РД 26.260.225-2001

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

КОРПУСА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОСУДОВ и АППАРАТОВ

Технология, методы обеспечения качества

ОАО "ВНИИПТхимнефтеаппаратуры"
Данная копия является подлинным документом
Дата 29.08.2008
Подпись

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН:

ДАО «Центральное конструкторское бюро нефтеаппаратуры» (ДАО «ЦКБН»)

ОАО «Волгоградский научно-исследовательский и проектный институт технологии химического и нефтяного аппаратостроения» (ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры»);

2 УТВЕРЖДЕН и ВВЕДЕН в ДЕЙСТВИЕ Техническим комитетом 260 «Оборудование химическое и нефтегазоперерабатывающее»

3 ВЗАМЕН РТМ 26-225-75 .

4 СОГЛАСОВАНО с ОАО «Газпром»

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения ДАО «ЦКБН» и ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры».

РД 26.260.225 -2001

«СОГЛАСОВАНО»
Начальник Управления
Машиностроения
и ремонта ОАО «Газпром»
_____ Г.И. Бочкарев
«14» ноября 2001 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Председатель ТК 260
«Оборудование химическое и
нефтегазоперерабатывающее
_____ В.А. Заваров
«27» 11 2001 г.

Лист утверждения

Корпуса цилиндрических сосудов и аппаратов. Технология, методы обеспечения качества.

ДАО «ЦКБН»:

Генеральный директор	Ю.А.Кащицкий
Заведующий отделом стандартизации	Г.Н.Бекетов
Руководитель темы	Е.П.Травкин
Заведующий отделом № 7	О.А.Приймак
Главный металлург	Ю.А.Котельников
Главный сварщик	Ю.А.Чечин
Ответственный исполнитель	Т.М.Лукьянова

ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры»:

Генеральный директор, канд.техн.наук	В.А.Панов
Заместитель генерального директора по НИР, канд.техн.наук	В.Л.Мирочник
Заведующий отделом стандартизации	В.Н.Заруцкий
Руководитель разработки, старший научный сотрудник	Ю.А.Тетенев
Заведующий сектором	В.А.Брюхин
Заведующий лабораторией	В.А.Бабкин
Ведущий инженер	Л.П.Иванченко
Старший научн.сотр., канд.техн.наук	Ю.И.Неретин

Ведущий специалист	В.П.Новиков
Заведующий лабораторией, канд.техн.наук	А.И.Потапов
Ведущий специалист	Ю.К.Павлов
Ведущий технолог	Г.И.Шевяков
Старший научный сотрудник	В.Ф.Шишкин

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 2

3 Общие положения 5

4 Технологическое обеспечение геометрических размеров листовых заготовок, формирование обечаек 7

4.1 Подготовка листового проката 7

4.2 Разметка заготовок обечаек 7

4.3 Механическая резка 11

4.4 Огневая резка 13

4.5 Обработка кромок 13

4.6 Сборка и сварка листов 14

4.7 Гибка листов 14

4.8 Сборка и сварка продольного стыка обечаек 15

4.9 Правка (калибровка) 15

4.10 Вытяжка горловин 16

5 Обеспечение качества сборки и сварки кольцевых стыков корпусов аппаратов 16

6 Методы обеспечения качества разметки, установки приварных элементов и контроля цилиндрических корпусов с использованием лазерной техники 18

6.1 Установка штуцеров на корпусе аппарата 18

6.2 Контроль точности положения штуцеров 20

6.3 Контроль формы корпуса 21

6.4 Разметка корпуса аппарата под установку опорных элементов тарелок 21

6.5 Установка и приварка опорных элементов тарелок 24

6.6 Контроль точности положения опорных элементов 24

7 Выбор способа сварки 25

8 Термообработка 28

9 Контроль 33

Приложение А Перечень нестандартизированного технологического оборудования, средств механизации и оснастки 36

Приложение Б Методика расчета геометрических параметров технологического бандажного кольца 89

Приложение В Способ сборки цилиндрической части корпусов толстостенных аппаратов 97

Приложение Г Методика расчета технологических планок для сборки монтажных кольцевых соединений корпусов 102

РД 26.260.225 -2001

Р У К О В О Д Я Щ И Й Д О К У М Е Н Т

Корпуса цилиндрических сосудов и аппаратов

Технология, методы обеспечения качества

Дата введения 2002 - 07-01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий руководящий документ предназначен для технологического обеспечения качества изготовления и ремонта цилиндрических корпусов сосудов и аппаратов, подлежащих действию «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением» (ПБ 10-115-96), из углеродистых, низколегированных, легированных сталей и биметалла на их основе.

Рекомендуемые технология и методы обеспечения качества прошли проверку на машиностроительных заводах при изготовлении корпусной аппаратуры как для отечественных, так и зарубежных производств и соответствуют требованиям современного уровня производства аппаратуры.

Кроме того, руководящий документ (РД) учитывает перспективу дальнейшего повышения требований к качеству аппаратостроения. Особое внимание уделено выполнению основных операций, существенно влияющих на качество изготовления цилиндрических корпусов аппаратов.

ОАО "НИИхиммаш"

Зарегистрировано № I85 200I-II-26

Заместитель Генерального директора

В.В. Раков

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем руководящем документе использованы ссылки на следующие нормативно-технические документы и стандарты:

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 5640-68 Сталь. Металлографический метод оценки микроструктуры листов и ленты

ГОСТ 6996-66 Сварные соединения. Методы определения механических свойств

ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 12169-82 Заготовки стальные вырезаемые кислородной резкой. Припуски

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые

ГОСТ 14792-80 Детали и заготовки, вырезаемые кислороднои и плазменно-дуговой резкой. Точность, качество поверхности реза

ГОСТ 17410-78 Контроль неразрушающий. Трубы металлические бесшовные цилиндрические. Методы ультразвуковой дефектоскопии

ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования

ГОСТ 18661-73 Сталь. Измерение твердости методом ударного отпечатка

ГОСТ 21105-87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод

ГОСТ 22727-88 Прокат листовой. Методы ультразвукового контроля

ГОСТ 24507-80 Контроль неразрушающий. Поковки из черных и цветных металлов. Методы ультразвуковой дефектоскопии

ГОСТ 26182-84 Контроль неразрушающий. Люминесцентный метод течеискания

ГОСТ 27947-88 Контроль неразрушающий. Рентгенотелевизионный метод. Общие требования

ОСТ 26-2079-80 Швы сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Выбор методов неразрушающего контроля

ОСТ 26-5-99 Контроль неразрушающий. Цветной метод контроля сварных соединений, наплавленного и основного металла

ОСТ 26-01-84 -78 Швы сварных соединений стальных сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика магнитопорошкового метода контроля.

ОСТ 26 291-94 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

ОСТ 26-2044-83 Швы стыковых и угловых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля.

ОСТ 26-11-03-84 Швы сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Радиографический метод контроля

ОСТ 26-11-09-85 Поковки и штамповки сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля

ОСТ 26-11-10-93 Швы сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Рентгенотелевизионный метод контроля

ОСТ 26.260.14-2001 Сосуды и аппараты, работающие под давлением. Способы контроля герметичности

РД 24.200.04-90 Швы сварных соединений. Металлографический метод контроля основного металла и сварных соединений нефтехимической аппаратуры

РД 24.200.11-90 Сосуды и аппараты, работающие под давлением. Правила и нормы безопасности при проведении гидравлических испытаний на прочность и герметичность

РД 24.200.13-90 Трубы стальные бесшовные. Методика входного ультразвукового контроля сплошности

РД 26-8-87 Сварка хладостойких низколегированных сталей, применяемых в конструкциях, эксплуатирующихся при отрицательных температурах

РД 26-11-08-86 Соединения сварные. Механические испытания

РД 26-01-42-87 Термическая обработка коррозионностойких сталей и сплавов на железоникелевой основе в химическом машиностроении

РД 26-11-01-85 Инструкция по контролю сварных соединений, недоступных для проведения радиографического и ультразвукового контроля

РД 26-17- 77-87 Сварка электродуговая ручная и автоматическая под флюсом сосудов и аппаратов из углеродистых и низколегированных повышенной прочности сталей

РД 26-17-086-88 Соединения сварные. Контроль качества термической обработки аппаратуры

РД 34.10.130-96 Инструкция по визуальному и измерительному контролю

РД 34.17.302-97 Котлы паровые и водогрейные. Трубопроводы пара и горячей воды, сосуды. Сварные соединения. Контроль качества. Ультразвуковой контроль. Основные положения

РД 26-01-128-2000 Инструкция по ультразвуковому контролю стыковых и угловых сварных соединений химической аппаратуры из сталей аустенитного и аустенито-ферритного классов с толщиной стенки от 4 до 30 мм

РТМ 26-44-82 Термическая обработка нефтехимической аппаратуры и ее элементов

РТМ 26-168-81 Сварка сосудов и аппаратов из двухслойной коррозионностойкой стали. Типовой технологический процесс.

ПБ 10-115-96 Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением

Правила аттестации специалистов неразрушающего контроля / Утв. ГГТН России 18.08.92

Аккредитация лабораторий неразрушающего контроля. Основные положения./Утв. Приказом Госстандарта России от 16.09. 96. № 282 введ. 01.10.96

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 РД является рекомендательным документом по технологии изготовления и ремонта корпусов цилиндрических сосудов и аппаратов химического и нефтегазового оборудования и направлен на обеспечение требований Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением (ПБ 10-115), общих технических условий ОСТ 26 291 и учитывает перспективу повышения требований к качеству оборудования из углеродистых, низколегированных, легированных и двухслойных сталей.

3.2 Требования, предъявляемые к качеству изготовления корпусов аппаратов нормативными документами (ПБ 10-115, ОСТ 26 291, ГОСТы и пр.) в данном документе, как правило, не дублируются, и их следует искать в соответствующих документах.

3.3 При выполнении технологических операций, предусмотренных РД необходимо соблюдать следующие общие требования:

3.3.1 Заводы-изготовители и ремонтные производства должны располагать необходимым набором оборудования и оснастки, позволяющим выполнять все основные технологические операции по изготовлению и ремонту корпусов определенной номенклатуры, типоразмеров и материального исполнения аппаратов, а также обеспечивающим высокое качество выполнения работ.(В приложении А представлена информация о нестандартизированном технологическом оборудовании, средствах механизации и оснастки, прошедших проверку в производственных условиях машиностроительных заводов).

3.3.2 Транспортные и кантовочные работы необходимо выполнять по схемам транспортировки и кантовки, разработанным соответствующими службами завода и согласованными с отделом техники безопасности.

3.3.3 Межоперационную транспортировку листов из двухслойных сталей следует осуществлять при расположении листов плакирующим слоем вверх, во избежание его повреждения и загрязнения. в таких случаях, когда по технологическим условиям плакирующий слой располагается снизу, он должен быть защищен деревянными или алюминиевыми прокладками.

3.3.4 Контроль геометрических параметров должен быть направлен на обеспечение предприятием качества выпускаемой продукции, отвечающего требованиям стандартов и технических условий.

3.3.5 При проведении контрольных операций пространственное положение проверяемых узлов должно обеспечивать минимальную погрешность измерения. При необходимости закрепления средства измерения на проверяемом узле, усилие прижима не должно вызывать деформацию средства измерения или базовых поверхностей, влекущей за собой погрешность измерения.

3.3.6 Поверочный и измерительный инструмент и приспособления, применяемые при выполнении контрольных операций, могут быть любого образца из числа принятых в практике аппаратостроения, при условии обеспечения требуемой точности измерения и прошедших необходимую метрологическую аттестацию.

3.3.7 Систематический контроль за производством измерений должен осуществляться рабочими, мастерами и работниками отдела технического контроля предприятия в соответствии с указаниями, изложенными в технической документации.

3.4 Методы сборки элементов под сварку должны обеспечить правильное взаимное расположение сопрягаемых элементов и свободный доступ к выполнению сварочных работ в последовательности, предусмотренной технологическим процессом.

3.5 При сборке допускается подгонка, если собираемые детали находятся в пределах допусков. Методы подгонки должны исключать появление значительных дополнительных напряжений в металле и повреждение поверхности изделий.

3.6 Сварщик может приступить к сварке после контроля сборки ОТК.

3.7 Так как РД рассматривает только общие вопросы технологии изготовления и ремонта, то для аппаратов конкретного вида (колонных, теплообменных, емкостных, реакторного типа и пр.) необходима разработка рабочих технологических процессов и инструкций, с учетом требований настоящего документа и чертежа.

4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК, ФОРМИРОВАНИЕ ОБЕЧАЕК

4.1 Подготовка листового проката

4.1.1 Листовой прокат, поступающий в производство, должен приниматься отделом технического контроля, при этом проверяется соответствие материалов требованиям чертежа, ОСТ 26 291, стандартов или технических условий на эти материалы.

4.1.2 Листовой прокат должен подвергаться правке на листоправильной машине, если кривизна листов выходит за пределы величин, приведенных в таблице 1. Загрязненный прокат к правке не допускается. Правка листового проката с толщиной, выходящей за пределы технических возможностей листоправильных машин, осуществляется на прессах, как в холодном, так и нагретом состоянии.

4.1.3 Листы, имеющие местную кривизну радиусом менее 20 толщин, необходимо подвергнуть правке с нагревом до температуры не менее 730-750 °С. При правке двухслойных сталей плакирующий слой защищать от механических повреждений различными прокладками.

4.1.4 Для измерения прогиба после правки рекомендуется пользоваться индикаторным приспособлением, представленным на рисунке 1, либо традиционным способом с помощью измерительных или поверочных линеек.

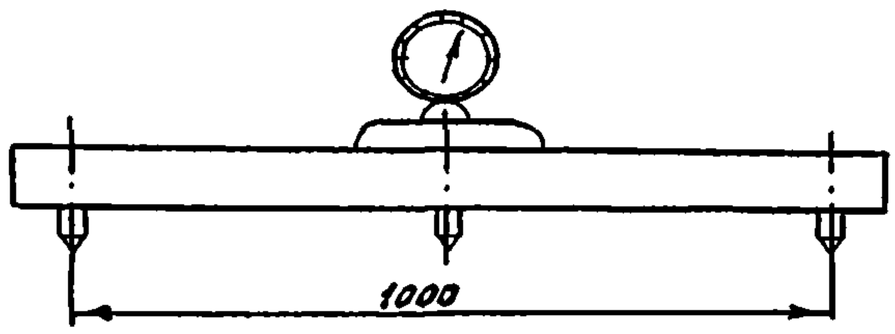
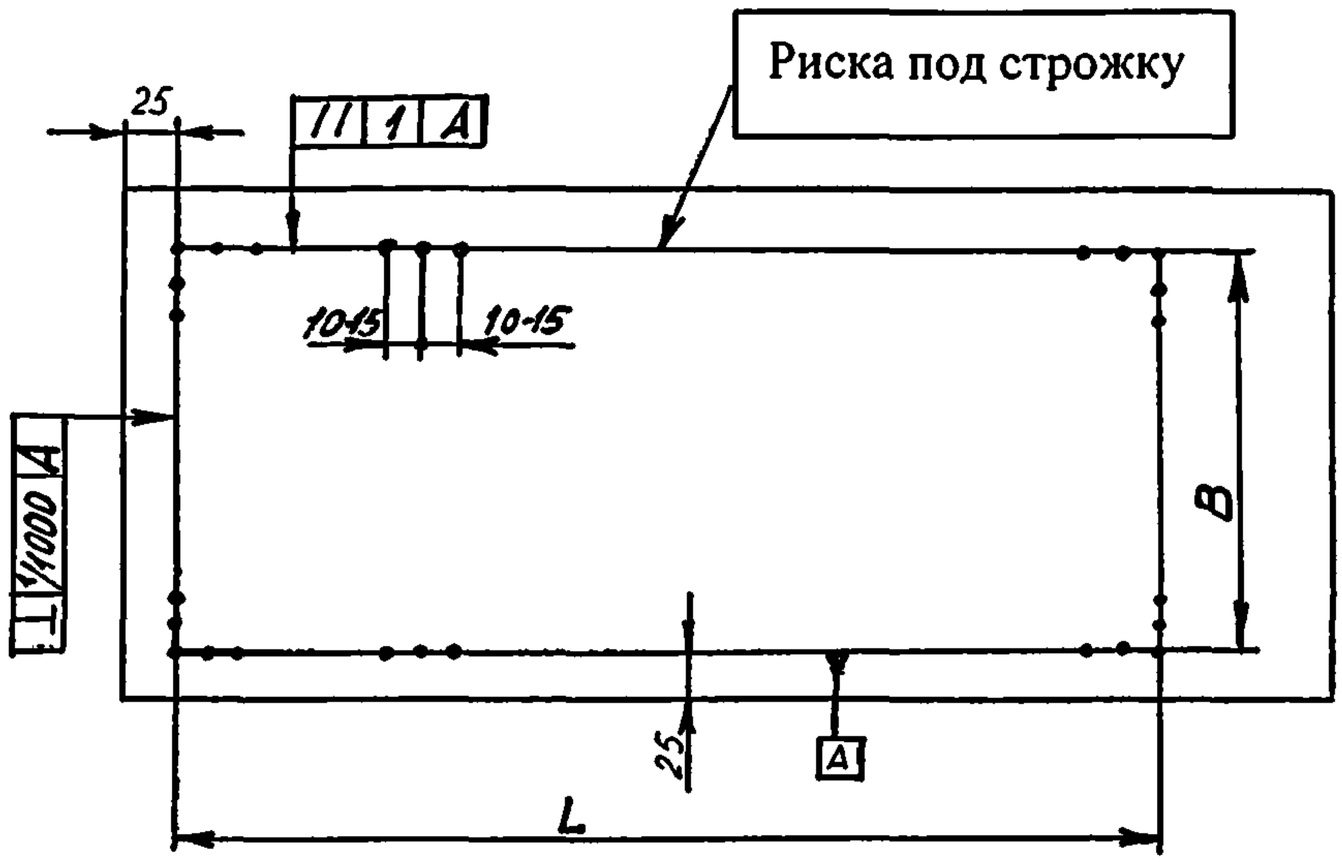


Рисунок 1.

4.2 Разметка заготовок обечаек

4.2.1 После правки уложить лист на место разметки маркировкой вверх и произвести разметку заготовки обечайки в соответствии с рисунком 2.



L – длина развертки обечайки;
B – длина обечайки

Рисунок 2 - Схема разметки заготовки обечайки, изготавливаемой из одного листа или карты

Допуски на размеры заготовок и припуски под механическую обработку приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 1 - Допустимая кривизна листов.

В миллиметрах

Сталь	Толщина листа	Допускаемые отклонения, не более		
		Стрела прогиба на 1пог.м	Общая кривизна листа	
			По ширине	по длине
Углеродистая и низколегированная	От 6 до 12	2	5	8
Двухслойная	» 6 » 12	1,5	3	6
Углеродистая и низкоуглеродистая	Св.12 до 24	1,5	3	5
Двухслойная	» 12» 24	1	3	5
Углеродистая и низкоуглеродистая	Св. 24	1	2	4
Двухслойная	» 24	1	2	4

Таблица 2 - Допуски на размеры заготовок при разметке

В миллиметрах

Длина заготовок	Разность диагоналей	Допуск на размер
До 4000	1,5	1,0
Св. 4000 до 8000	2,0	1,5
» 8000	2,5	2

Таблица 3 - Величина припуска на механическую обработку заготовок

В миллиметрах

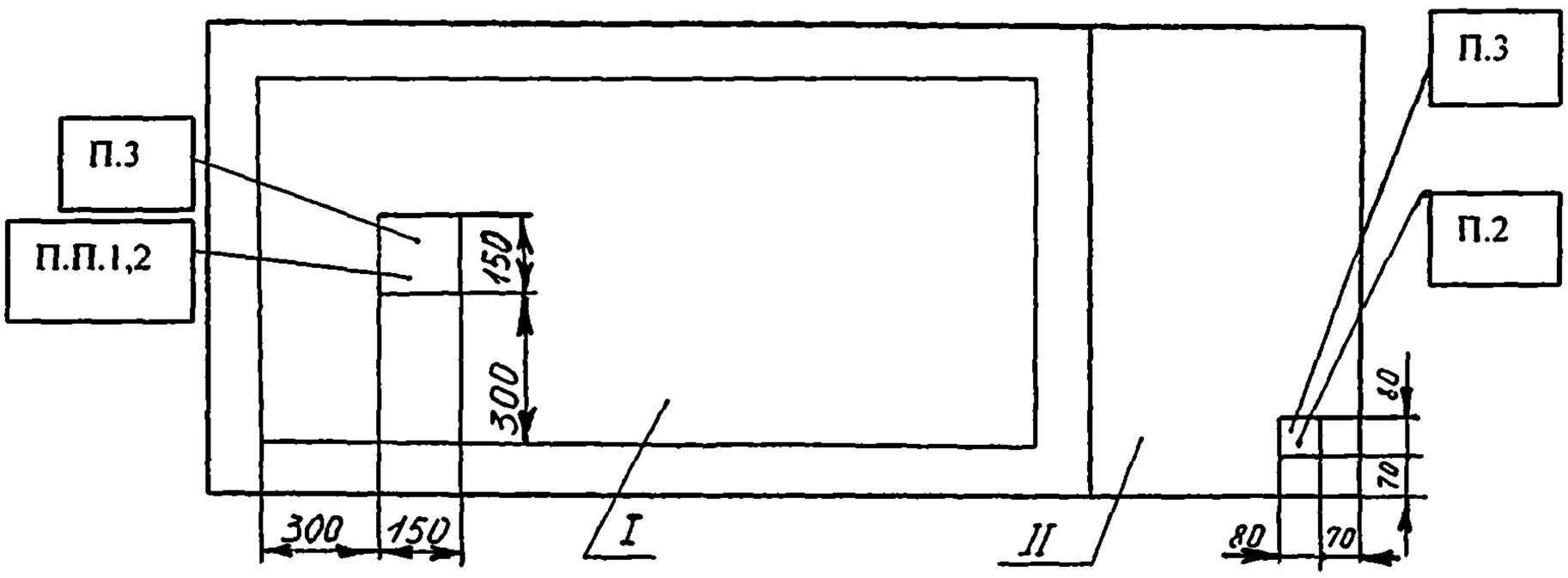
Способ кислородной резки	Номинальные размеры заготовок	Толщина разрезаемого листа		
		Св.4 до 10	Св. 10 до 25	Св.25 до 36
		Размеры припусков и допускаемые отклонения по ним на сторону		
Машинная	Св. 20 до 1000	$6_{-1,5}$	$8_{-2,0}$	$10_{-2,5}$
	» 1000 »5000	$8_{-2,0}$	$10_{-2,5}$	$12_{-3,0}$
	» 5000 »10000	$12_{-3,0}$	$14_{-4,0}$	$16_{-4,5}$

Таблица 4 - Содержание маркировки заготовок обечаек, контрольных пластин и технологических планок (рисунок 3,4)

Заготовка обечайки	Используемый остаток листа	Контрольная пластина	Технологические планки
1.Маркировать:			
Размеры обечайки D x l x s, номер заказа и обозначение по чертежу, номер обечайки по раскрою, марка стали, номер плавки, знак завода поставщика металла	Марку стали, номер плавки, толщину листа, номер заказа	Марку стали, номер плавки, толщину листа, номер заказа	Марку стали, толщину листа
2. Маркировка наносится в соответствии с требованиями ОСТ 26 291 3. Качество маркировки удостоверяется клеймом ОТК.			

4.2.2 После разметки заготовки обечайки и деловой отход маркируются в соответствии с рисунком 3 и таблицей 4. Место маркировки необходимо зачистить до металлического блеска.

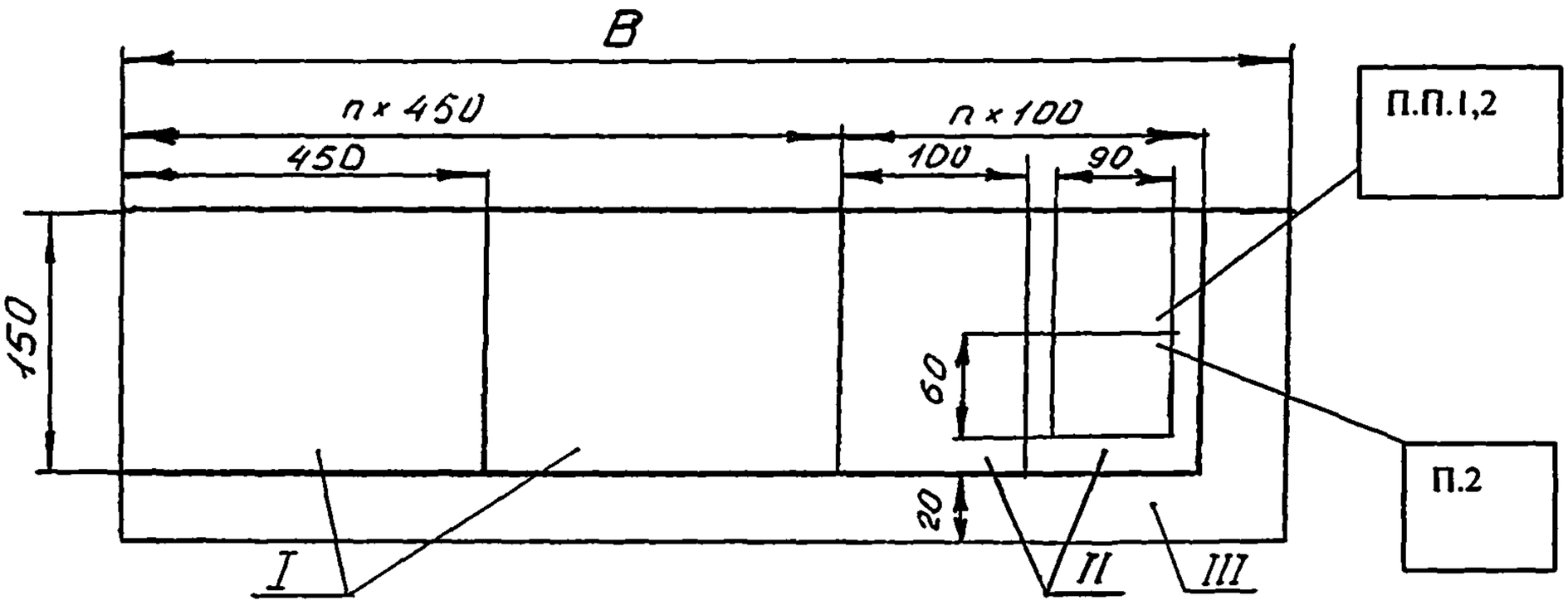
4.2.3 Разметку контрольных пластин и технологических планок производить согласно схеме на рисунке 4.



I – заготовка обечайки; II – остаток листа (используемый)

П.П.1,2,3 – в соответствии с таблицей 4.

Рисунок 3.



I – пластина контрольная; II – технологические планки; III – остаток листа

П.П.1,2 – в соответствии с таблицей 4.

Рисунок 4 - Схема разметки контрольных пластин и технологических планок

4.2.4 При разметке двухслойных сталей под механическую резку кернение производить со стороны плакирующего слоя. Маркировка заготовок со стороны плакирующего слоя должна выполняться способами, не вызывающими его повреждения.

4.2.5 Исходная длина заготовки под обрезку определяется по формуле:

$$l = l_{заг.} + 2\delta, \qquad (1)$$

где, δ- припуск под механическую обработку.

Определение параметра длины заготовки (без припуска под механическую обработку) для гибки в обечайку «нахолодно» производится по формуле:

$$l_{заг.} = L_0\left(1 - \frac{\beta^2}{\left(2+\beta^2\right)^2}\right), \qquad (2)$$

где, $L_0 = 2\pi\left(R_{вн} + \frac{S}{2}\right)$, $\beta = \frac{S}{R_{вн}}$

$R_{вн}$ — внутренний радиус обечайки

S — толщина стенки обечайки

При определении длины заготовок обечаек, которые проходят обработку с нагревом, рекомендуется учитывать ожидаемое удлинение развертки при гибке и калибровке. Согласно технологической инструкции на изготовление толстостенных обечаек повышенной точности, разработанной в ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», расчет длины развертки обечаек с учетом ожидаемого удлинения при гибке и калибровке ведется по формуле:

$$L_{заг} = L_0 - \Delta\ell_1 - \Delta\ell_2 - d + a_{св.} + a_{терм.}, \qquad (3)$$

где, $L_0 = 2\pi\,(R_{вн} + S/2)$ — длина обечайки по средней линии;

$(R_{вн} + S/2)$ – радиус среднего слоя обечайки;

$\Delta\ell_1$ - линейное удлинение обечайки при гибке, мм;

$\Delta\ell_2$- линейное удлинение обечайки при правке, мм;

d- зазор между кромками обечайки при сварке, мм;

$a_{св.}$- усадка сварного шва, мм;

$a_{терм}$ – усадка сварного шва обечайки в результате термообработки, мм.

4.3 Механическая резка

4.3.1 Резка на гильотинных ножницах должна обеспечивать получение геометрических размеров заготовки в соответствии с требованиями таблиц 5 - 8. Непараллельность и неперпендикулярность обрезаемых кромок допускается в пределах допуска на размер.

Таблица 5 - **Допуск на размер заготовки при резке на гильотинных ножницах**

В миллиметрах

Толщина заготовки	Длина линии реза		
	До 1000	Св. 1000 до 4000	Св. 4000
	Допуск на размер заготовки		
От 6 до 12	±1,5	±2,5	±3,0
Св. 12 » 24	±2,0	±3,5	±4,5
» 24	±3,0	±4,0	±5,0

Таблица 6 - **Допустимая разность диагоналей**

В миллиметрах

Длина заготовки	Максимально допустимая разность диагоналей
До 4000	3
Св. 4000 до 8000	4
» 8000	5

Таблица 7 - **Допускаемая величина скоса кромок после механической резки.**

В миллиметрах

Толщина листа S	Величина скоса кромок
От 8 до 12	1,0
» 14 »24	2,0
» 26 » 36	2,5

Таблица 8 - **Допускаемая величина вырыва**

В миллиметрах

Толщина листа S	Величина вырыва
От 8 до 16	0,5
» 16 » 26	1,0
» 26 » 36	1,3

4.3.2 При механической резке двухслойных сталей лист кладется плакированной стороной кверху. Перед резкой рекомендуется очистить ножи от ржавчины и загрязнений, крепить листы необходимо с применением медных или алюминиевых прокладок.

4.3.3 При гильотинной резке на кромке реза появляются зоны наклепа, вызывающие при сварке старение стали. Рекомендуется производить обработку огневой резкой, строганием или фрезерованием.

4.4 Огневая резка листа

4.4.1 Огневая резка применяется при вырезке заготовок обечаек из углеродистой и низколегированной сталей.

В случае огневой (кислородно-ацитиленовой) резки двухслойной стали ее необходимо производить со стороны основного слоя .Плазменная резка производится со стороны плакирующего слоя. При огневой резке должны быть приняты меры по защите листа от брызг металла.

4.4.2 Допуски на размеры заготовок в зависимости от способа огневой резки и номинальных размеров листа должны соответствовать требованиями ГОСТ 1·2169

4.4.3 Качество реза при огневой резке определяются сочетанием следующих показателей: перпендикулярности поверхности реза, шероховатости поверхности реза и величины зоны термического влияния. Значения этих показателей должны соответствовать ГОСТ 14792.

4.4.4 При машинной газовой резке допускаются неровности глубиной не более 0,3 мм - при толщине листа до 20 мм и не более 0,5 мм - при толщине свыше 20 до 40 мм.

4.4.5 Количество выхватов не должно быть более одного на 1 погонный метр кромки при глубине выхвата не более 2 мм и длине не более 6 мм.

4.4.6 Отклонение от прямолинейности обработанных кромок на всей длине при резке на газорезательной машине допускается в пределах 1,5 ± 1,5 мм.

4.5 Обработка кромок

4.5.1 Механическая обработка кромок под сварку должна производиться на кромкострогальных станках и другом оборудовании, обеспечивающем требуемое качество обработки, точность, форму и геометрические параметры разделки.

4.5.2 Механическая разделка кромок под сварку заготовок из углеродистых сталей должна выполнятся в соответствии с требованиями ГОСТ 8713

4.5.3 Разделка кромок под сварку в среде углекислого газа должна производиться в соответствии с ГОСТ 14771, под ручную электродуговую сварку в соответствии с ГОСТ 5264, а также в соответствии с требованиями чертежа.

4.5.4 Отклонения размеров заготовок обечаек должны отвечать требованиям ОСТ 26 291.

4.6 Сборка и сварка листов (карт)

4.6.1 Сборку под сварку и сварка разверток обечаек или карт корпусов рекомендуется производить на специальных стендах (приложение А.39), обеспечивающих необходимую точность геометрических параметров стыковых сварных соединений, в соответствии с требованиями ОСТ 26-291 и другими нормативными документами.

4.6.2 Смещение кромок листов и зазор под сварку в стыковых соединениях:

- не должны превышать нормативных размеров;
- для двухслойных сталей выравнивание кромок производится по плакирующему слою.

4.6.3 При сборке стыковых соединений из двухслойной стали прихватку необходимо выполнять со стороны основного слоя.

4.7 Гибка обечаек

4.7.1 Гибка листовых заготовок и карт в обечайку должна производиться на трех- или четырехвалковых листогибочных машинах с предварительной подгибкой кромок по радиусу.

Гибка листов может осуществляться на прессах (например, толстостенных обечаек), а также на специальных устройствах (приложение А.40), конструкция которых позволяет производить гибку листа по радиусу, например, нежестких или негабаритных обечаек.

4.7.2 Количество проходов определяется минимально возможным радиусом гибки за один пропуск и зависит от тягового усилия листогибочной машины

4.7.3 Гибка заготовок может осуществляться с нагревом или «нахолодно» в зависимости от мощности листогибочной машины и требований ОСТ 26 291.

Для заготовок из углеродистых сталей температура нагрева должна быть 1050 - 1100 °С. Температура окончания гибки для всех марок двухслойных сталей - не ниже 900 °С; для сталей аустенитного класса - не ниже 850 °С; для теплоустойчивых сталей - не ниже 800 °С; для углеродистых и низколегированных – не ниже 700 °С.

4.7.4 При гибке не допускается образование трещин, задиров, вмятин и закатывания в материал листа окалины, шлака, грата.

4.7.5 При гибке листа с плоскими участками у продольных кромок размер каждого участка должен быть не менее половины расстояния между боковыми валками, при этом переход от плоского участка к цилиндрической части должен быть плавным без изломов и перегибов.

4.7.6 У свальцованной обечайки допустимые отклонения радиуса, совместного увода кромок, зазора между продольными кромками, торцевого и радиального смещения кромок должны быть не более величин, которые позволят провести качественную сборку продольного стыка имеющимися на предприятии техническими средствами.

4.7.7 Гибку нежестких обечаек, когда изгибающий момент от веса выходной ветви листа превышает момент, при котором теряется устойчивость заготовки и происходит распрямление согнутой части относительно бокового валка, рекомендуется производить за один проход с использованием поддерживающего или формирующего устройства (приложение А.40).

4.8 Сборка и сварка продольного стыка.

4.8.1 После гибки заготовки производится предварительная сборка продольного стыка обечайки с помощью струбцин на листогибочной машине.

4.8.2 Сборку продольного стыка на прихватках рекомендуется производить на сборочных плитах или специализированных стендах (приложение А.3,4,5) и руководствоваться требованиями ОСТ 26-291, РД 26-17-77, и РТМ 26-168.

4.8.3 Сварку продольных стыков осуществлять на стендах (приложение А. 6, 7, 8, 12), обеспечивающих требуемое качество сварных швов в соответствии с требованиями чертежа и руководствоваться рекомендациями раздела 7 настоящего РД.

4.9 Правка (калибровка)

4.9.1 Правка (калибровка) обечаек и корпусов производится с целью получения заданной геометрической формы. Овальность обечаек после правки должна находиться в пределах допусков на их диаметр в соответствии с требованиями нормативных документов.

4.9.2 Правка (калибровка) обечаек может осуществляться с нагревом или без нагрева в зависимости от типоразмеров и материала, при тех же режимах, что и гибка обечаек.

4.9.3 Калибровку обечаек и корпусов теплообменных аппаратов диаметром от 400 до 800 мм, длиной до 6000 мм и толщиной стенки от 6 до 16 мм рекомендуется производить методом последовательной раздачи разжимным пуансоном на специализированной установке, схема и краткая техническая характеристика которой представлены в приложении А.23. Калибровка обечаек данным способом позволяет получать точность по длине окружности обечайки в пределах допусков, при этом величина деформации растяжения составляет для углеродистых сталей –1 %, для легированных - 1,5 %. Кроме того, описанная установка может быть применена для сборки обечаек в корпус.

4.9.4 Для сосудов и аппаратов с давлением до 10 МПа рекомендуется калибровка диаметров на торцах труб, переходов, отводов, обечаек и днищ, методом цилиндрического обжима и раздачи на специальных установках (приложение А.35). Метод позволяет калибровать в холодном состоянии перечисленные изделия диаметром до 3200 мм с толщиной стенки до 24 мм с точностью откалиброванного диаметра до 0,1 %.

4.10 Вытяжка горловин

4.10.1 При изготовлении корпусов теплообменных аппаратов с отбортованными горловинами (в местах вварки штуцеров), вытяжку горловин рекомендуется проводить в обечайках на установках, оснащенных специальным устройством индукционного нагрева, силовой установкой для вытяжки и устройством для формирования горловины. В приложении А.24 представлена схема установки для вытяжки горловин диаметром от 108 до 426 мм в цилиндрических обечайках диаметром от 400 до 800 мм с толщиной стенки от 8 до 16 мм.

5 ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА СБОРКИ И СВАРКИ КОЛЬЦЕВЫХ СТЫКОВ И КОРПУСОВ АППАРАТОВ

5.1 Обечайки, поступающие на сборку, должны быть изготовлены в соответствии с картой раскроя корпуса и иметь обработанные под сварку кромки согласно требованиям чертежей и нормативных документов.

5.2 Сборку кольцевых стыков из обечаек из тонколистового проката рекомендуется выполнять методом последовательного наращивания обечаек в корпус на специализированных стендах, оснащенных пневматическими или гидравлическими устройствами для выравнивания кромок. По способу сборки устройства делятся на два типа: с последовательным и одновременным выравниванием кромок стыкуемых обечаек по их периметру.

Для аппаратов диаметром от 1200 до 5000 м наиболее широкое распространение получили установки с последовательным выравниванием кромок (приложение А.9,10).

Для сборки и автоматической сварки изделий из малогабаритных обечаек и труб рекомендуются специализированные установки, состоящие из сварочного манипулятора с раздвижной планшайбой, колонны сварочной, консоли сварочной с зажимным устройством и роликоопорами (приложение А.15).

5.3 При сборке и сварке корпусов из нежестких обечаек следует применять внутренние и наружные распорки или бандажные кольца. Последние служат также средством для предотвращения пластических деформаций в зоне контакта корпуса с роликовым стендом. Методика расчета колец приводится в приложении Б.

5.4 Сборку кольцевых стыков толстостенных корпусов (свыше 70 мм) рекомендуется осуществлять селективным методом, обеспечивающим минимальное значение смещения кромок при фактических размерах поперечных сечений обечаек. Подбор обечаек, их взаимную ориентацию и фиксацию рекомендуется выполнять по методике, представленной в приложении В.

5.5 Сборка монтажных стыков в заводских условиях производится на технологических планках. Размеры, количество и расположение планок определяются расчетным путем, в зависимости от конкретных условий, с учетом обеспечения прочности собранного корпуса при транспортировке и других операциях. Расчет технологических планок приведен в приложении Г.

5.6 При невозможности транспортирования аппаратов в собранном виде, они должны поставляться максимально укрупненными блоками, изготовление которых осуществляется на заводе-изготовителе по разработанной технологии. Деление аппарата на блоки заводом- изготовителем согласовывается с заказчиком и монтажной

организацией. Блоки поставляются с максимально возможной степенью заводской готовности и должны быть подвергнуты необходимому объему контроля и испытаний в соответствии с техническими требованиями чертежа и нормативных документов.

5.7 Технология изготовления аппаратов из укрупненных блоков должна предусматривать контрольную сборку корпуса на заводе-изготовителе с нанесением на монтажных стыках необходимых рисок, меток или приваркой фиксирующих сборочных приспособлений, используемых в дальнейшем при монтаже аппарата. Допускается выполнять контрольную сборку аппарата методом последовательного попарного сопряжения блоков по кольцевым монтажным стыкам с точностью, обеспечивающей получение необходимых геометрических параметров корпуса, согласно требованиям стандартов и чертежа.

5.8 При изготовлении аппаратов из тонкостенных (не жестких) обечаек, при наличии в цехе достаточной высоты до подкрановых путей, рекомендуется осуществлять сборку корпусов в вертикальном положении.

5.9 Сварку стыков выполнять в соответствии с требованиями нормативных документов, рабочего чертежа и руководствоваться рекомендациями раздела 7 настоящего документа.

6 МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА РАЗМЕТКИ, УСТАНОВКИ ПРИВАРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И КОНТРОЛЯ КОРПУСА АППАРАТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛАЗЕРНОЙ ТЕХНИКИ

6.1 Установка штуцеров на корпусе аппарата

6.1.1 Установка штуцеров на корпусе аппарата проводится с использование лазерных измерительных систем и комплекса специального оборудования и оснастки, позволяющих обеспечить требуемое положение штуцера как от условной оси аппарата, так и от наружной поверхности (приложение А.52, 53).

6.1.2 В комплект оборудования и оснастки для определения положения штуцеров на корпусе аппарата (рисунок 5) входят: лазерный визир, центраторы, мишень, приспособление для установки штуцеров, специальная линейка для выверки

и контроля положения штуцеров от условной оси корпуса и стенд линейных измерений. Назначение лазерного визира, центратора, мишени приведены в п.п. 6.4.7.

6.1.3 Приспособление для установки штуцеров (рисунок 5, поз. 5) предназначено для выверки положения штуцера при сборке его с корпусом или днищем аппарата и обеспечивает заданный вылет штуцера как от поверхности корпуса, так и от условной оси с применением специальной линейки. Условная ось при этом материализуется лучом лазера.

6.1.4 Приспособление для контроля положения штуцера (рисунок 5, поз. 6) предназначено для определения отклонения штуцера от заданных геометрических параметров. Приспособление позволяет измерять вылет и наклон оси штуцера как от наружной поверхности, так и от условной оси корпуса с применением специальной линейки.

6.1.5 Специальная линейка предназначена для выверки и контроля положения штуцера относительно условной оси корпуса, заданного лучом лазера. Линейка применяется только совместно с приспособлением для установки и контроля штуцеров.

6.1.6 Стенд линейных измерений предназначен для разметки корпуса по длине от базовой поверхности, перпендикулярной условной оси, а также контроля линейных размеров после сборки и сварки. В состав стенда входят лазерный визир, мишень, устройство для поворота луча на 90° и приспособления для установки компарированной рулетки параллельно оси луча лазера. Схема стенда представлена в приложении А.52.

6.1.7 Подготовка к разметке заключается в установке и настройке стенда линейных измерений относительно оси отнивелированного сборочного стенда, на котором находится корпус аппарата.

6.1.8 Определение центра штуцера на корпусе аппарата производится устройством для поворота луча на угол 90°. При этом необходимо настроить оптическую головку так, чтобы можно наблюдать след повернутого луча на рулетке, совместить центр луча с требуемым размером на рулетке, а затем, поворотом головки в сторону аппарата, отметить центр луча на наружной поверхности по одной из образующих корпуса.

6.1.9 Определяя размеры положения штуцеров по длине на рулетке стенда от ба-

зовой плоскости и перемещая устройство по длине, необходимо нанести соответствующие точки на корпусе аппарата по центру повернутого на угол 90° луча лазера .

6.1.10 Установка штуцера на корпус аппарата производится с применением приспособления. Для этого приспособление предварительно настраивается на размер вылета штуцера от поверхности корпуса, устанавливается на штуцер, закрепляется и краном совместно со штуцером транспортируется на место сборки. Приспособление ориентируется по оставленным после вырезки отверстия поперечным и продольным рискам.

6.1.11 Для обеспечения требуемого положения штуцера относительного условной оси (рисунок 5) необходимо предварительно установить в корпусе центраторы, настроить их, установить лазерный визир и мишень, произвести выверку луча относительно мишени.

6.1.12 Установку штуцера относительно условной оси следует выполнять в следующей последовательности: закрепить специальную линейку в приспособлении, выверить положение штуцера по лучу в продольной плоскости корпуса, собрать штуцер корпуса на прихватках.

6.2 Контроль точности положения штуцеров

6.2.1 Основными геометрическими параметрами, характеризующими положение штуцера, являются вылет от условной оси корпуса (или от наружной поверхности) и углы наклона оси штуцеров в поперечной и продольной плоскостях аппарата.

6.2.2 Контроль точности положения штуцера относительно оси необходимо выполнять в следующей последовательности:

- установить на фланец приспособление для контроля (предварительно настроив комплекс оптической оснастки);
- закрепить специальную линейку в приспособлении;
- на линейку установить рамку для определения положения в продольной и поперечной плоскостях;
- определить углы наклона оси штуцера.

6.2.3 Для контрольной проверки вылета привалочной поверхности штуцера от поверхности корпуса следует использовать штыри с линейками, которые устанавливаются в приспособление.

6.2.4 Результаты контроля должны быть зафиксированы в соответствующих документах (журналах, картах, формулярах контроля и др.).

6.3 Контроль формы корпуса

6.3.1 Основными показателями, характеризующими отклонения формы цилиндрической поверхности корпуса, являются отклонения от круглости и прямолинейности. В основу процесса измерения отклонения от круглости положен центровой метод (рисунок 6), при котором измеряют длину радиус- векторов из одной точки центра и соответствующие им углы, являющиеся координатами точек профиля.

Для определения расположения поперечных сечений в корпусе за базу принята условная ось, материализуемая лучом лазера. Таким образом, след луча лазера в поперечном сечении определяет центр измерения радиус- векторов.

Для определения отклонений от прямолинейности принят метод поперечных сечений. Метод основан на определении расположения реальной оси аппарата в пространстве.

6.3.2 Контроль формы корпуса необходимо выполнять в следующей последовательности: установить внутри корпуса оборудование и оснастку в соответствии с п. 6.1.11., в контролируемых сечениях произвести измерение радиус- векторов специальной линейкой, по результатам измерений выполнить расчеты относительной овальности и отклонений от прямолинейности.

6.3.3 Контроль формы корпуса проводить после сборки перед разметкой, а также в окончательно собранном корпусе (сдаточный контроль).

6.3.4 Результаты контроля должны быть зафиксированы в соответствующих документах (журналах, картах, формулярах контроля и др.)

6.4 Разметка корпуса аппарата под установку опорных элементов тарелок.

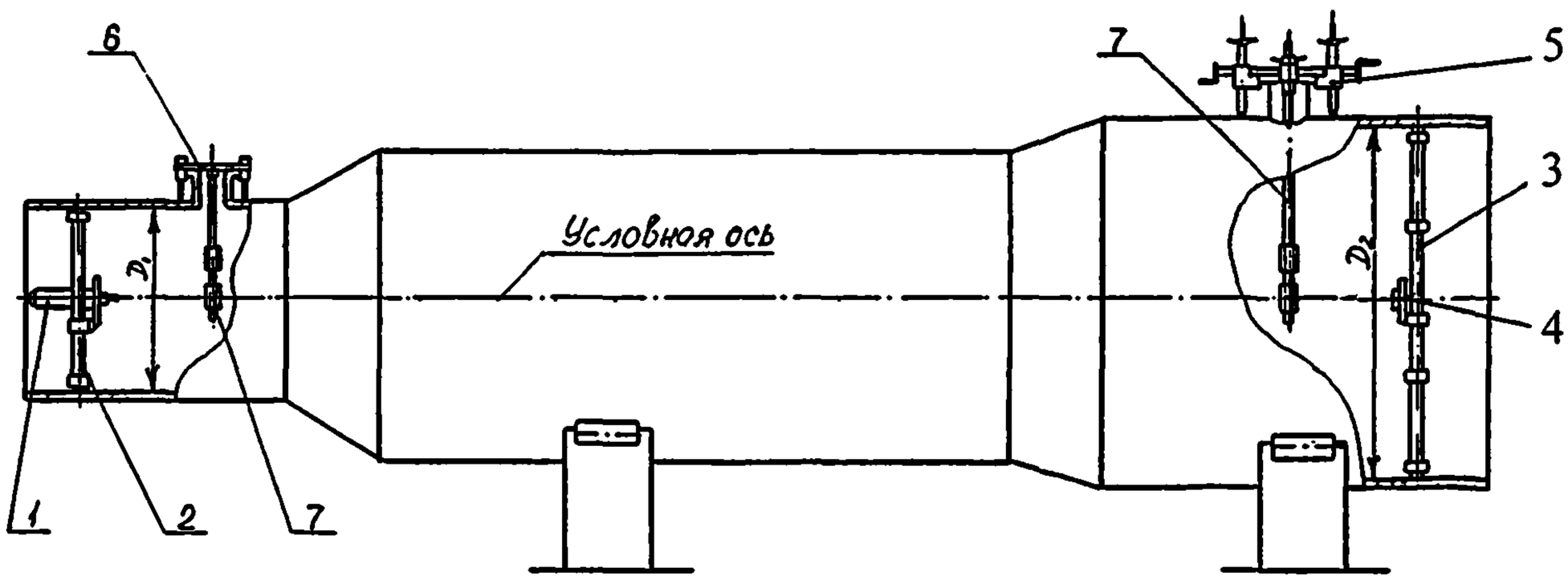
6.4.1 Разметка корпуса с применением лазерной техники проводится с целью:

- определения положения опорных элементов тарелок (рисунок. 7);
- создания базы для установки вертикальной опоры;
- увязки технологической и монтажной баз.

6.4.2 Разметка является основной технологической операцией, существенно влияющей на точность установок тарелок в корпус аппарата. При выполнении раз-

меточных, сборочных и контрольных работ, а также выверки аппарата на монтажной площадке следует принять единую базу - условную ось корпуса, проходящую через центр средних окружностей профилей поперечных сечений, расположенных в местах установки на наружной поверхности корпуса реперных устройств (для выверки аппарата).

6.4.3 Подготовка к разметке заключается в нивелировке сборочного стенда, установке корпуса на роликоопоры, калибровке корпуса и контроле его форме, разметке главных линий. Отклонение от круглости в местах установки центров (расположение реперных устройств) не должно превышать 5 мм.



1-лазерный визир; 2-центратор D1; 3- центратор D2; 4-мишень; 5-приспособление для установки штуцера (люка); 6-приспособление для контроля положения штуцера (люка); 7- специальная измерительная линейка.

Рисунок 5 - Схема установки и контроля штуцера от условной оси корпуса

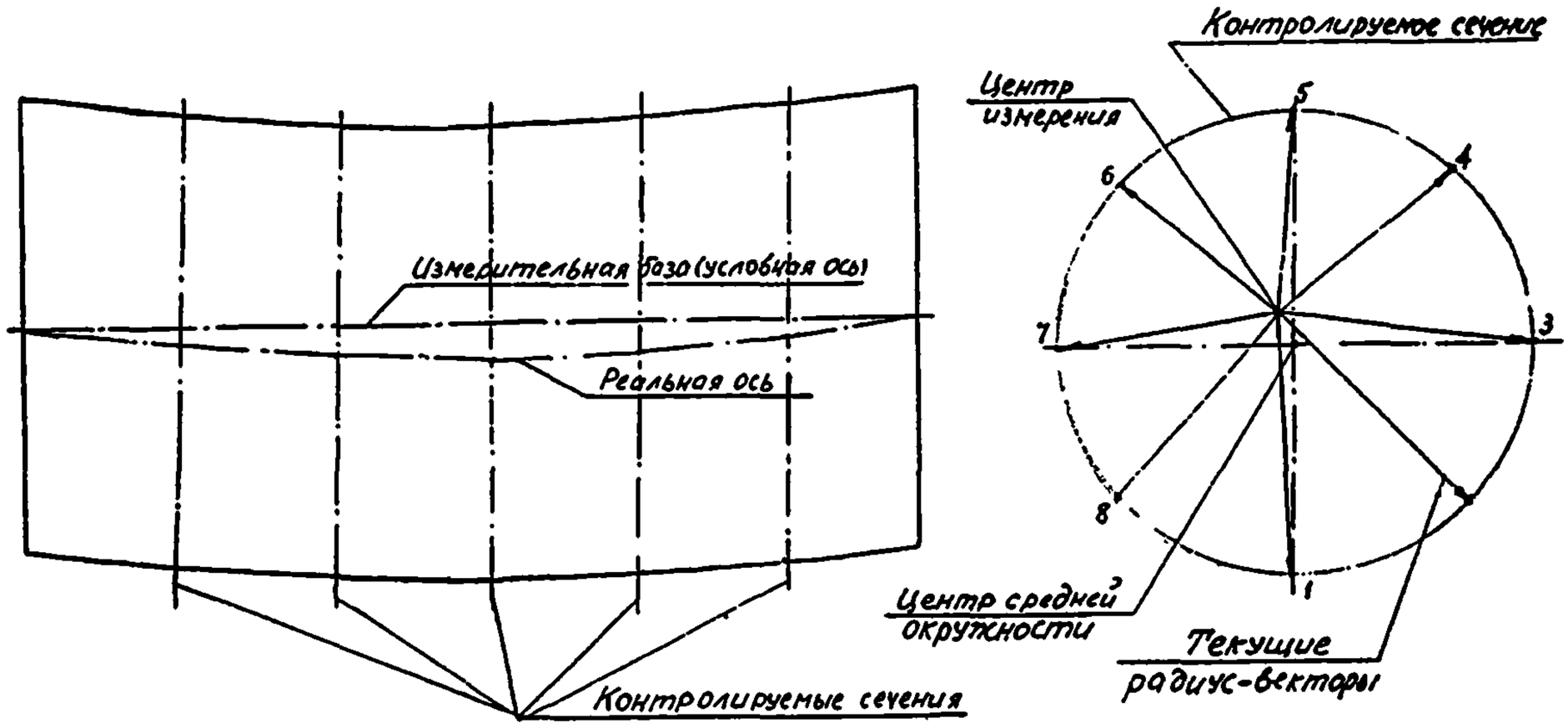
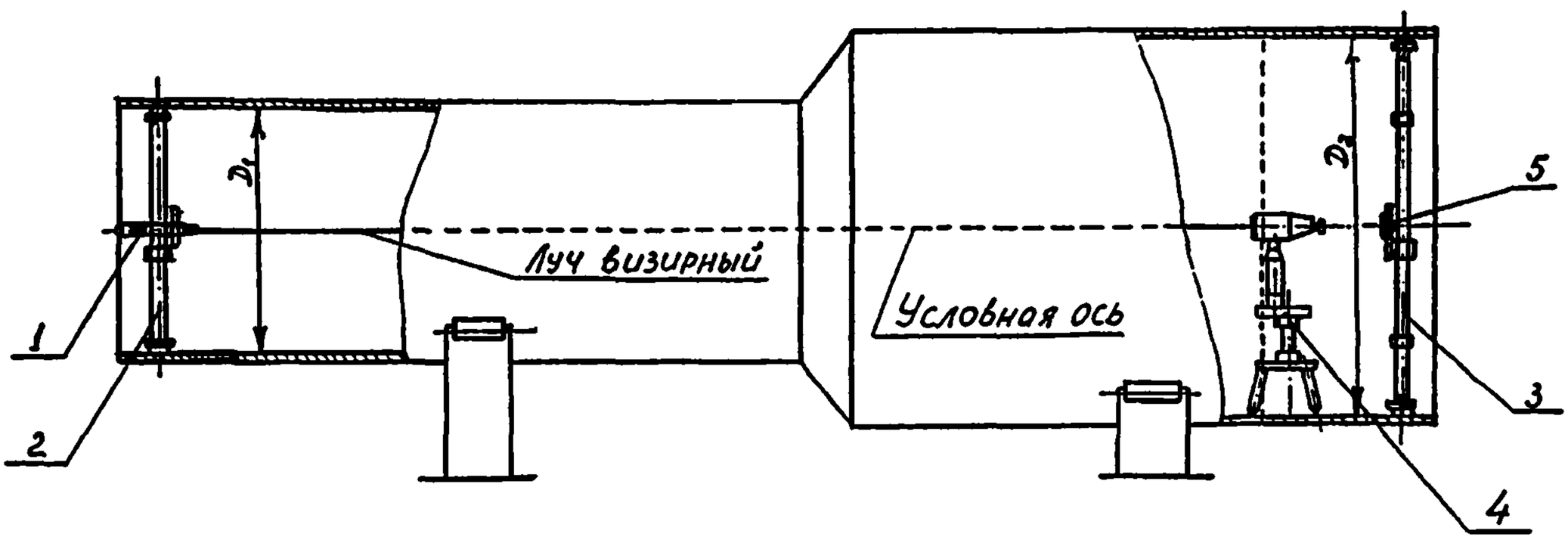


Рисунок 6 - Схема контроля круглости и прямолинейности корпуса цилиндрического аппарата



1- лазерный визир; 2-центратор D1; 3 – центратор D2;4- устройство для поворота луча на угол 90°; 5- мишень.

Рисунок 7 - Схема определения положения тарелок в корпусе колонного аппарата

6.4.4 Разметка главных линий выполняется на основании чертежа развертки корпуса аппарата, на котором должны быть нанесены места под установку всех привариваемых к корпусу элементов тарелок с указанием необходимых базовых размеров.

6.4.5 Определение положения базовых кольцевых линий и опорных элементов тарелок производится устройством для поворота луча на угол 90^0, начиная со стороны лазерного визира.

6.4.6 В процессе разметки необходимо контролировать точность выполнения следующих переходов: разметка главных и вспомогательных линий, настройка координатных устройств центров, установка луча по центру линии, точность разметки шага тарелок, точность проведения кольцевых линий через намеченные точки.

6.4.7 В комплект оборудования и оснастки лазерной измерительной системы для определения положения тарелок в корпусе аппарата входят: лазерный визир, центраторы, устройство для поворота луча на угол 90 °, мишень.

6.4.7.1 Лазерный визир предназначен для создания технологической базы для проведения разметочных, сборочных и контрольных работ.

6.4.7.2 Центраторы предназначены для определения центра средней окружности в базируемых сечениях корпуса и установки лазерного визира и мишени.

6.4.7.3 Устройство для поворота луча предназначено для определения положения поверхностей, перпендикулярных заданному направлению, материализуемому лучом лазерного визира.

6.4.7.4 Мишень предназначена для выверки лазерного луча в требуемое положение.

6.5 Установка и приварка опорных элементов тарелок

6.5.1 Установку опорных элементов тарелок, привариваемых к корпусу, выполнять по разметке в определенной последовательности (в зависимости от конструкций тарелок), обеспечивающей перпендикулярность расположения базовых поверхностей к условной оси корпуса.

6.5.2 Приварку опорных элементов тарелок к корпусу аппарата следует выполнять полуавтоматической сваркой в смесях защитных газов. Швы длиной более 250 мм выполняются обратно- ступенчатым способом участками по 150 – 200 мм.

6.6 Контроль точности положения опорных элементов тарелок

6.6.1 Контроль заключается в определении фактических отклонений базовых плоскостей элементов тарелок от перпендикулярности к условной оси корпуса

6.6.2 В зависимости от состояния сборки аппарата (полностью или частично собранного)возможны два варианта осуществления контроля: измерительной компарированной рулеткой от базовых кольцевых линий или определением отклонений от контрольной световой плоскости, созданной устройством для поворота луча на угол 90°.

6.6.3 Контроль рулеткой необходимо выполнять при расположении контролируемых мест опорных элементов в нижнем положении, выдерживая размер между базовыми кольцевыми линиями, нанесенными вблизи торцевых сечений корпуса.

6.6.4 Контроль точности установки опорных элементов тарелок от базовой световой плоскости проводить с применением оборудования и оснастки, приведенной на рисунке 7. Определение текущих суммарных отклонений выполнять при помощи специальной линейки, опорная часть которой прикладывается к контролируемым местам элементов.

6.6.5 Результаты контроля должны быть зафиксированы в соответствующих документах (журналах, картах, формулярах контроля и др.).

6.6.6 При разметке (контроле) заготовок обечаек, сборке корпусов и их элементов, кроме традиционных рулеток, могут быть использованы, также, аттестованные оптические лазерные длинномеры (лазерные рулетки).

7. ВЫБОР СПОСОБОВ СВАРКИ

7.1 Выбор способа и технологии сварки производить с учетом требований нормативных документов по сварке, перечень которых представлен в разделе 2 настоящего документа.

7.2 Ручная дуговая сварка рекомендуется для широкого диапазона толщины, марок свариваемых сталей, применительно к приварке к корпусам аппаратов следующих изделий: люков, штуцеров, фланцев, деталей внутренних устройств, деталей арматуры и пр., а также для подварки корня шва с последующим заполнением разделки другими способами сварки.

7.2.1 Основным достоинством ручной дуговой сварки является: универсальность способа, низкая погонная энергия сварки, высокое качество сварных соединений.

7.3 Механизированная дуговая сварка в защитных газах применяется, главным образом, для сварки корневых швов и приварки внутренних и наружных устройств к корпусам аппаратов.

7.3.1 В качестве защитной среды используется углекислый газ, а для обеспечения более высокого качества и свойств сварных соединений рекомендуется применять смесь на основе аргона, с содержанием 15-20 % CO_2.

Сварка в смесях аргон + 20 % CO_2 характеризует струйным переносом электродного металла и плавным переходом выпуклости шва к основному металлу. Для сварки сосудов и аппаратов, эксплуатируемых при температуре минус 70 °С рекомендуется смесь аргона с 50 % содержанием CO2.

7.3.3 Сварка в защитных газах производится короткой дугой. Высокая проплавляющая способность дуги и низкая погонная энергия позволяют рекомендовать этот способ для сварки толстостенных конструкций в узкую разделку на форсированных режимах (полупогруженной дугой).

7.4 Автоматическая сварка под флюсом рекомендуется для сварки продольных и кольцевых швов сосудов и аппаратов.

7.4.1 Автоматическая сварка под флюсом характеризуется высокой производительностью и качеством сварки. Высокая производительность достигается использованием форсированных режимов сварки, а свойства сварных соединений обеспечиваются ограничением погонной энергии за счет снижения режимов сварки (уменьшения сечения валиков многопроходных швов).

7.4.2 При сварке конструкций с толщиной стенки выше 50 мм рекомендуется применять автоматическую сварку под флюсом в узкую разделку , позволяющую дополнительно повысить производительность сварки в 1,3-1,5 раза, снизить расход сварочных материалов, уровень напряжений в сварных конструкциях и повысить сопротивляемость швов хрупкому разрушению.

7.5 Аргонодуговую сварку неплавящимся электродом рекомендуется применять для сварки конструкций с толщиной стенки до 6 мм и при заварке корня шва односторонних сварных соединений.

7.5.1 Аргонодуговая сварка характеризуется высоким качеством сварных соединений и широко применяется для сварки изделий из высоколегированных сталей и сплавов.

7.6 Электрошлаковую сварку (ЭШС) рекомендуется применять при изготовлении изделий с толщиной стенки более 30 мм:

- при сварке продольных стыков обечаек;

- кольцевых стыков корпусов сосудов;
- заготовок днищ и карт листовых заготовок;
- фланцев, изготовленных из отдельных секторов.

7.6.1 При ЭШС существенно повышается качество сварных швов и производительность труда. В большинстве случаев отпадает необходимость в предварительном и сопутствующем подогреве, вырубке корня шва, кантовке изделий при сварке продольных швов.

7.6.2 ЭШС выполняется при температуре окружающего воздуха не ниже 0 °С.

7.6.3 Сварные изделия из низколегированных, марганцовистых и хромомолибденовых сталей, выполненных ЭШС, подлежат обязательной термической обработке.

7.6.4 Выбор технологии ЭШС и последующей термической обработки определяется условиями эксплуатации изделия и стойкостью стали и металла шва против хрупкого разрушения.

ЭШС может применяться в сочетании с ручной и автоматической сваркой.

7.7 Особенности сварки хладостойких низколегированных сталей обусловлены повышенной склонностью сварных соединений металлоконструкций к хрупкому разрушению в условиях низких температур.

7.7.1 При изготовлении изделий, эксплуатируемых при низких температурах, предъявляются повышенные требования к чистоте свариваемых и сварочных материалов, качественной подготовке их под сварку.

7.7.2 Технологические приемы сварки должны быть направлены на снижение уровня сварочных напряжений в изделии.

7.7.3 Выполняя сварочные работы , рекомендуется ограничивать разогрев металла шва и зоны термического влияния, применяя режимы, обеспечивающие минимальное тепловложение.

7.7.4 Для уменьшения деформации конструкций наиболее предпочтительной является Х-образная разделка кромок и симметричное наложение слоев.

7.7.5 Необходимо стремиться к минимальной газонасыщенности металла шва, загрязненности его неметаллическими включениями, для чего сварку рекомендуется выполнять проволоками малого диаметра с использованием защитных сред с низкой окислительной способностью, короткой дугой.

7.7.6 Учитывая существенную зависимость работоспособности сварных соединений, эксплуатируемых при низких температурах, от наличия в них дефектов, необходимо принять меры по обеспечению качества сварки в строгом соответствии с требованиями ОСТ 26 291 и РД 26-8.

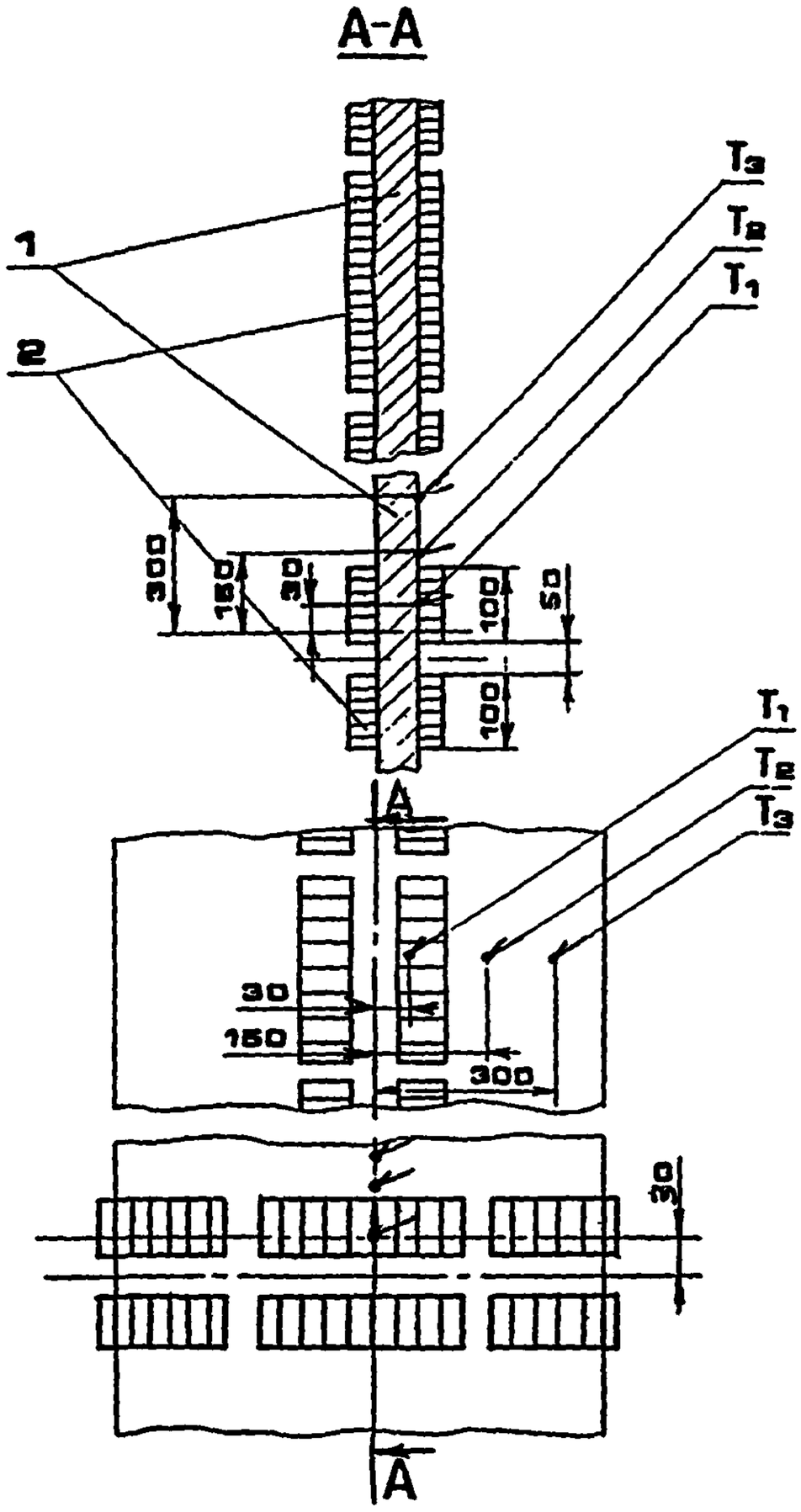
8. ТЕРМООБРАБОТКА

8.1 Для улучшения свойств металла шва и различных участков зон термического влияния, снижения уровня остаточных напряжений и повышения прочности сварных аппаратов должна проводиться их термическая обработка.

8.2 При проведении термической обработки необходимо руководствоваться требованиями нормативных документов: РТМ 26-44, РД 26-01-42 и РД 26-17-086.

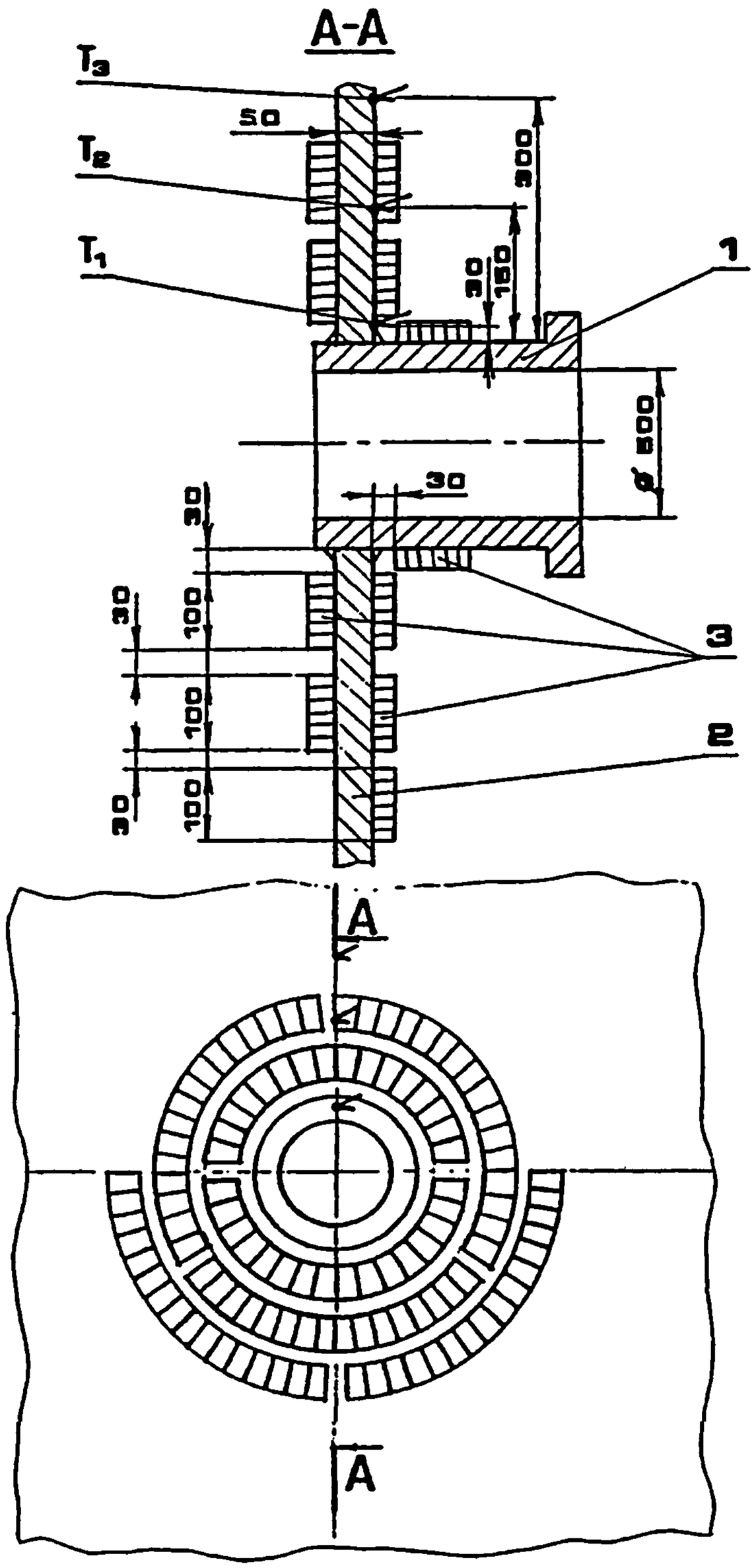
8.3 Термообработка крупногабаритных изделий на месте монтажа и ремонта должна осуществляться с помощью специализированного оборудования для местной или внепечной объемной термообработки нагревом изнутри аппарата конструкции ОАО «ВНИИПТхимнефтеаппаратуры» (приложение А.30-34) либо аналогичных термообрабатывающих установок зарубежных фирм (”KEMPI”, “COOPENEAT”, “MANNINGS”, “WELDOTHERM” и др.).

8.4 На рисунках 8, 9, 10, 11 представлены схемы установки нагревателей при местной термообработке сварных швов (термообработка кольцевых и продольных швов; сварных соединений «штуцер - корпус» и «штуцер – днище»). Схема стенда объемной термообработки представлена на рисунке 12.



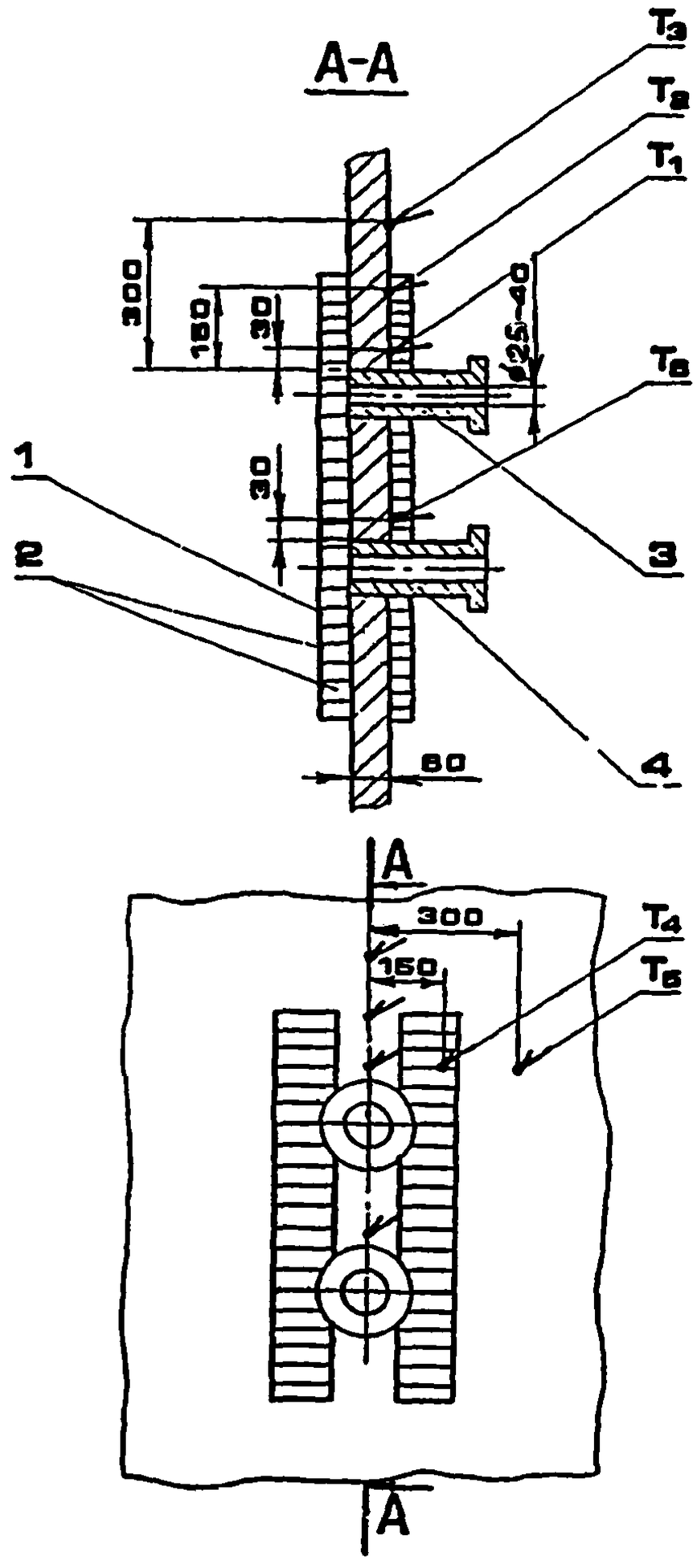
1-стенка корпуса; 2-нагреватели; Т1-Т3-термопреобразователи

Рисунок 8 - Схема установки нагревателей при термообработке кольцевых и продольных сварных швов



1 - штуцер (люк); 2- корпус аппарата; 3 –нагреватели;
Т1-Т3-термопреобразователи

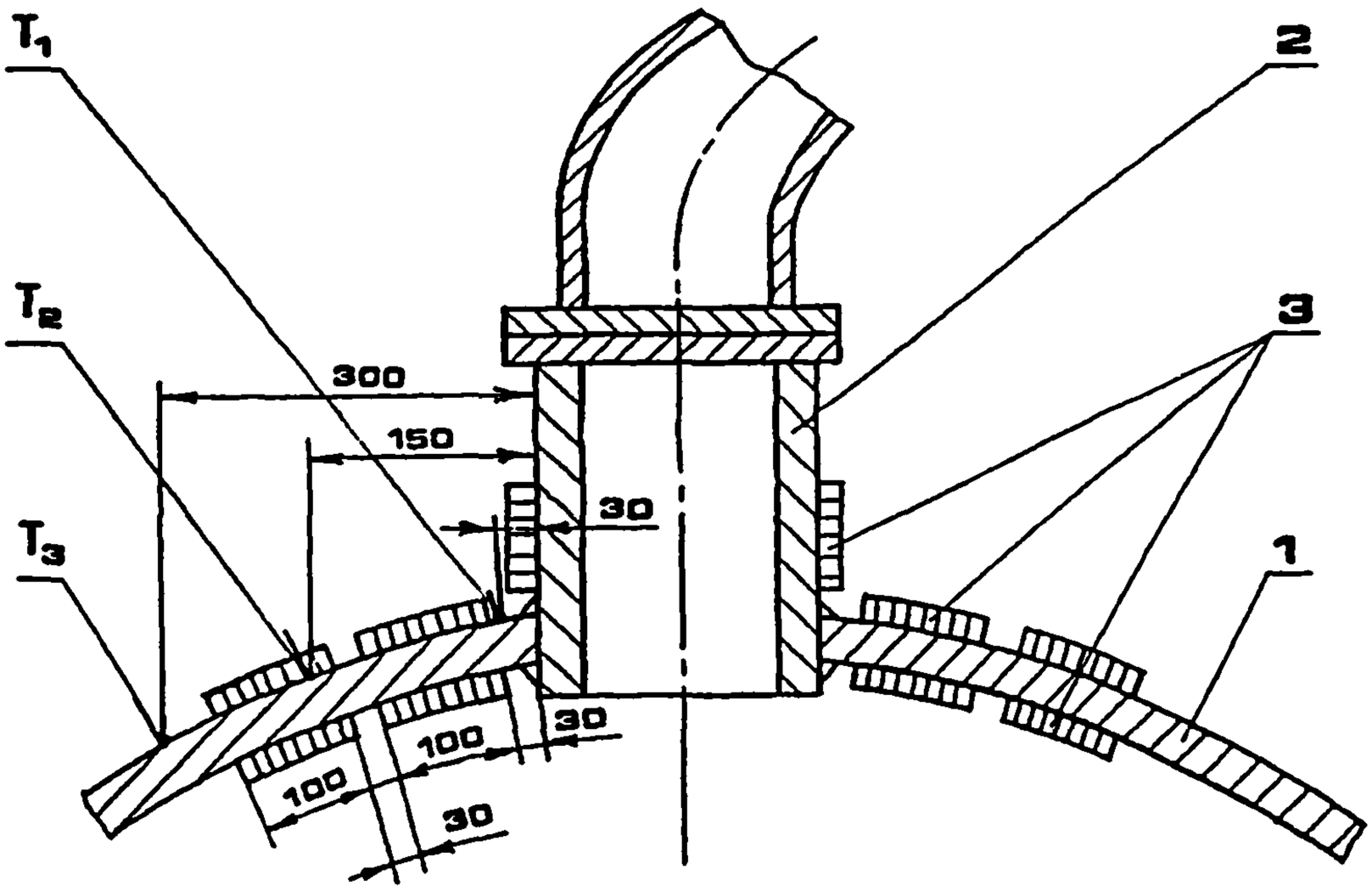
Рисунок 9 - Схема установки нагревателей при термообработке сварного шва приварки штуцера (люка) к корпусу аппарата



1-стенка корпуса ; 2-нагреватели; 3-термообрабатываемый штуцер;

4-соседний штуцер; Т1-Т6-термопреобразователи.

Рисунок 10 - Схема установки нагревателей при совместной термообработке двух штуцеров



1 - верхнее днище; 2 - штуцер; 3 - нагреватели; Т1 - Т3 термопреобразователи

Рисунок 11 - Схема установки нагревателей при термообработке сварного шва приварки штуцера к верхнему днищу

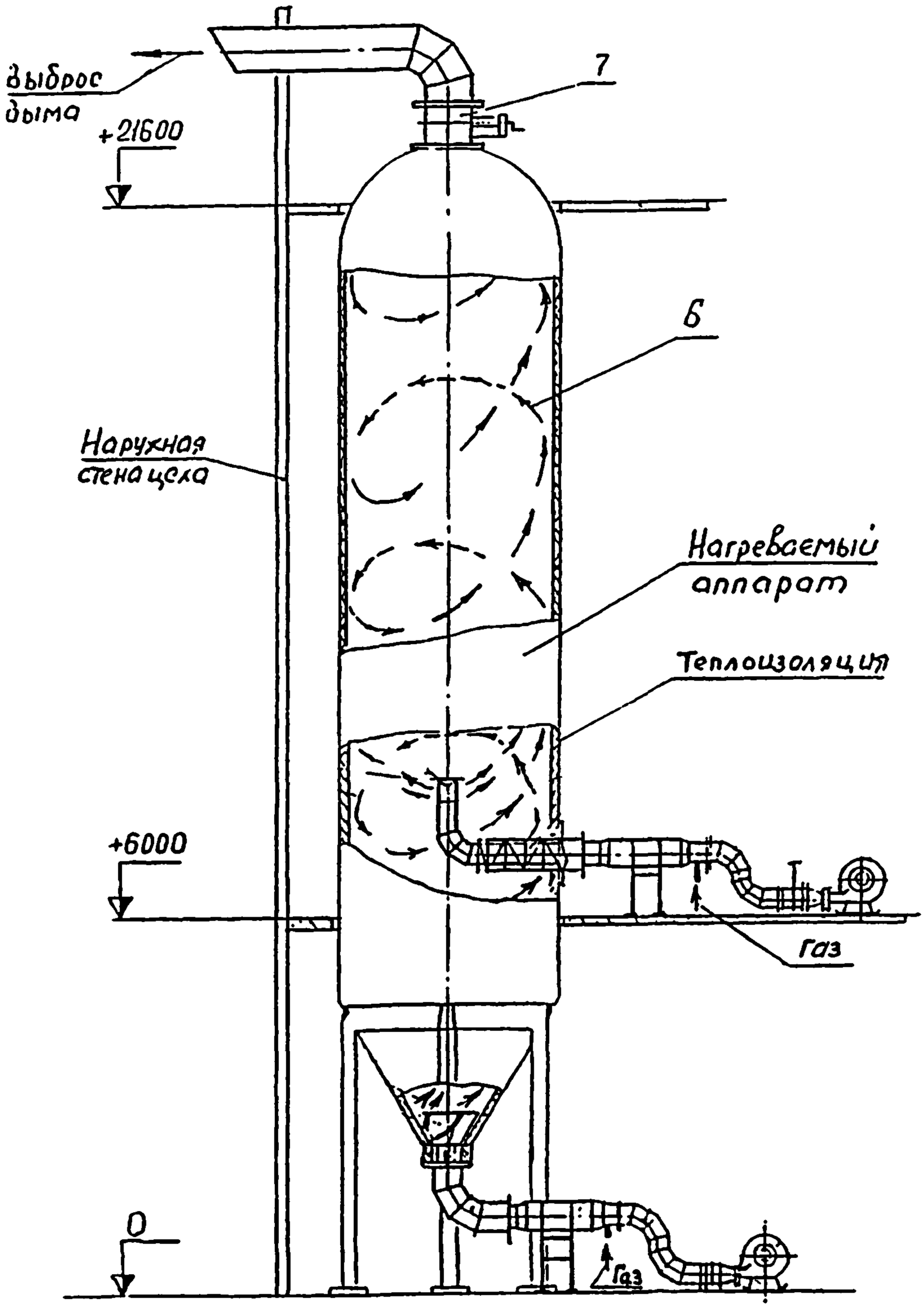


Рисунок 12 - Схема объемной термообработки корпуса аппарата

9. КОНТРОЛЬ

9.1 Неразрушающий контроль основного и сварочных материалов и сварных соединений корпусов сосудов и аппаратов производится методами, предусмотренными ГОСТ 3242, в соответствии с требованиями ПБ 10-115 и ОСТ 26 291.

9.2 Выбор методов неразрушающего контроля производится в зависимости от применяемых материалов, размеров и конструкций сварного соединения по ОСТ 26-2079 и РД 26-11-01 в процессе разработки рабочих чертежей и оформляется по форме, приведенной в приложении 3 РД 26-11-01.

9.3 К проведению контроля качества неразрушающими методами допускаются специалисты (ИТР и дефектоскописты), прошедшие обучение и аттестацию в соответствии с «Правилами аттестации специалистов неразрушающего контроля».

9.4 Лаборатории неразрушающего контроля должны быть сертифицированы на право проведения неразрушающего контроля сосудов и аппаратов в соответствии с требованиями положения Госстандарта" Аккредитация лабораторий неразрушающего контроля. Основные положения" или "Положения о порядке аттестации лабораторий неразрушающего контроля и диагностики" Госгортехнадзора России.

9.5 Радиационный контроль сварных соединений и основного металла сосудов и аппаратов проводится в соответствии с требованиями ГОСТ 7512 и ОСТ 26-11-03, а также для сосудов и аппаратов с толщиной стенки менее 40 мм по ГОСТ 27947 и ОСТ 26-11-10.

9.6 Ультразвуковой контроль качества сварных соединений производится в соответствии с требованиями ГОСТ 14782 и ОСТ 26-2044. Возможность и методика контроля сварных соединений из сталей аустенитного класса определяется по РД 26-01-128. Допускается проведение контроля в соответствии с требованиями РД 34.17.302 при наличии соответствующих требований в конструкторской документации.

9.7 Ультразвуковой контроль сплошности листового металла производится в соответствии с требованиями ПБ 10-115 и ГОСТ 22727.

9.8 Ультразвуковой контроль труб, применяемых для изготовления патрубков штуцеров производится при наличии соответствующих требований в ОСТ 26 291 и (или) в конструкторской документации по ГОСТ 17410 и РД 24.200.13.

9.9 Ультразвуковой контроль кованых фланцев и других поковок производится в соответствии с требованиями ОСТ 26 291, ГОСТ 24507 и ОСТ 26-11-09.

9.10 Цветной контроль качества сварных соединений и основного металла проводится при наличии соответствующих требований в конструкторской документации и, в случаях, предусмотренных РД 26-11 01, по ГОСТ 18442 и ОСТ 26-5.

9.11 Магнитопорошковый контроль качества сварных соединений и основного металла производится при наличии соответствующих требований в конструкторской документации по ГОСТ 21105 и ОСТ 26-01-84.

9.12 Контроль химического состава основных и сварочных материалов производиться в соответствии с требованиям ПБ 10-115 и ОСТ 26 291 по инструкции, согласованной ГГТН РФ письмом № 12-6/1108 от 10.12.96 г.

9.13 Контроль твердости основного материала и сварных соединений производится в соответствии с требованиями ПБ 10-115 и ОСТ 26 291 по ГОСТ 18661 и инструкциям по эксплуатации переносных приборов типа ПО 26ДЩИ, ВПИ-2, ВП-3.

9.14 Контроль герметичности производится при наличии соответствующих требований в конструкторской документации в соответствии с разделом 5.12. ОСТ 26 291 и ОСТ 26-11-14. Проведение контроля герметичности люминесцентными методами по ГОСТ 26182 допускается совмещать с гидроиспытанием на прочность с соблюдением требований РД 24.200.11.

9.15 Механические испытания и металлографические исследования контрольных образцов производятся в соответствии с требованиями ПБ10-115 и ОСТ 26-291 по ГОСТ 6996 и РД 26-11-08 и по ГОСТ 5640 и РД 24.200.04, соответственно.

9.16 Гидроиспытание сосудов и аппаратов производится в соответствии с требованиями ПБ 10-115, а также, раздела 5.11. ОСТ 26 291 с соблюдением требований РД 24.200.11.

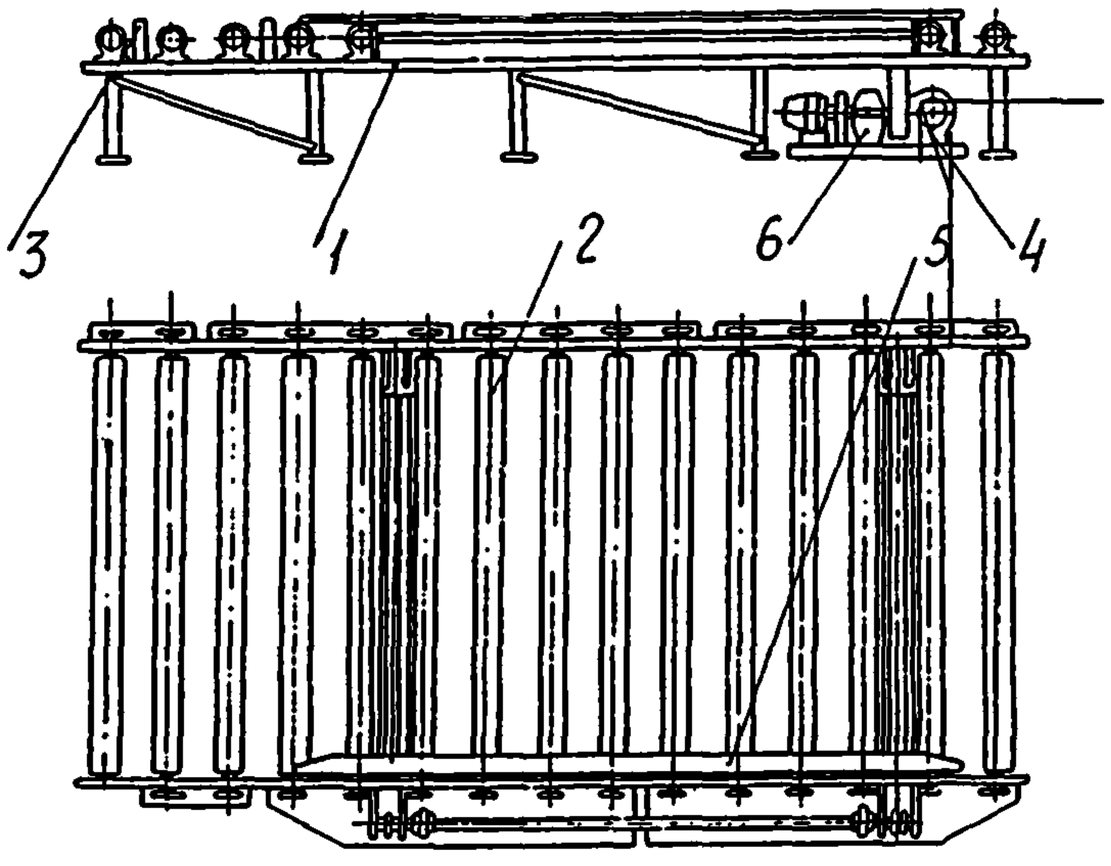
9.17 Визуальный и измерительный контроль производится в соответствии с требованиями РД 34.10.130.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

ПЕРЕЧЕНЬ НЕСТАНДАРТИЗИРОВАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ, СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ И ОСНАСТКИ

А.1 Рольганг для подачи листов



Предназначен для подачи листов к гильотинным ножницам, листогибочным машинам и ориентации их по продольной кромке.

Состоит из сварной рамы 1, в верхней части которой установлены горизонтальные приводные ролики 2 и вертикальные холостые ролики 3 . Вращение горизонтальных роликов осуществляется от электропривода 4. Ориентация листа производится подвижной балкой выравнивателя 5, перемещая лист по горизонтальным роликам до упора в вертикальные ролики с помощью цепных передач от электродвигателя 6.

Размеры транспортируемых листов, мм:

длина.....до 6000

ширина.....от 400 до 2500

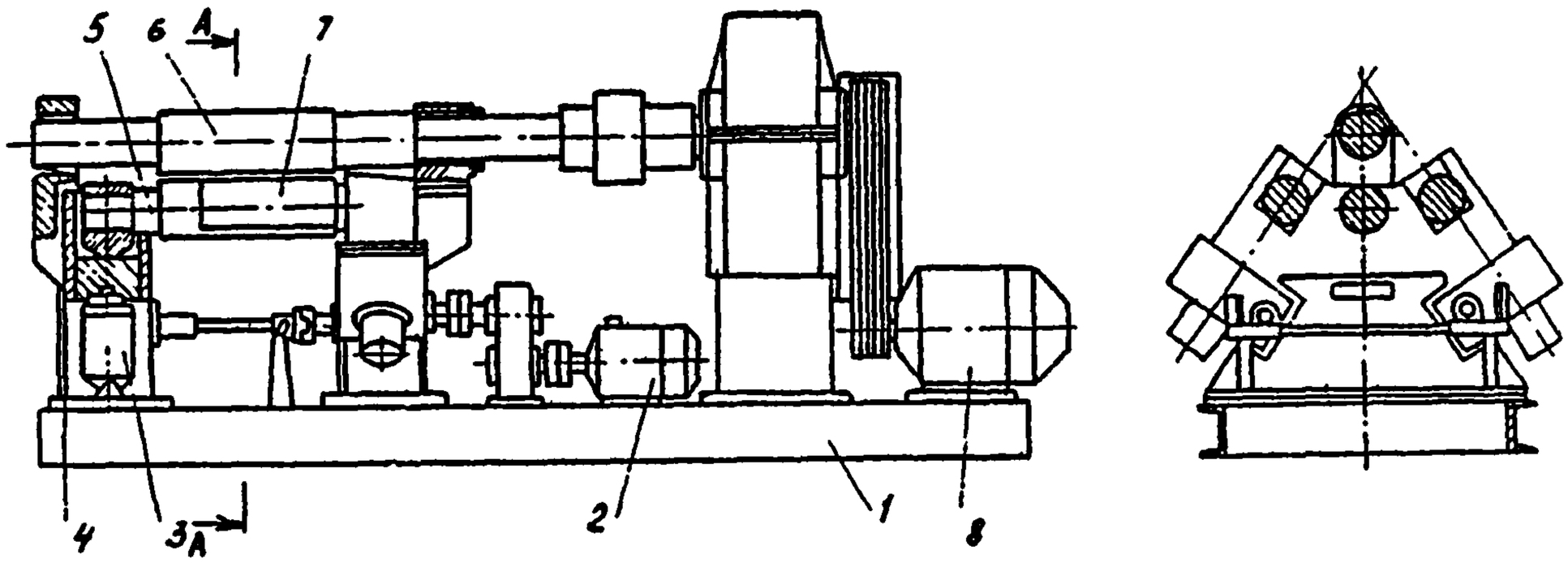
толщина.....от 2 до 26

Габаритные размеры рольганга, мм 6010x3280x930

Масса, кг.....4300

Чертеж№ 2228

А. 2 Вальцы листогибочные четырехвалковые



Предназначены для подгибки кромок заготовок, гибки и калибровки цилиндрических и конических обечаек.

Состоят из рамы 1 с установленными на ней стойками правой и левой 4, главным приводом 8, верхнего валка 6, приводами 2 боковых валков 7 и гидроцилиндрами 3 поджима нижнего валка 5.

Размеры обечаек, мм:

диаметр..... .....не менее 250

длина.....не более 600

Толщина, мм

при подгибке кромок.....13

при гибке.....27

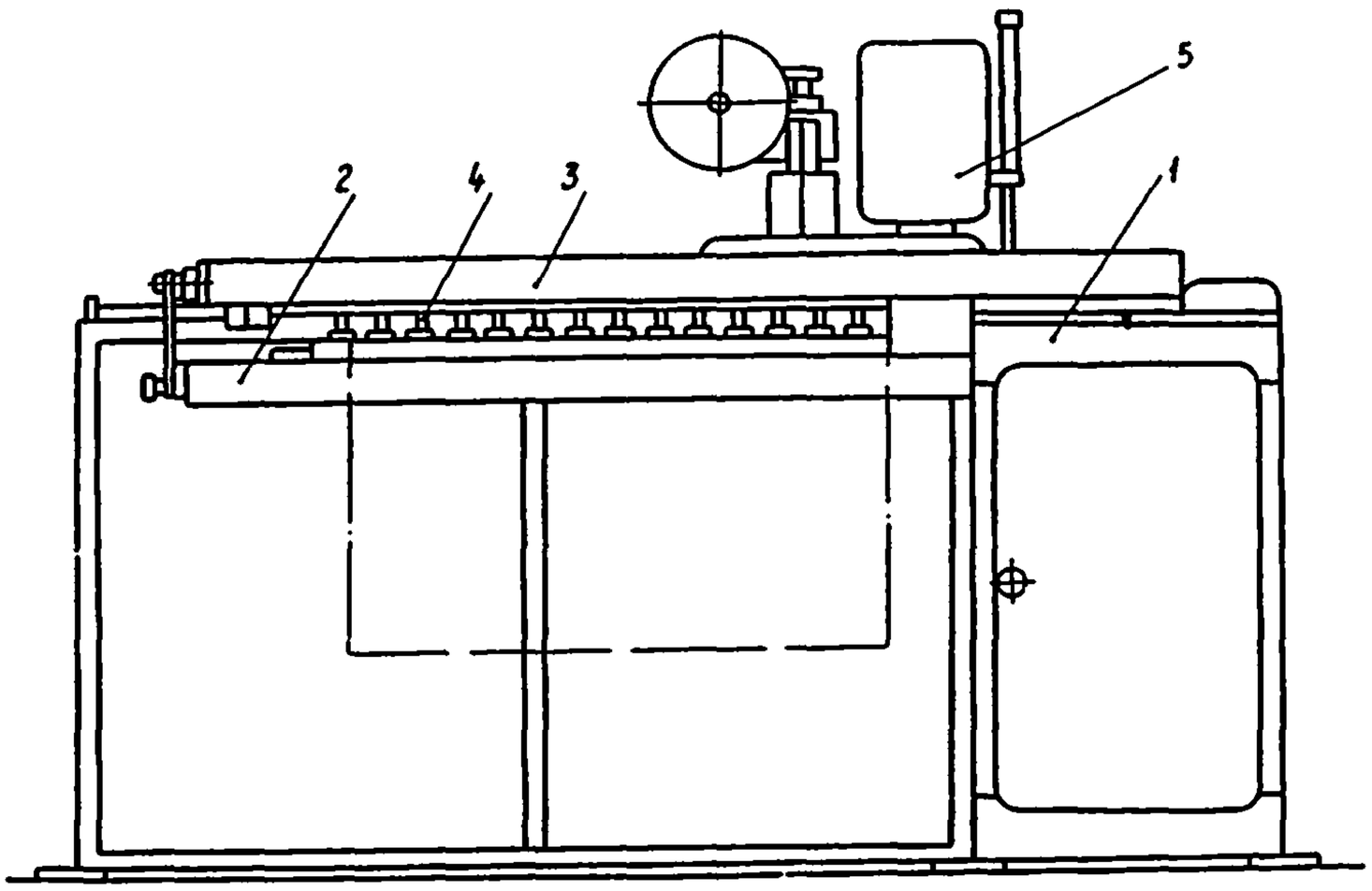
при калибровке.....20

Габаритные размеры вальцев, мм.....3390х1270х1040

Масса, кг 4800

Чертеж № 21544

А. 3 Стенд для сборки и автоматической сварки продольных стыков обечаек



Состоит из корпуса 1, консоли 2 с упорами для установки обечаек, двух балок 3 с пневматическими клавишами 4 и сварочного автомата 5.

Позволяет производить сварку продольного стыка обечаек без прихваток.

Размеры свариваемых обечаек, мм:

диаметр.....от 150 до 600

длина..... от 100 до 1000

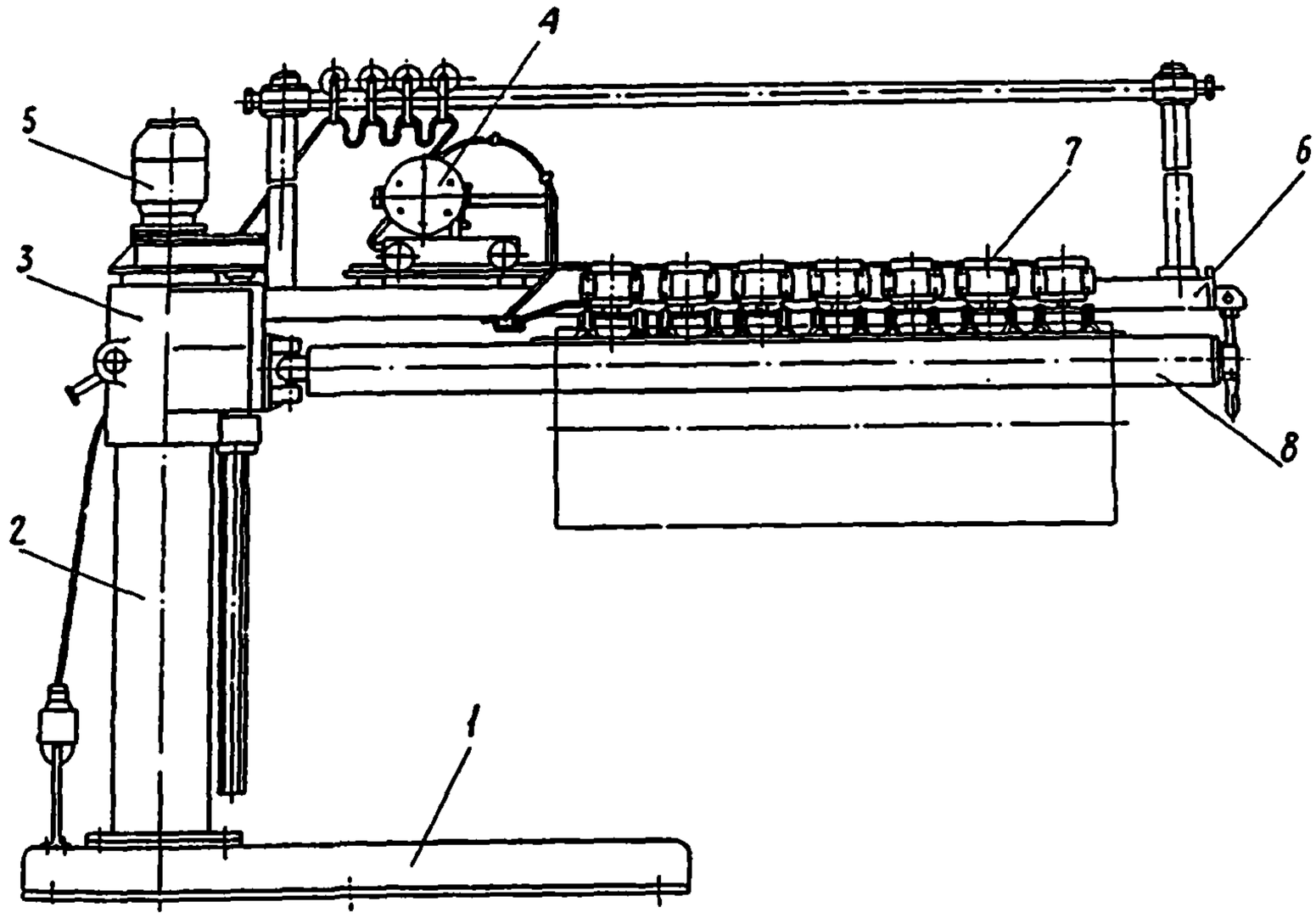
толщина стенки.....от 0,8 до 4,0

Габаритные размеры стенда, мм:.....2330х94х1700

Масса, кг:.....1000

Чертеж № 34299

А.4 Стенд для автоматической сварки продольных стыков обечаек



Предназначен для автоматической сварки в защитных газах продольных стыков обечаек односторонним швом на медной подкладке. Состоит из основания1, колонны 2, корпуса 3, сварочного автомата 4, электропривода 5, верхней траверсы 6 с пневматическими клавишами 7 и нижней траверсы 8, на которую надевают собранную на прихватках обечайку, располагая стык посредине медной подкладки. В процессе сварки медная подкладка охлаждается водой.

Размеры свариваемых обечаек, мм:

диаметр.....от 200 до 1500

длина.....до 2400

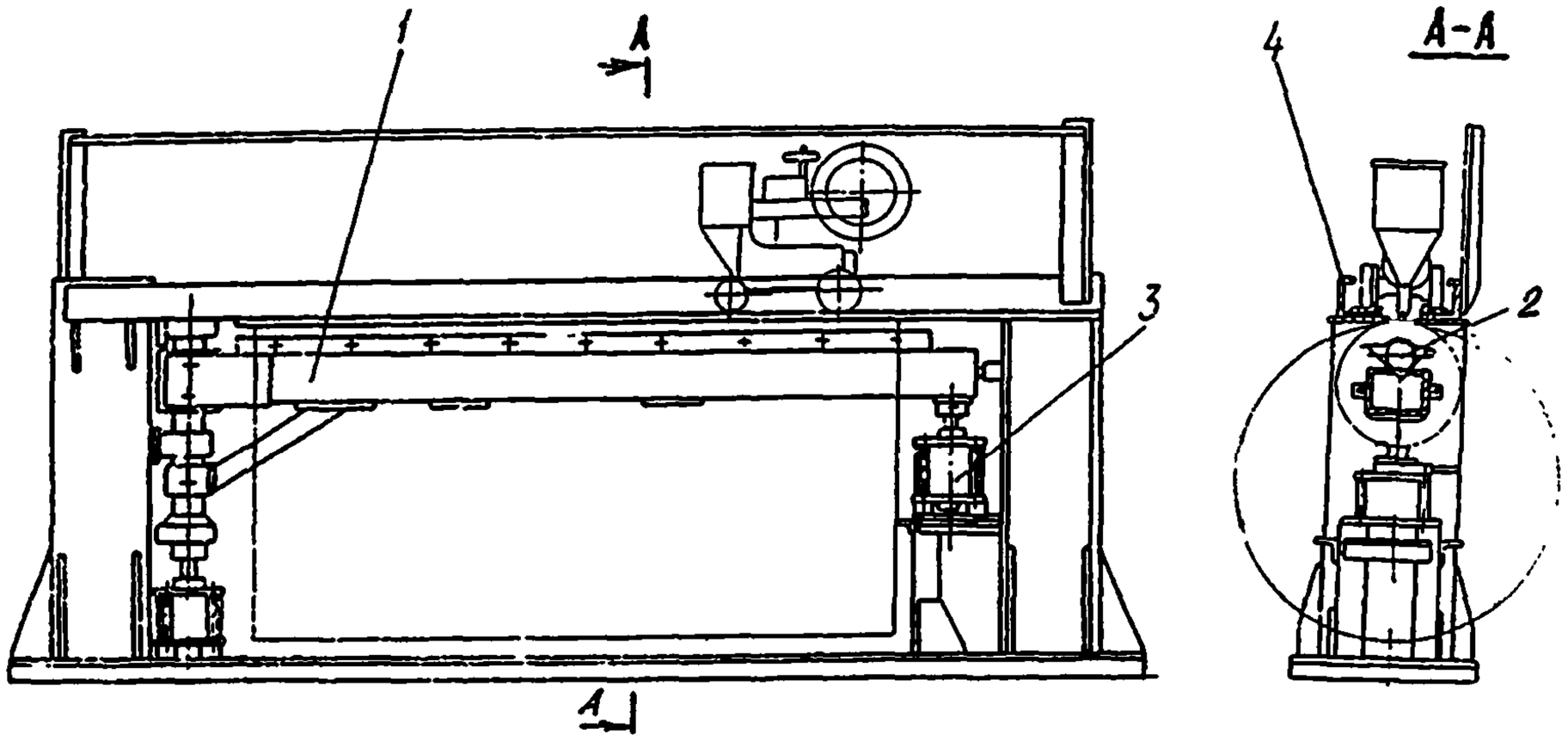
толщина стенки.....от 2 до 5

Габаритные размеры стенда, мм 4260x700x3170

Масса, кг.....2400

Чертеж № 34203

А. 5 Стенд для автоматической сварки продольных стыков обечаек



Предназначен для автоматической сварки под слоем флюса продольных стыков обечаек односторонним швом. Представляет собой сварную конструкцию портального типа, внутри которой размещена поворотная консоль 1 с флюсовой подушкой 2. Под действием пневмоцилиндров 3 консоль может подниматься, поджимая кромки свариваемого стыка к продольным планкам верхних балок 4, или опускаться для поворота и снятия обечайки.

Размеры свариваемых обечаек, мм:

диаметр..... .....от 325 до 1000

длина ..... от 100 до 2000

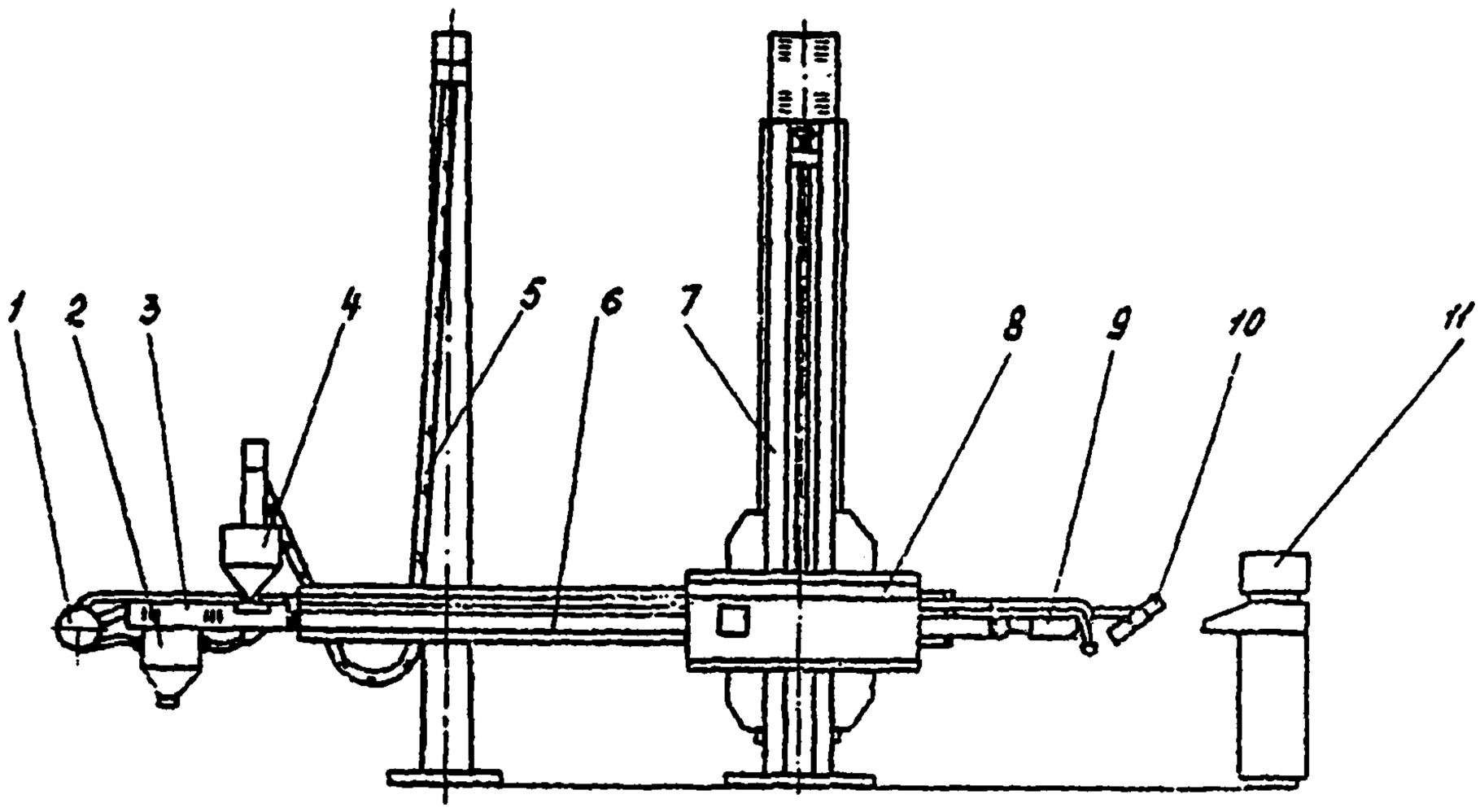
толщина стенки .....от 8до 26

Габаритные размеры стенда, мм:..... ...3650х600х1850

Масса, кг..... 108

Чертеж№ 3352

А.6 Установка для автоматической сварки внутренних и наружных продольных швов обечаек



Предназначена для автоматической сварки под слоем флюса продольных швов обечаек.

Состоит из сварочной головки 9, передающей камеры 10, консоли 6, каретки 8, колонны 7, кассеты 1, флюсоаппарата 2, бункера 4, механизма подачи флюса 3, стойки 5 и пульта управления 11.

Размеры обечаек, мм:

диаметр.....от 400 до 1600

длина.....2500

толщина стенки ..... от 4 до 40

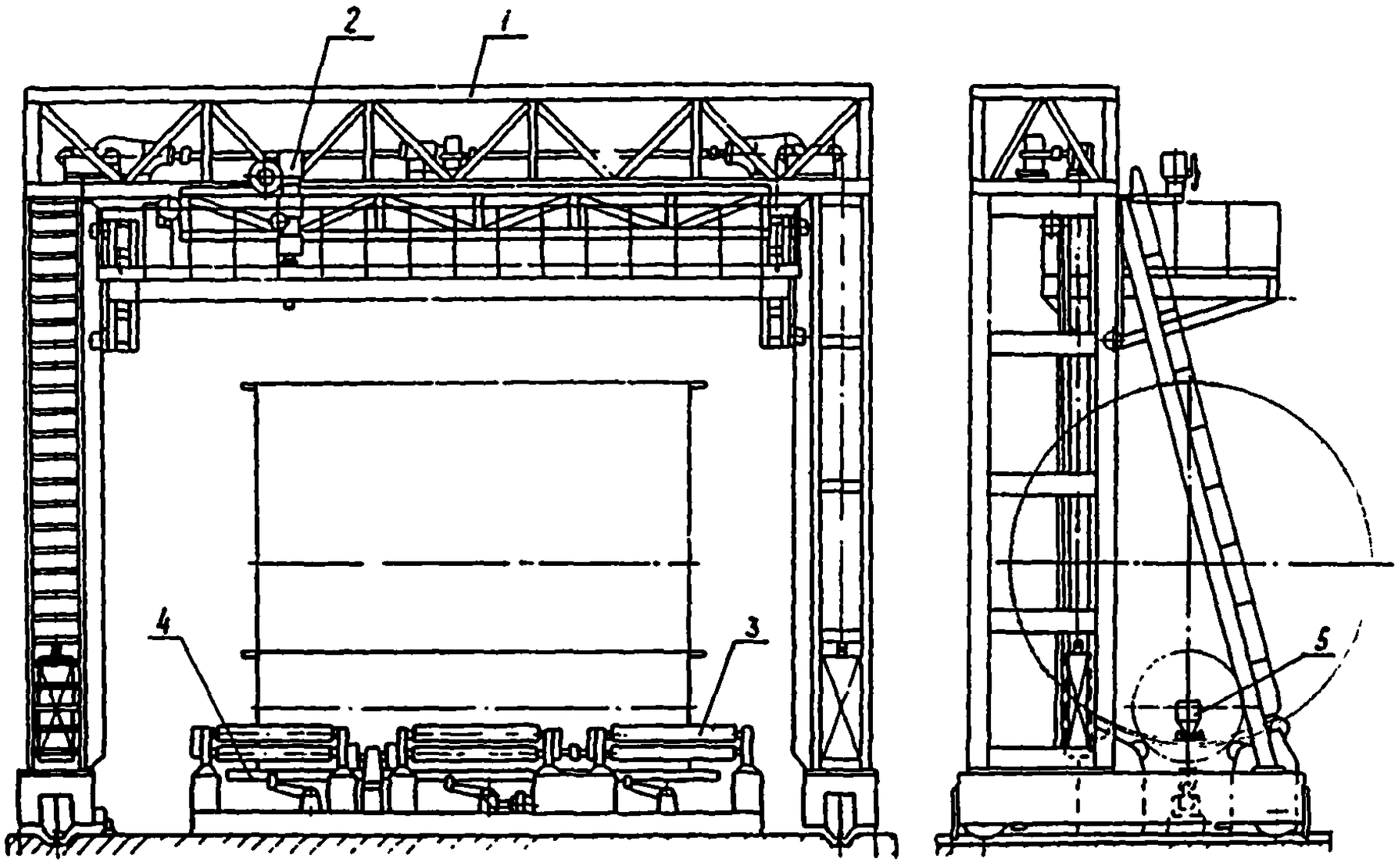
Материал .....Углеродистая и легированные стали

Габаритные размеры, мм.....8520x1850x4400

Масса, кг 5130

Чертеж № У6150

А.7 Стенд для сварки внутренних и наружных продольных стыков обечаек



Стенд состоит из портала 1, несущего вертикально перемещающийся балкон; сварочного аппарата 2; роликового стенда 3; флюсовой подушки 4 и сварочного трактора 5. Внутренний шов сваривается трактором ТС-17М, наружный - аппаратом АБСК, расположенном на балконе.

Размеры свариваемых обечаек, мм:

диаметр.....от 1600 до 5000

длина ..... от 2500 до 6000

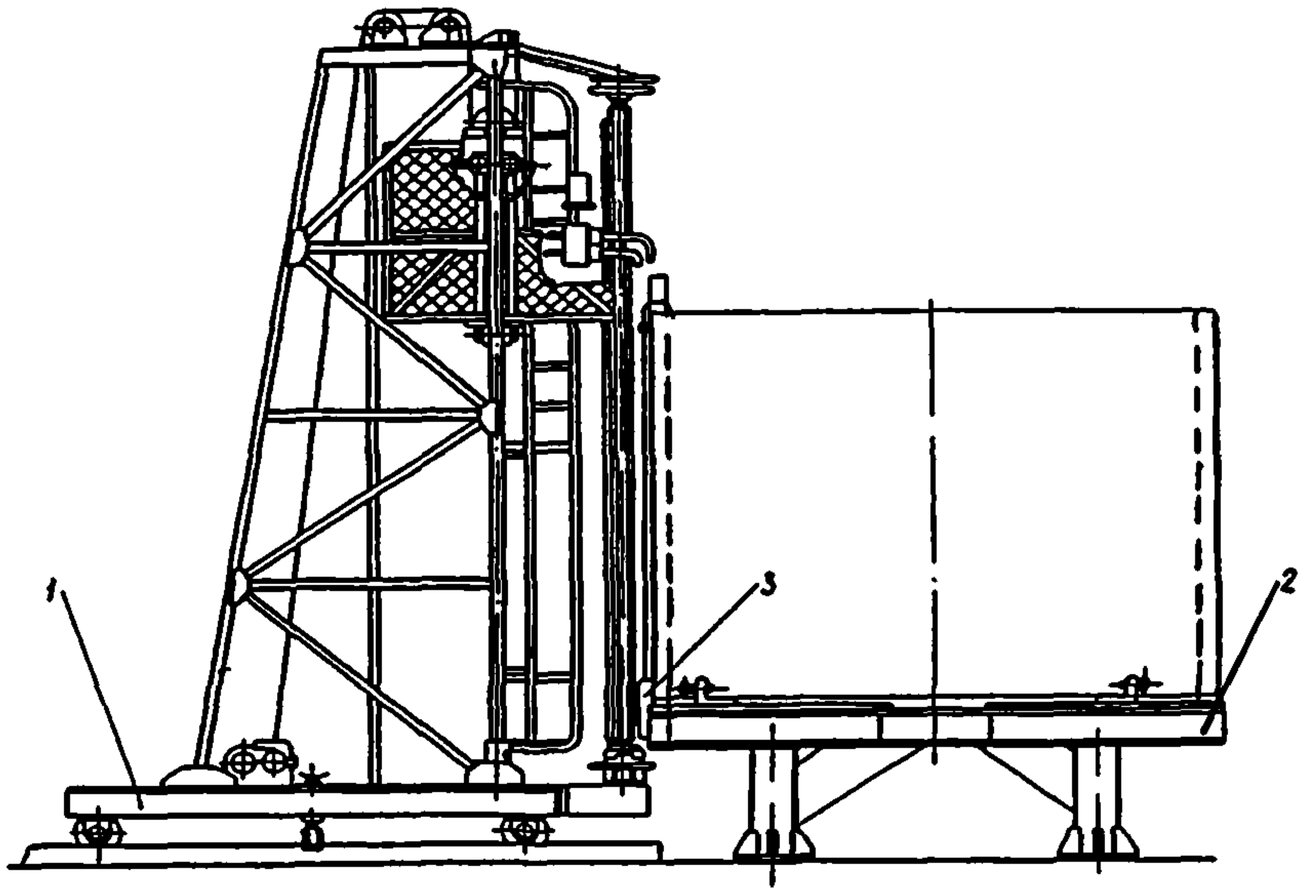
толщина стенки.....от 16 до 40

Грузоподъемность балкона, кг.....1000

Габаритные размеры стенда, мм.....12000х4824х10200

Чертеж № 32646

А.8 Стенд для электрошлаковой сварки продольных швов обечаек



Состоит из установки для ЭШС 1 со сварочным автоматом А-535, стола 2 для установки и крепления обечаек и подвесной газовой горелки 3 для предварительного подогрева зоны сварки.

Размеры свариваемых обечаек, мм:

внутренний диаметр.....от 1600 до 5000

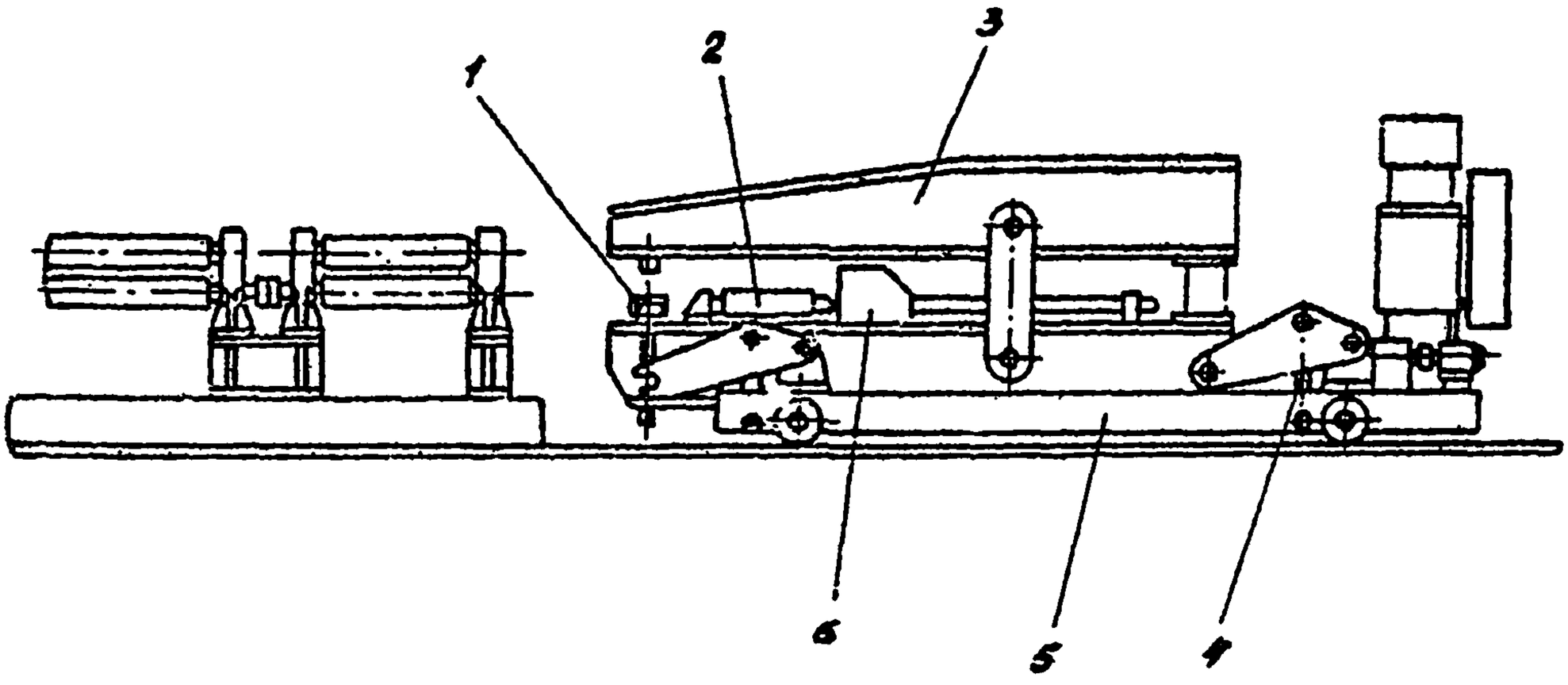
длина.....3500

толщина стенки.....от 30 до160

Габаритные размеры стенда, мм:.....13000х5500х8500

Чертеж № 34310

А. 9 Установка для сборки корпусов

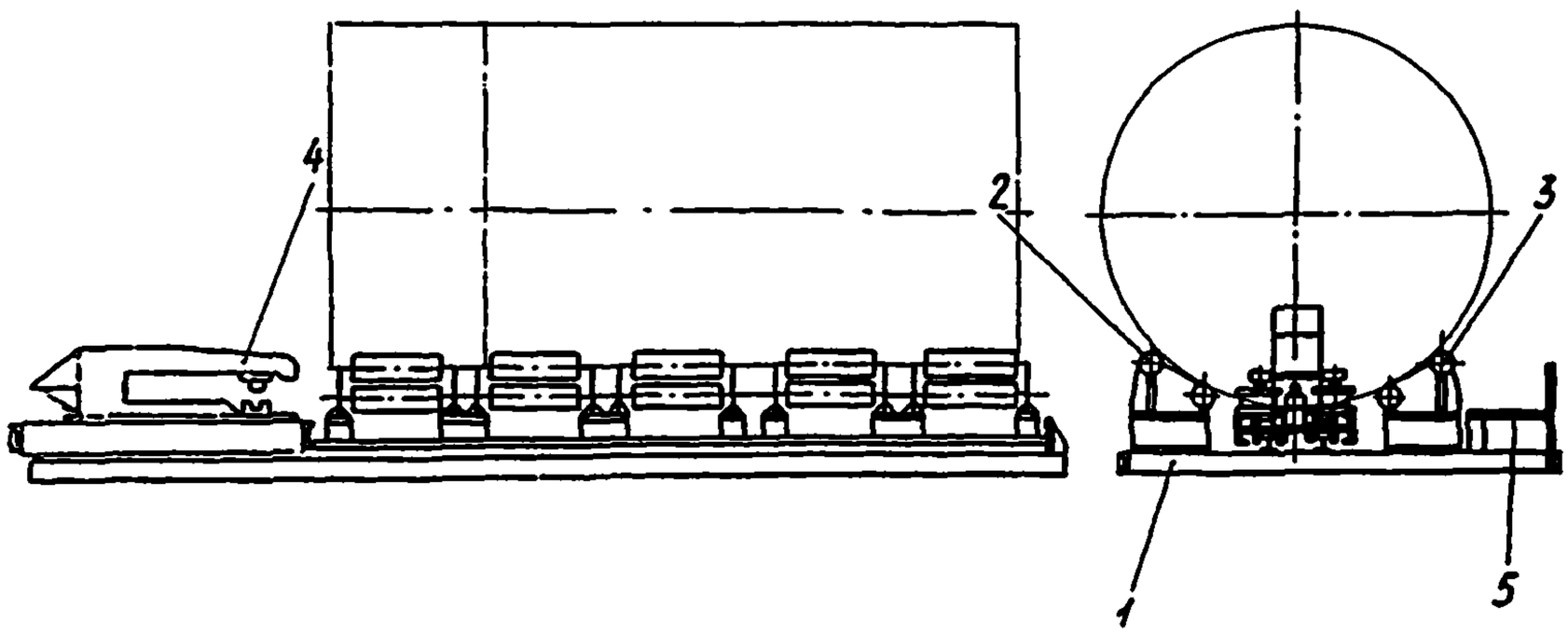


Предназначена для совмещения кромок стыкуемых обечаек с последующей их прихваткой электросваркой.

Состоит из скобы 3, размещенной на подвижной тележке 5, гидроцилиндров 4 и 2, упора 6 для сдвига обечаек в осевом направлении, гидроцилиндра 1 для совмещения кромок. Установка работает в комплекте с роликовыми опорами.

Размеры обечаек, мм:		
диаметр	от 1200 до 3200	от 1400 до 5000
длина.....	до 2000	до 2500
толщина стенки	от 6 до 26	от 6 до 70
Габаритные размеры скобы, мм	5300х1150х1950	6620х1340х2390
Масса, кг	13500	19300
	Чертеж № 33170	Чертеж № 32689

А.10 Стенд для сборки корпусов



Предназначен для горизонтальной сборки корпусов аппаратов из обечаек. Состоит из рамы 1 с размещенными на ней приводными и неприводными роликоопорами 2 и 3, между которыми по рельсовому пути перемещается устройство 4 для совмещения кромок стыкуемых обечаек. Для удобства обслуживания вдоль стенда с одной стороны смонтирована площадка 5.

Размеры обечайки, мм:

диаметр.....от 1600 до 5000

длина.....2000

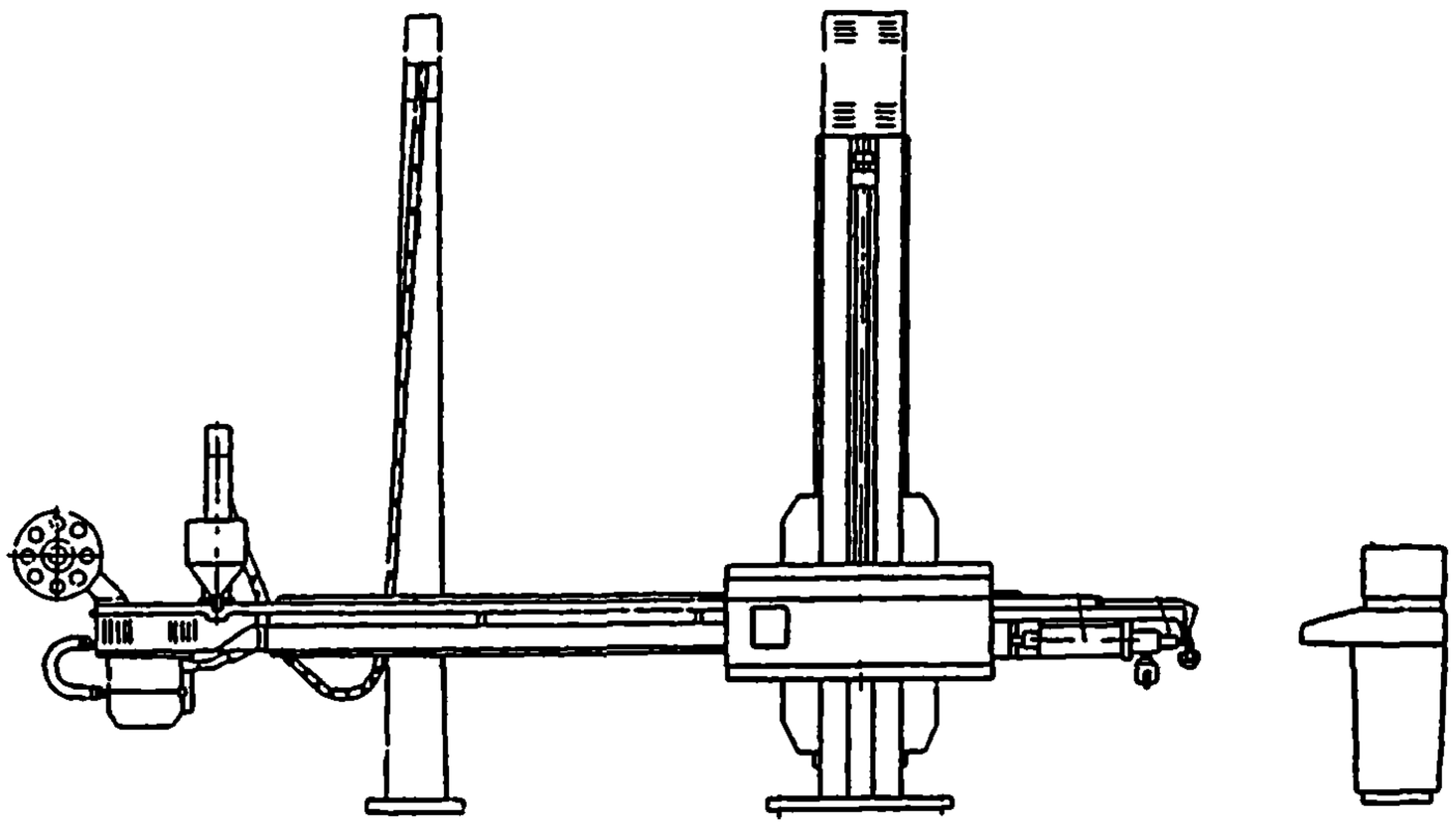
Максимальная длина собираемого корпуса, мм.....12000

Габаритные размеры стенда, мм.....18600х4300х1920

Масса, кг.....30700

Чертеж № 32608

А.11 Установка для автоматической сварки обечаек



Предназначена для автоматической сварки под слоем флюса внутренних кольцевых швов корпусов аппаратов. Консоль оборудована промышленной телевизионной установкой. Наблюдение за процессом сварки ведется по экрану видеоконтрольного устройства, встроенного в пульт управления

Размеры изделия, мм:

диаметр.....400 и более

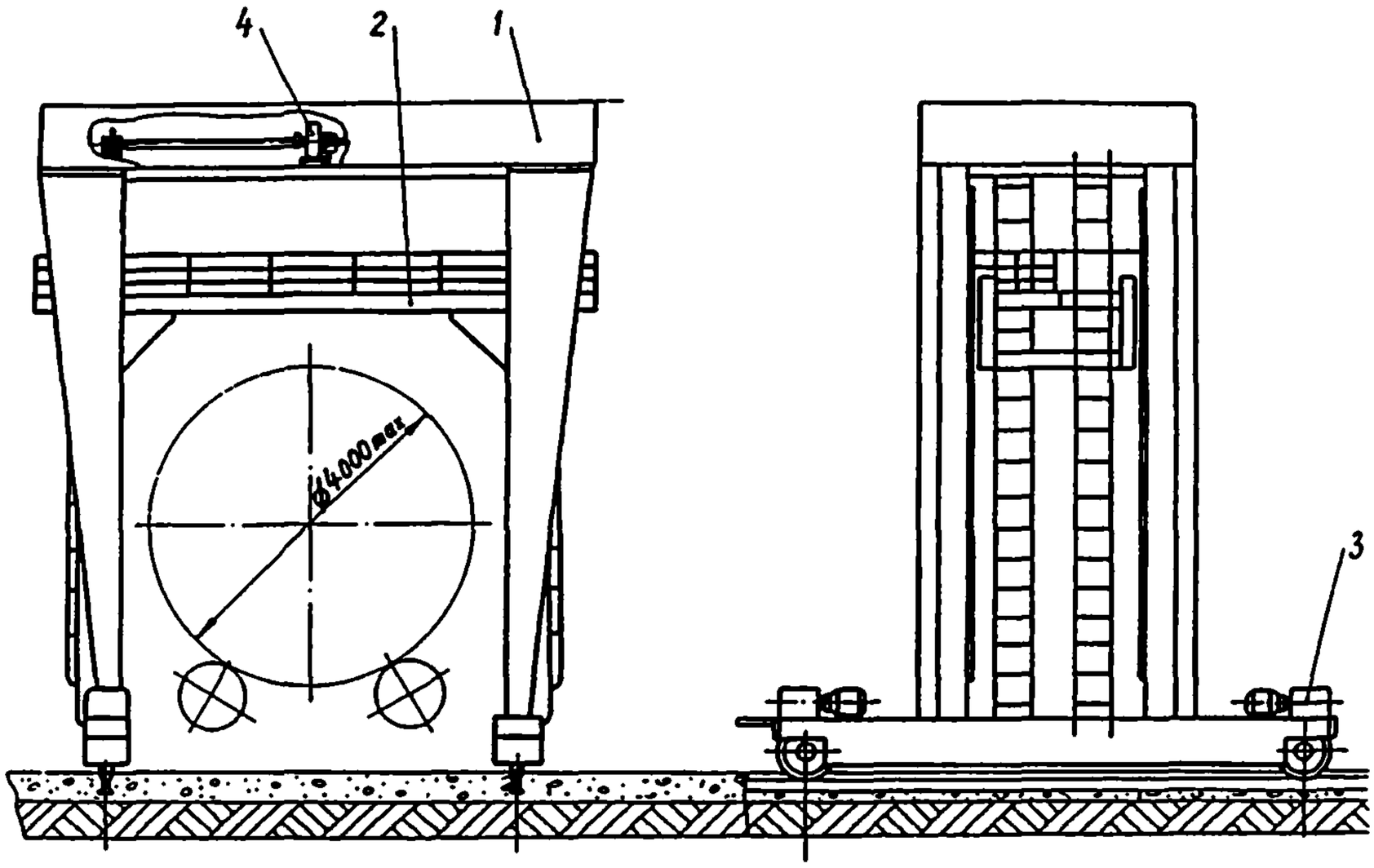
длина.....до 6000

толщина стенки.....от 4 до 40

Габаритные размеры установки, мм:.....11827x2700x4400

Чертеж № 33541

А.12 Портальная установка



Предназначена для автоматической сварки наружных продольных швов обечаек и кольцевых швов корпусов с помощью сварочной головки АБС.

Установка состоит из П-образной опорной конструкции 1, двух приводов 3, обеспечивающих перемещение установки по рельсовому пути и привода 4 для подъема и опускания балкона 2, который снабжен специальной подвеской для крепления сварочной головки АБС.

Размеры обечаек, мм:

диаметр.....от 800 до 4000

длина .....до 2500

толщина стенки.....от 16 до 40

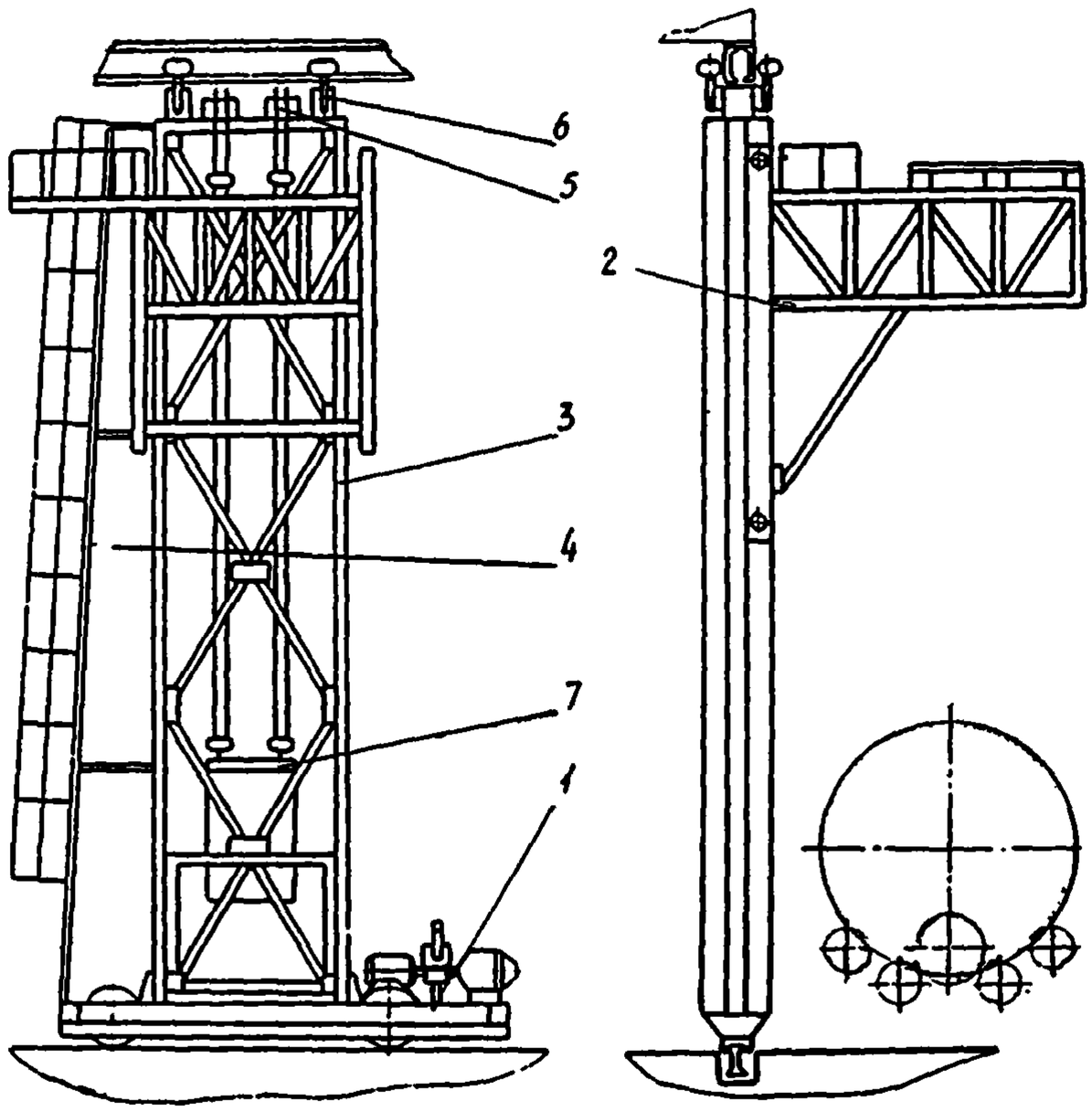
Грузоподъемность балкона, кг 500

Габаритные размеры установки, мм:.....5844x5730x7850

Масса, кг.....16800

Чертеж №32598

А.13 Велотележка с балконом



Предназначена для сварки наружных кольцевых швов корпусов и вырезки отверстий под люки и штуцера в обечайках и корпусах. Состоит из приводной тележки 1 с направляющими для вертикального перемещения балкона 2. Балкон имеет люк под установку сварочного аппарата или устройства для вырезки отверстий.

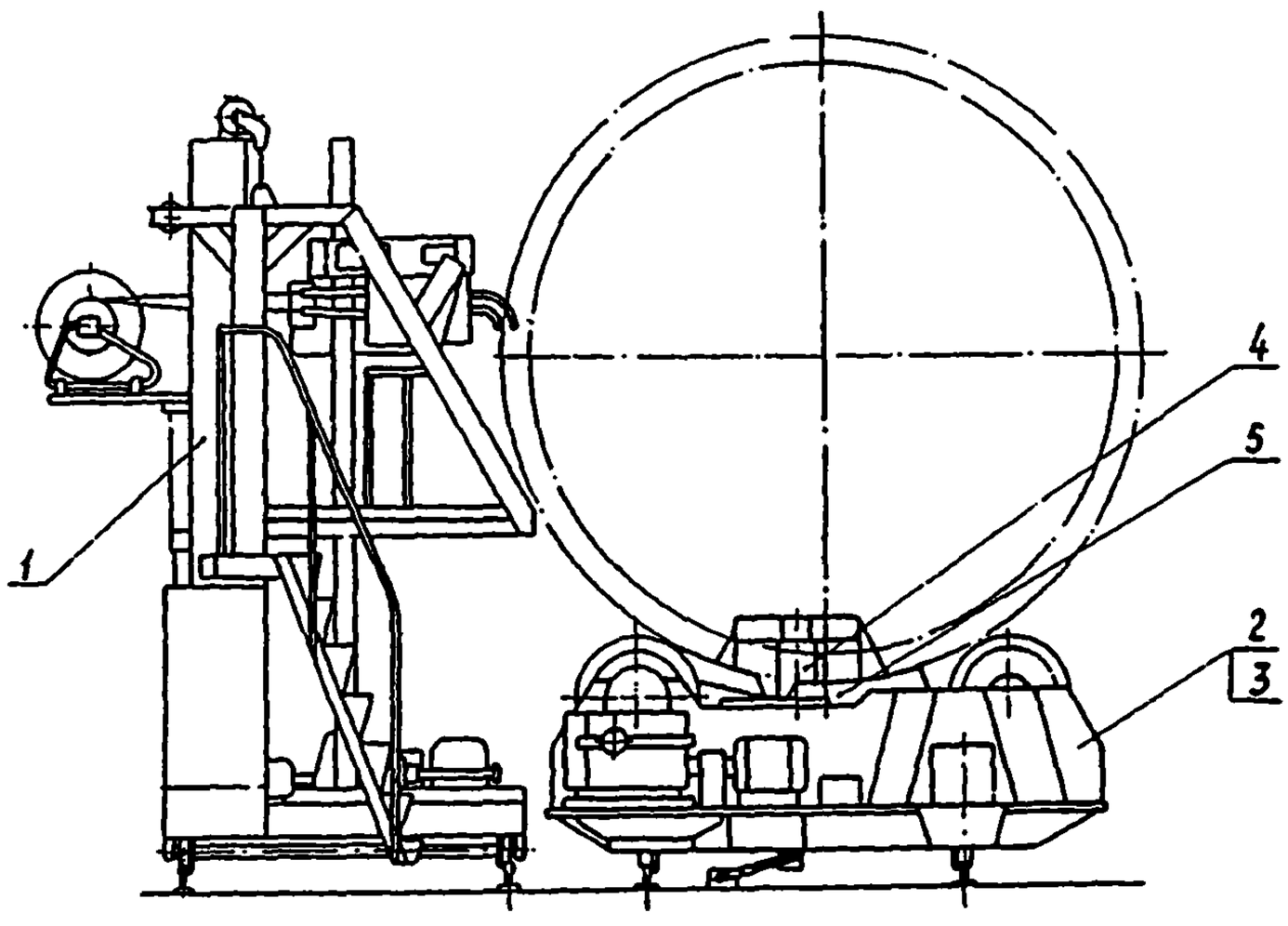
Диаметр свариваемых обечаек, мм .....от 800 до 5000

Грузоподьемность балкона, кг.....500

Габариты велотележки, мм: 5170х4350х11230

Чертеж № 32814

А.14 Стенд для электрошлаковой сварки кольцевых швов корпусов с сопутствующей нормализацией



Предназначен для ЭШС кольцевых швов толстостенных корпусов с сопутствующей нормализацией индукционным методом с помощью нагревателей, работающих на токах промышленной частоты.

Состоит из установки для ЭШС 1, приводной и неприводной роликоопор 2 и 3, упорного ролика 4 для предотвращения продольного перемещения корпуса в процессе сварки, установки зональной нормализации 5 для нагрева сварного шва.

Размеры свариваемых корпусов, мм:

диаметр.....от 1600 до5000

толщина стенки.....от 40 до 75

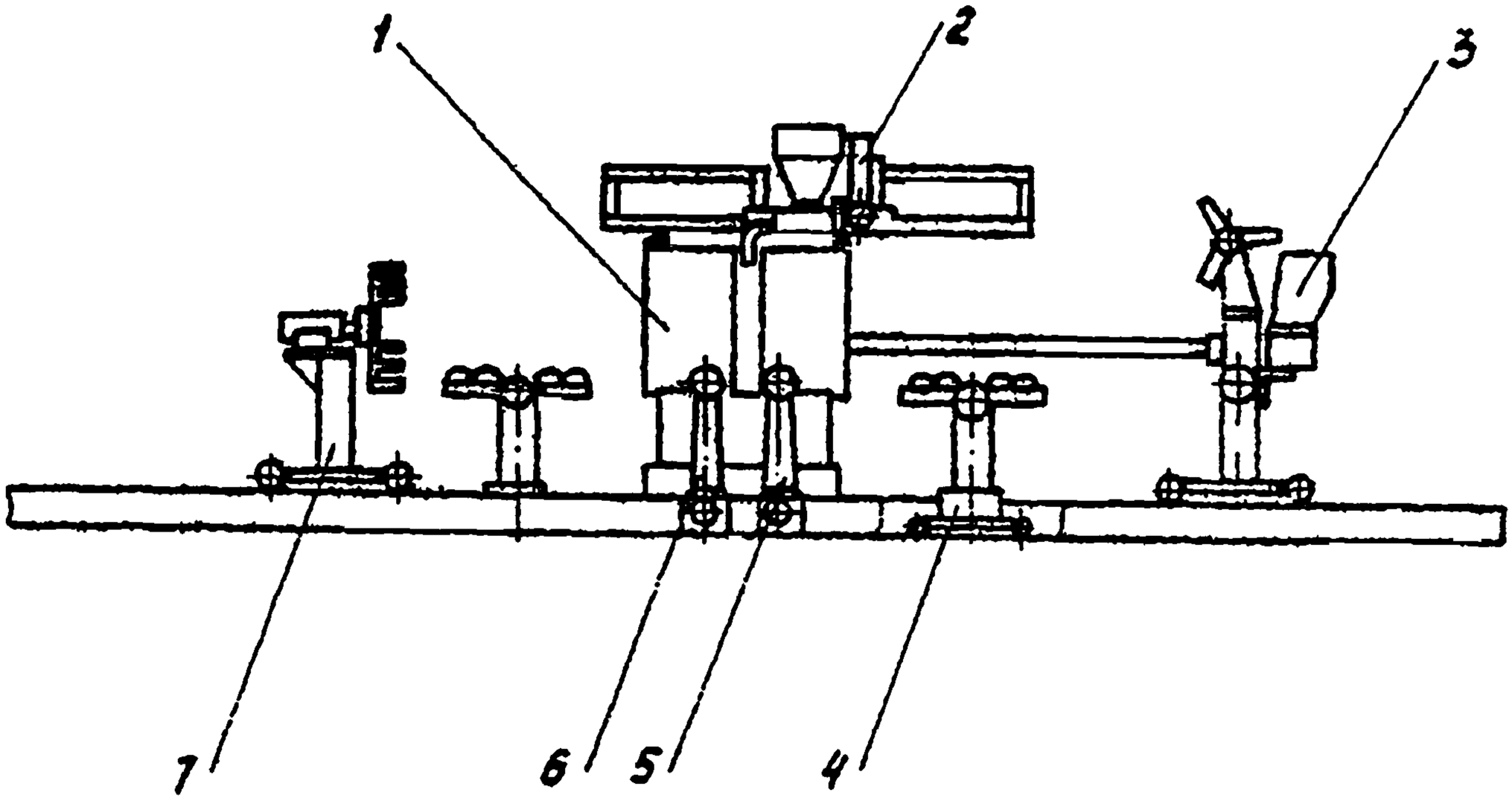
Грузоподьемность роликовых опор, т.....100

Габаритные размеры стенда, мм:.....25000х6530х4900

Масса, кг.....31600.

Чертеж № 34283

А.15 Стенд для сборки и сварки корпусов аппаратов из обечаек



Предназначен для сборки без прихваток и автоматической двухсторонней сварки колеблющимся электродом корпусов аппаратов и трубных сборок в среде защитных газов и под слоем флюса.

Состоит из вращателя 1, сварочной головки 2, сварочной консоли 3, двух рольгангов 4, ручного привода 5 для перемещения консоли и привода 6 для перемещения стойки 7.

Размеры обечаек, мм:

диаметр .....от 159 до 630

длина .....от 700 до 2000

Длина корпусов, мм.....до 6000

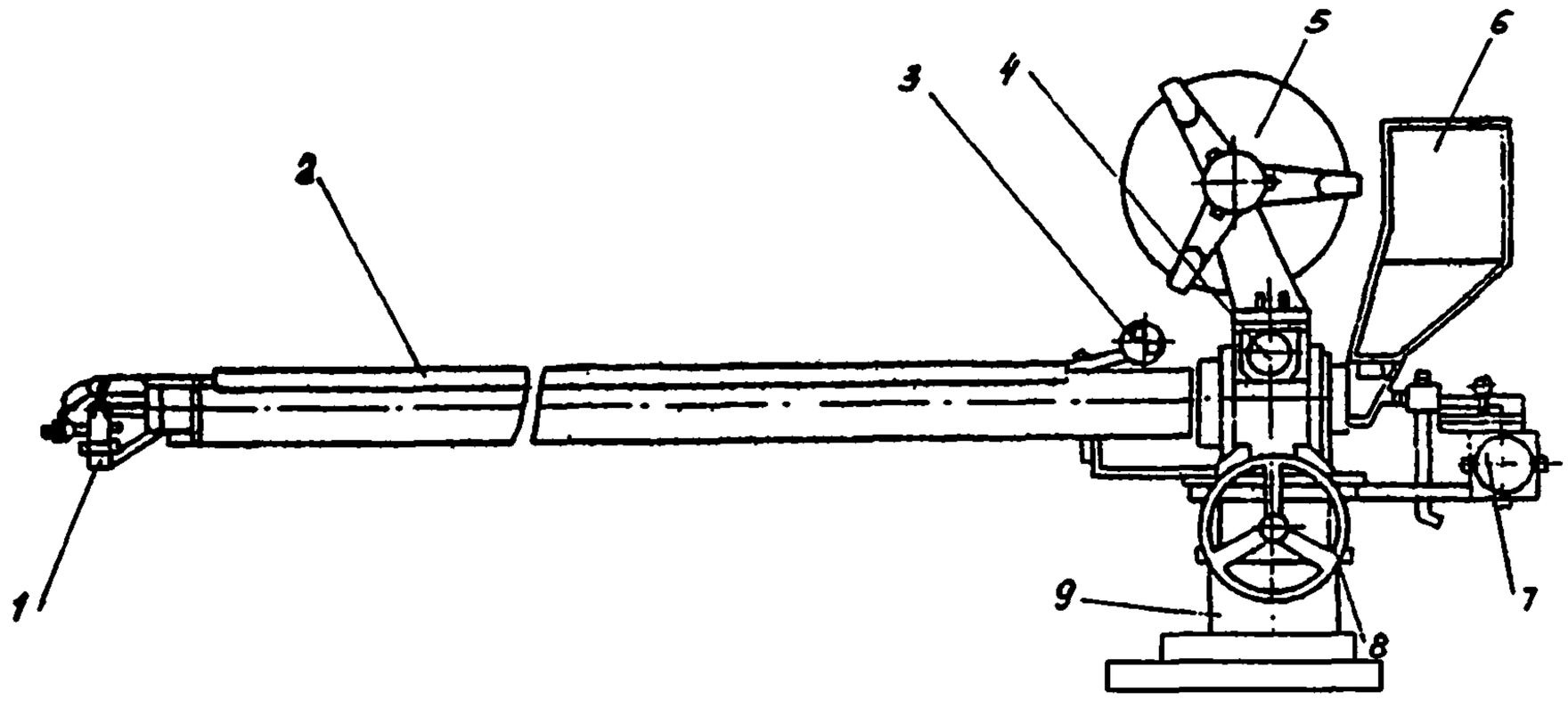
Диаметр электродной проволоки, мм .....от 1,2 до 2.0

Габаритные размеры стенда, мм:.....13680х160-х2540

Масса, кг.....4375

Чертеж № 34447

А.16 Консоль сварочная



Консоль сварочная предназначена для автоматической сварки внутренних кольцевых швов корпусов из обечаек под слоем флюса или в среде защитных газов колеблющимся электродом.

Состоит из корпуса горелки 1, консоли 2, механизма 3 подачи сварочной проволоки, редуктора 4, кассеты 5 для сварочной проволоки, бункера 6 для флюса, механизма 7 колебания электрода, механизма 8 для вертикального перемещения консоли, стойки 9.

Размеры обечаек корпусов, мм:

диаметр .....более 159

длина .....до 2000

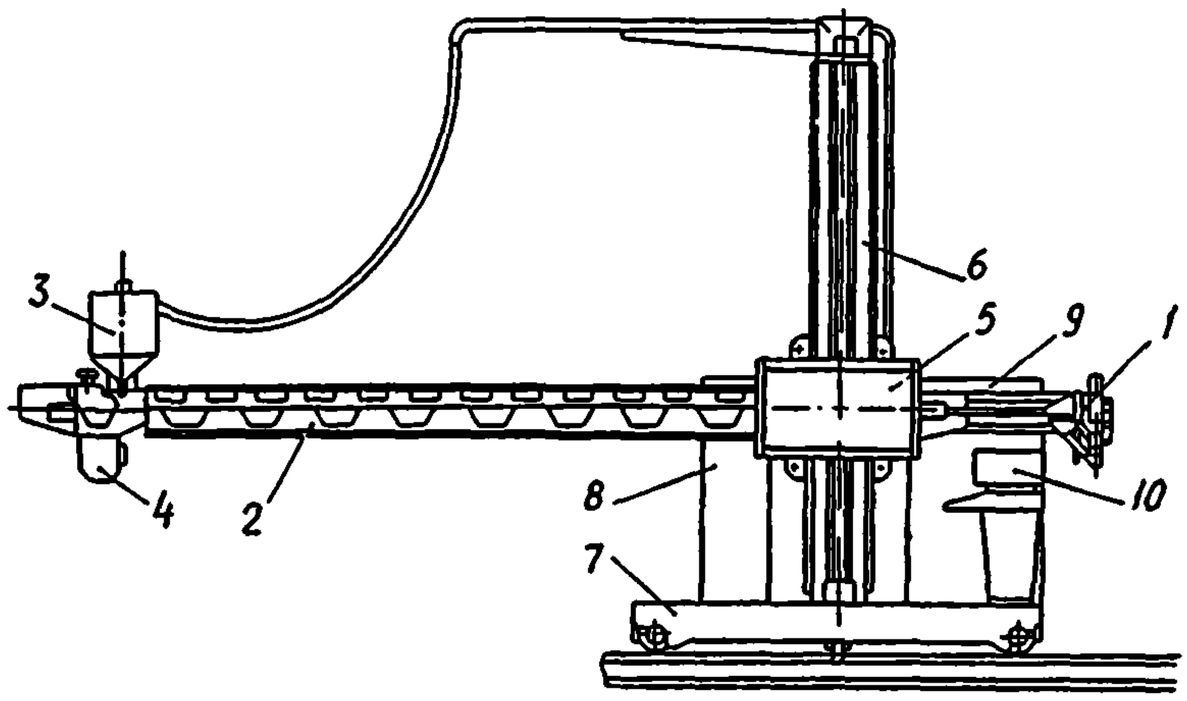
Диаметр сварочной проволоки, мм .....от 1,2 до 2,0

Габаритные размеры, мм: 2825х380х1410

Масса, кг.....240

Чертеж № 34445

А.17 Консольная установка с ПТУ для сварки с подогревом



Предназначена для автоматической сварки внутренних и наружных кольцевых швов и наплавки цилиндрических и сферических поверхностей под слоем флюса в условиях подогрева до 350 °С. Сварочная головка 1 закреплена на консоли 2. На хвостовике консоли смонтированы приводы подачи электрода и флюса, бункер 3, флюсоотсос 4. Консоль устанавливается в каретке 5 и перемещается по вертикальной колонне 6, закрепленной на тележке 7. Все операции по сварке и корректировке положения электрода сварщик – оператор выполняет с пульта управления 10 с помощью промышленной телевизионной установки (ПТУ).

Внутренний диаметр изделия при сварке и наплавке, мм:.....от 1000 до 5000

Диаметр изделия при сварке наружных швов, мм .....от 1000 до 2500

Длина, мм 5000

Наибольшая толщина стенки, мм.....160

Диаметр электродной проволоки, мм .....от 3 до 5

Размеры ленточного электрода. мм:

толщина .....от 0,2 до 2,0

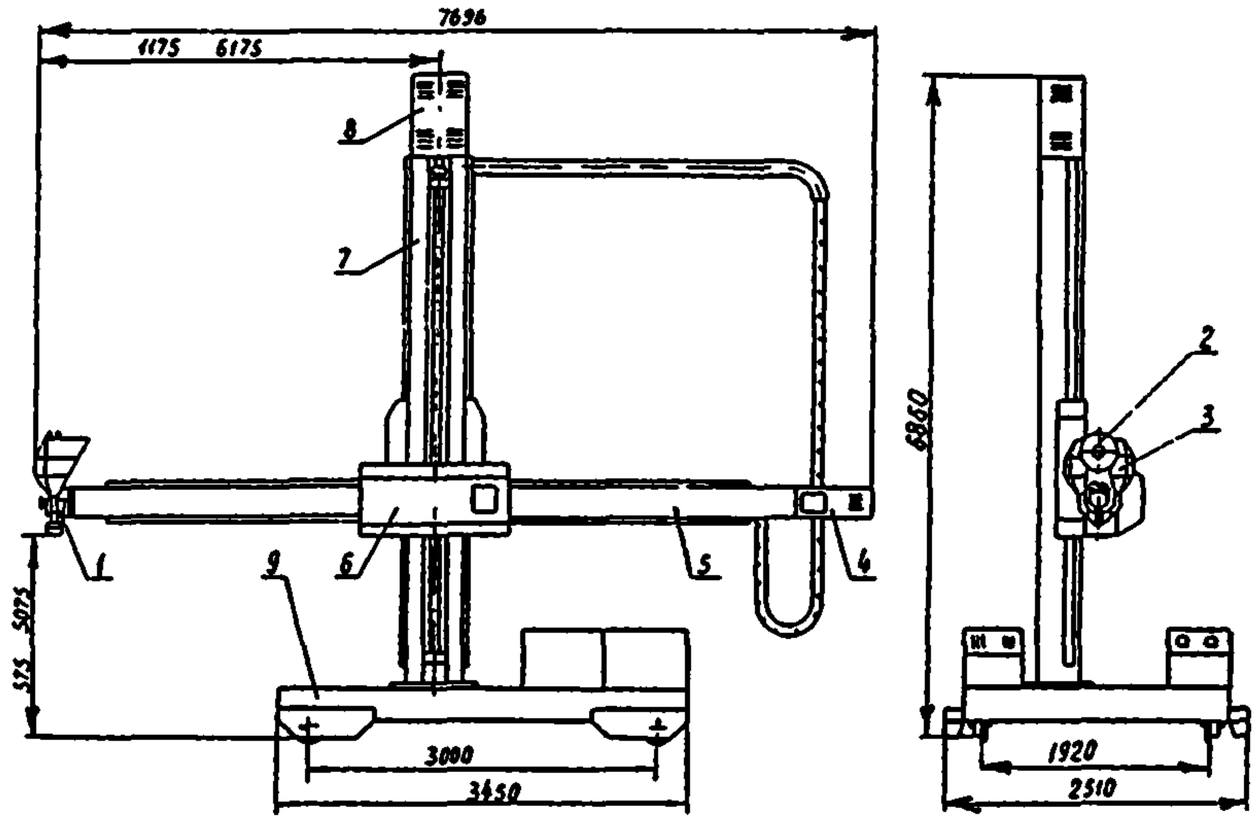
ширина .....от 20 до 65

Габаритные размеры, мм.....9290х3100х5670

Масса, кг 9500

Чертеж № 34390

А.18 Консольная установка для наплавки



Предназначена для наплавки под флюсом ленточным электродом внутренних поверхностей цилиндрических поверхностей корпусов. Позволяет выполнять наплавку кольцевым валиком с визуальным контролем шага наплавки и автоматическим смещением на величину шага при непрерывной наплавке ленточным электродом шириной 65 мм, с предварительным или сопутствующим подогревом.

Наплавочная головка 1 имеет кассету для ленты 2 и бункер с флюсом 3. Привод вращения роликов головки осуществляется от мотор-редуктора, расположенного в хвостовике 4 консоли 5. Каретка 6 перемещается по вертикальной стойке 7 мотор-редуктором 8. Тележка 9 перемещается по рельсовому пути. Установка может быть оснащена сварочной головкой, позволяющей производить сварку внутренних и наружных кольцевых стыков корпуса.

Внутренний диаметр наплавляемых корпусов, мм .....800 и более

Перемещение консоли, мм:

вертикальное 4500

горизонтальное.....5000

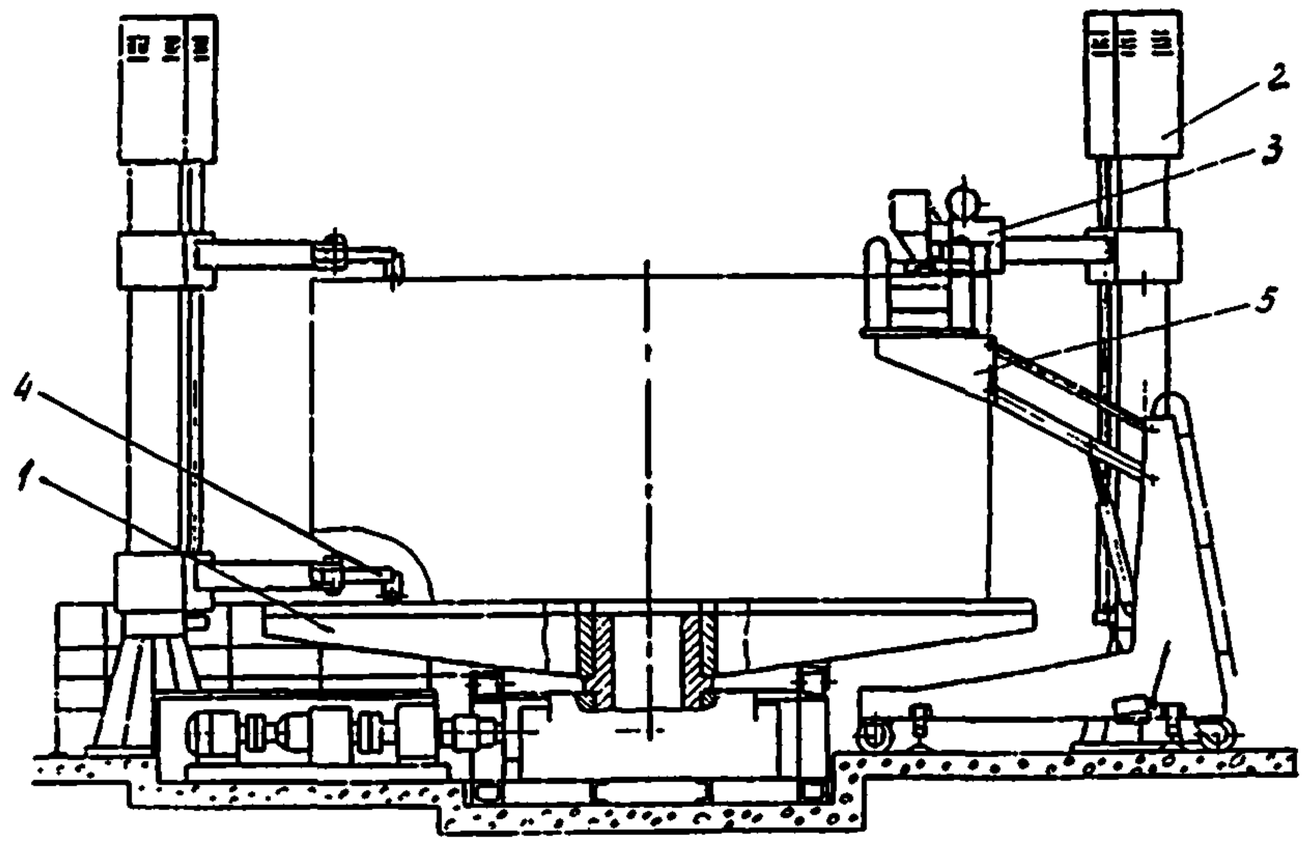
Поперечное перемещение наплавочной головки, мм .....±50

Габаритные размеры установки, мм 7699х2510х6860

Масса, кг 5300

Чертеж№ 33299

А.19 Установка для газовой подрезки и наплавки торцев обечаек



Состоит из планшайбы 1 с приводом; поворотных колонн 2 с навешанными на них консолями, несущими рабочий инструмент - наплавочную головку 3 и кронштейн газорезательного резака 4. Управление установкой осуществляется как с выносного пульта, так и с пультов, расположенных на колоннах и подьемной площадке 5.

Размеры обрабатываемых обечаек, мм:

диаметр .....от 1600 до 5000

длина .....от 1000 до 3500

толщина стенки .....от 30 до 250

Грузоподьемность планшайбы, т.....105

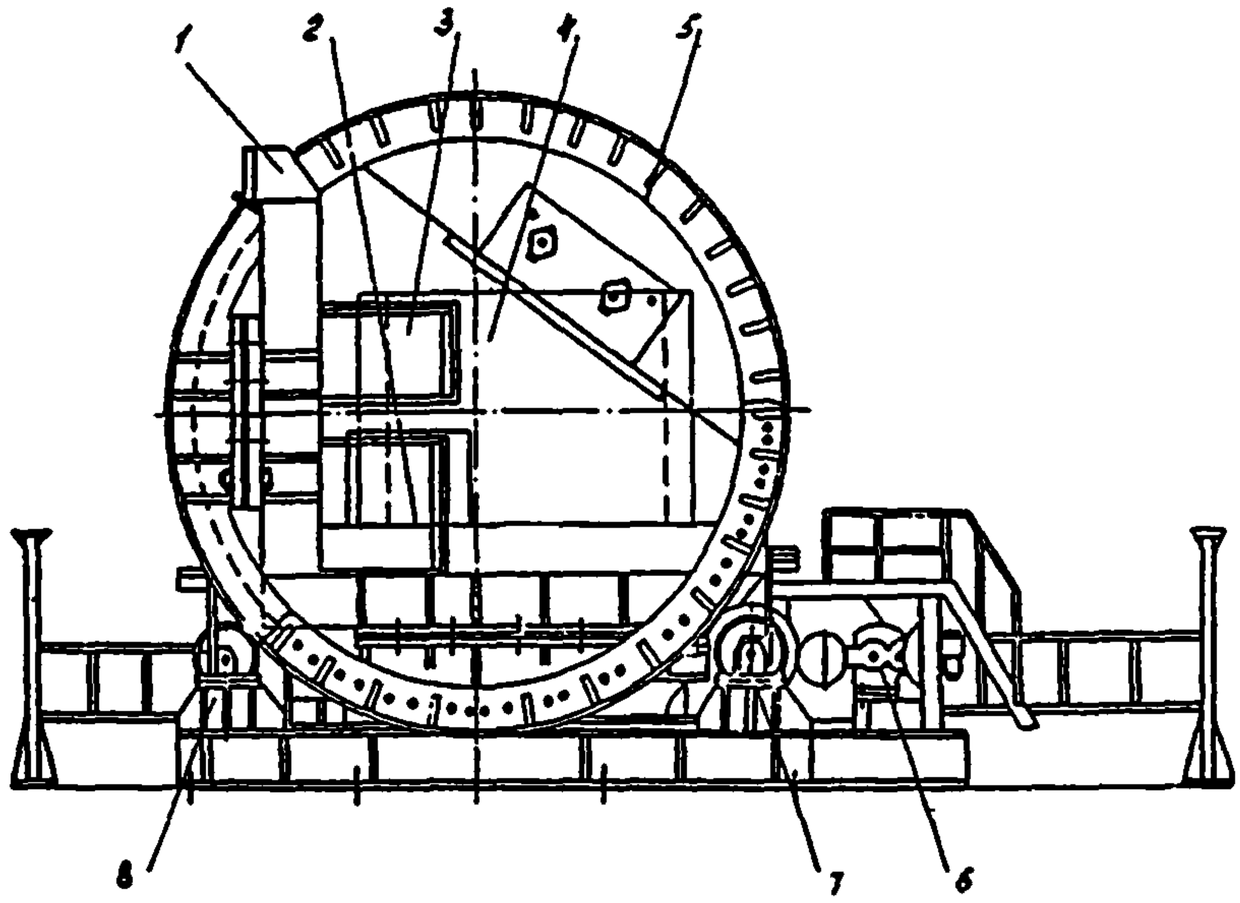
Наплавка электродной проволокой диаметром от 3 до 5 мм под слоем флюса

Габаритные размеры установки, мм 9000x8200x6075

Масса, кг 9500

Чертеж № 21270

А.20 Кантователь обечаек



Предназначен для переворачивания обечаек из горизонтального положения в вертикальное и наоборот.

Состоит из сварной Г-образной платформы 1, на опорную поверхность 2 которой или на призмы устанавливается обечайка 4, двух колец 5, привода 6 и роликоопор 7,8. На платформе предусмотрено устройство для фиксации обечаек.

Грузоподъемность, т.....50

Угол поворота, град 90

Размеры обечаек, мм:

диаметр.....от 1600 до 3200

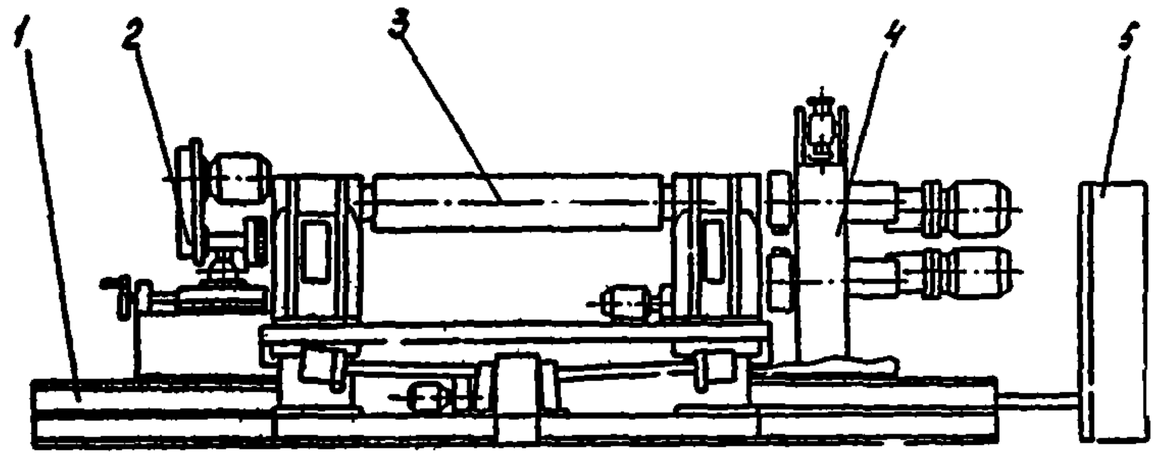
длина .....от 1000 до 2500

Габаритные размеры кантователя, мм 9900х2000х6080

Масса, кг 59000

Чертеж № 321061

А.21 Установка для зачистки кромок и торцев обечаек

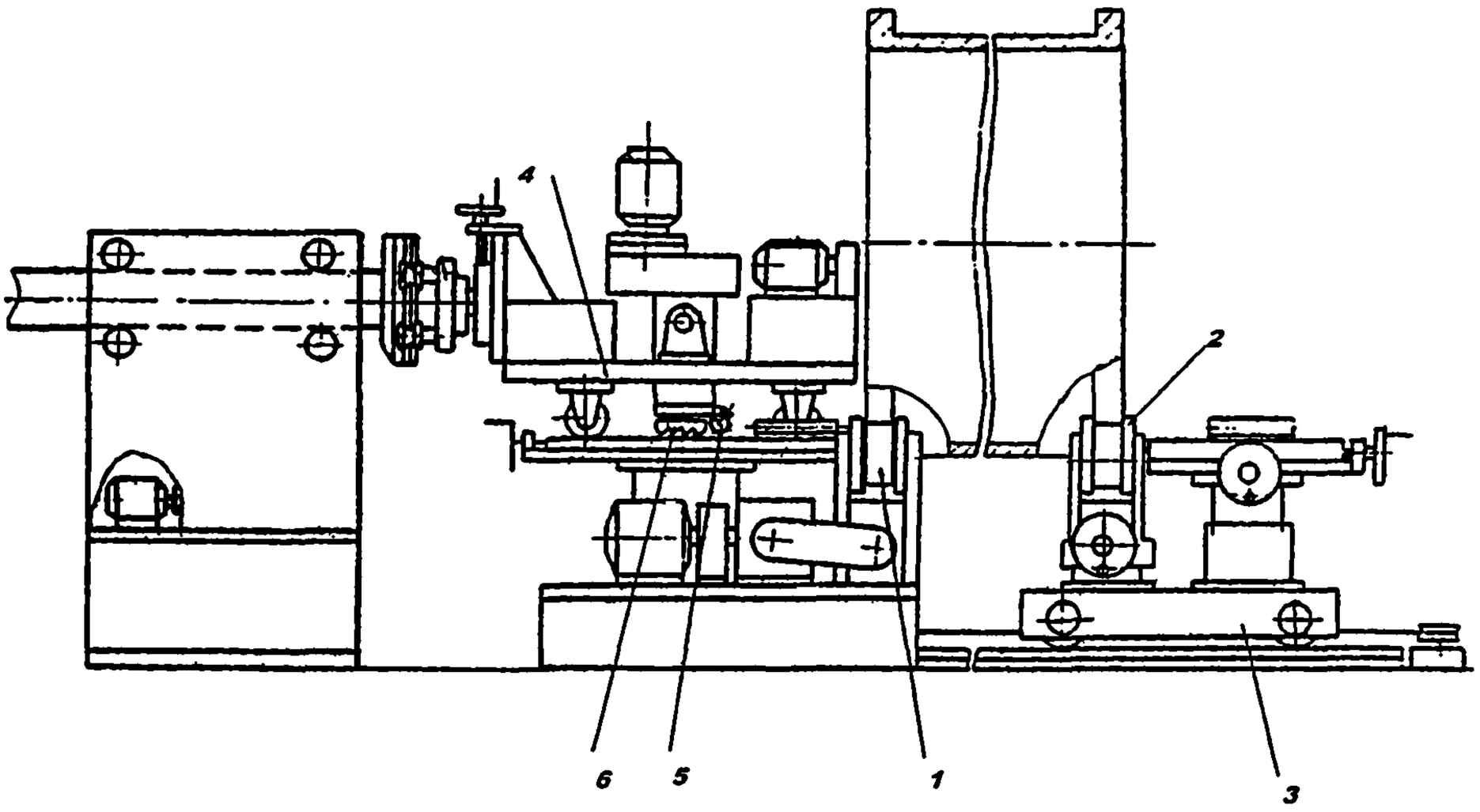


Предназначена для зачистки иглофрезами кромок и торцев обечаек под сварку и ультразвуковую дефектоскопию (УЗД)

Состоит из приводной роликоопоры 3, кареток 1, на которых установлены иглофрезерные блоки 2,4. Блок 4 производит очистку кромок с внутренней и наружной поверхностей обечайки, блок 2 – очистку торца обечайки,. Продукты очистки отсасываются пылеотсасывающими устройствами 5 типа ЗИЛ –900

Размеры обечаек, мм:	Чертеж № 1703,	Чертеж № 1704
диаметр	от 1000 до 3800	от 1600 до 5000
длина	от 800 до 2500	
толщина стенки	от 10 до 40	от 20 до 120
Материал	Конструкционная и легированная стали	
Ширина зачищаемой полосы, мм	от 50 до 100	от 100 до 200
Габаритные размеры установки, мм	8000х5000х1900	8200х6120х2150
Масса, кг	14800	21300

А.22 Установка для снятия усилений сварных швов в обечайках и корпусах аппаратов



Предназначена для снятия усиления продольных и кольцевых сварных швов в обечайках и корпусах аппаратов. Снятие усилений шва производится твердосплавной торцевой фрезой, которая копирует обрабатываемую поверхность опорным роликом.

Состоит из роликоопор 1 и 2, тележки 3 для перемещения опоры неприводной, фрезерного трактора 4. Снятие усилений шва производится твердосплавной фрезой 6, которая копирует обрабатываемую поверхность опорным роликом 5.

Размеры обечаек и корпусов, мм:

диаметр .....от 1200 до 1400

длина .....от 600 до 9000

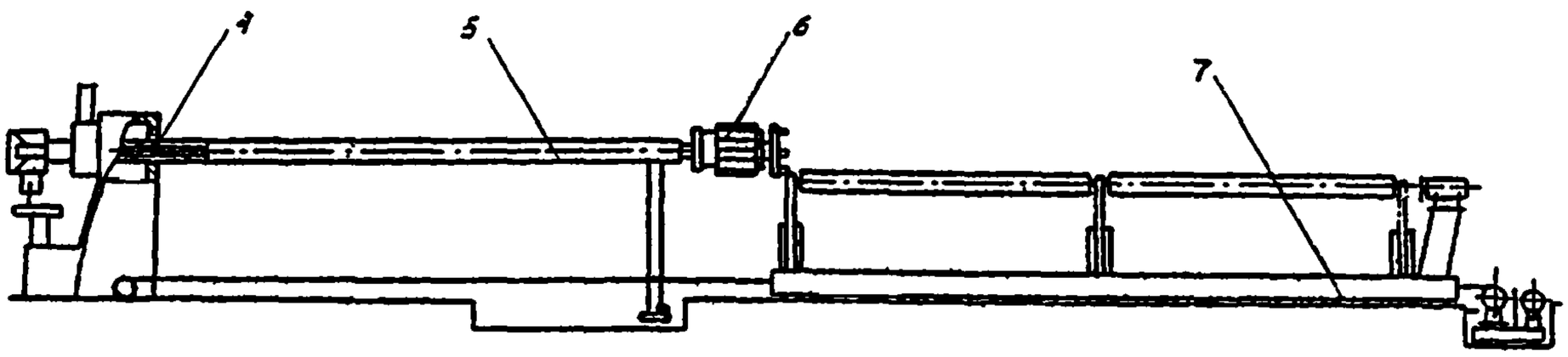
Материалы .....Конструкционная, легированная и нержавеющая стали

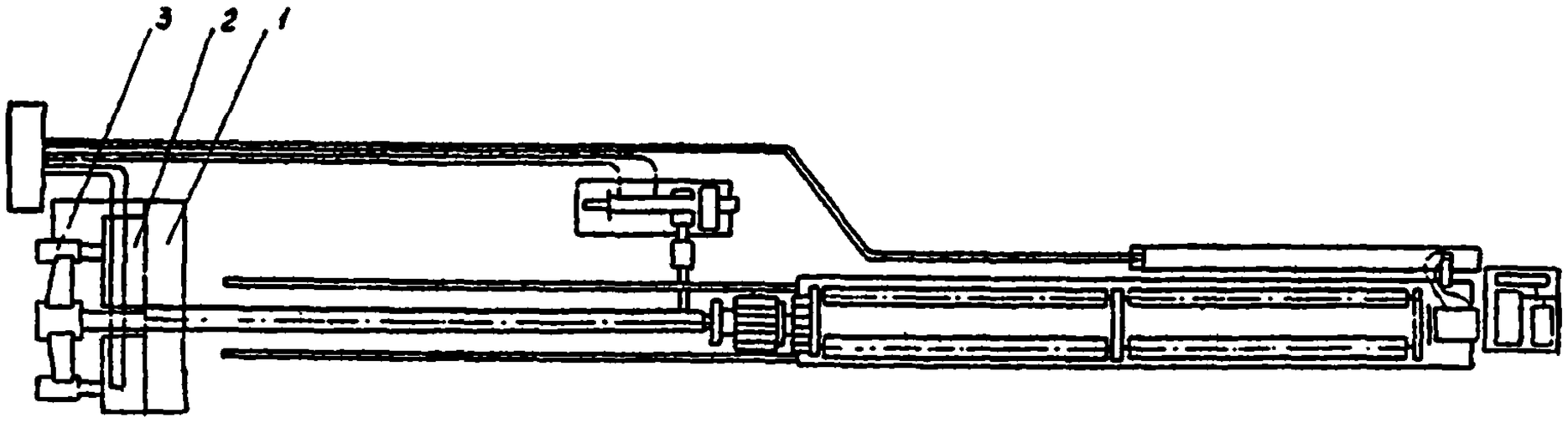
Габаритные размеры установки, мм 2400х2450х2100

Масса, кг 11250

Чертеж № 1701

А.23 Установка для сборки и калибровки корпусов





Предназначена для сборки обечаек в корпус с одновременной их калибровкой и прихваткой, а также для калибровки корпусов теплообменных аппаратов.

Состоит из тележки 7, служащей для установки и перемещения обечаек относительно инструмента, стойки 1 с закрепленным на ней стеблем 5, несущим калибрующий инструмент 6 и приводимый в действие штангой 4 от гидроцилиндров 2.

Размеры калибруемых обечаек, мм:

диаметр 400,600,800

длина.....от 4000 до 2000

толщина стенки.....от 6 до 16

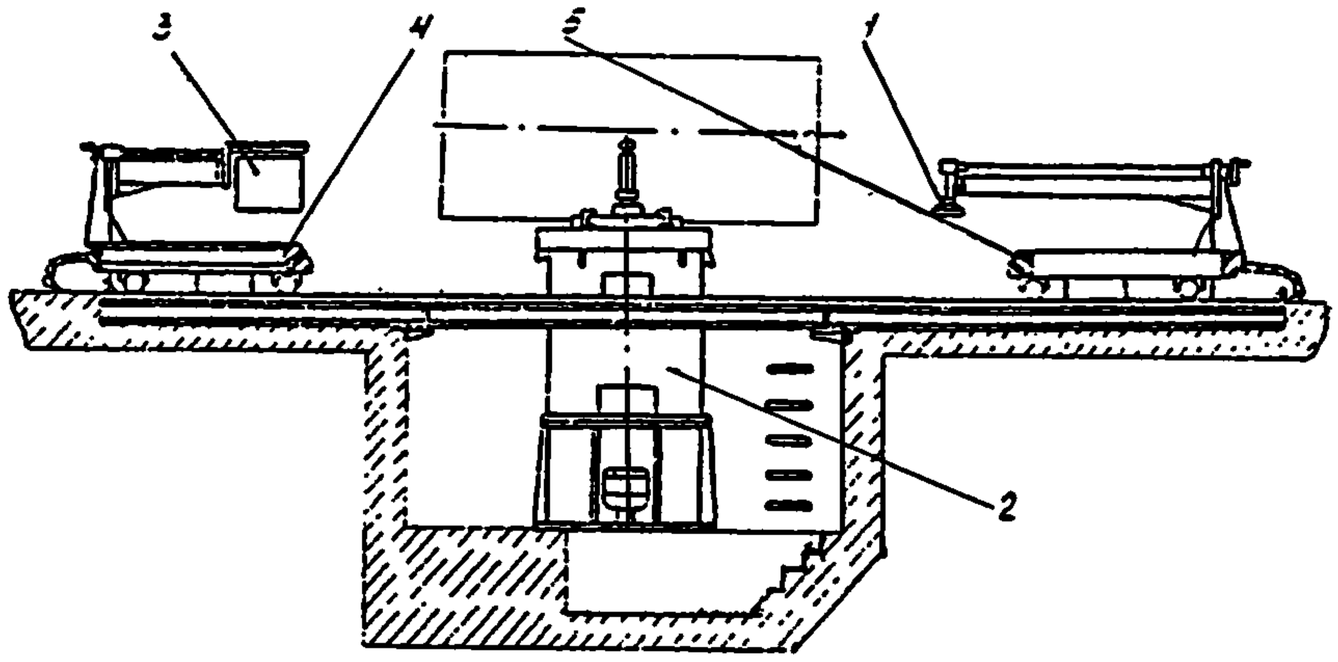
Длина собираемого и калибруемого корпуса, мм.....до 6000

Габаритные размеры установки, мм 17550x1540x1550

Масса. кг.....13890

Чертеж № 33623

А.24 Установка для вытяжки горловин



Предназначена для вытяжки горловин в цилиндрических обечайках.

Состоит из устройства индукционного нагрева 1 зоны вытяжки горловины, установки силовой 2, устройства для формирования горловин 3, тележек механизированных 4 и 5 .

Размеры обечаек, мм:

диаметр..... .....от 400 до 800

толщина стенки.....от 8 до 16

Диаметр горловин, мм.....от 108 до 426

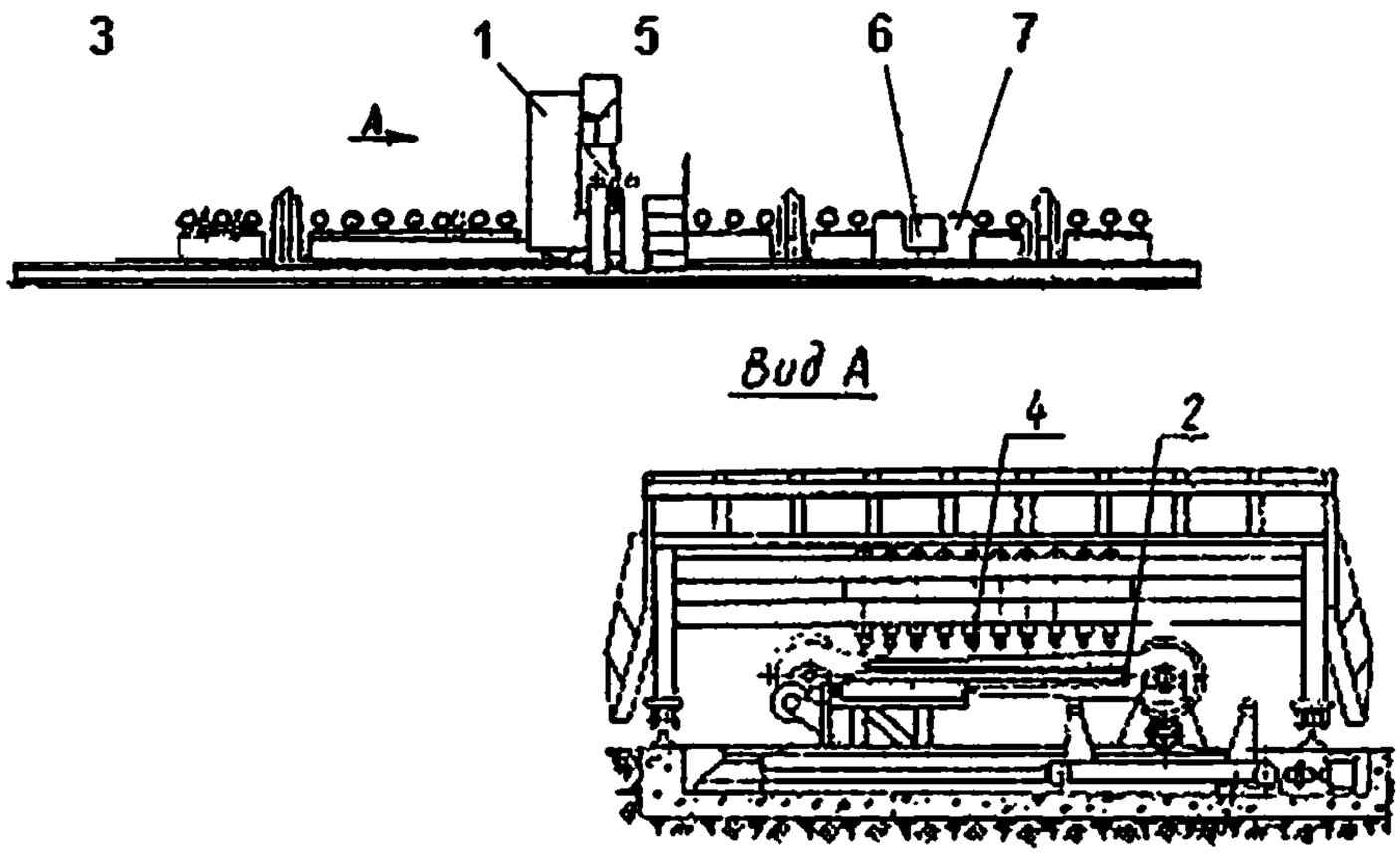
Температура нагрева, °С.....от 950 до 1000

Габаритные размеры установки, мм.....9000х3500х2750

Масса, кг.....59000

Чертеж № 321060

А.25 Стенд для сборки и сварки листов



Предназначен для сборки и сварки листов до длины развернутой окружности обечаек.

Состоит из самоходного портала1, кантователя вилочного типа 2, и стола 3. На портале установлены два ряда гидроцилиндров 4 для прижима кромок листов и сварочная головка 5. Стол представляет собой рольганг, состоящий из отдельных секций, между которыми расположены подвижные тележки 6 кантователя и две станины 7 , в которых размещены флюсовые подушки. Стенд отличается компактностью за счет размещения кантователя в рабочей зоне стола.

Габаритные размеры собираемого листа, мм:

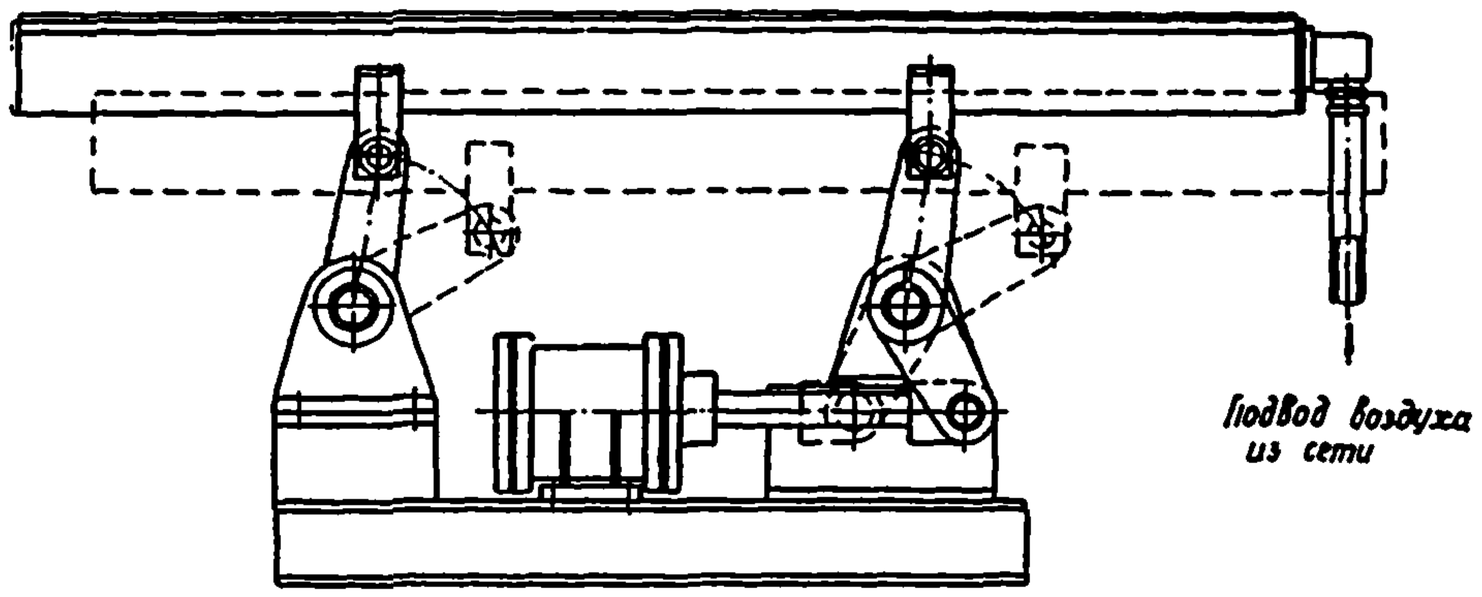
длина 11000

ширина 2500

Габаритные размеры стенда,мм 18500x5750x3100

Чертеж № 33202

А.26 Флюсовая подушка для сварки продольных швов



Предназначена для предотвращения протекания расплавленного металла и формирования обратной стороны шва при электродуговой автоматической сварке.

Представляет собой лоток, установленный на рычагах, образующих параллелограмм, что позволяет перемещать лоток параллельно образующей обечайки, обеспечивая равномерное распределение флюса вдоль стыка.

Вертикальный ход подушки, мм 420

Длина лотка, мм.....2500

Объем лотка, м^3.....0,027

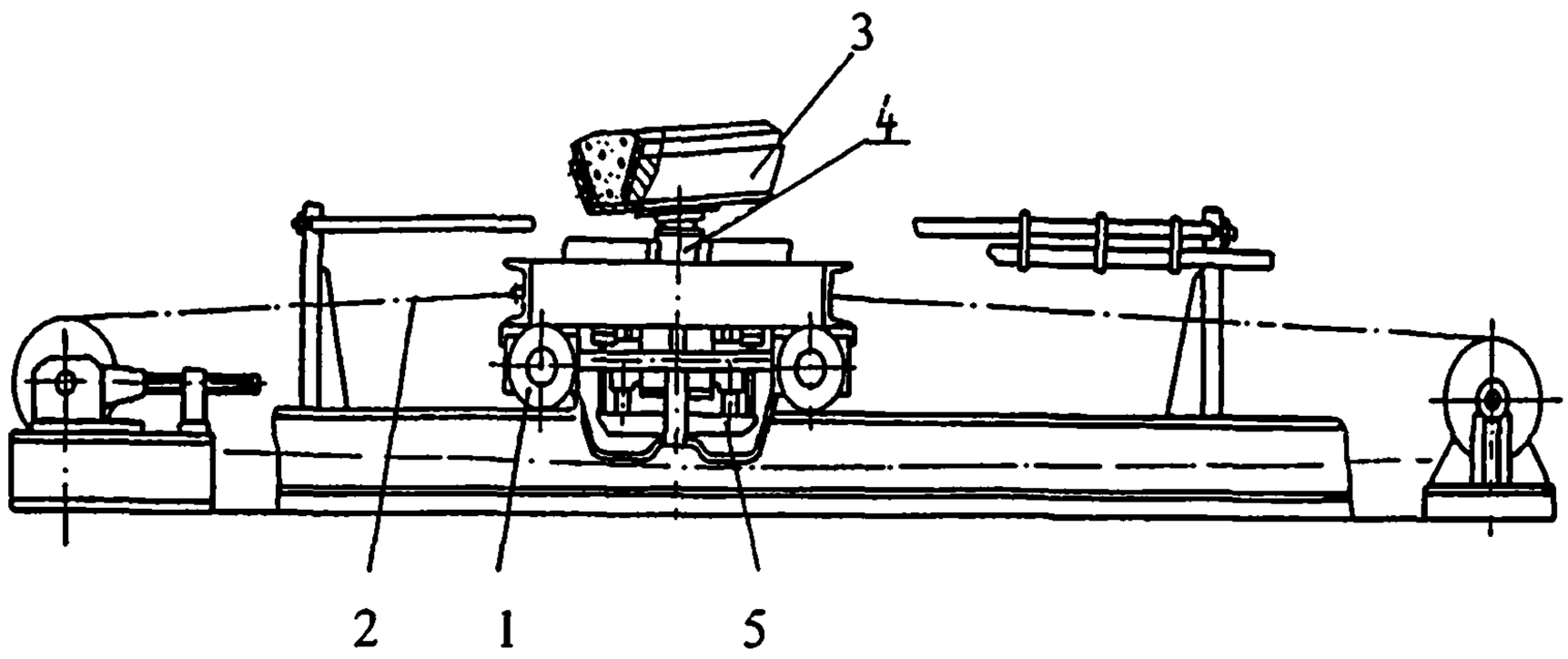
Привод объема лотка – пневматический

Габариты, мм 3300x350 x1220

Масса, кг 280

Чертеж № У615

А.27 Флюсовая подушка для сварки кольцевых швов



Предназначена для формирования обратной стороны шва при электродуговой автоматической сварке.

Флюсовая подушка смонтирована на тележке 1, перемещаемой цепной передачей 2. Представляет собой тарелку 3, смонтированную на штоке пневмоцилиндра 4, снабженного винтовой системой 5, которая устанавливает исходную высоту тарелки.

Диаметр тарелки, мм 420

Угол наклона тарелки, град.....3

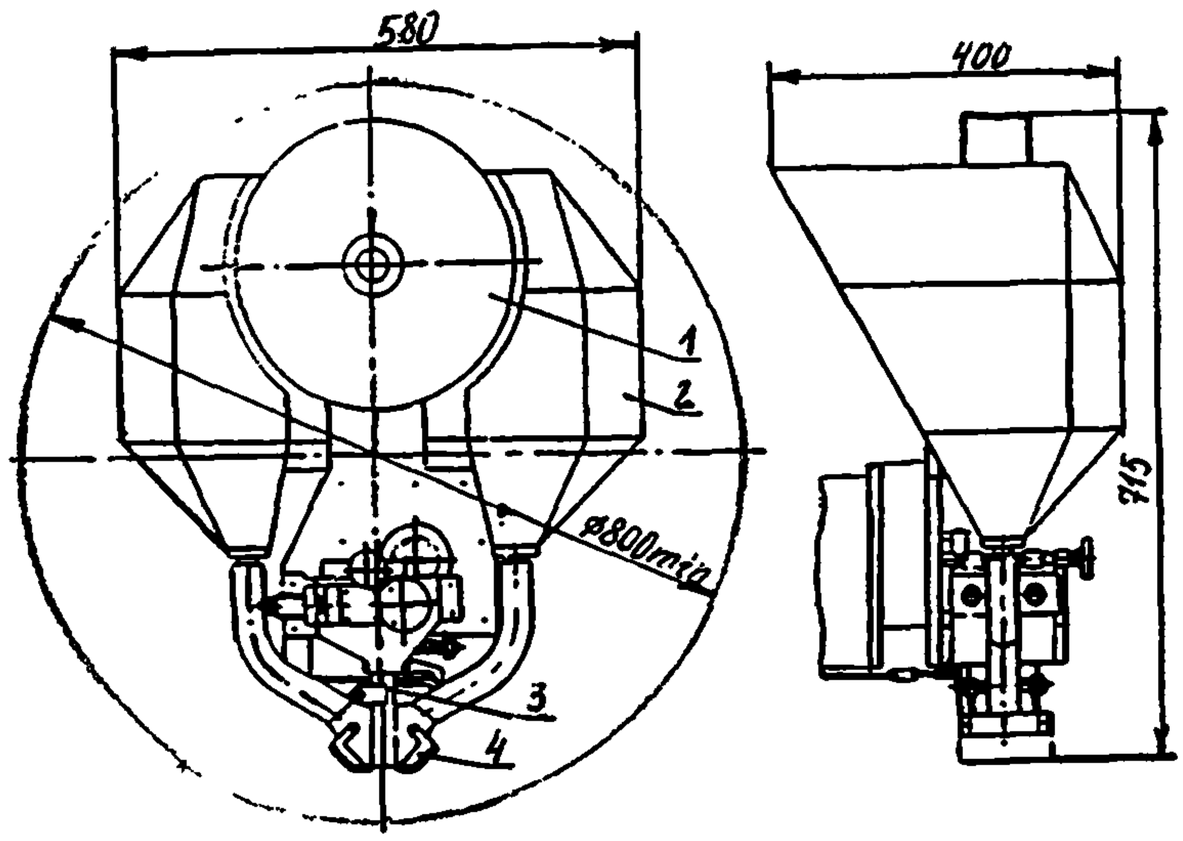
Максимальный ход тарелки, мм 10

Габариты, мм 900х540х930

Масса, кг 30

Чертеж № У616

А.28 Наплавочная головка



Предназначена для наплавки под флюсом ленточным электродом внутренних поверхностей корпусов и днищ. Головка не имеет собственного привода подачи ленты, крепится к наплавочной установке и может применяться при наплавке с предварительным или сопутствующим подогревом. Флюс из бункера подается по обе стороны ленты.

На головке размещена кассета 1, бункер для флюса 2, токоподводящие пластины 3, которые направляют ленту. Электромагнит управления заслонками 4 бункера вынесен из зоны сварки на консоль наплавочной установки.

Наименьший внутренний диаметр изделия, мм 800

Скорость подачи ленточного электрода, м/час .....от 26 до 213

Толщина ленточного электрода, мм ..... от 0,2 до 1

Ширина ленточного электрода, мм ..... 40 и 65

Вес ленточного электрода в кассете, кг .....21 и 33

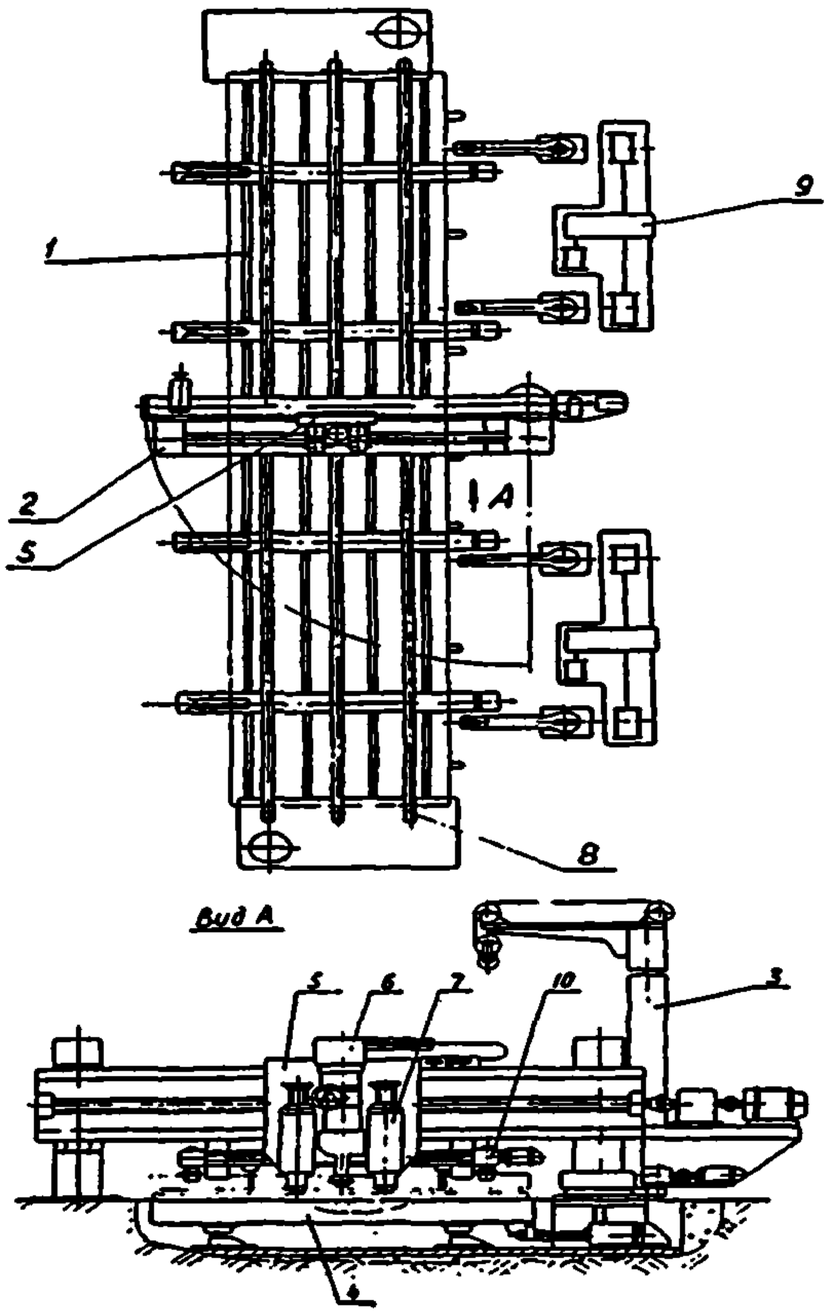
Объем бункера для флюса, л 30

Сварочный ток, а ..... до 1000

Вес головки, кг 51,5

Чертеж № 33296

А.29 Стенд для сборки и сварки листов с подогревом



Предназначен для сборки и автоматической сварки встык листов с подогревом ТПЧ и кантования листов при двусторонней сварки стыка.

Состоит из стола 1, балки поворотной 2, флюсовой подушки 4 , кантователя 3. По направляющим балки перемещается со сварочной скоростью каретка 5 с универсальным сварочным аппаратом 6 и прижимными роликами 7. Подогрев стыка листов перед сваркой производится индукторами, размещенными на подвеске 10. Продольное перемещение листов производится шлеперными устройствами 8 .

Размеры собираемых листов. мм :

длина 16000

ширина 3200

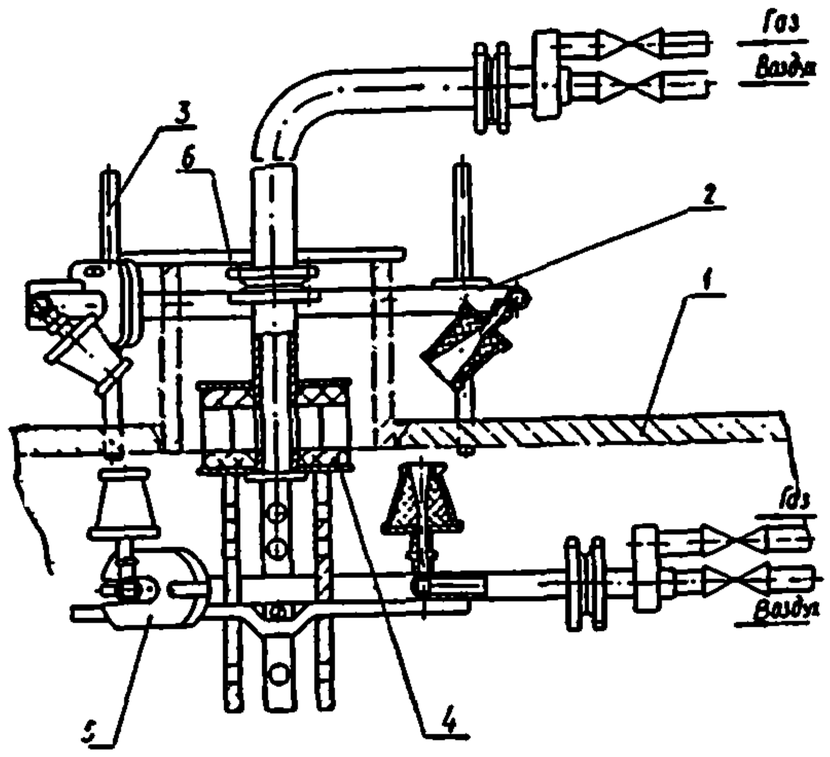
толщина.....до 40

Температура нагрева стыка ,°С.....350

Габаритные размеры стенда, мм.....1860х7500х6950

Чертеж № 33286

А.30 Газовая установка для местного нагрева



Предназначена для подогрева перед сваркой и последующей термообработки зоны приварки штуцеров, люков, лазов к корпусу аппарата.

Установка включает в себя три нагревателя, обеспечивающие нагрев металла привариваемых узлов и корпуса с двух сторон по толщине аппарата. В зависимости от вида нагрева (подогрев перед сваркой, термообработка), размеров привариваемых изделий и толщины металла нагреватели могут работать одновременно все на одном шве или по отдельности каждый. При сборке установки на штуцере верхний кольцевой нагреватель 2 своими стойками 3 опирается на корпус 1, внутренний 4 подвешен и опирается через стержни 6 на штуцер, нижний 5 устанавливается изнутри.

Температура нагрева, °С:

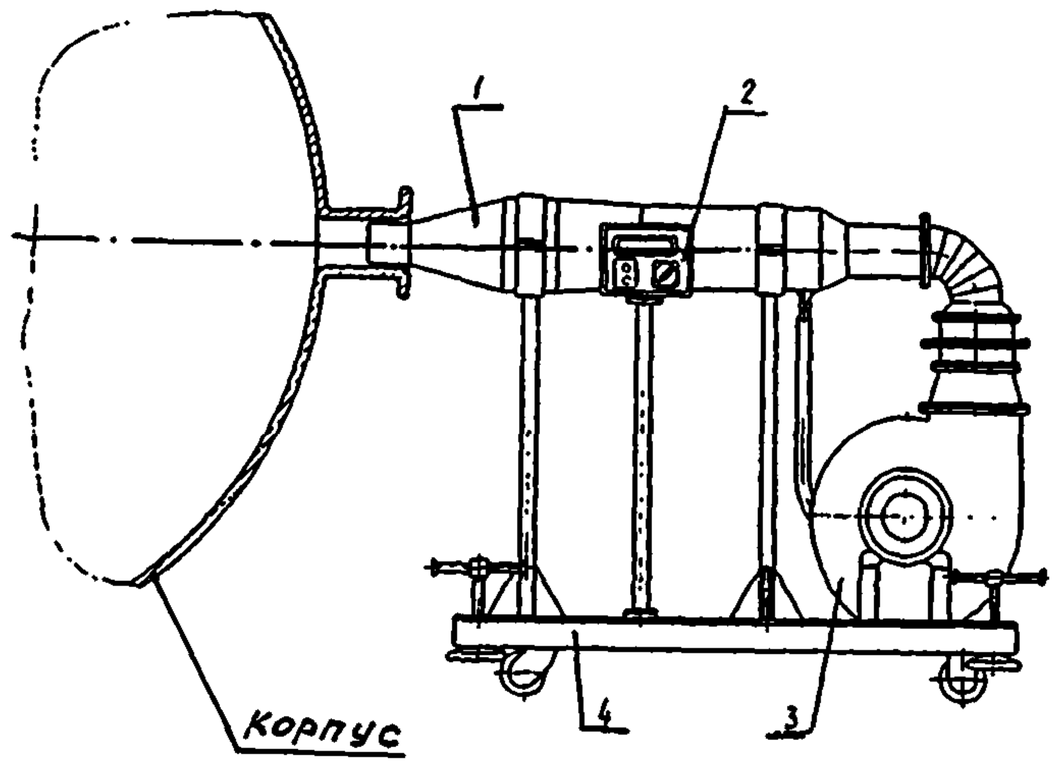
при подогреве перед сваркой.....от.100 до 400

при термообработке .....от 500 до 730

Вес комплекта установки при различных диаметрах, кг:

Ду, мм	Вес, кг	Чертеж №
≤ 100	142,0	3897
≤ 300	352,3	3898
≤ 500	435,0	3891
≤ 600	480,5	3895
≤ 800	663,4	3896

А.31 Газовая установка для нагрева аппаратов изнутри



Предназначена для сушки аппаратов после гидроиспытаний, антикоррозионного покрытия и для термической обработки, как в цеховых условиях, так и на монтажной площадке.

Установка состоит из теплогенератора 1, пульта управления 2, вентилятора 3 и передвижной платформы 4.

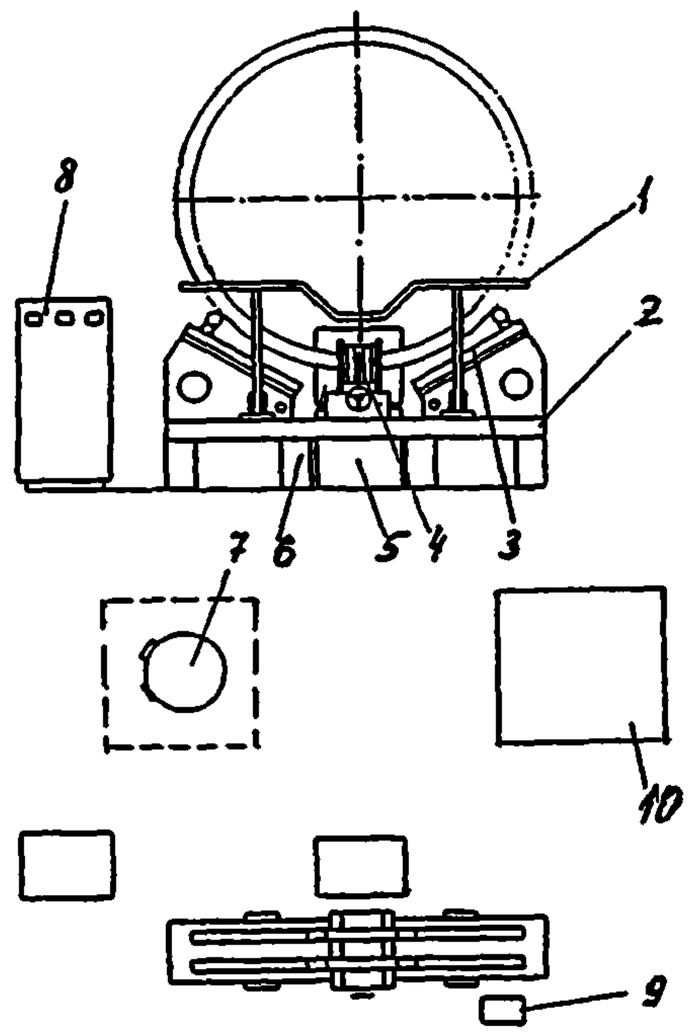
Температура выходящих газов, град. .....от 300 до 800

Габаритные размеры, мм .....4500 х 1200 х 1160

Масса, кг 400

Чертеж № 38241, 38242

А.32 Установка для местного нагрева сварных стыков



Предназначена для местной термообработки (зональной нормализации) швов корпусных фланцев из углеродистых и низколегированных сталей, выполненных электрошлаковой сваркой.

Состоит из боковых опор 1, стола 2 с роликоопорами 3, индукционного нагревателя 4, комплекта электрооборудования с батареей конденсаторов 5, трансформаторного блока 6, машинного преобразователя частоты 7, шкафа управления 8, пульта управления 9. Для охлаждения предусмотрена система оборотного водоснабжения 10.

Диаметр нагреваемых фланцев, мм .....от 800 до 2400

Температура нагрева, град.....от 900 до 950

Мощность, квт 142

Чертеж № 38614

А.33 Установка для местного нагрева горловин

Предназначена для нагрева зоны вытяжки горловин в обечайках перед отбортовкой.

Состоит из комплекта сменных индукторов 1, устройства для перемещения индукторов 2, пульта управления 3, шкафа управления 4, трансформаторного блока 5 и машинного преобразователя частоты.

Диаметр нагреваемых горловин, мм .....от 159 до 450

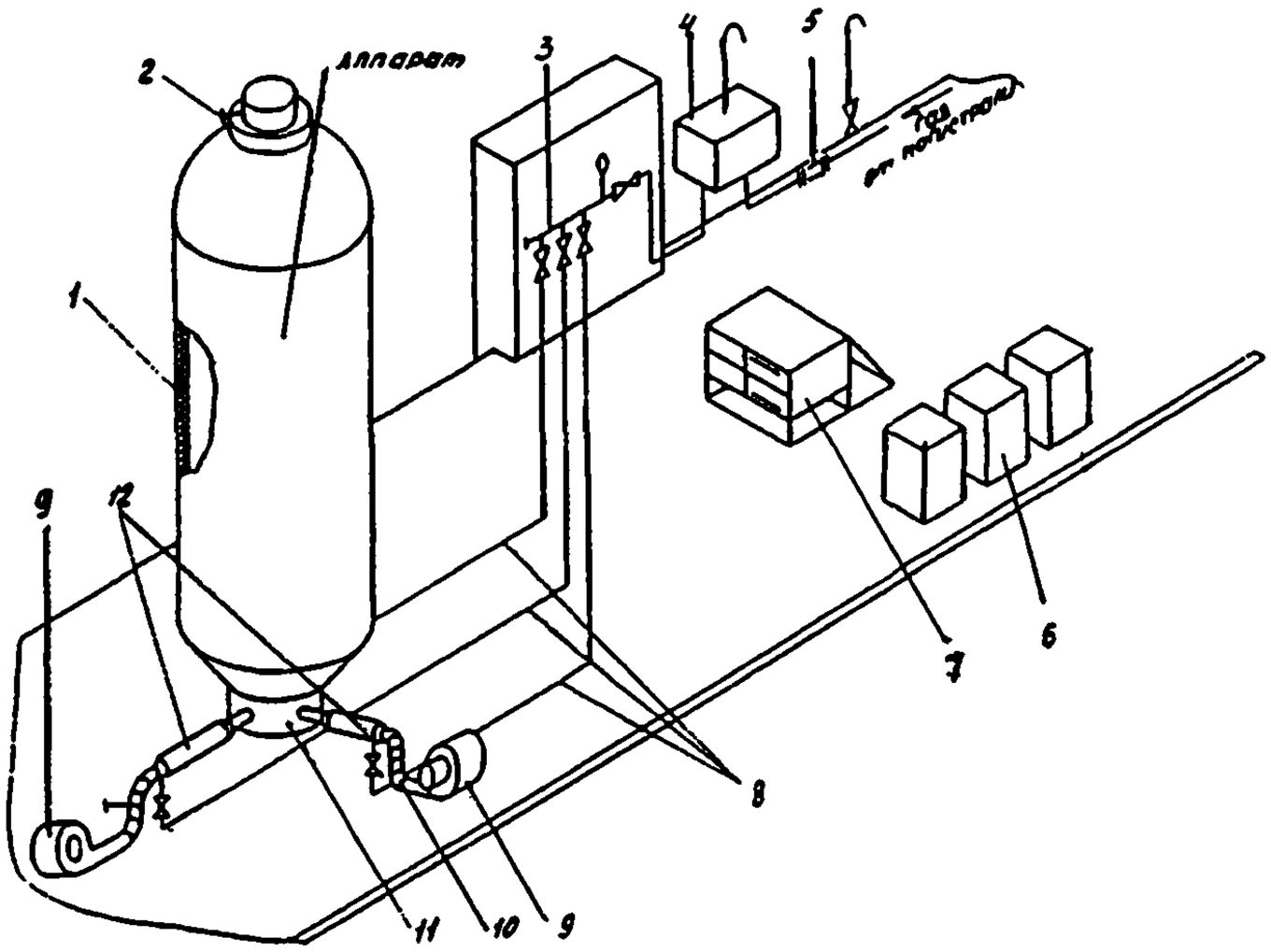
Температура нагрева, град .....от 1000 до 1100

Мощность, квт 138

Масса, кг 3500

Чертеж № 38457

А.34 Оборудование для внепечной термообработки аппаратов



Предназначен для высокого отпуска газопламенным нагревом изнутри цилиндрических аппаратов из низколегированной стали после выполнения сварочных работ.

Состоит из трех теплогенераторов 12, теплоизоляции изделия 1, трех вентиляторов 9, газопровода со шкафом управления 3, газорегуляторной установки 4, трубопроводов 8 и 10, запорной и регулирующей арматуры 2 и 5, контрольно-измерительной 6 и пусковой 7 аппаратуры, преобразователя потока 11.

Размеры нагреваемых аппаратов, мм:

диаметр.....до 5500

длина.....до 27000

толщина стенки.....до 56

Температура нагрева, град..... от 550 до 625

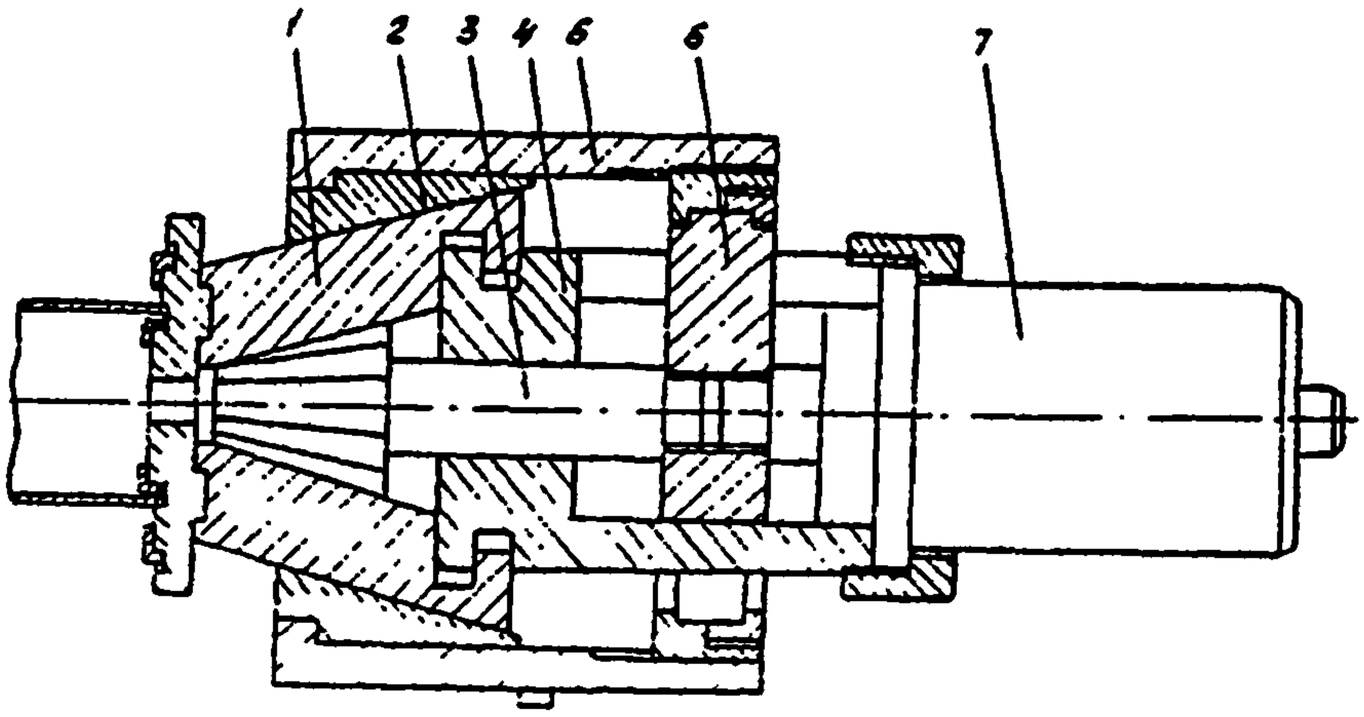
Расход газа, м³/час..... 280

Мощность, квт 135

Масса, кг 5000

Чертеж № 38425

А.35 Установка для калибровки концов труб УКТ-300, УКТ-600

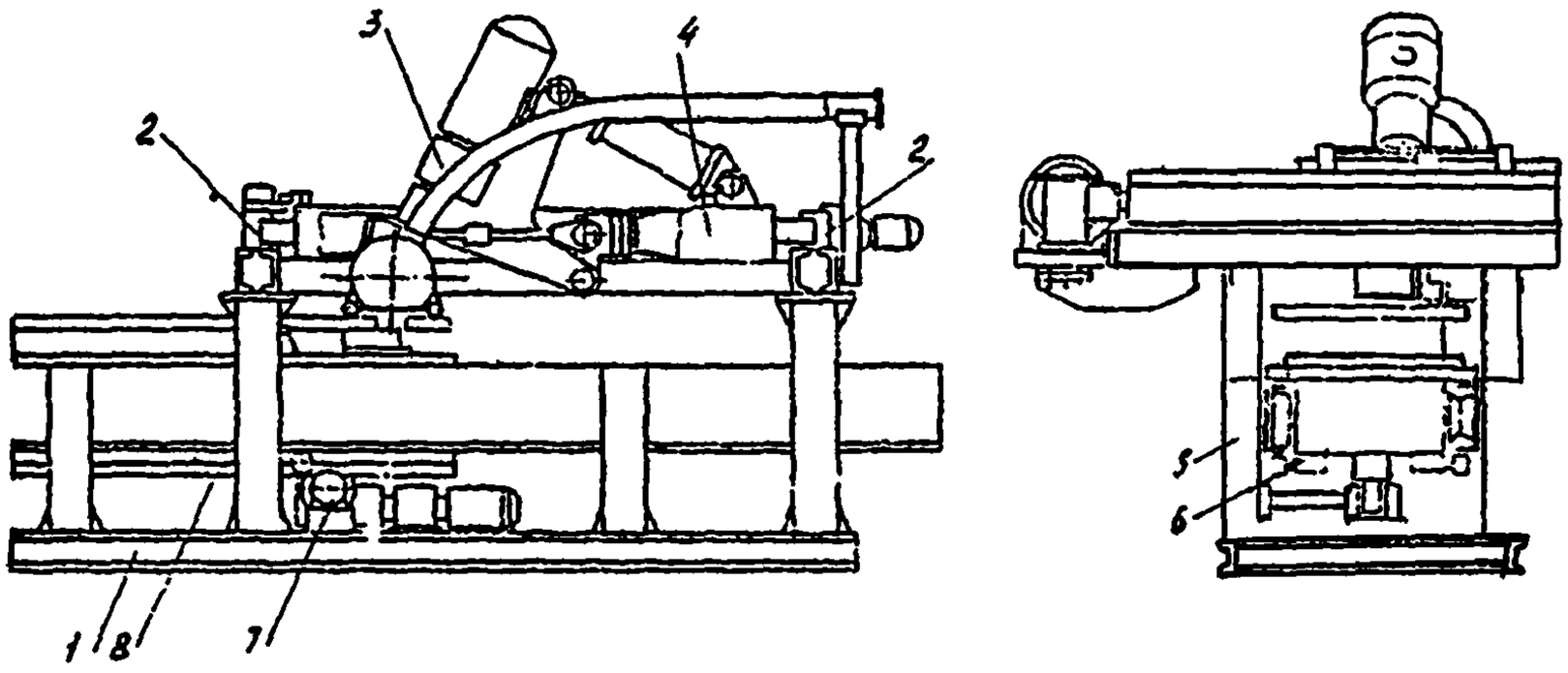


Предназначена для калибровки концов труб и деталей трубопроводов методом обжима наружной поверхности с последующей раздачей (калибровкой) по внутреннему диаметру.

Состоит из корпуса 4, в пазах которого радиально перемещаются кулачки 1со сменными вставками, конусного двенадцатигранного штока 3, гидравлического цилиндра 7, траверсы 6, конусных башмаков 2 и обоймы 5.

	УКТ300	УКТ600
Размеры труб, мм		
диаметр	от 50 до 300	от 200 до 600
толщина стенки	до 25	до 40
Давление в гидросистеме, Мпа	32	
Габаритные размеры, мм	1600 x 1800 x 1400	1860 x 2660 x 1870
Масса, кг	3500	3800
	Чертеж № 2704	Чертеж № 2659

А.36 Станок для зачистки листовых заготовок



Предназначен для зачистки листовых заготовок от окалины и ржавчины иглофрезой.

Состоит из основания 1, стола 6 с закрепленной на нем заготовкой, направляющих 5, привода 7, реечной передачи 8. Иглофрезерная головка 3, установленная на раме 4, перемещается по направляющим 2 на ширину иглофрезы после каждого прохода стола.

Размеры заготовок, мм:

длина ..... от 1200 до 2000

ширина ..... .от 300 до 700

толщина ..... от 16 до 120

Размеры иглофрезы, мм:

диаметр 300

ширина рабочей части 100

скорость резания, м/с.....2,2

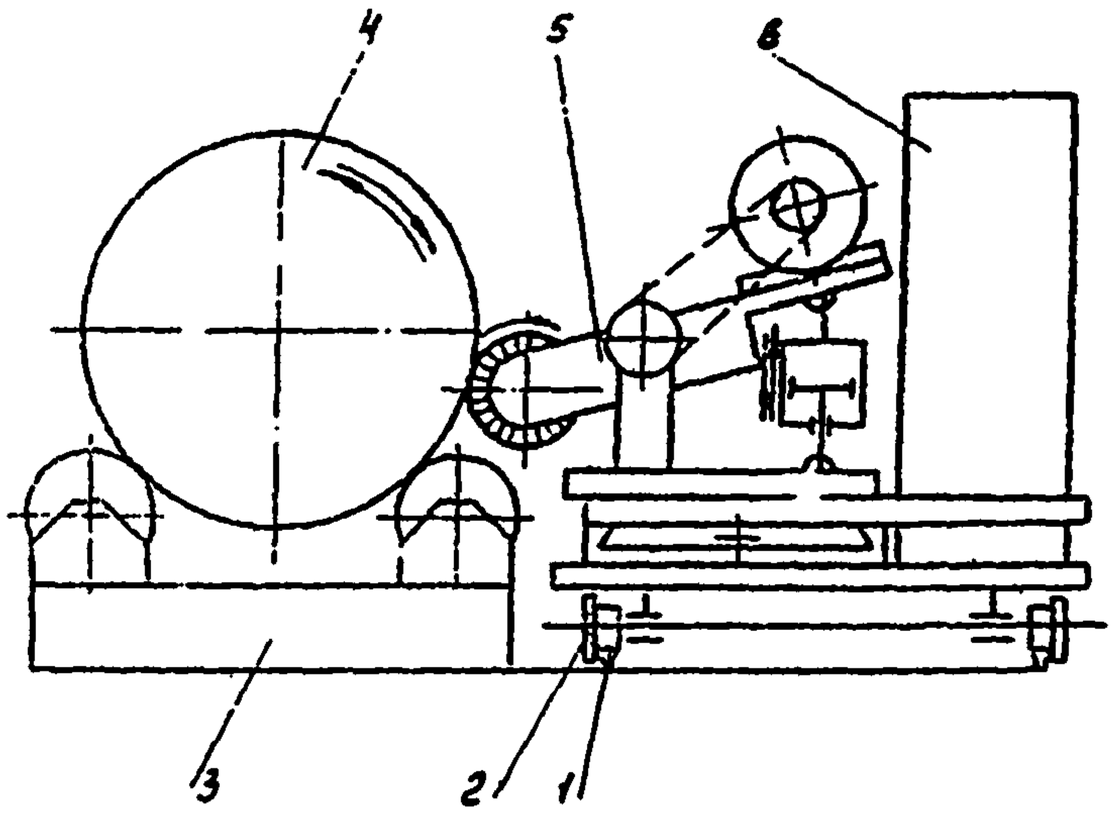
Мощность, квт 4,7

Габаритные размеры, мм..... 4900 х 2020 х 2300

Масса, кг 5200

Чертеж № 32935

А.37 Установка для иглофрезерной зачистки околошовной зоны



Предназначена для иглофрезерной очистки околошовной зоны под УЗД.

Состоит из тележки 2 ,перемещающейся по рельсовому пути 1 вдоль обрабатываемого изделия 4, иглофрезерной головки 5 маятникового типа, пылеотсасывающего устройства 6 типа ЗИЛ-900 и пульта управления.

Размеры корпусов, мм:

диаметр.....от 1200 до 2400

длина .....от 4000 до 27000

Материал .....Конструкционная и легированные стали

Чистота обработанной поверхности , мкм.....до 6,3

Размеры иглофрезы, мм:

диаметр.....300

ширина рабочей части.....100

Скорость перемещения тележки, м/мин.....15

Скорость вращения обечайки, м/мин ..... от 1 до 2

Усилие прижима иглофрезы, кН.....9

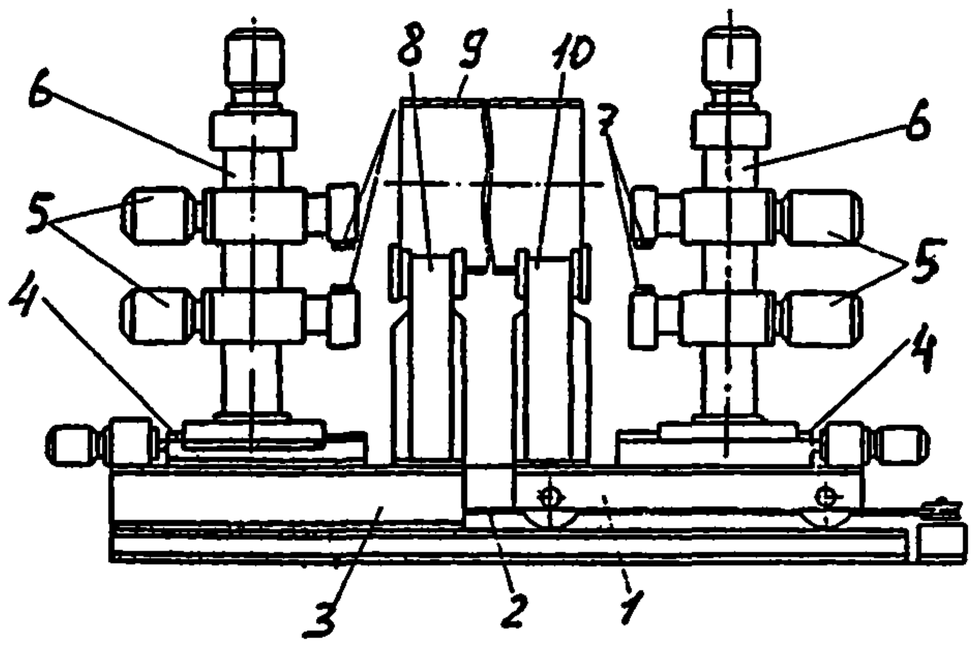
Мощность, кВт.....15,5

Габаритные размеры, мм.....3200x2400x2400

Масса,кг.....3890

Чертеж 1231

А.38 Установка для зачистки кромок обечаек



Предназначена для зачистки кромок обечаек 9 под сварку и УЗД.

Состоит из приводных роликоопор 8 и 10,платформы 3 и тележки 1, на которых установлены иглофрезерные блоки 5, перемещающиеся вертикально по колонне 6 и горизонтально по направляющим 4. Очистка обечаек производится иглофрезами 7. Продукты очистки отсасываются пылеотсасывающими устройствами ЗИЛ –900.

Размеры обечаек , мм:

диаметр .....от 400 до 1400

ширина .....от 600 до 2500

толщина стенки.....от 6 до 30

Ширина зачищаемой полосы, мм.....от 50 до 100

Материал .....конструкционная и легированные стали

Линейная скорость вращения обечайки, мм/мин 0,9; 1; 2; 1,5

Грузоподьемность роликоопор, т.....2

Размеры иглофрезы ,мм:

диаметр.....200

ширина рабочей части.....50

Количество.....4

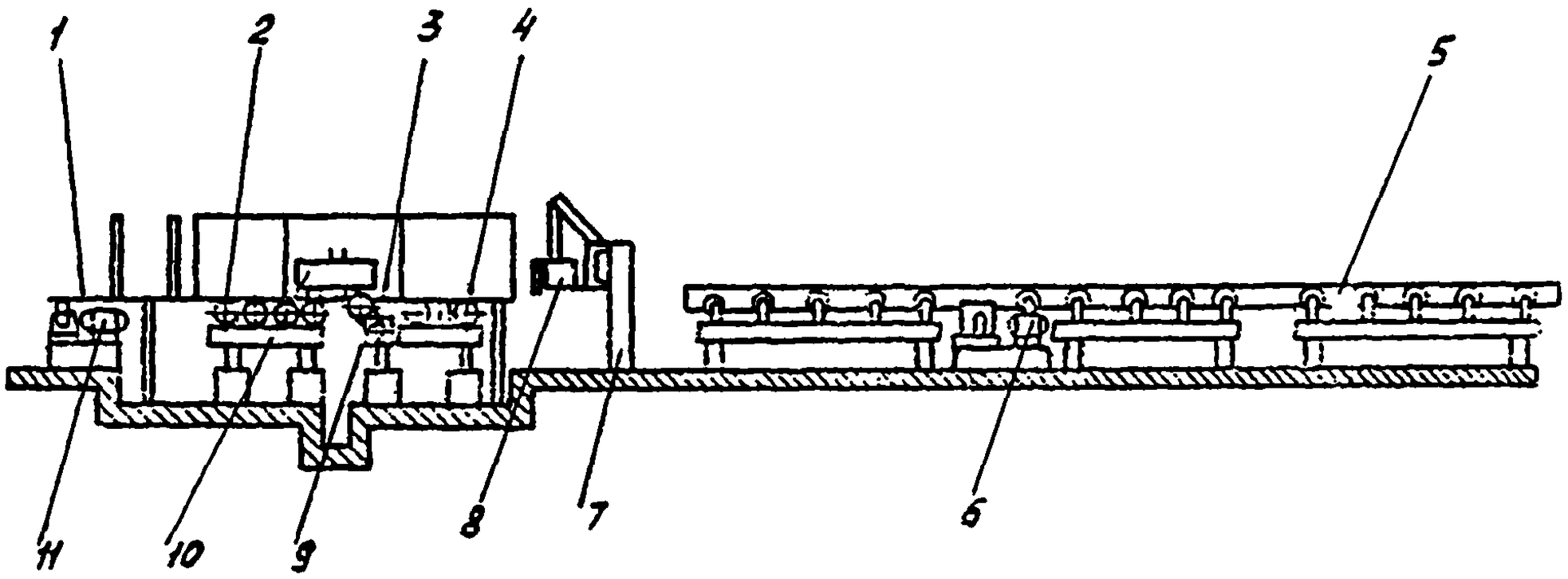
Мощность, кВт.....28,3

Габаритные размеры,мм 7500x2500x2100

Масса , кг 18000

Чертеж № 1702

А39. Стенд для сборки и сварки карт



Предназначен для сборки и сварки карт из листов-заготовок толщиной 4,5 мм.

Состоит из приемного стола 1, приемного рольганга 2, промежуточного стола 3, промежуточного 4 и конечного 5 рольгангов, электроприводов рольгангов 6 и 9, портала 7, газорезательного аппарата 8, сварочного аппарата 10 и электропривода 11 продольных толкателей.

Размеры карт, мм:

длина ..... от 6100 до 12000

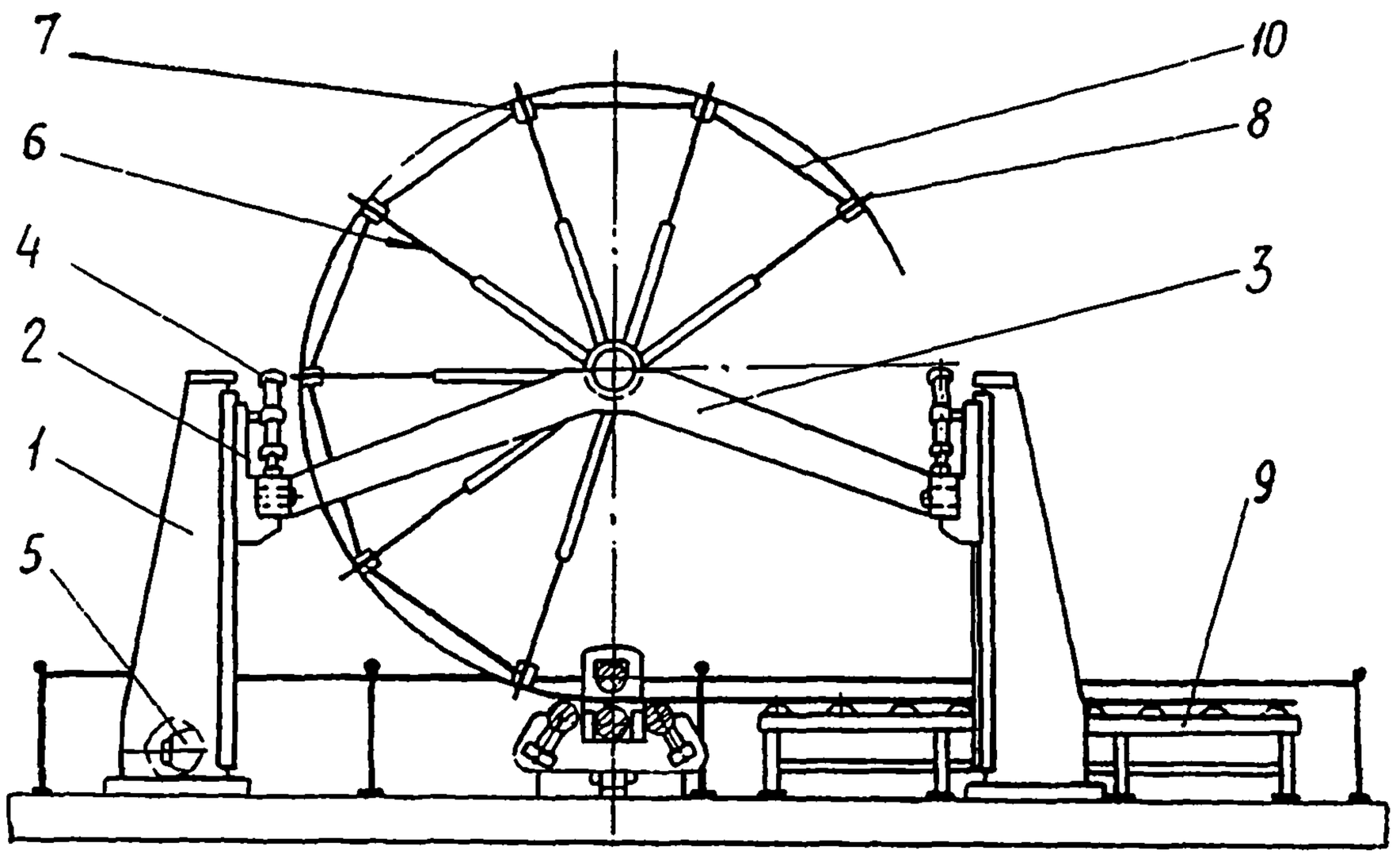
ширина 6500, 7000

Мощность, квт 4,5

Габаритные размеры, мм.....19650х10520х1800

Чертеж № 34530

А.40 Устройство поддерживающее



Предназначено для придания технологической жесткости обечайкам с относительным радиусом R >100 толщин в процессе их вальцовки, сборки, сварки и транспортировки.

Стенд состоит из стоек 1, кареток 2, балок 3, гидропривода 4 и электропривода 5. Заготовка укладывается на рольганг 9 к листогибочной машине и в процессе вальцовки поддерживается последовательно прикрепляемым к ней комплектом формирующих устройств 6, 7, 8 и 10.

Размеры обечайки, мм:

диаметр .....от 4000 до 8000

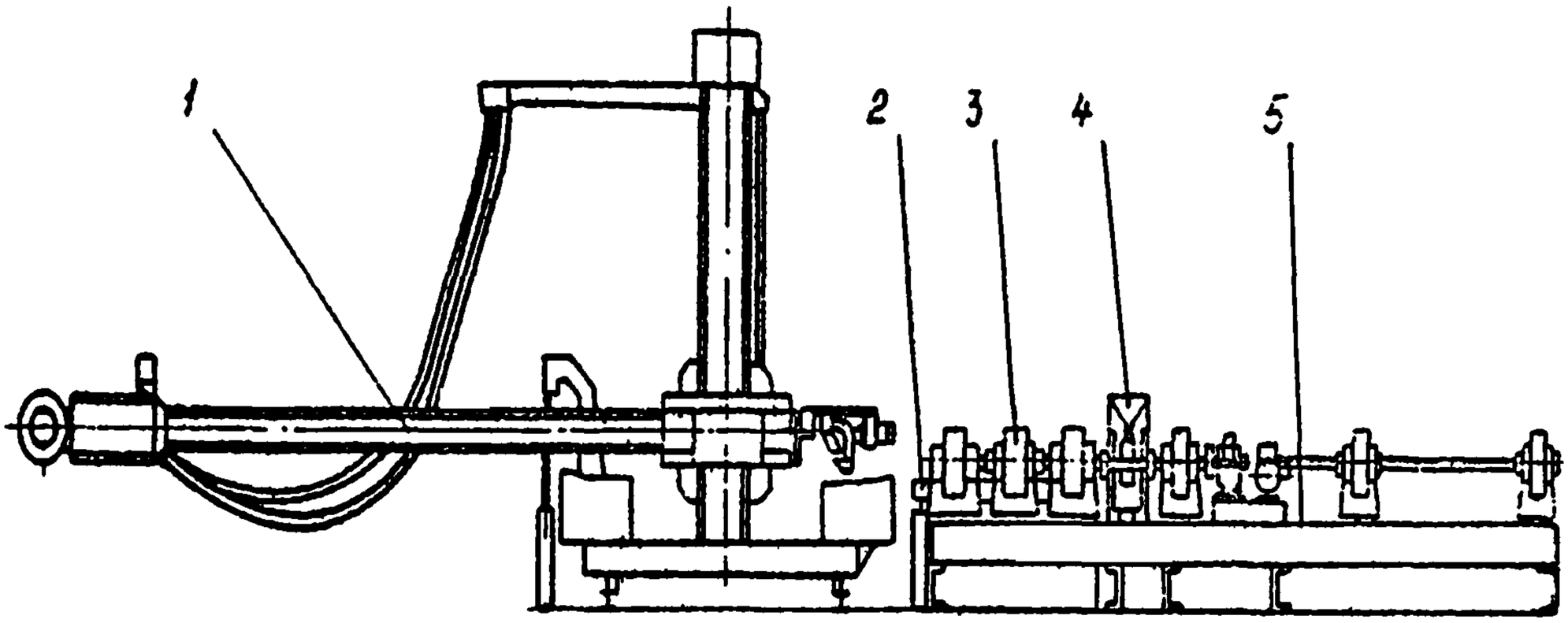
толщина стенки..... .от 8 до 36

Мощность, квт.....10

Габаритные размеры, мм.....9130 x 11540 x 10345

Чертеж № 32806

А.41 Стенд для сварки продольных и кольцевых стыков обечаек



Предназначена для автоматической сварки с подогревом продольных и кольцевых швов обечаек и корпусов диаметром от 300 до 1000 мм.

Состоит из сварочной консоли 1, роликоопор для сварки продольных 3 и кольцевых 5 швов, флюсовой подушки 2 и флюсоподающего устройства 4.

Размеры обечаек и корпусов, мм:

длина .....от 80 до 2000

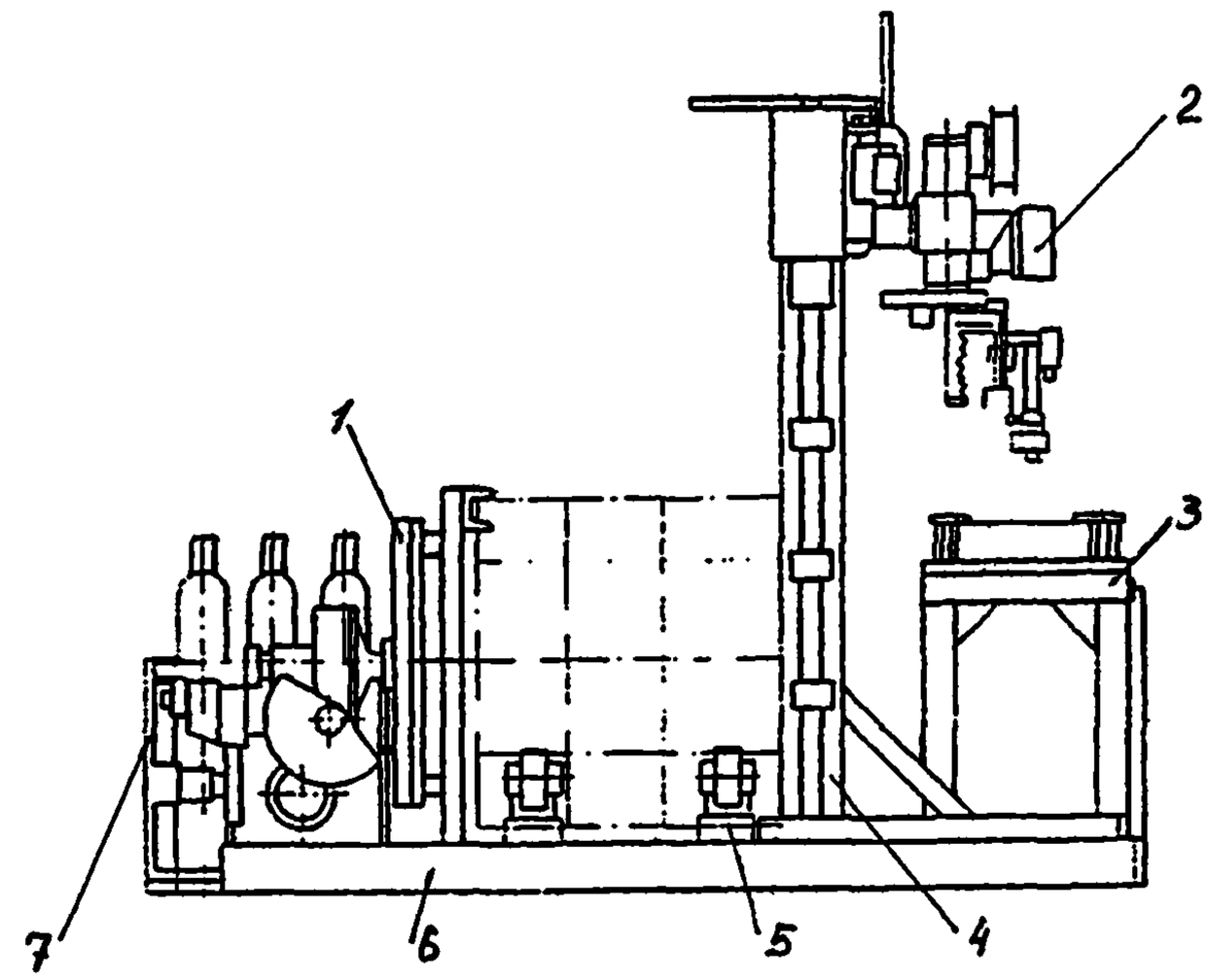
толщина..... ..... от 6 до 16

Габаритные размеры, мм.....14000х4500х3500

Масса, кг 6950

Чертеж № 34529

А.42 Стенд для сварки в узкий зазор



Предназначен для сварки кольцевых и продольных стыков толстостенной аппаратуры в узкий зазор в среде защитных газов.

Состоит из манипулятора 1 для вращения обечаек со сварочной скоростью, сварочной приставки 2, стола 3 для установки плоских заготовок, портала 4 для установки и перемещения сварочной приставки, роликовых опор 5 для установки и вращения обечаек, рамы 6 и стойки 7 для баллонов с защитным газом.

Размеры обечаек,мм:

длина .....от 800 до 1200

диаметр .....от 800 до 1200

толщина стенки .....от 36 до 80

Размеры плоских образцов, мм:

ширина .....от 300 до 500

длина .....от 500 до 1000

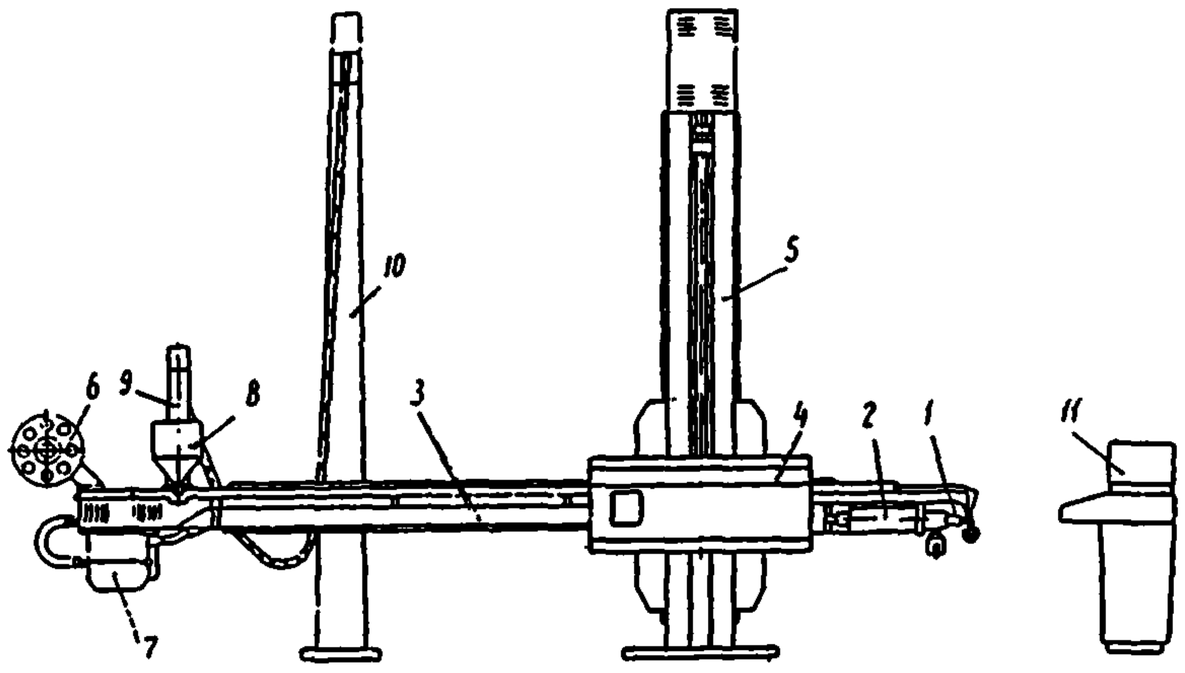
толщина 36-100

Габаритные размеры, мм.....4130x3340x3230

Масса, кг.....4760

Чертеж № 34453

А.43 Установка для автоматической сварки



Предназначена для автоматической сварки под флюсом без подогрева внутренних и наружных кольцевых стыков корпусов и секций корпуса. Установка снабжена системой промышленного телевидения.

Состоит из сварочной головки 1, передающей телевизионной камеры 2, консоли 3 с кареткой 4, колонны 5, кассеты 6, флюсоотсоса 7, бункера 8, механизма подачи флюса 9, стойки 10, пульта управления 11.

Длина корпуса, мм .....до 6000

Наименьший внутренний диаметр корпуса

при сварке внутренних стыков, мм 400

Наибольший внутренний диаметр корпус

при сварке наружных стыков, мм 1400

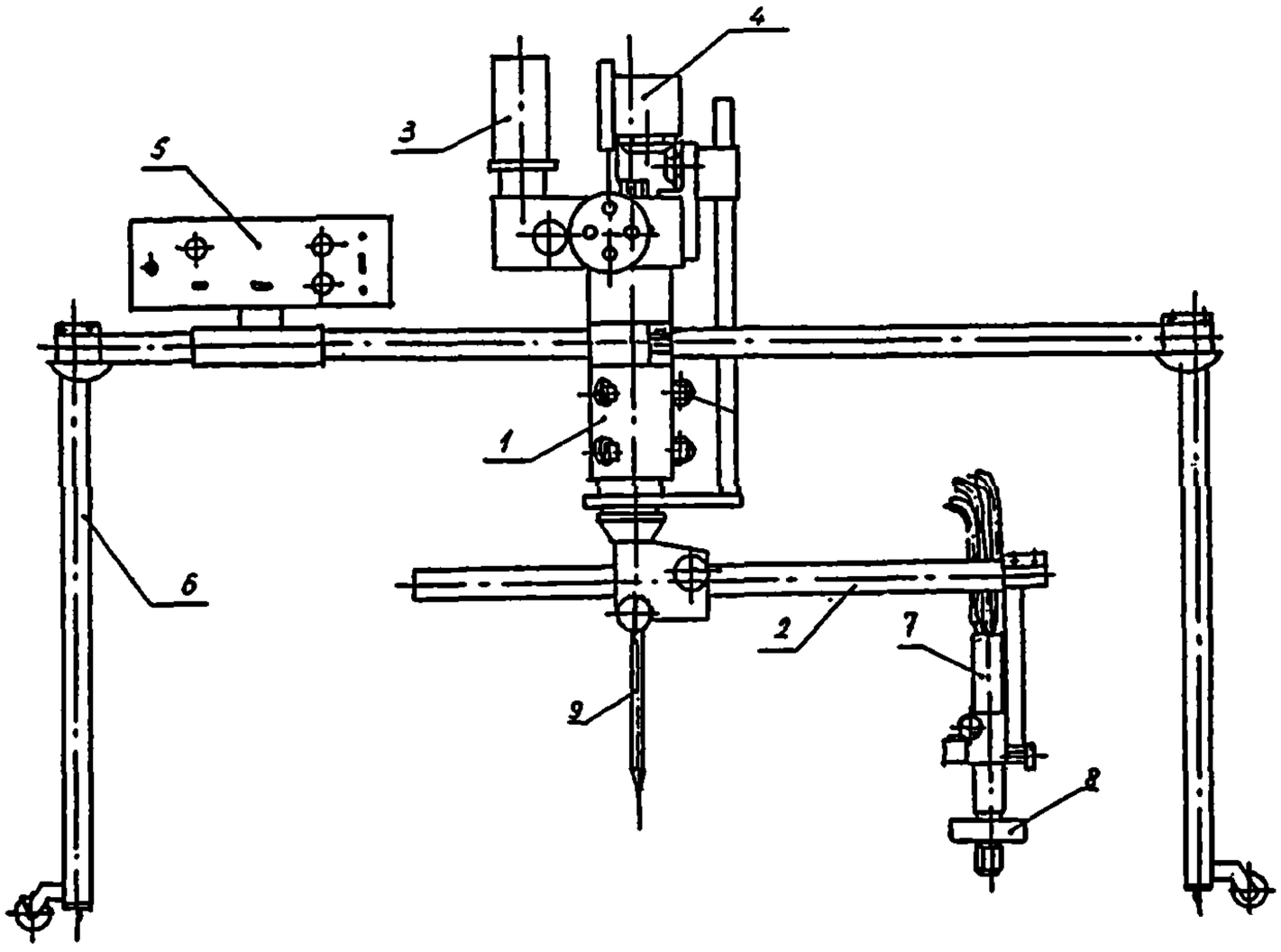
Толщина корпуса, мм 4-40

Габаритные размеры, мм 11760x2700x4400

Масса, кг 4650

Чертеж № 33401

А.44 Установка для вырезки отверстий в корпусах аппаратов



Предназначена для автоматической газовой вырезки отверстий под штуцера, люки, лазы в обечайках и корпусах аппаратов.

Состоит из шпиндельной головки 1, штанги 2, приводов вращения 3 и вертикального перемещения 4, пульта управления 5, опоры 6. Расстояние между газовым резаком 7 и поверхностью изделия поддерживается автоматически емкостным датчиком 8. Для ориентации механизма относительно размеченного центра отверстия служит центроискатель 9.

Диаметр вырезаемого отверстия, мм ..... от 60 до 600

Толщина стенки, мм .....до 100

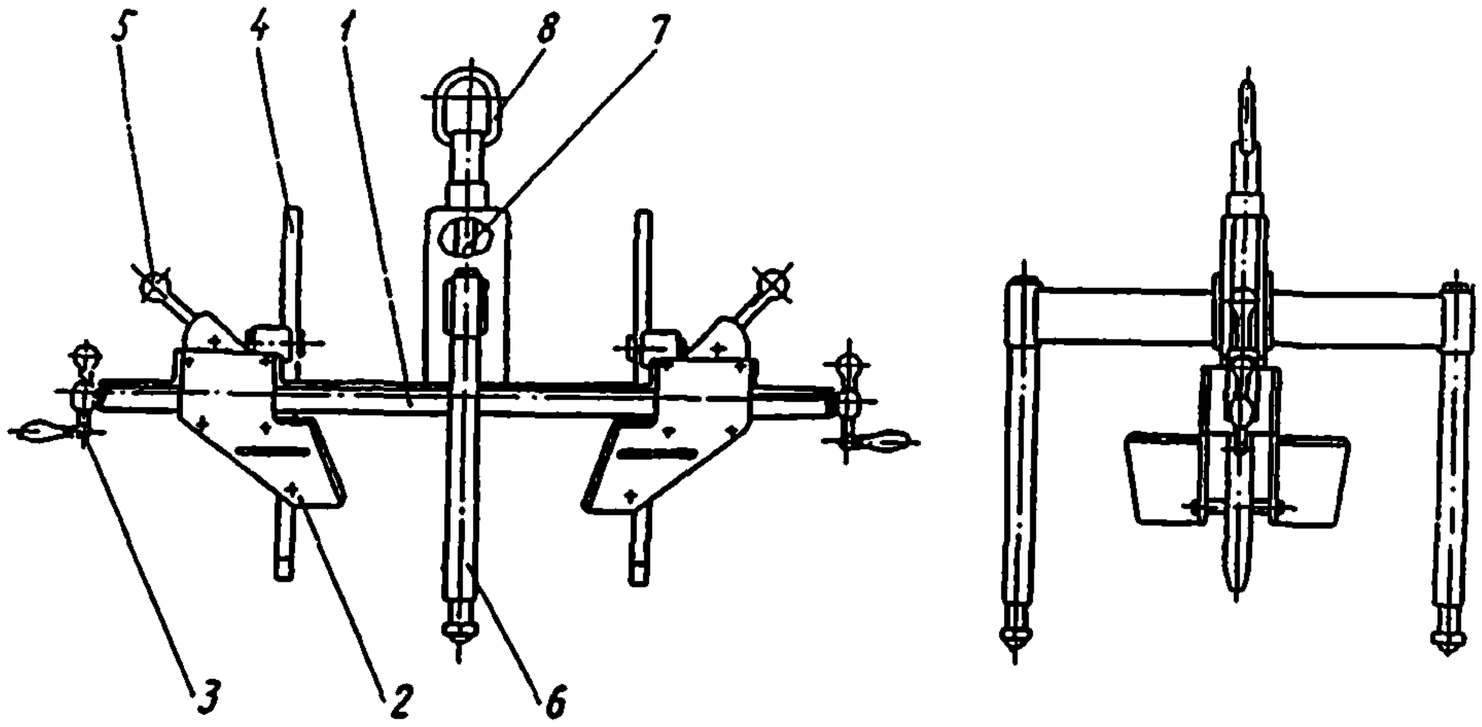
Мощность, квт 0,18

Габаритные размеры, мм 1900х550х970

Масса, кг 53

Чертеж № 33588

А.45 Приспособление для установки штуцеров на корпус аппарата

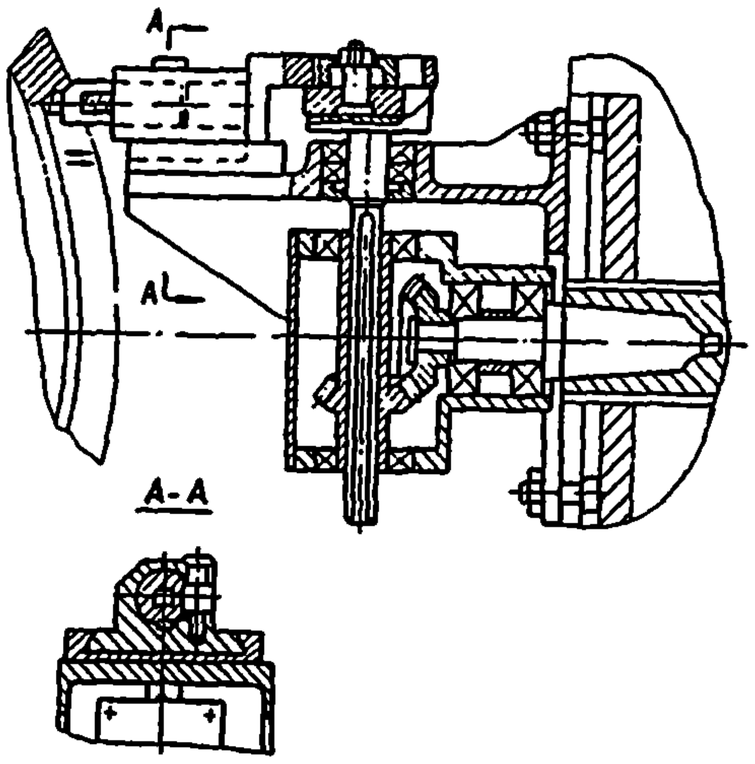


Предназначено для закрепления, транспортировки и установки в необходимое положение радиальных штуцеров на корпуса цилиндрических аппаратов.

Состоит из направляющей 1, зажимных призм 2, перемещаемых винтом3, опор с линейками 4, обеспечивающими необходимый вылет штуцера. Жестко связанные между собой опоры 6 перемещаются винтом 7. Кольцо 8 служит для транспортировки приспособления.

Типоразмер штуцеров .....Ду=100-250	200-500	
Минимальный диаметр корпуса, мм 300	700	
Масса, кг 16	57	
Чертеж №. 32523а	32671	

А.46 Приспособление для расточки фасок в отверстиях под штуцера в цилиндрических корпусах толстостенных аппаратов



Устанавливается на планшайбу горизонтально-расточного станка.

Максимальная толщина стенки корпуса, мм 100

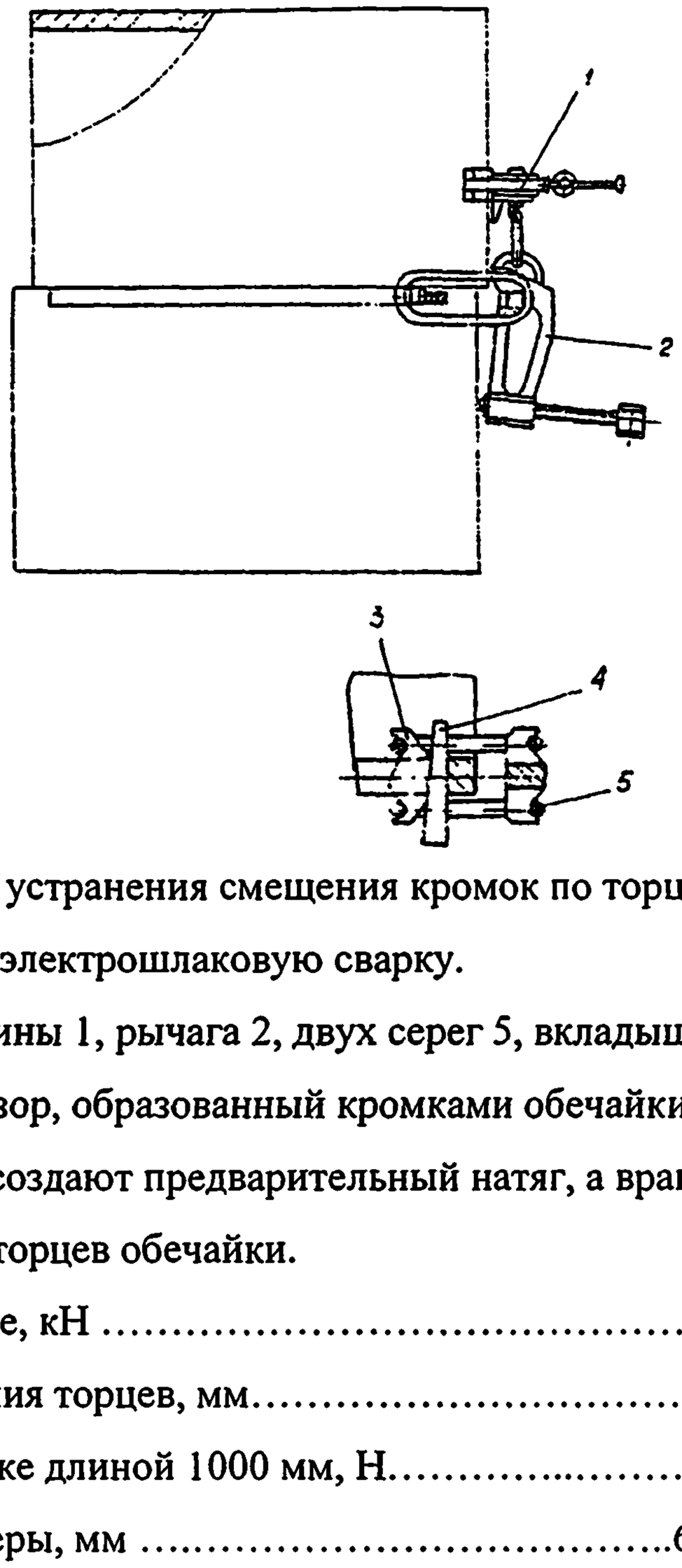
Диаметр отверстий, мм .....от 400 до 800

Ход ползуна, мм 50

Вес, кг 170

Чертеж № 39101

А.47 Устройство для выравнивания кромок обечаек под ЭШС



Предназначено для устранения смещения кромок по торцу при сборке продольных стыков обечаек под электрошлаковую сварку.

Состоит из струбцины 1, рычага 2, двух серег 5, вкладыша 3 и клина 4. Вкладыш вводится в зазор, образованный кромками обечайки и серьгами, замыкается рычагом. Клином создают предварительный натяг, а вращением винта производят выравнивание торцев обечайки.

Развиваемое усилие, кН 200

Величина смещения торцев, мм.....30

Усилие на рукоятке длиной 1000 мм, Н.....100

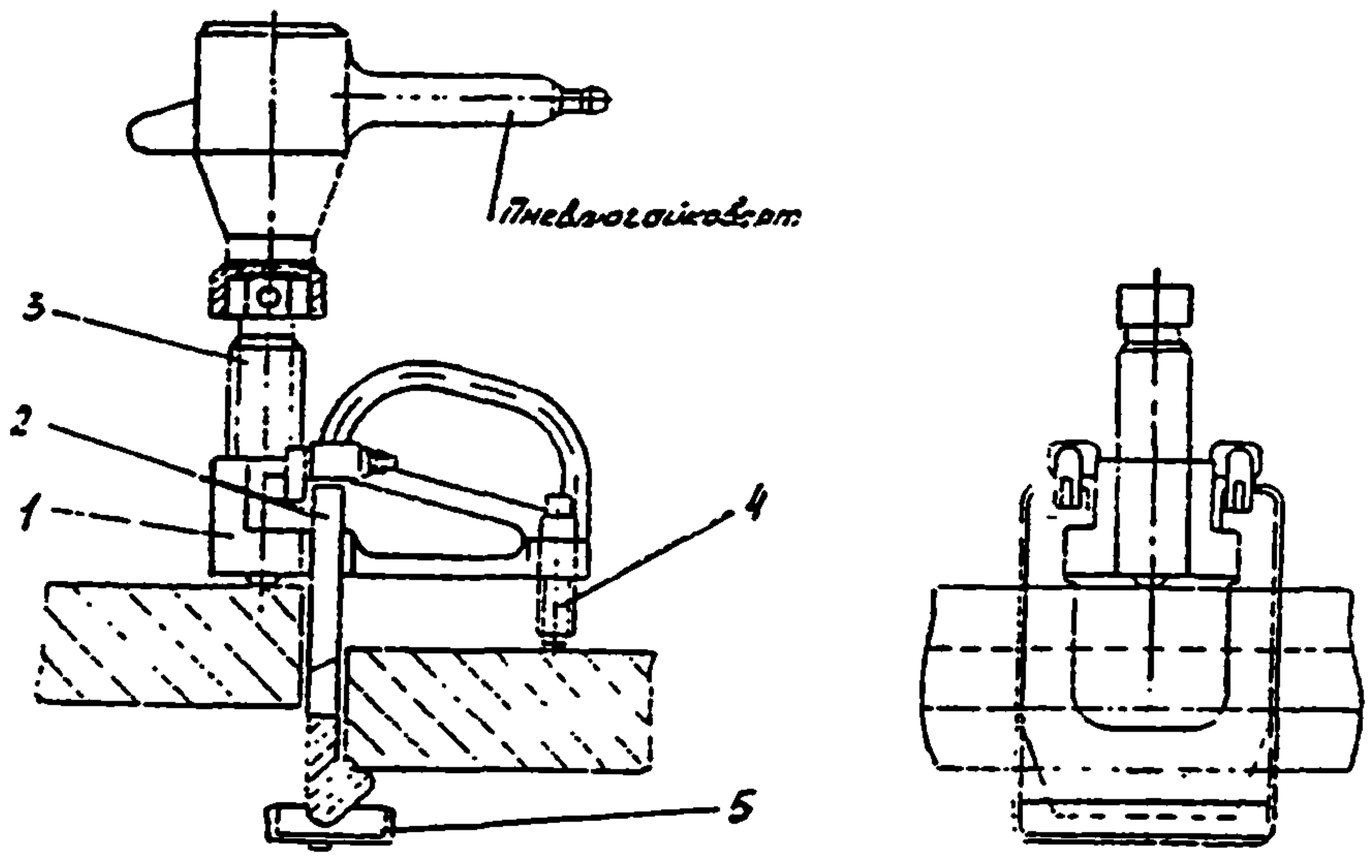
Габаритные размеры, мм 605x230x260

Масса, кг: струбцины 7,1

рычага.....17

Чертеж № 321105

А.48 Устройство для выравнивания кромок под ЭШС (Р=250 кН)



Предназначено для обеспечения требуемого смещения кромок продольного стыка по всей длине обечайки под электрошлаковую сварку.

Состоит из корпуса 1, съемного стяжного сапожка 2, винтов силового 3 и поджимного 4, щитка 5 .

Усилие на нажимном винте , кН 250

Толщина собираемых обечаек, мм .....от 70 до 120

Габаритные размеры, мм 340х220х550

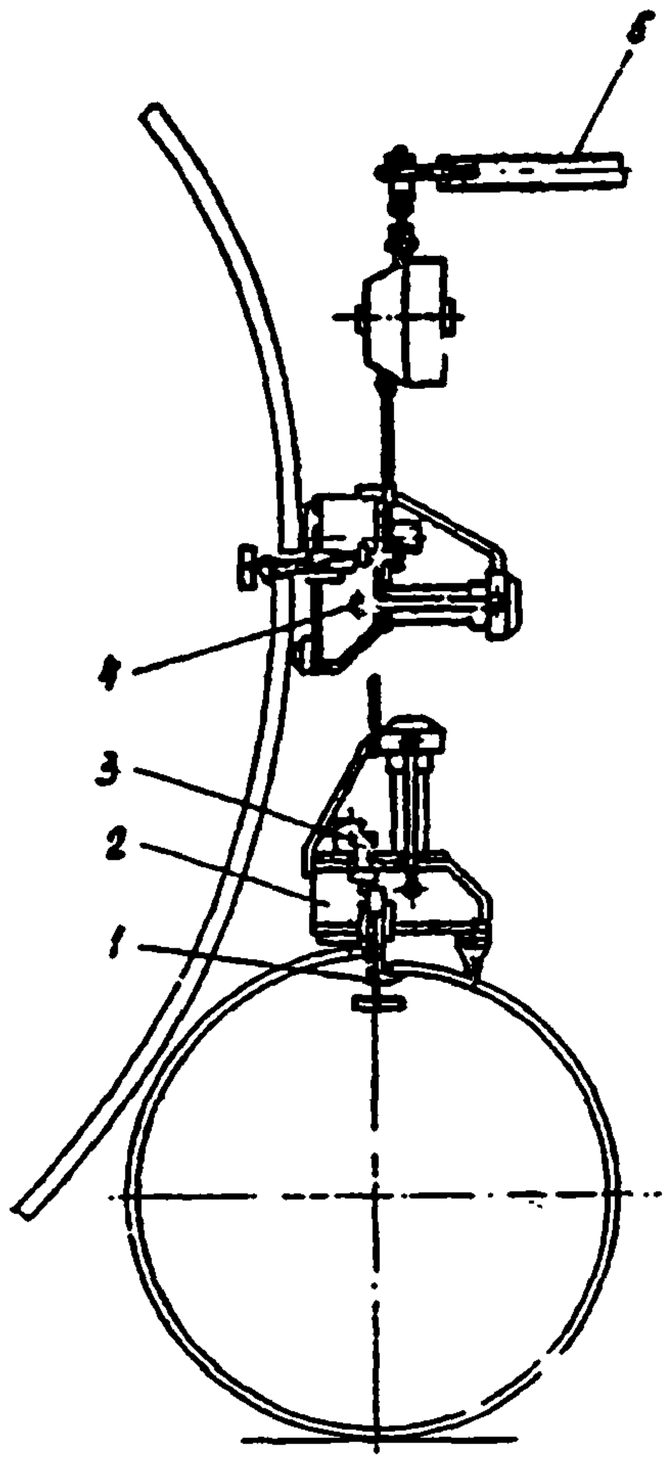
(без сапожка)

Масса, кг: корпуса.....20

сапожка 8,9

Чертеж № 321077

А.49 Устройство для выравнивания кромок под ЭШС (Р=120 кН)



Предназначено для обеспечения требуемого смещения кромок продольного стыка по всей длине обечайки под ЭШС.

Состоит из корпуса 2. сьемного сапожка 1. В корпусе смонтирован привод выдвижного винта 3. При вращении привода с помощью рукоятки 4 винт, выдвигаясь, выбирает зазор между сапожком и кромкой обечайки. Дальнейшее перемещение винта создает давление на кромки и производит их совмещение.

Толщина собираемых обечаек, мм.....от 30 до 70

Усилие на нажимном винте, кН.....120

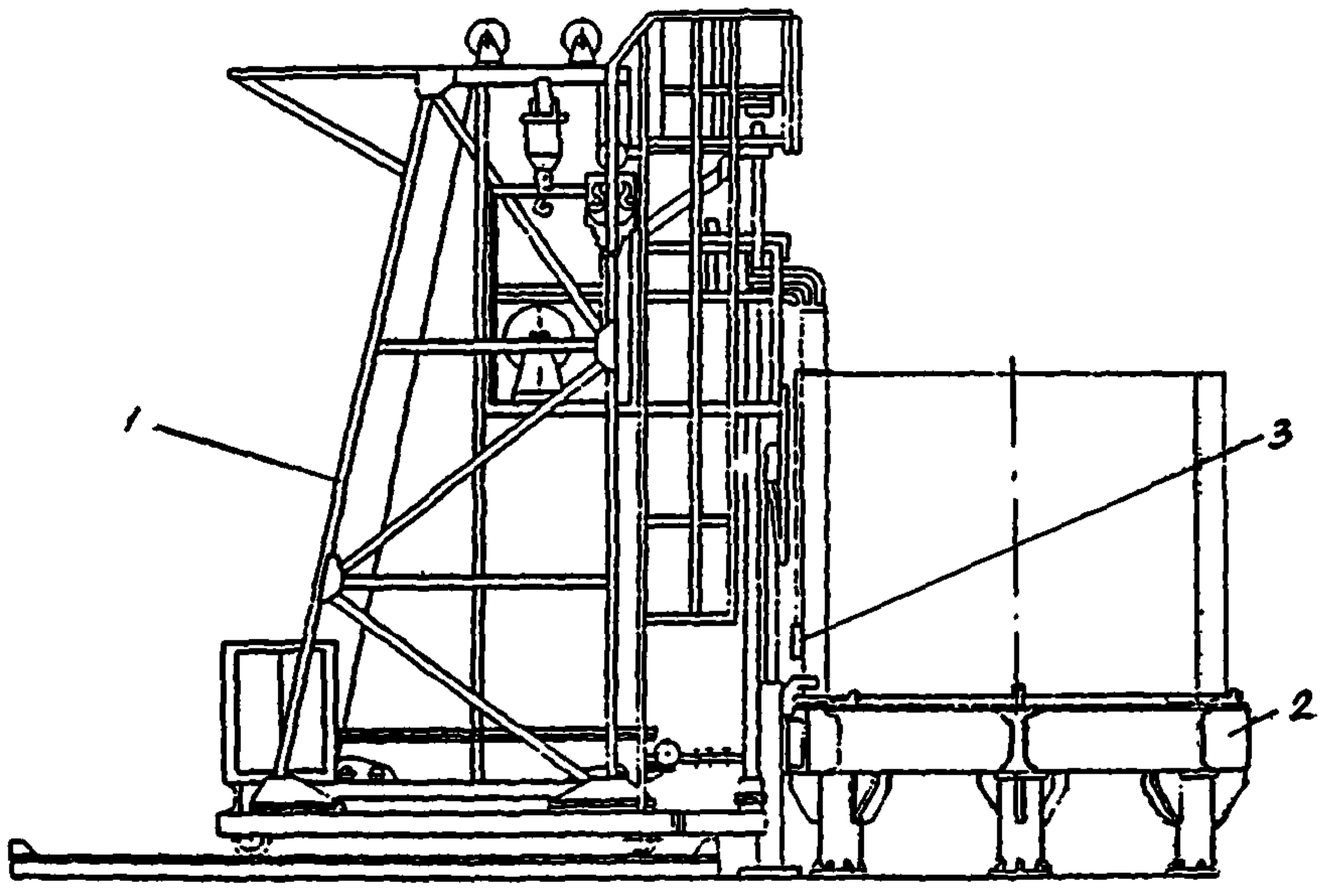
Габаритные размеры, мм 635х270х450

Масса, кг: устройства (без сапожка).....31

сапожка.....6,7

Чертеж № 321076

А.50 Стенд для ЭШС продольных швов обечаек



Состоит из установки для электрошлаковой сварки 1 со сварочным автоматом А-535, стола 2 для установки и креплении обечаек, подвесной газовой горелки 3 для предварительного нагрева зоны сварки.

Размеры обечаек, мм:

диаметр .....1000 - 3400

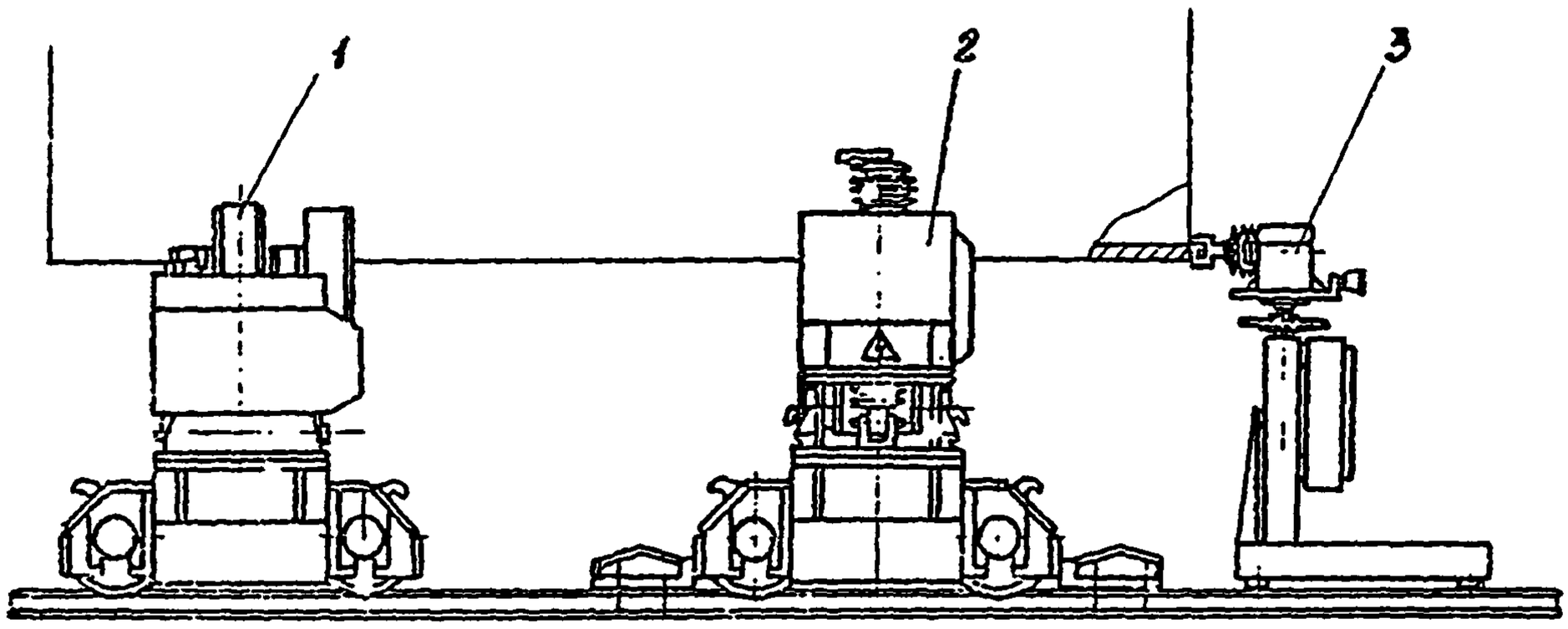
длина .....800 - 2500

толщина стенки.....30 - 120

Габаритные размеры, мм 10000х6600х7300

Чертеж № 34430

А.51 Стенды роликовые с антидрейфом



Предназначены для вращения цилиндрических изделий со скоростью автоматической и электрошлаковой сварки.

Состоит из ряда самостоятельных узлов: приводного 1, подьемного 2 и компенсатора дрейфа 3, исключающего продольное перемещение изделий при их вращении.

Диаметры изделий, мм……от	1600 до 8000	от 1200 до 5000	от 800 до 4000
Грузоподьемность стенда,т……	630	200	126
Габаритные размеры,мм: длина……	определяется габаритом изделия		
ширина..	8000	5510	4700
высота…	3410	1770	1530
Масса, кг……	76000	17300	13200
Чертеж №	321085	№ 321099	№ 321074

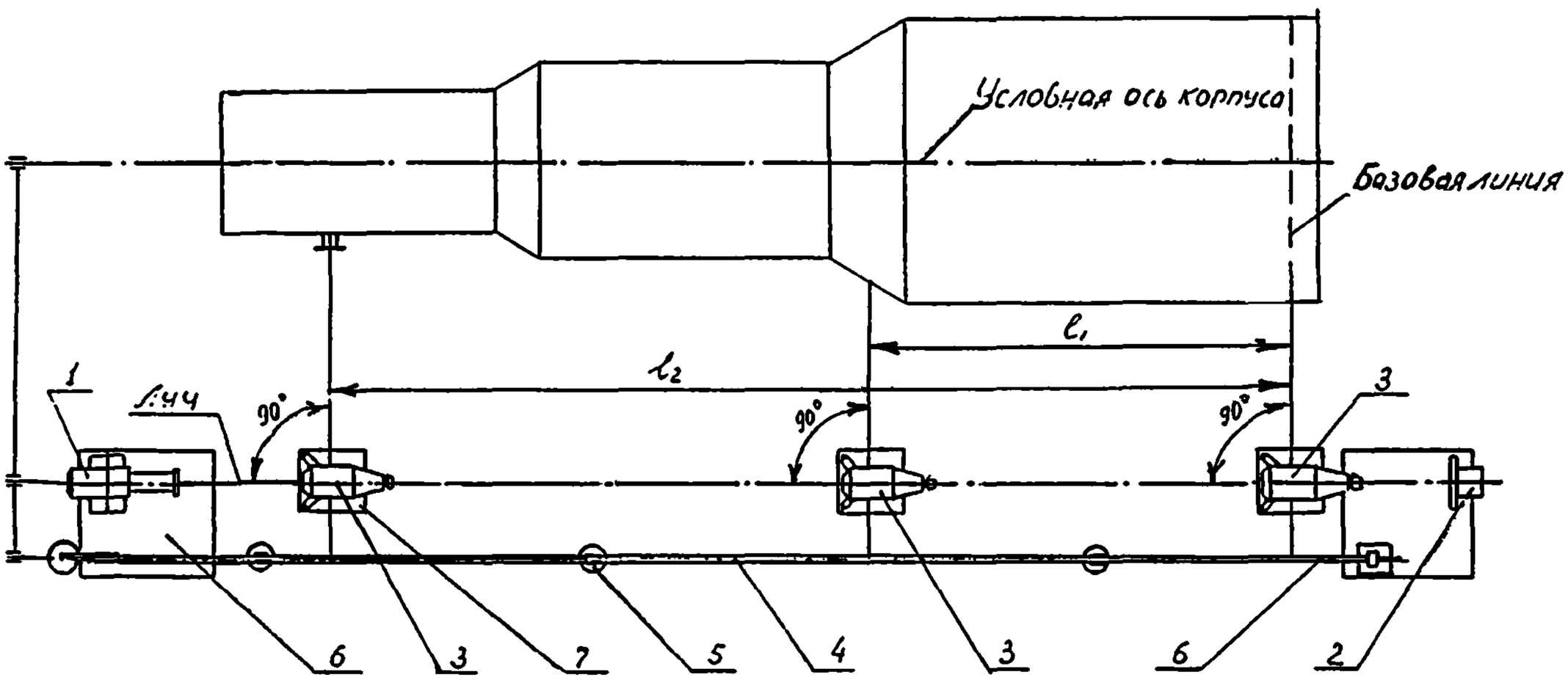
А.52 Комплекс специального лазерного оборудования и оснастки для установки штуцеров

Позволяет обеспечить требуемое положение штуцера как от условной оси, так и от наружной поверхности аппарата.

В комплект оборудования входят: лазерный визир, центраторы диаметром 1676 мм и 2286 мм, мишень, приспособления для установки штуцеров с диапазонами диаметров фланцев 140 - 190 мм и 150 - 450 мм, приспособления для контроля положения штуцеров с диаметрами фланцев 156, 165, 318, 381 и 444 мм, специальная линейка для выверки и контроля положения штуцеров от условной оси корпуса и стенда линейных измерений.

Чертеж № 33675, 33676

А.53 Лазерная технологическая установка ЛТС-1



Предназначена для выполнения разметочных и сборочных работ, контроля геометрических параметров при изготовлении крупногабаритных сосудов и др. сварных конструкций. Позволяет производить измерения линейных размеров, отклонений формы цилиндрических и плоских поверхностей, расположения деталей и сварных частей изделия. В ЛТС входят: стенд линейных измерений, состоящий из лазерного визира 1, с мишенью 2, оптико-механические устройства для поворота луча 3, 7, компарированная рулетка 4 со стойками и механизмами

натяжения 6; комплекс координатно-установочной оснастки, который в процессе эксплуатации компануется в координатные системы.

Чертежи № 391176, 391296, 321288, 391197, 21700

Держателем подлинников документации на средства технологического оснащения, представленной в приложении А, является ОАО«ВНИИПТхимнефтеаппаратуры», 400005, г. Волгоград, Проспект Ленина ,90 б

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО БАНДАЖНОГО КОЛЬЦА

При установке нежестких крупногабаритных цилиндрических корпусов (секций) на роликовый стенд под действием собственного веса в зоне контакта с роликами возникают радиальные перемещения и изгибающие моменты. При вращении корпуса на роликоопорах в месте контакта с ними возникают пластические деформации, ухудшающие прочностные свойства корпуса в целом. Для исключения этого явления, а также придания точности формы корпусу устанавливают технологические бандажные кольца соответствующего сечения (рисунок Б.2).

Для принятия решения об установке на корпус технологических колец по графику (рисунку Б.3.) находится допускаемая нагрузка на одну роликоопору с углом охвата 2α без установки на корпус бандажных колец. Если заданная нагрузка больше допустимой, то необходимо установить бандажные кольца с двумя кольцами толщиной h. Момент сечения колец определяется по формуле:

$$W = \frac{1}{yc}\left\{\frac{b_1 h^3{}_1}{12} + b_1 h_1\left(Yc - \frac{h_1}{2}\right)^2 + n\left[\frac{h}{12}(H - h_1 - h_2)^3 + h(H - h_1 - h_2)\cdot\right.\right.$$

$$\left.\left.\left(Yc - \frac{H - h_1 - h_2}{2} - h_1\right)^2\right] + \frac{b_2 h_2^3}{12} + b_2 h_2\left(Yc - H - \frac{h_2}{2}\right)^2\right\} \qquad (Б.1)$$

где,
$$Yc = \frac{b_1 h_1 \frac{h_1}{2} + nh\left(H - h_1 - h_2\right)\left(\frac{H - h_1 - h_2}{2} + h_1\right) + b_2 h_2\left(H - \frac{h_2}{2}\right)}{b_1 h_1 + nh(H - h_1 - h_2) + b_2 h_2} \qquad (Б.2)$$

По уравнению $W = QR\dfrac{QR_{cp}^{БК}\cdot K}{[\sigma]}$ определяется значение W_0

где, k- коэффициент для данных роликоопор, берется по графику (рисунок Б.4);

[σ] - допустимое значение предела прочности материала.

Задаваясь размерами поперечного сечения кольца, определяется по формуле (Б.2) значение *Yc*, а затем, по формуле (Б.1) значение *W*. Если $W > W_0$, то подобранное сечение кольца обеспечивает условие его изгибной прочности.

Пример определения размеров сечения бандажного кольца.

Дано: диаметр корпуса аппарата *D*=10000 мм, вес аппарата *Q*=500000 кгс, толщина стенки 16 мм. Аппарат устанавливается на две самоустанавливающиеся роликоопоры, т.е. нагрузка на одну роликоопору 250000 кгс. Материал бандажного кольца сталь Ст.3 с допустимым напряжением *[σ]*=3100 кгс/см². Углы охвата роликоопор $\mu_0 = 30°$ и $\mu_1 = 8°$.

По графику (рисунок Б.4) отыскиваем для заданных углов значение коэффициента *K*=0,062 и *K*= 0,05; выбираем большее значение. Тогда, момент сопротивления сечения бандажного кольца определим по формуле:

$$W = \frac{QRK}{[\sigma]} = \frac{250 \cdot 10^3 (500 + 15) \cdot 0{,}062}{2100} = 3802 см^3$$

Задаваясь размерами сечения (см. рис.Б.2.) $b_1 = 450$ мм, $b_2 = 550$ мм, H = 305 мм, $h_1 = 30$ мм, $h_2 = 20$ мм, вычислим W для принятого сечения. Для этого определим координату центра тяжести сечения бандажного кольца по формуле (Б.2).

$$Yc = \frac{45 \cdot 3 \cdot 1{,}5 + 3 \cdot 2 \cdot 24{,}5 \cdot 15{,}25 + 55 \cdot 3 \cdot 29}{45 \cdot 3 + 3 \cdot 2 \cdot 24{,}5 + 55 \cdot 3} = 16{,}17 см$$

Момент сопротивления поперечного сечения определим по формуле (Б.1)

$$W = \frac{1}{16{,}17}\left[\frac{45 \cdot 3^3}{12} + 45 \cdot 3(16{,}17 - 1{,}5)^2 + 3\left(\frac{2 \cdot 24{,}5^3}{12}\right) + \right.$$

$$\left. 2 \cdot 24{,}5(16{,}17 - 15{,}25)^2 + \frac{55 \cdot 3^3}{12} + 55 \cdot 3(29 - 16{,}17)^2 \right] = 3953 см^3$$

Так как, $W > W_0$, то выбранное сечение бандажного сечения кольца обеспечивает условие изгибной прочности.

Подбор сечения технологического бандажного кольца осуществлен правильно, если выполняется условие $И < И_{доп.}$, где *И* – вертикальное перемещение (осадка) корпуса (секции) при установке на самоустанавливающуюся роликоопору.

В случае сборки корпуса из секций, по концам которых установлены бандаж-

ные кольца, это условие можно записать: $Идоп \le \frac{1}{3}\delta см$,

где δ *см* – допуск на смещение кромок в кольцевом стыке корпуса.

Расчетная схема показана на рисунке Б.1

Величину радиального перемещения можно определить по формуле Б.3,

где, Q_o = нагрузка, приходящаяся на один блок роликоопор;

$$И = 8{,}28 \cdot 10^{-7} \frac{Q_o}{b_1}\left(\frac{R_{ср}^{БК}}{H}\right)^3 \cdot \frac{K_\beta}{\cos\mu_0 \cdot \cos\mu_1}, (см) \qquad (Б.3)$$

К = коэффициент (рисунок Б.4), зависящий от геометрических параметров роликоопоры, определяется на участке контура кольца $\beta_1 \le \varphi \le \beta_2$ и равен:

$$K = \frac{1}{4\pi}\left[1 - \frac{(\pi-\beta)\cdot\sin\beta_1 + (\pi-\beta_2)\sin\beta_2 - \cos\beta_1 - \cos\beta_2 - 2}{\cos\mu_0 \cdot \cos\mu_1}\right] + \frac{1}{4\pi}x$$
$$x\left[\frac{(\pi-\beta_1)\cdot\sin\beta_1 + (\pi-\beta_2)\cdot\sin\beta_2}{\cos\mu_0 \cdot \cos\mu_1} - 1\right](1-\cos\varphi) - \frac{1}{2\pi}[\varphi\cdot\sin\varphi + \cos\varphi - 1] - \frac{\sin(\varphi-\beta_1)}{4\cos\mu_0 \cdot \cos\mu_1}, \qquad (Б.4)$$

Изогнутость образующей от собственного веса корпуса (секции), установленного на два бандажные кольца зависит от диаметра и не зависит от толщины стенки. Рекомендуемые расстояния между кольцами и величина изогнутости приведены в таблице Б.1.

Для упрощения практического применения методики подбора геометрических параметров бандажного кольца определены допустимые моменты сопротивления кольца (таблица Б.2) в зависимости от весовой нагрузки на одну опору и геометрических параметров балансирных роликоопор и корпуса секции аппарата.

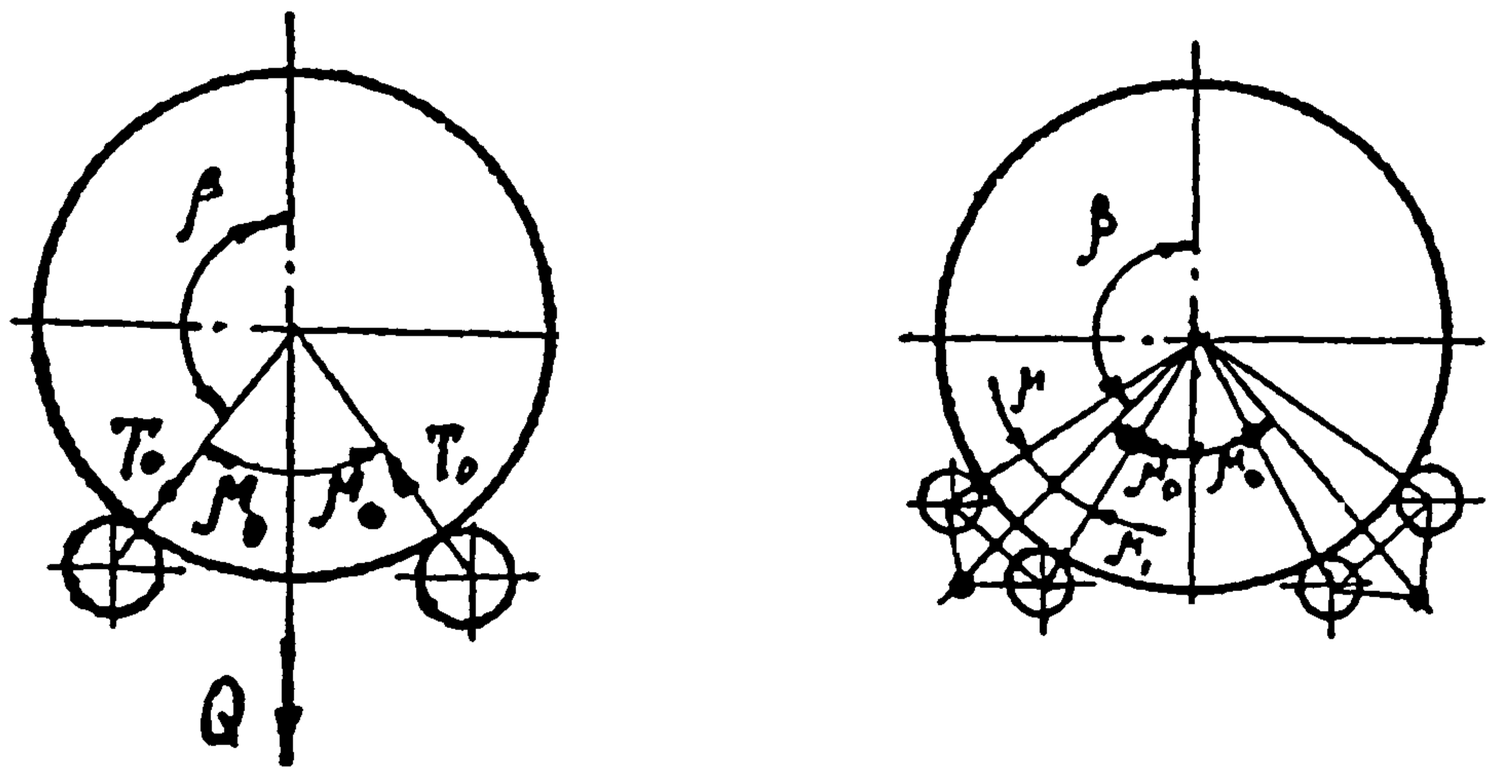


Рисунок Б.1 - Расчетная схема

Таблица Б.1- **Изогнутость образующей корпуса**

В миллиметрах

Изогнутость	Расстояние между кольцами, м	Диаметр корпуса (секции), Д в	
		Св.4000 до 7000	Св. 8000до 10000
f	*Lc* = 40	≤5	≤10
	Lc = 20	≤3	<5

В таблице Б.3 указаны геометрические параметры бандажного кольца для требуемого момента сопротивления.

Таблица Б.2 - **Допустимые моменты сопротивления кольца в зависимости от весовой нагрузки на одну опору и диаметра корпуса аппарата**

Нагрузка на один блок р/опор Q,тн	Диаметр корпусов, мм									
	4000	4500	5000	5500	6000	6300	7000	8000	9000	10000
	Wo - Допустимый момент сопротивления бандажного кольца, см³									
50	317,38	342,9	252,4	248,6	270,0	314,3	391,1	592,9	752,9	980,9
100	634,8	685,7	504,8	497,1	540,0	628,6	782,1	1185,7	1505,7	1961,9
150	952,1	1028,6	757,1	745,7	810,0	942,9	1173,2	1778,6	2258,6	2657,1
200	1269,5	1371,4	1009,5	994,3	1080,0	1257,1	1564,3	2371,4	3011,4	3923,8
250	1586,9	1714,3	1261,9	1242,9	1350,0	1571,4	1955,4	2964,3	3764,3	4904,8
300	1904,3	2057,1	1514,3	1491,4	1620,0	1885,7	2346,4	3557,1	4517,1	5885,7
350	2221,7	2400,0	1766,7	1740,0	1890,0	2200,0	2737,5	4150,0	5270,0	6866,7
400	2539,0	2742,9	2019,0	1988,6	2160,0	2514,3	3128,6	4742,9	6022,9	7847,7
450	2856,4	3085,7	2271,4	2237,1	2430,0	2828,6	3519,6	5335,7	6775,7	8828,6
550	3174,0	3428,6	2523,8	2485,7	2700,0	3142,9	3910,7	5928,6	7528,6	9809,5

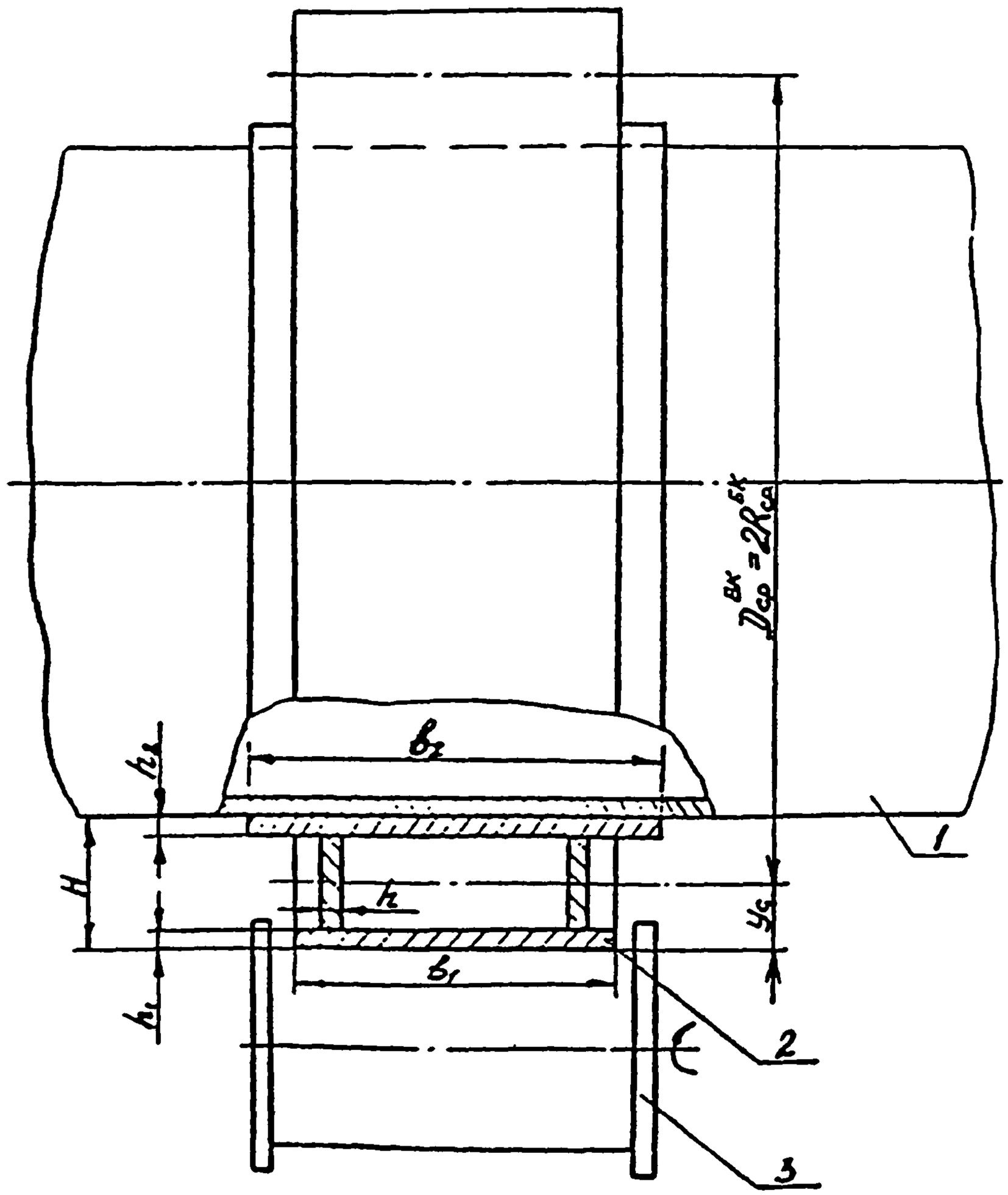
Таблица Б.3 - **Геометрические параметры технологического бандажного кольца**

W_1, см	Значения геометрических элементов кольца, мм						
	Hb	b1	B2	h	h1	h2	n
1	2	3	4	5	6	7	8
До 300	150	300	350	6	6	6	1
500	150	300	350	6	10	10	1
600	305	300	350	6	6	6	1
700	305	300	350	6	6	6	2
1000	305	300	350	6	10	10	1
1500	305	450	550	10	10	10	1
2000	305	450	550	30	10	10	2
2500	305	450	550	40	10	10	2
3000	305	450	550	10	20	20	2
3500	305	450	550	30	20	20	2
4500	305	450	550	16	30	30	2
5500	305	450	550	10	40	40	2
6500	305	450	550	40	42	42	2
7500	305	450	550	20	50	50	2
8500	305	450	550	20	55	55	2
9500	305	450	550	50	60	60	2

Если корпус (секция) с бандажными кольцами устанавливается на одинаковые роликоопоры, то необходимо табличные значения допустимого момента сопротивления *(Wo)* бандажного кольца умножить на коофициент $Kn = 0{,}082/K$ (таблица Б.4).

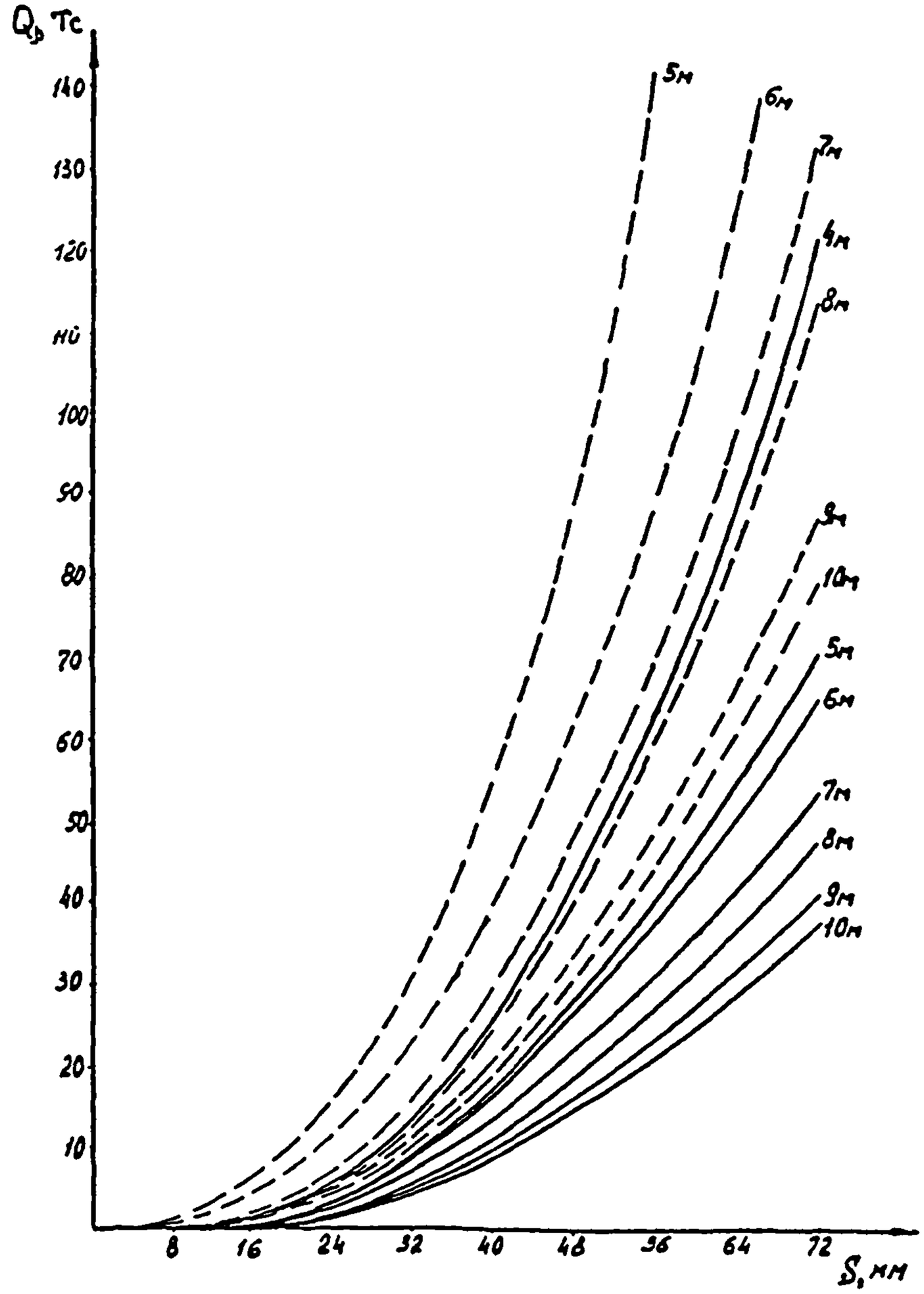
Таблица Б.4

Dв	4000	4500	5000	5500	6000	6300	7000	8000	9000	10000
K	0,062	0,06	0,04	0,036	0,036	0,04	0,045	0.06	0,068	0,08
Kn	1,32	1,37	2,05	2,28	2,28	2.05	1,82	1,37	1.21	1.03



1 - аппарат; 2 - бандажное кольцо; 3 - ролик роликоопоры

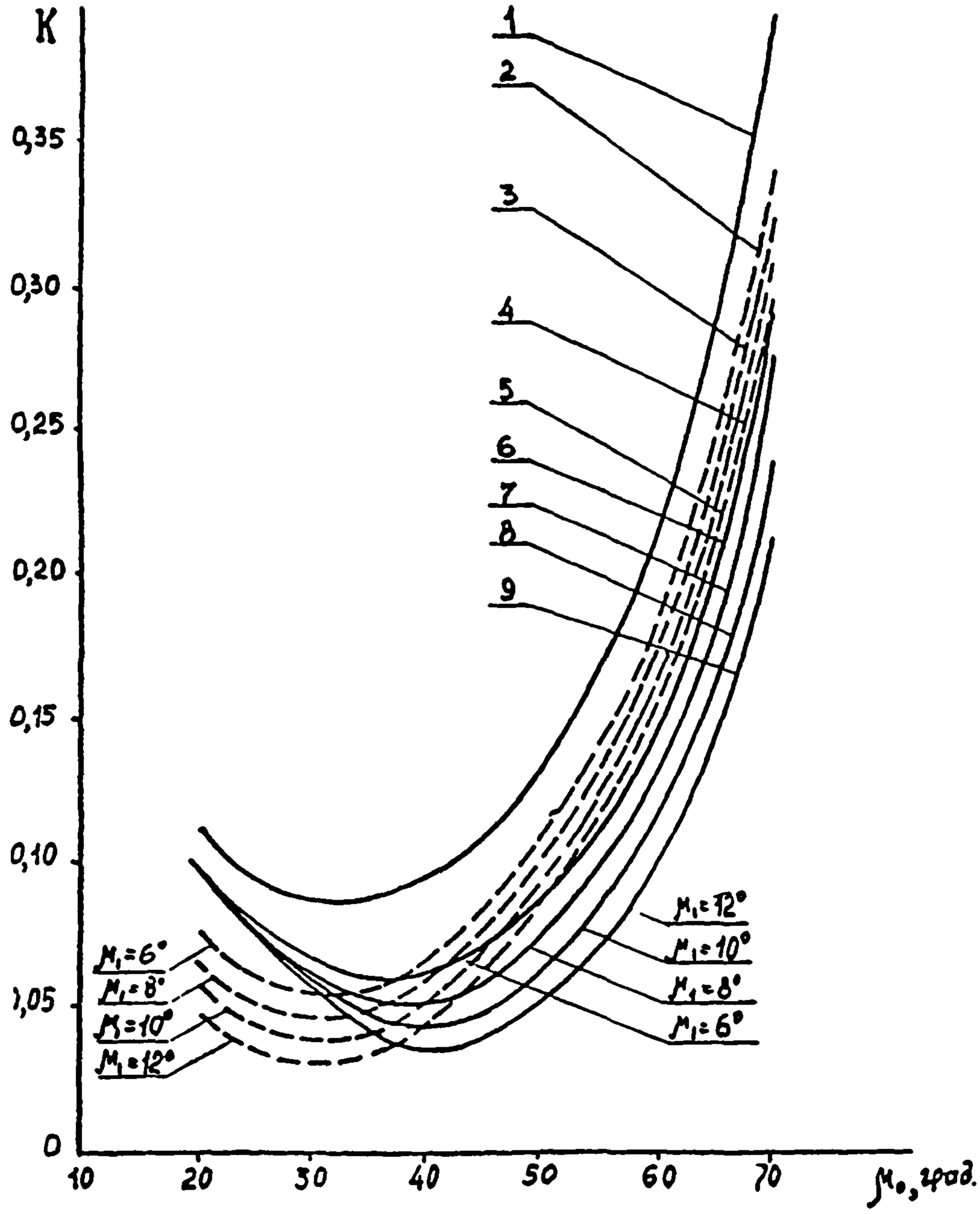
Рисунок Б.2 - Схема установки корпуса аппарата с бандажным кольцом на ролике роликоопоры



——— для двухточечных роликоопор

- - - - - для самоустанавливающихся роликоопор

Рисунок Б.3. Зависимость допускаемой нагрузки на опору при α = 30°- 40° от диаметра и толщины корпуса, без бандажных колец



1- установка бандажного кольца на два ролика; 2÷9 – установка бандажного кольца на четыре ролика (2÷5 - внутренние опоры, 6÷9 – внешние опоры);

Рисунок Б.4 - Зависимость коэффициента *K* от угла охвата μ_o и угла μ_1

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(рекомендуемое)

СПОСОБ СБОРКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КОРПУСОВ ТОЛСТОСТЕННЫХ АППАРАТОВ

Существующие способы сборки под сварку кольцевых стыков корпусов аппаратов из тонколистового проката предусматривают выравнивание кромок обечаек до допустимого предела с помощью технологических устройств и приспособлений. При этом, как правило, происходит местное деформирование поверхностей. Обеспечить допустимое смещение кромок при сборке аппаратов из толстостенных обечаек этими способами практически невозможно. Поставленную цель можно достигнуть только подбором и взаимным расположением обечаек относительно друг друга, при котором будет обеспечиваться минимально возможное смещение кромок при фактических размерах и формах торцевых сечений обечаек. Схема выполнения сборки цилиндрического корпуса из жестких обечаек показана на рисунке В.1, где а - набор собираемых обечаек, б - попарная сборка секции из обечаек, в - сборка блоков из секций.

На рисунке В.2 изображены собираемые обечайки, вид сбоку (торцевая сторона), где а - неподвижная обечайка, б - поворачиваемая обечайка.

На рисунке В.3 - схема моделирования взаимно- пространственного положения торцов обечаек путем дискретного поворота одной из них относительно другой с заданным шагом.

Сборка аппарата осуществляется следующим образом.

На торцы s,t маркированных обечаек 1,2...M наносят точки 1,2...L с заданным шагом. Производят измерение диаметров D между противолежащими точками на каждом торце обечаек и периметров каждого торца P. Для повышения точности замеров и производительности, желательно использование оптического лазерного длинномера.

Моделируя на ЭВМ взаимно пространственное положение обечаек путем объединения их попарно по минимальной разности периметров торцов

и дискретного поворота на угол, равный шагу разметки, в каждой паре обечайки q (торец s с точками 1', 2', 3.'... L') относительно обечайки P (торец t с точками 1,2,3..., L), определяют то положение собираемых торцов обечаек, при котором максимальная разница диаметров Δ макс собираемых торцов наименьшая. Описанную последовательность действий можно представить в следующем виде:

Пусть:

$i = 1, M/2$ - номер стыкуемой пары обечаек;

$j = p, q$ - номер обечайки в паре;

$k = t, s$ - номер торца в обечайке;

$l = \overline{1, N}$ - номер измерения на торце обечайки;

$N = L/2$ - количество измерений,

$m = D, N_{-1}$ - дискретный поворот обечайки,

D_{ijkl}, D_{ijkn} - численные значения измеренного диаметра обечаек,

n- номер измерения на торце поворачиваемой обечайки

$$n = (l + m) - \left[\frac{l + m}{10} \cdot 10\right] \qquad \text{(В.1)}$$

где выражение в квадратных скобках означает выделение целого от частного $\frac{l + m}{10}$

Тогда максимальное смещение кромок в измеренных точках при повороте одной обечайки относительно другой будет равно:

$$\Delta D_{i\,max} = \frac{\max}{l=1,N} / D_{ipsn} - D_{iqtl} / \qquad \text{(В.2)}$$

Затем из всех максимальных значений необходимо выбрать минимальное. Это условие и определит целевую функцию:

$$F_i = \frac{\min}{m=0,N-1} \qquad \Delta D_{i,m} \qquad \text{(В.3)}$$

Подставив выражение (В.2) в (В.3) получим:

$$F_i = \min_m \max_l / D_{ipsn} - D_{iqtl} / \qquad \text{(В.4)}$$

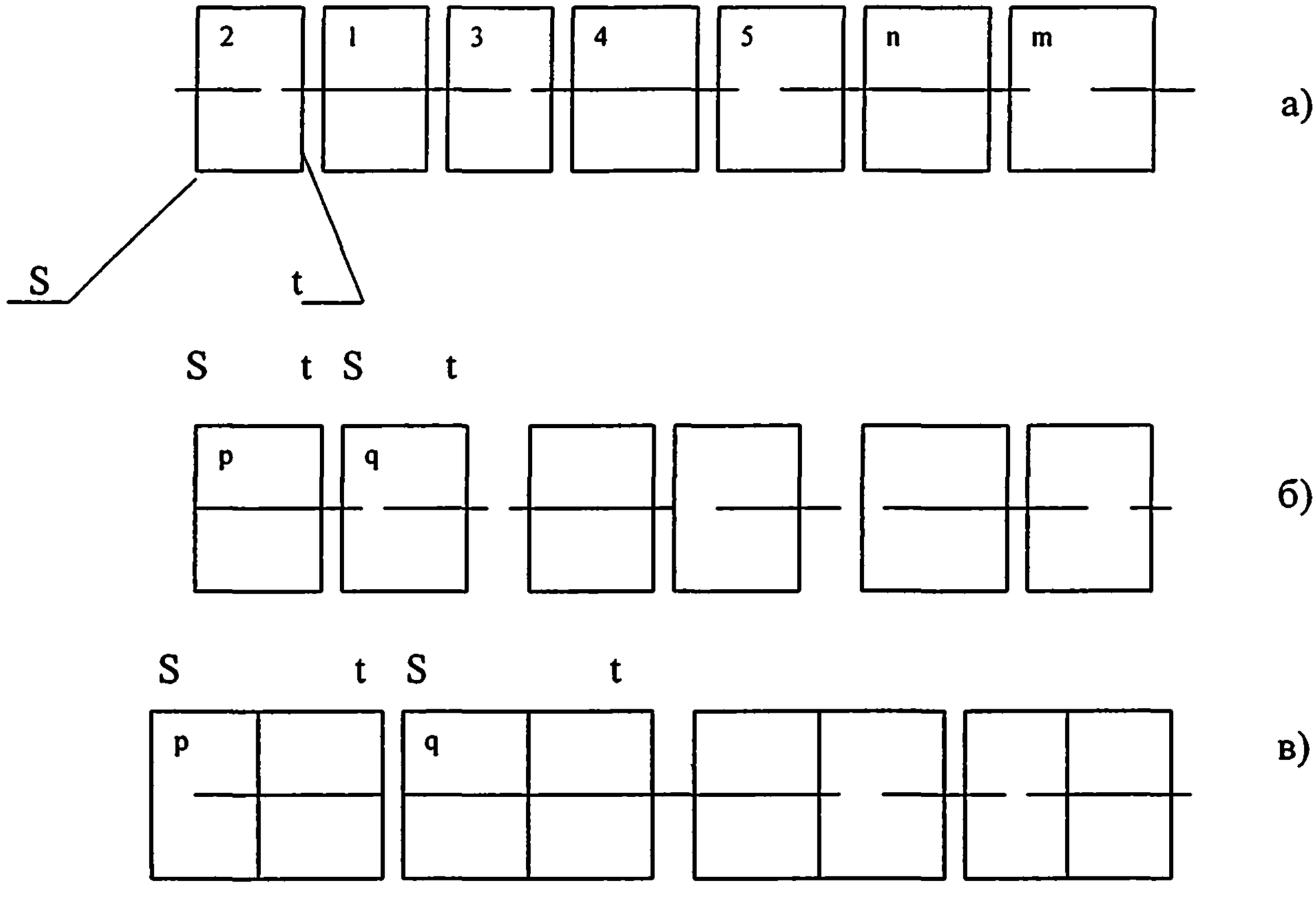
Вычисления осуществляются для каждой пары обечаек с индексами P_{gsl} определенной в процессе ранжирования по периметру.

Таким образом, в результате моделирования определяются номера стыкуемых обечаек, торцов и точек, сочетание и взаимная ориентация которых обеспечивают минимальное смещение кромок. Ориентацию осуществляют, совмещая торцы поворотом одной обечайки вокруг центральной оси до указанного положения, фиксируют и производят сварку. В дальнейшем сборка корпуса происходит аналогично, считая собранную секцию, а затем блок за обечайку.

Для фиксации кольцевых стыков толстостенных обечаек с рюмкообразной разделкой может быть рекомендован метод, основанный на применении привариваемых к кромкам разделки цилиндрических сухарей. Схема сборки представлена на рисунке В.4.

Главное преимущество метода - обеспечение контролируемого и регулируемого процесса сборки по сравнению с применяющейся технологии сварки на технологических планках.

Сущность этого метода заключается в том, что по результатам замеров величины раскрытия разделки собираемого стыка в намеченных местах (через 120^0) устанавливаются и привариваются к кромке разделки одной из обечаек (секции) три базовых сухаря. Диаметр сухаря подгоняется по фактическому раскрытию разделки с учетом требуемой величины сварочного зазора в притуплении рюмкообразной разделки. После того, как вторая обечайка (секция) подана в осевом направлении до упора в базовые сухари и выполнен контроль геометрических параметров собираемого кольцевого стыка осуществляется приварка базовых сухарей к кромкам второй обечайки (секции). Затем для надежного скрепления собранного стыка устанавливаются и привариваются к кромкам необходимое количество силовых сухарей.



а – набор собираемых обечаек; б - попарная сборка секций из обечаек; в – попарная сборка блоков из секций

Рисунок В.1

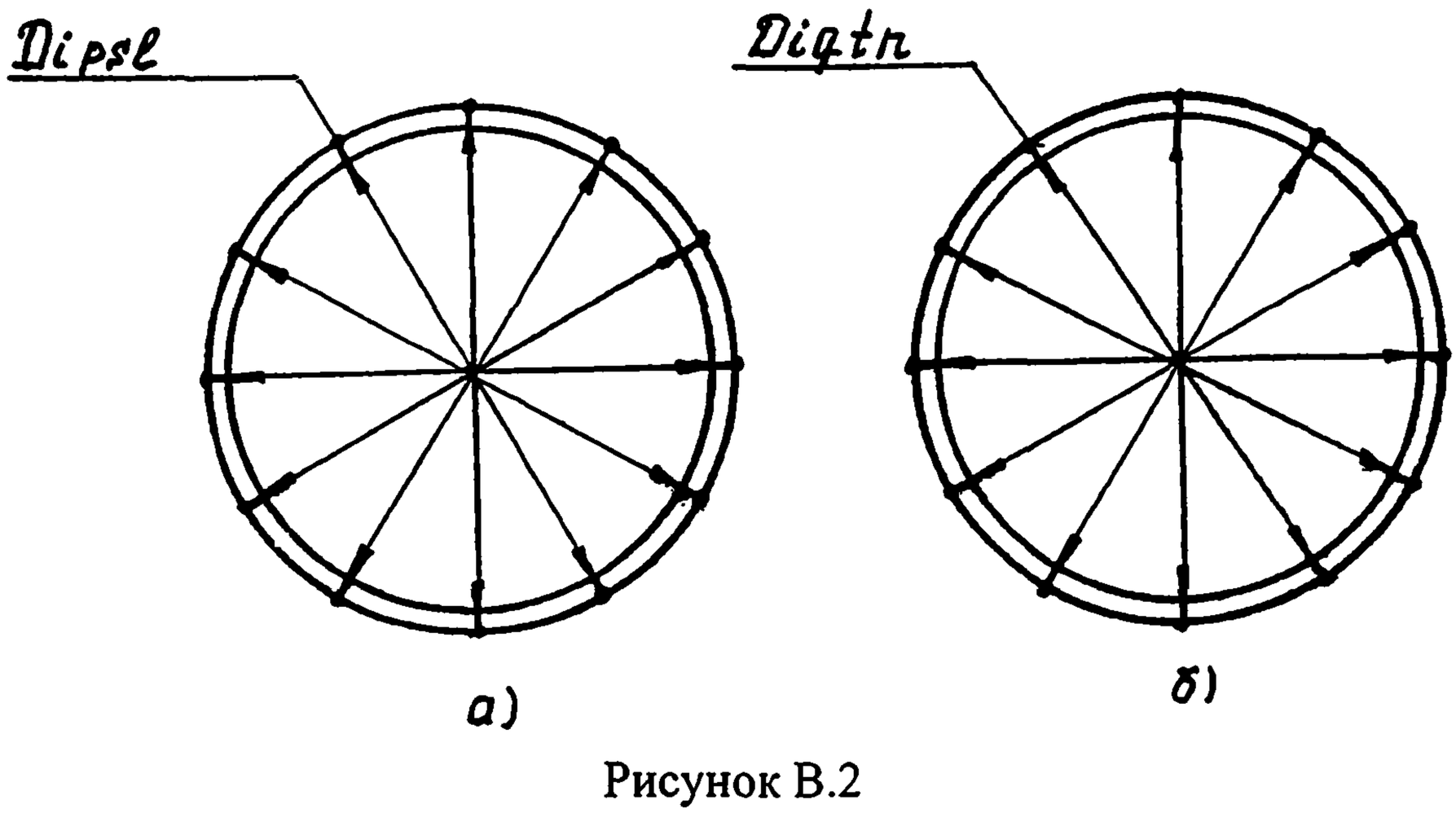


Рисунок В.2

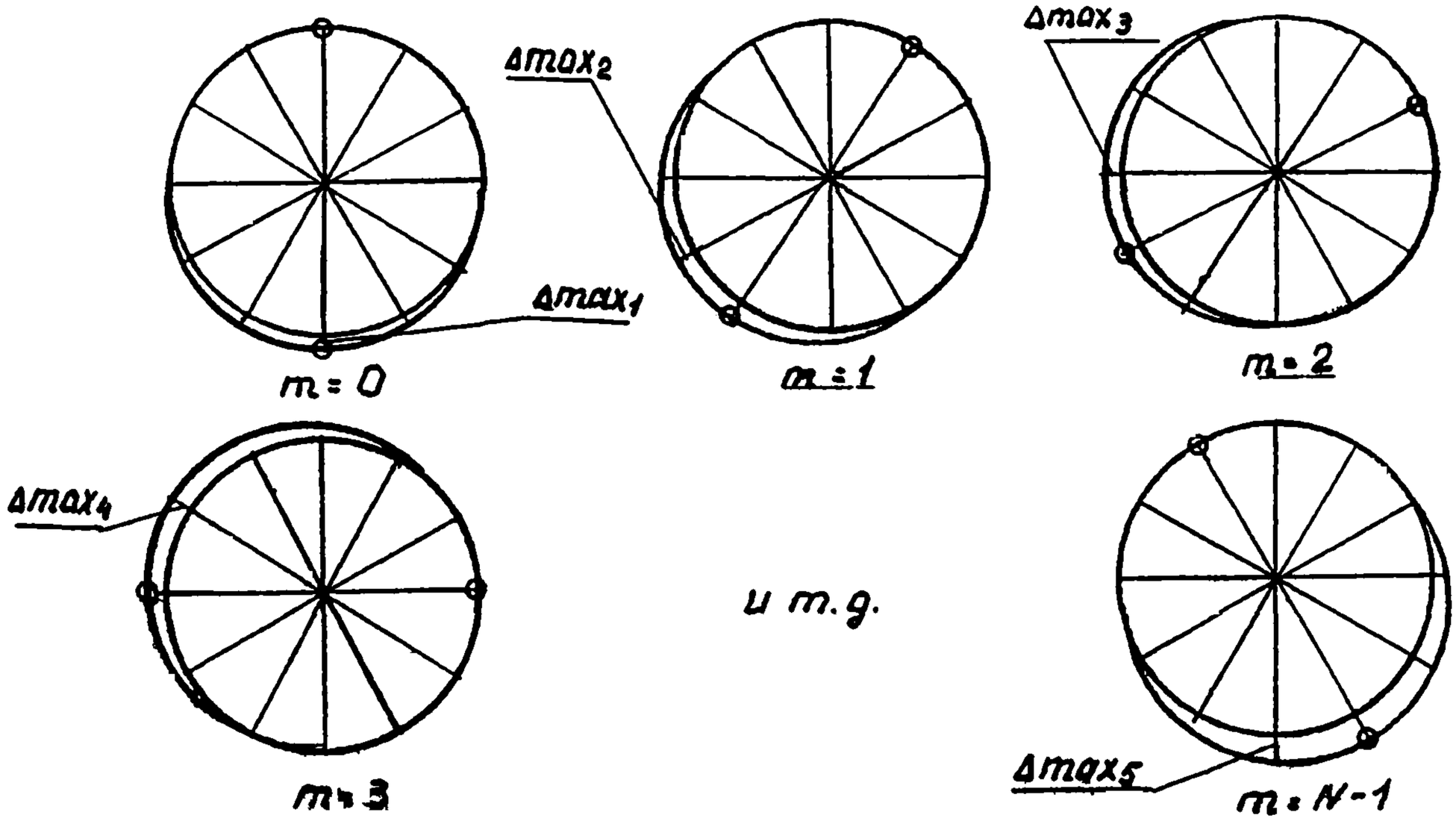
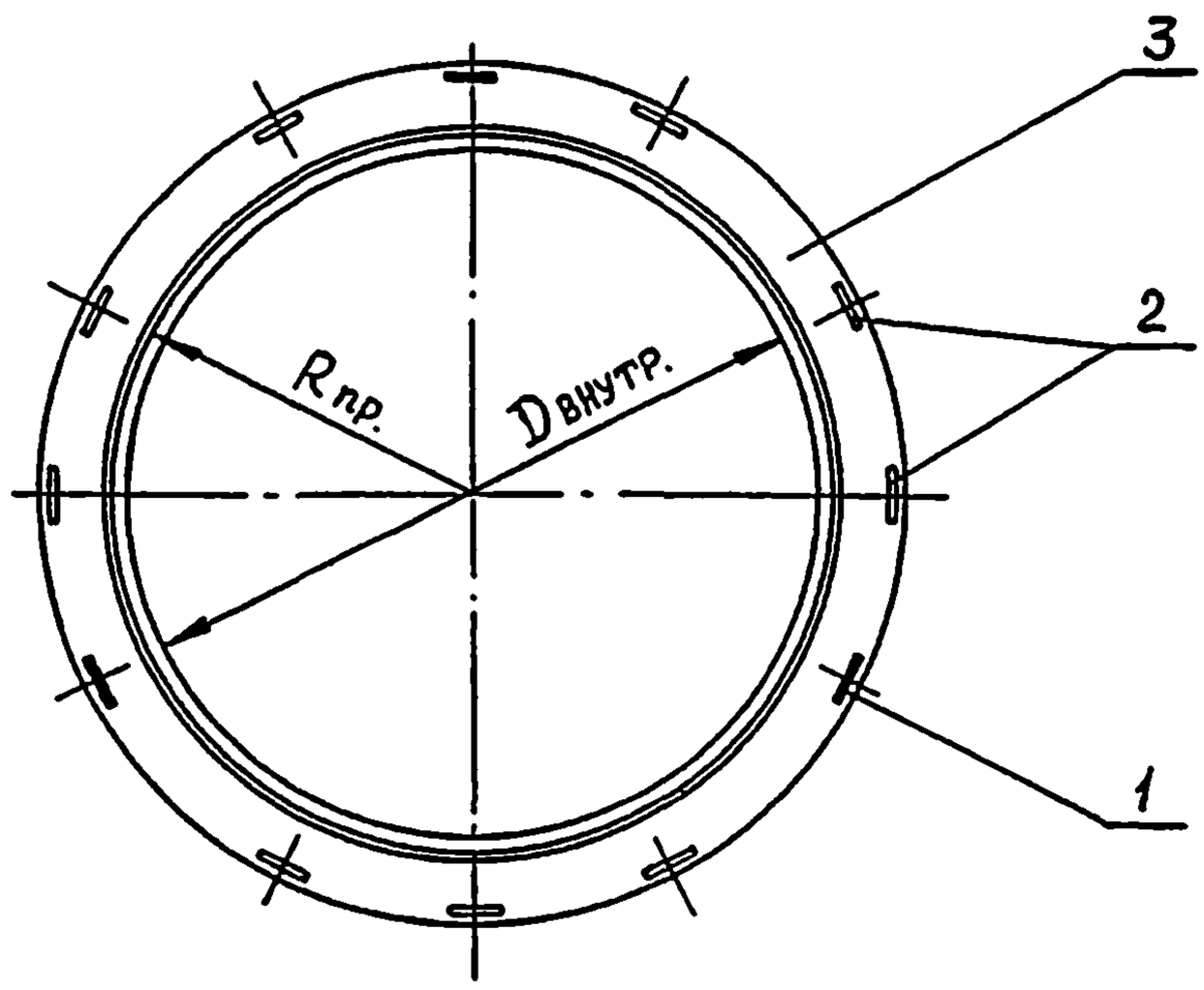


Рисунок В.3



1 - базовые сухари; 2 - силовые сухари; 3 - кромка разделки

Рисунок В.4 - Схема сборки кольцевых стыков на сухарях

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(рекомендуемое)

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПЛАНОК ДЛЯ СБОРКИ МОНТАЖНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОРПУСОВ

При сборке цилиндрических корпусов негабаритной корпусной аппаратуры на заводах отрасли нефтехимического и газового машиностроения закрепление кольцевых стыков в большинстве случаев выполняется на технологических планках, которые привариваются к поверхностям собираемых элементов. Скрепленный с помощью планок кольцевой стык корпуса аппарата, при прохождении технологического процесса, испытывает изгибающий момент, возникающий в результате действия собственного веса корпуса. В результате технологические планки нагружаются растягивающими и сжимающими усилиями.

Максимальный изгибающий момент $(M_{изг.\ max})$ будет действовать на кольцевой стык, расположенный посередине длины корпуса аппарата и будет равен

$$M_{изг.\ мах} = 0{,}0247S(Dв+S)\cdot(2000\cdot m^2):8=123{,}5m^2\cdot S(Dв+S)\ кгсм \qquad (Г.1)$$

где m - количество обечаек длиной 2000 мм, собираемых в корпус.

Планки, лежащие выше горизонтальной оси корпуса, будут сжиматься, а ниже растягиваться. Величина усилия, воспринимаемого одной планкой, будет зависеть от общего количества планок и их размеров, а также от их расположения относительно горизонтальной оси корпуса аппарата.

Для расчета принимаем, что четное количество планок (n) шириной $a = 1{,}5 \cdot S$, толщиной $b = 0{,}5 \cdot S$, длиной $\ell = 150$ мм равномерно располагается по контуру кольцевого стыка.

В общем виде усилие, действующее на планку, равно

$$Рпл = Мизг. / \mu \cdot Dв \qquad (Г.2)$$

где μ – коэффициент, численное значение которого зависит от количества планок в кольцевом стыке аппарата. Значения коэффициента μ приведены в таблице Г1.

Таблица Г1 - Значения коэффициента μ

N	8	10	12	14	16	18	20	2 2	24	26
μ	2,0	2,6	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	6,0	6,5	7,0
n	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
μ	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
n	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
μ	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0
n	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
μ	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0

Допускаемое усилие *P* на планку из стали марки ст.3 *($\sigma_{доп}$ =1400 кг/см²)* равно:

$$P = \sigma\ доп \cdot a \cdot b = \sigma\ доп \cdot 0,75\ S^2 = 1050 \cdot S^2 \qquad (Г.3)$$

Допустимое усилие на планку можно увеличить за счет использования планок большего сечения по ширине и толщине.

Длину сварного шва приварки планки катетом *(K = b = 0,5·S)* можно определить

$$\ell ш = Mизг/588 \cdot \mu \cdot Dв \cdot S \qquad (Г.4)$$

Пример - Подобрать количество технологических планок для скрепления кольцевого стыка, расположенного посередине длины корпуса *(Lк= 40000 мм)* аппарата с *Dв = 4000 мм, S = b40 мм, m = 20.* По формуле Г.1 определяем величину $M_{изг.max}$

$$M\ изг.\ Max = 123,5 \cdot .20^2 \cdot 4\ (400+4) = 7983 \cdot 10^4\ кг/см$$

Зададимся числом планок *n = 50.* По таблице Г.1определяем значение *μ = 12,5.* По формуле Г.2 определяем максимальное усилие, действующее на планку.

Отсюда, $P_{пл.max} < P_{доп.}$, т.е. условие прочности выполнено. Длина сварного шва (с учетом приварки планок к корпусу с двух сторон) определяется по формуле Г.4

$$Рпл..\max = \frac{Мизг.}{\mu \cdot Dв} = \frac{7983 \cdot 10^4}{12{,}5 \cdot 400} = 15970(кг)$$

$$Рдоп = 1050 \cdot S^2 = 1050 \cdot 16 = 16800(кг)$$

$$lшив = \frac{Мизг}{588 \cdot 12{,}5 \cdot 400 \cdot 4} = \frac{7983 \cdot 10^4}{1176 \cdot 10^4} = 6{,}8(см)$$

Общая длина планки будет: ℓшва + 150 = 68+150 = 218 (мм).

УДК	Т53	ОКСТУ 3600

Ключевые слова: корпуса цилиндрических аппаратов, сборка, сварка, термообработка, контроль, технология изготовления, методы обеспечения качества, оборудование, лазерная оснастка