

Г. БОЛЬНЫХ

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ
УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ
КАМЕРНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ

ARH

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ
УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ
КАМЕРНОГО
СБОРНОГО

ИЗДАТЕЛЬСТВО МАШИНОСТРОЕНИЯ

МАШИН

1982

1 XI
A-17861

Г. БОЛЬНЫХ

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ
УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ
КАМЕРНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ВАЛГУС“

ТАЛЛИН

1969

6П2.8
Б 79

УДК 62-215.4

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ КАМЕРНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ

Г.Т. Больных

1969 г.

В книге рассматриваются вопросы технологичного конструирования оборудования из коррозионностойкой и углеродистой сталей, предназначенного для биологической защиты и работы с радиоактивными и токсичными материалами.

Приводятся примеры существующих конструкций и указывается на затруднения, возникающие при их изготовлении.

Приводится анализ возникающих при изготовлении затруднений, даются рекомендации по их устранению и приводятся примеры создания более технологичных конструкций.

Книга предназначена для инженерно-технических работников конструкторских организаций и заводов, занимающихся проектированием и изготовлением оборудования для работы с радиоактивными и токсичными материалами.

Иллюстр. - 142, Библ. 3.

ARHIIVKOGU



В В Е Д Е Н И Е

В настоящей работе, на основании опыта завода, изготавливающего в течение ряда лет оборудование типа камер и боксов, изложены некоторые требования к конструкциям деталей и узлов, позволяющие уменьшить трудоемкость их изготовления, снизить расход металла, облегчить выполнение специальных требований, предъявляемых к этому виду оборудования.

Узлы и детали рассматриваются с технологической стороны их изготовления и испытания при обеспечении конструктивной прочности и всех других требований.

Анализируя затруднения, возникающие при выполнении специальных требований, можно сделать вывод, что для создания технологичной конструкции деталей и узлов необходимо при проектировании выполнение положений, не отраженных в литературе по технологичному конструированию деталей общего машиностроения.

В работе рассматриваются вопросы технологичности конструирования нестандартного оборудования из коррозионностойких сталей для работы с радиоактивными и токсичными материалами, а также конструирование элементов биологической защиты от излучения.

Дается оценка существующих конструкций, указывается на затруднения, возникающие при изготовлении, и даются рекомендации по их устранению и созданию более технологичной конструкции.

книга предназначена для инженерно-технических работников проектных организаций и заводов, занимающихся вопросами проектирования и изготовления оборудования типа камер и боксов из коррозионностойких сталей.

Автор выражает благодарность инженерам А.Г. Демишеву, Ф.П. Крутовскому, А.К. Павловичу за помощь в составлении рукописи, кандидату техн.наук А.П. Шабашову, инженерам А.К. Петровскому, Г.И. Лукишову, В.И. Безбокову, за ценные советы и замечания при подготовке рукописи.

ДЕТАЛИ ЗАЩИТЫ КАМЕР

Материал защитных стенок и плит

В настоящее время в качестве материалов для изготовления защитных корпусов камер и боксов, а также плит для смотровых окон и полотен защитных дверей применяются чугуны СЧ 15-32 и сталь Ст. 3.

Оба материала в проектах применяются почти одинаково, хотя по стоимости, надежности защиты и технологичности они резко различны.

В течение ряда лет, изготавливая оборудование с защитой, завод убедился в неравноценности этих материалов и преимуществе стали, однако до сих пор поступают проекты камер и боксов, в которых защитные детали выполняются из чугуна.

Для обоснованности применения чугуна или стали сравним их свойства при изготовлении из них защитных деталей.

Стоимость

Отливки из чугуна СЧ 15-32; СЧ 12-28.

У конструкторов часто встречается неправильное понятие о стоимости чугуна — они отождествляют чугун как материал с отливками из чугуна. Из этого отождествления следует неправильный вывод, что чугунная отливка дешевле детали из стального проката или сварной из стали Ст. 3.

Детали защиты, как правило, являются деталями единичными и сравнительно большого веса — от 200 кг до 5...10 тонн.

Конструкция деталей несложная, в большинстве своем это плоские плиты или плиты, имеющие один-два изгиба и проема. Если даже корпус бокса запроектирован цельнолитым, то и его сравнительно легко разделить на простые элементы, соединяемые болтами или сваркой.

Такие плиты и простые элементы могут быть легко изготовлены из толстолистовой стали.

1. Стоимость чугунных отливок по прейскуранту 25-01, выпуск 1967 г. Группа сложности - 3.

Вес отливки - 500...1000 кг,	стоимость I-ой тонны - 200 руб.
" - 1000...3000 кг, "	" - 190 руб.
" - 3000...10 000 кг, "	" - 180 руб.

2. Стоимость широкополосной стали по прейскуранту 01-02.

Мартеновская или конверторная, толщиной 36...60 мм

Сталь Ст. 0; МСт. 0; КСт. 0	стоимость I-ой тонны - 82 руб. 40 к.
Сталь МСт. 3кп	" " - 89 руб. 00 к.

Бессемеровская, кипящая

Ст. 0	стоимость I-ой тонны - 74 руб. 50 к.
БСт. 3кп	" " - 81 руб. 20 к.
Сталь Ст. 3сп	" " - 86 руб. 30 к.

3. Стоимость толстолистовой стали.

Мартеновская или конверторная, толщиной 34...160 мм

Сталь Ст. 0,	стоимость I-ой тонны - 96 руб. 00 к.
Сталь Ст. 3сп,	" " - 112 руб. 00 к.

Бессемеровская

Ст. 0, Ст. 3кп, БСт. 3кп	стоимость I-ой тонны - 94 руб. 80 к.
Сталь Ст. 3сп	" " - 99 руб. 90 к.

Для деталей защиты вполне может быть применена сталь Ст. 0.

Из приведенных примеров видно, что стоимость стального проката в два и более раз меньше стоимости чугунных отливок.

Расход материала

1. Защита из чугуна.

В технических условиях на изготовление чугунных защитных деталей имеется требование:

"Скрытые дефекты не должны превышать 10% толщины отливки" (ОСМ 33-ТТ2).

Из этого следует, что конструктор при расчете толщины защиты добавляет 10% к расчетной толщине для компенсации дефектов отливки, т.е. вес отливки увеличивается минимум на 10%.

Отходы при изготовлении чугунных плит, в зависимости от количества обрабатываемых поверхностей, составляют, например:

Камера черт. Г-141	1. Плита	- чистый вес	- 3500 кг
		- черный вес	- 4650 кг
	2. Плита	- чистый вес	- 3580 кг
		- черный вес	- 4650 кг
	3. Плита смотрового окна	- чистый вес	- 7068 кг
		- черный вес	- 9300 кг
Камера черт. Г-140	1. Плита	- чистый вес	- 452 кг
		- черный вес	- 585 кг
	2. Плита	- чистый вес	- 1680 кг
		- черный вес	- 1850 кг

Увеличение черного веса чугунных отливок идет за счет припусков на обработку, литейных уклонов, расшатывания моделей, величины расчетной усадки и т.д.

Из приведенных примеров видно, что технологическое увеличение веса чугунной отливки, по отношению к чистому весу детали, составляет от 10 до 33%.

Если учесть, что конструктор увеличил для компенсации неплотностей в отливке расчетный вес чугунной защиты минимум на 10%, то перерасход веса отливки составит по сравнению с расчетно-необходимым от 20 до 43%.

Таким образом, стоимость тонны расчетно-необходимой защиты из чугуна составит:

$[1 + (0,2...0,43)]$ 190 руб. (стоимость 1 т при весе отливки от 1 до 3 т) = от 228 до 272 рублей.

2. Защита из стали.

Плотность листового проката сомнений не вызывает, поэтому нет необходимости в увеличении толщины защиты против расчетной, следовательно, расчетная толщина стальной защитной детали, по сравнению с чугуновой, может быть уменьшена, как минимум, на 10%.

Расход металла при изготовлении защиты камер составляет, например:

Для камеры черт. Г-185:

Все плиты толщиной в 50 мм	чистый вес	- 10516 кг
	черный вес	- 15080 кг
Все плиты толщиной в 100 мм	чистый вес	- 3200 кг
	черный вес	- 5600 кг

Для камеры КИ-I черт. Г-207:

Плиты б = 50 мм	чистый вес	- 12532 кг
	черный вес	- 18423 кг
б = 100 мм	чистый вес	- 1500 кг
	черный вес	- 2280 кг

Для камеры черт. Г-210:

Плиты б = 50 мм	чистый вес	- 2016 кг
	черный вес	- 2910 кг
б = 100 мм	чистый вес	- 1494 кг
	черный вес	- 2200 кг

Увеличение черного веса в стальных плитах происходит, в основном, за счет отходов при раскрое листов и в меньшей мере за счет припусков на обработку.

Из приведенных примеров видно, что увеличение веса заготовки стальной плиты по отношению к чистому весу детали составляет от 40 до 55%.

Следовательно, стоимость одной тонны расчетно-необходимой защиты из стали бессемеровской кипящей Ст. 0 составит:

из широкополосной стали

$[1 + (0,4...0,55)] 74,5 =$ от 104 до 115 рублей;

из толстолистовой стали

$[1 + (0,4...0,55)] 94,9 =$ от 133 до 147 рублей.

Из приведенных расчетов можно сделать выводы, что стоимость тонны расчетно-необходимой защиты из стали дешевле, чем из чугуна, в среднем на 40%.

Кроме стоимости материалов следует учесть, что затраты труда на изготовление плит из стальных листов меньше, чем из чугунных отливок, при этом ликвидируется необходимость гаммапросвечивания плит, операция, которую в большинстве случаев заводы произвести не могут из-за отсутствия необходимого оборудования.

Для снижения стоимости стальной защиты можно использовать в качестве материала при толщине защиты в 100 мм и выше заготовки прямоугольные (слябы) по ГОСТ 9137-59, которые поставляются шириной от 300 до 2000 мм.

Стоимость тонны слябов при толщине 100...150 мм: сталь мартеновская или конверторная

МСт. 0, КСт. 0	- 71 руб. 50 к.
МСт. 3сп	- 83 руб. 60 к.
БСт. 0	- 64 руб. 20 к.
БСт. 3сп	- 74 руб. 70 к.

При использовании слябов вместо толстолистовой стали стоимость материала защиты может быть снижена не менее чем на 30% по сравнению с самой дешевой бессемеровской кипящей сталью.

В качестве материала для защитных плит могут быть также использованы:

1. Металлопродукция второго сорта.

Процент скидки для толстолистовой и широкополосной стали - 20%.

2. Некондиционная металлопродукция.

Стоимость толстолистовой стали толщиной 34...60 мм - 58 руб.
Стоимость стали толщиной свыше 63 мм - по соглашению.

Некондиционная толстолистовая сталь будет дешевле самой дешевой стали не менее чем на 40%.

" Некондиционной металлопродукцией считается металлопродукция, которая по химическому составу или по механическим свойствам, либо по внешнему виду или размерам не удовлетворяет обязательным требованиям стандартов или технических условий, либо "Характеристике вторых сортов прокатной стали", но допущена к использованию для изготовления изделий и для строительства в тех случаях, когда применение такой металлопродукции не вызывает ухудшения качества изделий и сооружений" (прейскурант № ОI-О2).

Если в качестве материала биологической защиты используются литые плиты из чугуна марки СЧ 12-28 или СЧ 15-32, то некондиционный стальной прокатный лист по защитным свойствам будет значительно лучше чугуна, и возможность использования его для изготовления деталей защиты не вызывает сомнений.

Используя возможность изготовления деталей защиты из металлопродукции второго сорта, некондиционной металлопродукции и слябов, стоимость тонны расчетно-необходимой защиты может быть доведена до 80 + 90 руб., т.е. по сравнению с чугунной защитой уменьшена в 3 раза.

Конструкция элементов защиты

Расход металла и трудоемкость изготовления деталей биологической защиты в значительной мере зависят от оформляющих конструктивных элементов.

Если толщина выбранной защиты определяется расчетом и изменение ее с целью уменьшения расхода металла не может быть проведено, то конструктивные элементы детали, как пра-

вило, выбираются конструктором произвольно и могут быть изменены без какого-либо нарушения защитных свойств детали и ее работоспособности.

Есть элементы, влияющие на трудоемкость изготовления и расход металла, присущие различным по конструкции и толщине деталям защиты.

При этом незначительные, на первый взгляд, изменения элементов детали могут существенно сократить расход металла, т.е. снизить черный вес или трудоемкость ее изготовления.

Из них можно отметить следующие:

1. Габаритные размеры детали защиты по длине или ширине должны совпадать с шириной прокатываемого сортамента широкополосной (универсальной) стали для толщины не более 60 мм (максимальная ширина 1050 мм); для толщины от 60 до 100 мм размеры деталей должны максимально приближаться к ширине листов толстолистовой стали - не превышать их, для толщины более 100 мм размеры детали должны позволить получение ее из слэбов с минимальной обработкой по ширине.

2. Конфигурация деталей должна быть без внутренних углов, внутренних радиусов, больших круглых отверстий и других элементов, не позволяющих при необходимости расчленить деталь на прямоугольные элементы.

3. Чистота поверхностей плит в большинстве случаев должна быть:

а) плоскостей -  - чистота поверхности листового проката без дополнительной обработки;

б) наружных торцов плиты:  или , при необходимости оговаривать дополнительные требования по прямолинейности и высоте неровностей, т.е. чистота должна быть такой, какую можно получить после резки листа автогеном, без последующей механической обработки, или какая имеется у листа в состоянии поставки.

Рассмотрим несколько примеров влияния конструктивных элементов на расход металла.

Габаритные размеры детали.

Дверь защитная - 50x510x710 черт. Г-179 сб.12.

Таких дверей завод изготовил 47 только по одному заказу.

Проем, перекрываемый дверью, - 450x650.

Размеры и конструкция полотна двери (рис. I):

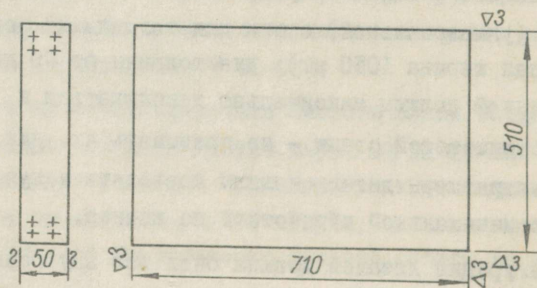


Рис. I

Если рассмотреть влияние размеров 510 и 710 и знаков чистоты $\nabla 3$ на расход металла и трудоемкость, то получится:

а. Ближайшие размеры широкополосной стали по ГОСТ 82-57 - 500 и 530 мм.

Из размера 500 мм (наиболее распространенного) полотно изготовить вообще нельзя.

Из размера 530 мм сделать полотно можно, но для этого необходимо лист обработать с двух сторон, т.е. металл превратить в стружку, произведя для этого необходимые затраты.

При размере 510 мм вместо 510 мм расход металла останется прежним, но уменьшатся затраты на изготовление.

б. Ближайшие размеры широкополосной стали по размеру 710 — размеры 710 и 750 мм.

К сожалению, из размера полосы 710 мм изготовить полотно технолог не может, так как на торцах, по чертежу, необходимо получить чистоту поверхности $\nabla 3$, для чего технологом предусматривается механическая обработка, на которую необходим припуск, а его уже нет, следовательно, необходимо брать следующий размер — 750 мм и проводить обработку.

При таких размерах и при таком конструктивном оформлении элементов полотна расход металла составил 177,5 кг при чистом весе полотна 142 кг, т.е. отходы составят 23,5% при простейшей прямоугольной форме детали.

Если чертеж полотна выполнить так (рис. 2):

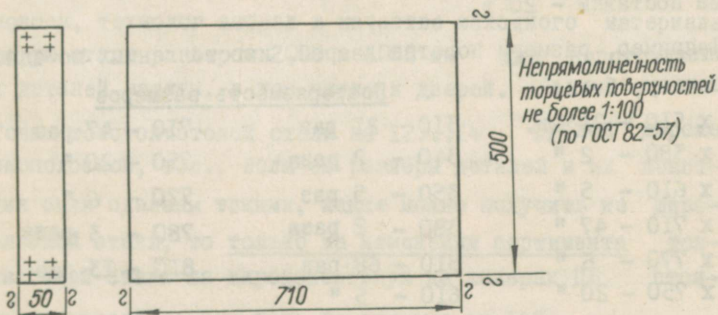


Рис. 2

Изменен размер 510 на 500: чистота торцов $\nabla 3$ заменена ∞ и требование прямолинейности, т.е. на то, что действительно требуется от полотна.

Для разбираемого примера размер 510 можно было бы и не изменять, т.е. изменить всего лишь $\nabla 3$ на ∞ , что не нарушает условия защиты и работоспособность двери, расход же металла сократится на $\approx 20\%$, значительно уменьшится механическая обработка и уменьшатся затраты на изготовление.

Лучший же вариант будет при размере полотна 500 x 710, так как эти размеры полосовой стали являются наиболее распространенными.

Такой вариант изготовления полотна двери или других деталей защиты будет возможен, если при конструировании деталей конструктор не забудет о возможности и целесообразности изготовления детали из широкополосной стали по ширине полосы без дополнительной обработки торцов.

При таком принципе конструирования самые различные детали защиты неизбежно будут иметь общие размеры, которые позволят заказать полосу необходимого размера в транзитной норме поставки - 20 т.

Например, размеры полотен дверей, изготовленных по одному заказу, были:

<u>Повторяемость размеров</u>		
310 x 510 - 21 шт.	310 - 21 раз	710 - 47 раз
340 x 380 - 2 "	340 - 2 раза	750 - 20 "
350 x 610 - 5 "	350 - 5 раз	770 - 6 "
510 x 710 - 47 "	380 - 2 раза	780 - 3 раза
612 x 770 - 6 "	510 - 68 раз	810 - 13 раз
630 x 750 - 20 "	610 - 5 "	
780 x 810 - 3 "	612 - 6 "	
810 x 810 - 10 "	630 - 20 "	

Размеры заготовок защитных плит $b = 50$ мм, например, для камеры ЦБ-20 черт. Г-185 таковы (припуск на обработку по каждому размеру 10...12 мм, так как по чертежам требуется чистота поверхности торцов $\nabla 3$):

160 x 1810	920 x 1120
205 x 4982	952 x 3822
425 x 1475	994 x 2000
465 x 580	1000 x 1170
510 x 1000	1180 x 2230
510 x 1215	1180 x 2655

580 x 1475	1310 x 2522
580 x 1490	1310 x 2020
660 x 4982	1972 x 2522
910 x 1000	1972 x 2022

По размерам не укладываются в ширину широкополосной стали.

Всего на камеру требовалось листа $\delta = 50$ мм - 10516 кг чистого веса, черный вес составил - 15080 кг.

Как видно, только для одной камеры вес листа 50 мм составлял почти транзитную норму, а количество камер с защитой 50 мм, изготавливаемых заводом, исчисляется десятками.

Из-за того, что 6 плит не укладываются в размеры широкополосной стали, а остальные не могут быть изготовлены из широкополосной стали без дополнительной обработки по ширине полосы, технолог выбрал в качестве исходного материала листовую сталь размером 2000 x 6000 мм для изготовления всех деталей защиты, в том числе и дверей.

Тонна толстолистовой стали на 12...14 рублей дороже широкополосной, т.е., если бы размеры деталей и их конструкция были сделаны такими, какие можно получить из широкополосной стали, то только на изменении сортамента толстолистовой стали на широкополосную на камерах ЦБ стоимость материала защиты была бы снижена на 14%.

Если проанализировать размеры на дверях и деталях камеры, то можно заметить, что размеры по ширине от 420 мм до 1180 мм изменяются через 10, 30, 40, 70, 80, 100 и 180 мм.

Примерно также изменяются размеры во всех защитных деталях других камер, из чего следует, что для изготовления защитных деталей толщиной 50 мм всех камер необходимо будет около 7 размеров широкополосной стали.

Если учесть, что выбор размера детали защиты достаточно произволен и при проектировании легко может быть увеличен или уменьшен за счет соответствующего изменения сопрягаемых деталей, то ясно, что один из размеров деталей можно сделать совпадающим по размеру с шириной полосы.

Завод на изготовление деталей защиты расходует в год сотни тонн стального проката, следовательно, можно заказывать широкополосную сталь 7 размеров, т.е. каждого размера от 20 т и больше, смотря по распространенности размера.

Например, это могут быть размеры 400, 450, 500, 600, 710, 850, 1000 или 1050 мм.

Вероятно, можно увеличить число размеров полосы до 10, если возникнет действительная необходимость в этом.

При изготовлении деталей, спроектированных под определенные размеры полосы, расход металла сократится не менее чем на 20%, а трудоемкость изготовления деталей значительно уменьшится.

Аналогично могут быть спроектированы и детали защиты толщиной 100 мм, при этом количество размеров листов или слябов по ширине будет значительно меньше, например - 5, так как детали толщиной в 100 мм в основном больших размеров, а количество их невелико.

Влияние внутренних радиусов на расход металла и трудоемкость изготовления

Установка ЦБ-14 черт. 1'-179.

Плита передняя - типовая конструкция (рис. 3).

Материал - сталь Ст. 3. Вес - 4635 кг.

Во все три проема вставляются защитные смотровые окна.

Размер заготовки, выбранный технологом, - 2000x4000 мм, вес заготовки - 6250 кг.

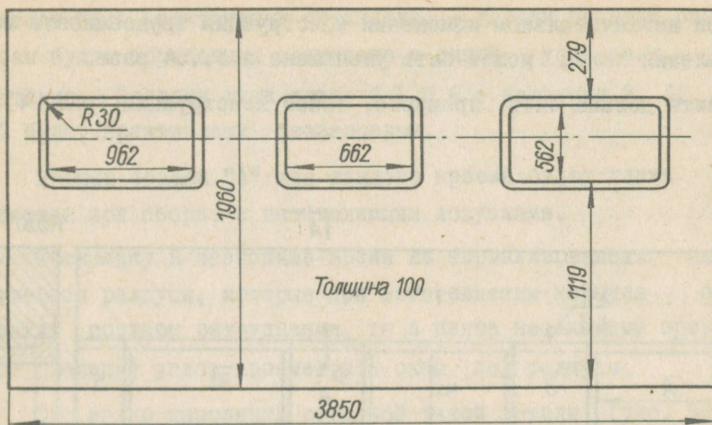


Рис. 3

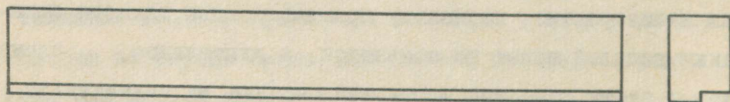
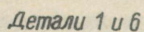
Окна предварительно вырезаются автогеном, после обрабатываются на продольно-фрезерном станке.

Отходы металла от вырезанных проемов под окна составляют 1100 кг. Возможность использования отходов на более мелкие детали маловероятна, поскольку при выполнении данного заказа таких деталей может не оказаться, а длительное время хранить и вести учет таким отходам весьма затруднительно, поэтому при расчете заготовок такие вырезки учитываются как отходы.

Кроме расхода металла следует обратить внимание на трудоемкость получения таких проемов. В данном случае фрезеровка каждого проема на мощном продольно-фрезерном станке продолжается две полных рабочих смены.

Обычный сварной вариант плиты не дает существенного снижения расхода металла из-за наличия радиусов в углах, кроме того, сварной вариант, не уменьшая трудоемкости обработки проемов, требует дополнительно затрат труда на обработку стыков деталей, их сварку и зачистку.

Плита должна быть, примерно, такой конструкции (рис. 4).



Детали 3 и 4

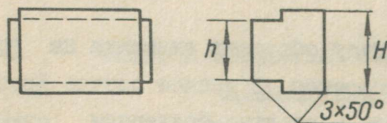


Рис. 4

Детали 1...6 обработаны окончательно, причем высота деталей 2, 3, 4 и 5 - "Н" и высота "h" на всех этих деталях

может быть практически одинакова, — детали по этим размерам будут обработаны совместно с одной установки на станке. Поэтому стык деталей 1 и 6 с деталями 2, 3, 4 и 5 будет практически беззазорным.

Размер проема "А" для каждого проема будет также выдержан при сборке с необходимыми допусками.

Поскольку в настоящее время на нормализованных окнах имеются радиусы, которые при изготовлении корпуса окон также создают затруднения, то в плите необходимо провести заделку углов проемов под окна под радиусы.

Это можно выполнить вставной такой детали (рис. 5):

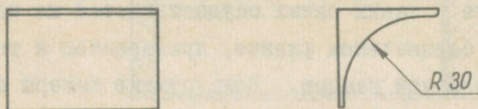


Рис. 5

Длина детали равна толщине уступа. При сборке вставку прихватить сваркой к плите в нескольких точках.

Плоскости, необходимые для крепления на плите манипуляторов, окон и других возможных приборов, также могут быть получены на отдельных деталях, из которых собирается плита.

Несмотря на то, что допуск на толщину листа, например, 100 мм составляет 4,7 мм (+1,6 мм и -3,1 мм), получение общей плоскости по периметру окна из обработанных заранее в деталях отдельных плоскостей, являющихся и стыкуемыми плоскостями всей плиты, не вызовет затруднений, так как размер "А" для всех четырех деталей, образующих проем окна, при обработке будет выдержан с точностью 4...5 класса от одной поверхности, в данном случае от лицевой

стороны, поэтому плоскостность обработанных привалочных поверхностей проема окна будет вполне удовлетворительной, даже при сборке без каких-либо приспособлений для базирования деталей, образующих плиту, на их обработанные поверхности.

В этом случае лицевая сторона плиты будет практически такой же ровной, как и при выполнении ее из цельного листа.

Все погрешности допуска на толщину листа уйдут на заднюю, невидимую в конструкции камер, сторону.

Кроме того, следует учесть, что смотровые защитные окна крепятся к этим плитам через мягкие резиновые прокладки и имеют свой прочный, жесткий каркас, деформация которого от усилий крепящих болтов абсолютно невозможна. Герметичное же соединение в таких окнах осуществляется не на защитной плите, а на специальном фланце, приваренном к тонкостенной внутренней рабочей камере. Конструкцию камеры с защитой и крепление окон в ней см. на рис. 6.

Разобран пример плиты, имеющей 3 проема под окна. Аналогичные результаты будут получены и для плит, имеющих по одному или два проема, и для них будет уменьшен расход металла, снижена трудоемкость изготовления.

Если возникнет необходимость устранения щелей в местах стыка, то они могут быть замазаны эпоксидной шпаклевкой или замазкой при окраске плиты.

В качестве исходного сортамента для изготовления деталей сварной плиты могут быть выбраны "Заготовки прямоугольные (слябы)" по ГОСТ 9137-59.

Стоимость их на 30% меньше стоимости толстолистовой стали.

При этом размеры деталей I и 6 по высоте, за счет взаимного изменения размеров, могут быть подобраны так, что перед механической обработкой не надо будет обрезать слябы по ширине.

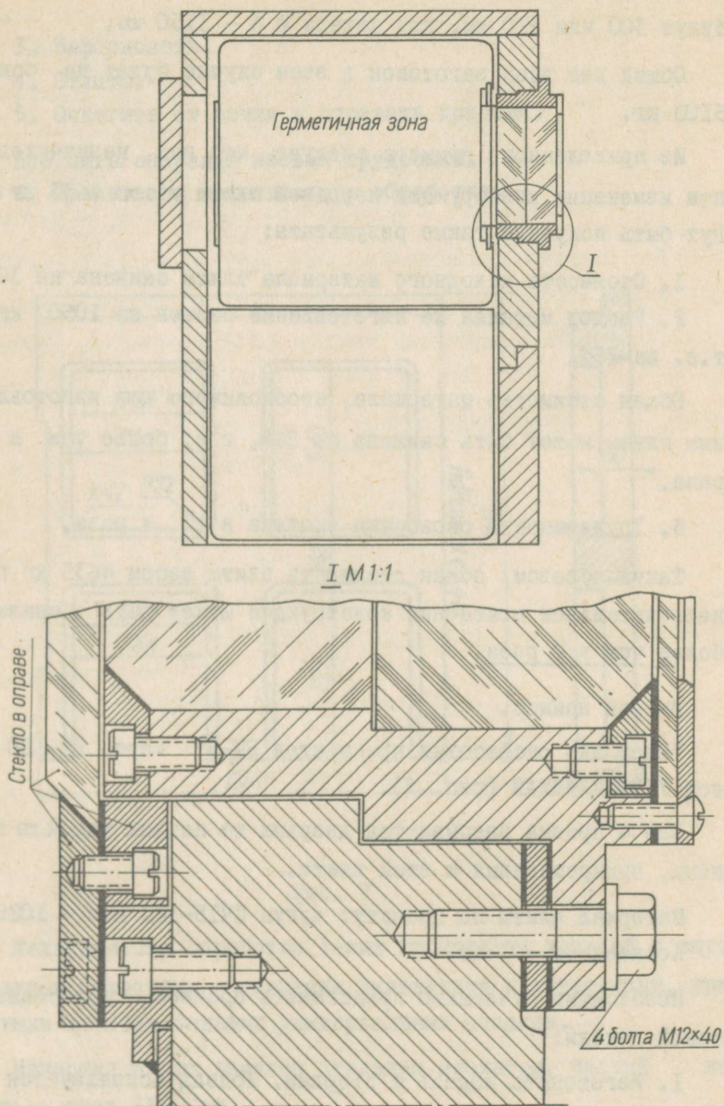


Рис. 6

В данном случае этими размерами слябов для детали № I будут 300 или 320 мм, для детали № 6 - 1150 мм.

Общий вес всех заготовок в этом случае будет не более 5100 кг.

Из приведенного примера следует, что при незначительном изменении конструкции передней плиты весом 4635 кг могут быть получены такие результаты:

1. Стоимость исходного материала плиты снижена на 30%.
2. Расход металла на изготовление снижен на 1050 кг, т.е. на 25%.

Общая стоимость материала, необходимого для изготовления плиты, может быть снижена на 56%, т.е. более чем в 2 раза.

3. Трудоемкость обработки снижена в 2...4 раза.

Таким образом, общая стоимость плиты весом 4635 кг при незначительном изменении конструкции может быть снижена более чем в 2 раза.

Второй пример.

"Шкаф для расфасовки препаратов БМ-3" черт. И2-180 автор УкрНИИХИММАШ (рис. 7).

Все 4 проема закрываются дверьми на петлях такой же толщины, прикрепленных к этой плите.

Материал плиты по проекту: чугун СЧ15-32. Вес - 1020 кг. Количество - 1 шт.

Необходимо отчетливо представить процесс изготовления такой детали:

1. Изготовить модель и стержни. Модель используется только один раз, так как конструкция таких плит, как правило, не повторяется.

2. Подобрать или, при необходимости, изготовить новые ополки.

3. Заформовать.

4. Отлить.

5. Очистить от земли и отрезать прибыли.

Все пять операций весьма трудоемки.

6. Произвести механическую обработку.

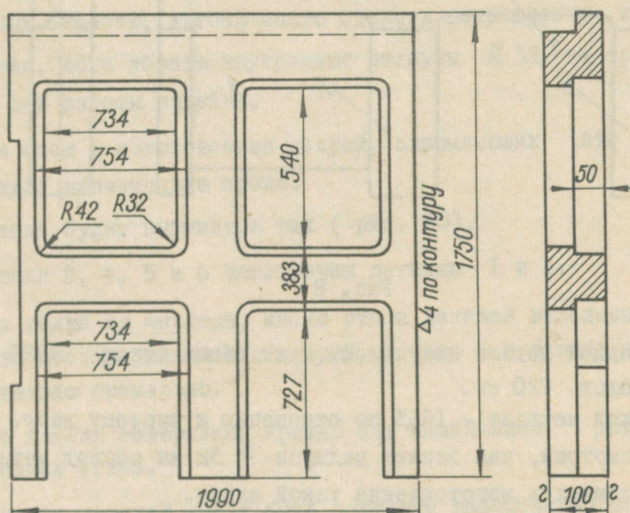


Рис. 7

Механическая обработка таких громоздких деталей с внутренними полостями — операция длительная и трудоемкая, требующая наличия больших универсальных станков.

Материал плиты заменен стальным прокатом, чистый вес детали стал 1100 кг.

Технолог с целью экономии металла раскроил деталь так (рис. 8):

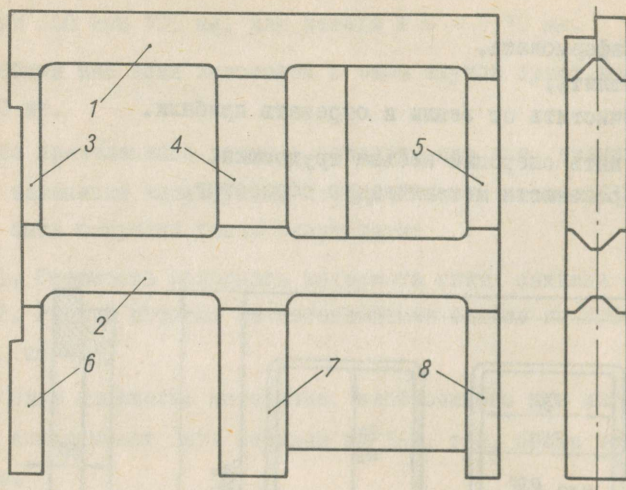


Рис. 8

Из одной детали получилось 8 шт. общим весом 1820 кг.
Отходов 720 кг.

Расход металла — 165% по отношению к чистому весу.

Рассмотрим, как влияют радиусы $R\ 32$ на расход металла и трудоемкость изготовления такой плиты.

Деталь I.

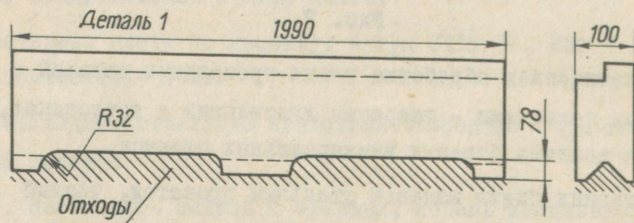


Рис. 9

Как видно из чертежа, из-за наличия внутреннего радиуса $R\ 32$ на детали длиной в 1990 мм, толщиной в 100 мм идет в отход полоса по всей длине детали шириной в 80 мм.

Кроме того, деталь должна пройти предварительную операцию — вырезку впадин автогеном и после строжки мест разбега и сварки — окончательную обработку проемов под двери.

Операций достаточно много, расход металла велик.

Совершенно не нарушая работоспособности изделия и его защитных свойств, деталь можно сделать несравненно технологичнее, если убрать внутренние радиусы $R\ 32$, не требующиеся для работы изделия.

При этом и изготовление дверей, закрывающих эти проемы, будет значительно проще.

Деталь будет выглядеть так (рис. 10).

Детали 2, 4, 5 и 6 аналогичны деталям 1 и 3.

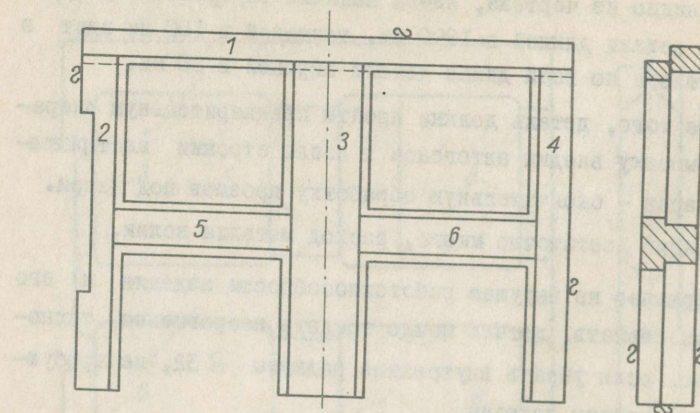
Как видно из чертежа, место стыка деталей выполнено аналогично местам прилегания дверей, только без зазора и дополнительно проварено.

Все детали совершенно прямые без каких-либо уступов, внутренних углов.

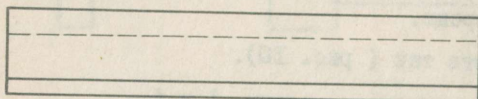
Размеры деталей могут быть получены значительно точнее, чем в предыдущем случае, а из этого следует, что все 6 деталей будут обработаны окончательно, на строгальном станке, и после сборки их в плиту не потребуются никакой дополнительной обработки, кроме зачистки швов.

Расход металла, идущего в отходы при раскрое, в этом случае сократится более чем на 500 кг.

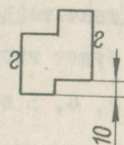
Расход металла составит $\approx 120\%$ против 165% в первом случае, т.е. экономия металла за счет ликвидации внутренних радиусов в данном случае составит $\approx 45\%$.



Деталь 1



▽3 остальное



▽3 остальное

Деталь 3

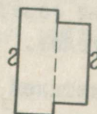
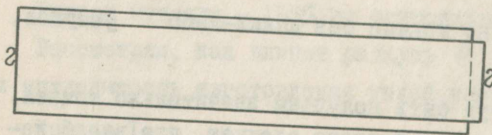


Рис. 10

Кроме этого, трудоемкость изготовления такой плиты будет в несколько раз меньше трудоемкости изготовления плиты с внутренними радиусами в проемах для дверей.

Из приведенного примера видно, как велико значение простых конструктивных элементов и необходимость рационального обоснования применения их в каждом конкретном случае.

Для цельнолитой чугунной плиты радиусы необходимы, но и они должны быть радиусами нормального режущего инструмента.

Мы разобрали пример типовой конструкции задней плиты толщиной в 100 мм (рис. 7).

Необходимость чистоты $\nabla 4$ поверхности торцов плиты по наружному контуру, с которым никакие детали не сопрягаются, вызывает сомнение.

Достаточно ограничиться чистотой ∞ или указанием высоты допустимых неровностей с тем, чтобы качество этих поверхностей могло быть получено резкой автогеном, рез автогеном имеет достаточно ровную и чистую поверхность.

Для получения же чистоты $\nabla 4$ необходима механическая обработка торцов, т.е. дополнительные затраты труда и расход металла.

Влияние расположения и величины проемов в стальных плитах на расход металла

Типовая конструкция задней плиты.

Такую конструкцию имеют, например:

Бокс аналитический черт. М10-И5953.000 ПЗ.

Камера КРГ-I черт. И-6944.

Камера БМ-I черт. ИИ-178 УКРНИИХИММАШ.

Задняя плита камеры БМ-I (рис. II).

Материал по проекту - чугун СЧ15-32. Вес 2160 кг.

Материал при изготовлении был заменен сталью Ст. 3, конструкция оставлена без изменения, вес стал - 2340 кг.

Рассмотрим влияние расположения и размеров проемов на расход металла.

Технолог разделил плиту при раскрое листа на 4 детали с их последующей сваркой и окончательной обработкой плиты в сборе.

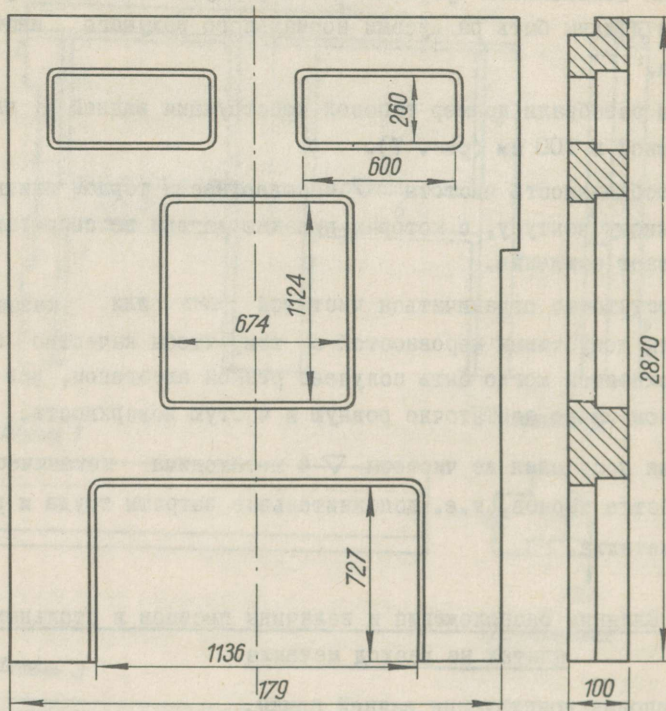


Рис. II

Размеры после сварки заготовок показаны на рис. I2.

Черновой вес детали № I - 920 кг, № 2 - 1250 кг, № 3 - 1150 кг, № 4 - 280 кг. Итого - 3600 кг.

Отходы вместе с припусками на обработку составляют 1260 кг, т.е. расходы металла по отношению к чистому весу составляют 155%.

Как видно из приведенного чертежа, отходы при резке листа из-за наличия внутренних углов составляют большую часть перерасхода металла - вес их больше 1000 кг.

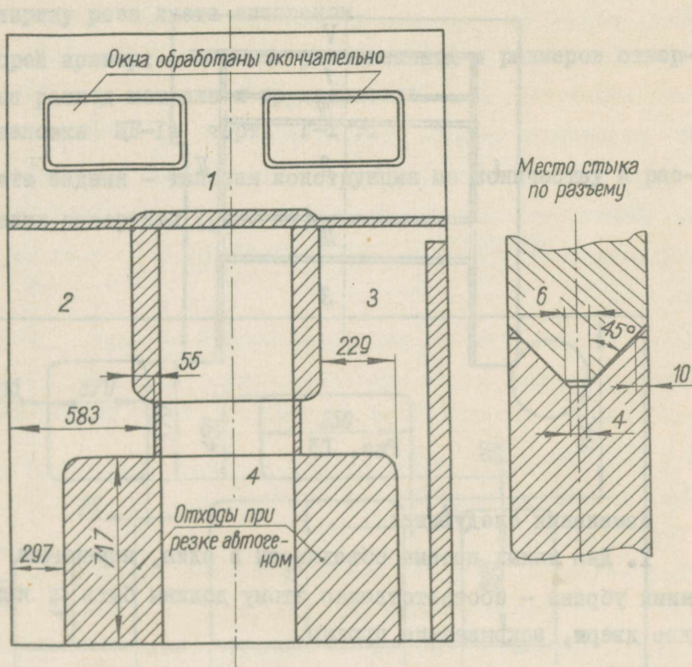


Рис. 12

Следовательно, для уменьшения этих отходов конструкцию деталей плиты необходимо избавить от внутренних углов, т.е. детали должны по форме максимально приближаться к прямоугольнику.

В данном случае незначительное изменение величины и расположения проемов, устранение внутренних радиусов позволило бы полностью устранить отходы при резке, т.е. сократить расход металла более чем на 1000 кг на изготовлении одной этой плиты.

Конструкция плиты должна быть примерно такой (рис. 13):

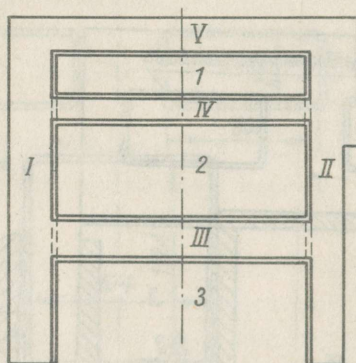


Рис. 13

Изменения следующие:

1. Два малых проема объединены в один, перемычка между ними убрана — соответственно этому должны быть изменены две двери, закрывавшие проемы.

2. Проемы 2 и 3 сделаны так, что их боковые грани находятся на одной линии — можно увеличить проем 2 с соответствующим увеличением двери (общий расход металла от этого не изменится) или уменьшить проем 3, или же принять какой-то средний размер.

В этом случае плиту можно будет разделить на пять — I ... V — прямоугольных элементов (аналогично предыдущему примеру), окончательно обработать и после сборки и сварки плиты проемы больше не обрабатывать.

Трудозатраты на изготовление такой конструкции плиты будут в несколько раз меньше, чем по запроектированному варианту.

Расход металла будет сокращен не менее чем на 35...40%.
В этом случае в отходы идет металл припусков на обработку
и на ширину реза листа автогеном.

Второй пример: влияние расположения и размеров отверстий
на расход металла и трудоемкость.

Установка ЦБ-14 черт. Г-179.

Плита задняя - типовая конструкция по количеству и расположению отверстий (рис. 14).

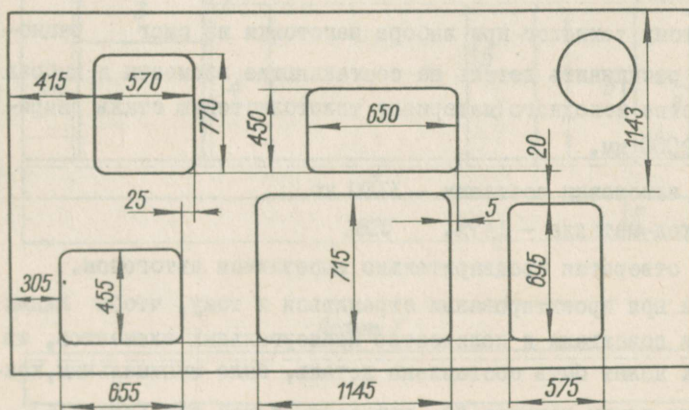


Рис. 14

Материал - сталь Ст. 3, вес - 2158 кг.

Все пять прямоугольных отверстий закрываются дверьми
такой же толщины. Двери внакладку (рис. 15).

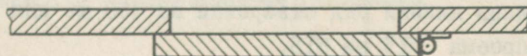


Рис. 15

Если проанализировать расположение прямоугольных отверстий, то можно заметить, что линии большинства боковых стенок, образующих проемы, не совмещаются при продолжении их по горизонтали или вертикали, причем разница между этими линиями 5, 15, 25, 75 мм. Из этого следует, что при попытке расчленить деталь на прямоугольные элементы проемы не могут быть полностью использованы в качестве линий разъемов. Количество же прямоугольных деталей из-за этого значительно возрастает. (Влияние радиусов R 30 пока не учитываем.)

Поэтому технолог при выборе заготовки не смог рационально расчленить деталь на составляющие элементы и выбрал в качестве исходного материала толстолистовую сталь шириной в 2000 мм.

Вес заготовки составил - 3100 кг.

Расход металла - 147%.

Все отверстия предварительно вырезаются автогеном.

Если при проектировании стремиться к тому, чтобы линии проемов совпадали и количество прямоугольных элементов, из которых может быть составлена деталь, было минимальным, конструкция плиты приняла бы, примерно, такой вид (рис. 16).

Плита разделена на 8 прямоугольных деталей (возможные линии стыков деталей показаны пунктиром). Все детали обрабатываются окончательно, и после сборки и сварки проемы обработке не подлежат. Радиусы убраны.

Изменения в размерах следующие:

1. Размер 1143 мм изменен на $p-p$ 1043 мм - это можно сделать, подняв нижний ряд отверстий на 100 мм или увеличив размер проема 715 на 815.
2. Проем 770 x 570 сделан размером 770 x 655.
3. Проем 695 x 575 сделан размером 715 x 575.

4. Проем 650 x 450 смещен влево на 5 мм.

5. Проем 655 x 455 смещен вправо на 25 мм, можно было бы сместить влево проем 770 x 570.

Соответственно должны быть изменены размеры полотен дверей.

Такие изменения дают возможность:

1. Вместо толстолистовой стали шириной 2000 мм использовать широкополосную сталь шириной от 400 до 1050 мм, которая на 14% дешевле.

2. Расход металла уменьшить на 12%. Вес заготовок всех 8 деталей будет не более 2500 кг. Таким образом, общая стоимость материала плиты будет уменьшена не менее чем на 30%.

3. Значительно уменьшится трудоемкость обработки плиты, так как фрезеровка проемов по контуру — операция длительная.

4. Защитные свойства плиты такой конструкции не уменьшаются, потому что:

а) стыки деталей плит выполнены ступенчатыми, при этом все места стыков всех деталей практически совершенно прямолинейны, так как получены обработкой на продольно-фрезерных или строгальных станках;

б) стыки практически беззазорны, так как размеры ступенек коротких сторон деталей, сопрягающихся с длинной стороной детали, практически одинаковы; эти стороны деталей могут быть у всех сопрягаемых деталей обработаны одновременно, т.е. все детали закрепляются на столе строгального или фрезерного станка и обрабатываются с одной установки;

в) большие размеры проемов расположены со стороны источника излучения, поэтому при принятых размерах перекрытия проемов дверьми равном 30 мм ослабления перекрытия не происходит (см. рис. 17).

Аналогично рассмотренной плите может быть изменена конструкция всех плит: верхней, боковых и т.д., установки ЦБ-4. при этом выводы, сделанные для передней и задней плит, будут верны и для всех других плит.

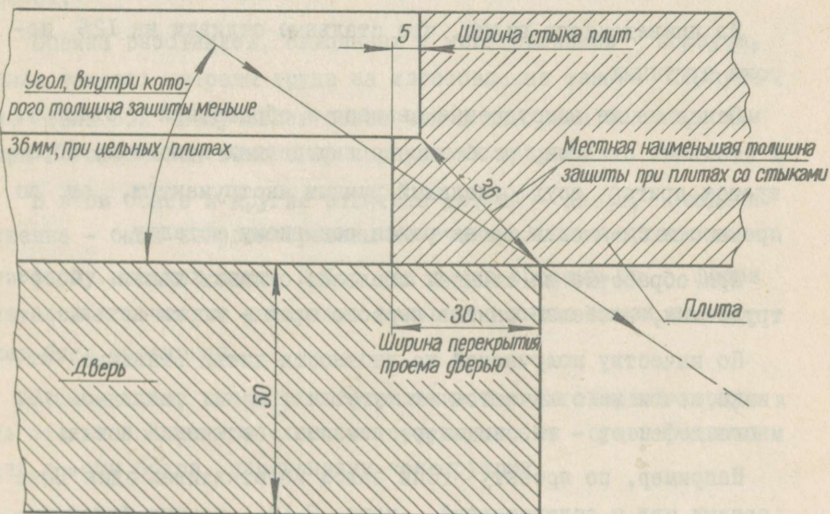


Рис. I7

Отливки из углеродистой стали в качестве деталей защиты

Отливки из углеродистой стали в качестве защитных деталей применяются проектными организациями значительно реже, чем отливки из чугуна или детали из стального проката.

Кроме того, что стальные отливки дороже чугунных и стального проката, изготовление деталей из них сопряжено со значительно большими затратами труда.

Стоимость отливок из углеродистой стали.

Группа сложности 3.

Вес 200...500 кг - 195 руб. за 1 тонну

" 500...1000 кг - 185 руб. за 1 тонну

" 1000...3000 кг - 170 руб. за 1 тонну.

Из приведенного видно, что стальные отливки на 12% дороже чугуновых.

Основное же затруднение связано с обработкой отливок. У стальных отливок, особенно во внутренних полостях, обрабатывается пригар, трудноудаляемый ручным инструментом, он по прочности спая едва ли не равен основному металлу.

При обработке на станках стальные отливки также более трудоемки, особенно снятие первого слоя - корки литья.

По качеству получаемой же плотности литья стальные отливки почти не отличаются от чугуновых, в них также бывает много дефектов - газовых пор, земляных включений и т.д.

Например, по проекту ГСПИ завод изготавливал один "Бокс зарядки игл и аппликаторов" черт. Б-12. Корпус бокса вылит из стали 35Л, весом 1500 кг.

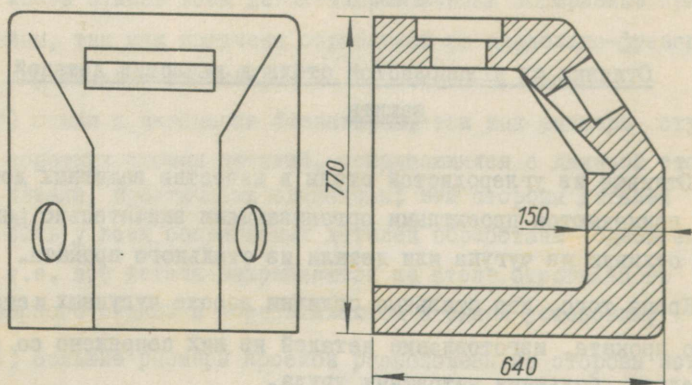


Рис. 18

Во внутренней полости отливки образовался пригар, удаление которого связано с очень большими затратами труда. При обработке отверстий вскрылись газовые раковины. Качество наружной поверхности по сравнению с чугунными отливками было много хуже, пришлось делать больше шпаклевочных работ.

Оценка работников, связанных с изготовлением корпуса, была такова: затраты труда на изготовление такого корпуса из стали 35Л получились более чем в два раза больше, чем при изготовлении такого же корпуса из чугуна.

В этом боксе и другие защитные детали — двери, задняя стенка — были запроектированы из стального литья, хотя имели форму плоских плит. Выбор для таких простых по форме деталей в качестве материала стального литья ничем не может быть обоснован.

Экономичнее, проще в изготовлении был бы сварной корпус из стального проката с соответствующими, не существенными для работы бокса, изменениями конструкции.

Выводы

При проектировании деталей защиты, для снижения трудоемкости и стоимости изготовления следует:

1. В качестве материала защиты применять стальной листовой прокат, выбирая самую дешевую марку стали — бессемеровскую кипящую сталь БСт. 0.
2. По качеству проката листовой стали применять:
 - а) металлопродукцию второго сорта — процент скидки — 20%,
 - б) некондиционную металлопродукцию — процент скидки не менее 40%.
3. По сортименту листовой стали применять:

а) для толщин до 60 мм — широкополосную (универсальную) сталь по ГОСТ 82-57 — на 14% дешевле толстолистовой стали по ГОСТ 568I-57,

б) для толщин от 60 мм до 100 мм — толстолистовую сталь по ГОСТ 568I-57,

в) для толщин 100 мм и более — заготовки прямоугольные (слябы) по ГОСТ 9157-59 — на 40% дешевле толстолистовой стали.

4. Два из габаритных размеров детали — толщина, ширина или длина — должны совпадать (или приближаться к ним не превышая) с толщиной и шириной прокатываемого сортамента широкополосной, толстолистовой стали или слябов, при этом чистота поверхностей, определяющих эти размеры, должна быть указана такой, с какой поставляется прокат.

Соблюдение этого требования делает возможным сократить расход металла до 25%.

5. Конструкция деталей больших размеров с внутренними отверстиями и выемами должна обеспечивать возможность изготовления деталей сварными из прямоугольных заготовок, без последующей обработки этих отверстий и выемов. Выполнение этого требования дает возможность сократить расход металла до 40%.

6. Применять чугуны только для деталей защиты, имеющих форму толстостенных цилиндров, круглых толстых дисков, толщиной свыше 150 мм, для деталей с большими отверстиями круглой или другой непрямоугольной формы и для толстых более 150 мм деталей, форма которых не может быть получена из прямоугольных стальных элементов сваркой.

7. Не применять в качестве материала защиты стальное литье. Только в исключительных случаях, обоснованных расчетом на прочность, при невозможности или сложности изготовления детали сварной может быть применена стальная отливка в качестве защиты.

8. Защитные детали толщиной более 150 мм могут быть изготовлены составными по толщине из стальных листов.

Выполнение при проектировании указанных рекомендаций дает возможность при изготовлении деталей защиты экономить от 20 до 50% металла, уменьшить на 14...40% стоимость исходного материала, существенно, в 1,5...3 раза, снизить трудоемкость при сохранении и улучшении качества защиты.

КОНСТРУКЦИИ СВАРНЫХ УЗЛОВ ИЗ ТОНКОЛИСТОВОЙ СТАЛИ

Общие требования

Основными требованиями при изготовлении тонкостенных сварных узлов из кислотостойких сталей являются:

1. Обеспечение чистоты поверхности по "П4" и чистоты поверхности сварных швов по "С3" и "С4", согласно нормали ОСМ 33-62.

2. Обеспечение прямолинейности и плоскостности поверхностей сварных узлов, особенно больших размеров, типа корпусов камер и боксов, изготовленных из тонколистового материала толщиной до 3-х мм.

3. Обеспечение хорошего (товарного) внешнего вида.

Для уменьшения затруднений при выполнении указанных требований в конструкции сварного узла следует:

1. Максимально сокращать протяженность и количество сварных швов.

2. Применять возможно меньший катет сварного шва, назначенный именно из условий конструктивной прочности, а не по толщине свариваемых деталей. Часто толщина детали выбирается из условий жесткости или уменьшения возможного коробления при сварке (например, столешницы, фланцы и т.д.).

3. При необходимости зачистки швов по "С4" проектировать швы открытые, доступные для шлифовального камня или фрезы.

Обязательно, отдельно от других вопросов, специально рассматривать конструкцию узла только с этой стороны.

4. Применять, если возможно, прерывистые швы вместо сплошных.

При необходимости устранения щелей прерывистого шва применять эпоксидные шпаклевки.

5. Не назначать сварку с 2-х сторон или сварку с подваркой там, где можно обойтись сваркой с одной стороны; другую сторону при необходимости можно зашпаклевать или замазать эпоксидными замазками.

6. Применять обязательно сварку с подваркой при стыковке листов, если после требуется зачистка швов по "С3". Следует помнить, что проварить лист в 2,5 мм (или 2 мм) насквозь с обеспечением последующей зачистки его с обратной стороны по "С3", практически очень трудно.

7. Заменять угловые швы на стыковые с соответствующим изменением конструкции. Стыковой шов варить и зачищать проще, чем угловой.

8. Большие по длине или ширине (высоте) плоскости (стенки камер и боксов) разделять конструктивными элементами на ряд независимых меньших плоскостей, так как значительно легче обеспечить плоскостность двух или нескольких поверхностей взамен одной, внешний же вид от этого не ухудшится.

9. Не назначать необоснованно жестких допусков на коробление. Камера имеет лучший внешний вид при относительно большом, плавном короблении, чем в том случае, если в процессе правки это коробление будет разбито на ряд более мелких; лист приобретает мятый, избитый вид и даже последующая окраска не устранист этого. Требование нормали ОСМЗ -

' Технические требования на изготовление химико-

технологического оборудования" по допустимому короблению — 5 мм на 1 м для стенок корпусов, не сопрягаемых с чугунными плитами, трудно выполнимо, и при обеспечении его правильной хорошей внешнего вида не получается.

Поскольку не существует какого-либо теоретического обоснования конструкции узлов камер, то практическое выполнение приведенных выше требований при конструировании может вызвать затруднения. Для лучшего восприятия высказанных положений целесообразно проанализировать существующие типовые конструкции (принятые различными проектными организациями) узлов камер и на примерах их возможного улучшения показать целесообразность и практическую возможность соблюдения высказанных положений. Следует учесть, что приведены только отдельные примеры, из значительно большего количества различных узлов камер, о принципе которых конструктору не следует забывать при проектировании самых различных как по назначению, так и по конструкции узлов камер.

Для обоснования необходимости создания технологичных узлов камерного оборудования следует понять, что если изготовление данной конкретной камеры является единственным, то производство камер нескольких типов, например, тонкостенных боксов, защитных камер самой различной конструкции, носит серийный характер.

Пример уменьшения количества сварных швов

В качестве примера типовой нерациональной конструкции по количеству сварных швов можно рассмотреть корпуса камер черт. 292-276, 248, 249, 264, 258 и др.

Проект Иркутского НИИХИММАШа 1964 г.

Аналогичные конструкции встречаются в проектах ленинградских и московских ГСПИ, УКРНИИХИММАШа и др.

Камера мойки черт. 292-276, рис. 19.

Нижняя часть камеры выполнена так: сварной каркас из уголков 50 x 50 x 5 обшивается листами $\delta = 2,5$ мм с приваркой их по всему периметру листа сплошным швом с двух сторон (рис. 19).

Нагрузка на нижнюю часть - 1000 кг.

Количество деталей в нижней части - 28 (без учета поясов жесткости).

Длина сварных швов - 57 000 мм.

При таком количестве сварных швов происходит большое коробление листов, и выправить это с обеспечением хорошего внешнего вида почти невозможно, кроме того, на лицевую сторону попадают угловые сварные швы, которые так же не улучшают вида.

Оставляя прочность и жесткость подставки (нижней части) практически без изменения, конструкцию ее следовало бы выполнить так (рис. 20):

1. Каркас из уголков ликвидировать, оставить только пояса жесткости.

2. Подставку изготовить из гнутых элементов.

Элементы, из которых составляется такая подставка, видны в сечениях А-А и В-В.

Боковая стенка изготавливается гнуто-сварной.

Развертка боковой стенки (рис. 21):

После гибки углы завариваются.

При необходимости обеспечения дополнительной жесткости мест I и II (к которым прилегает дверца) их можно выполнить так (рис. 22):

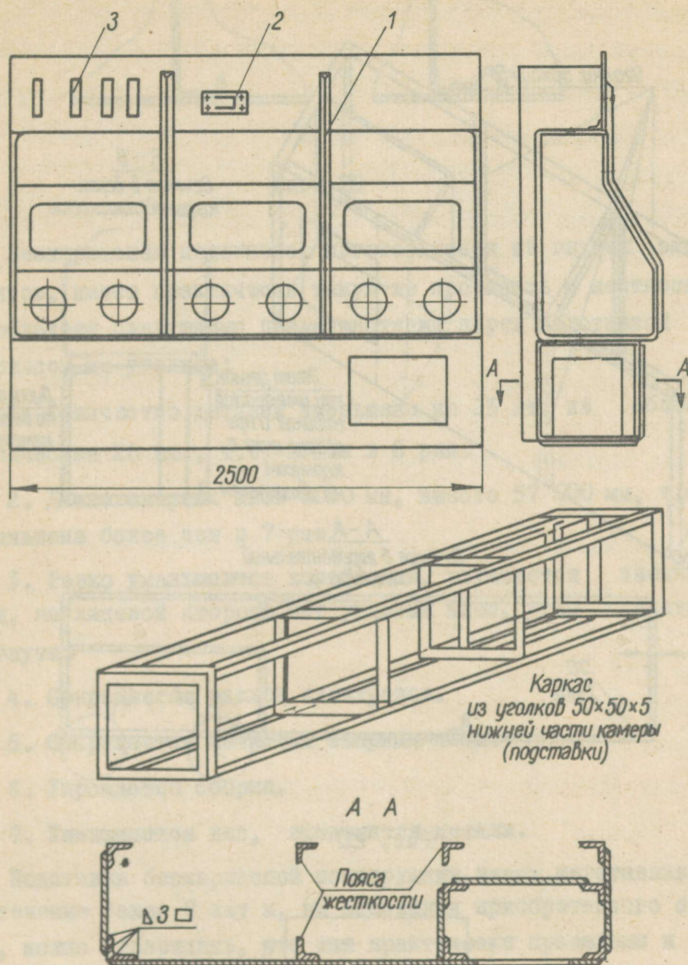


Рис. 19

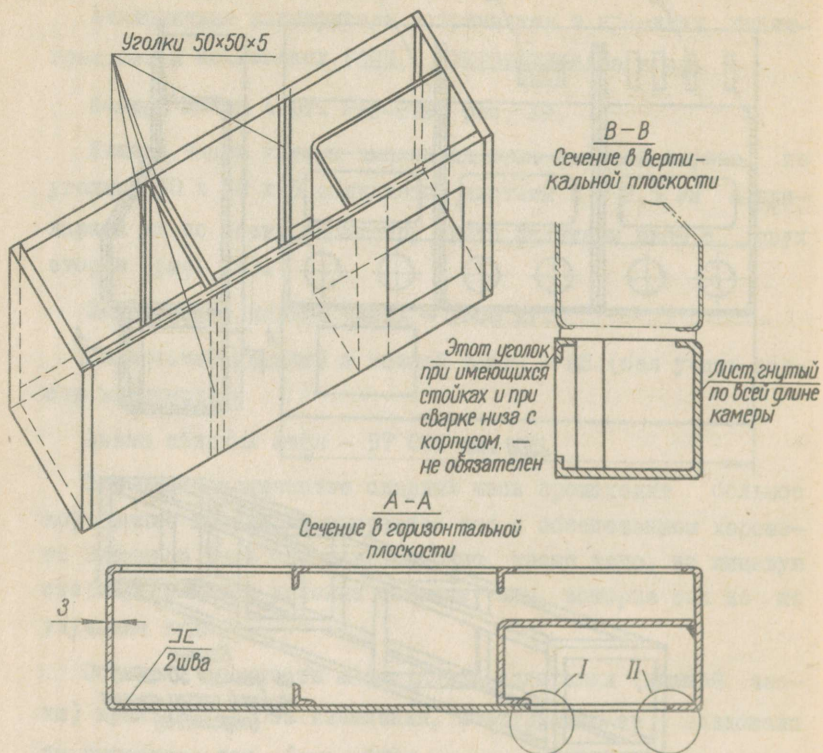


Рис. 20



Рис. 21

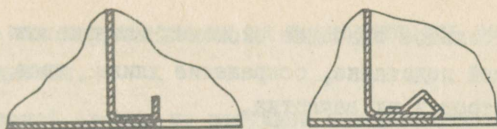


Рис. 22

Бескаркасная подставка, изготовленная из гнутых элементов, имеет практически такую же прочность и жесткость и обладает следующими преимуществами перед подставкой с каркасом из уголков:

1. Количество деталей уменьшено на 23 шт. из общего количества 28 шт., т.е. почти в 6 раз.

2. Длина сварных швов 8000 мм, вместо 57 000 мм, т.е. уменьшена более чем в 7 раз.

3. Резко уменьшаются коробления, улучшается внешний вид, на лицевой стороне нет угловых швов, углы плавно загнуты.

4. Сокращается расход электродов.

5. Сокращается зачистка сварных швов.

6. Упрощается сборка.

7. Уменьшается вес, экономится металл.

Подставки бескаркасной конструкции завод изготавливает в течение более 8 лет и, на основании приобретенного опыта, можно утверждать, что они практически приемлемы и целесообразны.

При этом следует учесть, что часто длина камер бывает значительно больше; имеются камеры такой конструкции длиной до 6000 мм, и подставки для них аналогичной конструкции изготавливаются также и из нержавеющей стали; в этом

случае имеет большое значение экономия материалов — до 120 кг на одной подставке, сокращение длины швов более чем на 100 метров и их зачистка.

Большинство элементов конструкции камеры мойки выполнено аналогично подставке, т.е. с уголками и приваркой к ним листов, в то время как эти элементы могли быть получены гибкой листа.

Корпус герметичной части камеры,

Корпуса герметичной зоны этих камер изготавливаются из нержавеющей листа толщиной в 2,5 мм.

Вся наружная поверхность камер окрашивается эмалью ХСЭ-3 по грунту ХСГ-26.

Стык листов на корпусе выполнен так (рис. 23);

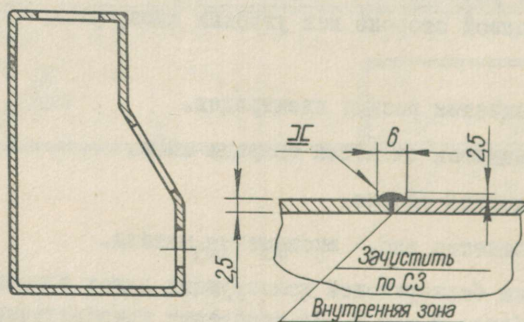


Рис. 23

Размеры шва указаны по ГОСТ 5264-58. "Швы сварных соединений. Ручная электродуговая сварка".

Длина стыковых швов на корпусе, например, камеры мойки черт. 292-276 — 28 000 мм при длине корпуса в 2500 мм. Дополнительные требования к сварным швам, кроме чистоты внут-

ренного шва и проверки их на герметичность керосином, не предъявляется.

При такой сварке на наружной поверхности камер видны все валики швов, что совсем не улучшает внешнего вида.

При назначении же односторонней сварки, обязательно с внутренней стороны, шов был бы выполнен так (рис. 24):

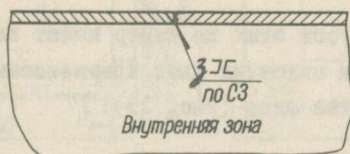


Рис. 24

Листы будут состыкованы со смещением кромок не более 10% толщины, т.е. не более 0,25 мм. Местный непровар может быть допущен не более 15% от толщины листа по правилам ПК-ОГО-62 для изделий III и IV категории, т.е. не более 0,37 мм; такой непровар на прочность корпуса и плотность шва практически не влияет, тем более, что толщина металла выбрана не по расчету на прочность, а исходя из технологических возможностей изготовления. После сварки и легкой зачистки подтеков и грат, могущих образоваться на наружной поверхности, поверхность корпуса будет ровная.

Перед окраской сварные швы будут прошпаклеваны и зашлифованы так, что после окраски их не будет видно, в то время как выполненные по проекту будут видны все. Внешний вид будет значительно лучше. Кроме того, при односторонней сварке значительно меньше коробление корпуса, устранение же коробления, как правило, ведет к нарушению плоскостности листов, так как большая выпуклость или впадина при прав-

ке окончательно сваренного корпуса разбивается на ряд меньших, которые все равно видны.

Таким образом, при односторонней сварке корпусов таких камер, наряду с уменьшением трудоемкости изготовления (сокращение на 28 метров подварки швов только на одном корпусе черт. 292-276 сб I длиной 2,5 м), уменьшается коробление стенок корпуса, улучшается внешний вид при сохранении конструктивной прочности и обеспечении всех технических требований.

Конструкция корпусов этих же камер может служить примером возможной замены сплошных швов прерывистым, а также сокращения количества швов (рис. 25):

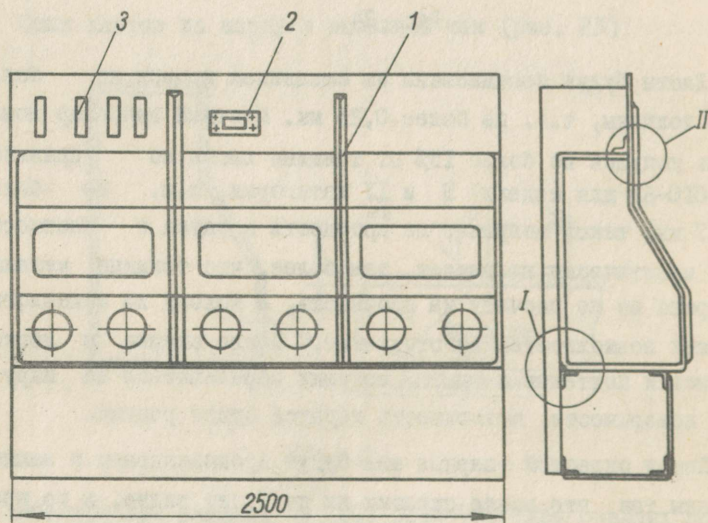


Рис. 25. I - уголки жесткости - 2 (приварены прерывистым швом); 2 - пластик для крепления лагометра - I; 3 - пластики для крепления индикаторов - 3.

По проекту, на корпусе камеры приварены прерывистым швом только два уголка жесткости длиной I,6 м каждый, все остальные элементы приварены сплошными швами.

Узел крепления лагометра

Лагометр весом в 2,5 кг крепится к корпусу камеры так (рис. 26):

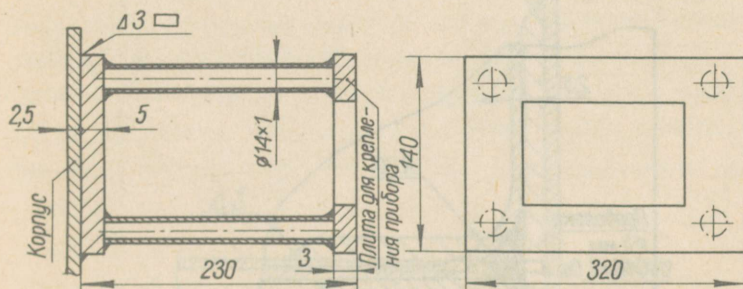


Рис. 26

Для того, чтобы прикрепить прибор весом в 2,5 кг, конструктор приварил к корпусу камеры пластинку размером 320 x 140, толщиной в 5 мм сплошными швами катетом в 3 мм, длина швов 820 мм, а сам прибор держится на 4-х трубках $\phi 14 \times 1$. Аналогично прикреплены и 3 индикатора весом по 2,5 кг каждый.

Без проведения расчета можно утверждать, что если бы конструктор приварил эти трубочки непосредственно к листу корпуса толщиной в 2,5 мм, то лист от веса 2,5 кг не прорвется и не прогнется, но при этом:

1. Будет ликвидировано 4 детали.
2. Аннулировано 2000 мм сварных швов.
3. Уменьшены коробления корпуса.
4. Улучшен внешний вид.

Место I. (крепление уголка к корпусу, рис. 27).

Такой вид приварки уголка к корпусу предусмотрен по всей длине корпуса - 2,5 м. Для того чтобы его обеспечить нужно

сделать не менее 3-х проходов сварки, после сварку тщательно зачистить, и все же после этого не получить той прямой линии, которую нарисовал конструктор. В таком шве неизбежно возникают большие напряжения, а следовательно и коробление корпуса.

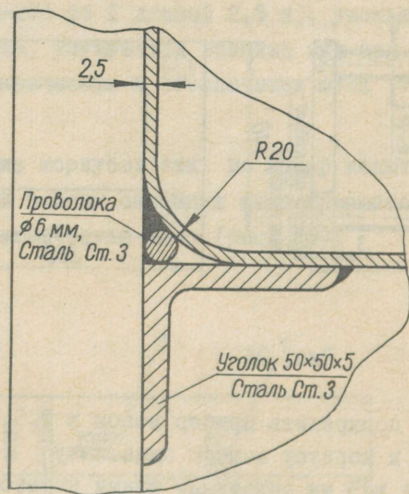


Рис. 27

И все это сделано, чтобы прикрепить уголок к корпусу, причем необходимость этого уголка вызывает сомнение, так как если корпус замкнутого сечения 900 x 700 мм длиной в 2500 мм не обладает жесткостью в продольном направлении, то уголок 50 x 50 x 5 длиной в 2500 мм практически не прибавит ему жесткости, тем более, что стойки привариваются непосредственно к корпусу.

Если конструктору этот уголок казался необходимым, то сварку его следовало бы значительно уменьшить или применить прерывистую с последующей шпаклевкой прерывистого шва. Только на приварке этого уголка можно сократить длину швов на 5 метров (два прохода по 2,5 м).

Место II. (Приварка верхнего листа к корпусу, рис. 28):

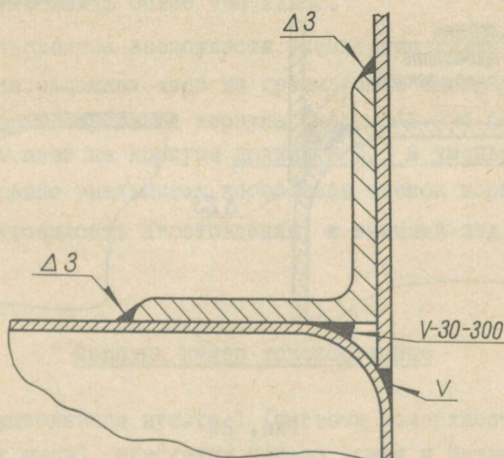


Рис. 28

Для приварки листа применены в одном месте три сплошных шва — это очень много. В этом месте неизбежны напряжения от сварки и, как результат их, большие коробления листа и корпуса. Кроме того, прямой линии при приварке листа V-образным швом все-же не получится, здесь неизбежны выступ или впадина.

Значительно технологичней будет такая конструкция (рис. 29):

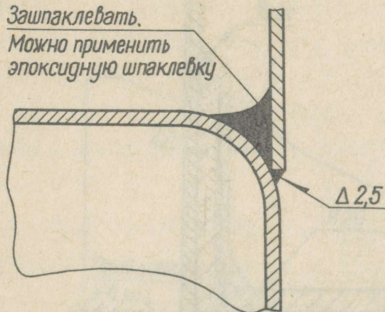
Количество швов по этим двум вариантам более чем в 3 раза меньше.

При необходимости уголка, приварку его следовало бы произвести прерывистым швом с последующей шпаклевкой.

Все имеющиеся в конструкции корпуса, в ремонтной зоне, уголки (стойки, распорки, жесткости) приварены к листам сплошными двухсторонними швами, длина швов — 27 метров.

Вариант I

Запаклевать.
Можно применить
эпоксидную шпаклевку



Вариант II

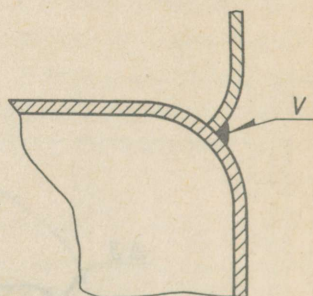


Рис. 29

Кроме того, на задней стенке корпуса приварены двухсторонними сплошными швами:

1. Плита для крепления приводов, размером 640x230 мм.
2. Фланец под клапан КИД - ϕ 170 мм.
3. Фланец для шибера - ϕ 210 мм.
4. Накладки для крепления коробок электроразводки - 3 - 100 x 100.
5. Пластики - 4 шт. - 80 x 16.

При этом следует учесть, что все уголки и большинство накладок и фланцев, запроектированные из стали Ст. 3, привариваются сплошными швами к нержавеющей корпусу и к стальным листам.

По опыту изготовления камер известно, что в таких местах возможно применение прерывистых швов с их шпаклевкой, в этих же камерах поверхности дополнительно окрашиваются, следовательно, применение прерывистых швов было возможно.

Кроме рассмотренных мест I и II, со стороны ремонтной зоны при приварке различных уголков и накладок, можно было заменить 32 метра сплошных швов прерывистыми, т.е. количество сварки уменьшить более чем вдвое.

Если перечисленные возможности уменьшения длины сварных швов и замена сплошных швов на прерывистые были бы осуществлены при проектировании корпуса черт. 292-276 сб.I, то длина сварных швов на корпусе длиной в 2,5 м уменьшится на 110 метров, резко уменьшится коробление стенок корпуса, сократится трудоемкость изготовления, и внешний вид будет лучше.

Корпуса камер тонкостенные

Если для выполнения пункта I (чистота поверхностей листов и сварных швов), требуется только время и затраты труда, то для выполнения п.п. 2 и 3 (обеспечение плоскостности поверхностей и хорошего внешнего вида) этого не достаточно.

Уменьшить возникшие в процессе сварки коробления до размеров, заданных ТУ, с обеспечением хорошего внешнего вида одними затратами труда, как правило, не удастся.

Пока на заводе нет таких технологических приемов сварки без короблений или устранения образовавшихся короблений, которые позволили бы с небольшими затратами труда достичь хорошего внешнего вида. Затраты труда по устранению короблений очень велики по сравнению с затратами на непосредственное изготовление корпуса, к тому же, в большей части случаев, устранить коробления удастся только наложением "ложных швов", что ведет к ухудшению качества поверхности металла корпуса, поэтому должны быть приняты все возможные конструктивные меры, могущие уменьшить коробления.

На заводе применяются такие конструктивные решения:

Поскольку примеры уменьшения длины швов, применения односторонней сварки и прерывистых швов рассмотрены в предыдущем разделе и могут быть полностью отнесены к конструкции корпусов, повторно они здесь не приводятся.

I. Разделение больших по длине (ширине или высоте) поверхностей на ряд меньших — гофрами, ребрами или поясами жесткости. Обеспечить плоскость меньшей поверхности значительно проще, при этом, если гофры и пояса жесткости конструктивно продуманы и их расположение выбрано удачно, то внешний вид камеры от этого не ухудшается.

Гофры, наносимые на листы до сварки их в корпусе, кроме придания жесткости листу, служат чем-то вроде компенсатора деформаций, возникающих при сварке.

Размеры гофр, применяемых заводом (рис. 30):

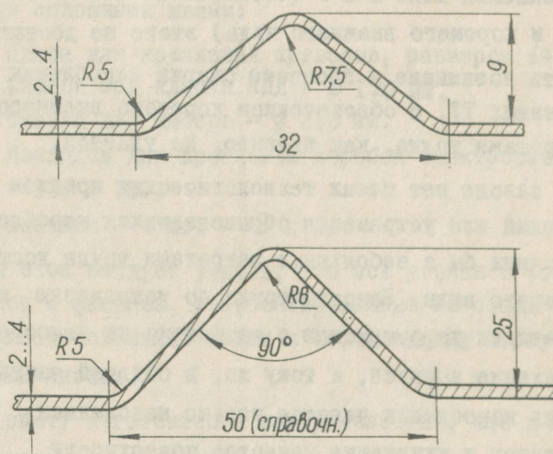


Рис. 30

Гофры могут быть сделаны на всю длину, ширину или высоту камеры.

Места возможного расположения гофр и их размер должны быть указаны на чертеже корпуса.

Следует отметить необходимость придания жесткости различного рода перемычкам, имеющим относительно небольшую ширину и сравнительно длинных, например, перемычки между окнами (рис. 31).

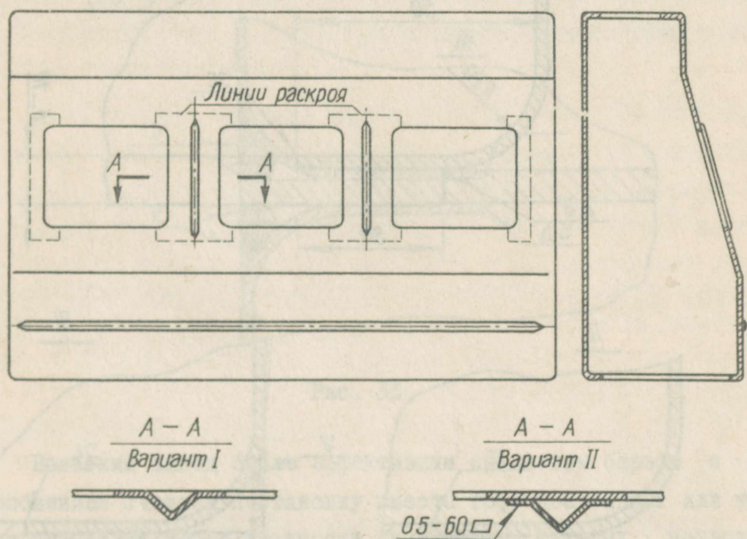


Рис. 31

Было достаточно много случаев, когда после сварки корпуса такие перемычки настолько сильно коробило, что выправить их было невозможно, так как верхняя и нижняя часть корпуса значительно жестче перемычек, которые в этом случае служат вроде распорок между ними, а распорки из листа толщиной в 2,5 мм и шириной до 100...150 мм жесткостью практически не обладают. Перемычки приходилось разрезать и вновь сваривать.

2. Максимальное сокращение количества сварных швов, уменьшение их катетов, применения по возможности прерывистых швов с последующей их шпаклевкой.

Например, при стыковке короба камеры со столешницей, на заводе применяются такие варианты (рис. 32):

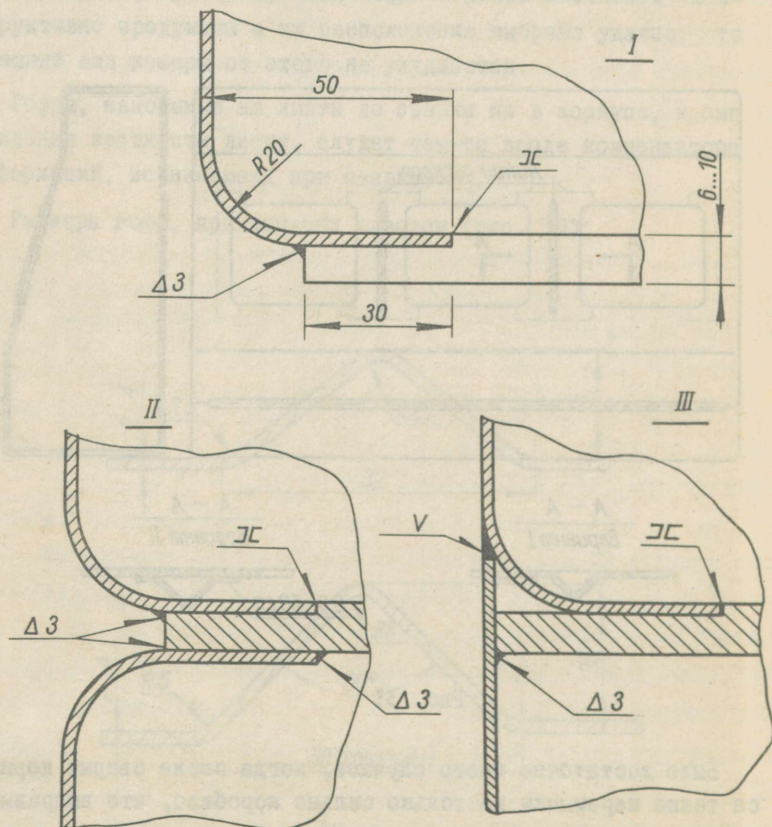


Рис. 32.

Взамен вариантов применяемых в проектах.

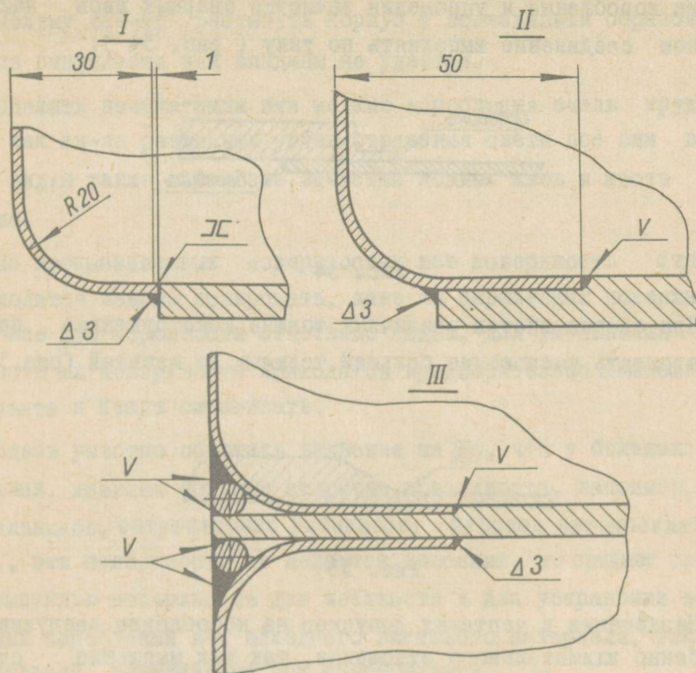


Рис. 33

Волжский завод более эффективным средством борьбы с короблением считает постановку вместо гофр постоянных или технологических ребер жесткости, применение которых позволило исключить на их предприятии горячую рихтовку при изготовлении камер из тонколистовой стали. При этом, на основании опыта изготовления большого количества шкафов Ш2Б, коробление стенок устанавливают не более 20 мм на всей длине с выпуклостью только в одну сторону. Эти шкафы имеют хороший товарный вид внешней и внутренней поверхности, а односторонние плавные коробления малозаметны и никак не влияют на работоспособность изделия.

Кроме того, Волжский завод считает необходимым для уменьшения коробления и упрощения зачистки сварных швов нахлесточное соединение выполнять по типу (рис. 34):

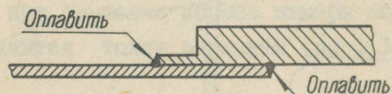


Рис. 34

При сварке листов различных толщин конструктивно предусматривать уменьшение большей толщины до меньшей (рис. 35):



Рис. 35

Назначение в чертежах допусков на коробление заслуживает особенно внимательного отношения, так как мысленно очень трудно представить себе, как будет выглядеть изделие с заданным допуском на коробление.

В литературе же не существует по этому вопросу каких-либо рекомендаций.

Поэтому конструктор часто задает неоправданно жесткий допуск на коробление плоских стенок, надеясь этим получить хороший внешний вид изделия, не оговаривая в чертеже других требований, как-то: количество выпуклостей и впадин на единицу поверхности, их величину и расположение и т.д.

Достичь заданного ТУ жесткого допуска на коробление не так и трудно, значительно трудней при этом обеспечить хороший внешний вид, так как образовавшееся в процессе сварки плавное коробление стенки, например, 20 мм на I м, в про-

цессе правки разбивается на ряд мелких выпуклостей и впадин, поскольку как-то растянуть корпус с ликвидацией образовавшейся выпуклости или впадины не удается.

Сделать незаметными эти мелкие коробления очень трудно, так как из-за различных углов отражения света все они видны, видны также все места зачистки ложных швов и места нагрева.

На неокрашиваемых поверхностях всю поверхность стенки приходится заново полировать, даже на окрашенных поверхностях все эти неровности отчетливо видны, для уменьшения видимости их поверхности приходится предварительно шпаклевать, зачищать и после окрашивать.

Здесь уместно обратить внимание на то, что у большинства изделий, имеющих большие открытые поверхности, например, холодильников, сатураторных установок, кузовов автомобилей и т.п., эти поверхности не делаются плоскими, им придают слегка выпуклую поверхность для жесткости и для устранения возможных короблений как исходного листового материала, так и короблений, возникающих при изготовлении.

В чертежах тонкостенных корпусов камер и боксов целесообразнее не ужесточать допуски на коробление, а задавать требования по обеспечению плавных односторонних выпуклостей, величина которых должна быть в несколько раз больше, чем задаваемый сейчас допуск на коробление плоской стенки.

Несколько замечаний по оформлению корпусов камер.

Во многих проектах не предусматриваются приспособления для подъема и транспортировки камеры. Неудобно и опасно перемещать полностью собранную камеру, зачлененную за неприспособленные для этого отверстия или детали, при этом необходимо быть крайне осторожным, чтобы не погнуть корпус, не раздавить стекло или вообще не уронить камеру.

Поэтому в чертежах корпуса должны быть обязательно предусмотрены грузозахватные приспособления для подъема полностью собранного бокса или камеры.

Примеры грузозахватных приспособлений для тонкостенных боксов (рис. 36),

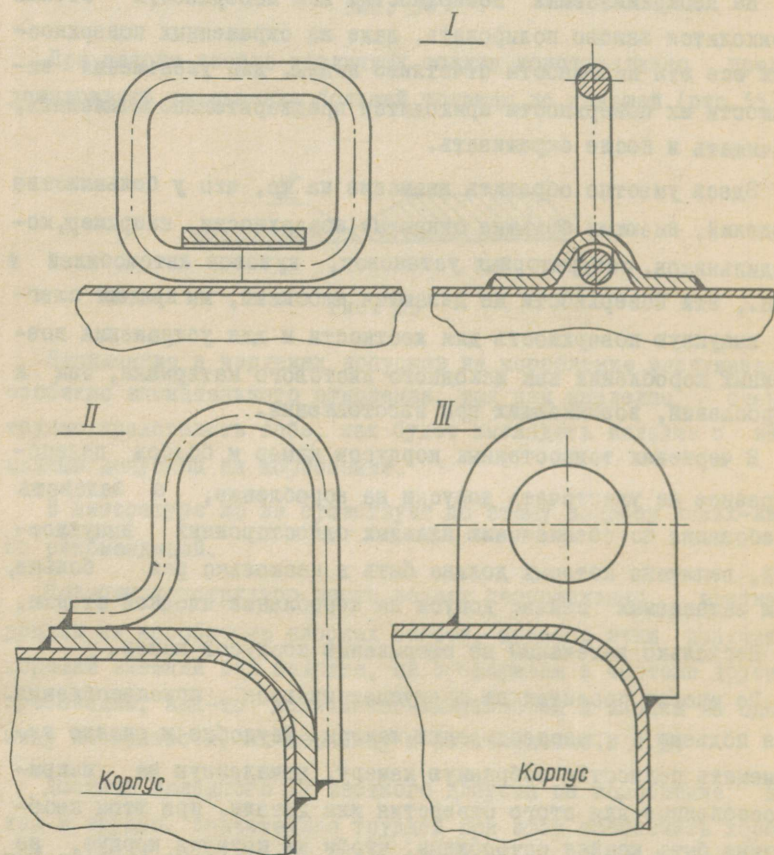


Рис. 36

Варианты II и III хороши тем, что ушки устанавливаются в наиболее жестком месте — по углам корпуса.

Оформление чертежа на корпус

Поскольку короб корпуса имеет сравнительно большие размеры и не может быть изготовлен из одного листа стандартного размера, то технолог делает раскрой корпуса и дает технологический чертеж сварки элементов короба.

Детализировка коробов, часто даваемая в проектах, не совпадает с элементами технологического раскроя.

Рациональных вариантов возможного технологического раскроя может быть несколько, в зависимости от того, какую основную цель хочет обеспечить технолог при раскрое корпуса. Это могут быть варианты:

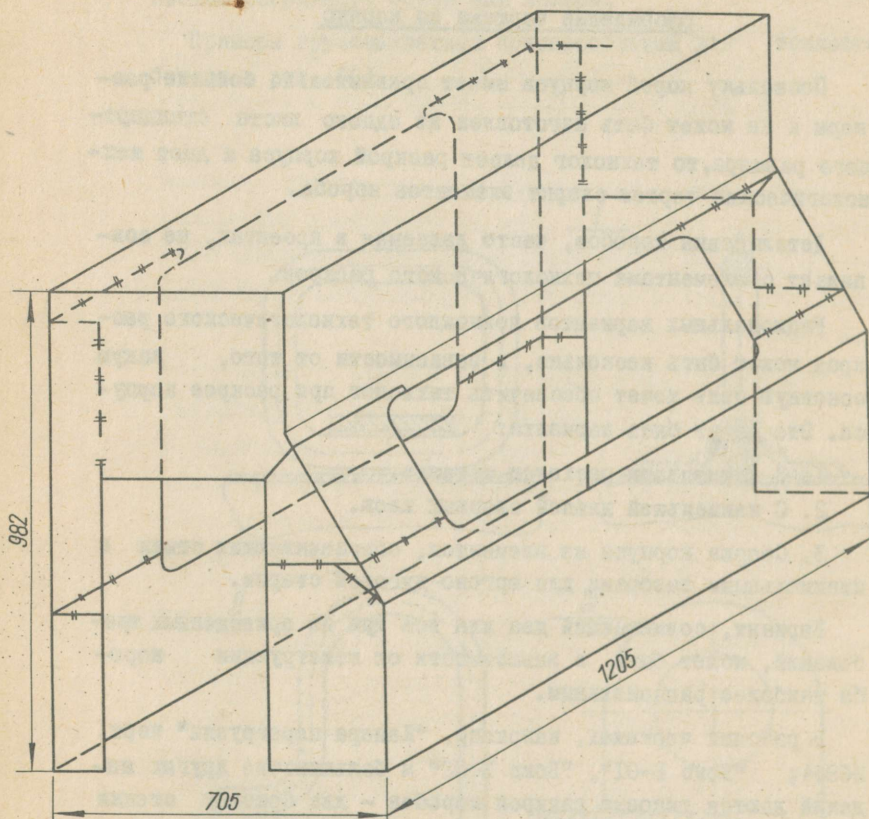
1. С наименьшим расходом металла.
2. С наименьшей длиной сварных швов.
3. Сборка корпуса из элементов, обеспечивающих стыки с минимальными зазорами для аргоно-дуговой сварки.

Вариант, совмещающий два или все три из приведенных требований, может быть в зависимости от конструкции короба наиболее рациональным.

В рабочих чертежах, например, "Камера перегрузки" черт. И6844; "Бокс Б-01", "Бокс Б-02" и большинстве других изделий даются типовые раскрои коробов — две боковых стенки и средняя часть.

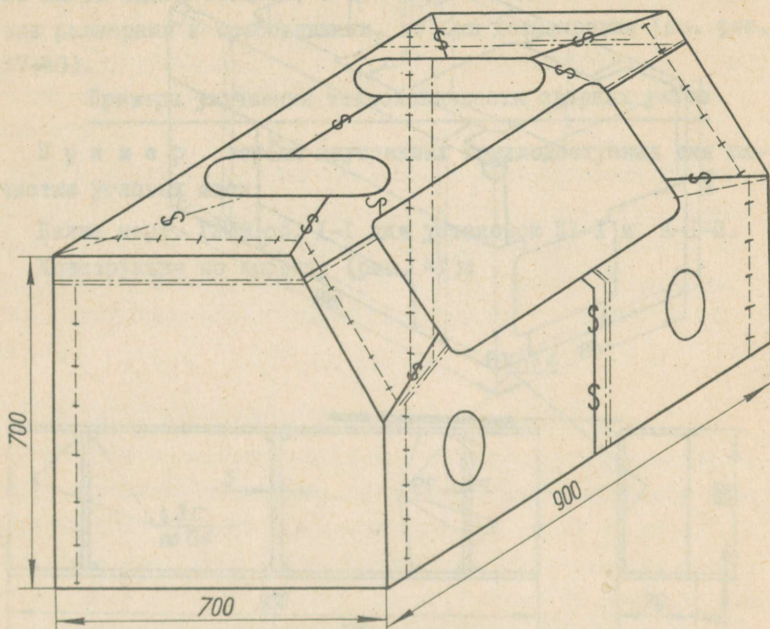
На основании выше сказанного и рассмотрения прилагаемых чертежей возможных вариантов раскроя (рис. 37 и 38), чертежей технологического раскроя (рис. 39 и 40) можно сделать вывод:

Разрабатываемый проектантом раскрой корпусов камер не всегда является рациональным и почти всегда не совпадает с технологическим раскроем, поэтому является лишним.



1. Типовой раскрой - две боковые стенки и середина - дает длину швов 6940 мм (часть швов технологических).
2. Раскрой с рациональным использованием имеющихся проемов по линиям « » сокращает длину швов на 2700 мм, т.е. на 39% при экономии нержавеющей стали.

рис. 37



- - - - - Линии типового раскроя — длина швов 3900
 Боковые стенки — 2 шт. и середина
 = = = = = Линии 2-го варианта раскроя, длина швов 3100
 Крыша — 1 шт. и гнутая боковая часть — 1 шт.
 ~ ~ ~ ~ ~ Линии 3-го варианта раскроя, длина швов 1950
 Одна гнутая деталь

Сокращение длины сварных швов по сравнению с типовым раскроем

Вариант 2	20%
Вариант 3	50%

Рис. 38

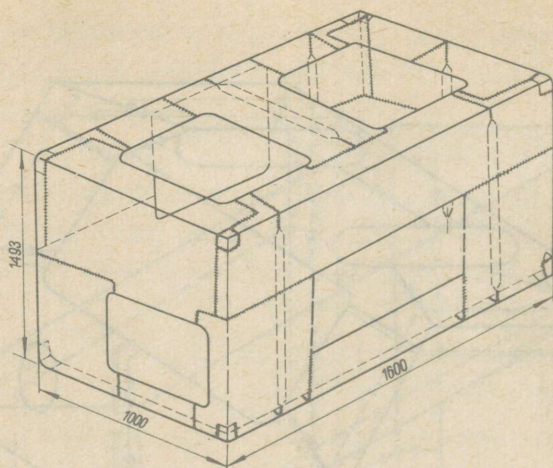


Рис. 39

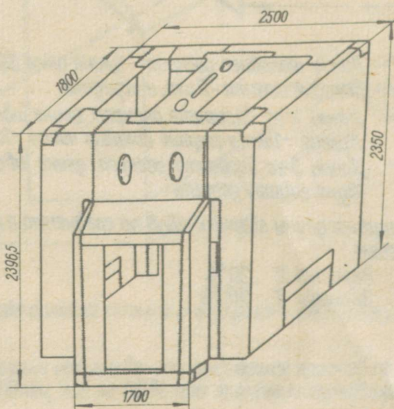


Рис. 40

В проектах целесообразно давать чертеж корпуса (деталь из листа одной толщины) с необходимыми для его изготовления размерами и требованиями, но без детализовки (см. рис. 37-40).

Примеры улучшения технологичности сварных узлов

П р и м е р замены внутренних труднодоступных для зачистки угловых швов:

Балка черт. Г299 сб. I-I для установок КI-I и К-I-II.

Конструкция по проекту (рис. 4I):

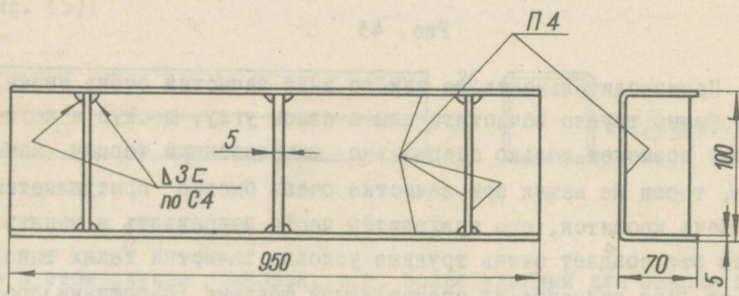


Рис. 4I

Длина сварных швов в этом случае составляет 1,4 метра. Требуется зачистить все внутренние поверхности до чистоты соответствующей П4, а швы - С4.

Трудность зачистки швов в подобных конструкциях заключается в следующем:

Угловой сварной шов, как правило, получается выпуклой формы, поверхность шва неровная, чешуйчатая. Зачистка до чистоты С4 производится абразивным кругом со снятием металла шва. Поскольку шов угловой и доступ к нему ограничен с 3-х сторон стенками, то зачистка его возможна только шлифовальным камнем малого диаметра (рис. 42, 43).



Рис. 42

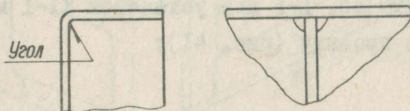


Рис. 43

Производительность же такого вида зачистки очень низка, особенно трудно зачистить швы в самом углу, доступ к которому возможен только специально заправленным торцом камня, торец же камня при зачистке очень быстро притупляется, камень крошится, его приходится часто заправлять и менять. Все это создает очень трудные условия зачистки таких типов швов. При зачистке их специальными фрезами (шарошками) производительность также низка: фрезы быстро затупляются.

Поэтому при изготовлении решено было изменить конструкцию балки так (необходимо было использовать уже изготовленные заготовки, рис. 44):

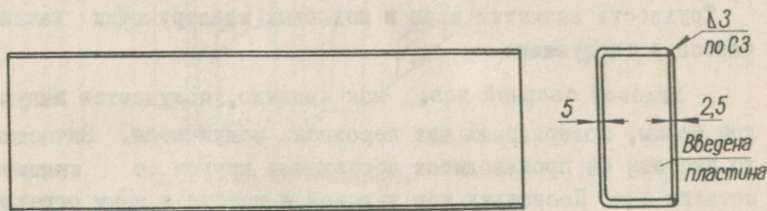


Рис. 44

Длина сварных швов с чистотой С4 несколько увеличилась и составила 1,9 метра, но сварные швы — открытые, удобны для зачистки; ликвидирована зачистка всех внутренних поверхностей балки по эталону П4. Хотя расход нержавеющей стали несколько увеличился, но трудоемкость изготовления снизилась существенно.

Вместо балки по чертежу Г299 сб. I-I значительно технологичнее, без труднодоступных сварных швов, из холоднокатанного металла $\delta = 2,5$ мм повышенной чистоты отделки поверхности, не требующей зачистки, могли быть предусмотрены такие конструкции, не уступающие по жесткости и прочности (рис. 45):



Рис. 45

Шов в этом случае стыковой, т.е. более удобный для сварки и зачистки.

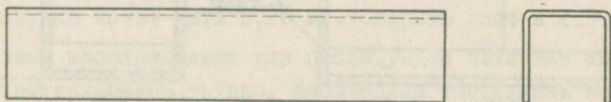


Рис. 46

Эта конструкция вообще без швов (рис. 46).

Если на подобного рода балках необходимо иметь в верхней полке отверстия для болтов, то для доступа ключом следует сделать прямоугольные отверстия, это лучше, чем приварные ребра по чертежу Г299 сб. I-I (рис. 47)

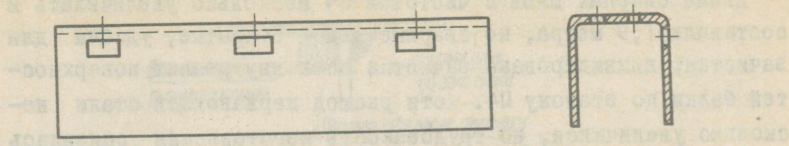


Рис. 47

Пример возможности сварки с одной стороны и необходимости подварки при зачистке швов по "СЗ".

Шкафы черт. У655-42 сб0 и черт. У655-43 сб0 для цепочек ЛГ-30 сб.1, сб.3 и сб.4 (рис. 48),

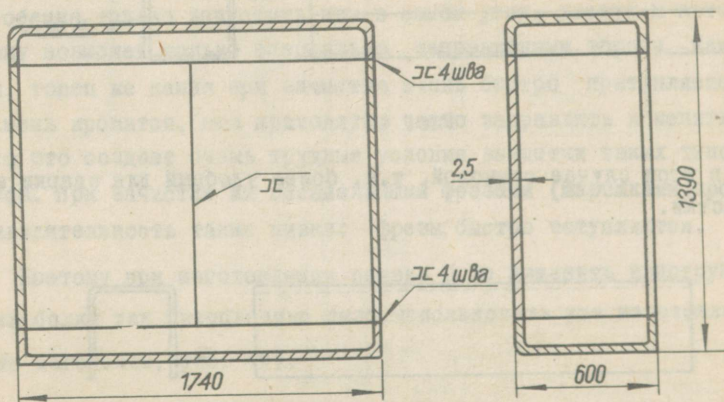


Рис. 48

По чертежу сварка предусмотрена односторонняя, без подварки.

К наружной поверхности шкафов и наружным сварным швам особых требований не предъявляется. Внутренняя поверхность шкафов зачищается до П4, а стыковые сварные швы до чистоты СЗ.

Конструктор, по условиям прочности и исходя из толщины металла, запроектировал одностороннюю сварку — это правильно и хорошо, но конструктор указал сварку с наружной стороны шкафа, а зачистку стыковых швов по СЗ указал на внутренней стороне.

Для того, чтобы зачистить шов по СЗ, надо иметь сквозной провар листа. По правилам контроля ПК-О10-62 для IУ категории допустимый непровар до 15% толщины листа, смещение свариваемых кромок от 10 до 15% толщины листа. Таким образом, сварщик вправе выполнить шов по ПК-О10-62 с местным непроваром до 0,375 мм и смещением кромок, однако зачистить шов по СЗ с выполнением требования нормали ОСМ 33-3-62:

"Все дефекты на поверхности шва должны быть плавно выведены до полного удаления. Глубина лунки при этом не должна превышать половины допуска на толщину листа основного металла. При более глубоких дефектах, последние перед обработкой завариваются", будет невозможно, так как в месте зачистки шва появится углубление до 0,5 мм, что не допускается. Допуск на толщину листа в 2,5 мм по ГОСТ 3680-57 равен $\pm 0,20$ мм, следовательно, допустимая глубина лунки может быть 0,20 мм. Сварить лист в 2,5 мм со сквозным проплавлением для последующей зачистки шва по СЗ практически очень трудно, необходимы тщательная подгонка стыка листов, сварка с присадкой, обязательно только в горизонтальном положении и только на тщательно подогнанной и прижатой подкладке — условия, которые на изделии значительно труднее выполнить, чем подварить шов.

Изготовленные заводом 22 шкафа были заварены по чертежу с одной стороны. Все попытки зачистить швы по СЗ ни к чему не привели. Необходимо было произвести подварку всех швов.

На шкафе У655-42 с6.0 длина сварных швов 13,8 метра.

На шкафе У655-43 с6.0 длина сварных швов 12,5 метра.

Только потому, что конструктор назначил сварку не с той стороны, была проведена дополнительная работа по сварке 290 метров швов.

Из приведенного примера следует вывод:

При односторонней сварке листов встык, без подварки, сварка должна быть назначена со стороны зачистки швов.

Односторонний стыковой шов листов толщиной в 2...2,5 мм в изделии практически невозможно выполнить со сквозным проплавлением для обеспечения возможности зачистки по СЗ не со стороны сварки, в этом случае для обеспечения чистота шва по СЗ подварка шва обязательна.

Пример улучшения конструкции и внешнего вида при уменьшении трудоемкости изготовления.

Установка нейтрализаторов ЛГ-31А сб.22.

Узел "вставка", по проекту выполнен как показано на рис. 49.

После изготовления этот узел помещается еще в одну сварную коробку (рис. 50).

Конструкция очень трудоемка в изготовлении и не технологична по следующим причинам:

I. Стык листов толщиной в 1 мм и их сварку по запроектированному типу (рис. 51) производить трудно. Толщина очень мала для такого вида сварки, в стыке на большей части длины листов образуется щель из-за неровности листов, а при таком катете шва ΔI — практически сварка должна производиться на пустоте, так как уголки листов обгорают и щель становится слишком большой, чтобы можно было ее заплавить.

Так возник первый вопрос, как заваривать?

Сварщик самостоятельно собрал узел так, чтобы можно было заваривать (рис. 52), а поскольку размер листов был задан по ширине 91 мм, то после сварки размер 93 мм не получился.

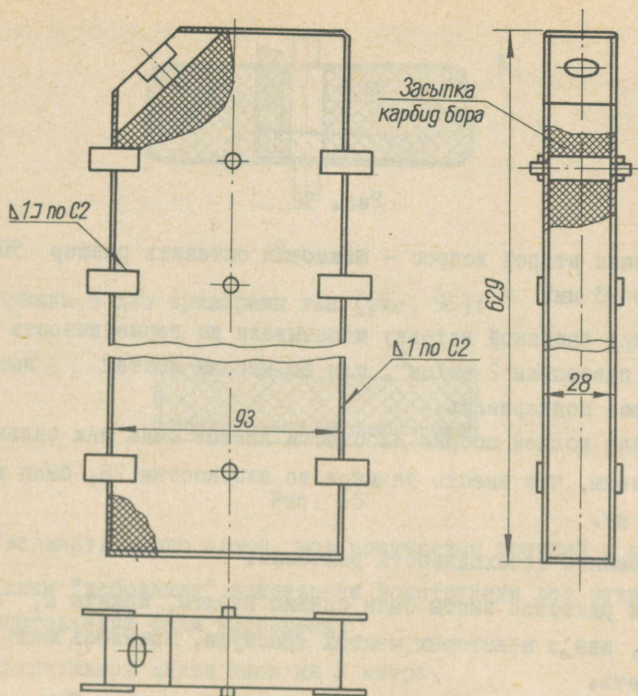


Рис. 49

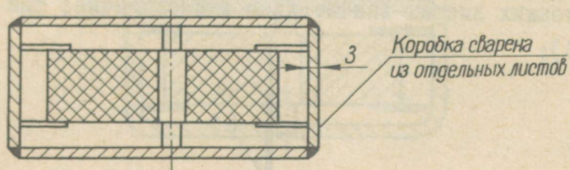


Рис. 50

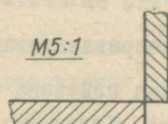


Рис. 51

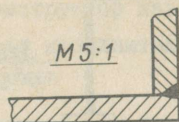


Рис. 52

Возник второй вопрос — можно ли оставить размер 90 мм вместо 93 мм?

Перед засыпкой вставку испытывали на герметичность швов водой давлением 2 кг/см^2 , швы во многих местах потекли, пришлось подваривать.

После полной сборки плоскости листов были так сильно покороблены, что вместо размера по плоскостям 28, были места до 40 мм.

Возникла необходимость рихтовки.

При рихтовке листы были сильно избиты, измяты и, кроме всего, швы в некоторых местах треснули, пришлось вновь подваривать.

На изготовление одной вставки пришлось затратить столько труда, что изготовление остальных 23 вставок решено было сделать заново, выбросив имеющиеся заготовки.

При тонких листах значительно технологичнее тип шва (рис. 53):

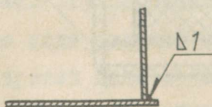


Рис. 53

Собирать и сваривать несравненно проще.

Конструкция вставки была изменена так (рис. 54). Обечайка загнута из одного листа. Количество швов уменьшилось в четыре раза, следовательно, уменьшились возможности образования течи.

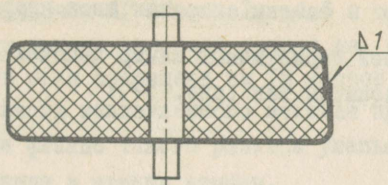


Рис. 54

Крышка и дно приварены так (рис. 55):

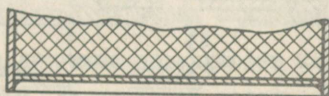


Рис. 55

Сваривать много проще, шов получается прочней и плотней.

Таким "небольшим" изменением конструкции все затруднения в изготовлении были устранены.

Сократилась длина швов на 2 метра.

Внешний вид стал вполне хорошим и без рихтовки.

Конструкция наружной коробки была изменена так (рис. 56):

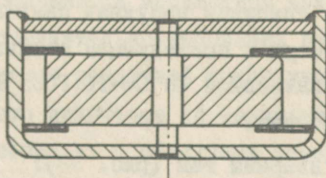


Рис. 56

Количество швов уменьшено в 2 раза.

Трудоемкость уменьшилась и внешний вид улучшился. Никаких затруднений в изготовлении не возникло.

Пример замены сплошных швов прерывистыми.

Фланцы дверей герметичных камер цепочек ЛГ 30 сб.1, сб.3, сб.4 были выполнены так (рис. 57):

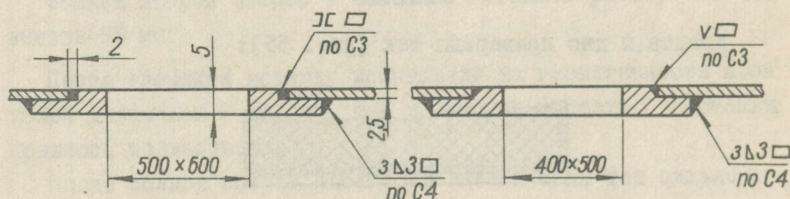


Рис. 57

При изготовлении камер возникло опасение, что от двухсторонней сварки фланцы будут сильно деформированы.

Поскольку к наружной стороне камер по чистоте поверхности особых требований не предъявлялось, и, кроме того, камеры снаружи имели защитные плиты из стали Ст. 3 с эпоксидным покрытием, сплошная наружная сварка фланцев была заменена на прерывистую с последующей шпаклевкой этого шва и угла эпоксидной шпаклевкой ЭП 00-10 ГОСТ 10217-62 (бывшая Э-4021) с наполнителем.

Фланцы дверей вварены так (рис. 58):

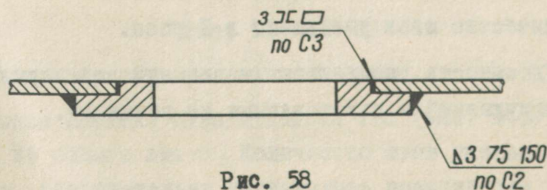


Рис. 58

на установках цепочек ЛГ-30 сб. I, сб.3 и сб.4 таких люков было 15, при замене сплошной сварки на прерывистую длина сварных швов была сокращена на 18 метров и, кроме того, уменьшение массы наплавленного металла при сварке внутреннего шва на фланце такого размера уменьшило коробление самого фланца и стенки камеры.

Из приведенного примера можно сделать вывод:

Во всех случаях, когда наружная поверхность окрашивается, сплошные наружные швы следует заменять прерывистыми с последующей шпаклевкой их перед окраской.

В случае, когда наружная поверхность камеры закрывается защитными плитами, на наружной поверхности камеры также следует применять прерывистые сварные швы вместо сплошных, с последующей шпаклевкой их эпоксидными шпаклевками, а если возможно, то и без шпаклевки.

СВАРНЫЕ ДЕТАЛИ НЕБОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ ИЗ КИСЛОТОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ

Общие требования

Камеры и боксы оснащаются множеством механизмов и аппаратов, в основном сравнительно небольших размеров, из кислотостойкой стали самой различной конструкции и назначения. Как правило, это единичные по количеству механизмы и аппараты, повторяемость их в различных камерах не велика.

Однако, если учесть, что каждая камера комплектуется десятками таких изделий, состоящих в свою очередь из нескольких сварных узлов и деталей, и, что завод в течение года изготавливает не один десяток камер, то количество сварных узлов и деталей самой различной конструкции будет исчисляться тысячами штук, а по трудоемкости изготовления в целом они будут составлять значительную часть общей трудоемкости изготовления камеры.

Поэтому должна быть обеспечена технологичность изготовления сварных узлов небольших размеров для боксов, камер и транспортеров; при проектировании должны быть выполнены требования, позволяющие уменьшить трудоемкость таких сварных узлов.

Основными затруднениями в изготовлении сварных деталей малых размеров являются обеспечение чистоты поверхностей детали и сварных швов и выполнение деталей с "товарным" видом. Как правило, в таких деталях много сварных швов (различные углы, отверстия, впадины и т.д.), к которым для их зачистки весьма затруднителен доступ шлифовальным камнем или фрезой.

При этом следует иметь ввиду, что, создавая сварную деталь малого размера, конструктор не экономит сколько-нибудь существенно кислотостойкую сталь, но явно удлиняет цикл изготовления детали, а возможно и ее стоимость.

Цикл изготовления сварной детали в общем таков:

1. Конструктор должен вычертить сварную деталь в сборе со всеми ее размерами, что сложнее, чем вычертить ту же деталь, но не сварную или с меньшим количеством деталей.

2. После этого — раздетализовать, т.е. дополнительно вычертить несколько форматов чертежей, на выполнение которых требуется время квалифицированного специалиста (инженера или техника).

3. Технолог должен на каждую деталь определить размер заготовки и составить маршрутный процесс ее изготовления.

4. Подсчитать длину сварных швов, выбрать размер электрода и определить его расход.

5. Нормировщик — определить стоимость изготовления каждой детали, сварки детали и обработки ее в окончательном виде.

6. Производственный отдел - выписать заготовительному цеху задание на изготовление заготовок каждой детали.

7. Заготовительный цех - изготовить необходимое количество заготовок на сварную деталь и подать их в цех-изготовитель.

8. Цех-изготовитель - произвести предварительную обработку деталей до сварки, т.е. детали должны быть получены рабочим-станочником, установлены на станок, обработаны и сданы в ОТК. После должны быть переданы на слесарно-сварочный участок, собраны, заварены, сварные швы зачищены до необходимой чистоты и вновь переданы на станочный участок для окончательной обработки по чертежу.

9. Большинство этих работ связано с перемещением детали из одного цеха в другой, передачей с одного участка на другой, от одного рабочего другому. На этих операциях необходим учет и отчетность.

Из приведенного перечня работ следует вывод о необходимости сокращения производственного процесса изготовления детали для снижения ее стоимости.

Поскольку детали единичные, порядка нескольких штук, то в таких случаях можно деталь проектировать с некоторым увеличением веса, но с возможно меньшим количеством деталей, или же проектировать деталь с механической обработкой, но не требующей специального инструмента для обработки.

Возможности уменьшения количества деталей в сварном узле многочисленны и различны. Из них можно указать на следующие:

1. Не следует вводить ребер жесткости и прочности, если можно обойтись некоторым увеличением толщины основной детали без ребер.

2. Не делать приварных планок, полок и тому подобных элементов детали, если можно получить их гибкой от других плоскостей.

3. Приварные детали, находящиеся на близком расстоянии одна от другой, заменять одной деталью увеличенного размера или измененной формы.

4. Объединять несколько сварных деталей в одну, получаемую механической обработкой.

5. Изменять форму детали, оставляя неизменным ее прочность и назначение так, чтобы деталь могла быть изготовлена цельной вместо сварной и более технологичной в изготовлении.

6. Не следует общепринятые формы и конструкции узлов и деталей, пригодные для изделий средних размеров общего назначения, распространять на оборудование для камер и боксов, имеющее, как правило, небольшие размеры и дополнительно специальные требования по чистоте поверхности.

7. Максимально сокращать длину сварных швов.

8. Для сварных узлов применять максимально лист $\delta=2,5$ мм, вместо толщины 3...5 мм, так как такой лист поставляется с повышенной чистотой отделки поверхности, не требующей зачистки по П4.

9. Если приварная деталь может быть прикреплена механически при сборке в узел имеющимся крепежом, то не приваривать ее.

10. Рассматривать возможность перенесения приварной детали на сопрягаемую деталь или узел с механическим ее креплением.

11. Приварные ребра жесткости применять только в исключительных случаях, оправданных расчетом, или же в случаях, когда их необходимость не вызывает ни малейшего сомнения.

12. Совмещать несколько функций в одной детали, при необходимости увеличивая ее размер и изменяя форму. Например, присоединительный фланец и он же дополнительная жесткость, бурт и ребро жесткости, опорная плита и жесткость.

Примеры улучшения технологичности сварных деталей

П р и м е р возможности уменьшения количества деталей и сварных швов.

Изделие "Нутч-фильтр $P=0,045 \text{ м}^2$ " черт. 632-I сб. I.

Корпус фильтра (рис. 60-62).

Не подвергая сомнению выбор конструкции в целом, рассмотрим конструктивное оформление ее элементов.

Вся конструкция корпуса фильтра на прочность не рассчитывалась, так как единичное изделие для расчета очень сложное, и конструктор поступил правильно, выбрав размеры и толщины конструктивно, но он совершенно не продумал вопрос уменьшения количества сварных швов и возможность их зачистки.

Корпус весом в 19,4 кг сварен из 31 детали. Много угловых, труднодоступных для зачистки швов.

Корпус после сварки сильно деформировался из-за большого количества сварных швов.

Для наглядности разберем конструкцию корпуса по элементам (рис. 60...62):

I. Стойки - 4 шт. сварные, привариваются собственно к корпусу (рис. 59).

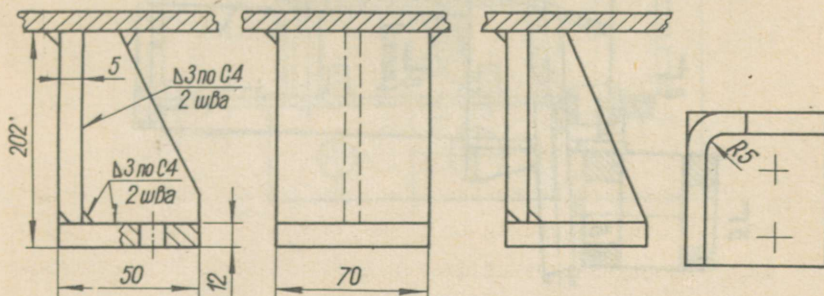
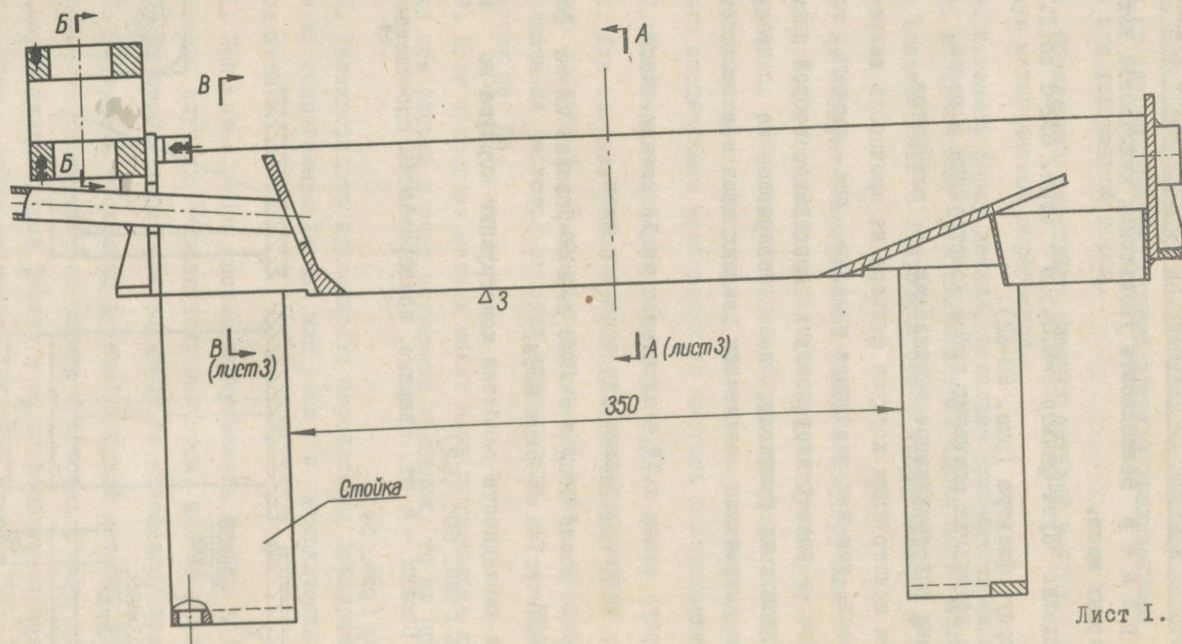
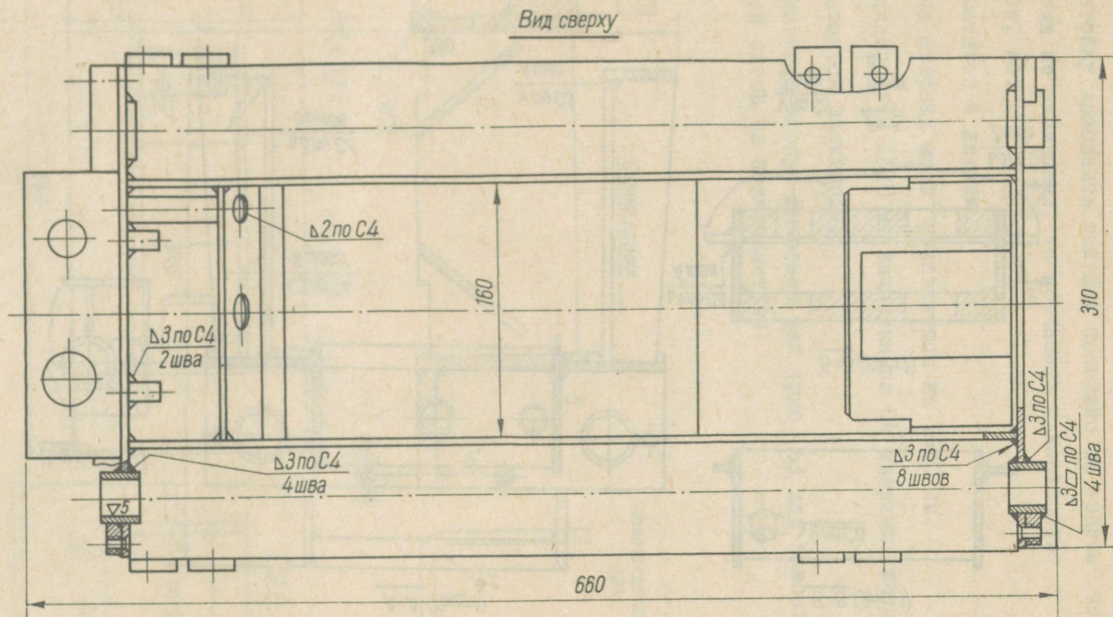


Рис. 59



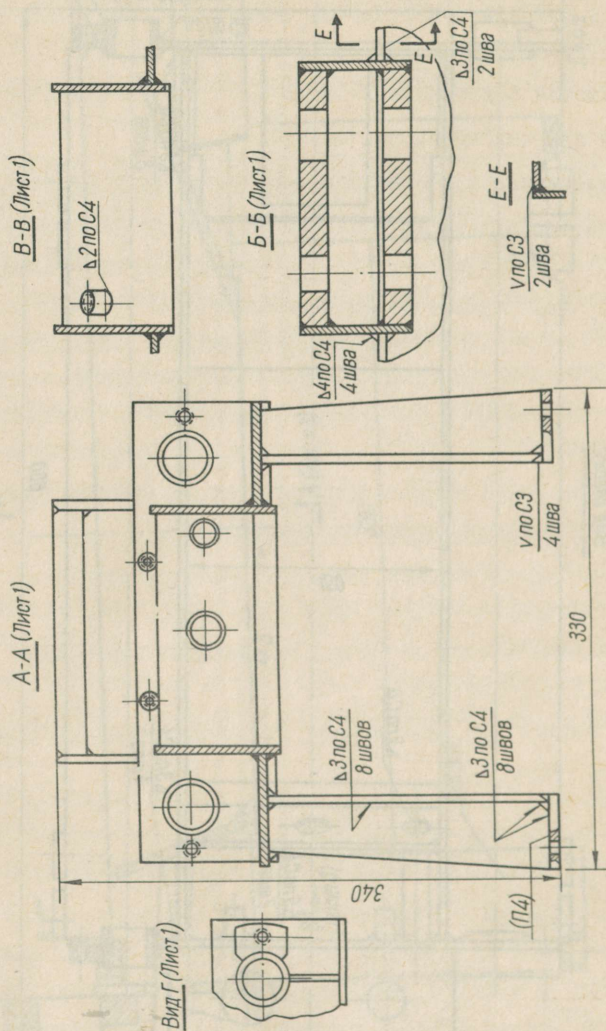
Лист I.

Рис. 60



Лист 2.

Рис. 61.



Лист 3.

Рис. 62.

Если стойку выполнить так, как показано на правом чертеже, с теми же размерами, то прочность и жесткость не уменьшается, но:

- I. Сократятся 4 детали.
2. Длина сварных швов уменьшается на 1520 мм.
3. Ликвидируется 1520 мм зачистки по С4 сварных швов.
4. Экономятся электроды.

II. Собственно корпус выполнен так (рис. 63, для ясности ряд деталей здесь не показывается):

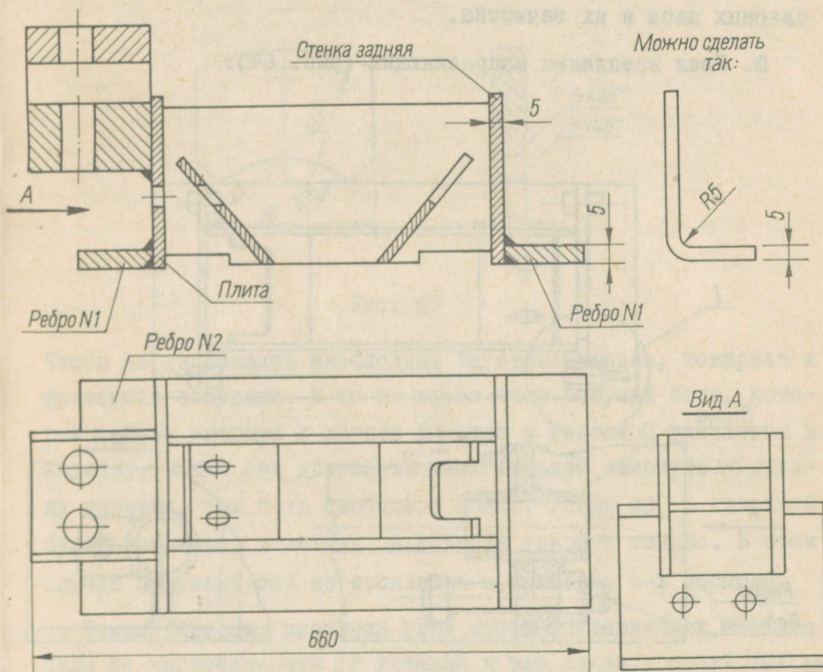


Рис. 63

Если бы конструктор выполнил заднюю стенку и ребро № 1, плиту и ребро № 1 гнутыми, как показано справа, то в этом узле было бы ликвидировано еще 1240 мм сварных швов, их зачистка и изготовление 2-х деталей.

Необходимость ребер № 2 неоправдана, так как если они призваны ужесточить и упрочить плиту, то на задней стенке этих ребер нет, а плита и задняя стенка испытывают одинаковые нагрузки (от затяжки направляющих), плита же значительно жестче задней стенки, так как к ней почти во всю длину приварена толстая стенка корпуса привода.

Ребра следовало ликвидировать – это две детали и 420 мм сварных швов и их зачистка.

Ш. Узел крепления направляющих (рис. 64):

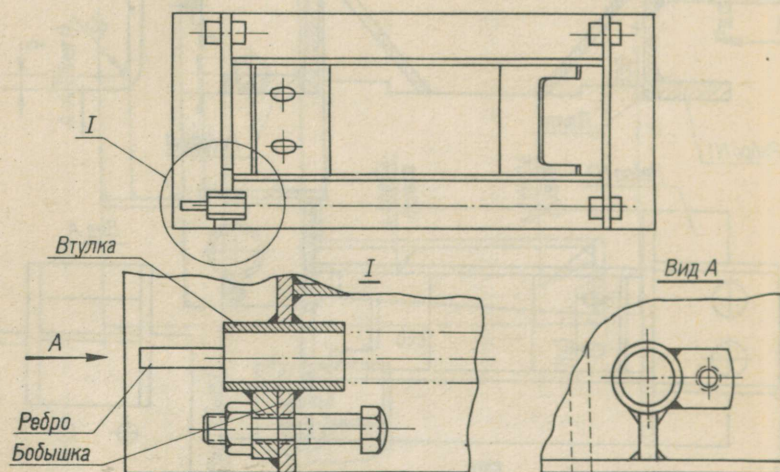


Рис. 64

По двум направляющим $\phi 25$ мм движется каретка с ножом – вес = 12 кг; других усилий, кроме веса, направляющие не испытывают.

Опора же направляющих выполнена, как показано на чертеже: в стенку толщиной в 5 мм вварена втулка и укреплена дополнительно ребром, хотя этот угол стенки и так уже имеет два ребра (стенка вертикальная и горизонтальная).

Для опоры направляющих втулку можно было и не вваривать, достаточно стенки толщиной в 5 мм, так как нагрузка на один конец направляющей $P = 3$ кг. В ребре же нет никакой необходимости. Таких втулок — 4 и ребер — 4, следовательно можно было бы сократить еще 8 деталей.

Для ввинчивания упорного винта конструктор приварил бо-
бышку такой формы (рис. 65):

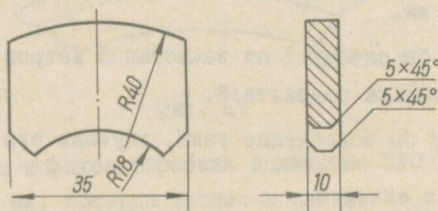


Рис. 65

Чтобы ее изготовить необходимы заготовительная, токарная и фрезерная операции. В то же время этот упорный болт, который сейчас ввернут в корпус фильтра и головкой упирается в каретку, можно без дополнительных деталей ввернуть во втулку каретки, там есть свободное место, тогда он головкой будет упираться в стенку, в которую ввернут сейчас. В этом случае аннулируется изготовление и приварка 4-х бобышек.

Таким образом, продумав узел опоры направляющих, можно было не изготавливать 12 деталей и тем ликвидировать 1800 мм сварных швов и их зачистку по С4.

IV. Узел крепления упора показан на рис. 66.

Упор (приварной) можно было не приваривать, так как толщины корпуса в этом месте достаточно для нарезания резьбы, а заменить его распорной втулкой с удлинением винта.

На основании изложенного можно сделать вывод, что если бы конструктор при проектировании, кроме задачи по обеспечению работоспособности узла, думал о его технологичности при изготовлении, в данном случае об уменьшении количества деталей и сварных швов, то он, не изменяя принципиально конструкции, на одном узле:

1. Сократил бы количество сваренных в узел деталей с 31 до 9.
2. Уменьшил бы длину сварных швов на 5150 мм, при длине изделия в 660 мм.
3. Избавил бы слесарей от зачистки 5 метров угловых швов, работы весьма неприятной.
4. Уменьшил бы коробление узла, улучшив его внешний вид.

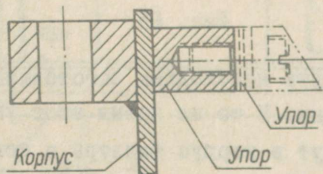


Рис. 66

П р и м е р замены нескольких сварных деталей деталью, полученной механической обработкой.

Барабан черт. Г.179. Сб.3-1-2 (ванна ультразвуковая черт. Г.179 Сб. 3), рис. 67.

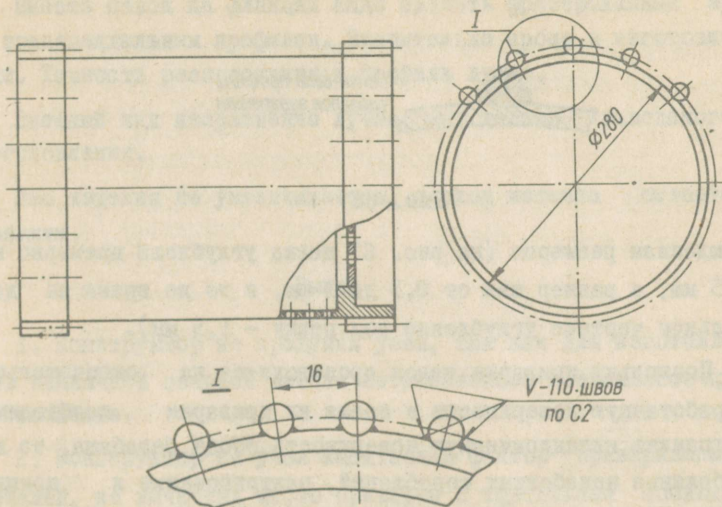


Рис. 67

На фланцы корпуса барабана приварено 110 цевок ϕ 5 мм длиной в 25 мм, которые входят в замещение с резиновым роликом, имеющим впадины под эти цевки. Необходимо было изготовить всего 2 барабана.

Нетехнологичность конструкции в следующем:

Величину сварного шва конструктор показал такой, как указано на рис. 67, т.е. высота шва — I мм. Практически же, шов ручной аргоно-дуговой сварки с присадкой получился высотой в 2...2,5 мм, т.е. цевка оказалась приварена как показано на рис. 68. После зачистки шва рабочего профиля, который конструктор начертил, не получилось. Ошибка конструктора здесь в том, что он не вычертил место приварки цевки с тщательным соблюдением ее масштаба и возможной величины шва, а ограничился общей сборкой с приблизительным со-



Почти весь профиль
оказался заваренным

Рис. 68

блюдением размеров (на рис. 67 цевка углублена примерно на 0,5 мм, а размер шва от 0,5 до 1 мм, в то же время на детальном чертеже углубление под цевку — 1,5 мм).

Поскольку приварка цевок производится на окончательно обработанную поверхность и после их приварки необходимо сохранить цилиндрическую поверхность обода барабана, то во избежание неизбежных короблений, центрирование и прижим цевок во время сварки и сварку необходимо было производить в специальном приспособлении, т.е. для изготовления всего 2-х барабанов потребовалось спроектировать и изготовить специальное приспособление.

Технологичнее была бы такая конструкция (рис. 69):

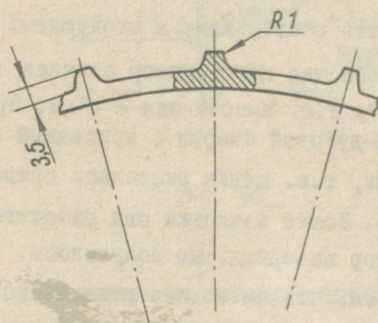


Рис. 69

Вместо цевок на фланцах надо сделать фрезерованный зуб с трапецеидальным профилем. Значительно проще в изготовлении. Точность расположения и профиль лучше.

Внешний вид несравненно лучше, вид детали "заводского" изготовления.

Вес изделия не увеличивается, расход металла остается прежним.

Вывод

1. Конструктор не продумал узел, так как для изготовления единичной сварной детали потребовалось специальное приспособление.

2. Конструктор не учел масштабный фактор привариваемых деталей, не вычертил место приварки с тщательным соблюдением масштаба.

В результате, несмотря на большой труд, затраченный технологами, станочниками, сварщиками, слесарями, и изготовление специального приспособления, барабан получился плохого внешнего вида, вид "кустарного" производства, и что еще хуже, рабочий профиль цевочного зацепления после изготовления не соответствовал запроектированному конструктором; по сути дела профиля, как такового, не было, был сварной шов, зачищенный шлифовальным кругом.

Пример замены сварного узла деталью, получаемой механической обработкой

Камера приема и выдачи черт. ИИ-309 УКРНИИХИММАШ.

Узел "Рельс Т42-2".

Башмаки ограничивают ход тележки по рельсам.

Деталь "Башмак" левый и правый выполнены сварными.

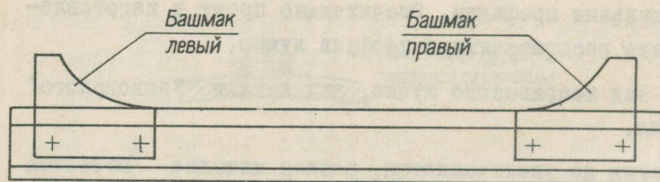


Рис. 70

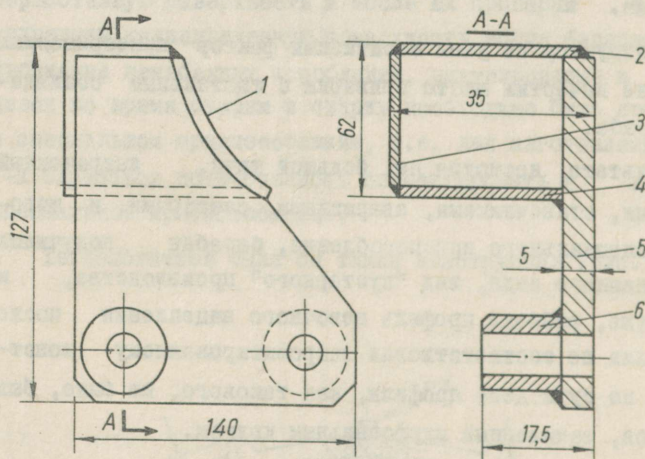


Рис. 71

Вес детали узла - 0,81 кг. Материал - сталь Ст. 3.
Количество сварных в узел деталей - 7, шести наименований.
Вес всех заготовок - 1,03 кг.

Трудозатраты на изготовление такой простой детали просто огромны. Они складываются из следующих работ:

I. Конструктор вычерчивает дополнительно к общему виду еще 6 форматок чертежей, на каждой форматке подписи 4-х человек.

2. Необходимо изготовить семь деталей и сварить их в узел.

3. Цикл изготовления такой сварной детали очень большой, так как она требует таких, совершенно различных по виду операций:

- а) резки на ножницах детали 1...5;
- б) резки радиуса на роликовых ножницах — деталь 3;
- в) фрезерной — деталь 5 — фрезеровка контура;
- г) токарной — деталь 6;
- д) сборочной — сборка деталей в узел;
- е) сварки;
- ж) слесарной — разметка, сверление, зачистка швов.

При этом детали должны передаваться из цеха в цех, с участка на участок, выписываются наряды, нормируются работы, ведется учет и т.д. — в эти работы втягивается большое количество работников самых различных специальностей.

Выбранный проектантом сварной вариант ничем не может быть обоснован, если деталь изготовить по такому варианту (рис. 72).

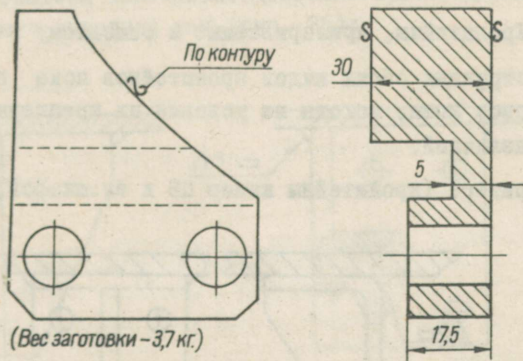


Рис. 72

то при незначительном увеличении веса детали резко сокращается трудоемкость ее изготовления, так как:

1. Количество изготавливаемых деталей уменьшается в 7 раз.
 2. Количество различных операций, необходимых для изготовления детали, сокращается в 2...3 раза.
 3. Трудоемкость изготовления снижается в несколько раз.
- Деталь приобретает лучший внешний вид.

П р и м е р ы изменения формы деталей, ликвидации приварных планок и необоснованности применения приварных ребер жесткости.

Кронштейны

(для крепления приборов, поддерживающие и т.п.)

Кронштейны, устанавливаемые в обмываемых зонах, изготавливаются из кислотостойкой стали, и их целесообразно разделить на два вида:

1. Кронштейны, крепящиеся к основному изделию механически, т.е. болтами или винтами.
2. Кронштейны, привариваемые к основному изделию.

Конструкция обоих видов кронштейнов пока проектируется одинаково, хотя, исходя из условия их крепления, она могла быть различной.

Например: (кронштейны камер ЦБ и эл.шкафов, рис. 73).

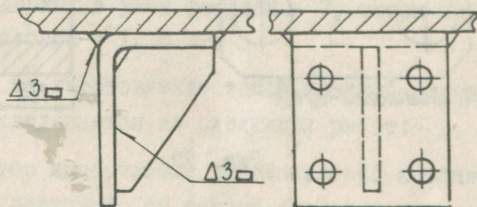


Рис. 73.

Опорная плита кронштейна и ребро обвариваются по всему периметру и шов зачищается до чистоты С4.

На кронштейне крепятся приборы небольшого веса, и практически кронштейн нагрузок не испытывает, кроме веса прибора.

Значительно технологичнее такая конструкция (рис. 74):

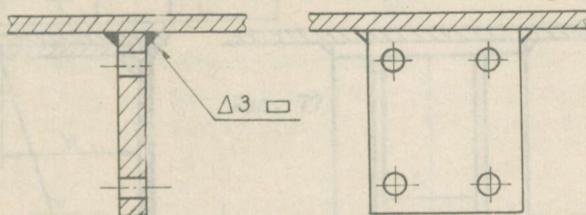


Рис. 74

Несколько увеличена толщина кронштейна. Ребро убрано, опорная плита аннулирована. Количество сварных швов уменьшено в 4 раза.

Если кронштейн испытывает действие изгибающих сил, то он может быть выполнен так (рис. 75):

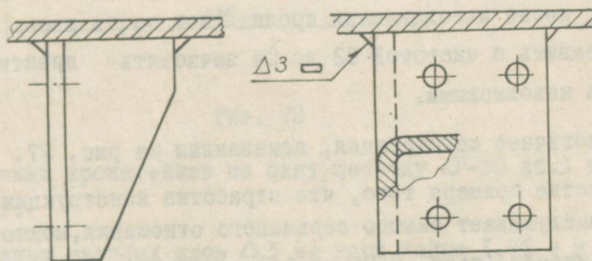


Рис. 75

Кронштейн сделан из листа той же толщины, что и сварной вариант. При необходимости может быть отогнута и другая сторона, т.е. кронштейн сделан симметричным, но в большинстве случаев, по условиям прочности и жесткости, этого не требуется. Симметричный кронштейн менее технологичен, так как затруднены зачистка сварных швов и доступ к гайкам.

Кронштейн черт. П176 сб. II для крепления вентилей (Камера ЦБ-II, рис. 76).

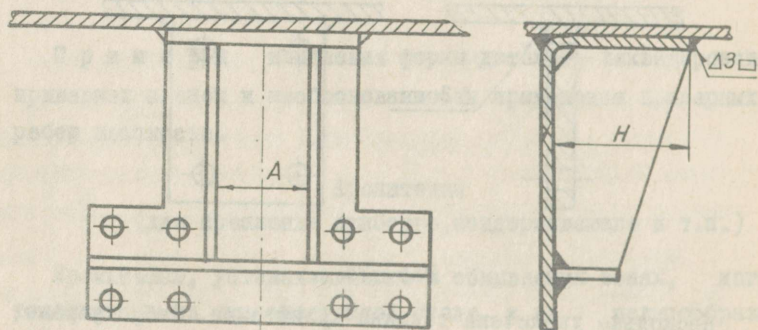


Рис. 76

Очень неудобная для зачистки швов конструкция. Расстояние $A=35$, высота ребер $H=60$, доступ к швам между ребрами весьма затруднен. Сварки много ($\Delta 3...I, 4$ м) зачищать ее неудобно, после изготовления кронштейнов часть швов пришлось оставить с чистотой С2 до С4 зачистить практически оказалось невозможным.

Технологичнее конструкция, показанная на рис. 77.

В качестве примера того, что отработка конструкции кронштейнов заслуживает самого серьезного отношения, можно привести кронштейн (черт. П176 сб. 26) транспортов ТК-42, ТК-44, ТК-45 (рис. 78).

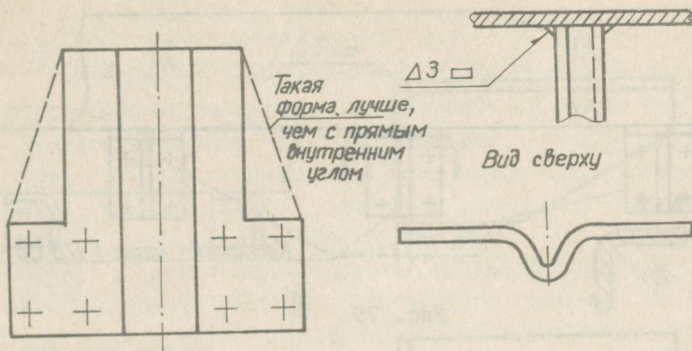


Рис. 77

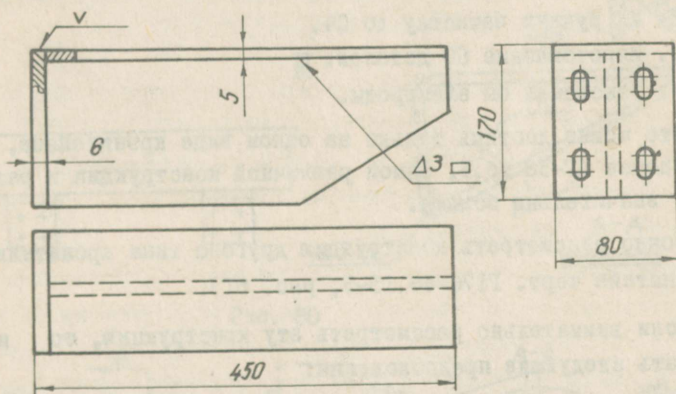


Рис. 78

Таких кронштейнов на одну цепочку ЛГ-30 сб.3 требовалось 30 шт.

Длина сварных швов Δ3 на кронштейне I,76 м и Δ5 - 0,08. Швы необходимо зачистить до С4.

В данном случае кронштейны поддерживали короб транспортера (рис. 79).

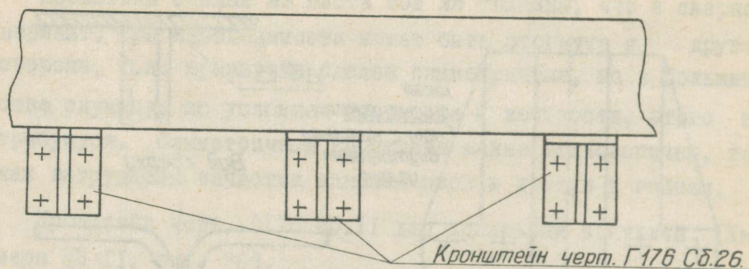


Рис. 79

Вертикальная нагрузка на один кронштейн равняется 60 кг. Если бы конструктор выбрал один из вариантов нижеуказанных кронштейнов (рис. 80), то он ликвидировал бы:

1. 55 метров сварных швов.
2. Их ручную зачистку до С4.
3. Изготовление 60 деталей.
4. Сэкономил бы электроды.

Это можно достичь только на одном виде кронштейнов, а их в цепочке ЛГ-30 сб.3, самой различной конструкции и размеров, значительно больше.

Можно рассмотреть конструкцию другого типа кронштейнов (кронштейн черт. Г176 сб.15-5, рис. 81).

Если внимательно рассмотреть эту конструкцию, то можно сделать следующие предположения:

1. Конструктор не рассчитывал кронштейн на прочность, так как момент сопротивления на изгиб трубы без ребер $W = 8,8 \text{ см}^3$, момент сопротивления трубы с ребрами $W = 9,27 \text{ см}^3$, т.е. увеличение всего на 5,4%, при этом напряжение изгиба в трубе без учета ребер от веса электропривода $\sigma_{и} = 97 \text{ кг/см}^2$, с учетом ребер $\sigma_{н} = 92 \text{ кг/см}^2$. Момент сопротивления кручению только для трубы равен $15,7 \text{ см}^3$. Напряжение скручивания в трубе без ребер от использования всего крутящего момента $\sigma_{кр} = 51 \text{ кг/см}^2$. И все же по традиции конструктор прива-

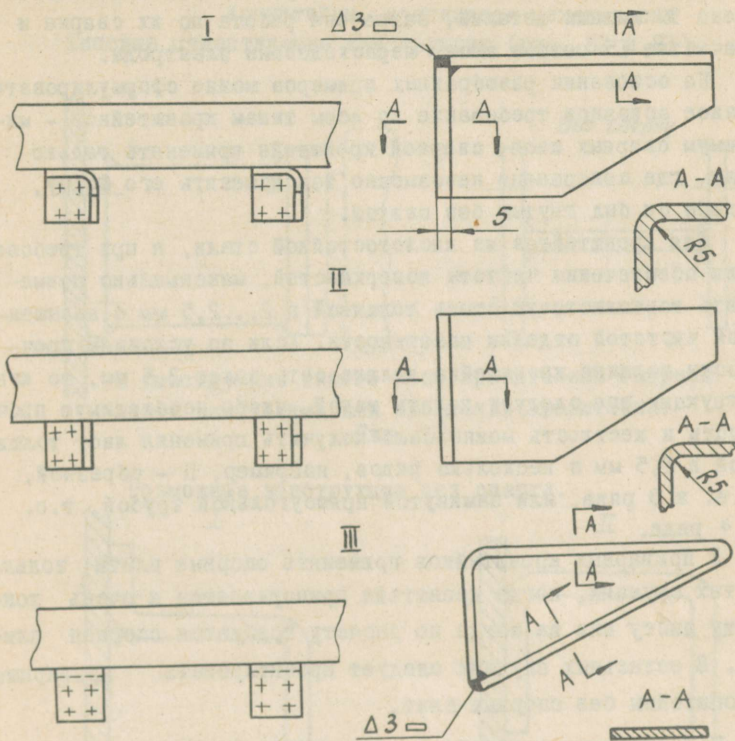


Рис. 80

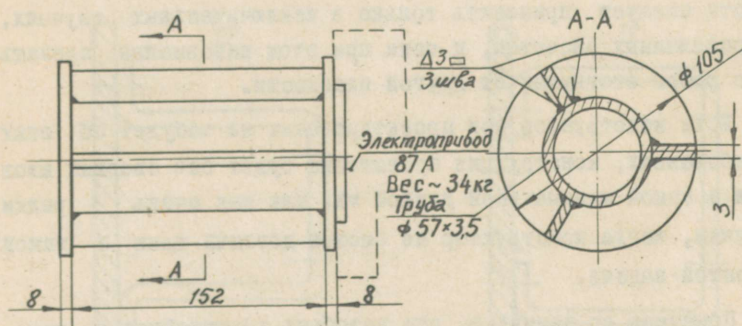


Рис. 81

рил три ребра. Таких кронштейнов на цепочку Л1-30 со.1 требовалось 13, т.е. только на этих кронштейнах было изготовлено 39 лишних деталей, затрачена работа по их сварке и зачистке 15 метров швов, израсходованы электроды.

На основании разобранных примеров можно сформулировать такое основное требование ко всем типам кронштейнов - минимум сварных швов; сварной кронштейн применять только там, где совершенно невозможно так изменить его форму, чтобы он был гнутым без сварки.

Для кронштейнов из кислотостойкой стали, а при требовании обеспечения чистоты поверхностей, максимально применять тонколистовую сталь толщиной в 2...2,5 мм с повышенной чистотой отделки поверхности. Если по условиям прочности толщина кронштейна должна быть более 2,5 мм, то конструкцию его следует делать такой, чтобы необходимую прочность и жесткость можно было получить применяя лист толщиной в 2,5 мм в несколько рядов, например, П - обрезной, т.е. в 3 ряда, или замкнутой прямоугольной трубой, т.е. в 4 ряда.

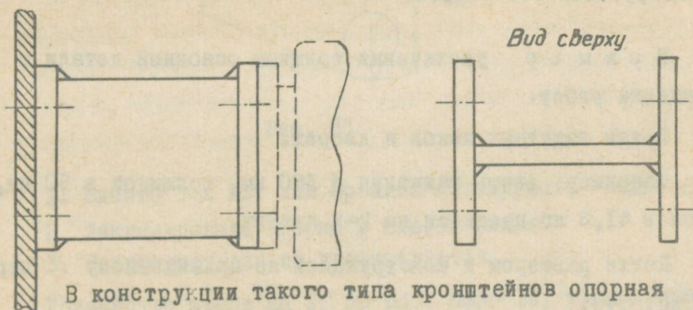
У приварных кронштейнов применять опорные плиты только в тех случаях, когда кронштейн приваривается к очень тонкому листу или же когда по расчету требуется опорная плита. В остальных случаях следует проектировать приварные кронштейны без опорных плит.

Большинство кронштейнов, как правило, на прочность конструктором не рассчитывается, поэтому приварные ребра жесткости следует применять только в исключительных случаях, обоснованных расчетом, и если при этом невозможно сделать это ребро отогнутым от другой плоскости.

Если конструктор при проектировании не забудет об этих требованиях, конструкция кронштейна будет без сварных швов или с самой минимальной длиной их, так как очень редки случаи, когда конструктор не сможет достичь цели в такой простой задаче.

Принимая во внимание, что подобных кронштейнов в камерах набирается сотни, выбор их возможной конструкции заслуживает внимательного и вдумчивого отношения.

Кронштейны, крепящиеся механически
Типовые существующие конструкции (рис. 82 и 83).



В конструкции такого типа кронштейнов опорная
плита необходима для крепления кронштейна.

Рис. 82

Возможные конструкции без сварки.

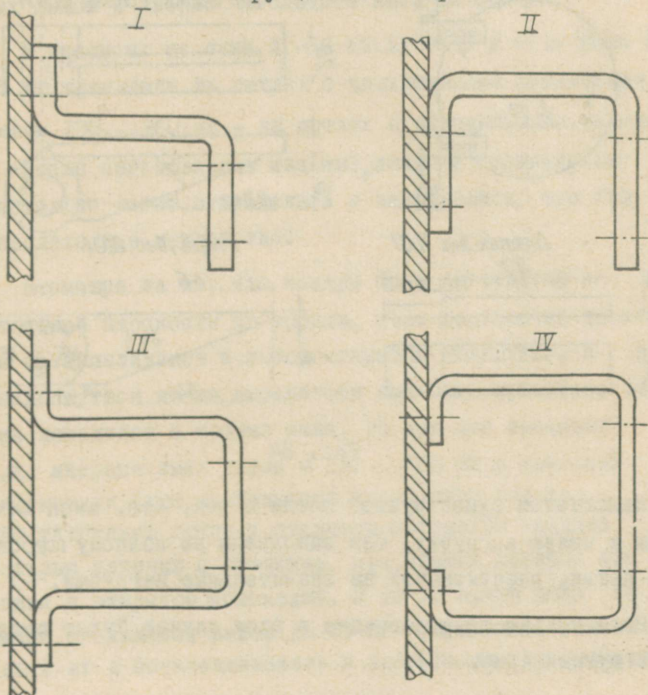


Рис. 83

Приведенный пример следует рассматривать, как одну из разнообразных конструкций сварных кронштейнов, замененную конструкцией без сварки.

Пример увеличения толщины основной детали и лик-
видации ребер.

Петли защитных люков и дверей.

Например: дверь защитная $\varnothing$ 380 мм, толщиной в 50 мм, весом в 41,8 кг крепится на 2-х петлях.

Петли размером и конструкцией по приведенному чертежу (рис. 84).

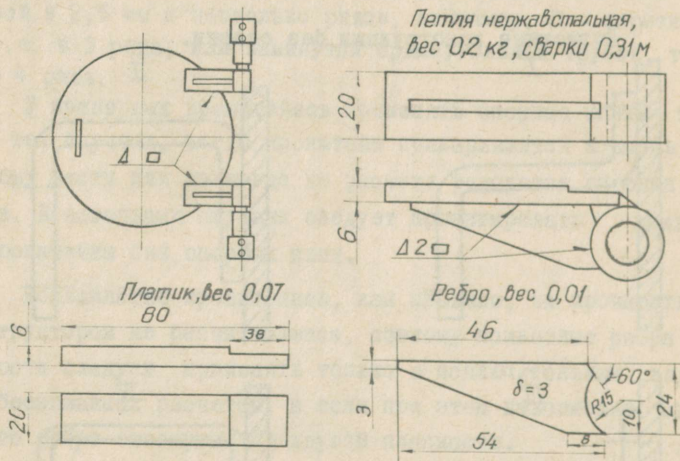


Рис. 84

Недостаток существующей петли в том, что, имея малые размеры и малую нагрузку, она выполнена по полному подобию сварной петли, рассчитанной на значительные нагрузки.

Значительно технологичнее в этом случае будет петля такой конструкции (рис. 85).

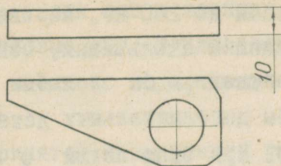


Рис. 85

1. Вместо 3-х дет лей прежней конструкции — одна деталь.
2. Ликвидирована борка и сварка петли.
3. Расход металла не увеличивается.

Количество люков на ЛГ 30 сб. I было 12, т.е. можно было сократить изготовление 24 деталей и их сварку.

Следует обратить внимание на выбор типа петли для защитных люков и дверей небольшого веса до 300 кг.

В проектах цепошки ЛГ-30 сб. I; сб. 3 и сб. 4 люки весом до 75 кг крепились на петлях с подшипниками скольжения, люки же весом 130...260 кг — на петлях с подшипниками качения.

После изготовления изделий, люки на подшипниках качения настолько легко открывались и закрывались, что это создало определенные неудобства.

Несмотря на то, что камеры были выставлены в горизонтальной плоскости по уровню, т.е. достаточно тщательно, люк не останавливался в любом открытом положении, а стремился захлопнуться из-за имевшегося наклона, при этом, если человек находился в проеме люка, то люк мог причинить травму, т.к. инерция люка весом в 130...260 кг в конечный момент закрывания (люк разгонялся) достаточно большая. Пришлось для удержания люков в открытом положении вводить дополнительные цепочки с крючками, при помощи которых люк удерживался в открытом положении. В то же время люки на подшипниках скольжения весом до 75 кг открывались усилием не более 2 кг и останавливались в любом открытом положении.

Следовательно, люки весом до 260 кг, переведенные с подшипников качения на подшипники скольжения, открывались бы усилием 3...7 кг, останавливались бы в любом открытом положении, не потребовали бы дополнительных деталей (цепочка, крючок, винт специальный). При этом петли с подшипниками скольжения проще в изготовлении. Если петля с подшипниками качения состоит из 12 деталей, то с подшипником скольжения по типу рис. 84 из 3...4-х деталей, кроме того, ликвидируется цепочка, два кольца, крючок, винт специальный и 8 деталей петли.

Учитывая, что на цепочку ЛГ-30 сб.3 требовалось 96 петель, количество деталей могло быть сокращено примерно на 1000 штук.

Примеры отличия конструкции изделий небольших размеров от общепринятой конструкции изделий средних размеров.

Бак черт. ГИ76 сб.24.

Вес бака 6,4 кг, емкость 3,5 л.

Для установки и крепления бака предусмотрены две приварные лапы общепринятой для аппаратов формы (рис. 86):

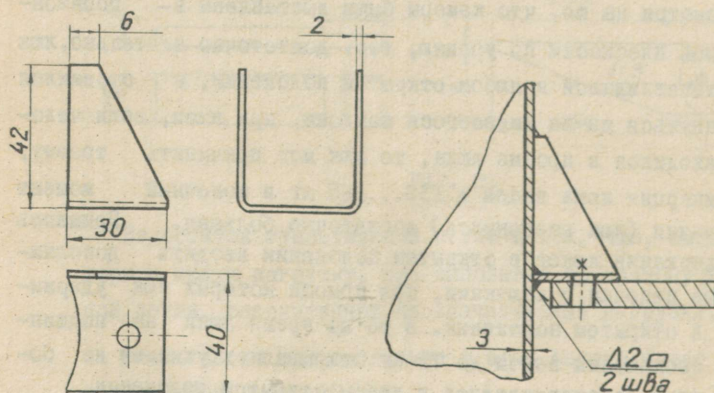


Рис. 86

Черный вес 2-х лап - 0,16 кг.

Длина швов приварки лап к корпусу $\Delta 2 - 470$ мм.

Внутренние угловые швы труднодоступны для зачистки.

Вес аппарата вместе с содержимым = 10 кг, нагрузка на одну лапу - 5 кг.

Вместо общепринятой конструкции лап, в этом случае могла быть применена простая и технологичная во всех отношениях такая конструкция (рис. 87):

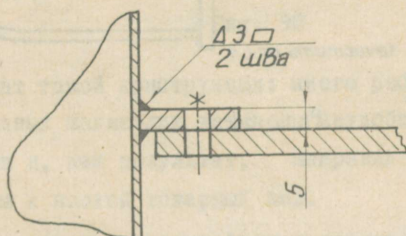


Рис. 87

Черный вес 2-х лап - 0,1 кг. Длина швов приварки к корпусу 0,160 мм. Швы легко доступны для зачистки. Лапы в изготовлении проще.

Пример выполнения нескольких функций одной деталью.

Лоток черт. Г2II сб.2-7 шибера Ду 400 черт. Г2II сб.2 (рис. 88).

Все швы необходимо зачистить по С4.

Два ребра можно было убрать изменив конструкцию борта, сделав его шире. При этом борт будет выполнять две функции: служить бортом и жесткостью.

Конструкция лотка будет следующей (рис. 89).

Преимущества:

1. Ликвидировано изготовление 2-х деталей.
2. Длина сварных швов сокращена на 920 мм, т.е. на 46%.

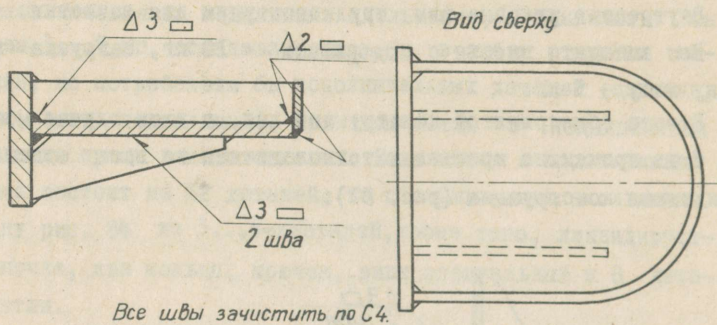


Рис. 88

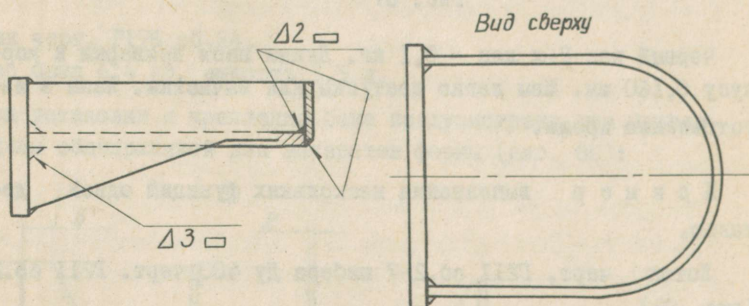


рис. 89

Пример объединения нескольких сварных деталей в одну.

Карман термопары черт. Г176 сб.47 (рис. 90).

В месте стыка 3-х деталей настолько много сварки, что кольцо будет проплавлено насквозь.

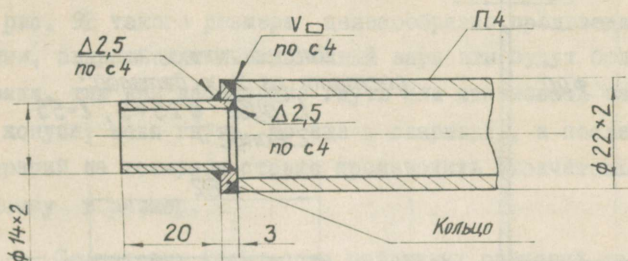


Рис. 90

Результат такой конструкции: много работы по изготовлению 3-х разных маленьких деталей, неудобство сварки и зачистки швов и, как результат, неправильность геометрических форм и плохой товарный вид.

Не меняя конструктивных форм и размеров узла, его можно сделать так (рис. 91):

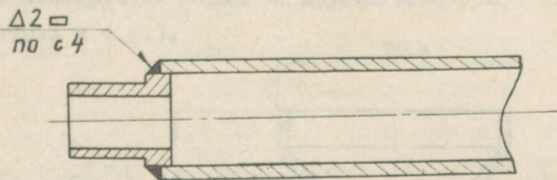


Рис. 91

Такая конструкция свободна почти от всех прежних недостатков, имеет хороший товарный вид.

Часто конструкция дниц больших аппаратов переносится на малые. Например, дница конденсаторов змеевиковых черт. П176 сб.46 и П176 сб.48 (рис. 92).

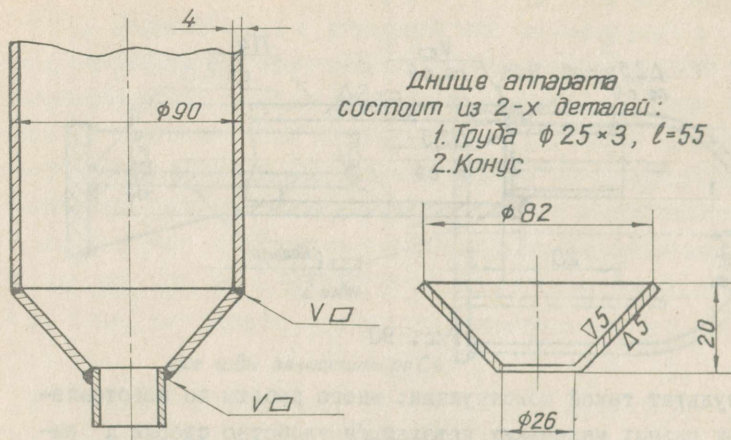


Рис. 92

Цельноточенное днище технологичнее, все операции по изготовлению двух деталей сводятся к одной — токарной, причем, товарный вид аппарата будет гораздо лучше (рис. 93).

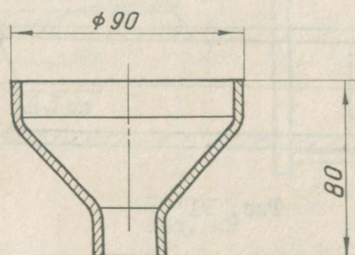


Рис. 93

Приваривать такое днище удобнее, сварки и зачистки меньше.

При этом следует иметь ввиду, что изготовление конуса по рис. 92 такого размера целесообразно производить точеным, сварной или штампованный варианты будут более трудоемки, так как необходимо гнуть или штамповать заготовку конуса, если гнуть, то еще и сваривать, а после этих операций на токарном станке производить окончательную обработку в размер.

Сокращение количества различных операций на деталях и узлах

При конструировании деталей следует стремиться уменьшать количество различных по виду операций, необходимых для изготовления детали.

Изменять конструкцию соединяемых деталей так, чтобы необходимые для данного соединения операции группировались на возможно меньшем количестве деталей.

Например:

Карман термопары черт. П179 сб.3-I-7 (рис. 94) (аналогичны конструкции карманов других приборов, датчиков, термометров и т.д.).

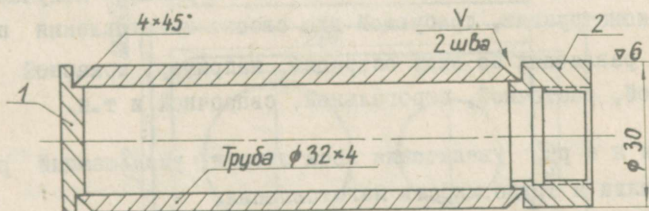


Рис. 94

Посадка деталей произведена по внутреннему диаметру трубы без ее обработки. Детали 1 и 2 изготавливаются на токарном станке.

Если бы конструктор фаски под сварку сделал на деталях I и 2, то они не приобрели бы дополнительной по виду операции, так как это токарная работа.

В этом случае труба без фасок из заготовительного цеха поступит прямо на слесарно-сборочный.

Для изготовления же фасок дополнительно требуется такой процесс:

1. Подать деталь на склад заготовок.
2. Выписать наряд на токарную работу и выдать его рабочему.
3. Доставить заготовку на механический участок к токарному станку.
4. Обработать деталь, т.е. установить ее на станок, закрепить инструмент, обработать и снять со станка.
5. Сдать в ОТК.
6. Закреть наряд.
7. Доставить деталь на слесарно-сборочный участок.

Из этого перечня работ видно, как простое на вид изменение конструкции удлиняет цикл изготовления детали, а следовательно, и стоимость ее изготовления.

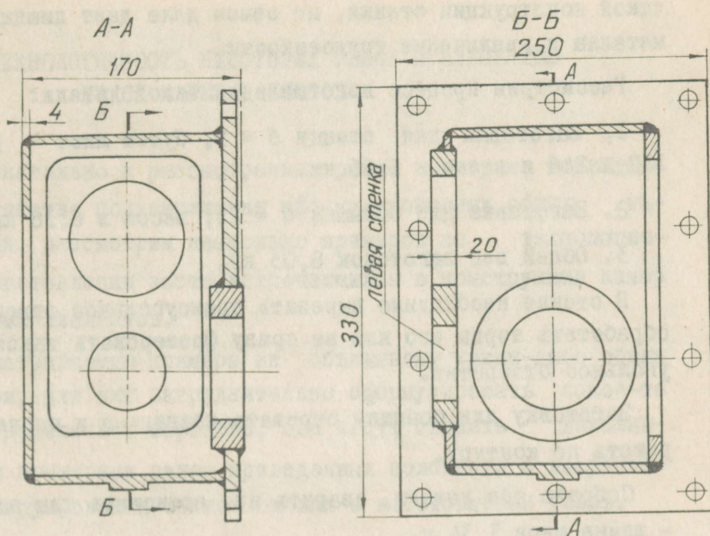
Подобное удлинение цикла изготовления детали получается при ее конструкции, требующей для своего изготовления применения различных по виду операций, например, токарной и фрезерной, расточной, строгальной, сварочной и т.п.

Пример увеличения веса детали, уменьшающий расход металла и трудоемкость изготовления.

Подъемник ГЗ46 сб.4 (рис. 95).

Корпус редуктора ГЗ46 4-4-2.

Материал - сталь IX18H10T.



Наружные поверхности зачистить до П4, сварные швы зачистить до С4 и С2 - внутренние

Рис. 95

Левая стенка корпуса выполнена из 2-х частей. Толстый лист сварен в тонкую стенку (рис. 96).

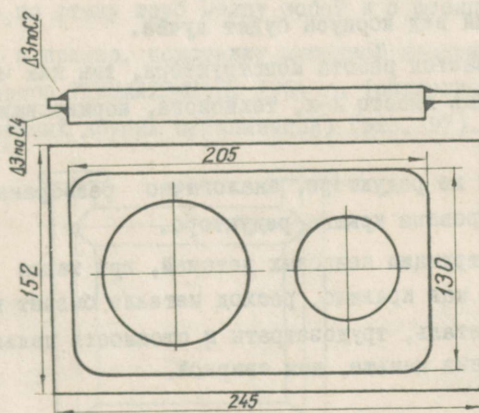


Рис. 96

Экономия кислотостойкой стали, как будто получаемая при такой конструкции стенки, на самом деле дает лишний расход металла и увеличение трудоемкости.

Рассмотрим процесс изготовления такой детали:

1. Заготовка для стенки $b = 5$, будет лист размером 152×246 и весом в $1,65$ кг.

2. Заготовка для бобышки $b = 25$, весом в $6,38$ кг.

3. Общий вес заготовок $8,03$ кг.

В стенке необходимо вырезать прямоугольное отверстие и обработать торцы его или же сразу фрезеровать такое прямоугольное отверстие.

Заготовку для бобышки отрезать ножницами и после фрезеровать по контуру.

Собрать обе детали, сварить их, зачистить швы по C_4 и C_2 — длина швов $1,34$ м.

Если в этом случае сделать стенку толщиной в 20 мм равной бобышке, то вес заготовки для нее будет $6,6$ кг, т.е. экономится $1,4$ кг кислотостойкой стали.

Кроме того, ликвидируется фрезерная обработка деталей, сварка и зачистка $1,34$ м швов.

Внешний вид корпуса будет лучше.

Уменьшается работа конструктора, так как чертить нужно одну деталь вместо 2-х, технолога, нормировщика, сварщиков и т.д.

В этом же редукторе, аналогично разобранной стенке, запроектирована крышка редуктора.

В конструкции подобных деталей, при таком соотношении размеров, как правило, расход металла бывает меньше на цельную деталь, трудозатраты и стоимость цельной детали без сомнения меньше, чем сварной.

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ НЕКОТОРЫХ УЗЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ УЗЛОВ КАМЕР И БОКСОВ

Дополнительно к рассмотренным ранее примерам, приведенным в качестве подтверждения сформулированных общих направлений, рассмотрим несколько примеров на технологичность изготовления часто встречающихся в конструкции камер узлов и их элементов.

Рассматриваемые примеры не объединены каким-либо общим признаком, для них затруднительно сформулировать какое-то общее определение, вероятно, они могут служить дополнительными примерами ранее приведенных положений о направлении конструирования технологичных в изготовлении узлов.

Приведенные здесь конструктивные решения должны найти применение при проектировании подобных узлов и элементов.

Подставки камер трубчатые

По конструкции трубчатых подставок для камер можно сделать замечание по стыку труб между собой и с фланцами.

Рассмотрим, например, подставку шлюзовой камеры чертеж ИЗ-394-00-00 автор УКРНИИХИММАШ, 1964 г. (аналогичные конструкции в проектах других организаций) (рис. 97).

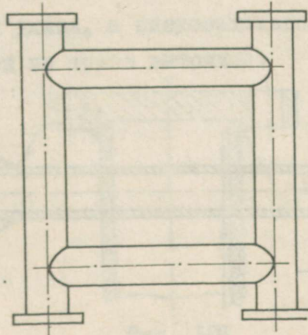


Рис. 97

Нетехнологичность конструкции в следующем (выбор размера труб не рассматривается).

Все стыки труб между собой выполнены так (рис. 98):

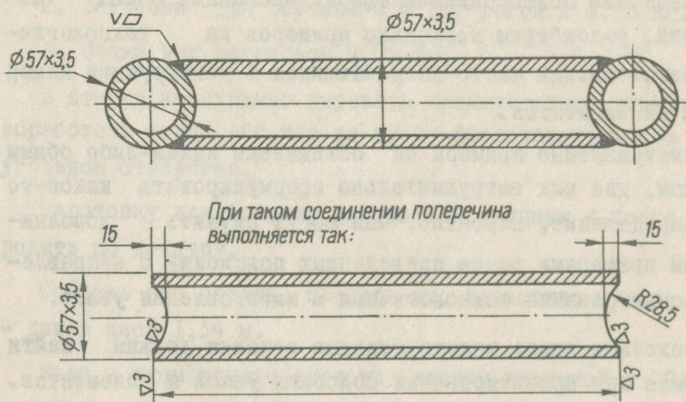


Рис. 98

Как видно из чертежа, концы трубы должны быть фрезерованы фрезой специального диаметра, торцы трубы должны быть подрезаны, трубы по длине должны быть изготовлены достаточно точно, так как если в длине поперечин будут большие расхождения, то подставка получится косою.

Технологичнее такой вид стыка труб (рис. 99):

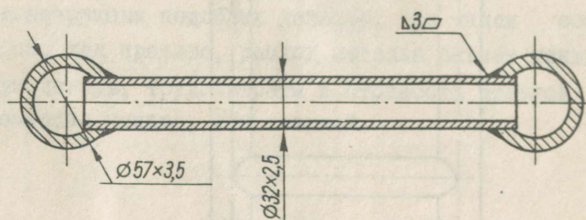


Рис. 99

Диаметр трубы распорки следует уменьшить так, чтобы было возможно вставить ее в отверстия, просверленные в стойках.

Изготовление распорки сводится к простой отрезке трубы на пиле, с достаточно большим допуском по длине.

Сборка такого соединения значительно удобнее ранее упомянутого.

Жесткость и прочность стойки практически не изменяются.

Следует обратить внимание на соединение трубы с фланцем в таких подставках. В проектах встречается такой вид соединения (рис. 100):

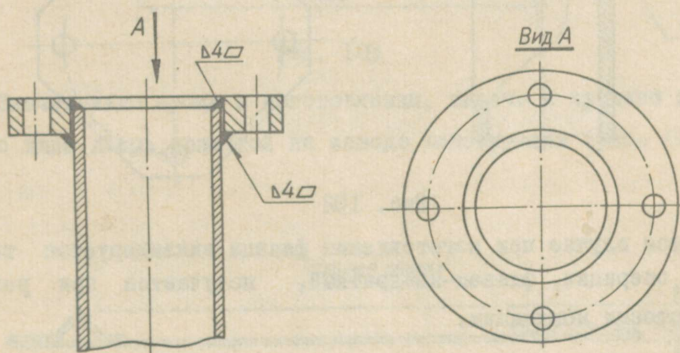


Рис. 100

Технологичнее такой вид (рис. 101) по следующим причинам: 1. Фланец проще в изготовлении. 2. Катет сварных швов меньше, меньше и их длина, а следовательно и коробление. 3. Фланец центрируется на трубе выточкой.

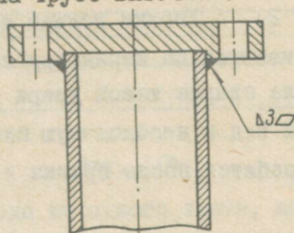


Рис. 101

Фланец приваривается окончательно обработанным.

Если к чистоте поверхности торца фланца не предъявляется особых требований или же если подставка изготавливается из углеродистой стали с последующей окраской, то технологичнее такая конструкция фланца (рис. 102):

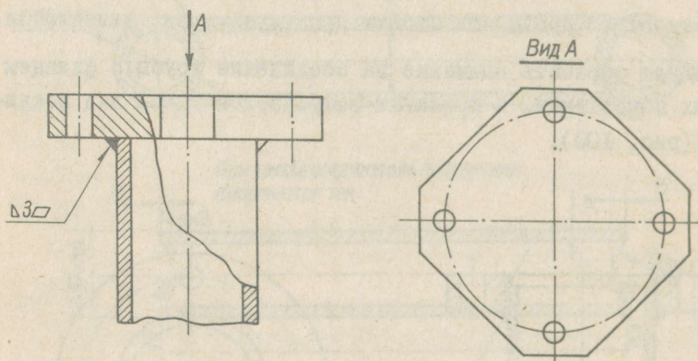


Рис. 102

В этом случае при изготовлении фланца ликвидируется токарная операция, фланец-квадратный, получается при резке заготовки ножницами.

Расход металла на квадратный фланец меньше, чем на круглый, приблизительно на 30%.

Пример типовой конструкции легких дверей.

Шкаф черт. 6-1475 (см. рис. 103).

Створка состоит из 5-ти деталей: лист и окантовка из 4-х уголков 20 x 20 x 2. Уголки должны придать двери жесткость, они привариваются по периметру сплошным швом $\Delta 2$, длина швов - 8 м. После сварки такой двери невозможно обеспечить хороший внешний вид и необходимую плоскостность, плотно двери сильно коробится, после правки и окраски видны вмятины и неровности.

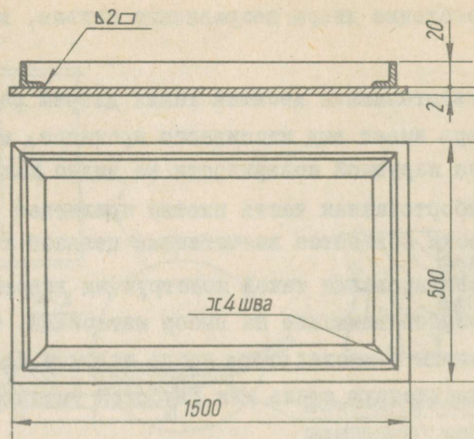


Рис. 103

Значительно проще в изготовлении, жестче и лучшего внешнего вида дверь принятой на заводе конструкции (рис. 104):

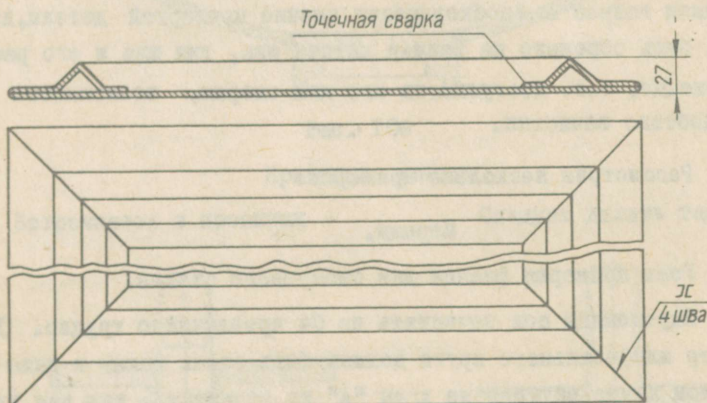


Рис. 104

Дверь изготовлена из одного листа, почти полностью исключена сварка, ее в 8 раз меньше, чем в прежней конструк-

ции, и коробление двери несравненно меньше, внешний вид лучше.

Завод изготавливал десятки таких дверей различных размеров. Дверь имеет вид массивного прочного металлического полотна, на наружной поверхности не видно никаких следов сварки. Отбортанная часть плотно прилагает к полотну и после окраски создается впечатление цельной конструкции.

При проектировании такой конструкции дверей необходимо обратить особое внимание на выбор материала. Сталь Ст.3 образует трещины в местах сгиба вдоль волокон. Необходимо применять качественную сталь для глубокой вытяжки по ГОСТ 3680-57.

Приварка различных бобышек и фланцев, штуцеров, ниппелей и других деталей

Основное внимание при проектировании узлов с приварными фланцами, бобышками и т.д., с учетом, что конструктором уже решен вопрос о необходимости именно приварной детали, должно быть обращено на размер катета шва, тип шва и его расположение, т.е. доступность его для сварки, возможность и удобство зачистки.

Рассмотрим несколько примеров.

Мерник.

Узел приварки фланца для смотрового стекла.

Внутренний шов зачистить по С4 чрезвычайно трудно. Диаметр шлифовального круга должен быть очень малым и даже при малом камне внутренние углы "А" не зачистить, так как вдоль шва круг не развернуть, мешают стенки корпуса (рис. 105).

Значительно удобнее конструкция, показанная на рис. 106. Внутренний шов хорошо доступен на всем протяжении для зачистки шлифовальным кругом большого размера.

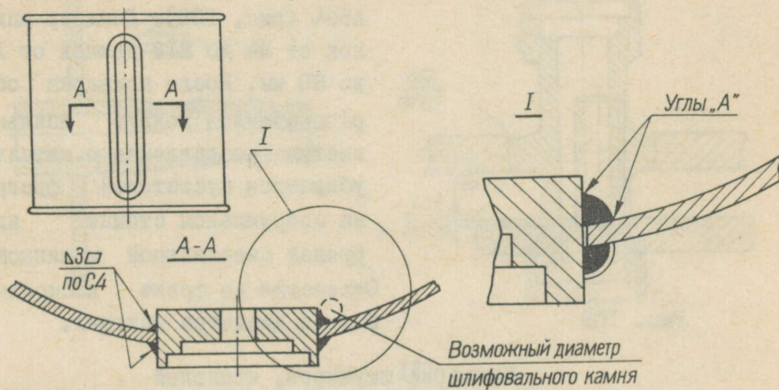


Рис. 105

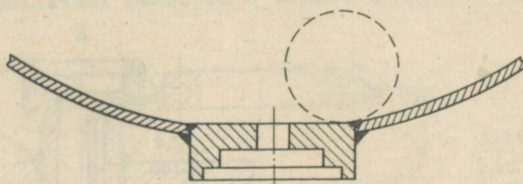


Рис. 106

Приварка шпилек.

Встречается в проектах

Следует делать так

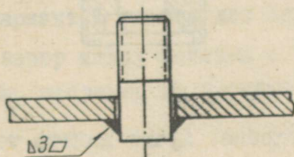


Рис. 107

Зачищать шов **неудобно**, так как шлифовальным кругом нужно чистить выступающий шов во-круг шпильки.

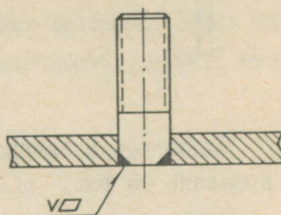


Рис. 108

Зачищать значительно про-ще и легче.

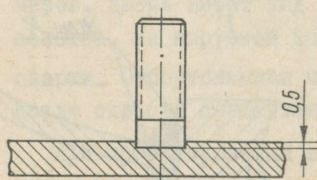


Рис. 109

Приварка шпилек пистолетом А564 (рис. 109). Диаметр шпилек от М4 до М12 длиной от 18 до 80 мм. После приварки образовавшийся вокруг шпильки выступ наплавленного металла убирается пустотелой фрезой на сверлильном станке или ручной сверлильной машинкой. Отверстие во фрезе несколько больше диаметра шпильки.

Приварка штуцеров, ниппелей

Конструкции, встречающиеся в проектах (рис. 110):

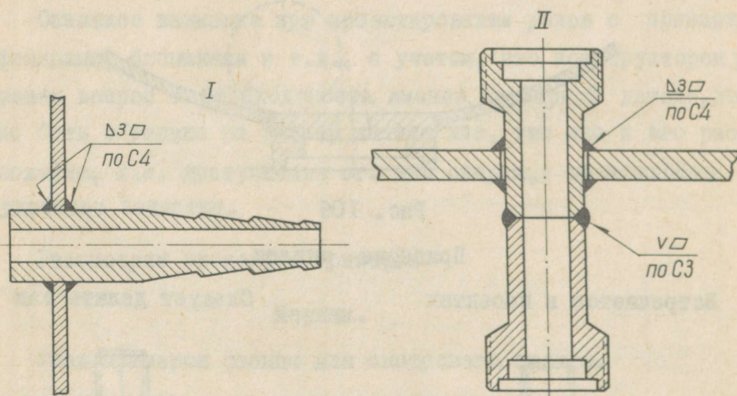


Рис. 110

Сваривать и зачищать швы неудобно. Лучше делать так, как показано на рис. 111.

Стыки расположены в легкодоступном месте, сварка и зачистка стыковых швов проще.

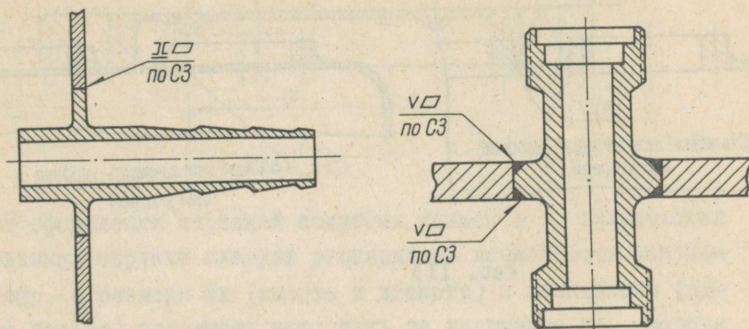


Рис. III

Приварка фланцев

В проектах часто встречается такая конструкция соединения фланцев различных размеров и форм с корпусами (рис. II2):

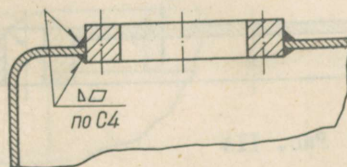


Рис. II2

Лучше делать так, как показано на рис. II3.

Вариант I удобен для круглых точеных фланцев, в этом случае зазор между фланцем и стенкой может быть сделан очень малым, например по посадке A_4/C_4 .

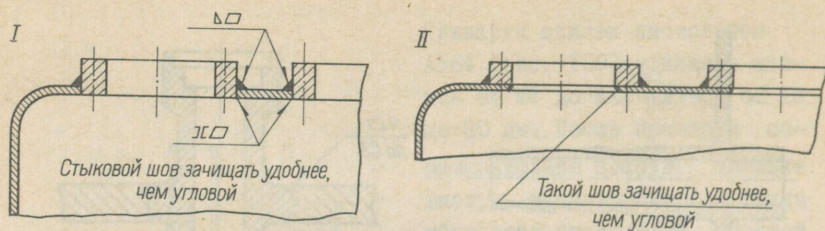


Рис. II3

Крышки, заглушки

Крышки люков и проемов больших размеров (больше 300x500), как правило, выполняются сварными — к достаточно толстому и жесткому фланцу приваривается тонкий лист (рис. II4).

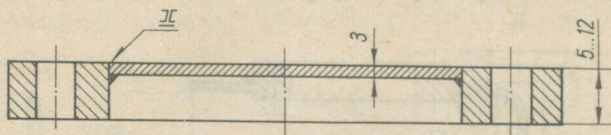


Рис. II4

Недостаток такой конструкции в том, что после сварки лист, заваренный по всему контуру, сильно коробит, выправить коробление достаточно трудно и без наложения "ложных швов" или нагрева автогеном не удастся.

Для устранения коробления на заводе применяется нанесение на лист после сварки круговых гофр, которые, вытягивая материал, устраняют коробление, обеспечивая хороший внешний вид.

Размеры гофр выбираются по имеющимся на заводе штампам (рис. II5):

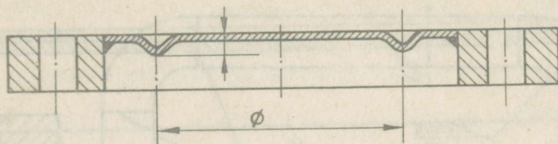


Рис. II5

При оформлении чертежей подобных крышек в технических требованиях чертежа следует оговаривать возможность нанесения гофр, а размеры их (высота и диаметр) и количество (одна или больше) разрешать выполнять по имеющимся на заводе штампам, указывая при необходимости, направление выпуклости гофр.

В крышках прямоугольной формы следует избегать применения наружных радиусов в углах, размером больших ширины фланца, внутренний угол должен быть выполнен без радиуса, т.е. угол крышки должен быть оформлен так (рис. II6):

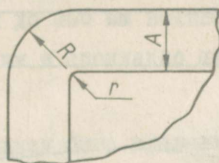


Рис. II6

Радиус R должен быть не более ширины фланца "А". Внутренний радиус " r " должен быть не больше катета сварного шва.

При размерах радиуса больше ширины и при наличии внутренних радиусов, которые нельзя получить зачисткой имеющегося сварного шва, значительно возрастает расход металла, повышается трудоемкость изготовления, так как для обеспечения радиусов требуется дополнительно изготовить 4 детали, произвести их сборку и сварку (рис. II7).



Рис. II7

При этом следует учесть, что и проем в тонкостенном боксе, закрываемый такого вида крышкой, имеет соответственно такой же профиль, выполнение его более сложно, чем выполнение прямоугольного отверстия с малыми радиусами в углах.

Значительно технологичнее такая форма крышек (рис. II8):

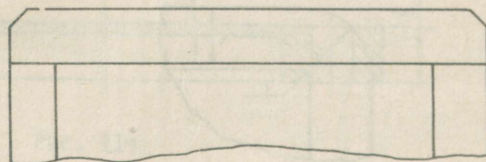


Рис. II8

Для неотвественных соединений, когда не предъявляются особые требования к чистоте поверхности крышки, т.е. не требуется отмывать ее от радиоактивных загрязнений, очень технологична такая конструкция крышки (рис. II9):

Значительно меньше сварки, проще в изготовлении.

При проектировании крышек с отбортовкой вместо фланца особое внимание следует обратить на шаг между болтами или шпильками, толщину и материал прокладки.

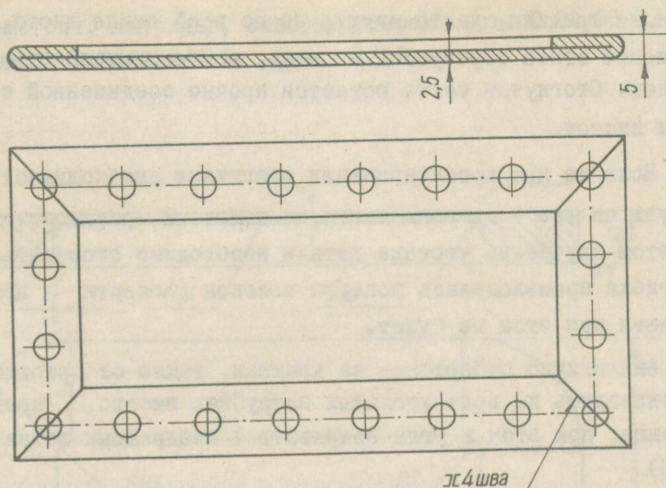


Рис. II9

Из опыта завода известно, что герметичное уплотнение (на давление воздухом до 200 мм водяного столба) получается при шаге не более 80 мм и прокладке из мягкой марки резины толщиной в 4...5 мм.

Кроме того, должен быть правильно выбран материал крышки, так как углеродистая сталь обыкновенного качества, например, сталь Ст.3, при сгибе вдоль волокон (вдоль проката) листа склонна к образованию трещин в месте сгиба, трещины бывают на всю толщину листа, т.е. отгибаемая часть почти полностью отламывается. Для крышек такой конструкции следует применять качественную сталь для глубокой вытяжки по ГОСТ 3680-57 (например, сталь 10 кп с характеристикой "Г" по штампуемости).

Листы из стали IX18H10T толщиной в 2,5 мм значительно меньше склонны к образованию трещин, но и у этой стали попадаются листы, которые при гибке вдоль волокон образуют

мелкие трещины, часто идущие не по всей длине листа, причем, в месте сгиба образуется не одна, а много параллельных трещинок. Отогнутая часть остается прочно соединенной с основным листом.

Если же при проектировании возникнет необходимость отогнуть не все 4 стороны листа, а только 2 противоположные, то в этом случае на чертеже детали необходимо оговорить, чтобы отгибка производилась поперек волокон (поперек проката). Трещин при этом не будет.

Аналогично отбортовке на крышках, такие отбортовки можно производить на прямоугольных патрубках вместо приварного фланца, при этом в углы вваривать 4 квадратных вставки (рис. 120).

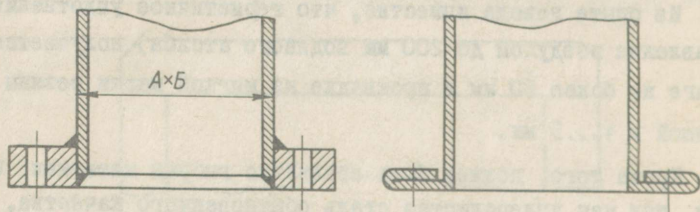


Рис. 120

При проектировании сварных крышек с утолщенным приварным фланцем следует производить тщательный анализ разрабатываемой конструкции, так как при некоторых соотношениях размеров (толщины фланца, его ширины, радиусов и габаритных размеров) наиболее целесообразной, как по расходу металла, так и по трудоемкости, может быть конструкция цельной крышки. В этом случае толщина крышки может быть принята несколько меньше толщины фланца, жесткость ее не уменьшается, так как увеличивается толщина тонкого приварного листа.

Рассмотрим, например, створку дверей черт. Т 22-93-02-00 конструкции УКРНИИХИММАШа (рис. 121).

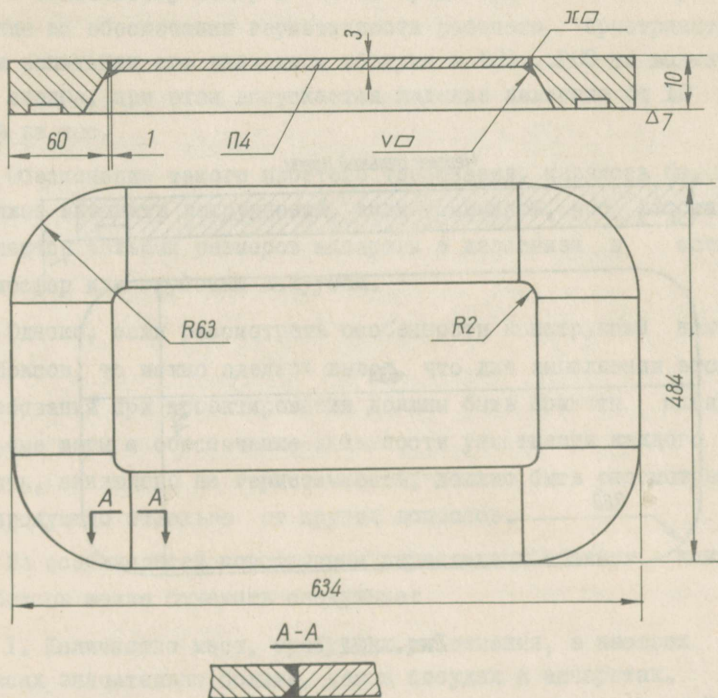


Рис. 121

Створка состоит из 9-ти деталей, которые надо изготовить механическим путем и сварить (И 3 и V 3 - 3,5 м и швом И2 - 0,48 м), швы зачистить, привалочную поверхность после сварки обработать. Черный вес заготовок створки 19,6 кг, в то время как чистый вес створки 13,7 кг. При сварке лист сильно коробит, выправить его можно только наложением "ложных швов" ("крестов"), которые потом надо счистить заподлицо с обеих сторон. Можно выправить коробление и выдавли-

ванием гофр в штампе, если удастся подобрать штамп по размерам створки.

Дверь, изготовленная цельной из листа $\delta = 7$ мм, гораздо технологичнее и внешний вид лучше (рис. 122).

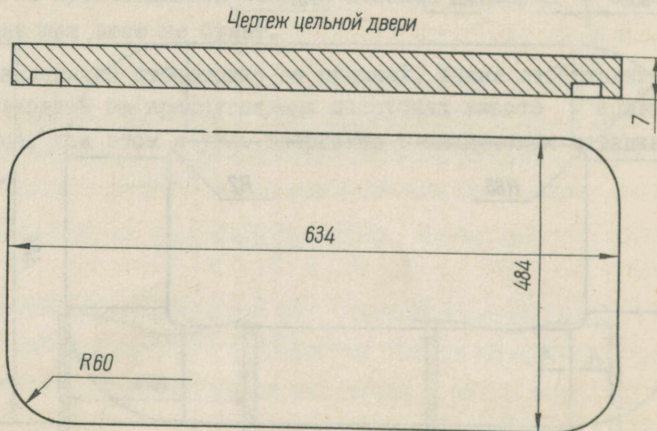


Рис. 122

Чистый вес двери — 16 кг, черный вес (заготовка) = 17,8 кг. При увеличении чистого веса на 2,3 кг, черный вес уменьшится на 1,8 кг, т.е. при изготовлении экономится материал. Кроме того, количество деталей сократится на 8, полностью ликвидируется сварка и зачистка 3,5 м швов. Трудозатраты уменьшатся при улучшении конструкции и внешнего вида.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

Общие требования

К большинству камер и боксов предъявляется общее требование по обеспечению герметичности рабочего пространства при испытании его давлением воздуха в 100...200 мм водяного столба, при этом допускается падение давления от 10 до 30% за час.

Обеспечение такого простого требования, казалось бы, не должно вызывать затруднений, если вспомнить, что изготавливаются больших размеров аппараты с давлением в сотни атмосфер или глубоким вакуумом.

Однако, если рассмотреть особенности конструкций камер и боксов, то можно сделать вывод, что для выполнения этого требования при проектировании должны быть приняты специальные меры и обеспечение надежности уплотнения каждого места, влияющего на герметичность, должно быть рассмотрено и продумано отдельно от других вопросов.

Из особенностей конструкции герметичных объемов камер и боксов можно отметить следующие:

1. Количество мест, требующих уплотнения, в камерах и боксах значительно больше, чем в сосудах и аппаратах.

2. Размеры и форма герметизируемых мест весьма различны. Размеры уплотняемых поверхностей относительно большие — до 1000 мм и более при прямоугольных отверстиях.

3. Размеры и формы камер таковы, что не позволяют производить механическую обработку большинства привалочных поверхностей после полной сварки корпусов камер. Поверхности таких фланцев обрабатываются до сварки, следовательно, после сварки возможны деформации уплотняющих поверхностей, которые полностью устранить невозможно, т.е. невозможно получить такую плоскостность, которая достигается механической обработкой законченного сварного узла.

4. Материал герметичной части камер -- дорогая никельсодержащая сталь и поэтому при проектировании стремятся ее экономить, т.е. размеры и толщина фланцев или крышек делаются меньшими, что, в свою очередь, уменьшает жесткость уплотняющих элементов и делает возможным возникновение больших деформаций при сварке.

5. Конструкция мест уплотнения самая различная, это уплотнение движущихся и вращающихся деталей, уплотнение типа фланцевых соединений на болтах, уплотнение смотровых стекол, уплотнение люков и дверей различными быстродействующими зажимами, уплотнение мест присоединения различных приборов и механизмов, уплотнение электропроводки и т.д.

Здесь следует обратить внимание на то, что если в сосудах и аппаратах, работающих под давлением, большинство мест уплотняемых и размеры деталей для них принимаются по ГОСТам или нормалам, проверенным в изготовлении и обеспечивающим необходимую герметичность, то при проектировании камер все размеры, формы, материалы и т.д. выбираются конструктором в большинстве случаев на основе своих знаний и опыта, чего, к сожалению, часто бывает недостаточно.

Источником часто проектируемых негерметичных мест, в этом случае, является кажущаяся простота предъявляемых требований -- очень малое давление при испытании -- 100...200мм водяного столба. Для обеспечения герметичности при таком давлении кажется достаточным просто плотно прижать поверхности к прокладке (распространенное, очень неопределенное понятие, часто и требование чертежа). Однако, надо прижать так плотно, чтобы не проходил воздух. Для этого прокладку необходимо деформировать по всей ее площади на такую величину, чтобы были компенсированы все погрешности изготовления деталей (неплоскостность, непараллельность при сборке стыкуемых поверхностей, допустимые дефекты самой прокладки, возможная деформация от сварки, возможные деформации

фланцев от усилия затяжки болтов и т.д.), т.е. удельная нагрузка на прокладку должна быть близка к модулю упругости на сжатие материала прокладки. Если бы конструктор при проектировании определял эту величину, то он увидел бы, как велика в действительности такая нагрузка.

Если обеспечение герметичности сварных соединений камер и узлов при изготовлении затруднений не вызывает, то обеспечение герметичности мест соединения корпуса камеры с узлами и приборами, а также уплотнение движущихся деталей, входящих в герметичную зону, по указанным причинам вызывает значительные затруднения. Первое затруднение — обнаружить место утечки воздуха при испытании. Пока на заводах существует один способ определения мест утечек для конструкций типа камер — способ "обмыливания". Суть его в том, что при испытании камеры на герметичность в герметичной зоне создается давление в 100...200 мм водяного столба, и по показанию водяного манометра определяется падение давления, и если при этом падение давления превышает установленную величину, то для выявления возможных мест утечки все сварные швы и места соединений обмываются мыльным раствором и по образованию мыльных пузырьков устанавливается место течи.

Нужно отчетливо представлять несовершенство и трудоемкость такого метода, когда требуется обмыть на корпусе сотни метров сварных швов и десятки присоединительных мест, причем, места эти могут находиться в крайне неудобных для осмотра и обмыливания положениях, доступ к ним бывает затруднен другими узлами и коммуникационными трубопроводами.

Бывают места утечек, совершенно недоступные для обнаружения без разборки механизмов, например, утечка идет в корпус редуктора, привода или прибора.

Были случаи, когда только на обнаружение мест утечки требовалась работа 3-х слесарей-сборщиков в течение двух полных рабочих смен.

Второе затруднение - обеспечить надежное устранение течи. Если течь по сварному шву устранить достаточно легко, то обеспечить надежное устранение течи в местах уплотнения подвижной детали или в присоединительном месте, как правило, без изготовления новых деталей или изменения конструкции уплотнения не удастся.

В таких местах, кроме обнаружения течи, необходимо установить вызывающие ее причины, для чего часто бывает необходимым разбор узла. После установления причины течи разрабатываются необходимые конструктивные изменения, изготавливаются новые детали, узел собирается и вновь начинаются испытания на герметичность, если изменения не затрагивают конструкцию существенно, иначе же приходится проводить испытания узла и на работоспособность.

Объем работ по обнаружению и устранению негерметичности большой как по времени, так и по трудоемкости, поэтому при проектировании должны быть приняты меры по созданию совершенно надежных уплотнений мест соединений и движущихся деталей. Следует понять, что если при проектировании будет создано совершенно надежное уплотнение для данных условий испытания, пусть даже за счет некоторого увеличения механической обработки деталей или некоторого увеличения расхода уплотняющих материалов, то все затраты будут с избытком компенсированы тем уменьшением работ, которые бывает необходимо провести для обнаружения и устранения возможных мест утечки.

При совершенно надежных конструкциях уплотнений, когда качество деталей, влияющих на герметичность, проверено ОТК, может быть исключена вся работа по обнаружению течей, т.е. полностью исключено всякое обмыливание мест соединений и сварных швов всей камеры, но если из десятков соединений одно не будет герметичным, работу по обнаружению течи уже

нужно проводить, хотя объем работы по устранению течи может быть значительно меньше.

Во многих случаях для обеспечения надежной герметизации требуются совсем небольшие изменения конструкций мест уплотнений, которые заключаются, например, в увеличении жесткости фланцев, увеличении толщины прокладки или изменении марки материала прокладки, увеличении количества болтов или зажимов.

Из часто встречающихся общих конструктивных решений, требующих тщательной проработки при проектировании, для обеспечения совершенно надежного уплотнения можно указать на следующие:

Выбор материала герметизирующей прокладки, его марки, толщины. В подавляющем большинстве случаев таким материалом является резина. Следует помнить, что разные марки резин резко отличаются по свойству герметизации.

Так, например, резина вакуумная 7889 ТУ МХП У-251-54 обладает очень хорошим герметизирующим свойством, легко сжимается, заполняя неровности и неплоскостность, резина же марки ИРП-1001 очень твердая, мало сжимается, для уплотнения ею требуются хорошо обработанные, обладающие достаточно большой жесткостью на изгиб плоские поверхности.

При одинаковом конструктивном выполнении мест соединения, резина вакуумная - № 7889 - может обеспечивать совершенно надежное уплотнение, а с резиной ИРП-1001 достичь надежного уплотнения бывает просто невозможно. При выборе марки резины следует принимать самую мягкую марку из марок, допустимых к применению в разрабатываемой конструкции, при этом прокладка должна быть возможно большей толщины, особое внимание на это следует обращать при твердых марках резины.

Необходимо обратить внимание и на технологическую сторону изготовления уплотняющих прокладок больших размеров. В большинстве случаев такие прокладки изготавливаются клеены-

ми (вулканизированными) из частей, при этом места стыков по толщине неизбежно будут отличаться от толщины основной резины, да и лист резины, из которого делается прокладка, имеет неодинаковую толщину по длине или ширине.

Если места стыков получатся несколько тоньше основной части прокладки, то для обеспечения герметичности соединения, после установки ее в изделие, прокладка по всей своей площади дополнительно должна быть деформирована на величину не менее разницы в толщинах.

При проектировании больших прокладок это следует обязательно учитывать и выбирать толщину прокладки, количество прижимов или болтов с учетом необходимости дополнительной деформации прокладки.

Конструкции уплотнений присоединительных мест

В камерах самое большое распространение имеют соединения типа плоских фланцев или крышек с плоской прокладкой. При этом соединения круглых точеных фланцев с прокладками из резины, в большинстве случаев, проектируются надежными, и при испытании течи не дают. В прямоугольных крышках, люках, фланцах особенно больших размеров встречаются такие конструктивные решения, которые не обеспечивают надежной герметичности места соединения при тщательном изготовлении деталей и сборке.

Причиной этого могут быть:

а) слишком большое расстояние между стягивающими болтами, выбранное без учета толщины фланцев соединяемых узлов и эластичности прокладки;

б) недостаточная жесткость крышки или фланца, когда происходит их деформация при затягивании крепежных деталей;

в) большая площадь уплотняемых поверхностей деталей (большая ширина прокладки);

г) малая толщина прокладки. При сжатии величина деформации прокладки оказывается недостаточной для заполнения местных неровностей и погрешностей изготовления соединяемых деталей, компенсации возможного прогиба фланцев;

д) материал прокладки мало эластичен, тверд, происходит то же, что и с прокладкой малой толщины.

При конструкции крышек, люков, дверей, в которых усилие прижима осуществляется не болтами, а различными зажимными устройствами, часто причиной необеспечения герметичности является недостаточное количество прижимных устройств или малое усилие, которое ими можно создать.

При проведении расчетов мест соединения и выборе размеров прокладок по различным справочникам и нормам не следует забывать о различии в конструкции и исполнительных размерах между камерами и теми изделиями, для которых составлены справочники.

Так, например, РТМ 42-62 "Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность узлов и деталей". Издательство стандартов. 1964 г. По приложению № 2 к РТМ можно выбрать размеры прокладки и пункт 4 рекомендует:

а) минимальное герметизирующее удельное давление для давления до 30 кгс/см^2

$$q_0 = 15 + 1,7 P \text{ кгс/см}^2,$$

где P — рабочее давление в аппарате, т.е. для камер удельное давление на резиновую прокладку будет $q_0 = 15 \text{ кгс/см}^2$.

Однако, при этом следует учесть возможность выполнения требования раздела 5.8, где указано:

5.8.1. "При применении мягких прокладок суммарный зазор между привалочными плоскостями, возникающий из-за неточ-

ности обработки и коробления фланцев, не должен превышать 0,2 номинальной толщины прокладки."

Если размеры прокладки выбраны, например, по этим РТМ, то и размеры фланцев должны быть близки к размерам, получающимся при расчете их по приведенным в РТМ формулам. Следует отметить, что толщины фланцев в этом случае будут значительно больше, чем применяемые в камерах.

Конструктор не производит часто расчета соединений, работающих при очень незначительном давлении или разряжении, выбирая их размеры конструктивно, поэтому в этих случаях необходимо проводить тщательный анализ проектируемого узла на возможность получения надежной герметизации, несмотря на кажущуюся простоту выполнения заданных требований и отсутствие давления.

Примеры получения надежной герметичности соединений

Пр и м е р невозможности получения герметичного соединения.

Агрегаты серии 9НП.

Агрегаты состоят из камер, к которым предъявляется общее требование по герметичности.

Все люки и крышки больших размеров выполнены по типу плоских фланцев с плоскими прокладками на болтах.

Рассмотрим, например, агрегат ИБ-12 черт. 9НП сб0; узел крышка 9НП сб1-19.

Место герметичного соединения крышки с корпусом выполнено, как показано на рис. 123.

При выборе элементов конструкции, здесь повлияла на конструктора кажущаяся простота выполнения требования по плотности соединения при работе и испытании, поэтому ни-

каких расчетов или анализа запроектированного соединения он не производил.

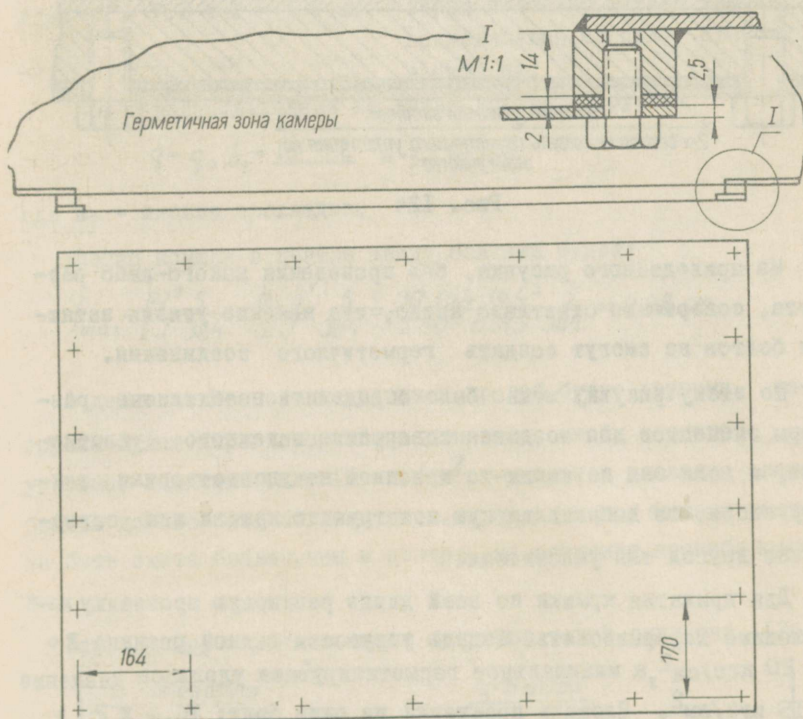


Рис. 123

В дополнение к этому конструктор вычертил крышку в масштабе 1:5, место соединения в масштабе 1:1 нигде не прочертил, из-за чего он потерял истинное представление о соотношении размеров соединяемых деталей, а следовательно, и о характере соединения. Действительно, трудно представить истинное положение по вышеприведенному рисунку соединения крышки с корпусом. Однако, достаточно было вычертить часть места

соединения в масштабе 1:1, чтобы отчетливо представить, что же запроектировано. Это место будет выглядеть так (рис.124):

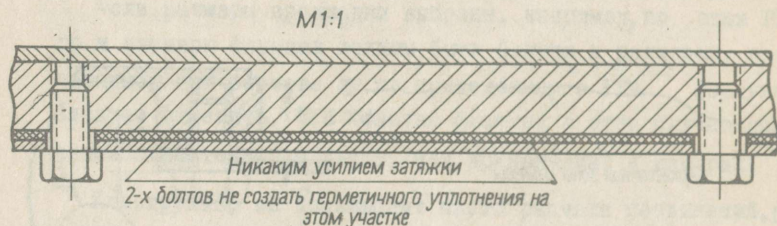


Рис. 124

Из приведенного рисунка, без проведения какого-либо расчета, совершенно отчетливо видно, что никакие усилия затяжки болтов не смогут создать герметичного соединения.

По этому рисунку можно было определить необходимые размеры элементов для создания совершенно надежного уплотнения, и если они по каким-то причинам не удовлетворяли конструктора, то выбрать другую конструкцию крышки или совершенно другой тип уплотнения.

Для прижатия крышки по всей длине резиновую прокладку необходимо деформировать. Модуль упругости мягкой резины: $E = 20 \text{ кгс/см}^2$, а минимальное герметизирующее удельное давление — 15 кгс/см^2 . Площадь прокладки на один болт: $16,4 \times 2 = 32,8 \text{ см}^2$, следовательно, усилие на один болт при удаленном давлении в 15 кгс/см^2 равно $32,8 \times 15 = 490 \text{ кгс}$.

Для упрощения расчета рассмотрим часть крышки между болтами как балку на опорах, нагруженную равномерно распределенной нагрузкой (реакция резины — $q_0 = 15 \text{ кг/см}^2$) (рис.125).

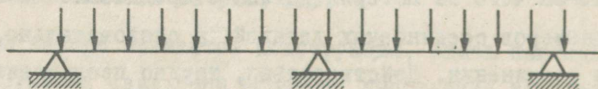


Рис. 125

Момент инерции крышки будет:

$$J = \frac{bh^3}{12} = \frac{39,5 \cdot 0,25^3}{12} = 0,015 \text{ см}^4,$$

где $b = 790 : 2 = 395 \text{ мм}$ — берем половину ширины крышки, приходящуюся на одну сторону прокладки;

q = распределенная по длине крышки нагрузка;

$$q = q_0 \cdot b_1 = \frac{15 \cdot 2}{1} = 30 \text{ кг/см},$$

где b_1 — ширина прокладки.

Прогиб крышки в центре между болтами будет:

$$f_{\max} = \frac{Pl^3}{EJ} \cdot \frac{5}{384} = \frac{qlb^3}{EJ} \cdot \frac{5}{384} = \frac{30 \cdot 16,4 \cdot 16,4^3}{2 \cdot 10^6 \cdot 0,015} \cdot \frac{5}{384} = 0,28 \text{ см}.$$

В действительности нагрузка и прогиб будут другими, нагрузка будет неравномерной, а для того, чтобы в центре удельное давление было 15 кгс/см^2 , удельное давление около болтов должно быть большим, т.е. прокладка под болтами должна быть сжата больше, чем в центре, на величину прогиба крышки.

Эпюра нагрузки будет иметь примерно такой вид (рис. 126).



Рис. 126

Из расчета следует, что под действием минимального герметизирующего удельного давления крышка выгнется в центре между болтами на 2,8 мм, для герметичности соединения этот прогиб необходимо компенсировать сжатием прокладки, т.е.

места крышки под болтами должны быть вдавлены в прокладку не менее, чем на 2,8 мм, а имеющаяся по чертежам прокладка толщиной всего в 2 мм.

Следовательно, при выбранных конструктором элементах соединения, толщина крышки, толщина прокладки и шаг между болтами, герметичное соединение получить невозможно, необходимо существенное изменение конструкции. Такое простейшее соединение при изготовлении могло доставить много затруднений, так как невозможность обеспечения герметичности выявится при испытании и сдаче готового изделия и без существенной переделки конструкции, изготовления новых деталей, заданную техническими условиями, герметичность камеры не получить.

При подготовке чертежей для изготовления, конструкция этого соединения была полностью изменена, вместо плоской прокладки применен профиль, увеличена жесткость крышки. Возможны другие решения, и конструктор их нашел бы, если бы при проектировании думал о создании надежного соединения и проанализировал принятую конструкцию.

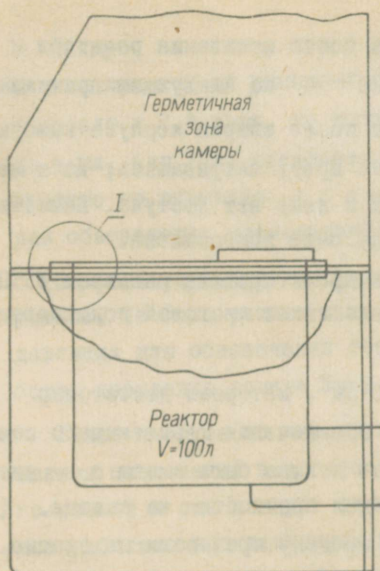
При оценке расчета, проведенного подобно этому, следует иметь в виду, что если прокладка сжимается для компенсации возможного прогиба крышки или фланца, то изгибающее фланец или крышку давление возрастает пропорционально деформации прокладки, что в свою очередь влечет увеличение прогиба.

П р и м е р изменения конструкции и марки материала уплотнения.

Камеры для химических работ типа ХК.

Узел крепления реакторов $V = 100$ л; 160 л; нутч-фильтров и т.п. (рис. 127).

Давление в реакторе — налив, крышка реактора имеет отверстия, которые соединяются с герметичной зоной камеры.



Место I, например, для реактора V=100 л черт. ХК-3-16-00 было выполнено так:

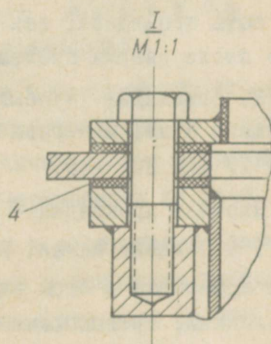


Рис. 127

В герметичной зоне камеры необходимо обеспечить герметичность при давлении воздуха 100 мм водяного столба. Допустимое падение давления не более 10% за час.

При испытании камеры необходимой герметичности не получилось, а найти места утечек оказалось далеко не просто.

Были вновь проверены все сварные швы корпуса камеры, все доступные места соединений, все окна — всё, что можно было обмазать мыльным раствором. Доступ же к нижнему фланцу реактора был очень затруднен тем, что с передней стороны камеры он закрыт стенкой, с двух боковых сторон — различными узлами и боковыми стенками, а с задней стороны доступ затруднен коммуникационными трубами. На отыскание мест утечки потребовалось много времени и труда.

Негерметичным оказалось место крепления реактора к столешнице камеры по прокладке 4 по следующим причинам:

1. Обработка столешницы после сварки корпуса камеры в месте крепления реактора не предусматривалась, да и не могла быть проведена, так как к нему нет доступа. Естественно, что после сварки столешница была пожороблена.

2. Прокладка 4 была запроектирована размером $\varnothing 50 \times 470$, толщина 3 мм, материал — пластикат листовой полихлорвиниловый ТУ МХП 2024-49.

Площадь прокладки — 630 см^2 , материал достаточно твердый, а толщина малая. Для обеспечения герметичного соединения прокладка в этом случае должна быть сжата с удельным давлением, превышающим предел прочности на сжатие. (В ТУ МХП 2024-49 нет данных по пределу прочности на сжатие. По рекомендации справочника "Основы конструирования и расчета химической аппаратуры", автор Лашинский Л.А. выпуск 1963г. стр. 248, таблица 19.18, удельная нагрузка для обеспечения герметичности пластикатовой прокладки должна быть равна 200 кг/см^2). Один болт при затяжке должен деформировать 52 см^2 пластикатовой прокладки, при этом возможная нагрузка на болт будет около 10 000 кг, уплотняемая площадь, приходящаяся на один болт, получилась слишком большой.

Если взять для сравнения фланцевое соединение по ГОСТ 1255-54 — фланцы стальные плоские приварные, то на давление $2,5 \text{ кгс/см}^2$ площадь уплотняющей поверхности фланца для Ду450 мм будет 300 мм, т.е. в 2,1 раза меньше, чем принята в проекте камеры, работающей без давления, толщина же стандартного фланца — 24 мм, количество болтов М20 — 16, против толщины фланца реактора — 14 мм, толщины столешницы — 10 мм и 12 болтов М16.

Следует заметить, что для давления 6 кгс/см^2 толщина фланца при тех же размерах будет 28 мм, т.е., если давление возросло в 2,4 раза, то толщина фланца увеличилась всего на 4 мм, или 17%, следовательно, в расчете толщины фланца принято во внимание у с и л и е з а т я ж и болтов для обеспечения герметичности соединения.

В рассматриваемом же примере конструктором это не было учтено. Не было учтено и то, что, несмотря на отсутствие давления для обеспечения герметичности при испытании и работе, прокладка должна быть деформирована по всей площади.

Такое простое по конструкции и по предъявленным требованиям соединение в изготовлении и испытании доставило много хлопот, и еще следует отметить, что если бы это соединение работало под давлением воздуха в одну или несколько атмосфер, то оно было бы запроектировано совершенно надежным по герметичности.

В рассматриваемом примере при изготовлении после неудачных попыток добиться уплотнения материал прокладок был заменен на специальную резину.

Если бы при проектировании этого узла конструктор продумал необходимость создания совершенно надежного уплотнения, даже с пластикатовой прокладкой, узел, возможно, выглядел бы так (рис. 128).

Все размеры оставлены прежними, кроме плоской прокладки, она заменена на узкую прокладку увеличенной толщины (5 мм), укладываемую в паз фланца реактора. Нагрузка на один болт и площадь прокладки уменьшены в 6 раз, а толщина прокладки увеличена в 1,6 раза, в целом же в несколько раз увеличена возможность деформации прокладки.

Увеличение трудоемкости механической обработки корпуса реактора очень невелико, так как он для обработки прива-

лочной поверхности фланца должен был быть установлен на станок, т.е. проточка поверхности фланца заменена изготовлением канавки.

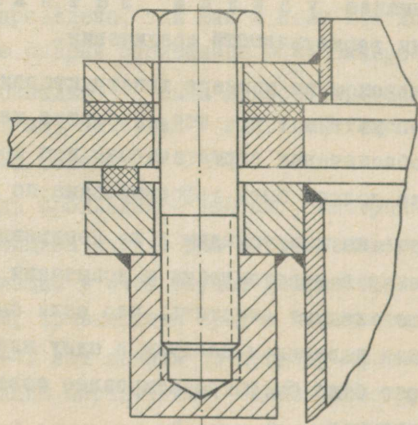


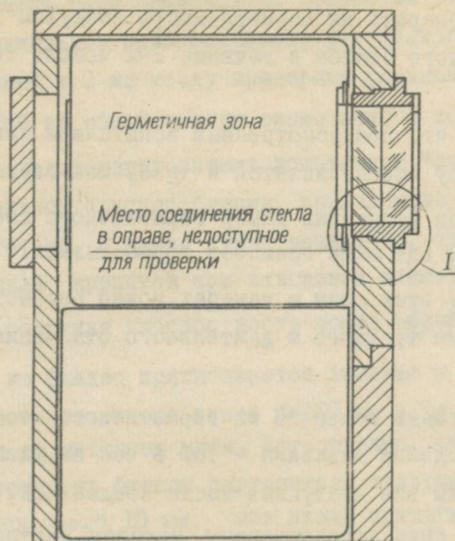
Рис. 128

За один из вариантов обеспечения совершенно надежного уплотнения такого соединения можно принять вариант с плоской прокладкой из мягкой кислотоцелостойкой резины толщиной не менее 5 мм, с уменьшением ширины прокладки до 30 мм.

Пример малой толщины резиновой прокладки и трудности обнаружения мест течи.

На всех камерах ЦБ с зашитой по передней стенке 100 мм стали устанавливались защитные смотровые окна, изготовленные на специализированном заводе по проекту разработчика камер.

Конструкция окон и установка их на камере такова (рис. 129):



I М 1:1

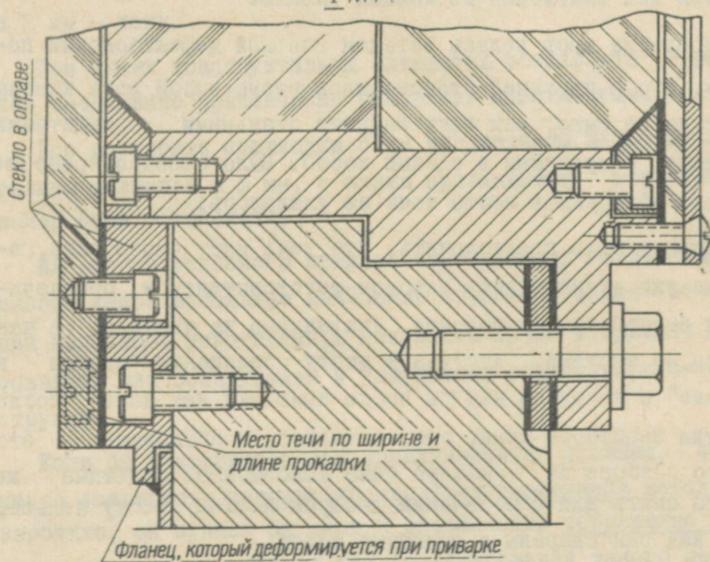


Рис. I29

Требование на чертеже окон: "Стекло в оправе (Черт. 222.010) проверить на герметичность воздухом давлением 100 мм водяного столба в течение 2-х часов. Течи не допускаются."

Кажется, что предусмотренным испытанием при установке окна в камеру обеспечивается и требуемая герметичность.

Однако, при испытании камер герметичного соединения не получилось и все окна пришлось дорабатывать.

Установку этих окон в камерах можно рассмотреть и как пример весьма трудного и длительного отыскания места течи.

При испытании камер ЦБ на герметичность получить заданное ТУ падение давления — 10% в час не удалось. Были перепроверены все доступные места соединений, даже все сварные швы были перепроверены методом цветной дефектоскопии для выявления возможных трещин.

Проверка швов велась методом цветной дефектоскопии потому, что к наружной стороне швов герметичной зоны камеры доступа не было, они были закрыты стальными защитными плитами, сваренными в единый короб. Было перепроверено все, однако обнаружить место течи не удавалось.

Трудно было предположить, что течь идет через окна, которые уже испытывались заводом-изготовителем и обеспечивали выполнение требования, указанного на чертеже, а как видно из чертежа, доступа к месту соединения "стекла в оправе" с корпусом камеры после приварки нет даже после снятия защитного окна, следовательно, и проверить это место в сборе на камере было невозможно. Защитные же плиты снять для обеспечения доступа к этому месту нельзя, так как они сварены в защитный короб.

Когда была получена твердая уверенность в надежности уплотнения всех перепроверенных мест, вывод оставался один — течь идет через окна.

Для испытания окон пришлось их полностью разобрать, изготовить специальное приспособление и убедиться, что прокладка толщиной в 2 мм между приварным фланцем и прижимным фланцем стекла не обеспечивает герметичного соединения.

Вероятно, завод-изготовитель испытывает "стекла в оправе" в специальном приспособлении, привалочные плоскости которого обработаны, а самое существенное то, что фланец, к которому стекла крепятся при заводском испытании, не приваривается, сохраняя плоскостность после обработки.

В камере же фланец притягивается винтами к необработанной поверхности стального листа $b=100$ мм и по всему контуру обваривается герметичным швом. Естественно, что после этих работ плоскостность фланца нарушается, ответный фланец тонкий, толщиной всего 10 мм, шаг между притягивающими винтами — 200 мм слишком большой, прокладка резиновая толщиной в 2 мм — тонка.

При таких конструктивных элементах обеспечить герметичное соединение практически оказалось невозможным.

Все резиновые прокладки были изготовлены вновь из мягкой резины толщиной в 5 мм, с этими прокладками герметичность камер была обеспечена.

Из рассматриваемого примера конструктору следует сделать вывод: какое небольшое изменение требовалось для обеспечения надежного уплотнения, и как много труда и времени потребовалось для обнаружения и устранения этой недоработки конструкции.

Если бы конструктор при проектировании осознал, что это место соединения невозможно проверить имеющимися методами, то, вероятно, он принял бы меры к обеспечению совершенно надежного уплотнения, причем, при проектировании такого простого места это не вызовет затруднения.

Кроме того, если бы конструктор при проектировании определил необходимую для герметизации соединения величину удельного давления (равную для резины 15 кгс/см^2) и площадь уплотнения, приходящуюся на один болт (для "окна смотрового" 500×900 черт. 222.000, равную 134 см^2 при ширине прокладки в 67 мм и шаге между болтами 200 мм), он должен был установить, что запроектированные элементы надежной герметичности не обеспечивают и при затяжке на один болт, нагрузка будет около 2000 кг., что вызовет деформацию тонкого фланца, а следовательно, и нарушение герметичности соединения при такой тонкой прокладке.

П р и м е р уплотнения полиэтиленовым чехлом подвижного соединения.

Конструкция мест соединения чехлов с металлическими деталями часто проектируется аналогично местам соединения резиновых чехлов, в то время, как свойства полиэтилена как уплотнителя резко отличаются от резины, поэтому негерметичность в таких узлах бывает обусловлена различием свойств уплотняющих материалов.

Для примера рассмотрим место крепления полиэтиленового чехла в механизме перестановки стананов черт. Г176 С63 (рис. 130):

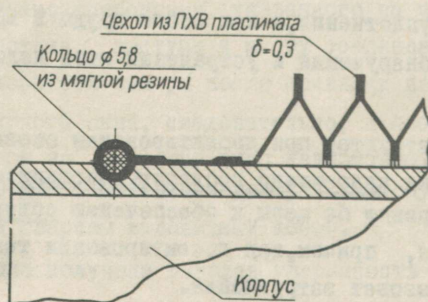


Рис. 130.

Для создания надежного уплотнения в месте соединения полиэтиленового чехла с корпусом чехол должен быть достаточно сильно сжат по всему диаметру, при этом удельное давление должно быть близко к пределу текучести полиэтилена с тем, чтобы материал мог заполнить имеющиеся неровности на металлической поверхности и обеспечить плотное прилегание, при этом необходимо, чтобы диаметр посадочного места чехла был меньше диаметра соединяемой детали, иначе при обжатии любым способом может образоваться складка, которую очень трудно герметизировать.

Если приведенное соединение рассмотреть с изложенного положения, то без проведения какого-либо расчета будет видно, что резиновое кольцо диаметром в 5,8 мм не сможет обеспечить необходимую для плотного соединения деформацию полиэтиленовой пленки толщиной в 0,3 мм, что и произошло при изготовлении этого узла. По месту соединения чехла с корпусом при испытании образовалась течь воздуха. В таких случаях надежное герметичное соединение получится, если место стыка чехла и металлической поверхности дополнительно к имеющемуся креплению обмотать в несколько слоев липкой полиэтиленовой пленкой толщиной в 0,065 ... 0,095 мм по СТУ 30-14222-64 Охтинского химкомбината или перхлорвиниловой лентой, применяемой для изоляции проводов. Внешний вид места стыка покрытого пленкой получается достаточно хорошим.

Пример часто встречающихся мест утечек в конструкциях различных узлов.

К числу распространенных в проектах ошибок относится следующая конструкция узла уплотнения (рис. 131).

Здесь такого вида уплотнение изображено упрощенно, в конструкциях оно часто бывает скрыто другими узлами или деталями и как-то завуалировано, но суть его остается.

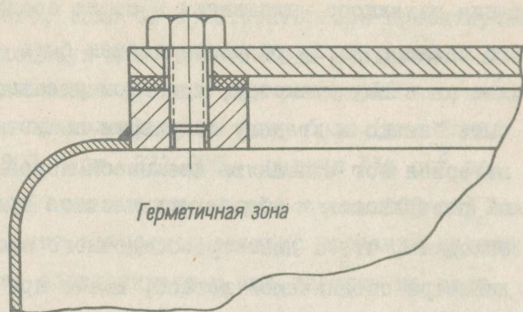


Рис. 131

Кажущееся, на первый взгляд, герметичным соединение без дополнительных мер, на деле не получается герметичным. Неплотными местами здесь являются:

1. Резьбовое соединение болта и нижнего фланца.
2. Место охвата болта резиновой прокладкой. Как сильно ни затягивать, уплотнения не получится. Особенно при недостаточно жестком верхнем фланце — место под болтом прогибается и прокладку "отжимает" от болта.
3. Место под головкой болта. Здесь соединение — металл по металлу, из-за шероховатости касающихся поверхностей также не получится герметичным.

Герметичность таких соединений достигается не сквозным сверлением резьбового отверстия, если же это невозможно из-за малой толщины фланца с резьбой, то установкой болтов по резьбе на клею № 88 или дополнительным уплотнением головки болта.

Соединение такого типа имелось, например, в механизме перестановки стаканов черт. П176 С63.

Достаточно часто встречается такое негерметичное место (рис. 132):

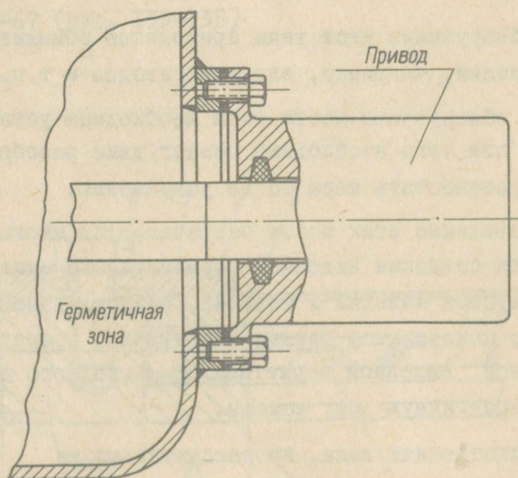


Рис. 132.

Различного рода приводы крепятся к герметичной зоне на прокладках, и эти места обеспечивают герметичность, но в самом механизме выходной вал имеет уплотнение, рассчитанное на удержание смазки от вытекания или на предохранение механизма от попадания пыли, однако совершенно не рассчитанное и не проектированное для обеспечения герметичности при испытании его избыточным давлением воздуха.

Отдельно привод или прибор на герметичность не испытываются, они поступают на общую сборку камеры как готовые изделия, принятые отделом технического контроля, и, кроме того, при сборке не видно и не известно наличие таких мест, так как они находятся внутри корпуса.

При испытании герметичной зоны камеры через такие места происходит утечка, камера не обеспечивает выполнения заданных требований. Обнаружить такие негерметичности бывает очень трудно, так как утечка воздуха идет в корпус привода, а из корпуса через разные места соединений его в атмосферу.

Для обнаружения мест течи приходится обмывать все места соединений, например, электроприводов и т.п. изделий.

После обнаружения места течи необходимо установить ее причину, для чего необходимо бывает даже разобрать привод и после разработать меры по ее устранению.

На проведение этих работ затрачивается много времени и труда. Для создания надежной герметичности мест присоединения покупных изделий и изделий, заимствованных из других проектов, конструктор должен обязательно проверить наличие необходимой надежной герметизации выходного вала, входящего в герметичную зону камеры.

При уплотнениях вала, не рассчитанных на обеспечение герметичности при избыточном давлении воздуха, конструктором должно быть запроектировано дополнительное совершенно надежное уплотнение, так как доступ к нему во время работы и испытания будет сильно затруднен.

П р и м е р встречающегося Крепления смотровых окон.

Крепление сталинитовых стекол к корпусу камеры можно разделить на два типа - на профильной резине (на профиле ПР6 и ПР2) и на фланцах.

Крепление стекол на профильной резине всеми проектными организациями осуществляется одинаково и сомнений в герметичности при испытаниях не вызывает.

Размеры и способы крепления окон для тонкостенных боксов предусмотрены отраслевой нормалью ОН90-127-65, однако, в конструкциях боксов как по размерам окон, так и по спо-

соду крепления их продолжают применяться решения, отличные от нормали. При этом крепление стекол на фланцах бывает как не технологичным в изготовлении, так и не обеспечивающим герметичности соединения при испытании.

Для примера рассмотрим конструкцию окна светильника бокса Б-100-67 (рис. 133-135)

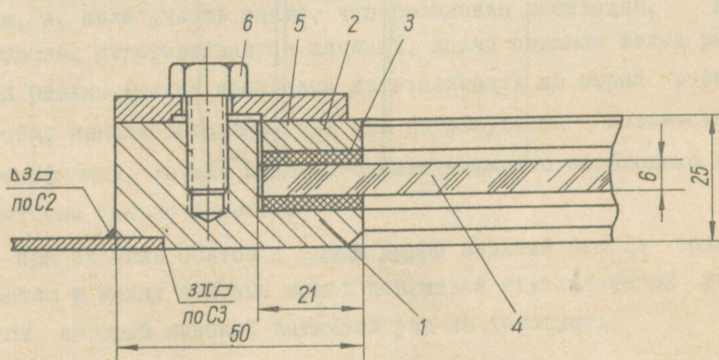


Рис. 133

- 1 - ф л а н ц,
- 2 - фланец накладной из стали Х18Н10Т, $b=6$ мм,
- 3 - прокладки из резины 343-16 толщина 3 мм,
- 4 - Стекло 865 x 390 x 6 R 40 по углам,
- 5 - Накладки - 18 шт. на одно окно,
- 6 - 18 болтов М8х20 с шагом 137 ... 150 мм.

Расход нержавеющей стали на фланцы - 37 кг.

Размеры 18 и 21 (рис. 135) должны быть получены обработкой после приварки фланца к потолку корпуса бокса. Требование по плоскостности привалочной поверхности отсутствует.

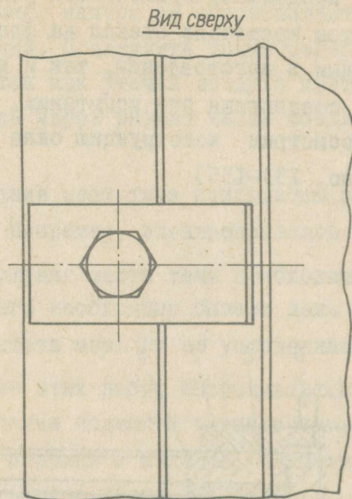


Рис. 134

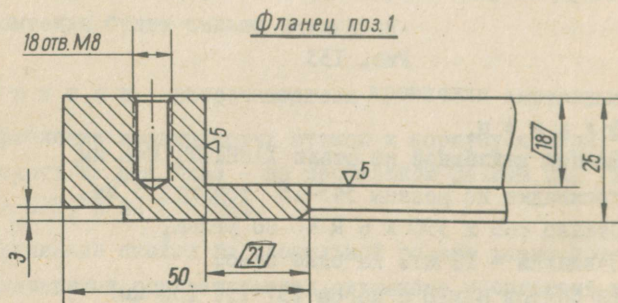


Рис. 135

Приведенная конструкция крепления стекла, по опыту завода, имеет два недостатка:

1. Ширина уплотнительных поверхностей, а следовательно, и резиновой прокладки, слишком велика - 20 мм по всему периметру, общая площадь уплотнения - 475 см^2 .

Толщина резиновой прокладки 3 мм, резина № 345-1-б(прокладка тонкая и твердая).

Наружный прижимной фланец толщиной в 6 мм, шаг между болтами 137...150 мм - (фланец тонкий, а шаг между болтами большой). Поверхность резины неровная, да и по толщине лист резины имеет достаточно большие - до $\pm 0,6$ мм отклонения, и, если учесть также, что резиновая прокладка, как правило, изготавливается клееной, иначе слишком велик расход резины (такие прокладки изготавливать из сырой резины вообще нецелесообразно, так как потребуются специальная прессформа), то для надежного уплотнения ее необходимо достаточно сильно сжимать.

При затяжке болтов с таким шагом верхний фланец прогибается и между болтами может появиться неуплотненный участок, который никакой затяжкой уже не уплотнить.

2. Конструктивно узел нетехнологичен:

Обработка уплотнительной поверхности фланца предусматривается в сборе с корпусом после сварки. Очень неудобно и трудоемко такие громоздкие детали, как корпуса камер, устанавливать на станок, выверять их и обрабатывать, да и не каждый корпус вообще можно обработать.

Конструктору следует задать необходимую, по его мнению, неплоскостность уплотнительной поверхности, а технолог выберет технологический процесс для обеспечения указанного требования. (Даже при проектировании обработки в сборе, но не указании необходимой неплоскостности, возможна большая неплоскостность при обработке с перестановкой.)

Фланец по конструкции усложнен - углубление в 3 мм под лист корпуса по контуру делать затруднительно, радиус в уг-

лах R 40 мм велик, из-за него получается широкий фланец, увеличивается расход металла.

Накладки (18 шт.) для крепления окон, как правило, не применяются. (Если их назначение для более быстрой замены разбитого стекла, то в общем времени замены стекла вывинчивание болтов займет совсем небольшую часть, так как вначале нужно узнать, где находится запасное стекло, получить его и принести, за это время можно отвернуть все болты и не один раз).

Заводом, в течение ряда лет, применяется такая конструкция крепления окон (рис. 136).

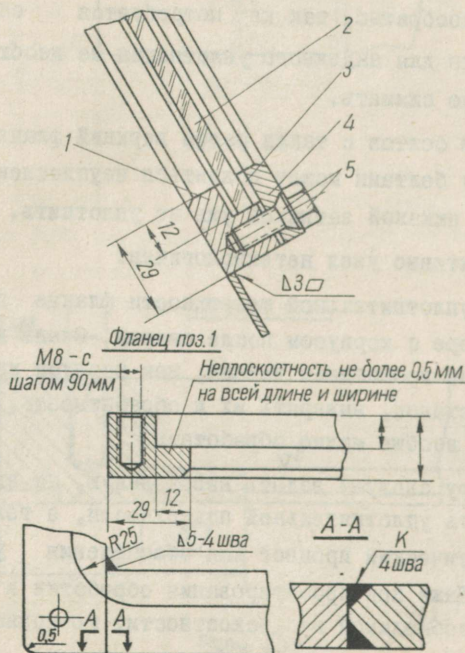


Рис. 136

2. Стекло сталинит полированный" $b=6$ мм, $R = 25$ по углам.

3. Прокладка - 2 шт. Резина кислотощелочестойкая мягкая.

4. Фланец (черный вес 4,2 кг),

5. Винт М8х18 ГОСТ 1490-62 (лучше болт М8х20 ГОСТ 7805-62).

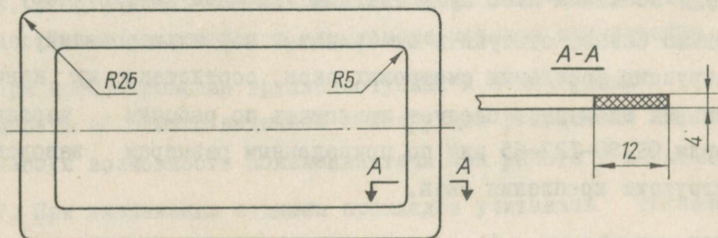


Рис. 137

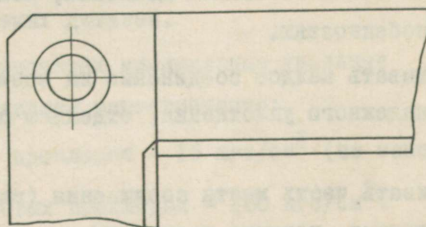


Рис. 138

Расход кислотостойкой стали на фланцы 24 кг.

Достоинства применяемой конструкции:

1. Надежность уплотнения стекла (проверено на сотнях стекол).

2. Лучшая технологичность деталей и сборки в целом.

3. Расход кислотостойкой стали меньше на 35% — 24 кг на заводскую конструкцию, против 37 кг по проекту.

Если по каким-либо существенным причинам конструктору необходимо бывает отступить от принятых нормалью решений, то конструкцию крепления смотровых окон, соотношение их конструктивных элементов следует принимать по рабочим чертежам нормали ОН 90-127-65 или по приведенным размерам заводской конструкции крепления окон.

ВЫВОДЫ

При проектировании мест соединений, влияющих на герметичность камеры или бокса, для уменьшения работ по отысканию и устранению мест течи, следует создавать совершенно надежные конструкции уплотнений, для чего:

1. Не доверять кажущейся простоте выполнения требований по обеспечению герметичности камер при работе и испытании, основанных на очень небольшом давлении, помня об их конструктивных особенностях.

2. Продумывать каждое соединение на возможность получения совершенно надежного уплотнения, отдельно от других вопросов.

3. Вычерчивать часть места соединения (расстояние между болтами, зажимами, толщину прокладки, толщину фланцев и т.д.) в масштабе 1:1 для отчетливого представления истинных размеров проектируемого узла.

4. Для круглых фланцевых соединений производить сравнение выбранных конструктивных элементов с размерами соответствующей конструкции фланцев по ГОСТ на минимальные давления.

5. Проверять покупные изделия и заимствованные из других проектов узлы на наличие в них надежной герметизации выходных валов и мест присоединения.

6. Обеспечивать возможность контроля мест соединения в полностью собранном боксе или камере методом обмыливания.

При проектировании труднодоступных и недоступных мест создавать абсолютно надежную конструкцию уплотнения их, исключая возможность появления течи при работе и испытаниях.

7. При назначении толщины прокладки учитывать технологические погрешности изготовления деталей — коробление привалочных поверхностей, невозможность их обработки после сварки корпуса, изготовление прокладок больших размеров клееными, сварными или др., а также учитывать свойства, качество и неравномерность по толщине прокладочных материалов.

С учетом этого применять для прокладок возможно более мягкие марки материалов и назначать возможно большую толщину их (в пределах разумного).

8. Производить приближенный расчет усилия зажатия, необходимого для обеспечения надежной герметичности и возможных деформаций соединяемых деталей.

9. Принимать в расчетах минимальные удельные давления для обеспечения надежной герметичности:

- для резиновых прокладок — 15 кгс/см^2 (не менее);
- для пластиковых прокладок — 200 кгс/см^2 .

Литература

1. Гокун В.Б. Основы технической подготовки производства в Машиностроении. М. МАШГИЗ.

2. Гусев Н.Г., Ковалев Е.Е., Осанов Д.П., Попов В.И. Защита от излучения протяженных источников. М., ГОСАТОМИЗДАТ, 1961.

3. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. М.-Л., "Машиностроение", 1965.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	3
--------------------	---

ДЕТАЛИ ЗАЩИТЫ КАМЕР

Материал защитных стенок и плит	5
Конструкция элементов защиты	10
Влияние внутренних радиусов на расход металла и трудоемкость изготовления	16
Влияние расположения и величины проемов в сталь- ных плитах на расход металла	17
Отливки из углеродистой стали в качестве деталей защиты	35
Выводы	37

КОНСТРУКЦИИ СВАРНЫХ УЗЛОВ ИЗ ТОНКОЛИСТОВОЙ СТАЛИ

Общие требования	39
Корпуса камер тонкостенные	53
Оформление чертежа на корпус	61
Примеры улучшения технологичности сварных узлов	65

СВАРНЫЕ ДЕТАЛИ НЕБОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ ИЗ КИСЛОТОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ

Общие требования	75
Примеры улучшения технологичности сварных деталей	79
Сокращение количества различных операций на дета- лях и узлах	107

ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ НЕКОТОРЫХ УЗЛОВ И ЭЛЕМЕНТОВ УЗЛОВ КАМЕР И БОКСОВ

Подставки камер трубчатые	III
Приварка различных бобышек, фланцев, штуцеров, ниппелей и других деталей	II 6

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

Общие требования	I 27
Конструкции уплотнений присоединительных мест	I 32
Примеры получения надежной герметичности соединений	I 34
Выводы	I 56
Литература	I 58

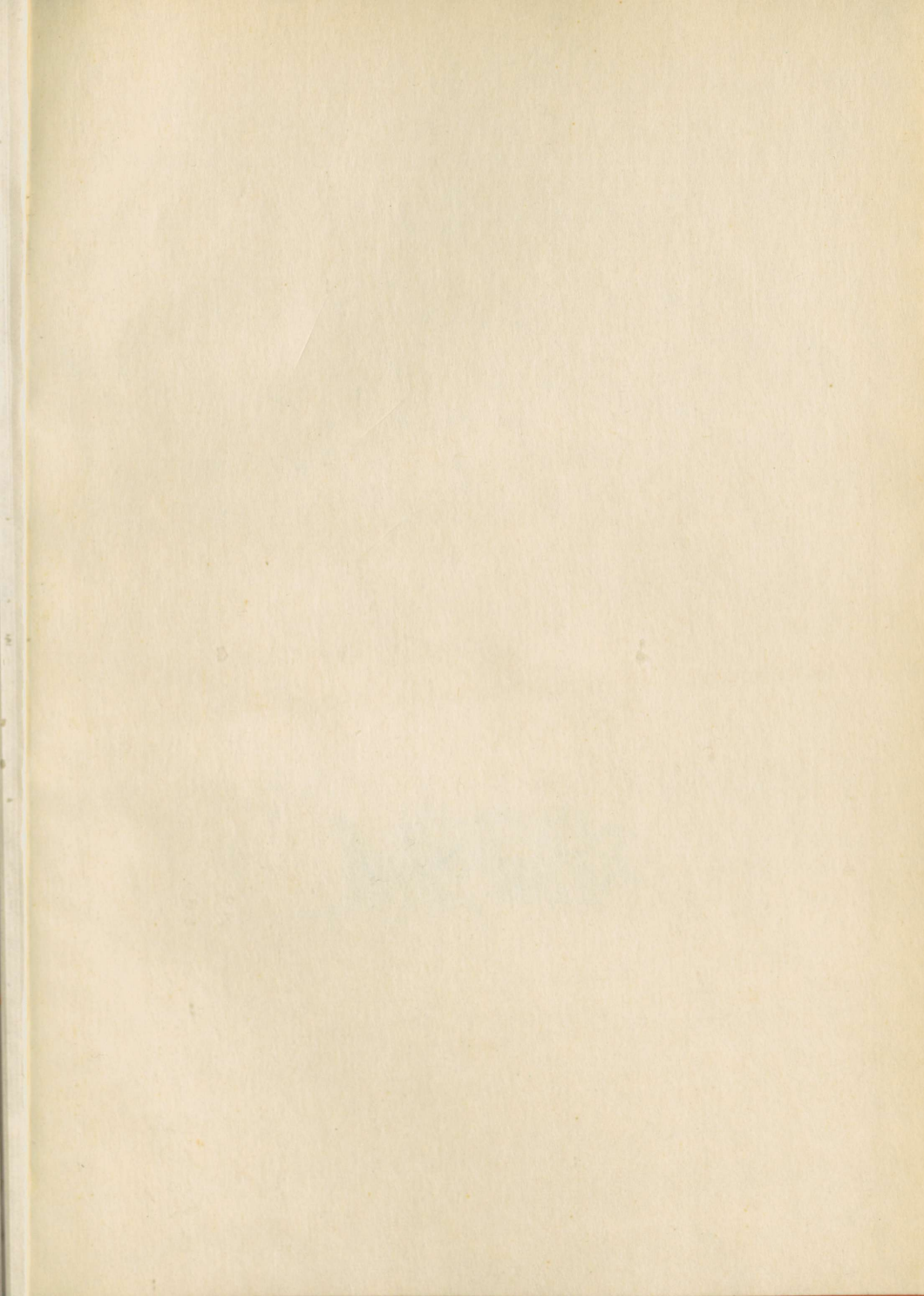
БОЛЬНЫХ Геннадий Трофимович
Технологичность узлов и деталей камерного
оборудования

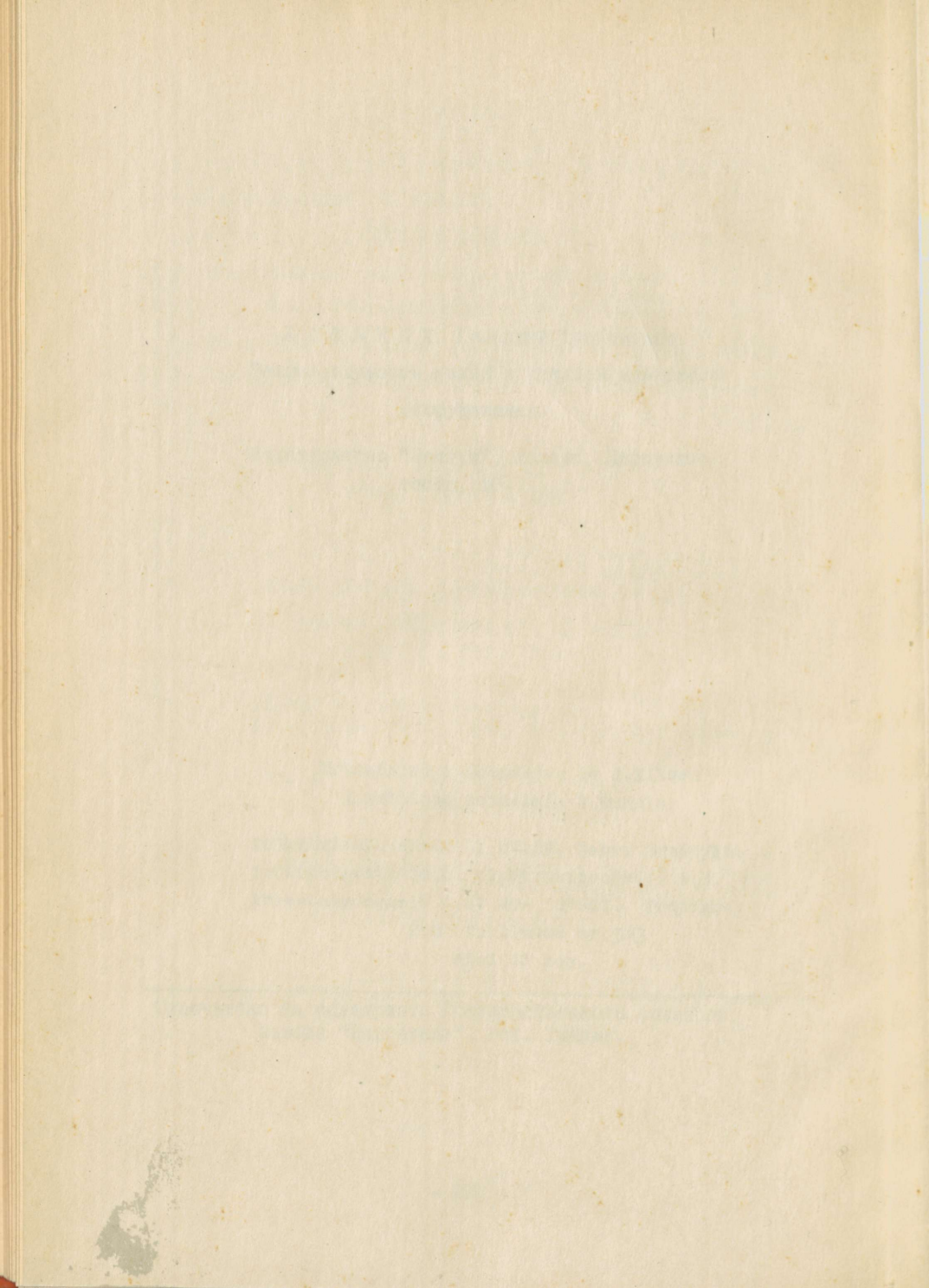
Издательство "Валгус", Таллин, Пярнуское
шоссе, 10

Toimetajad P.Vassiljev ja J.Eilsen
Kunstiline toimetaja R.Tungle

Trükkimisele antud 31.07.69. Paber 60x84/16.
Trükipoognaid 10,0. Tingtrükipoognaid 9,3.
Arvestuspoognaid 6,67 MB- 07801. Trükiarv
200. Tellimuse nr.343
Hind 33 kop.

Отпечатано на ротапринте Государственного союзного
завода "Двигатель", гор. Таллин.





TÜ RAAMATUKOGU



10300013576998

XI

1A-17861

235 553