

Б. А. ТАУБЕР

ДОЦЕНТ КАНД. ТЕХН. НАУК

# СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМЫ

Книга содержит описание конструктивной оснастки для сборочно-сварочных работ. В ней рассматриваются классификация сборочно-сварочной оснастки, методика проектирования, конструкция и расчет сборочно-сварочных приспособлений, механизмов и механического оборудования установок для автоматической сварки.

Книга предназначена для инженерно-технических работников и главным образом конструкторов, работающих в области сварочного производства.

Рецензент д-р техн. наук проф. А. С. Гельман

Редактор инж. Б. В. Мильман

*Редакция литературы по тяжелому машиностроению*  
*И. о. зав. редакцией инж. С. Я. ГОЛОВИН*



ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ  
Москва 1951

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	5

### ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

#### МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЙ ОСНАСТКИ

<b>Глава I. Особенности проектирования сборочно-сварочных приспособлений</b> . . . . .	11
1. Исходные данные . . . . .	11
а) Производственная программа . . . . .	12
б) Конструкция изделия . . . . .	13
в) Технология изготовления изделия . . . . .	13
г) Назначение приспособлений . . . . .	25
2. Общие требования к конструкции приспособлений . . . . .	27
3. Вазирование деталей в приспособлениях . . . . .	28
а) Методы фиксации . . . . .	29
б) Требования к конструкции фиксаторов и их расположению . . . . .	31
4. Способы закрепления деталей в приспособлениях . . . . .	32
<b>Глава II. Особенности технологии изготовления приспособлений</b> . . . . .	34
1. Точность изготовления . . . . .	34
2. Унификация деталей приспособлений . . . . .	36
3. Материалы сборочно-сварочных приспособлений . . . . .	36
4. Контроль и ремонт приспособлений . . . . .	37
<b>Глава III. Определение рентабельности сборочно-сварочных приспособлений</b> . . . . .	38

### ЧАСТЬ ВТОРАЯ

#### КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЙ ОСНАСТКИ

<b>Глава I. Конструкция и расчет сборочно-сварочных приспособлений</b> . . . . .	40
1. Фиксаторы . . . . .	40
а) Упоры . . . . .	40
б) Установочные пальцы . . . . .	45
в) Призмы . . . . .	47
г) Шаблоны . . . . .	50
2. Прижимы . . . . .	50
а) Механические прижимы:	
клиновые прижимы . . . . .	51
винтовые прижимы . . . . .	56
рычажные прижимы . . . . .	71
рычажно-винтовые прижимы . . . . .	74
Эксцентрикные прижимы . . . . .	79

б) Пневматические прижимы . . . . .	87
Прижимы с пневмоцилиндрами . . . . .	88
Прижимы с пневмокамерами . . . . .	89
в) Магнитные прижимы . . . . .	97
3. Стягивающие и распорные приспособления (домкраты, стяжки и распорки) . . . . .	100
а) Домкраты . . . . .	101
б) Стяжки . . . . .	101
в) Распорки . . . . .	109
4. Комбинированные приспособления . . . . .	121
а) Приспособления беззакатные . . . . .	127
б) Приспособления с механическим фиксированием . . . . .	127
в) Пневматические приспособления . . . . .	130
г) Гидравлические приспособления . . . . .	168
д) Вспомогательные устройства комбинированных неповоротных приспособлений . . . . .	172
5. Поворотные приспособления . . . . .	182
а) Приспособления для цилиндрических изделий . . . . .	190
Поворот цилиндрических изделий на роликовых опорах . . . . .	190
Поворот цилиндрических изделий торцевыми вращателями . . . . .	199
б) Приспособления для балочных и рамных изделий . . . . .	201
Поворот изделий на кольцах . . . . .	201
Поворот изделий на цапфах . . . . .	204
в) Приспособления для сварки узлов машин . . . . .	207
Приспособления с ручным поворотом . . . . .	207
Пневматические и гидравлические поворотные приспособления . . . . .	212
<b>Глава II. Конструкция и расчет сборочно-сварочных механизмов</b> . . . . .	217
1. Ручные сборочно-сварочные механизмы . . . . .	217
а) Ручные манипуляторы . . . . .	220
б) Ручные кантователи . . . . .	227
2. Приводные сборочно-сварочные механизмы . . . . .	236
а) Сборочно-сварочные механизмы с фрикционной связью . . . . .	240
Определение приводного момента и мощности электродвигателя . . . . .	240
Расчет и конструкция приводных сборочно-сварочных механизмов с фрикционной связью . . . . .	249
б) Сборочно-сварочные механизмы с жесткой кинематической связью . . . . .	296
Определение приводного момента и мощности электродвигателя . . . . .	296
<b>Глава III. Механическое оборудование установок для автоматической сварки</b> . . . . .	333
1. Механическое оборудование установок для сварки продольных швов . . . . .	335
2. Механическое оборудование установок для сварки кольцевых швов . . . . .	369
3. Механическое оборудование установок для сварки криволинейных швов . . . . .	389
4. Механическое оборудование универсальных установок . . . . .	400

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фираро В. П., Проектирование станочных приспособлений, Оборонгиз, 1948.
2. Новиков М. П., Конструирование сборочных приспособлений, Машгиз, 1948.
3. Автогенная сварка—Сборник, посвященный изобретателю дуговой сварки Н. Г. Славянову. Вып. II. Гостехиздат 1930.
4. Гребельник П. Г., Автоматическая сварка под слоем флюса, ОГИЗ 1947.
5. Таубер В. А., Механизация сборочно-сварочных работ, Сборник докладов на конференции МОНИТОМАШ по скоростным методам обработки металлов, Машгиз, 1949.
6. Таубер В. А., Механизмы и приспособления для сборочно-сварочных работ. Доклад на II совещании технологов заводов и институтов Минстерства тяжелого машиностроения, Машгиз, 1948.
7. Таубер В. А., Сборочно-сварочные механизмы, Вестник машиностроения № 3, 1949.
8. Таубер В. А., Механизация сборочно-сварочных работ, Автогенное дело № 3, 1949.
9. Таубер В. А., Механизация сборки и сварки котельных и машинных конструкций. Сборник «Комплексная механизация производственных процессов в машиностроении», Машгиз, 1950.
10. Казakov Н. И., Зажимные элементы оснастки для сборки и сварки, Автогенное дело № 9, 1947.
11. Казakov Н. И., фиксаторы в сборочно-сварочных приспособлениях, Автогенное дело № 2, 1946.
12. Алексеев Е. К., Автоматическая сварка газольдеров больших габаритов, Автогенное дело № 5, 1947.
13. Цальман Л. Б., Опыт работы завода по автоматической сварке металлоконструкций, Бюллетень строительной техники № 10, 1944.
14. Огиевецкий А., С., Механизация и автоматизация сварочных процессов в машиностроении, Вестник металлпромышленности № 11—12, 1940.
15. Николаев Г. А. и Гельман А. С. Технологичность сварных конструкций, «Тяжелое машиностроение» № 6, 1941.
16. Колп Л. М. и Чубуков А. Г., Автоматическая сварка на Бакальском заводе металлоконструкций, Бюллетень строительной техники № 16—17 Стройиздат, 1944.
17. Автоматическая сварка под слоем флюса. Сборник института Электросварки АН УССР, 1948.
18. Энциклопедический справочник «Машиностроение», т. 5 и 7.
19. А. И. Каширин, проф., «Технология машиностроения», Машгиз, 1949.
20. Плотницкий В. Г., Основы построения процессов технологии машиностроения, Лениздат, 1949.
21. Севбо П. И., Автосварочные установки и приспособления, Машгиз, 1949.

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Бурный рост советского машиностроения осуществляется на базе мерного внедрения механизированных методов производства.

Одним из путей повышения производительности сварочного производства является применение совершенной технологии.

Передовые заводы Советского Союза на основе творческих исканий советских ученых, инженеров и стахановцев применяют высокопроизводительную сборочно-сварочную оснастку. Созданы и эффективно применяются различного рода кантователи, манипуляторы, роликовые стелды и т. д.; широко внедряются простейшие приспособления, ускоряющие процесс сборки и сварки изделий. Однако передовой опыт не стал еще достоянием производственных коллективов большинства сварочных цехов.

Для обобщения богатого опыта отдельных предприятий передовых предприятий в книге подробно рассмотрены примеры наиболее рациональных конструкций, приспособлений и механизмов сварочного производства и даны методы их расчета.

В книге использованы материалы института электросварки АН УССР, НИИТМАШ, ОРГТЭЖМАШ, институтов судостроительной промышленности, передовых заводов: Уралмаша, Коломенского, Сормовского, Польского, Динамо и др., а также теоретические, расчетные и проектные работы автора.

Считаю нужным выразить благодарность рецензенту д-ру техн. наук проф. А. С. Гельману за ряд замечаний, уточнений при окончательной подготовке рукописи к печати, а также инж. В. В. Мильману за труды в редактировании книги.

Автор

## ВВЕДЕНИЕ

Свыше 140 лет назад крупнейший русский физик акад. Василий Владимирович Петров впервые произвел опыты с электрической дугой. Он первый в мире открыл явление дугового разряда и указал на возможность использования тепловой энергии дугового разряда для расплавления металлов.

Производя опыты с двумя углями, положенными на стеклянную плиту соединенными с полюсами огромной батареи, и заменяя один из углей кусками листового железа, а затем железной проволокой, талантливый русский экспериментатор получал яркое пламя.

Описание этих опытов, опубликованное Петровым, содержит первые указания на возможность применения дугового разряда для электрического свечения и электрической плавки металлов.

Дуга с расплавляющимся электродом получила практическое применение лишь через восемьдесят лет благодаря трудам выдающихся русских ученых Николая Николаевича Бенардоса и Николая Гавриловича Славянова.

Н. Н. Бенардос в 1882 г. предложил способ дуговой электрической сварки металлов угольным электродом. Этот способ сварки металлов получил широкое распространение в России, Англии, Франции, Германии, США, Бельгии, Италии, Швеции и других странах.

Из сохранившихся чертежей, описаний и рисунков Бенардоса видно, что им по существу были открыты все основные способы дуговой и электрической сварки, применяющиеся ныне.

В 1888—1890 гг. способы использования тепла дугового разряда для электрической сварки металлов были усовершенствованы и дополнены другим русским исследователем — горным инженером Н. Г. Славяновым, заменившим угольный электрод металлическим и разработавшим способ и аппараты для электрической отливки металлов<sup>1</sup>. Главная особенность этого способа заключалась „... в наличии расплавленного электрическим током металла на части поверхности металлической вещи, причем эта поверхность также более или менее расплавляется и соединяется (сливается) с наливаемым металлом в высшей степени совершенно“<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Н. Г. Славянов, горный инж., Электрическая отливка металлов. Руководство к установке и практическому применению ее. СПб 1892.



Славянов также впервые применил битое стекло в качестве флюса, тем самым открыв способ создания защиты ванны расплавленного металла.

Работы Н. Г. Славянова, как и открытия Н. Н. Бенардоса, получили высокую оценку и признание не только в России, но и за границей. К началу нынешнего столетия это выдающееся русское изобретение нашло применение в разных странах.

Следует отметить, что еще Бенардос и Славянов выдвигали идею о механизации сварочного процесса. Ими были сконструированы первые автоматы и полуавтоматы для электросварки металлов.

В царской России сварка была внедрена на десяти заводах, однако помещица — капиталистическая Россия, недолжительно глумившая научные начинания своих великих сынов, и на этот раз оказалась верной себе: научным открытиям Бенардоса и Славянова не придавалось должного внимания, и после смерти изобретателей электрическая дуговая сварка металлов перестала развиваться.

Только после Великой Октябрьской революции дуговая сварка получила в нашей стране широко промышленное применение. В первые годы социалистического строительства дуговая сварка широко применялась во всевозможных работах восстановительного характера, а также при изготовлении строительных конструкций. Электрическая дуговая сварка сыграла исключительно большую роль при строительстве крупнейших индустриальных комбинатов в годы первой и второй сталинских пятилеток — Уральского завода тяжелого машиностроения, металлургических заводов в Магнитогорске, Сталинске, Жданове и др.

В настоящее время электрическая дуговая сварка является основным технологическим процессом при изготовлении всех видов металлургических и котельных конструкций.

В СССР проводится большая научная работа по сварке. По существу метод дуговой сварки металлов, предложенный Н. Н. Бенардосом и Н. Г. Славяновым, остается неизменным, но в практические способы вносились и вносятся многочисленные усовершенствования, повышающие их ценность.

Так, например, в 1928 г. советский изобретатель инж. Д. А. Дульчевский создал конструкцию автоматической головки и разработал способ сварки под слоем флюса вращающихся вращающихся веществ.

За последние 10 лет электрическая сварка в СССР прошла несколько этапов в своем развитии.

В начале 30-х годов была создана база сварочного машиностроения. Завод „Электрик“ начинает выпускать сварочные генераторы, трансформаторы, контактные машины и другое сварочное оборудование.

Одновременно идет усовершенствование технологических процессов ручной сварки, внедрение качественных электродов, улучшение заготовительных операций перед сваркой.

В результате повышается качество выполнения сварочных работ, и сварка завоевывает прочное место, как новый технологический метод.

С начала 40-х годов начинают широко применяться автоматические способы сварки, в частности, способ автоматической сварки под слоем

флюса, разработанный Институтом электросварки АН УССР под руководством акад. Е. О. Патона.

Этот способ имел исключительное значение в дни Великой Отечественной войны в военном и военно-морском производстве.

В создании высокопроизводительной аппаратуры для автоматической сварки выдающуюся роль играют Институт электросварки АН УССР, МЯТУ, ЦНИИТМАШ, институты судостроительной промышленности и другие научно-исследовательские учреждения.

Многочисленные теоретические и экспериментальные исследования, произведенные за последние десятилетия, показали превосходство сварки перед другими методами соединения деталей по двум главным показателям: производительности и качеству соединения.

В сборочно-сварочном процессе сварочная операция занимает от 10 до 80% времени в зависимости от конструкции узла; остальное время расходуется на сборочные, вспомогательные и дополнительные работы.

Очевидно, что сокращение производственного цикла может быть достигнуто не только за счет сокращения времени собственно сварки изделия, но и уменьшения времени сборки изделия под сварку и манипуляции с деталью в процессе наложения швов. Этот вопрос приобретает особенно большое значение при автоматической сварке; благодаря значительной скорости наложения швов и, следовательно, эффективности применения автосварки. Отсутствие специальных механизмов для выполнения сборочных и кантовочно-установочных операций при сварке тяжелых конструкций приводит к огромным затратам времени, снижающим эффект от применения высокопроизводительных методов наложения сварного шва.

Только комплексное решение всей проблемы сокращения цикла производства изделий в целом, а именно: внедрение эффективных методов сварки, применение высокопроизводительных сварочно-сборочных механизмов как специализированных, так и универсальных, правильная организация работы и т. д. — может дать значительный производственный эффект.

Следует помнить слова товарища Сталина, что „механизация процессов труда является той новой силой для нас и решающей силой, без которой невозможно выдерживать ни наших темпов, ни новых масштабов производства“. Именно всесторонняя механизация может и должна дать резкое увеличение производительности сварочного процесса.

Для указанных целей и предназначается разнообразная сборочно-сварочная оснастка, позволяющая:

облегчить трудоемкие операции по установке и фиксации деталей при сборке;

исключить в большинстве случаев разметку деталей при сборке;

уменьшить деформацию — коробление и усадку свариваемого узла или изделия;

упростить технологию изготовления сложных изделий с механически обработанными узлами или деталями;

уменьшить время на повороты изделия в процессе сварки;

устанавливать свариваемое изделие в наиболее благоприятное для сварки положение;

использовать взаимозаменяемость сварных узлов;

осуществлять взаимозаменяемость сварных узлов;

использовать менее квалифицированную рабочую силу, чем при сборке без оснастки, и упростить контрольно-приемочные операции. Анализ роста производительности труда по переходам сборочно-сварочной операции показывает, что повышение скорости ручной сварки и введение высокопроизводительной автоматической сварки является главной составляющей, за счет которой шел рост производительности труда. Повышение производительности труда на сборочно-кантовочных работах происходило значительно медленнее. Время сборки и кантовки в процессе сварки, например, для сложных рамных изделий с большим количеством деталей и короткими швами составляет в иных случаях до 60% времени всей операции. Длительность же сборочно-кантовочных переходов для обычных среднетяжелых изделий составляет 30—50% времени всей операции. Вот, например, состав операции по сборке и сварке рамы тележки мостового крана грузоподъемностью 15 т: сборка и кантовка в процессе сборки — 3 ч. 58 м; сварка ручная — 6 ч. 24 м. Таким образом, время сборки и кантовки в процессе сварки составляет 38,1% всей операции.

Поэтому сокращение времени сборки и вспомогательных работ является важнейшей задачей в деле повышения производительности сварочных цехов.

На заводе им. Орджоникидзе для автоматической сварки продольного шва длиной 1,5 м на обечайке с толщиной стенки 16 мм основное машинное время составляло всего 8 мин., в то время как вспомогательное время в этой операции занимало 40 мин. Таким образом, основное время составляло лишь 17% всей операции.

Очевидно, что в этом случае увеличение скорости сварки даже вдвое (что является весьма сложной задачей и часто связано с необходимостью коренного изменения технологического процесса, применения новых электродов и более мощного электросварочного оборудования) повысит производительность труда не более, чем на 10%. Снижение же вспомогательного времени на 50% повысит производительность по всей операции более, чем на 40%.

Аналогичным примером может служить сварка огневой коробки котла локомотива П-25.

Время сварки наружных прямолинейных швов под слоем флюса трактором УТ-1200 занимало лишь 12 мин., а манипуляции с изделием в процессе сборки и установки под сварку составляло 26 мин.

Эти примеры ясно говорят о том, что эффект от применения автоматической и механизированной ручной сварки, новейшего оборудования и аппаратуры, упрощения и облегчения регулировки и наладки находится в прямой зависимости от оснащения технологического процесса приспособлениями или механизмами для сборки и сварки.

Так, увеличение применения приспособлений в производстве сварных узлов позволило Уралмашзаводу снизить трудовые затраты на изготовление сварных узлов экскаваторов на 23% на комплект, а по сварным узлам буровой установки — на 45%.

В табл. 1 приведен динамича снижения трудовых затрат по главным узлам экскаватора как по сборке, так и по сварке в цехе металлоконструкций УЭТМ.

Т а б л и ц а 1

Наименование узла	Сборка		Сварка	
	на I/III 1947 г.	на I/I 1948 г.	на I/III 1947 г.	на I/I 1948 г.
Поворотная рама . . . . .	100%	50%	100%	65,8%
Нижняя рама . . . . .	100%	72,5%	100%	83%
Двуногая стойка . . . . .	100%	50%	100%	69,2%
Стрела . . . . .	100%	64%	100%	69,4%

Передовые заводы Советского Союза в полной мере оценили значение широкого применения сборочно-сварочных механизмов и приспособлений в производстве. Так, на заводе «Красное Сормово» им. Жданова в послевоенный период было внедрено большое количество сварочных установок, сборочно-сварочных кантователей и других устройств, что значительно повысило производительность сварочных работ.

Завод применяет крупносекционный метод, заключающийся в том, что основная часть работ выполняется в цехах с помощью автоматической сварки. Крупносекционная сборка позволяет изготавливать целые узлы в сборочных цехах на специальных стендах. Наиболее удобное для сварки положение секций достигается с помощью кранов или специальных кантователей.

Высокопроизводительная технология требует совершенной конструкции изделия, допускающей применение автоматической сварки, уменьшения числа монтажных элементов и т. д.

Такое же широкое внедрение автоматической сварки при одновре-  
менной широкой механизации сборочно-кантовочных работ было осуществлено при постройке паровоза серии СУ: все продольные и поперечные швы цилиндрической части котла, огневой коробки, кожуха топки, средней решетки, кольца дымовой камеры и др. выполняются автоматической сваркой.

Внедрение автоматической сварки под флюсом, выполняемой на станках, оборудованных кантователями и другими механизмирующими устройствами, позволило также при изготовлении цилиндрической и топочной части котлов паровоза резко снизить трудоемкость (табл. 2).

Из приведенных примеров видно, что внедрение современных методов сварки, механизация сборки и установки в процессе сварки является

\* Автогенное дело № 8, 1949 г., инж. И. М. Кряков, Разнитне электро-  
арки на заводе «Красное Сормово» им. А. Д. Жданова.

Наименование узла	Вид сварки	Трудоемкость в нормочасах
Цилиндрическая часть котла	Ручная Автоматическая	40,8 9,12
Топочная часть котла	Ручная Автоматическая	50,6 22,3

Сборочно-сварочная оснастка делится на: 1) фиксаторы; 2) прижимы; 3) стягивающие и распорные приспособления (домкраты, стяжки и распорки); 4) комбинированные неповоротные приспособления; 5) комбинированные поворотные приспособления; 6) ручные сборочно-сварочные механизмы; 7) приводные сборочно-сварочные механизмы; 8) механическое оборудование установок для автоматической сварки.

## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЙ ОСНАСТКИ

### ГЛАВА I

#### ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

##### 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Сборочно-сварочные приспособления проектируются в основном по методам, аналогичным проектированию приспособлений для механической обработки. Однако специфика изготовления сварных узлов и деталей вносит существенные особенности в способы фиксации и закрепления на приспособлении деталей собираемого или свариваемого изделия.

Прежде всего следует отметить, что в приспособлении, предназначенном для механической обработки, обычно закрепляются отдельные обрабатываемые детали и значительно реже — несколько деталей, собранных в узел. Соответственно этому фиксирующие элементы приспособления связаны лишь с одной или с жестко связанной группой деталей (узлом). Изделие же под сварку собирается из значительного числа различных деталей, установка которых на приспособлении ведется последовательно, а фиксирование их обычно осуществляется независимо друг от друга.

В приспособлениях для механической обработки крепление должно обеспечить полную неподвижность деталей в процессе обработки.

В сварочных же приспособлениях свободное перемещение деталей при их удлинении вследствие нагревания при наложении шва или укорочении при его остывании является обязательным для некоторых узлов.

Поэтому в сварочных приспособлениях часто имеет место комбинированная сборка деталей, т. е. жесткая установка одних деталей и свободная установка других деталей с фиксированием по разметке или по жестко установленным деталям.

Сварочные приспособления в отличие от приспособлений для механической обработки не воспринимают в процессе их эксплуатации каких-либо значительных внешних усилий (кроме усилий от зажимных элементов, собственного веса части приспособлений или устанавливаемых деталей). В то же время сварочные приспособления подвержены действию жестких высоких температур в процессе прихватки и еще в большей степени в процессе сварки. Одной из важнейших функций сварочных приспособлений является уменьшение деформирования деталей и узлов

вследствие температурных воздействий. Все это накладывает свою специфику на проектирование сварочных приспособлений.

Ниже приведены факторы, определяющие конструктивную схему приспособления в той последовательности, в которой они должны быть рассмотрены при проектировании.

#### а) Производственная программа

Характер технологических процессов, тип производственного оборудования, конструкция технологической оснастки находится в непосредственной зависимости от масштаба производства, определяемого производственной программой.

Различают три основных типа производства: массовое, серийное и индивидуальное.

Массовое производство, как известно, отличается тем, что в нем на большинстве рабочих мест выполняются закрепленные за ними одни и те же операции, причем производственный процесс подчиняется определенному рабочему темпу выпуска изделия, который характеризуется коэффициентом издедий, выпускаемых в единицу времени.

Следовательно, приспособление, прикрепленное к данному рабочему месту и выполняющее специализированным, должно обеспечить производительный цикл изготовления данной операции в пределах того же рабочего темпа. Вследствие расчлененности операций в массовом производстве темп может быть весьма высоким, и для обеспечения его применяются быстродействующие приспособления, требующие минимального вспомогательного времени (эксцентрикковые, рычажные, пневматические, гидравлические и т. д.).

Серийное производство подразделяется в зависимости от размера серий на мелкосерийное и крупносерийное. В серийном производстве имеет место периодичность в работе каждого рабочего места. Здесь наряду со специализированными приспособлениями, предназначенными для определенного узла или детали могут применяться универсальные приспособления, пригодные для целой группы узлов или деталей.

Вопрос о целесообразности применения быстродействующих или небыстродействующих (винтовых, клиновых и др.) приспособлений решается на основе сопоставления основного и вспомогательного времени. Применение быстродействующих прижимов как более дорогих может оказаться нецелесообразным в тех случаях, когда вспомогательное время в операции очень мало по сравнению с основным временем.

Наконец, в индивидуальном производстве, характеризуемом единичным изготовлением изделий, применяются главным образом универсальные приспособления, пригодные для всей номенклатуры производства.

Однако в индивидуальном производстве при высокой степени унификации узлов и деталей может быть осуществлено серийное производство определенной группы узлов и деталей. В этом случае для сборки и сварки должны применяться быстродействующие приспособления.

#### б) Конструкция изделия

Форма сопряжения деталей в изделии, размеры и характер расположения деталей в узлах, общие габариты изделия и т. д. являются существенными при определении первоначальной схемы приспособления.

Сварные конструкции могут быть по форме подразделены на плоскостные и объемные; по назначению — на металлургические конструкции, котельные и машинные.

Условия, которым должны удовлетворять приспособления, зависят от того, для каких изделий они предназначаются.

Для металлургических конструкций характерным является большая величина их размеров, и устройство поворотных приспособлений для их сборки и сварки весьма сложно. При индивидуальном производстве определяются лишь простейшими приспособлениями. При крупносерийном производстве элементов металлургических конструкций, например, при изготовлении стоек каркасов высотных зданий с большим успехом применяются поворотные ручные или приводные приспособления и механизмы. Устройство поворотных приспособлений для большинства котельных и машинных конструкций не встречает значительных трудностей.

Для сварных машинных конструкций фиксирование и закрепление деталей при сборке разрешается применением цилиндрических и конических фиксаторов, призм, винтовых, эксцентрикковых и других прижимов. В металлургических сварных конструкциях обычно в качестве фиксирующих элементов применяются упорные планки или штифты, в качестве зажимных устройств — механические виды небыстродействующих прижимов. Исключение составляет стандартные узлы металлостроительных конструкций при их серийном производстве. В этом случае, очевидно, целесообразно применять быстродействующую оснастку.

От положения и длины швов в изделии зависит наиболее выгодная установка изделия в приспособлении как в процессе его сборки, так и сварки, а также доступность к местам прихватки и необходимое число поворотов для наложения большинства швов в нижнем положении.

Общая длина кольцевых, продольных и криволинейных швов, их расположение, а также толщина собираемых деталей изделия являются основными при установлении метода сварки.

Наконец, вес изделия может дать первое представление о возможности и целесообразности поворота или наклона изделия в процессе сборки и сварки и способе осуществления этих движений: приспособлением, краном или совместно приспособлением и краном.

#### в) Технология изготовления изделия

Технология изготовления также является важным фактором в установлении схемы приспособления.

Рассмотрим последовательно влияние трех составляющих технологии изготовления изделия: технологии заготовок, технологии сборки и технологии сварки.

**Технология заготовок.** Заготовки для сборки в приспособлениях могут поступать послековки, штамповки, резки на ножницах, резки автогенном или после механической обработки. При этом детали могут быть обработаны либо окончательно, либо предварительно.

Перечисленные методы дают различные точности заготовок. Чистота кромок при механической обработке или штамповке и точность размеров заготовок значительно выше, чем при других методах обработки.

Качество поверхности деталей с применением автогенной резки зависит от целого ряда факторов: скорости и равномерности передвижения резака, чистоты и давления кислорода, чистоты поверхности металла, рельефа поверхности металла и т. д.

Вследствие этого при ручной автогенной резке трудно получить размеры деталей с жесткими допусками. Поэтому при определении схемы приспособления и размещении упоров следует избегать фиксирования по кромкам, обрезанным автогеном.

Механизированная высокоточная газовая резка обеспечивает весьма высокую поверхность реза и дает заготовки с небольшим полем отклонений в размерах.

Детали, изготовленные этим способом, вполне пригодны для фиксации по их кромкам при установке в приспособления.

Отклонения в заготовках могут быть двух видов: отклонения по размерам и искажение формы поверхности.

Первые отклонения влияют на выбор типа фиксирующих устройств, вторые — на конструкцию прижимов.

Точность заготовок должна обеспечить сборку узла без дополнительных работ, что позволяет достигнуть взаимозаменяемости узлов, облегчает в дальнейшем общую сборку и исключает необходимость подбора.

Размещение упоров и фиксаторов должно удовлетворять условиям сборки в пределах допустимых отклонений в размерах заготовок при принятом способе их обработки.

Поэтому в приспособлениях для сборки под сварку узла из деталей, вырезаемых вручную автогеном, следует применять не только жесткие, но и съемные переставные или регулируемые упоры и фиксаторы.

Для заготовок с достаточно высокой точностью обычно пригодны жесткие или отводные фиксаторы. Если на поверхности заготовок значительная волнистость, неровности, вытины и т. д., то наиболее надежными в этом случае являются винтовые прижимы.

Вышеизложенные общие соображения относительно влияния точности заготовок и вида поверхности в каждом отдельном случае следует учитывать исходя из конкретных условий.

**Технология сборки.** Приступая к разработке технологического процесса сборки, технолог должен учитывать не только технологические вопросы, связанные с изготовлением данного изделия, но и совершенно отчетливо представлять общее конструктивное решение приспособления или сборочно-сварочного механизма. Неразрывная организационная связь между технологией изготовления, конструкцией изделия и приспособления в сварочном деле выступает особенно рельефно.

Прежде всего технолог должен быть установлена необходимая степень механизации сборочной операции.

В каждом из типов производства (индивидуальном, серийном или массовом) возможны два случая:

первый, когда технологически трудно осуществить сборочную операцию без специального приспособления.

Например, для сварных конструкций, когда сборка узла или изделия осуществляется по деталям, не имеющим отверстий, а связь между оглевыми деталями создается только в результате наложения сварного шва (угловое или плоскостное стыкование листов по кромкам и т. д.), технологическая необходимость приспособления часто является решающим фактором;

второй, когда сборка узла возможна без приспособления.

В этом случае решающим являются технико-экономические факторы, анализ которых должен дать правильное решение вопроса о степени механизации процесса сборки.

Технологический процесс сборки должен выявить:

наилучшие базы фиксирования для получения требуемой точности; последовательность фиксирования и закрепления устанавливаемых деталей, что позволяет определить наилучшее размещение фиксирующих и зажимных устройств;

положение приспособления в процессе установки свариваемых деталей и необходимость поворота приспособления;

наилучшее положение собираемого узла в приспособлении для удобного осуществления прихватки;

способы обеспечения жесткости деталей и узлов в процессе сборки и прихватки;

возможность и целесообразность использования механически обработанных отверстий или поверхностей, имеющихся на деталях.

При сборке узла из деталей, прошедших механическую обработку до сборки, обычно достаточным является тщательное крепление их в приспособлении с одновременным фиксированием по расстоянным отверстиям или обработанным плоскостям.

В тех случаях, когда само изделие недостаточно жестко или посадочные отверстия изготовлены с точностью 3—4-го классов, в приспособлении должны быть предусмотрены специальные устройства в виде оправок, дополнительных технологических сварных планок для повышения жесткости изделия и т. п.

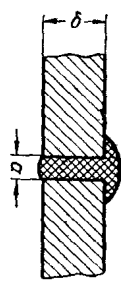
Технология сборки должна обеспечить соответствующее качество сварных соединений. Одним из условий удовлетворения этого требования является наличие определенных зазоров между соединяемыми деталями перед наложением шва. Величина зазоров зависит от метода сварки, типа соединения, толщины и рода материала соединяемых деталей.

Ниже приводятся рекомендуемые зазоры при сборке изделий при ручной и автоматической электродуговой сварках.

Целесообразность применения ручной или автоматической сварки решается технико-экономическим анализом эффективности применения того или иного вида сварки в зависимости от параметров изделия, длины непрерывных швов, типа швов, конструкции установки и т. д.

Таблица 3

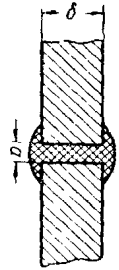
Шов бескосыный односторонний усиленный



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	2	2,5	3	3,5	4
Зазор $a$ в мм . . . . .	0,5	0,5	1	1	1

Таблица 4

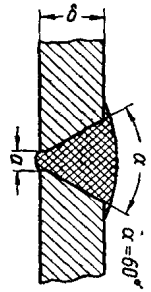
Шов бескосыный двухсторонний усиленный



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6
Зазор $a$ в мм . . . . .	0,5	0,5	1,5	1,5	2	2	2	2

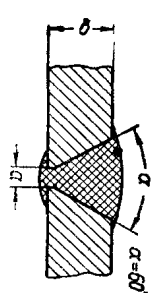
Таблица 5

Шов V-образный усиленный без контрольной подварки



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Зазор $a$ в мм . . . . .	1,5	1,5	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	3

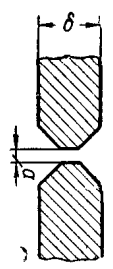
Таблица 6



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Зазор $a$ в мм . . . . .	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2

Таблица 7

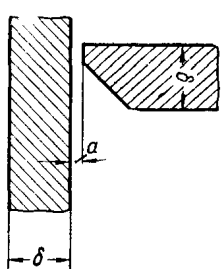
Шов X-образный двухсторонний усиленный



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	30
Зазор $a$ в мм . . . . .	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3

Таблица 8

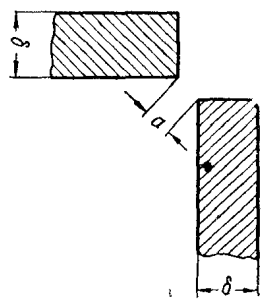
Тавровое соединение одностороннее



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12		
Зазор $a$ в мм . . . . .	1	1	1	1,5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	30
Зазор $a$ в мм . . . . .	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3	3	

Угловое соединение

Таблица 9

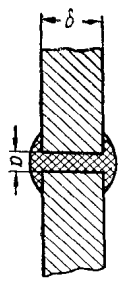


Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Зазор $a$ в мм . . . . .	0,5	0,5	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2
Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	30
Зазор $a$ в мм . . . . .	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Таблица 10

Кислотоупорная сталь

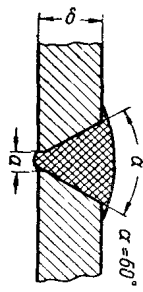
Шов бескососный двухсторонний усиленный



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	1,5	2	2,5
Зазор $a$ в мм . . . . .	1	1	1,5

Таблица 11

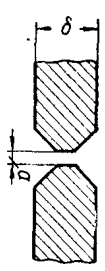
Шов V-образный усиленный без контрольной подварки



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	10
Зазор $a$ в мм . . . . .	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2,5

Таблица 12

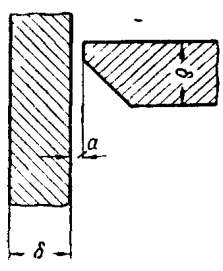
Шов X-образный двухсторонний усиленный



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35
Зазор $a$ в мм . . . . .	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Таблица 13

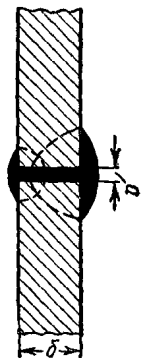
Тавровое соединение однокососное



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9
Зазор $a$ в мм . . . . .	1	1	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Зазор $a$ в мм . . . . .	2	2	2	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5

Шов стыковой бескосыни

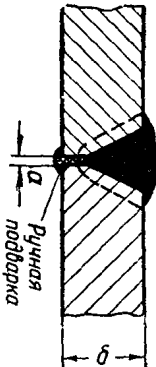
Сварка подварочного шва выполняется на флюсовой подушке



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
Зазор $a$ в мм . . . . .	0,7	0,7	0,7	0,7	1	1	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Таблица 15

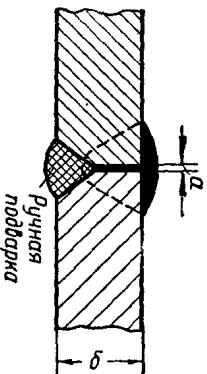
Шов стыковой с ручной подваркой и разделкой кромок со стороны основного шва



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	10	12	14	16	18	20	22
Зазор $a$ в мм . . . . .	1,5	1,5	1,5	2	2	2	2

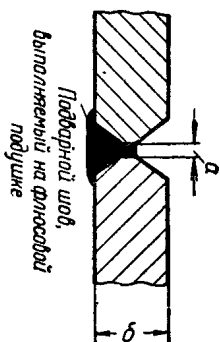
Таблица 16

Шов стыковой с ручной подваркой и разделкой кромок со стороны подварочного шва



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	8	9	10	12	14
Зазор $a$ в мм . . . . .	1,5	1,5	2	2	2

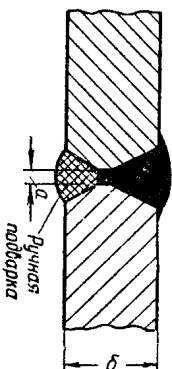
Шов стыковой с двухсторонним скосом с автоматической подваркой



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	10	12	14	16	18	20	22	24
Зазор $a$ в мм . . . . .	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1,5	0-1,5
Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	26	28	30	32	34	36		
Зазор $a$ в мм . . . . .	0-1,5	0-1,5	0-1,5	0-1,5	0-1,5	0-1,5		

Таблица 18

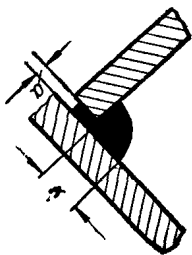
Шов стыковой с двухсторонним скосом кромок с ручной подваркой



Толщина листов $\delta$ в мм . . . . .	10	12	15	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36
Зазор $a$ в мм . . . . .	1	1,5	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3



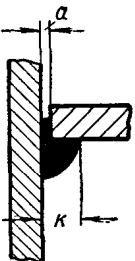
## Шов угловой в "лодочку"



Катет шва $K$ в мм . . . . .	6	7	8	9	10	11	12
Зазор $a$ в мм . . . . .	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1	0-1,5	0-1,5
Катет шва $K$ в мм . . . . .	14	16	18	20	22	24	
Зазор $a$ в мм . . . . .	0-1,5	0-1,5	0-1,5	0-1,5	0-1,5	0-1,5	0-1,5

Таблица 20

## Шов угловой при горизонтальном положении одного из листов



Катет шва $K$ в мм . . . . .	6	7	8	9	10
Зазор $a$ в мм . . . . .	0-1	0-1,5	0-1,5	0-2	0-2

При этом для сравнения обычно достаточно учитывать лишь основное и вспомогательное время.

Рассмотрим это на примере сварки продольных швов обечаек.

Допустим, что сварке подлежат обечайки диаметром, равным 1500 мм, следующих толщин и длин:

$b = 12$  и 20 мм;

$L = 1; 2; 3; 4$  и 5 м.

Рассмотрим два вида сварки: ручную и автоматическую в двух вариантах:

Первый вариант: сварка с подварочным швом, выполненным автоматом; флюсовой подложки создается собственным весом обечайки.

Разделка шва — X-образная.

Второй вариант: сварка с подварочным швом, выполненным вручную.

Разделка шва — V-образная.

Общее время выполнения операции при автоматической сварке определяется из формулы

$$T = \alpha (T_1 + T_2 + T'_2 + T_3 + T'_3) \text{ мин.};$$

при ручной

$$T = T_0 + T_0 \text{ мин.},$$

где  $T_1$  — основное время сварки (время горения дуги в мин.);

$T_2$  — вспомогательное время в мин. при наложении внутреннего подварочного шва автоматом, связанное с подготовкой и управлением автоматом (регулировка электродной проволоки по оси разделки шва, опускание и подъем электродной проволоки на изделке или заходную планку, засыпка флюса в начале шва, включение кнопки „Пуск“ и „Стоп“, установка и выверка направляющих на обечайке, отвод трактора после наложения шва в исходное положение с переводом от моторного привода движения трактора на маршевое передвижение);

$T'_2$  — вспомогательное время в мин. при наложении наружного продольного шва автоматом по выполненной автоматической подварке (регулировка электродной проволоки по оси, разделка шва, опускание и подъем электродной проволоки на изделке или на заходную планку, засыпка флюса в начале шва, включение кнопки „Пуск“ и „Стоп“, подъем и опускание траверсы установщик, подвол и отвод несущей конструкции портала, консоли, отвод трактора или тележки с несамоходной голвкой);

$T_3$  — вспомогательное время в мин., расходуемое при выполнении внутреннего шва (установка изделки на поворотный стелд, регулировка изделки на нем, съем изделки, зачистка кромок обечайки перед сваркой, зачистка шва после сварки, сбор флюса);

$T'_3$  — то же, что и  $T_3$ , но для наружного шва;

$\alpha$  — коэффициент, учитывающий время на обслуживание рабочего места (смена касет, раскладка инструмента, включение и выключение источника питания, естественные надобности рабочего и др.).

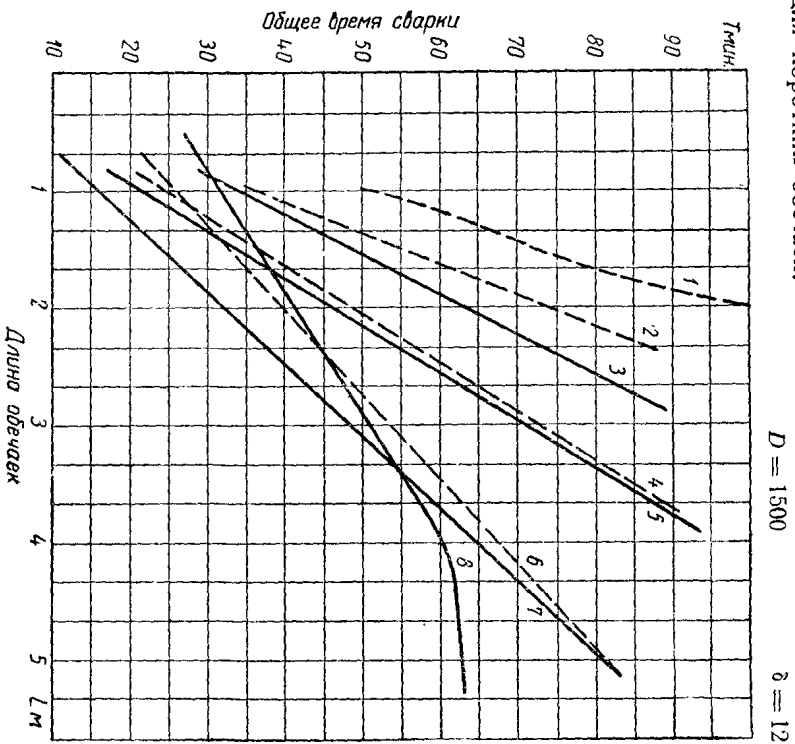
Значение  $\alpha = 1,05$ ;

$T_0$  — основное время ручной сварки в мин.;

$T'_0$  — общее вспомогательное время при ручной сварке в мин.

Общее время выполнения операций дано в графиках на фиг. 1 и 2. На графиках сплошной линией обозначены швы с X-образной разжелкой, а пунктирной — с U-образной разжелкой.

Из анализа графиков можно сделать следующие выводы:  
 Ручная сварка с высокопроизводительными электродами целесообразна для коротких обечаек.



Фиг. 1. Зависимость времени сварки обечаек от типа сварки:  
 1—сварка электродом ОММ-5; 2—сварка электродом ЦМ-7; 3—сварка электродом ОММ-5; 4—сварка электродом ЦМ-7с; 5—сварка электродом ЦМ-7; 6—автоматическая сварка; 7—сварка электродом ЦМ-7с; 8—автоматическая сварка.

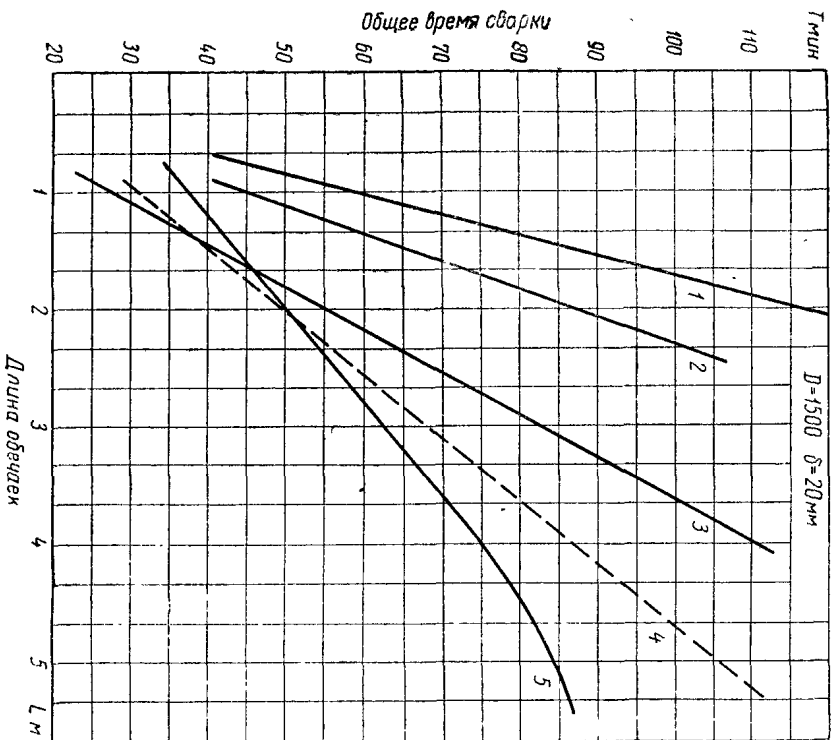
Автоматическая сварка с подварочным швом, выполненный также на автомате, становится для данных размеров обечайки выгоднее ручной при сварке X-образного шва лишь при следующих длинах обечаек:

электродами ОММ-5 при длине обечаек больше 1 м	1,6 м
" " " " " "	3,3 м
" " " " " "	" "
" " " " " "	" "
" " " " " "	" "
" " " " " "	" "

Автоматическая сварка по подварочному шву, выполненному на автомате, становится выгоднее ручной сварки с U-образным швом при следующих данных:

для электродов ОММ-5 при длине больше 0,5 м	0,8 м
" " " " " "	1,5 м
" " " " " "	" "
" " " " " "	" "
" " " " " "	" "
" " " " " "	" "

Подварка швов автоматом для рассматриваемых размеров обечаек становится выгодной лишь начиная с обечаек длиной более 2 м; для меньших обечаек данных диаметра и толщины оказывается более целесообразным сохранение ручной подварки.



Фиг. 2. Зависимость времени сварки обечаек от типа сварки:  
 1—сварка электродом ОММ-5; 2—сварка электродом ЦМ-7; 3—сварка электродом ЦМ-7с; 4—5—автоматическая сварка.

Мы здесь не касались вопроса, когда примененные автоматической сварки диктуются условиями получения соответствующего качества, не гарантируемого ручной сваркой. Подобный анализ, очевидно, может быть произведен и для других диаметров и толщин и определены границы целесообразного применения ручной и автоматической сварки.

### г) Назначение приспособлений

По назначению приспособления могут быть для сборки под сварку, для сварки и комбинированные сборочно-сварочные. Приспособления для правки, разметки и др. здесь не рассматриваются.

Вопрос о необходимости и целесообразности совмещения сборки и сварки в одном приспособлении или выполнения сборки и сварки раз-

дельно должен решаться на основании ряда технологических, конструктивных и эксплуатационных соображений с учетом формы, размеров изделия и конкретных условий данного цеха:

1) возможность наложения всех требуемых швов на изделие в сборном приспособлении;

2) уверенность, что при снятии собранного и прихваченного узла со сборочного приспособления для дальнейшей его сварки вне этого приспособления не нарушится правильное взаимное положение отдельных деталей;

3) возможность уклонения конструкции приспособления, когда для сварки изделия необходимо дельта его поворотным в то время, как для сборки оно могло бы быть неповоротным;

4) возможность уклонения конструкции приспособления для придания ему повышенной жесткости и прочности, чтобы избежать значительных деформаций при сварке в нем изделия, причем для сборки и прихватки собираемого изделия уклонение приспособления не требуется;

5) правильная организация работы на участке сборки под сварку и сварки; при совмещении сборки и сварки в одном приспособлении возможно нерациональное использование сварщиков в периоде сборки изделия и сборщиков в период сварки;

6) правильная организация внутрицеховой транспортировки изделия; длительность или сложность транспортировки тяжелых или крупногабаритных собранных и прихваченных изделий.

Сварочная оснастка может быть использована как силовая (борочные звенья для поджима или подгибки деталей, стягивания и т. д.), так и фиксирующая, не воспринимающая значительных усилий.

Из простейших элементов приспособлений некоторые (упоры, фиксаторы) могут воспринимать значительные усилия лишь в отдельных случаях, например, при повороте изделия и передаче веса или части веса собираемого узла на упор или фиксатор, при появлении распорного усилия от деформации свариваемого узла и т. д.

Другие же (прижимы, домкраты, стяжки, распорки) всегда являются силовыми звеньями и поэтому должны обладать достаточной прочностью и жесткостью.

В некоторых случаях усилие, воспринимаемое этими элементами, весьма велики; например, усилие, передаваемое штоком гидравлического прижима для сборки полколед когда под давлением 120 атм, достигает в зависимости от конструкции сборочного устройства 80—100 т.

Обычно не всегда определяют точную величину действительных усилий, воспринимаемых оснасткой; проектирование оснастки в ряде случаев производится по аналогии, что часто приводит к неудовлетворительной конструкции и быстрому выходу оснащения из строя. Поэтому при разработке схемы приспособления необходимо тщательно определить действительные усилия в силовых звеньях, прибегая в нужных случаях к экспериментальному их определению.

В отдельных звеньях сборочных приспособлений усилие могут возникать от зажимных устройств и в некоторых случаях от веса собираемых деталей. В сварочных приспособлениях к вышеперечисленным усилиям добавляются усилия от садки швов в соединениях.

Зная длину швов на изделии и их расположение, число требуемых поворотов изделия в процессе сборки или сварки, а также выбрав метод сварки, можно установить основные конструктивные параметры приспособления:

вид приспособления — поворотное или неповоротное;

тип привода — ручной или моторный;

тип установки для автоматической сварки — универсального или специализированного назначения.

Поворот приспособления (вращение изделия) является технологически необходимым лишь при наложении кольцевого или радиального шва. В этом случае поворотное устройство должно обеспечить окружную скорость изделия, dictуемую скоростью сварки.

В ряде случаев вопрос о способе кантовки решается главным образом экономическими, а не технологическими факторами. Может оказаться, что для громоздких изделий при небольшом числе кантовок целесообразнее выполнять кантовочные работы с помощью цехового крана или иного грузоподъемного устройства.

Тип привода для установочных (поворотных) движений выбирается на основе кинематического расчета и определения конструкции передач, исходя из расчетного усилия, которое может приложить рабочий на рукоятке приводного механизма.

Для окончательного выбора схемы приспособления нужно, помимо перечисленного, учесть следующие конкретные условия применения приспособлений на данном предприятии:

место размещения оснастки в цехе, возможность крепления элементов установок или механизмов к колоннам или стенам здания;

наличие в цехе подъемно-транспортных средств, их грузоподъемность, степень загрузки, возможность их использования при установке и смене изделия с приспособления, а также для транспортировки;

наличие в цехе сжатого воздуха, возможность и степень его использования.

## 2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Помимо требований, необходимых для выполнения запроектированного технологического процесса сборки или сварки, конструкции приспособлений должна обеспечивать:

1. Удобство в эксплуатации. Это требование, в свою очередь характеризуется:

а) доступностью к местам установки деталей, а также к рукояткам, винтам и другим фиксирующим и зажимным устройствам приспособления;

б) доступностью к местам прихваток (для сборочного приспособления) и к местам сварки (для сварочного приспособления).

2. Возможность наиболее выгодного порядка наложения сварных швов.

3. Полное или частичное предохранение от деформаций узла при сварке.

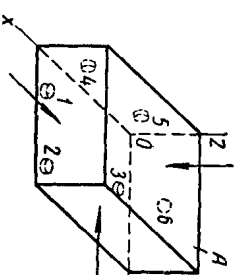
4. Быстрый отвод тепла от места сварки для уменьшения коробления.

5. Сборку заданного узла с одной установкой.
6. Наименьшее число поворотов как при прихватке, так и при сварке.
7. Свободный доступ для проверки размеров изделия.
8. Свободный съём собранного или сваренного изделия.
9. Смену быстроснашиваемых деталей при ремонте и возможность восстановления требуемой точности.
10. Безопасность эксплуатации.

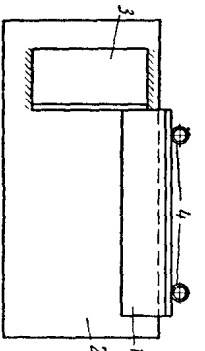
Кроме того, должна быть определена экономическая целесообразность изготовления и эксплуатации приспособления, исходя из предельного срока его службы.

### 3. БАЗИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

Для правильной установки деталей собираемого узла или изделия в приспособлении они должны фиксироваться относительно опорных баз. Как известно, твердое свободное тело обладает тремя степенями свободы в плоскости и шестью степенями свободы в пространстве.



Фиг. 3. Схема базирования детали.



Фиг. 4. Фиксация изделия по двум штифтам.

Тело  $A$  (фиг. 3) может перемещаться в плоскости  $XOY$ ; поступательно вдоль оси  $OX$ , поступательно вдоль оси  $OY$  и может вращаться вокруг оси, параллельной  $OZ$ . Для лишения тела шести степеней свободы, т. е. для того, чтобы сделать его неподвижным (относительно приспособления), необходимо на тело  $A$  наложить шесть связей. Последнее достигается прижатием его к неподвижным одноточечным опорам в плоскостях  $XOY$ ,  $XOZ$  и  $YOZ$ .

Неподвижные опорные точки должны быть расположены так: в плоскости  $XOY$  — три опорных точки (1, 2 и 3), две в плоскости  $XOZ$  (4 и 5) и одна (6) в плоскости  $YOZ$ ; таким образом, приходим к правителю шести точек для базирования деталей. Плоскости  $XOY$ ,  $YOZ$  и  $XOZ$  называются базами. Правило шести точек может быть сформулировано следующим образом:

для фиксирования положения детали в приспособлении достаточно, чтобы она соприкасалась с шестью жесткими опорными точками: тремя точками, расположенными на установочной поверхности, двумя в направляющей и одной — в упорной.

Следует заметить, что плоскость соответствует трем точкам, а па-лец (вал) или ребро — двум.

Три опорных точки на установочной поверхности должны быть расположены так, чтобы центр тяжести устанавливаемой детали или узла

находился внутри треугольника, вершинами которого являются эти точки.

Очевидно, что в ряде случаев нет необходимости создания шести опорных точек для базирования детали.

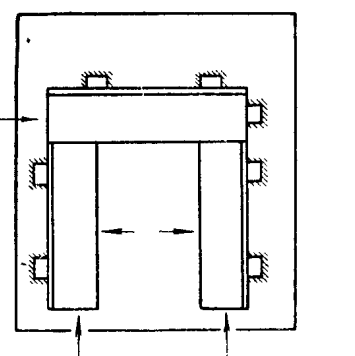
Так, если требуется зафиксировать деталь только в вертикальной плоскости, достаточно опереть ее на три точки в плоскости  $XOY$  или непосредственно на плоскость.

В большинстве случаев в сварочных приспособлениях базирование устанавливаемой детали ведется по плоскости.

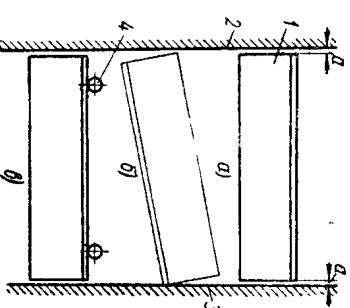
Так как сварной узел состоит из ряда деталей, то для установки каждой детали требуется создание контура из шести опорных точек. При этом другие детали узла, соприкасаемые с устанавливаемой, могут служить опорными базирующими точками; например, деталь 1 (фиг. 4) зафиксирована на плоскости листа 2, упираясь в деталь 3 и в два штифта 4.

#### а) Методы фиксирования

Фиксирование деталей в сборочно-сварочных приспособлениях возможно по плоским поверхностям (упорам), цилиндрическим (пальцам) и коническим (призмам), либо по комбинации этих трех поверхностей.



Фиг. 5. Фиксирование трех угольников по упорам.



Фиг. 6. Фиксирование деталей по двум опорным поверхностям.

**Фиксирование по упорам.** В качестве упоров могут служить прямоугольные планки, штыри, ребра и т. д., размещенные нужным образом по контуру устанавливаемой детали.

На фиг. 5 показан пример фиксирования трех угольников по упорам. Средками показаны направления прижимных усилий. В сварочных приспособлениях эти усилия могут создаваться рукой рабочего.

Фиксирование по упорным планкам является наиболее простым, но оно не обладает высокой точностью.

На фиг. 6 показано фиксирование угольника 1 по двум опорным поверхностям 2 и 3.

Угольник 1 должен устанавливаться между поверхностями с зазором  $a$  (фиг. 6, а), величина которого учитывает припуск на резку по длине,

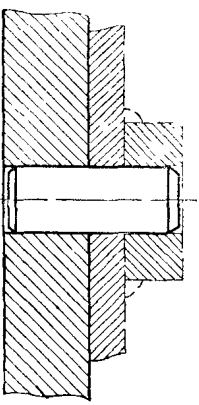
а также возможность некоторого перемещения детали вследствие нагрева при сварке. Если деталь устанавливается без дополнительных упоров, то возможен перекос (фиг. 6, б).

Штифты-упоры 4 определяют положение угольника 1 (фиг. 6, в). Число и размещение упоров определяется конструкцией собираемого узла, притяжными базами и расположением прижимных устройств.

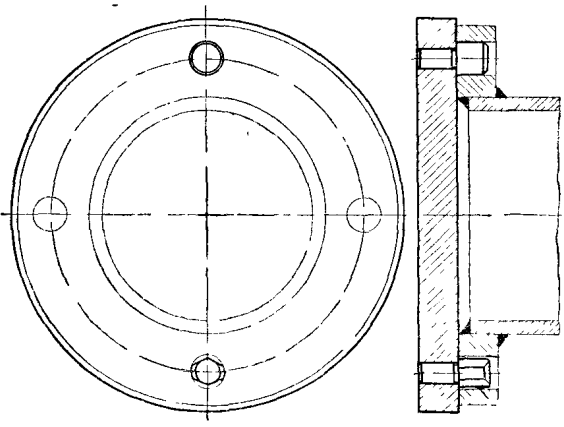
Так, например, при сборке длинных поясов балок, ферм и др. упорные планки служат для поджима детали по длине во избежание местных выпучиваний или прогибов как вследствие усадки или удлинения, так и вследствие неравномерной формы самой детали.

**Фиксирование по цилиндрическим поверхностям.** Наиболее типичным случаем установки деталей по цилиндрическим поверхностям является фиксирование по пальцам.

Положение детали может быть зафиксировано одним (фиг. 7) или двумя (фиг. 8) пальцами.



Фиг. 7. Фиксация по одному пальцу.



Фиг. 8. Фиксация по двум пальцам.

При установке детали с обработанными отверстиями по пальцам необходимо один из них делать с двухсторонним срезом в направлении, перпендикулярном линии центров обоих пальцев.

При этом создается дополнительный зазор в посадочном отверстии детали.

Если наибольшие зазоры в двух установочных пальцах обозначить  $s_1$  и  $s_2$ , то наибольший угол перекоса детали, надетой на эти два пальца, может быть рассчитан по формуле.

$$\sin \beta = \frac{s_1 + s_2}{2l},$$

где  $l$  — межцентровое расстояние пальцев.

В ряде случаев требуется фиксация положения только одного отверстия; это достигается с помощью кольца. Если допускается поворот детали, можно обойтись без зажимных элементов.

Установочные пальцы обычно запрессовываются в основании приспособлений или вставляются свободно в отверстия основания и обвариваются по контуру.

При запрессовке пальцев достигается наибольшая точность между осями пальцев, что необходимо при установке по ним деталей сварочного узла, имеющих отверстия с высокой степенью точности как по диаметру, так и межцентровому расстоянию.

**Фиксирование по призме.** Фиксирование с помощью призм осуществляется при сборке под сварку цилиндрических деталей: труб, валов, небольших обечаек и др.

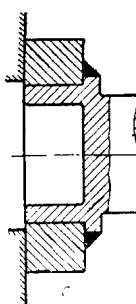
Призмы выполняются с углом паза  $\varphi$ , равным 90° и 120° (фиг. 9).

Размеры призм устанавливаются в зависимости от диаметра  $D$  свариваемого изделия. Размер  $h$  принимается до 0,8D. Размер  $H-h$  — до 0,2D. Размер  $C$  определяется для  $\varphi = 90^\circ$  из формулы  $C = 1,41D - 2(H-h)$ ; для  $\varphi = 120^\circ$   $C = 2D - 3,46(H-h)$ .

**6) Требования к конструкции фиксаторов и их расположению**

Базами в сварных изделиях могут служить как механически обработанные отверстия или плоскости деталей, так и плоскости стеллажа сборочного стола. Выбор баз для каждого конкретного случая усложняется многообразием форм сварных конструкций, отсутствием в большинстве случаев обработанных поверхностей и различными положением швов в узлах изделия.

Поэтому выбор той или иной базы должен быть сделан после учета целого ряда конструктивных, технологических и эксплуатационных данных.



Фиг. 10. Сборка обработанных деталей без приспособления.

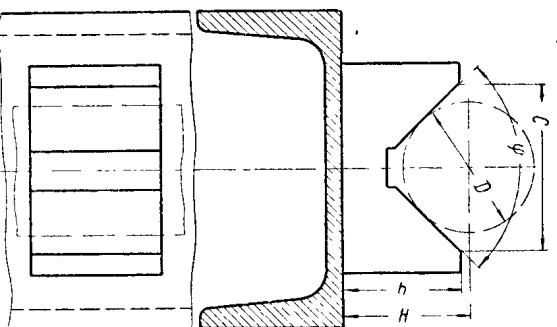
Сварные изделия собираются в большинстве случаев из деталей, не прошедших механическую обработку или имеющих точность по размерам деталей в пределах 7-го—9-го классов точности.

При сварке механически обработанных деталей узла базами должны являться обработанные поверхности сопрягаемых деталей. В большинстве случаев сборка этих узлов возможна без каких-либо приспособлений (фиг. 10).

Если сопрягаемые детали только частично механически обработаны или совсем не обработаны, то возможны три варианта.

**Первый.** Сборка деталей технологически возможна без приспособлений и сопряжение деталей в узле осуществляется базированием одной детали по другой без применения разметки. Применение в этом случае сборочного приспособления имеет целью только ускорение процесса сборки.

**Второй.** Сборка деталей технологически возможна без приспособлений, но для фиксирования деталей необходима разметка при сборке.



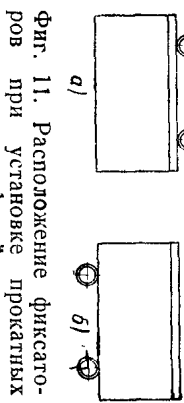
Фиг. 9. Фиксация по призме.

Третий. Сборка деталей технологически невозможна без приспособлений.

Так как собираемые сварные узлы изготавлиются в большинстве случаев из прокатных профилей, имеющих значительные допуски по размерам, то при конструировании фиксаторов и выборе места для их размещения следует избегать установки фиксаторов по кромкам деталей, положение которых неопределенно. Например, фиксатор для установки деталей из прокатных профилей (швеллер, угольник и др.) необходимо ставить к обуху (фиг. 11, а), а не к полке (фиг. 11, б).

Необходимо также учитывать способ изготовления заготовок (автоматная или механическая резка).

При сборке и сварке деталей типа подшипников независимо от степени точности обработки заготовок узла фиксирование нужно вести по основанию и крышке корпуса подшипника.



Фиг. 11. Расположение фиксаторов при установке прокатных профилей:

а — правильная; б — неправильная.

При размещении фиксаторов не должно мешать сварщику свободно манипулировать электрододержателем, при этом сварщик не должен занимать неудобные позы (изгибаться и т. д.).

При размещении фиксаторов должны учитываться возможный прогиб собираемых элементов от собственного веса, вследствие чего может быть затруднен съем сваренного и приваренного узла с приспособления ввиду защемления узла.

Размещение фиксаторов не должно вызывать защемления в приспособлении собираемого узла вследствие деформирования последнего от температурных воздействий.

В случае, когда фиксаторы служат для предотвращения деформации изделия при сварке, они должны быть съемными или отводными.

#### 4. СПОСОБЫ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ В ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ

Закрепление детали осуществляется прижимами, стяжками, распорками, смонтированными на приспособлении. Эти зажимные устройства могут также применяться как одиночные самостоятельные сборочные приспособления универсального назначения.

В стационарных приспособлениях могут применяться в качестве зажимных устройств механические, пневматические, гидравлические и электромагнитные прижимы. В переносных приспособлениях, особенно если место установки приспособления не определено, предпочтительнее следует отдавать механическим видам зажимных устройств.

Прижимы должны иметь собственные рукоятки. В исключительных случаях можно пользоваться гаечными ключами. В этом случае высота гайки принимается равной полутора диаметра винта.

Зажимные устройства не должны мешать рабочему устанавливать детали в приспособление, сваривать и т. д.

Рукоятки прижимов должны, как правило, располагаться сбоку приспособления.

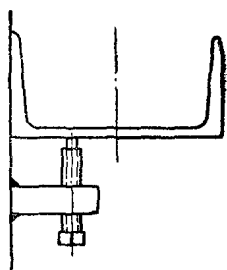
Усилие для зажима лучше всего прикладывать к рукоятке «сверху вниз на «себя» или горизонтально «справа налево».

Зажимы должны располагаться против упоров или вблизи их. При необходимости прижима детали между упорами следует учесть возможность прогиба детали.

В высоких деталях следует ставить прижимы ниже центра тяжести детали во избежание перекоса (наклона) детали (фиг. 12).

Прижимы следует ставить на значительном расстоянии от мест, подвергаемых нагреву. При необходимости размещения прижимов непосредственно у места сварки следует предусмотреть защиту резьбы от брызг. Если это невозможно, следует переходить к рычажным, эксцентровым и тому подобным прижимам.

Желательно, чтобы в одном приспособлении был один или не более двух типов прижимов.



Фиг. 12. Установка прижима при высоких деталях.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

1. ТОЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Точность изготовления приспособлений находится в зависимости от назначения их и точности изготовления сварного узла или изделия.

По точности изготовления можно выделить следующие группы узлов.

1. Опорные части приспособления для крепления на них фиксирующих и зажимных устройств (основание приспособления).
2. Фиксирующие устройства приспособления.
3. Зажимные устройства приспособления.

Основания приспособлений должны быть достаточно прочны и жестки.

Обычно прочность основания достигается без особых затруднений. Условными достаточной жесткости основания приспособлений являются: а) полное отсутствие коробления в приспособлении при прихватке или сварке в нем изделия; б) минимальный прогиб основания; для оснований, сделанных в виде плит, установленных на ножках или в виде двухопорных балок, величина на и больше допустимого прогиба  $f$  определяется из формулы

$$f \leq \frac{1}{500} L,$$

где  $L$  — расстояние между опорными точками основания или опорами балки; в) для опорных частей, сделанных в виде каркасов, ферм, сетов и других конструкций жесткость в сжатых элементах этих устройств  $\lambda = \frac{l}{r} < 200$ , где  $l$  — свободная длина элемента;

$r$  — наименьший радиус инерции сечения элемента.

Так как фиксирующие устройства должны обеспечить заданную точность установки деталей в собираемом узле во время процесса сборки или сварки, то точность их изготовления зависит от 1) допусков, связанных с допусками на собираемое или свариваемое изделие, и 2) допусков, не связанных с допусками на собираемое или свариваемое изделие.

К первым относятся допуски на линейные размеры между цилиндрическими фиксаторами (пальцами), допуски на линейные размеры между обработанными или необработанными упорами, допуски на взаимную

непараллельность или несоосность отверстий для фиксации по съемным пальцам, допуски на диаметры фиксирующих пальцев и т. п. Ко вторым относятся допуски на диаметры фиксирующих пальцев, запрессовываемых в корпус приспособления, и др.

Допуски на линейные размеры в сварочных приспособлениях принимаются в пределах от 0,5 до 0,75 допусков на соответствующие размеры в устанавливаемых деталях, узлах или изделиях.

В табл. 21 приведены некоторые данные о допусках на линейные размеры в приспособлениях в зависимости от допусков на детали (изделие).

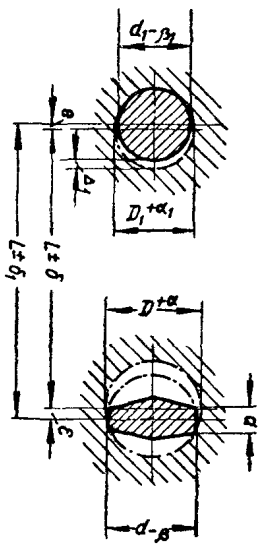
Допуск на диаметры фиксирующих пальцев как стержневых, так и несъемных выбирается в зависимости от точности обработки отверстий в собираемых деталях.

Допуск на расстояние между центрами фиксирующих пальцев можно принимать по табл. 21. Боковое смещение  $e$  (фиг. 13) принимается равным половине максимального зазора  $\frac{\Delta_1}{2}$  между цилиндрическим пальцем и отверстием. Угловое смещение равно:  $\sin \beta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}$ , где  $\Delta_2$  —

максимальный зазор между ромбическим пальцем и отверстием.

Если  $d$  и  $d_1$  — диаметры пальцев,  $L$  — расстояние между центрами пальцев,  $D$  и  $D_1$  — диаметры отверстий (нижние предельные размеры), то ширина ленточки ромбического пальца определяется из соотношения

$$a = \frac{(D_0 + d_0) \Delta}{4e},$$



Фиг. 13. Схема расчета ромбического пальца.

Таблица 21

Допуск на деталь (изделие) в мм	Допуск на приспособление в мм	Допуск на деталь (изделие) в мм	Допуск на приспособление в мм	Допуск на деталь (изделие) в мм	Допуск на приспособление в мм	Допуск на деталь (изделие) в мм	Допуск на приспособление в мм
0,25	0,14	0,36	0,2	0,5	0,23	0,85	0,35
0,28	0,16	0,33	0,2	0,55	0,23	0,9	0,42
0,3	0,18	0,40	0,21	0,60	0,28	0,95	0,47
0,32	0,18	0,42	0,21	0,65	0,28	1,0	0,5
			0,22	0,7	0,32	1,5	0,65
				0,75	0,32	2,0	0,9
				0,80	0,35	2,5	1,1
						3,0	1,35

.где

$$D_0 = D + \frac{a}{4},$$

$$d_0 = d - \frac{\beta}{4},$$

$\alpha$  — допуск на изготовление отверстия;

$\beta$  — допуск на изготовление пальца;

$$\Delta = D_0 - d_0;$$

$\epsilon$  — возможное смещение осей отверстий относительно осей пальцев;

$$\epsilon = \frac{\delta}{2} + \delta_1 - \frac{\Delta_{\text{min}}}{2};$$

$\delta_1$  — допуск на расстояние между центрами отверстий.

В сборочно-сварочных приспособлениях для фиксирующих пальцев применяются посадки  $H_3$ ;  $Ш_3$ ;  $X_4$ ;  $X_5$ .

Зажимные устройства приспособлений изготавливаются обычно по 3-му и 4-му классам точности.

## 2. УНИФИКАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Унификация деталей является одним из важнейших условий удешевления стоимости и повышения эффективности приспособлений.

Основными этапами унификации сборочно-сварочных приспособлений и их деталей являются:

установление единой классификации сборочно-сварочных приспособлений как основы для составления типовых конструкций; нормализация основных элементов приспособлений, а именно: а) конструкций фиксирующих и зажимных узлов, б) силовых характеристик механических, пневматических и гидравлических прижимов; нормализация и типизация крепежных деталей, применяемых в приспособлениях.

## 3. МАТЕРИАЛЫ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Выбор материала для того или иного узла или детали приспособлений определяется прежде всего условиями работы последних.

Основания неповоротных стационарных и переносных приспособлений, несущие конструкцией поворотных приспособлений, выполняются обычно в виде сварных бабок, ферм, рам и поэтому должны изготавливаться из малоуглеродистой стали Ст. 3.

Для особо ответственных приспособлений при необходимости уменьшения веса и обеспечения высокой прочности приспособления применяются сталь Ст. 5. В этом случае должно быть обращено особое внимание на качество сварки. Фиксирующие пальцы (съемные и несъемные), служащие для установки деталей по отверстиям, съемные штупри, призмы, упорные планки для частей установок и съема деталей, от которых требуется большая сопротивляемость износу, должны изготавливаться из сталей 45—50, принимающих закалку, либо из стали 20 с цементацией и закалкой. Последнюю термообработку следует признавать более удачной,

так как она обеспечивает значительную сопротивляемость истиранию поверхности детали при сохранении высокой вязкости материала.

Для упорных планок, предназначенных для создания фиксирующего контура при нечастом установе и съеме изделий, для шаблонов из листовой стали, служащих для установки деталей при прихватке ребер, угольников и т. д., наиболее приемлема сталь Ст. 5 без термообработки. В этом случае не следует удорожать приспособления дорогой стойшей термообработкой.

Для зажимных элементов приспособлений: винтов, деталей клиновых и рычажных прижимов следует применять в зависимости от степени ответственности приспособления стали Ст. 5 и 6 либо стали 45—50. Эксцентрики должны изготавливаться из стали У7А по ГОСТ В 1435-42 с закалкой до  $R_c = 55 \text{--} 60$ .

Пружины изготавливаются из стали 65 Г.

Желательно не увеличивать количество различных марок сталей для облегчения условий унификации и нормализации приспособлений.

Материалы, применяемые для передач в приводах сборочно-сварочных механизмов, даны в соответствующих местах при рассмотрении различных типов приводов.

## 4. КОНТРОЛЬ И РЕМОНТ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Сборочно-сварочные приспособления обычно работают в весьма тяжелых условиях. Как отмечалось выше, сборочно-сварочные приспособления испытывают значительные силовые воздействия при закреплении деталей, а также дополнительные усилия от температурных воздействий (усадка и удлинение вследствие нагрева как устанавливаемых деталей, так и приспособлений).

Износу подвергаются главным образом фиксирующие пальцы (уменьшаются их диаметры), увеличиваются диаметры фиксирующих отверстий, изнашиваются поверхности зажимных элементов; портится резьба изнашивается поверхность эксцентриков, вследствие чего нарушается способность к самоторможению и т. д. и т. п.

Для сохранения точности приспособления и увеличения срока его службы должна быть установлена система планово-предупредительного ремонта.

Планово-предупредительный ремонт предусматривает:

а) уход за приспособлениями и надзор за правильностью их эксплуатации;

б) периодический осмотр приспособлений с разборкой наиболее ответственных узлов;

в) периодическую проверку приспособлений на точность;

г) периодический текущий и средний ремонт приспособлений. Длительность ремонтного цикла зависит от загрузки приспособлений и характера их работы.

На каждое приспособление должен быть составлен паспорт, в котором должно отмечаться состояние приспособления, проводимые работы и др.



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

Экономичность выбранного технологического процесса в значительной мере определяется эффективностью запрокинутых приспособлений.

Оценка рентабельности приспособлений ввиду влияния целого ряда факторов является довольно сложной задачей.

Сложность задачи состоит в том, что нельзя исходить только из сравнения затрат по задатке при изготовлении изделия в приспособлении или без него. Такое сравнение может в ряде случаев привести к серьезным ошибкам, так как оно не учитывает общей экономии, достигаемой данным производством в результате роста производительности труда от внедрения нового приспособления, от снижения стоимости единицы изделия ввиду снижения накладных расходов, ускорения оборачиваемости оборотных средств предприятия, возможности получения различного качества изготовления изделия в приспособлениях, изменения эксплуатационных условий в связи с заменой приспособления (потребность в производственных площадях, загрузка craneвого оборудования, легкость в эксплуатации и т. д.).

Поэтому такой метод определения рентабельности приспособления является приближенным, хотя и наиболее доступным, и для общей оценки рентабельности в некоторых случаях достаточным.

Наиболее правильным является определение рентабельности того или иного приспособления на основании тщательной калькуляции всех расходов с учетом влияния приспособления на все составляющие заводской стоимости изделия.

Вопрос об эффективности применения того или иного приспособления должен рассматриваться при начале разработки проекта (предварительное определение рентабельности) и после изготовления приспособления и его внедрения (действительная рентабельность приспособления).

Предварительное определение рентабельности сборочно-сварочных приспособлений и механизмов в ряде случаев становится совершенно обязательным. Так как эти приспособления могут быть очень громоздкими и их изготовление связано с затратами значительного количества материалов и средств, то предварительное определение рентабельности должно проводиться на стадии технических или эскизных проектов.

Определение рентабельности можно вести для двух случаев: первый, когда внедряется новое приспособление, и второй, когда старое малопродуктивное приспособление заменяется новым высокопроизводительным, причем оба с точки зрения обеспечения качества изделия одинаковы.

Рассмотрим второй общий случай<sup>1</sup>.

Пусть стоимость старого приспособления будет  $A_1$  руб., а нового  $A_2$ , причем  $A_2 > A_1$ , при этом штучная зарплата изготовления в первом приспособлении больше, чем во втором, т. е.

$$B_1 > B_2,$$

где  $B_1$  и  $B_2$  соответственно зарплата при первом и втором приспособлениях.

Тогда снижение расходов по зарплате при замене первого приспособления вторым будет

$$E = (B_1 - B_2) \left(1 + \frac{P_1}{100}\right),$$

где  $P_1$  — накладные расходы на зарплату в процентах.

Если  $t$  — срок амортизации приспособления в годах, а  $n$  — количество изделий, подлежащих изготовлению в нем в срок, соответствующий периоду полной амортизации, то дополнительные затраты на изготовление одной детали  $K$ , связанные с применением более дорогого приспособления, будут

$$K = \frac{A_2 - A_1}{n} \left(\frac{1}{t} + \frac{P_2}{100}\right),$$

где  $P_2$  — расходы, связанные с применением приспособления в процентах (ремонт, содержание и т. п.).

Рентабельность приспособления выявится из сопоставления сэкономленной зарплате  $E$  и затрат  $K$ :

$$R = \frac{E}{K}$$

или

$$R = \frac{(B_1 - B_2) \left(1 + \frac{P_1}{100}\right)}{\frac{A_2 - A_1}{n} \left(\frac{1}{t} + \frac{P_2}{100}\right)}.$$

При  $R > 1$  замена приспособления, дающего повышенную штучную зарплату, более дорогим приспособлением, при котором штучная зарплата ниже, выгодна во столько раз, во сколько раз  $R$  больше единицы.

<sup>1</sup> В. Г. Плотницин, Основы построения процессов технологии машиностроения, Ленинград, 1947.

# ЧАСТЬ ВТОРАЯ

## КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЙ ОСНАСТКИ

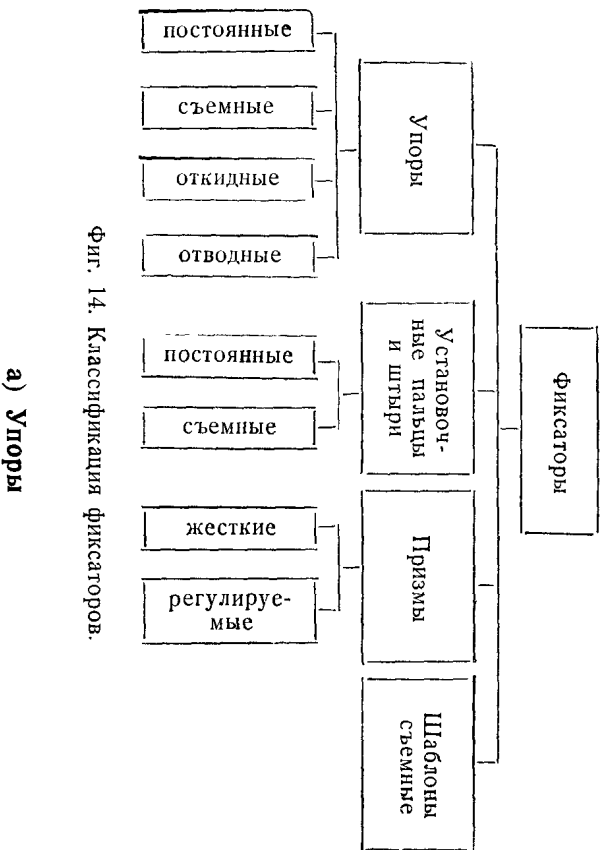
### ГЛАВА I

## КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

### 1. ФИКСАТОРЫ

Фиксаторы применяются как самостоятельные приспособления и как элементы комбинированных приспособлений, с несколькими фиксирующими и зажимными устройствами. В ряде случаев фиксаторы могут одновременно служить и средством закрепления собираемой или свариваемой детали.

Классификация фиксаторов дана на фиг. 14.



Фиг. 14. Классификация фиксаторов.

#### а) Упоры

Постоянные упоры составляют наиболее распространённую группу. Они могут служить для фиксации одной или двух деталей в горизонтальной плоскости (фиг. 15) или для крепления собираемых деталей в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Съёмные упоры (фиг. 16, а и 16, б) представляют собой угольники сварной или литой конструкции, обе плоскости которых обработаны под угол 90°.

Каждая сторона угольника имеет отверстие или пазы для крепления к плите и для крепления к ней деталей, подлежащих сборке и сварке.

Нормальные размеры и вес сварных (фиг. 16, а) и литых (фиг. 16, б) упоров-угольников приведены в табл. 22 и 23.

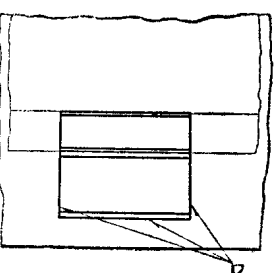
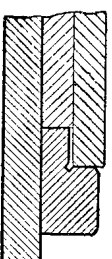
Если детали в конструкции собираемого узла образуют уступ (фиг. 17), то упор должен сниматься после каждой операции.

Конструкция упора, служащего одновременно и опорной базой, показана на фиг. 18. Откидные (фиг. 19 и 20), и отводные (фиг. 21, 22, 23) упоры применяются в тех случаях, когда форма деталей или конструкция узла не позволяют снять узел после прихватки или сварки при обычном упоре. Упор (фиг. 20) служит одновременно и шаблоном для установки ребер. Следует во всех случаях отдавать предпочтение отводным или откидным упорам перед съёмными, так как последние могут быть потеряны при частых установках деталей.

Размеры упоров обычно берутся исходя лишь из технологических и конструктивных соображений.

Упоры по технологическому назначению могут быть силовыми (отрачивающими) и направляющими (ненапряжёнными). Силовые упоры воспринимают усилия от веса изделия и от распорных или стягивающих усилий, возникающих в результате термических напряжений при наложении сварного шва.

Учет усилий, возникающих в результате термических напряжений в соединении, обычно весьма затруднителен, и при их наличии конструкция упора просто усиливается. Длина силовых упоров по линии касания их с изделием должна быть не менее двух толщин фиксируемой детали.

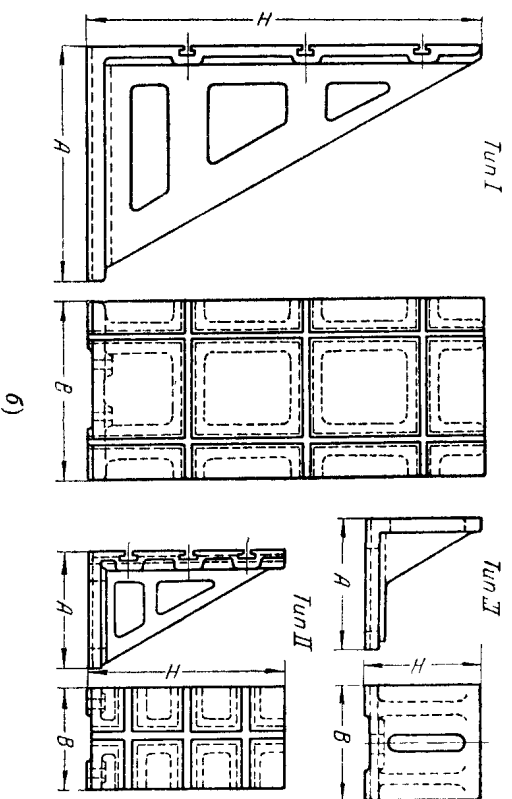
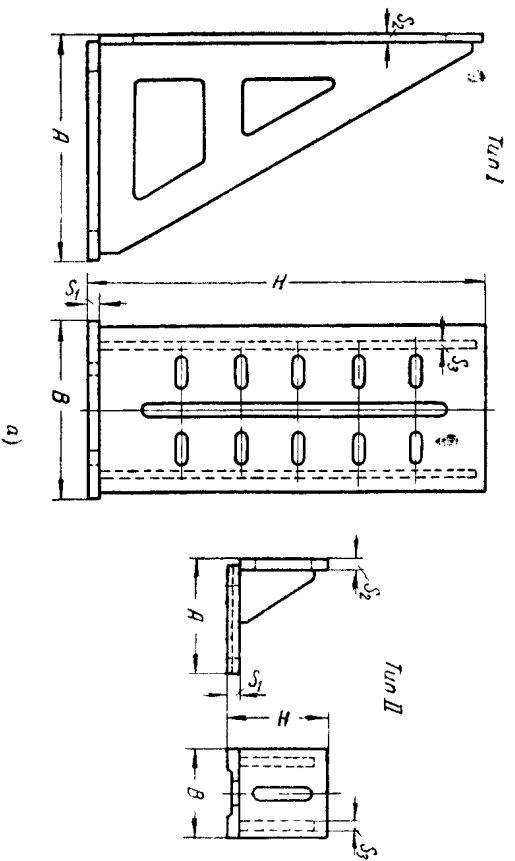


Фиг. 15.

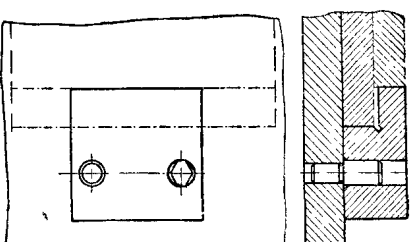
Сварные упоры-угольники

Таблица 22

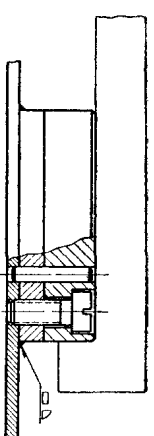
Тип	H	A	B	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	Вес в кг
I	1000	580	450	20	16	15	123,0
	750	440	450	20	16	15	88,5
	500	300	280	20	20	15	39,4
II	300	180	230	15	15	10	12,0
	100	115	85	12	12	10	1,9



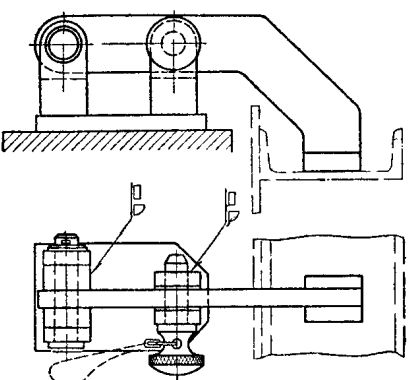
Фиг. 16. Съемные упоры-угольники:  
а — сварные; б — литые.



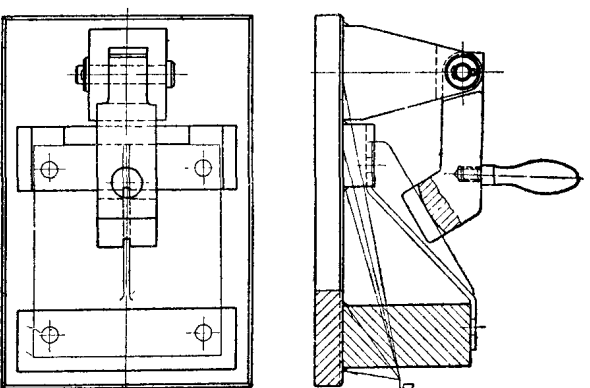
Фиг. 17.



Фиг. 18. Съемный упор на винтах.



Фиг. 19.



Фиг. 20.

Тип	H	A	B	Вес в кг
I	1000	600	450	277
	750	450	400	122
II	500	300	250	42
	300	200	180	18
III	100	120	100	2,1

## 6) Установочные пальцы

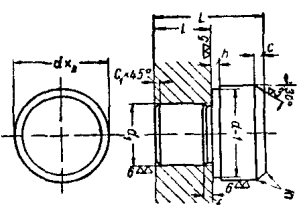
Установка изделий в зависимости от их конструкции может вестись по одному (фиг. 7) или двум (фиг. 8) постоянным установочным пальцам.

Установочные пальцы в корпусе приспособления крепятся на глухой посадке, на резьбе с направлением или на винтах.

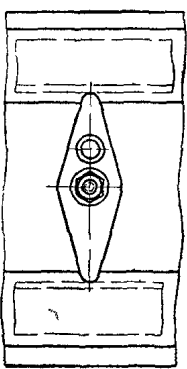
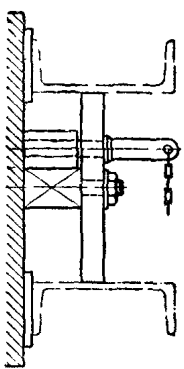
Нормальные размеры установочных цилиндрических пальцев без буртов и с буртами даны в табл. 24 и 25, а срезанных установочных пальцев — в табл. 26.

Таблица 24

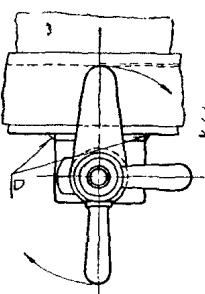
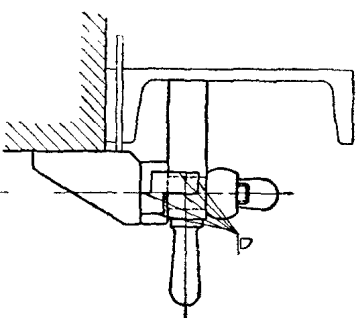
## Пальцы установочные цилиндрические



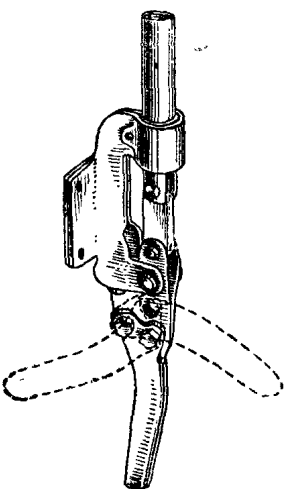
$d(x_s)$	$d_1$	L	l	h	f	c	$c_1$
12—16	8	24	11	1	1	3,5	1
16—20	12	28	14	2	1	3,5	1
20—25	14	28	14	2	2	3,5	1
25—30	16	30	14	2	2	3,5	2
30—40	20	36	18	3	2	6	2
40—50	25	38	18	3	2	8	2
50—60	30	46	23	3	2	8	2



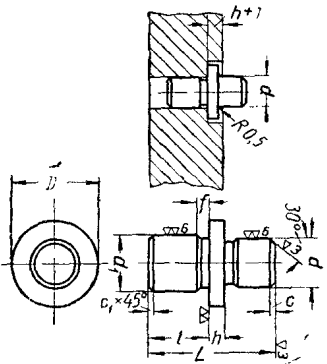
Фиг. 21.



Фиг. 22.



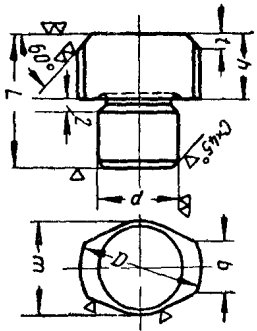
Фиг. 23.



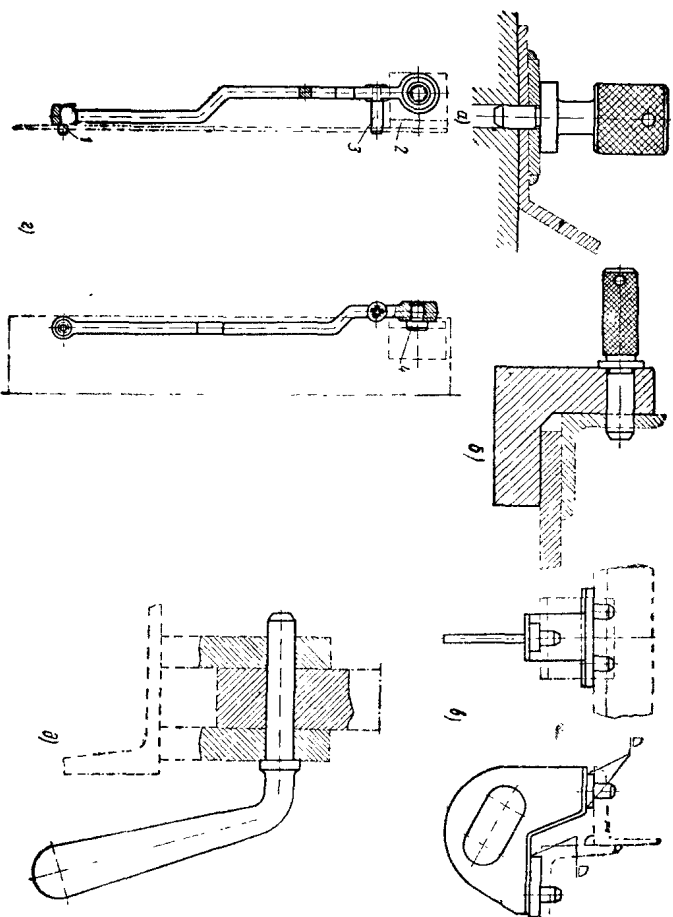
$d(x_3)$	$d_1$	$D$	$L$	$l$	$h$	$f$	$c$	$c_1$
5—8	8	14	20	10	3	1	2,5	0,5
8—12	12	18	26	12	4	1	4	1
12—16	14	22	32	15	4	2	4,5	1
16—20	16	26	38	18	5	2	5	1,5
20—25	20	32	44	22	5	2	6	1,5
25—30	24	38	50	28	6	3	6,5	1,5

Таблица 26

Пальцы срезанные установочные



$D(x_3)$	$h$	$b$	$c$	$d$	$f$	$L$	$m$
9—12	6—9	3	0,5	8	2	16—19	8
12—16	7—10	5	0,5	10	3	19—22	10
16—20	8—12	8	1,0	13	3	22—26	14
20—25	10—15	10	1,0	16	4	28—33	18

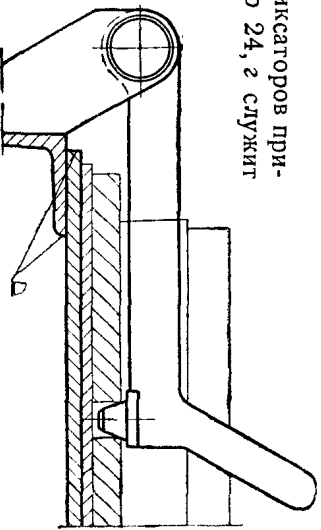


Фиг. 24.

Съемные фиксаторы необходимы в тех случаях, когда фиксирование деталей производится по отверстиям и снятие прихваточного узла невозможно без предварительного съема фиксатора.

Основные типы съемных фиксаторов приведены на фиг. 24. Фиксатор 24, 2 служит для фиксирования положения деталей в двух плоскостях. Штифт 1 является базовым. Для фиксирования положения привариваемого угольника 2 в горизонтальной плоскости служат штифты 3 и 4.

Накидной фиксатор с коническим штырем приведен на фиг. 25.

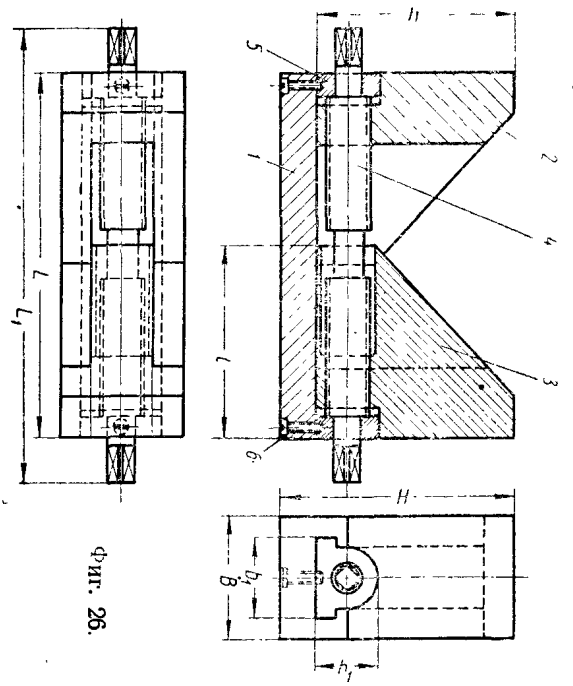


Фиг. 25. Накидной фиксатор с коническим штырем.

в) Призмы

Прямые могут быть жесткие и регулируемые, открытые (без винтовых прижимов) и с винтовыми прижимами. Последний тип особенно пригоден при сварке мелких труб.

Основные размеры жестких призм с винтовыми прижимом приведены в табл. 27.  
 В сборочно-сварочных цехах с широким диапазоном изготавливаемых цилиндрических изделий мелких размеров целесообразно применение регулируемых призм.

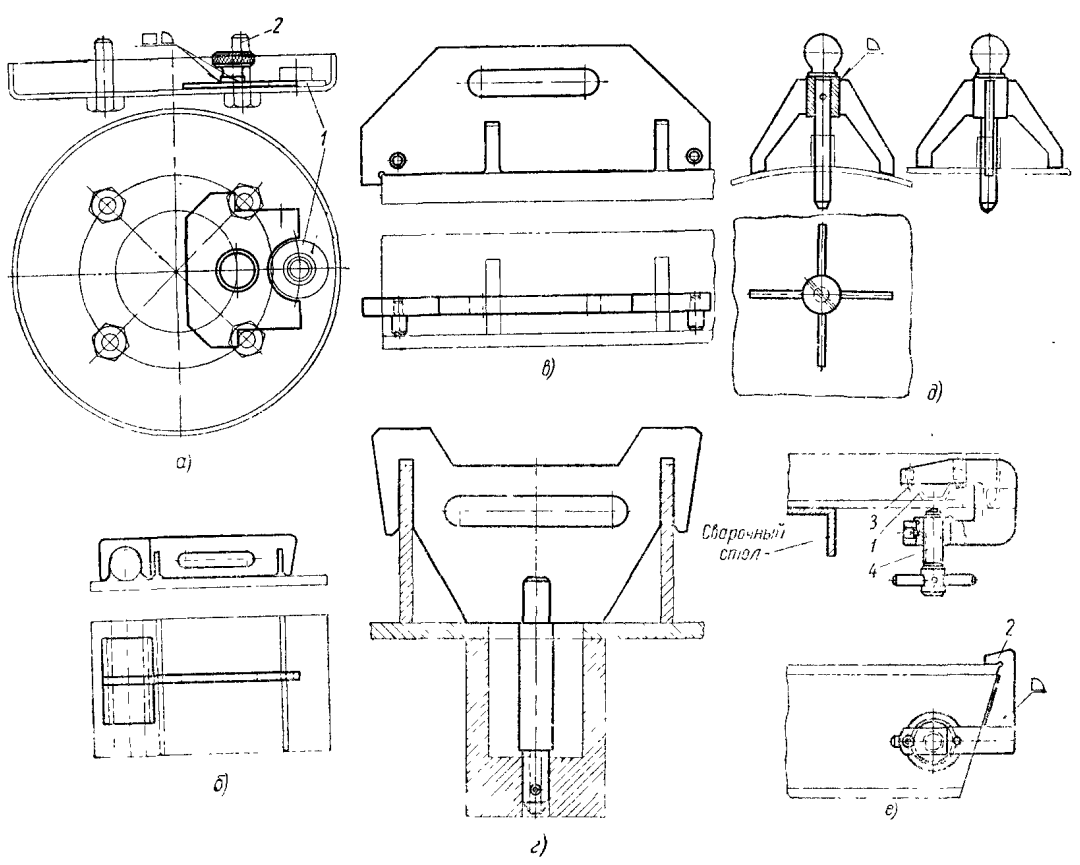
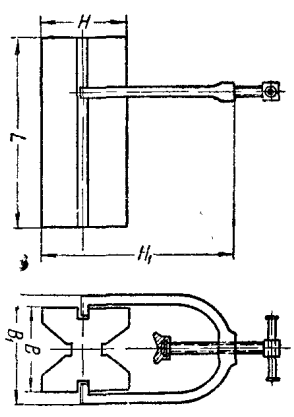


Фиг. 26.

Такая призма (фиг. 26) состоит из основания 1, левой 2 и правой 3 щеки, винта 4, стоек 5 и винтов 6.  
 Основные размеры регулируемых призм даны в табл. 28 (фиг. 26).  
 Основание призм изготавливается из стали Ст. 3, щеки — из стали 40.

Таблица 27

№ призм	L	H	H <sub>1</sub>	B	B <sub>1</sub>
1	200	100	260	120	150
2	300	140	300	140	170



Фиг. 27. Шаблон.

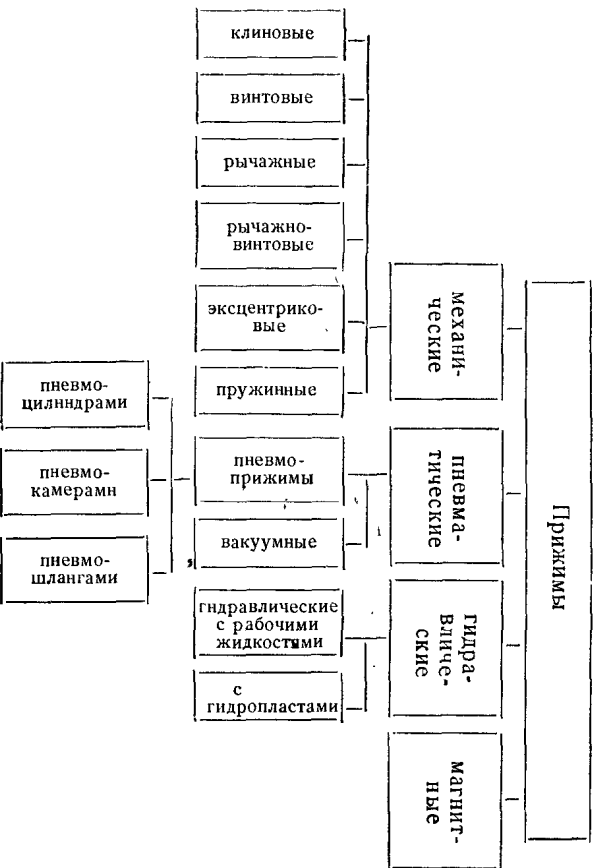
№ призм	L	H	B	l	h	h <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	L <sub>1</sub>
1	50	38	28	27	27	16	22	64
2	100	66	32	52	77	18	24	120
3	150	93	35	77	102	20	26	174
4	200	122	42	102	127	24	32	230
5	250	149	48	127	152	28	36	280
6	300	178	56	152	152	32	40	340

г) Шаблоны

Шаблоны предназначаются для фиксирования устанавливаемых при сборке деталей по другим деталям в этом узле или по каким-либо опорным контурам изделия. Основные типы шаблонов приведены на фиг. 27. Шаблон (фиг. 27, а) служит для установки фланца 1 по цилиндрической части двух болтов 2, шаблон 27, б, в и г предназначен для установки ребер, перегородок и других деталей. Шаблон 27, д служит для приварки трубки к цилиндрическому изделию. Скоба 1 на фиг. 27, е фиксируется шаблоном 2 и штифтами 3. Деталь крепится винтом 4.

2. ПРИЖИМЫ

Прижимы составляют самый распространенный вид сборочных приспособлений.



Фиг. 28. Классификация прижимов.

Как было отмечено выше, они предназначаются для фиксирования положения устанавливаемого при сборке элемента. Классификация прижимов дана на фиг. 28.

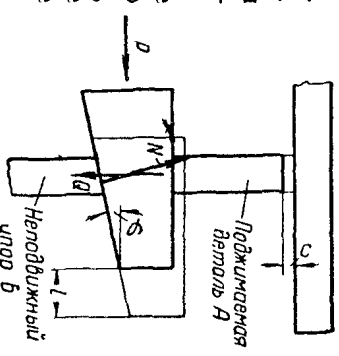
а) Механические прижимы

Клиновые прижимы

Клиновые прижимы относятся к наиболее простым по изготовлению элементам приспособлений. Они широко применяются в виде самостоятельных приспособлений и в комбинации с винтовыми, рычажными, эксцентровыми и другими прижимами.

Они могут быть использованы как силовые узлы для поджима одного собираемого элемента к другому, для выравнивания кромок, для фиксирования и установки детали при сборке, как стяжное устройство.

Клиновые прижимы получают внешнее усилие либо путем заколачивания вручную молотком непосредственно по торцу клина, или значительно реже через промежуточные звенья (комбинированные рычажно-клиновые или клиновые с винтом прижимы).



Фиг. 29. Схема клинового прижима.

Типовая схема клинового прижима показана на фиг. 29;

$P$  — усилие заколачивания клина;  $Q$  — сила, нормальная к оси клина, воздействующая на устанавливаемую деталь (гето А);  $B$  — неподвижный упор;  $N$  — реакция упора  $B$ .

Клиновые прижимы, не связанные с другими звеньями (пневмоцилиндры, винт, рычаг и др.), должны изготовляться самосторонними. Клинья могут изготовляться односторонними и двухсторонними. Если  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  — углы скоса двухстороннего клина, то при угле трения  $\rho$  условие самосторонности клинового зажима будет

$$\varphi_1 + \varphi_2 < 2\rho.$$

При одностороннем клине должно быть

$$\varphi < 2\rho.$$

Коэффициент трения  $f = \operatorname{tg} \rho$  можно принимать 0,1—0,15.

Меньшее значение  $f$  соответствует работе клина с чистыми поверхностями, большее — для загрязненных поверхностей.

При соединении клинового зажима с другими звеньями, с помощью которых может быть осуществлено фиксирование положения клина, последний может быть изготовлен с углами  $\varphi = 15 \div 30^\circ$ . При этом ход клина уменьшается.

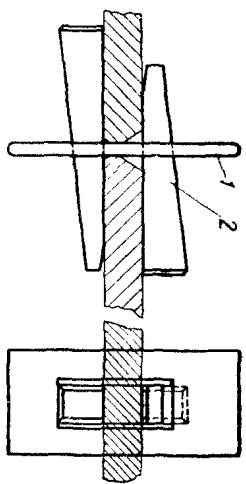
Если  $C$  (фиг. 29) — величина требуемого перемещения поджимаемой детали в направлении упора, то необходимое перемещение клина

$$l \approx \frac{C}{\operatorname{tg} \varphi}$$

На фиг. 30, 31 показаны клиновые прижимы, предназначенные для выравнивания кромок по стыку листов.

Прижим имеет вставку и один (фиг. 31) или два клина (фиг. 30). Вставка 1 вставляется между кромками листов, а клинья выравнивают их. Очевидно, при равных  $\varphi$  ход клина в первом случае (фиг. 30) будет в 2 раза меньше, чем во втором (фиг. 31).

С учетом сил трения в клиновом прижиме имеет место система сил, показанная на фиг. 32\*, где  $Q_1$  и  $N_1$  соответственно равнодействующие сил  $Q$  и  $F_1$  и  $N$  и  $F_2$ .

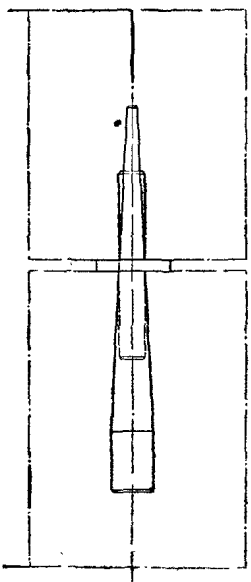
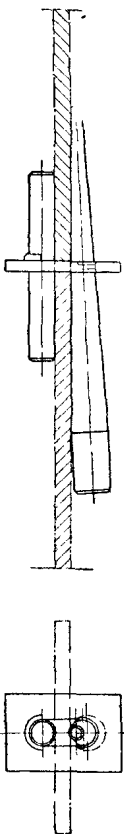


Фиг. 30.

Связь между усилием заколачивания осевой силой  $P$  и поперечной силой — силой зажатия  $Q$  с учетом сил трения устанавливается из формулы

$$P = Q \operatorname{tg} (\varphi + \rho).$$

Если устанавливаемая деталь зажимается между двумя подвижными клиньями (фиг. 33), то зажимное усилие при постоянном усилии  $P$



Фиг. 31.

будет в 2 раза меньше, чем при зажиме детали между неподвижной плоскостью и одним клином с тем же углом  $\varphi$ .

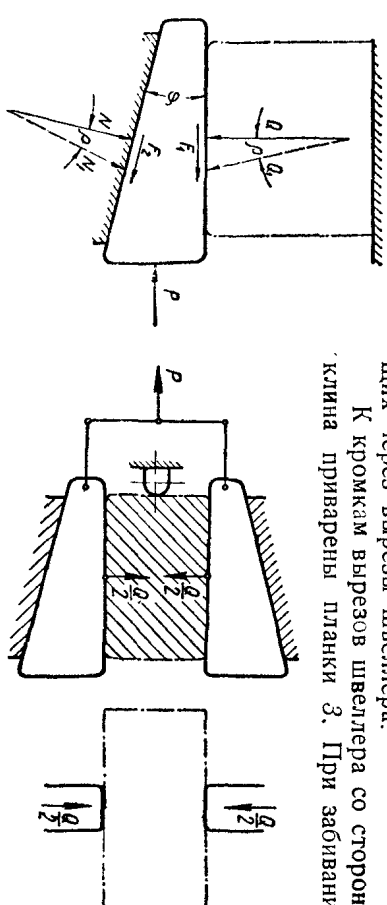
\* Ф и р а г о В. П. Проектирование станочных приспособлений, Оборонгиз, 1948.

Клиновые прижимы наиболее эффективны для сборочных работ с листовыми конструкциями.

На фиг. 34 приведен клиновой прижим для сборки листов, свариваемых встык.

Прижим состоит из швеллера 1 с двумя прямоугольными вырезами в стенке. К собираемым листам приваривают по сухарю 2, проходящих через вырезы швеллера.

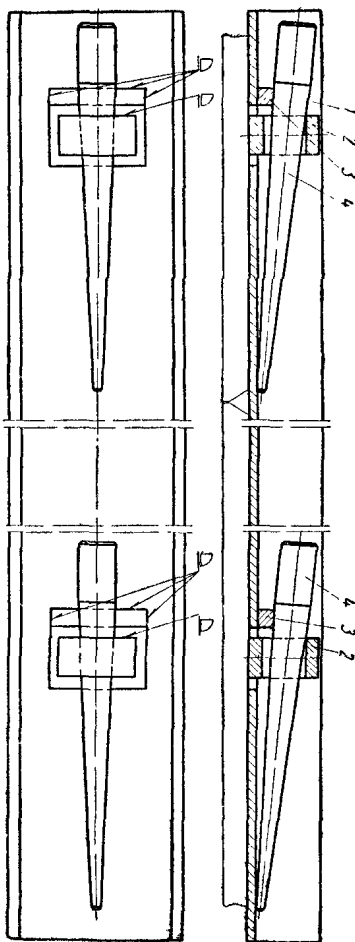
Кромкам вырезов швеллера со стороны клина приварены планки 3. При забивании



Фиг. 32. Схема действия сил в клиновом прижиме.

Фиг. 33. Схема прижима с двумя подвижными клиньями.

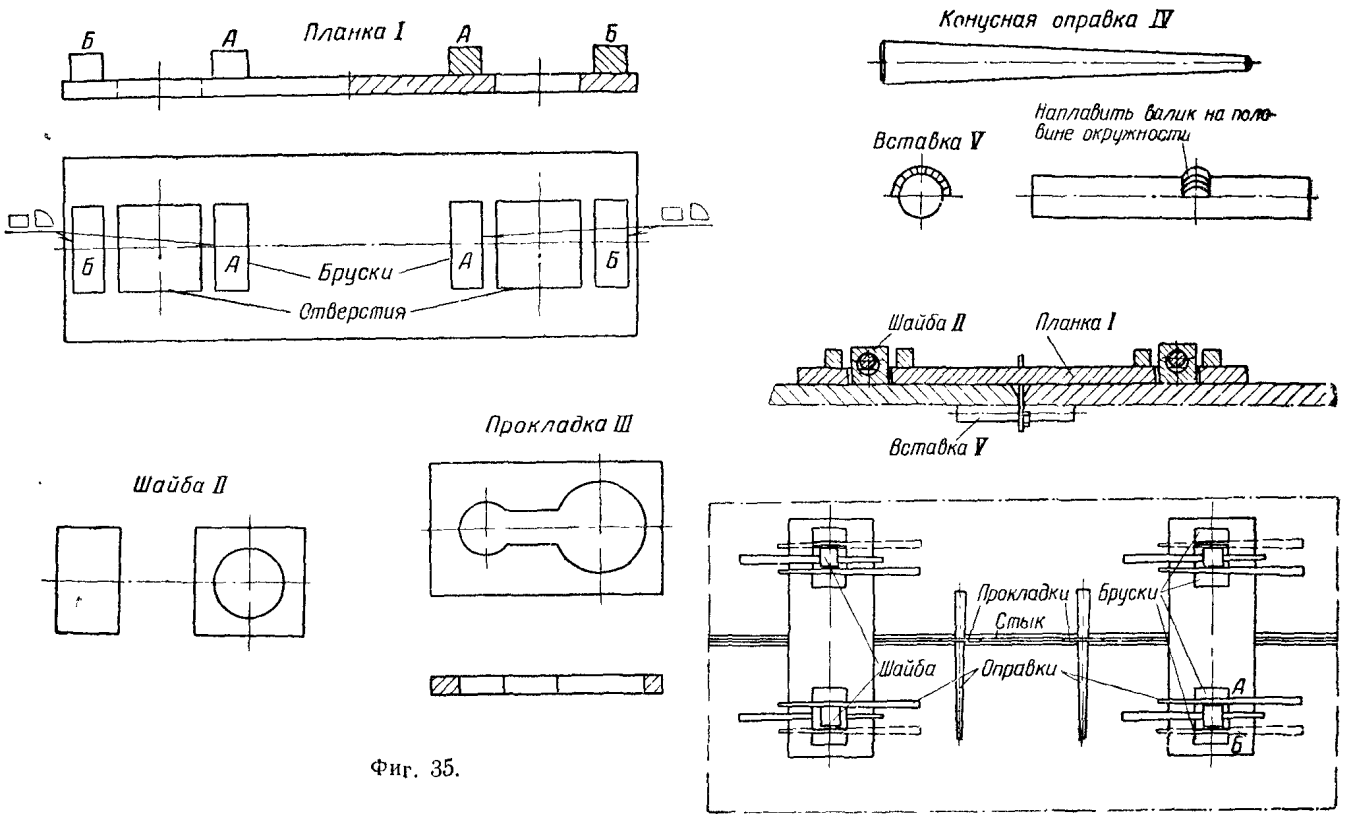
клиньев 4 в отверстия сухарей 2 листы, подлежащие сборке, подтягиваются к стенке швеллера. После прихватки листов, клинья выбиваются, швеллер 1 снимается, а прихваченные сухари отбиваются.



Фиг. 33.

Клиновые прижимы с успехом могут быть использованы и в качестве стяжек. Стяжка служит для зажима листов, свариваемых встык, и для регулировки расстояния между кромками листов. Стяжка обычно состоит из планки, клиньев и проушин, привариваемых к листам. В планке имеется два отверстия для прохода проушин. По бокам отверстий приварены две упорных планки. В проушине имеется отверстие для прохода клина.

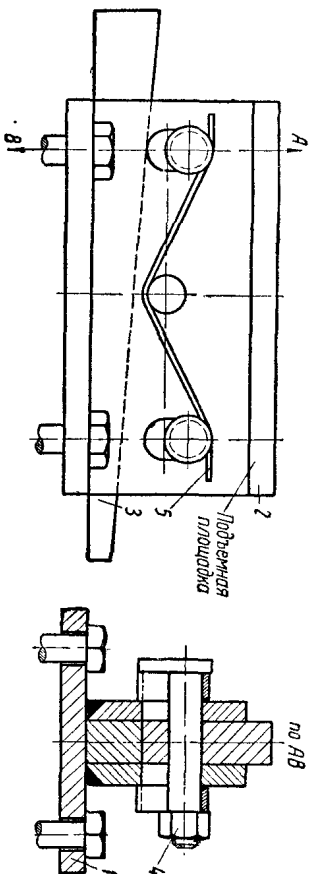




Фиг. 35.

На листы укладывается планка так, чтобы в вырез планки прошли проушины. В отверстия проушин вставляются клинья и слегка забиваются. Между проушинами и упорными планками вставляются клинья, и выравнивается зазор между кромками листов. Для сближения кромок листов, клинья забиваются между проушинами и крайними упорными планками для увеличения зазора, клинья забиваются между проушинами и внутренними упорными планками. Установив требуемый зазор в проушины, забивают клинья. После сварки листов клинья выбиваются, а проушины сбиваются. Клиновые прижимы применяются также при стыковке листов стенок сферических резервуаров (фиг. 35).

В комплект сборочного приспособления входят планка I с двумя отверстиями и приваренными брусками А и Б; шайба II, прокладка III, конусная оправка IV, круглая вставка V с наплавленным валиком.



Фиг. 36. Клиновой прижим для вертикального перемещения деталей.

Перед сборкой двух листов производят разметку расположения шайб. Расстояние между шайбами зависит от толщины собираемых листов. На приваренные шайбы накладываются планки. В отверстие в шайбе забивается оправка. После того как планки установлены по всей длине, в зазор между кромками листов вставляются прокладки на расстоянии 400—450 мм друг от друга. В большее отверстие прокладки вставляются оправка, а в меньшее — вставка V. После этого производится окончательная подготовка листов.

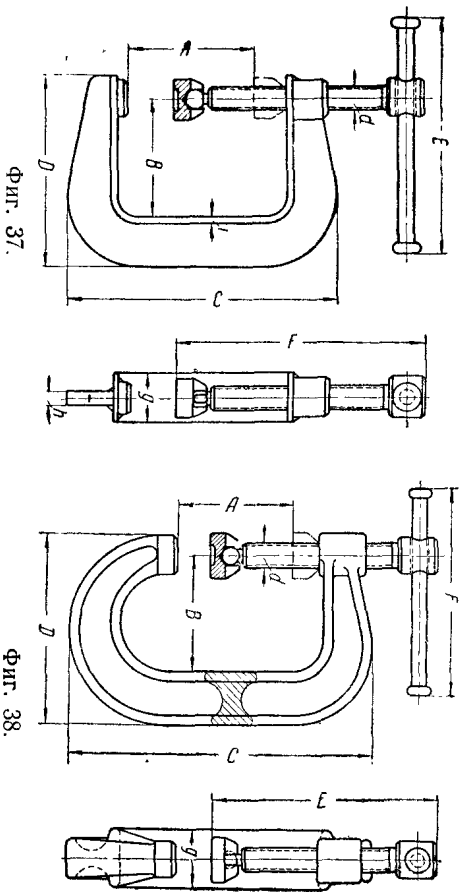
Для стгипивания собираемых листов забивают оправку между шайбой и бруском А, а для раздвигания — между шайбой и бруском Б. Перемещение планки вдоль шайбы происходит благодаря зазору между шайбой и вырезом. После сборки листов производится их сварка.

Клиновые прижимы могут быть также использованы для подъема собираемых деталей при сборке с целью их поджима к вышерасположенным элементам (фиг. 36). Этот прижим состоит из корпуса 1, прикрепляемого к стеллажу, подъемной площадки 2 и клина 3. При заколачивании клина 3 подъемная площадка 2 вместе с приваренными с двух сторон к ней пальцами 4 перемещается вверх, чем осуществляется поджим. При выбивке клина подъемная площадка опускается вниз под действием пружины 5 на пальцы 4.

Главными недостатками клиновых прижимов являются: необходимость приварки элементов клинового прижима (планки, уторы и др.) к собираемым деталям сварного узла и последующая их срубка после сборки и прихватки; наличие разрозненных деталей (клин, планки и др.); ограниченность силового воздействия на собираемые детали при отсутствии редуцирующих звеньев в приспособлении и низкий к. п. д.

### Винтовые прижимы

Винтовые прижимы состоят из корпуса, винта и гайки. Чаще зажим осуществляется вращением винта, режэ — вращением гайки. Винтовые устройства широко применяются в качестве съемных приспособлений для всех сборочно-сварочных работ.



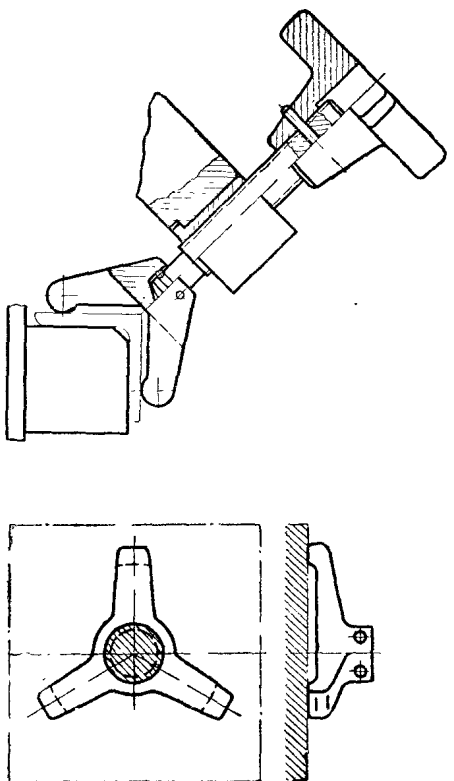
Для предохранения поверхности зажимаемой детали и увеличения площади соприкосновения концы винтов снабжаются башмачками (фиг. 37 и 38).

Таблица 29

(см. фиг. 37)

№ прижима	1	2	3	4
d	M10	M16	M18	M20
A	45	65	100	130
B	40	60	90	120
D	70	110	150	190
E	100	145	180	180
F	110	150	200	240
C	100	160	210	260
g	20	30	35	40
h	3	5	5	5
Вес в кг	8	10	10	10
	0,37	1,4	2,8	4,3

Конструкция башмачков зависит от формы зажимаемой детали и требований, предъявляемых к сопряжению. При вращении винта башмак не вращается и самоустанавливается по зажимаемой поверхности благодаря шаровой опоре.



Фиг. 39. Винтовой прижим с самоустанавливающимся башмачком.

Фиг. 40. Конструкция башмачка для прижима в трех точках.

Для равномерного прижима в двух и в трех точках применяются конструкции башмаков, показанные на фиг. 39 и 40. Винтовые прижимы могут быть узкие и удлиненные (фиг. 41) с одним или несколькими постоянными или переставными винтами (фиг. 42), со сварным или литым корпусом (фиг. 37 и 38). Основные размеры наиболее ходовых прижимов даны в табл. 29, 30 и 31.

Таблица 30

(см. фиг. 38)

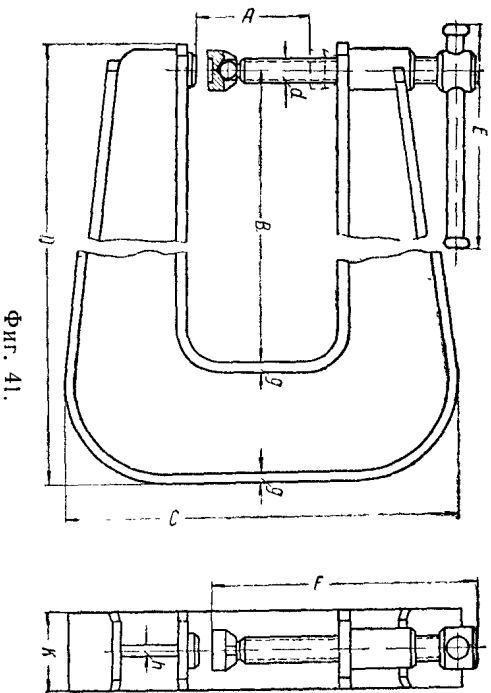
№ прижима	1	2	3	4
d	M10	M16	M18	M20
A	45	65	90	120
B	45	65	90	120
D	75	106	146	190
E	100	145	180	210
F	96	145	194	242
C	116	176	235	296
g	20	30	34	40
Вес в кг	0,5	1,4	2,85	4,8

Таблица 31

(см. фиг. 41)

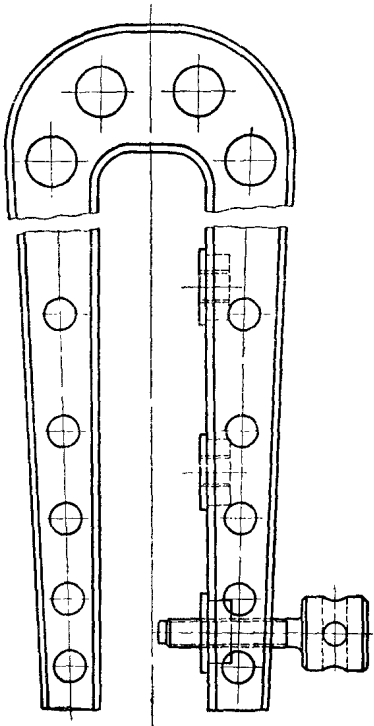
№ прижима	1	2	3
d	M12	M16	M18
A	40	60	100
B	150	200	300
C	156	240	322
D	216	302	424
E	100	150	180
F	122	170	232
g	4	6	8
h	4	6	8
Вес в кг	2,1	5,3	10,5

Специальные прижимы для сборки двугавровых бабок показаны на фиг. 43 и фиг. 44. Прижим (фиг. 43) состоит из корпуса 1 и двух винтов 2 и 3.



Фиг. 41.

Винт 3 служит для фиксации и зажима вертикального листа. Винт 2, действуя на клиновье кулачки 4, зажимает нижний лист со-биральной бабки. Для сборки двугавровых бабок прижимы ставятся в шах-матном порядке.

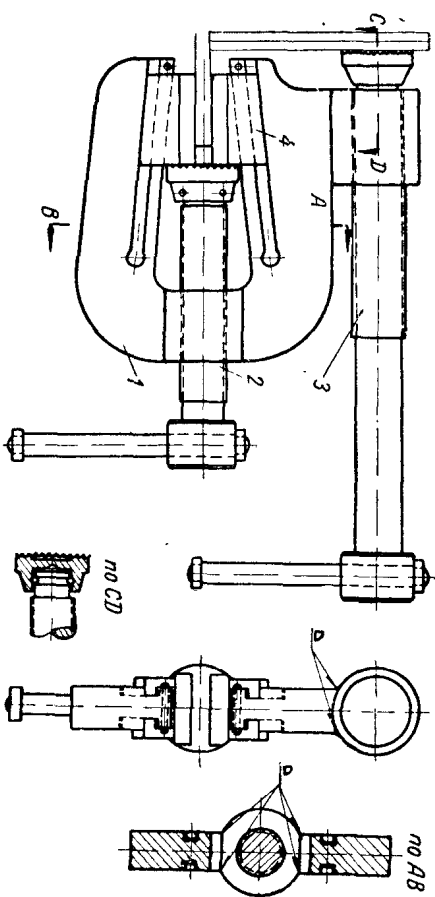


Фиг. 42.

В прижиме (фиг. 44) корпус в верхней части имеет упор, фиксиру-ющий положение вертикальной стенки бабки. Винтом производится зажим горизонтальных листов бабки. На фиг. 44 показана схема установки прижимов с вертикальными упорами при сборке двугавровой бабки.

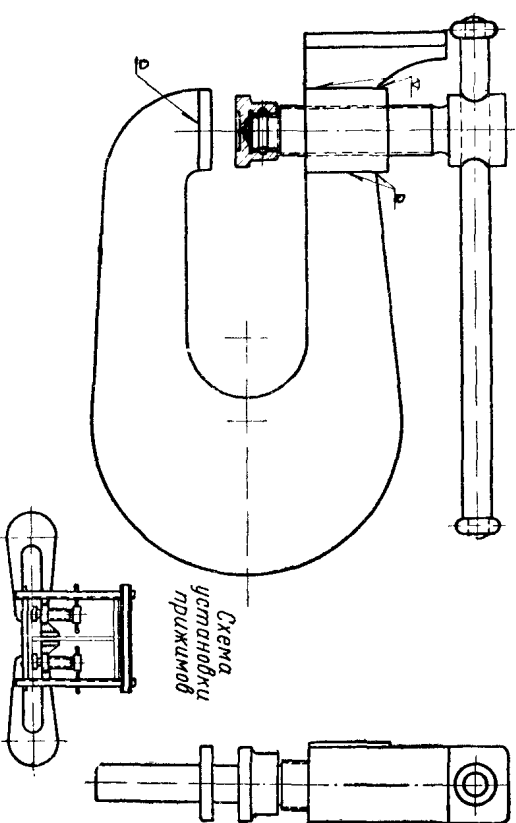
Специальные съемные прижимы используются в котельных работах для установки деталей на ложи (фиг. 45), установки и закрепления

патрубков при прихватке (фиг. 46), подгибания листов (фиг. 47 и 48), установки угольников (фиг. 49), сборки мелких труб (фиг. 50) и т. д.



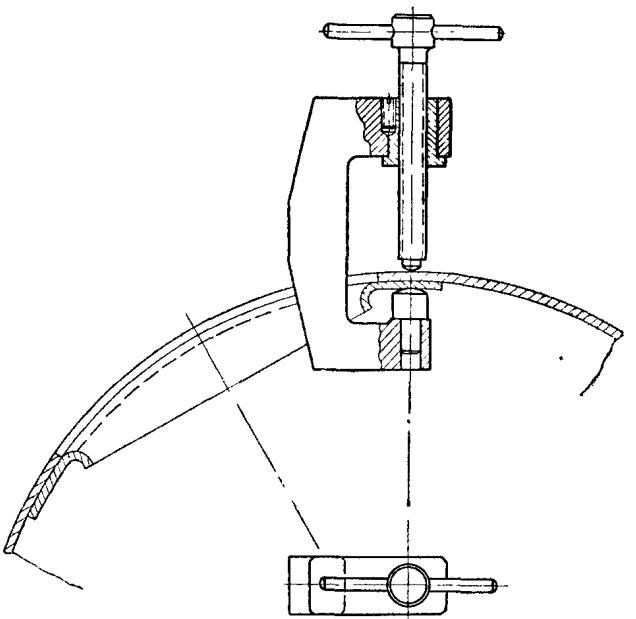
Фиг. 43.

В прижимах, смонтированных в корпусе приспособления или сбороч-ного стенда, для возможности съема прихваченного и сваренного изделия должна быть предусмотрена возможность поворота корпуса прижима.

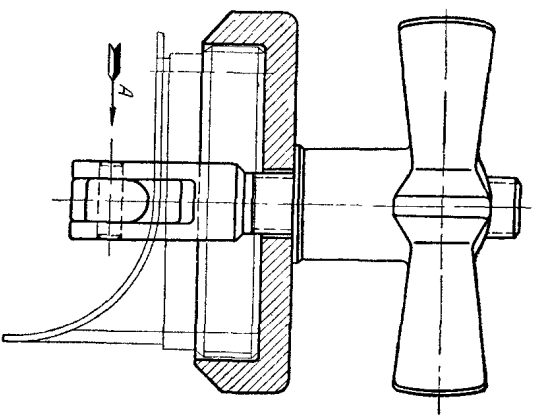


Фиг. 44.

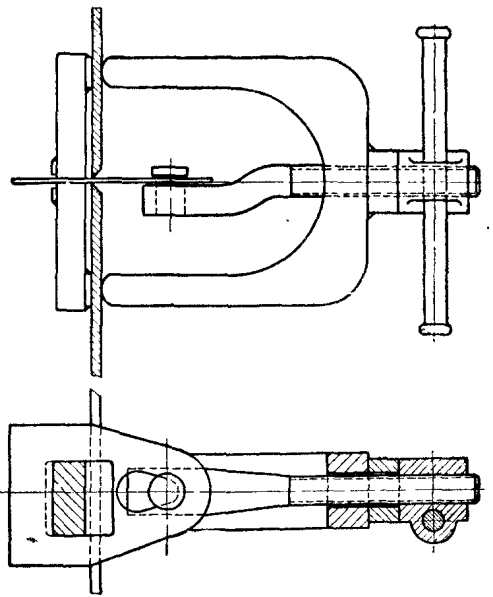
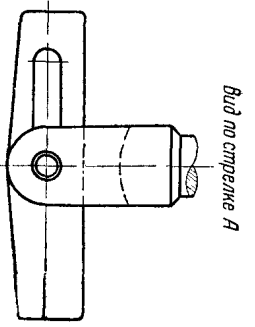
На фиг. 51, 52 и 53 приведены поворотные прижимы с неподвижным пальцем, на фиг. 54 и 55 — прижимы на подвижных пальцах. В прижиме фиг. 51 полки устанавливаемого угольника 1 и шайбы 2 осуществляется перемещением скобы 3 вверх винтом 4 в пределах зазора а.



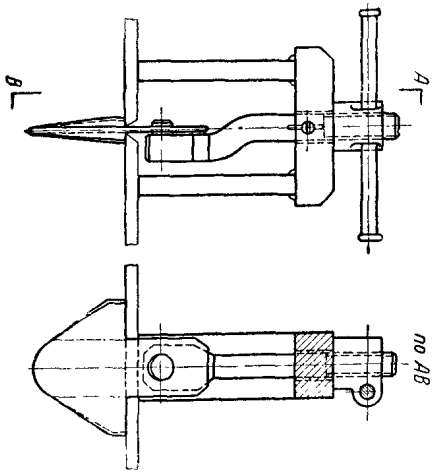
Фиг. 45.



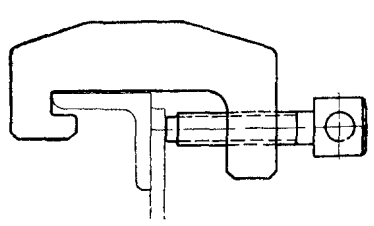
Фиг. 46.



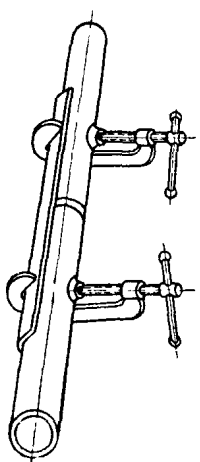
Фиг. 47.



Фиг. 48.

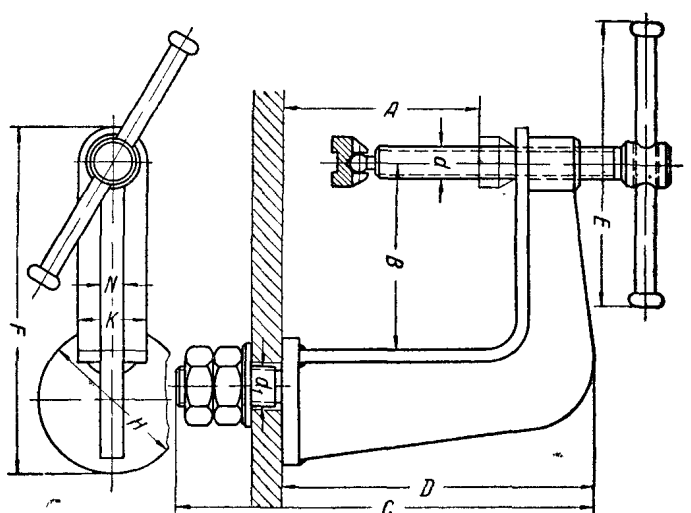


Фиг. 49.



Фиг. 50.

Основные размеры поворотных прижимов на подвижных пальцах (фиг. 55) приведены в табл. 32.

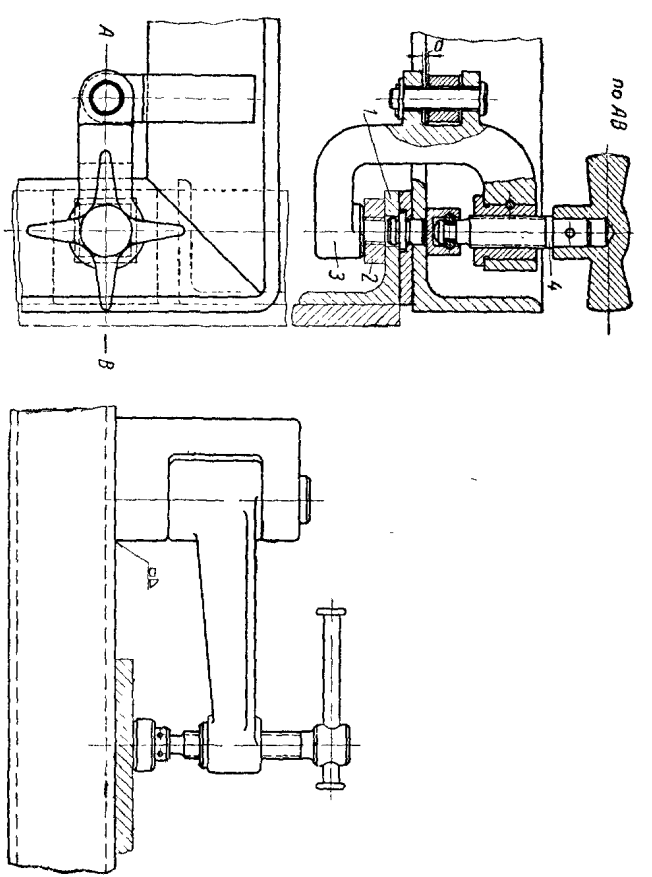


Фиг. 55.

Таблица 32

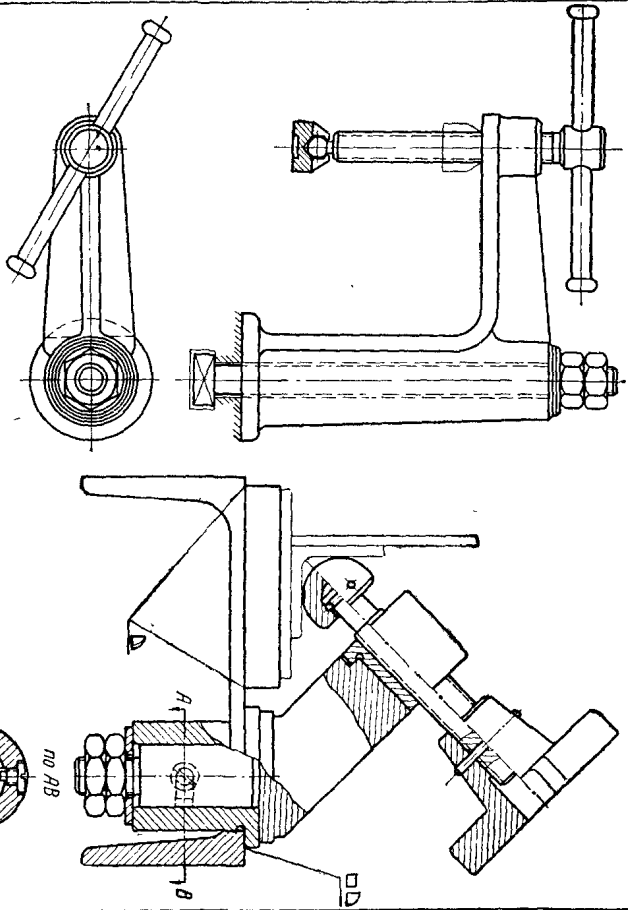
№ прижима	1	2	3
<i>d</i>	M16	M18	M20
<i>A</i>	65	100	130
<i>B</i>	60	50	120
<i>C</i>	180	228	268
<i>d<sub>1</sub></i>	M20	M22	M24
<i>D</i>	122	170	210
<i>E</i>	130	170	220
<i>F</i>	145	180	180
<i>H</i>	65	80	105
<i>K</i>	40	45	45
<i>N</i>	10	14	18
Вес в кг	2,4	4,2	5,5

Ход винта у откидного прижима (фиг. 56) рассчитывается по максимальной толщине сжимаемых деталей.



Фиг. 51.

Фиг. 52.



Фиг. 53.

Фиг. 54.

При сборке обечаек с фланцами со значительным отклонением в размерах целесообразно применение прижимов качающегося типа (фиг. 57).

На фиг. 58, 59 показаны конструкции быстродействующих винтовых прижимов.

У быстродействующего прижима на фиг. 58 гайка 1 вращается на штифте 2, укрепленном в верхней части корпуса. Гайка прямоугольного сечения имеет снизу бурты, благодаря чему штифт 2 при зажиме не воспринимает никаких усилий.

Основные размеры этого прижима приведены в табл. 33.

Таблица 33

№ прижима	1	2	3
<i>d</i>	M12	M15	M18
A	65	100	130
B	60	95	120
C	170	244	300
D	110	165	205
E	100	150	180
F	155	215	255
G	42	52	60
H	4	5	6
K	33	41	45
Шт фт цилиндрический	6×42	8×52	10×60
Вес в кг ~	2,0	4,0	6,0

В прижиме с поворотным корпусом (фиг. 59) устанавливаемый лист 1 поджимается к верхней плоскости детали 2. Откидная скоба 3 может поворачиваться на оси 4.

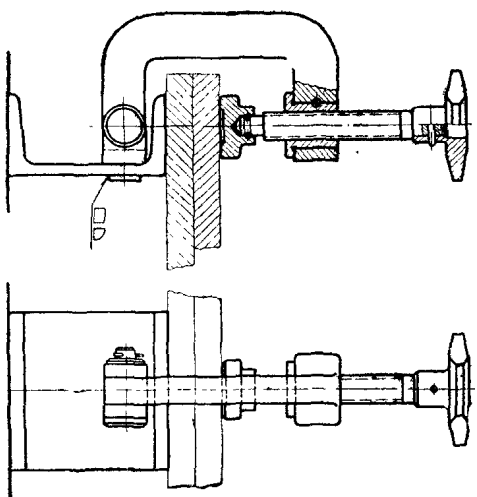
На фиг. 60, 61 и 62 показаны винтовые байонетные прижимы.

В вертикальном байонетном прижиме (фиг. 60) по внутренней части винта — втулки 2 перемещается шток 3, имеющий рукоятку 4. Втулка 2 смонтирована в стойке 1 и имеет одну вертикальную и две горизонтальных прорезы.

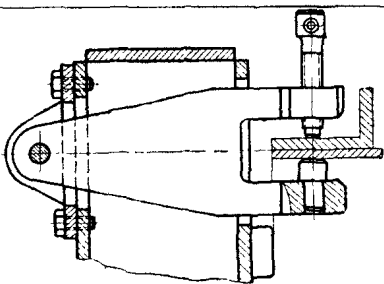
В рабочем положении рукоятка 4 опущена вниз. При повороте рукоятка 4 входит в нижнюю горизонтальную прорез, после чего детали 2 и 3 работают совместно как обычный винт.

Для разжатия рукоятка 4 поворачивается в обратном направлении, а затем поднимается вместе со штоком 3 в верхнее положение по вертикальной прорези и запирается в верхней горизонтальной прорези. На фиг. 61 показан горизонтальный байонетный прижим.

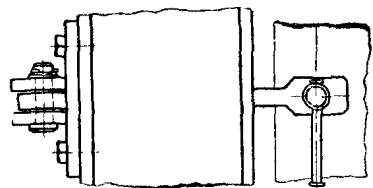
Прижим на фиг. 62 состоит из корпуса 1 с приваренной втулкой 2, в которую запрессованы в два яруса восемь штифтов 3. По втулке 2 свободно перемещается в вертикальном направлении гайка 4, в которой сделаны четыре продольных канавки и пять кольцевых пазов под штифты 3.



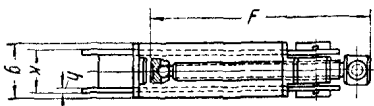
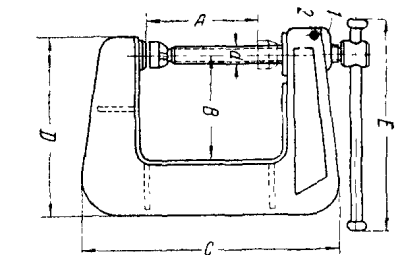
Фиг. 56.

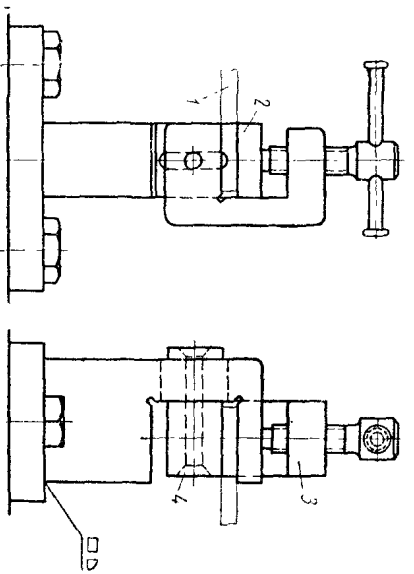


Фиг. 57.

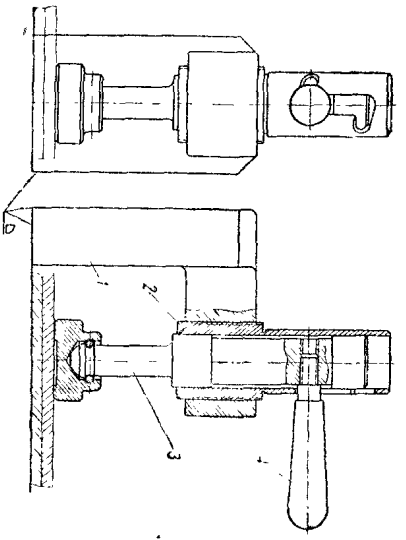


Фиг. 58. Быстродействующий прижим с поворотной гайкой.

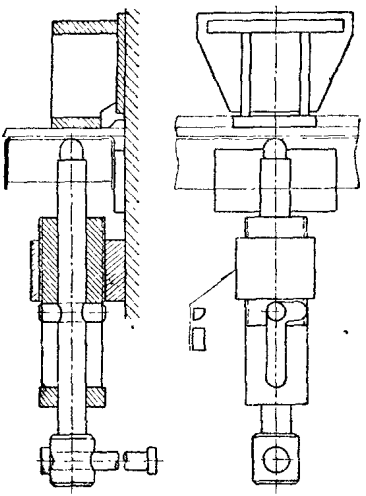




Фиг. 59. Быстродействующий прижим с поворотным корпусом.



Фиг. 60.



Фиг. 61.

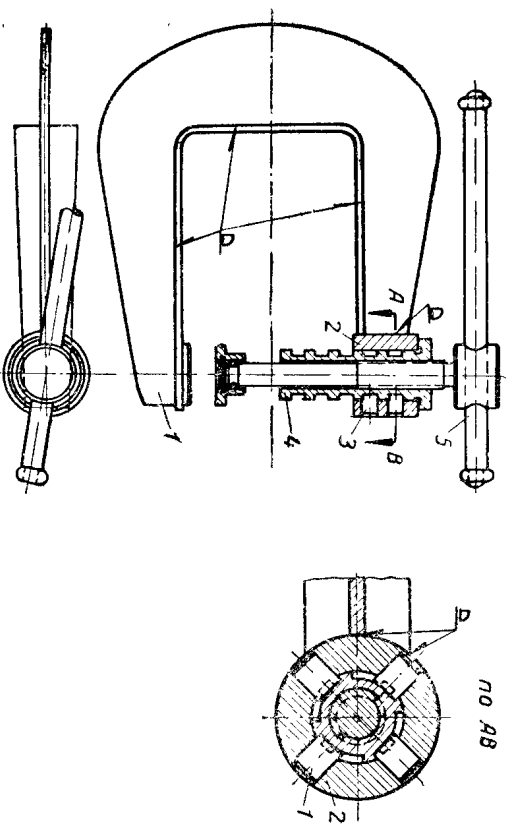
Для зажима необходимо, чтобы штифты вошли в поперечные пазы, тогда гайка становится неподвижной, и при вращении рукоятки 5 винт перемещается в вертикальном направлении.

При выходе штифтов из кольцевых пазов гайка вместе с винтом поднимается вдоль продольных канавок на необходимую высоту.

Перестановка винта возможна по нескольким ярусам, что расширяет диапазон применения конструкции.

Конструкция быстродействующего прижима для легких работ показана на фиг. 63.

Прижим состоит из штанги 1, к которой снизу приварена неподвижная скоба 2. Подвижная скоба 3 надевается на штангу 1; к подвижной



Фиг. 62.

скобе приварена гайка 4, охватывающая зажимной винт 5. Зажим собираемых деталей осуществляется благодаря тому, что верхняя скоба при перекосе от нажима винта на пакег заземляется на штанге.

Винтовые прижимы всегда являются силовыми звеньями и поэтому должны обладать достаточной прочностью и жесткостью.

В тех случаях, когда трудно подсчитать усилие зажима, размеры винтового прижима назначаются по аналогии.

При заданном же усилии зажима должен быть проведен соответствующий расчет основных элементов прижима.

Обычно подлежат проверке: а) винт, б) гайка, в) корпус, а в случае стационарных прижимов г) элементы крепления прижима к неподвижной раме.

**Расчет винта.** Винты в прижимах изготавливаются с треугольной, прямоугольной и трапециoidalной резьбой.

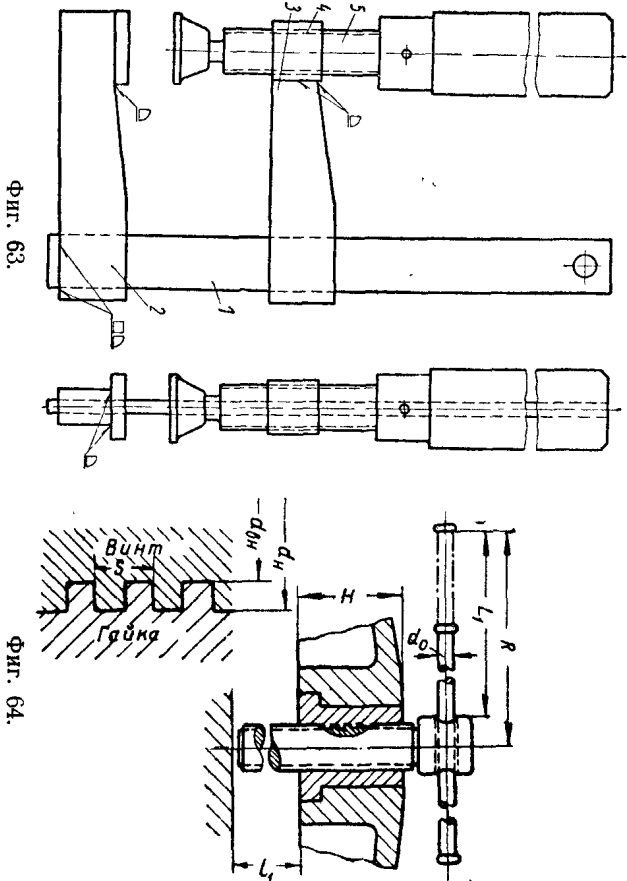
В большинстве случаев винты прижимов испытывают деформацию сжатия и кручения. Торцы винта и нарезка гайки и винта должны проверяться на удельное давление.

Наименьший внутренний диаметр винта определяется по формуле

$$d_{\text{вн}} = \sqrt[3]{\frac{1,27 P_0}{\sigma_{\text{доп}}}} \quad (\text{фиг. 64}),$$

где  $P_0 = z_0 P$  — расчетное усилие, принимаемое для предварительного определения диаметра винта;

$z_0 = 2$  при отсутствии бабмащачка и 1,4 при наличии бабмащачка;  
 $P$  — осевое усилие на винте.



Полученный диаметр винта округляется до ближайшего большего по ГОСТ.

Если свободная длина винта  $l_1 > 10 d_{\text{вн}}$ , то винт подлежит проверке на продольный изгиб

$$\sigma_z = \frac{1,27 P_0}{d_{\text{вн}}^2 \varphi_0} \leq \sigma_{\text{доп}},$$

где  $\varphi_0$  — коэффициент уменьшения основного допускаемого напряжения на сжатие; для стали Ст. 5 выбирается по табл. 34 в зависимости от  $\frac{l}{r_0}$ ;

$l$  — расчетная длина при продольном изгибе, принимаемая равной  $0,5 l_1$ , при жестком закреплении конца винта;

$r_0$  — радиус инерции равен  $\sqrt{\frac{I_{\text{мин}}}{F}}$ ;

$I_{\text{мин}}$  — минимальный момент инерции приблизительно равен  $0,05 d^4$ ;

$F$  — площадь сечения винта по внутреннему его диаметру.

Винт должен проверяться также по полному напряжению от сжатия и кручения:

$$\text{напряжение сжатия } \sigma_z = \frac{1,27 P}{d_{\text{вн}}^2} \text{ кг/см}^2,$$

$$\text{напряжение кручения } \tau = \frac{M_{\text{кр}}}{W} \text{ кг/см}^2,$$

Таблица 34

$\frac{l}{r_0}$	$\varphi_0$	$\frac{l}{r_0}$	$\varphi_0$	$\frac{l}{r_0}$	$\varphi_0$
20	0,96	80	0,75	150	0,32
30	0,94	90	0,69	160	0,29
40	0,926	100	0,60	170	0,26
50	0,89	110	0,52	180	0,23
60	0,86	120	0,45	190	0,21
70	0,81	130	0,40	200	0,19
		140	0,36		

где  $M_{\text{кр}}$  — максимальный крутящий момент на винте

$$M_{\text{кр}} = M_1 + M_2,$$

здесь  $M_1$  — момент от сил трения на резьбе;

$M_2$  — момент от сил трения на опорной поверхности винта

$$M_1 = P \operatorname{tg}(\varphi + \rho) r_{\text{ср}},$$

где  $\varphi$  — угол подъема винтовой линии на среднем диаметре;

$\rho$  — угол трения для пары винт-гайка;

$r_{\text{ср}}$  — средний радиус резьбы.

Величина  $M_2$  зависит от конструкции опорного устройства винта. В случае непосредственного касания торцом винта поверхности (фиг. 65, а)

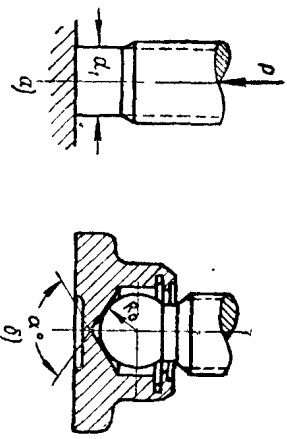
$$M_2 = \frac{1}{3} P d l f,$$

При передаче усилия бабмащком (фиг. 65, б)

$$M_2 = \frac{1}{2} P R_0 f \operatorname{ctg} \alpha^{\circ},$$

где  $R_0$  — радиус шаровой опоры винта;

$f$  — коэффициент трения, равный 0,2.





Полное напряжение в винте

$$\sigma = \sqrt{\sigma_z^2 + 4\tau^2}, \quad \text{если } \sigma_z > \tau;$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_z^2 + 3\tau^2}, \quad \text{если } \sigma_z < \tau.$$

Суммарное напряжение  $\sigma$  не должно превосходить величины  $\sigma_{\text{доп}}$ .  
 Для стали Ст. 5 равно 600 кг/см<sup>2</sup>; для сталей 45—50 равно 750 кг/см<sup>2</sup>. Усилие на рукоятке при плече, равном  $R$  (фиг. 64)

$$K = \frac{M_{\text{вр}}}{R}.$$

Диаметр рукоятки

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{KT_1}{0,1\sigma_u}},$$

где  $\sigma_u$  — допускаемое напряжение на изгиб рукоятки.

Во всех сварочных приспособлениях винтовые прижимы должны быть самоторможными.

Условие самоторможения:

$$\varphi < \rho.$$

**Расчет гайки.** Количество витков резьбы в гайке определяется из соотношения

$$n = \frac{P}{\frac{\pi}{4} (d_n^2 - d_{\text{вн}}^2) \rho_0}$$

где  $\rho_0$  — удельное давление на поверхности ниток резьбы, принимаемое для стального винта и чулунной гайки 50—60 кг/см<sup>2</sup>, и для стальной гайки — 90—130 кг/см<sup>2</sup>.

Высота гайки

$$H = \frac{nS}{m},$$

где  $S$  — шаг винта;

$m$  — число заходов.

Напряжение от изгиба

$$\sigma_u = \frac{M_{\text{из}}}{W} \text{ кг/см}^2,$$

где

$$W = \frac{\pi d_n b^2 n^2 \gamma_1}{6}; \quad M_{\text{из}} = P \cdot \frac{a}{2};$$

$$a = \frac{d_n - d_{\text{вн}}}{4}$$

при  $n < 10$   $\gamma_1 = 1$ ; при  $n > 10$   $\gamma_1 = 0,75$ ;

$b$  — расчетная высота нитки, равная 0,5  $S$  для квадратной резьбы, 0,65  $S$  для трапециoidalной и 0,88  $S$  для треугольной.  $\gamma_u$  для чулуна равно 400 кг/см<sup>2</sup>, для стали равно 600 кг/см<sup>2</sup>.

**Расчет корпуса.** Момент, изгибающий корпус (см. фиг. 37)

$$M = PV \text{ кгсм.}$$

Напряжение изгиба

$$\sigma_u = \frac{M}{W} < \sigma_{\text{л. доп}},$$

где  $W$  — минимальный момент сопротивления изгибу в опасном сечении. Для обычных тавровых сечений имеем (фиг. 66) положение центра тяжести сечения

$$z_0 = \frac{(a_1 b_1) \frac{a_1}{2} + a_2 b_2 \left( a_1 + \frac{a_2}{2} \right)}{a_1 b_1 + a_2 b_2}.$$

Момент инерции сечения относительно оси, проходящей через центр тяжести сечения,

$$I_x - x = \frac{b_1 a_1^3}{12} + b_1 a_1 \left( z_0 - \frac{a_1}{2} \right)^2 + \frac{b_2 a_2^3}{12} + b_2 a_2 \left( a_1 + \frac{a_2}{2} - z_0 \right)^2.$$

Минимальный момент сопротивления

$$W = \frac{I_x - x}{H_1 - z_0}.$$

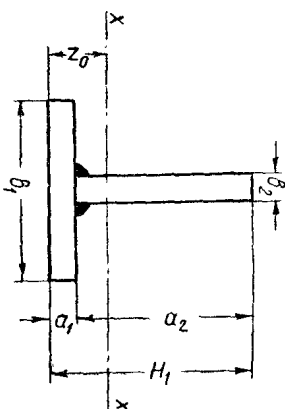
*Рычажные прижимы*

Быстродействующие рычажные прижимы состоят из комбинации рычагов 1-го и 2-го рода и могут быть использованы как усилители зажима.

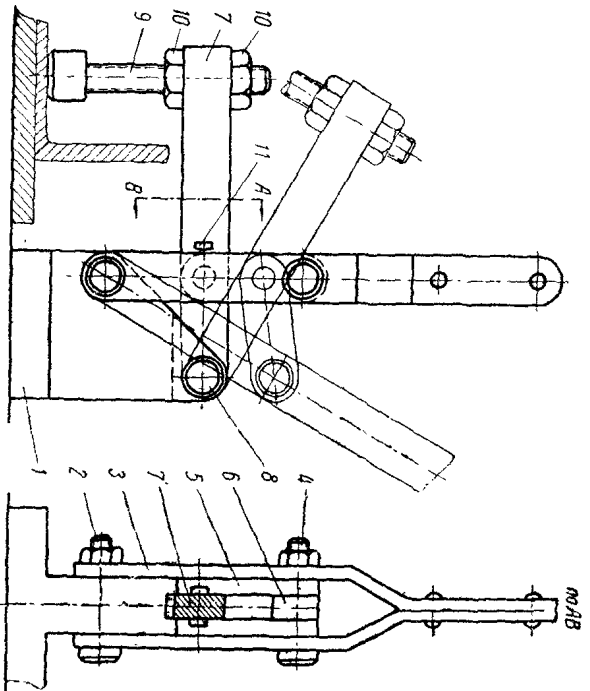
Конструкции рычажных прижимов должны всегда иметь регулируемую звенья, позволяющие при данной рычажной системе закреплять детали различных толщин или компенсировать отклонения в толщинах сопрягаемых деталей. Рычажный прижим (фиг. 67) состоит из стойки 1, на пальце 2 которой крепится ручка-скоба 3.

На оси 4 сидят два соединительных рычага 5, между которыми находится кольцо 6. Вторым концом рычагов 5 соединен с рычагом 7, сидящим на оси 8, в стойке 1, и имеющим на свободном конце упорный винт 9. Положение винта регулируется гайками 10. Ход ручки скобы 3 ограничивается упором 11.

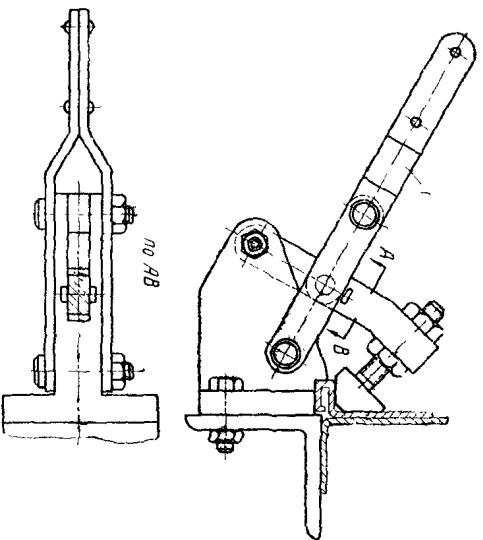
В нерабочем состоянии ручка-скоба занимает положение, показанное тонкими линиями. После укладки детали, подлежащей прижиму, рычаги 5 доводятся до упора 11, при этом оси рычагов занимают вертикальное положение и совмещаются с осью детали 3. При таком положении рычагов прижим зажат и без внешнего воздействия на ручку 3 не может разомкнуться.



Фиг. 66.



Фиг. 67.

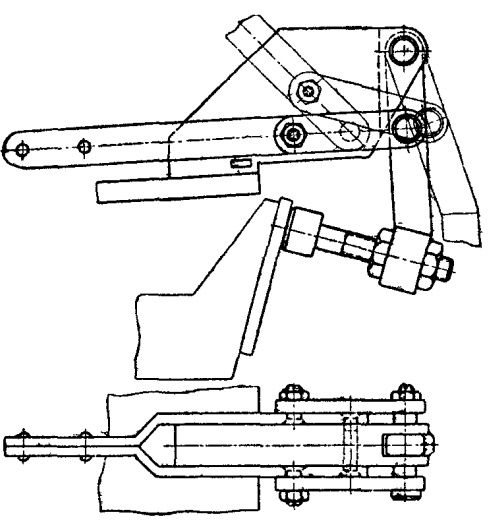


Фиг. 68.

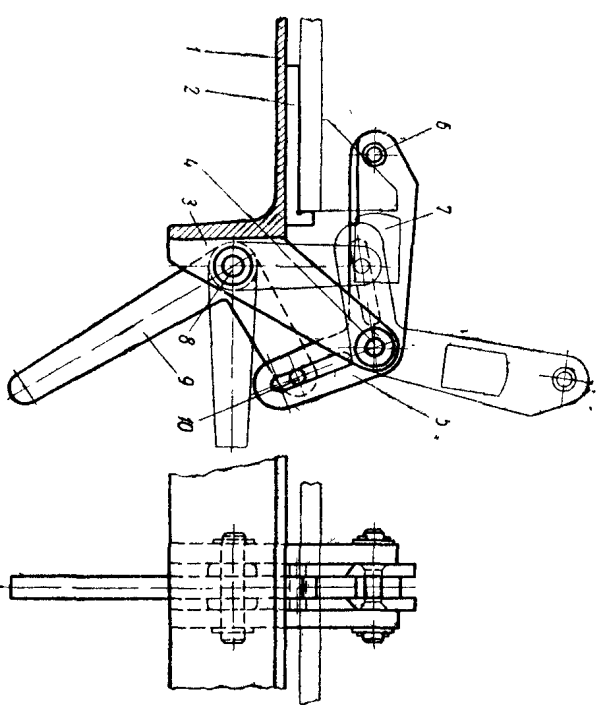
В прижиме, изображенном на фиг. 68, следует обратить внимание на опасность самопроизвольного раскрывания рычагов при значительном весе рычага 1; поэтому его следует применить главным образом для поджатия детали снизу вверх. В прижиме, изображенном на фиг. 69, опасность самопроизвольного раскрывания исключается.

Кроме закрепления, рычажные прижимы могут служить для фиксации и взаимной фиксации деталей под прихватку или сварку (фиг. 70).

Прижим состоит из основания 1 с упорной планкой 2 и несущей консоли 3, на пальце 4 которой сидит два рычага 5, соединенных в левой части опорным валиком 6 и упорной планкой 7. В правой части рычаги имеют прорези. На пальце 8 консоли сидит рычаг 9, на правом конце которого запрессован палец 10, передвигающийся по прорези в рычагах 5.



Фиг. 69.



Фиг. 70.

В нерабочем состоянии рычаги 5 занимают положение, показанное тонкими линиями. Вес верхней части рычага 5 обеспечивает открытое положение прижима во все время укладки свариваемых деталей.

При перемещении рычага 9 по часовой стрелке рычаг 5 опускается вниз и привариваемая деталь оказывается между упорной планкой 7 и опорным валиком 6. При дальнейшем нажиме палец 10 заклинивается в прорези рычага 5, чем достигается надежный зажим собираемых деталей. Для кратковременного зажима свариваемых деталей может быть применен прижим, показанный на фиг. 71.

Рычажным прижимом можно пользоваться также для удержания двух труб при их прихватке (фиг. 72). Для наложения прихватки в цилиндрическом пояске прижима 1 сделаны окна. Для удержания прижима в ста- нутном состоянии служит стяжка 2, удерживающая вылки 3 прижима.

#### Рычажно-винтовые прижимы

Быстродействующий комбинированный рычажно-винтовой прижим со- здает на закрепляемом звене весьма большие усилия, необходимые при поджиме и подгибе элементов конструкции больших сечений или слож- ных конфигураций.

Конструктивных видов этих прижимов очень много.

Различаются они типом крепления нажимного рычага и формой упор- ного устройства зажимающего звена, зависящих от формы устанавливае- мой детали.

Типовые схемы рычажно-винтовых прижимов с нерегулируемой опо- рой приведены на фиг. 73 и 74.

Прижимы с самоустанавливающимися рычагами показаны на фиг. 75 и 76. Прижим (фиг. 76) состоит из двух рычагов 1 и 2, соединенных пальцем 3.

Рычаг 2 служит фиксирующим элементом, а рычаг 1 — зажимным.

Зажим осуществляется поворотным винтом 4.

Пружина 5 служит для разжатия рычагов после того, как вывернут винт 4.

Рычажно-винтовой прижим может быть использован также для уста- новки фланцев на сосудах (фиг. 77). Базирование деталей осуществляется по корпусу гайки.

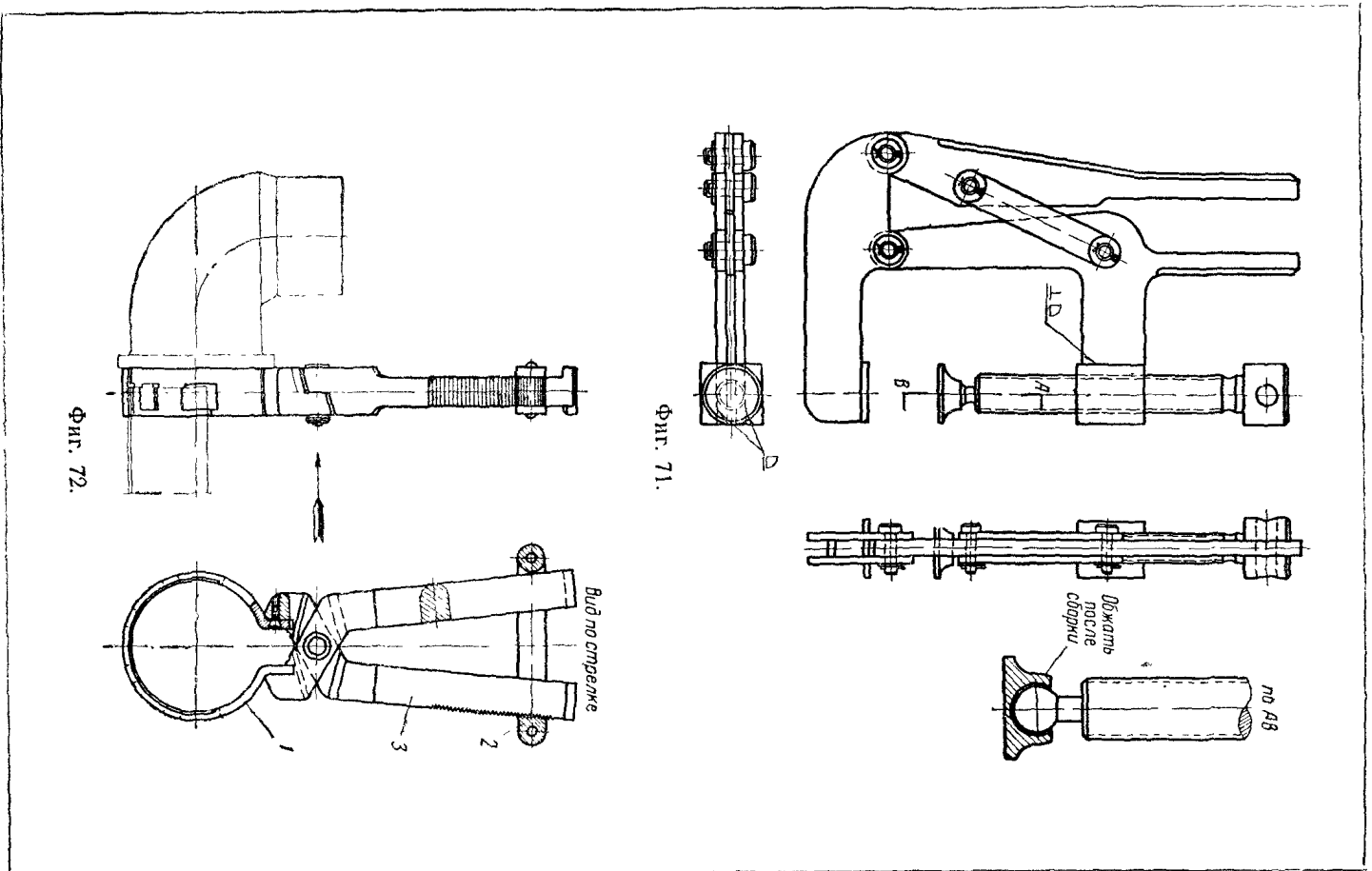
При стыковке труб удобно применять прижимы с наклонной скобой или призмой (фиг. 78 и 79).

Прорезь для болта 2 в угольнике 4 корпуса (фиг. 79) позволяет закреплять различные диаметры труб.

Основные размеры прижимов с наклонной призмой даны в табл. 35 (см. фиг. 79).

Таблица 35

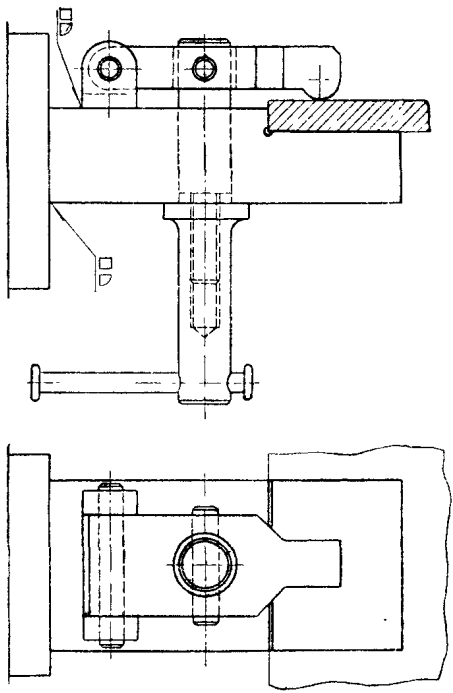
№ прижима	D в мм	H в мм	d в мм	$\alpha$	A в мм	Деталь № 2	Деталь № 4
1	20—27	100—130	25	120°	18	M8×40	Угольник 60×60×7
2	28—36	115—135	30	120°	23	M8×40	Угольник 60×60×7
3	37—47	125—165	35	120°	30	M10×60	Угольник 75×75×10
4	48—60	130—180	40	125°	40	M10×80	Угольник 90×90×12



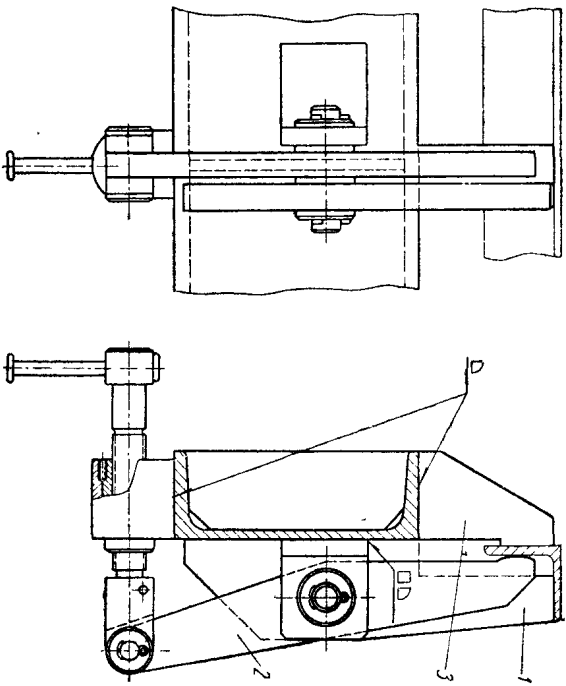
Фиг. 71.

Фиг. 72.

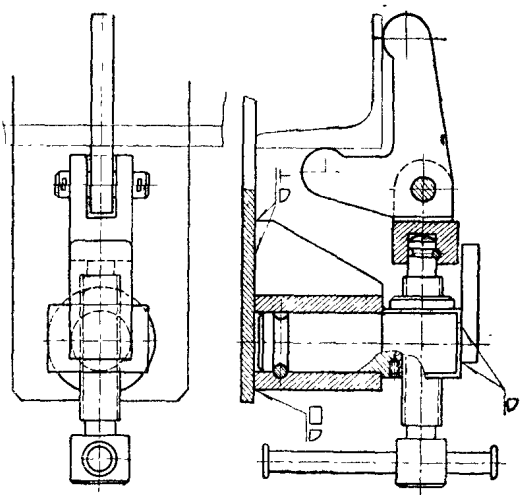
Вид по стрелке



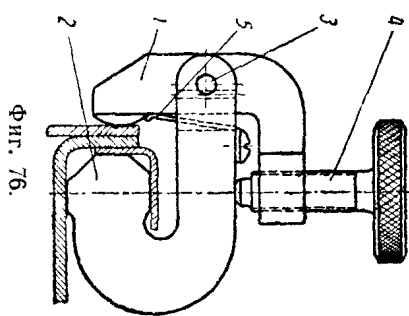
Фиг. 73. Рычажно-винтовой прижим.



Фиг. 74. Рычажно-винтовой прижим:  
1 — вертикальный упор; 2 — рычаг; 3 — упор.



Фиг. 75.

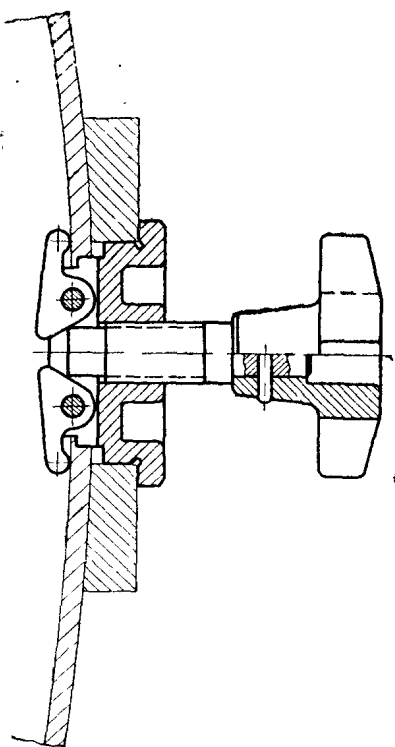


Фиг. 76.

В прижиме, изображенном на фиг. 80, собираемые детали помещаются между зажимным винтом 1 и Г-образным выступом корпуса 2. Винт 3 служит для регулировки величины зева прижима. Основные размеры этого

типа прижимов даны в табл. 36.  
Рычажно-винтовой прижим по фиг. 81 нашел широкое применение в судостроении. Такой

прижим может быть с успехом применен при скреплении, подтягивании или подгибе деталей из листового и профильного материала, а также для исправления дефектов: выгучин, вмятин, волнистости и т. д.



Фиг. 77.

Прижим состоит из винта 1 и корпуса 2, выполняющего функции рычага. Корпус представляет собой балку двутаврового сечения литой или сварной конструкции, к которому приварены с одного конца тайка винтового прижима, а с другого — опора. В средней своей части корпус имеет два Т-образных крюка, а по верхней — ступенчатый упор. Винт снабжен самоустанавливающейся пятай 3, компенсирующей перекосы при наклоне и неровностях.

№ прижима	д	А	Б	В	Г	Д	Е	Вес в кг
1	M12	50	190	30	150	90	125	3,0
2	M16	80	260	44	180	140	170	10,0
3	M20	120	350	50	220	170	245	12,0

Различные схемы применения этой конструкции даны на фиг. 82, а, б, в и 2.

а — для поджима листов; к одному из собираемых листов приваривается шайба, используемая как опора;

б — для подгигивания вертикальной стенки к горизонтальному листу;

в — для поджима элементов в узких местах; используется ступенчатый упор.

2 — для выправления листов.

Рычажно-винтовые прижимы могут с успехом применяться также для сборки тавровых профилей. Несколько таких прижимов (фиг. 83), установленных на стеллаже, обеспечивают сборку длинных прямых и криволинейных элементов.

Для поджима устанавливаемой детали в двух плоскостях, например, при установке швеллера, можно применять комбинированный рычажно-винтовой прижим с упором (фиг. 84). Рычаг 3, сидящий на оси 2 — через наклонную скобу 8 может быть связан с качающимся упором 9.

Установка швеллера ведется при откинутах вправо рычаге 3. При вращении винта 6 прижим башмаком 7 прискочит одновременно с прижимом упора 9 к спинке швеллера; при дальнейшем вращении винта из-за неподвижности башмака 7 гайка-рычаг 5 поворачивается на пальце 4 и прижимает нижнюю полку швеллера. Прижим монтируется на основании 1.

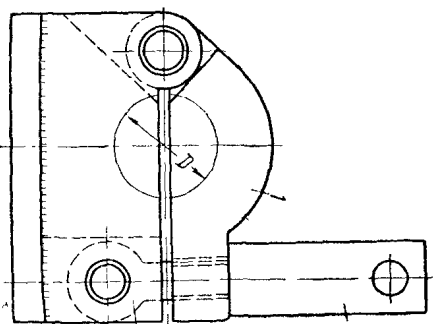
#### Эксцентрикковые прижимы

Эксцентрикковые прижимы получили распространение в сборочно-сварочных приспособлениях, применяемых в сварочных цехах на заводах серийного и массового производства.

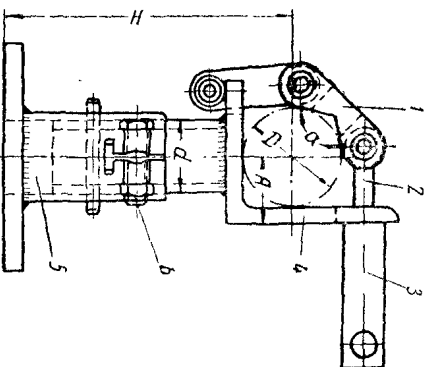
Основным достоинством этих прижимов является быстрое зажатие собираемых элементов, достигаемое одним поворотом рукоятки приспособления.

Эксцентрикковые прижимы могут применяться самостоятельно или в комбинации с другими звеньями. Первый тип прижимов обязательно делается с самотормозящим эксцентриком.

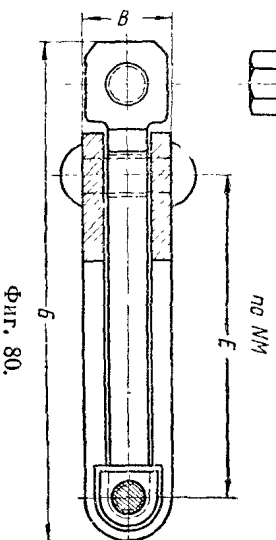
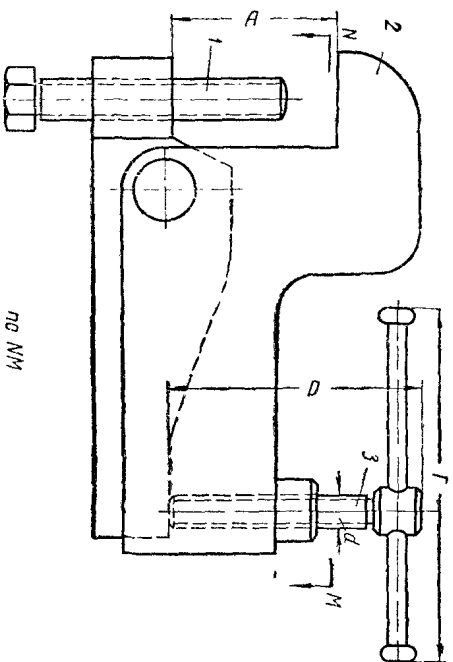
В комбинированных приспособлениях, где может быть создано самотормозящее звено (винтовая пара) или постоянный импульс (пневматика), эксцентрикковые прижимы могут быть несамотормозящими.



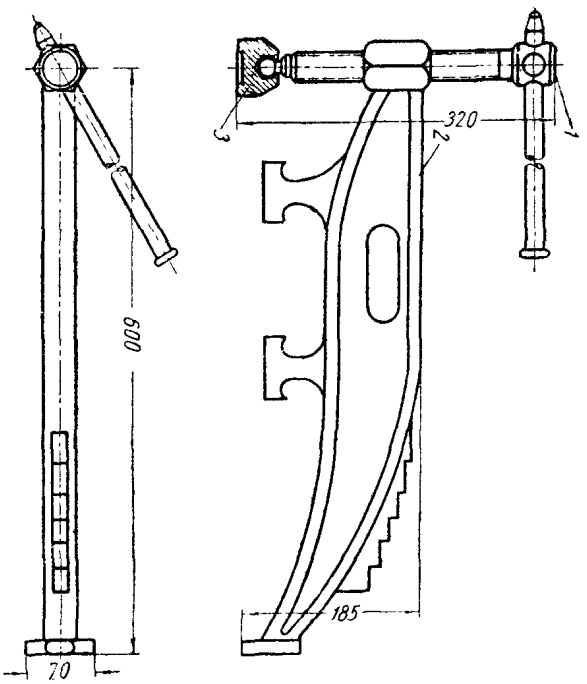
Фиг. 78. Прижим с наклонной скобой:  
1 — наклонная скоба; 2 — гайка;  
3 — шарнирный болт.



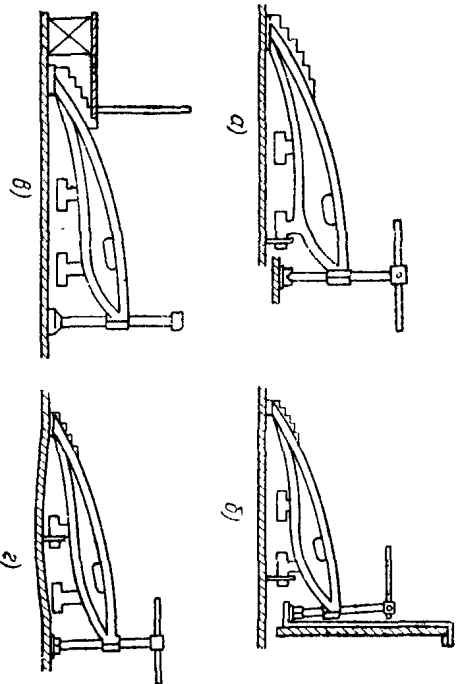
Фиг. 79. Прижим с наклонной призмой:  
1 — наклонная призма; 2 — шарнирный болт; 3 — гайка; 4 — угольник;  
5 — основание; 6 — стяжной болт.



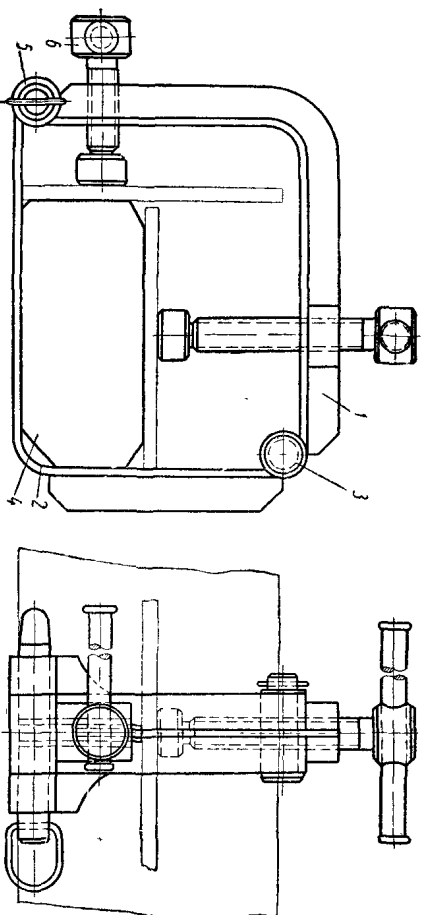
Фиг. 80.



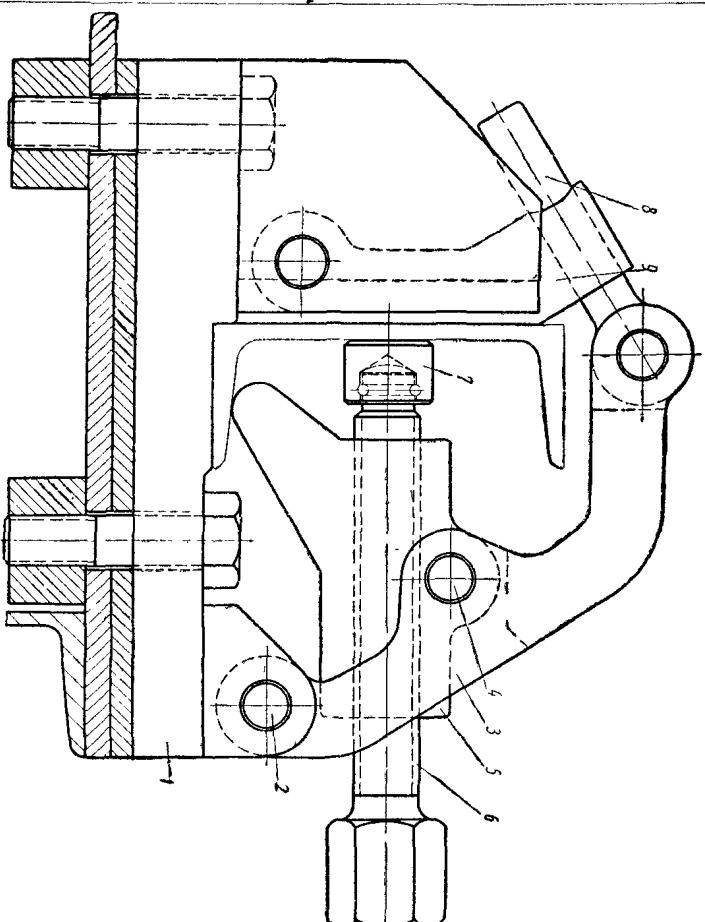
Фиг. 81. Рычажно-винтовой прижим типа „Рыбий хвост“.



Фиг. 82. Схема применения прижима „Рыбий хвост“.



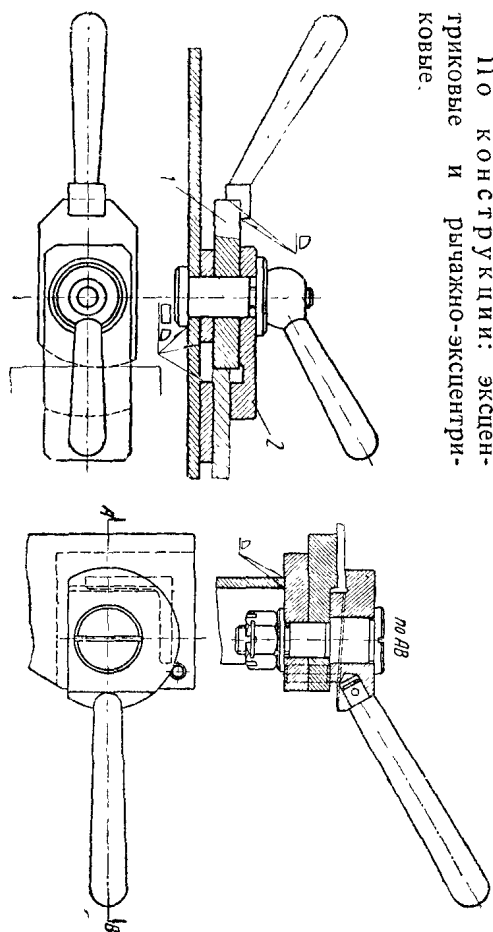
Фиг. 83. Рычажно-винтовой прижим для сборки тавровых профилей:  
1, 2 — угольники; 3 — ось; 4 — упор; 5 — ось; 6 — винт.



Фиг. 84.

По исполнению эксцентрикковые прижимы подразделяются на горизонтальные (фиг. 85, 86, 87 и 88) и вертикальные (фиг. 89, 90 и 91, 92 и 93).

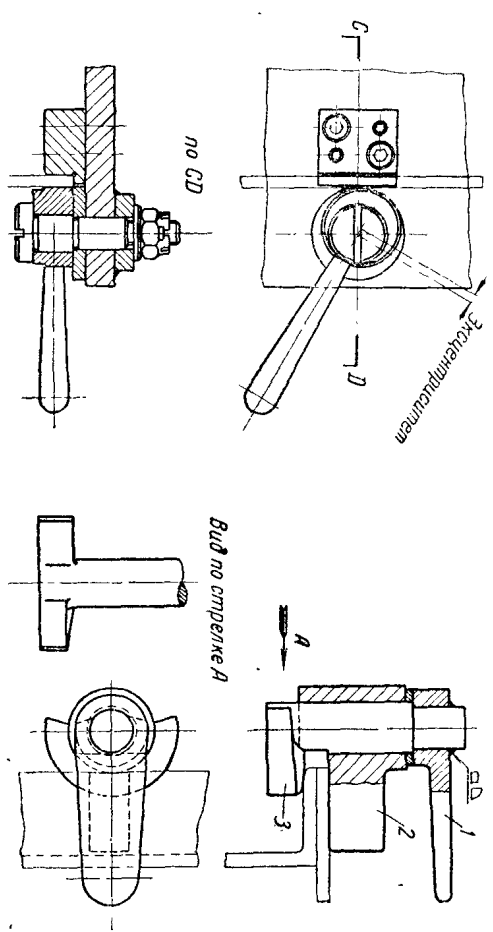
По конструкции: эксцентрикковые и рычажно-эксцентрикковые.



Фиг. 85.

Фиг. 86.

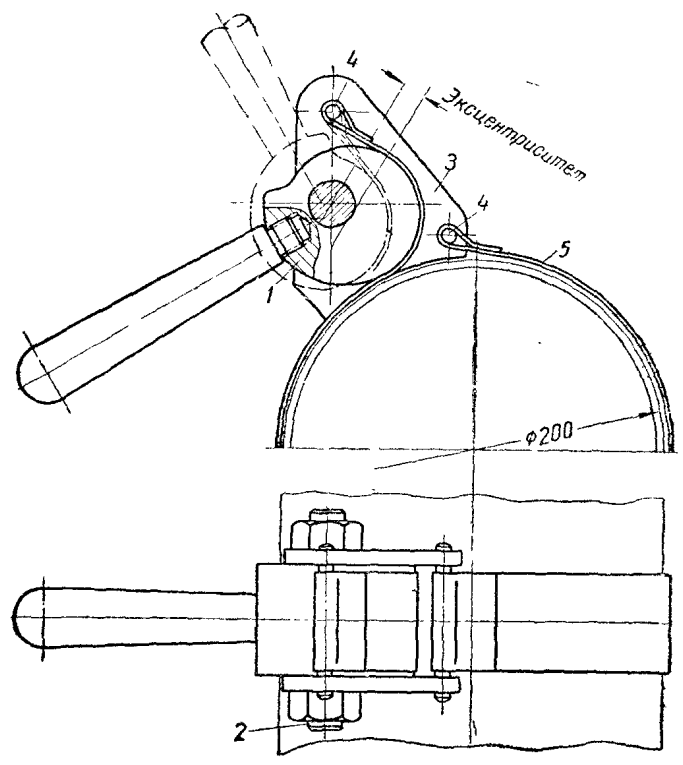
Эксцентрик 1 (фиг. 85) предназначен для зажима листа в горизонтальной плоскости, а прихват 2 — для зажима в вертикальной плоскости. Зажатие прихватом 2 производится после зажима листа эксцентриком 1.



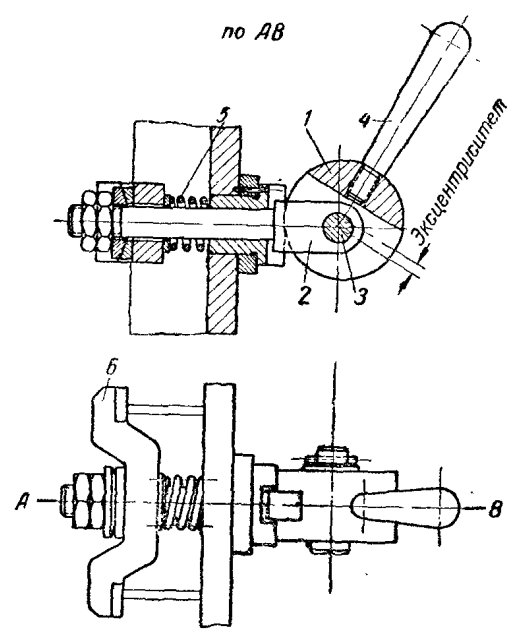
Фиг. 87.

Фиг. 88.

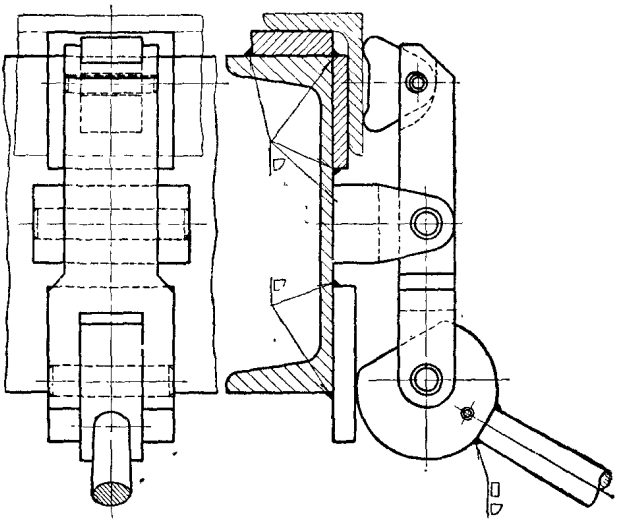
Эксцентрикковый прижим, показанный на фиг. 88, предназначается для подтягивания к верхнему листу другого привариваемого элемента. Поворотом рукоятки 1 собираемые детали зажимаются между горизонтальной плоскостью рычага 2 и эксцентриком 3.



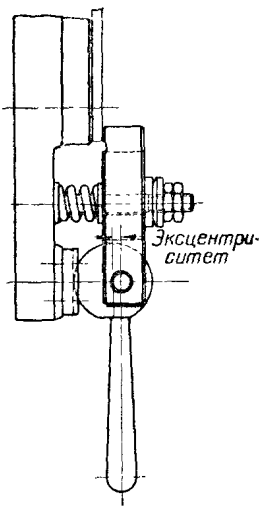
Фиг. 90.



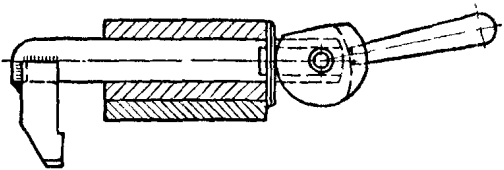
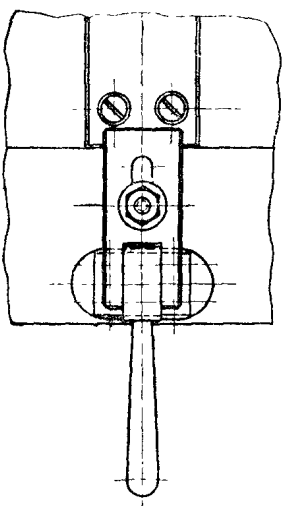
Фиг. 89. Эксцентрикковый прижим:  
1 — эксцентрик; 2 — болт; 3 — ось; 4 — ручка;  
5 — пружина; 6 — планка.



Фиг. 92.



Фиг. 91.

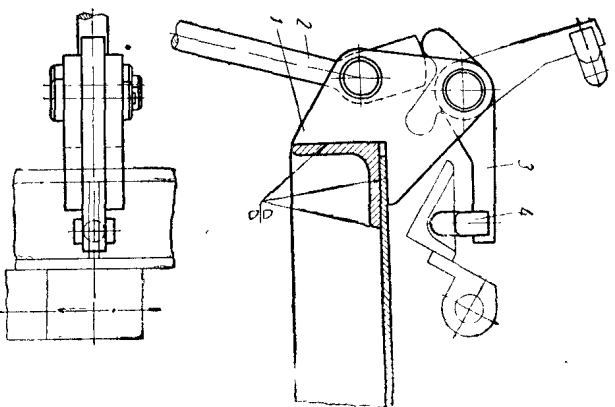


Фиг. 93.

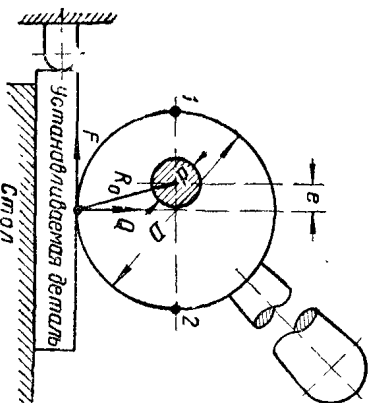
Эксцентрикый прижим-стяжка показан на фиг. 90. Нерабочее положение стяжки показано пунктиром. Эксцентрик 1 вращается на оси 2, закрепленной в щечках 3, к которым на осях 4 прикреплена стяжная лента 5.

Рычажно-эксцентрикые прижимы могут предназначаться либо только для зажатия деталей (фиг. 91, 92 и 93), либо для фиксации и зажатия (фиг. 94).

Прижим на фиг. 94 состоит из основания 1, на котором на пальцах шарнирно закреплены рычаги 2 и 3. На одном конце рычага 3 приварена вилка 4, охватывающая устанавливаемое ребро.



Фиг. 94.



Фиг. 95. Схема сил при зажиме круглым эксцентриком.

В сборочно-сварочных приспособлениях применяются только круглые эксцентрики (фиг. 95).

Условие самоторможения эксцентрика в любом его положении выразается зависимостью

$$\frac{2e}{D} \leq f,$$

где  $D$  — диаметр эксцентрика;

$e$  — эксцентриситет;

$2e$  — ход эксцентрика при повороте эксцентрика на  $180^\circ$ ;

$f$  — коэффициент трения между эксцентриком и устанавливаемой деталью.

Таким образом, при данном диаметре эксцентрика  $D$  и среднем значении  $f = 0,15$  (работа с сухими поверхностями) эксцентриситет будет  $e \leq 0,075 D$ .

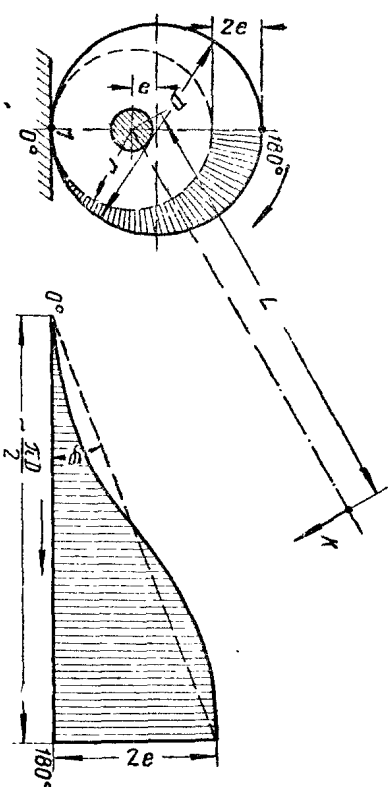
Учитывая трение в подшипниках цапф, условия самоторможения соблюдаются также при  $e \leq 0,05 D$ .



Так как в сварных конструкциях нет опасности попадания смазки на поверхность зажима, а сама поверхность детали имеет неровности, рекомендуемый коэффициент трения гарантирует от самопроизвольного отхода эксцентрика.

Обычно задаются эксцентриситетом в пределах 3—6 мм, тогда искомый диаметр будет  $D = 40 \rightarrow 80$  мм.

В силовом отношении эксцентрикковый прижим аналогичен клиновому. Очевидно, что образование круглого эксцентрика можно представить в результате наворачивания на круглый диск радиуса  $r$  круглого кривогибина высотой  $2e$  с длиной основания равной  $\frac{\pi D}{2}$  (фиг. 96).<sup>1</sup>



Фиг. 96. Схема сил при зажиме круглым эксцентриком.

При среднем угле подъема клина  $\varphi$  и с учетом сил трения связь между окружным усилием на диаметре эксцентрика и усилием зажатия выразится формулой

$$P = Q [\operatorname{tg}(\varphi + \rho) + \operatorname{tg} \rho_1],$$

где  $P$  — окружное усилие на диаметре эксцентрика  $D$ ;

$Q$  — сила зажатия;

$\rho$  — угол трения на поверхности соприкосновения эксцентрика и зажимаемой детали;

$\rho_1$  — угол трения в цапфе эксцентрика.

Если  $K$  — усилие рабочего, приложенное на плече рукоятки длиной  $L$  и  $R_0$  — расстояние от центра вращения эксцентрика до точки касания его с зажимаемой деталью (фиг. 95), то

$$K = \frac{Q [\operatorname{tg}(\varphi + \rho) + \operatorname{tg} \rho_1] R_0}{L},$$

откуда

$$Q = \frac{KL}{[\operatorname{tg}(\varphi + \rho) + \operatorname{tg} \rho_1] R_0}.$$

<sup>1</sup> Фирраго В. П. Проектирование станочных приспособлений, Оборонгиз, 1948.

Длина рычага  $L$  в зависимости от конструкции приспособления принимается обычно равной 250—350 мм.

Рабочая поверхность эксцентриков должна обладать достаточной износостойчивостью, так как она подвержена сильному истиранию. Достоинством круглых эксцентриков является простота их изготовления. Существенным недостатком является непрочность их самотормозящих свойств, а также непрочность усилия  $Q$  при  $K = \operatorname{const}$ , так как  $R_0$  переменно.

### • Пружинные прижимы

В сборочно-сварочных приспособлениях пружинные прижимы применяются главным образом, для зажатия небольших тонких деталей.

Основным достоинством является быстрота сборки прижима. Пружинные прижимы для сборки под сварку применяются двух видов: с круглыми прижимами и листовые.

На фиг. 97 приведен простой прижим с круглой пружиной.

Корпус прижима может быть закреплен в корпусе приспособления различным образом. Стакан 1 свободно перемещается по корпусу 3.

При сборке прижима пружина 2 сжимается на величину предварительной затяжки  $f_n$  с запасом 1—3 мм для компенсации неточности в установке прижима в корпусе приспособления и неточностей зажимаемой поверхности детали.

Таким образом, величина сжатия  $f_i = f_n + (1 \rightarrow 3)$  мм.

Требуемый диаметр пружины и диаметр проволоки выбираются по соответствующим нормалам или рассчитываются на кручение

$$Q = \frac{\pi d^3}{16r} R_s,$$

где  $Q$  — сила зажатия в кг;

$d$  — диаметр проволоки в мм;

$r$  — средний радиус пружины в мм;

$R_s$  — допускаемое напряжение на кручение, принимаемое для пружинной проволоки равным 40 кг/мм<sup>2</sup>.

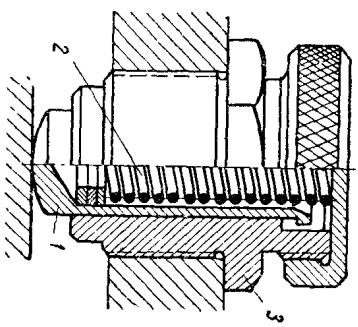
Величина сжатия пружины  $f_i$ , соответствующая силе  $Q$ , может быть определена из соотношения

$$f_i = \frac{64QR^3}{d^4G} i,$$

где  $G$  — модуль сдвига, равный 8000 кг/мм<sup>2</sup>;

$i$  — число витков пружины.

Величину сжатия пружины следует всегда брать несколько большей, чем требуется для силы зажатия  $Q$ , для получения некоторого запаса осадки и возможности ее регулировки.

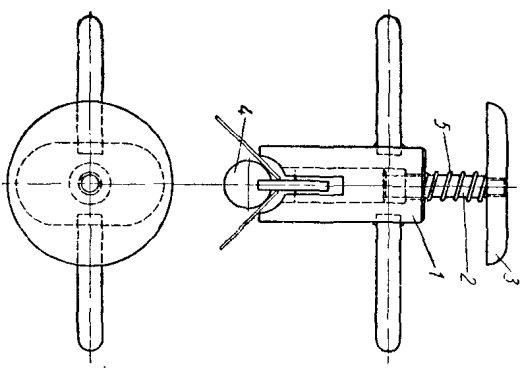


Фиг. 97

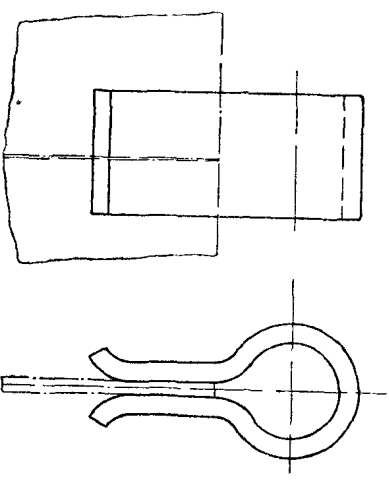
Прижим, изображенный на фиг. 98, может быть применен для сборки под прихватку тонких небольших листов.

Свариваемые листы помещаются между штырем 4, прикрепленным к стержню 2, и корпусом 1, на конце которого следана выемка по радиусу. После закладки деталей снимают усилие с головки 3 и пружина 5 прижимает штырь 4.

В зависимости от угла между свариваемыми листами выбирается диаметр штыря 4.



Фиг. 98.



Фиг. 99. Листовой прижим.

Конструкция простого листового пружинного прижима показана на фиг. 99. Прижим изготавливается из стали 65Г. Толщина листов  $\delta = 4 \div 6 \div 8$  мм.

### б) Пневматические прижимы

При сборке под сварку длинных конструкций необходимо прижимать отдельные детали одновременно в нескольких точках по всей длине. Так, например, при сборке рамы вагона необходимо закрепить ее элементы на длине 5—6 м в 8—10 точках.

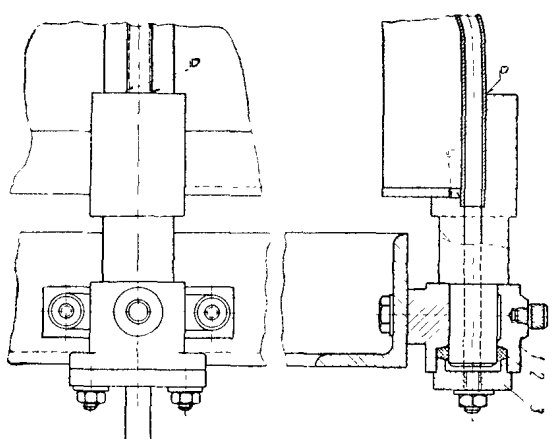
Применение пневматических прижимов сокращает вспомогательное время не только за счет скорости процесса прижима, но и за счет управления устройством из одного рабочего места.

Целесообразность применения пневматических прижимов должна быть оценена прежде всего с экономической точки зрения. Так, например, в индивидуальном производстве целесообразно применение универсальных пневматических устройств, оснащенных сменными зажимами приспособленными, пригодными для различных типоразмеров деталей.

В массовом производстве сварных узлов обечайные (не быстродействующие) универсальные прижимы малопригодны из-за большого вспомогательного времени, поэтому фиксация и зажим деталей должны осуществляться быстродействующими пневматическими и другими прижимами.

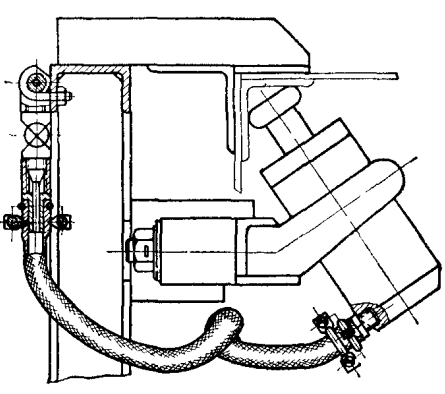
### Прижимы с пневмоцилиндрами

Конструкции пневмоприжимов зависят от типа приспособления, характера зажатия детали, способа подачи воздуха и т. д. Так, в неподвижных приспособлениях воздух в пневмоцилиндры подводится от распределительного крана непосредственно; в поворотных приспособлениях сжатый воздух подводится через цапфу поворотного приспособления (фиг. 100).



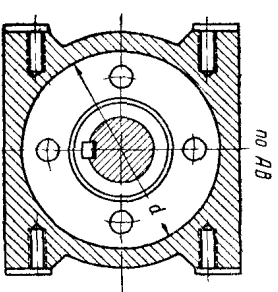
Фиг. 100. Цапфа поворотного пневматического прижима:

1 — цапфа; 2 — цилиндр; 3 — крышка.



Фиг. 101. Пневмоприжим с резиновым шлангом.

Если поворот приспособления производится совместно с пневмоцилиндром, то сжатый воздух подается по гибким прорезанным шлангам (фиг. 101).



Фиг. 102. Пневмоприжим с возвратом поршня пружиной:

1 — корпус; 2 — шток; 3 — манжета; 4 — поршень; 5 — шайба; 6 — пружина.

Система подачи воздуха к приспособлению требует тщательного монтажа во избежание пропуска воздуха в манжетах поршня цилиндров и в местах присоединений; при этом следует особо обеспечить герметичность в резьбовых соединениях.

№ прижима	$P^*$	$D$	$D_1$	$D_2$	$D_3$	$D_4$	$D_5$	$D_6$	$L$	$C_{\max}$ и $C_{\min}$	$K$	$d$	$d_1^{**}$	$d_2$	$l$	$l_1$
1	170	75	25	$70^{+0,074}$	53	116	102	86	138	45 15	8	M10	$3/8''-18$	1M20	25	22
2	310	100	25	$85^{+0,087}$	62	150	125	105	156	50 15	8	M12	$3/8''-18$	1M20	25	22
3	700	150	35	$120^{+0,087}$	75	214	165	142	170	60 20	4	M12	$1/2''-14$	1M24	30	22
4	1200	200	35	$120^{+0,087}$	75	275	165	142	177	60 15	4	M12	$1/2''-14$	1M24	30	22
5	2000	250	35	$160^{+0,10}$	80	330	210	190	189	70 20	4	M16	$3/4''-14$	1M24	30	22
6	2800	300	35	$160^{+0,10}$	80	395	210	190	197	70 15	4	M16	$3/4''-14$	1M24	30	22

\*  $P$  — усилие в кг на штоке при давлении воздуха  $4 \text{ кг/см}^2$ .

\*\* Резьба Бриггса специальная.

Основными элементами пневматических устройств являются пневмоцилиндры, рабочая часть прижимного устройства, устройства для управления подачи воздуха.

На фиг. 102 показана обычная конструкция пневмоцилиндра, у которого возврат поршня в исходное положение осуществляется пружиной.

Наряду с этим типом в сварных приспособлениях применяются пневмоцилиндры с двухсторонней подачей воздуха; при зажиме детали воздух подается в одну полость цилиндра, при разжиме — в другую. Пневмоцилиндры с двухсторонней подачей воздуха нормализованы. Основные размеры даны в табл. 37 (фиг. 103).

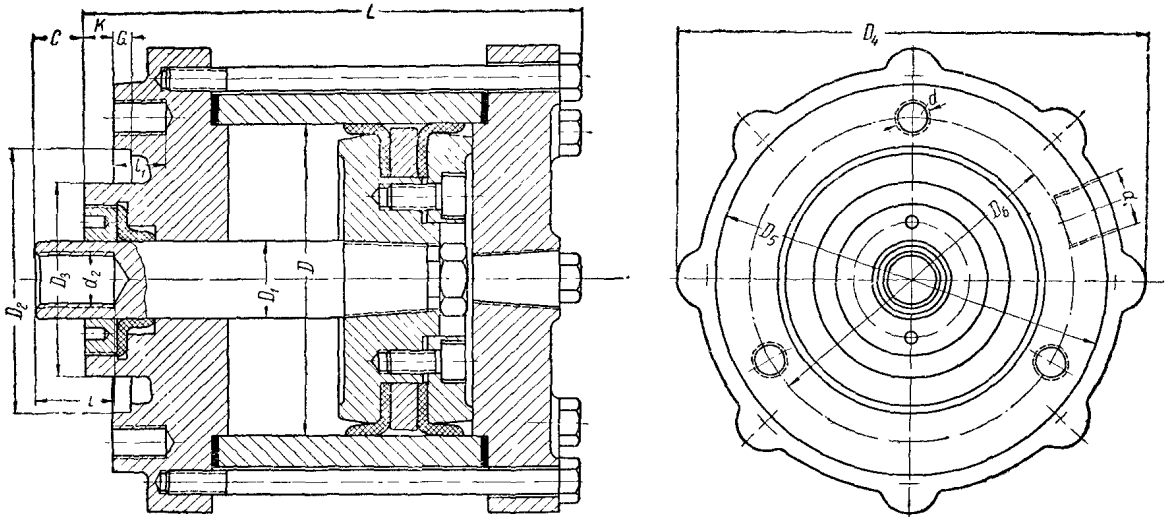
Форма корпуса цилиндра и места крепления к приспособлениям могут быть различными (фиг. 104) в зависимости от конструктивной схемы самого приспособления.

Схематический вариант подвески пневмоприжима дан на фиг. 105.

Постоянство давления на штоке зависит от герметичности манжет поршня. Манжеты изготавливаются из кожи или хлорвиниловой массы.

При возврате поршня в исходное положение с помощью пружины ставится одна манжета, при двухсторонней подаче воздуха — две; при этом в первом случае горизонтальная часть манжеты направляется в сторону воздушной камеры.

Рабочая часть прижима может быть самой разнообразной конструкции в зависимости от размеров и формы прижимаемой детали. В некоторых слу-

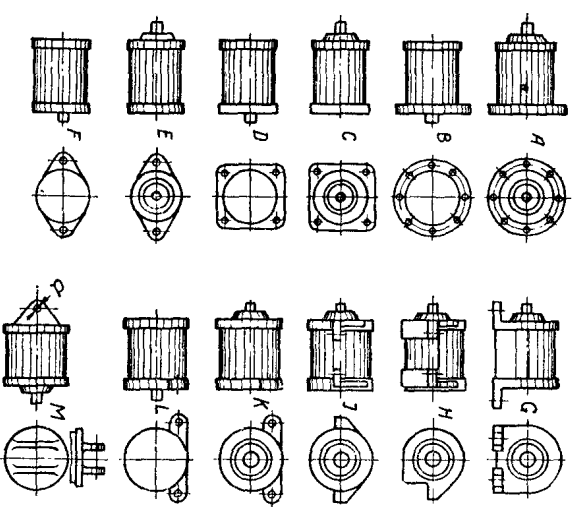


Фиг. 103. Пневмоприжим с двухсторонней подачей воздуха.

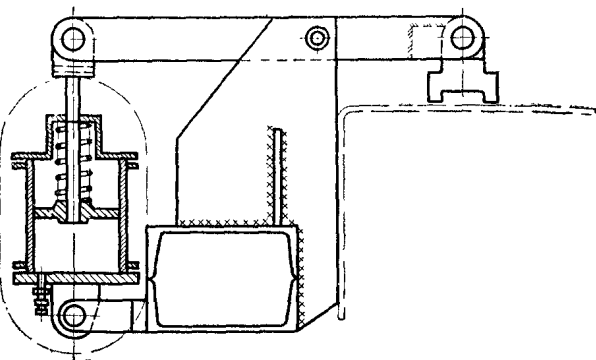
чаях зажим детали провозводятся непосредственно концом штока (фиг. 106), в других конец штока действует на рычажную систему, крепящую детали (фиг. 107 и 108).

У прижима фиг. 109 зажим осуществляется через рычаги 1 и 2, а у прижима (фиг. 110) — разжимом рычагов 1.

После снятия давления в пневмоцилиндре 2 пружина 3 стягивает нижние концы рычагов и позволяет снять собранное изделие.



Фиг. 104. Формы корпусов пневматических цилиндров.



Фиг. 105. Подвеска пневмоприжима на штанге.

Рабочая часть штока может иметь на конце жестко насаженную круглую пату.

Расчет пневмоприжима сводится к определению диаметра поршня; при этом исходным является давление в сети цеха.

Усилие, которое может создать шток одного пневмоцилиндра (см. фиг. 103) при подаче воздуха со стороны штока:

$$P = p_0 \frac{\pi}{4} (D^2 - D_1^2),$$

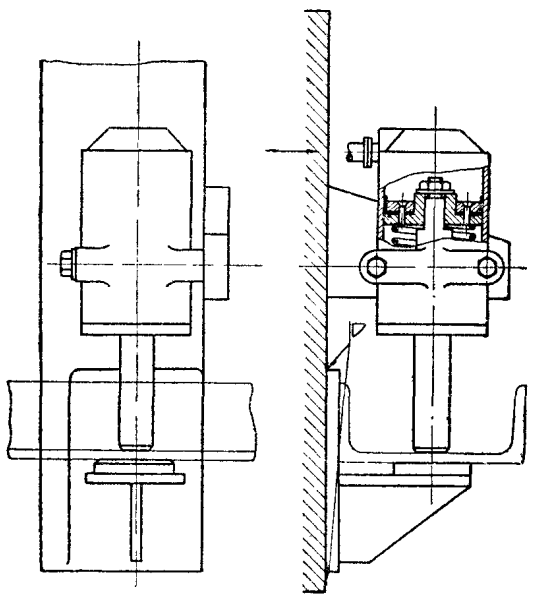
и при подаче воздуха со стороны поршня

$$P = p_0 \frac{\pi D^2}{4},$$

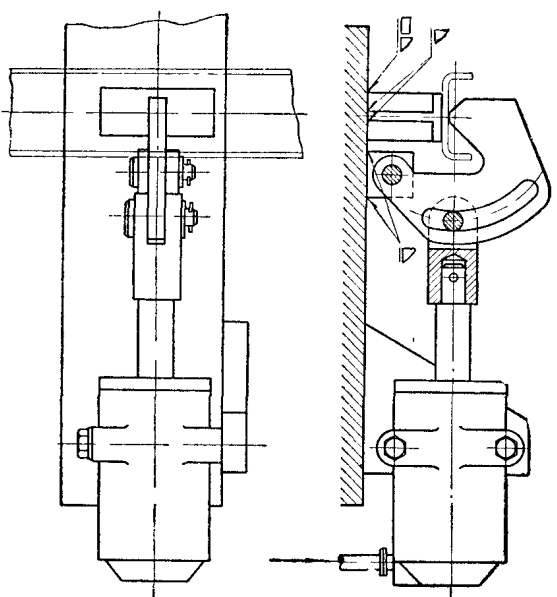
где  $D$  — диаметр цилиндра в см;

$D_1$  — диаметр штока поршня в см;

$p_0$  — давление воздуха в сети на входе в пневмоцилиндр в кг/см<sup>2</sup>.

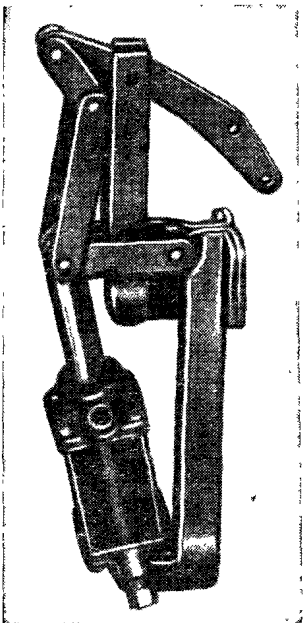


Фиг. 106.



Фиг. 107.

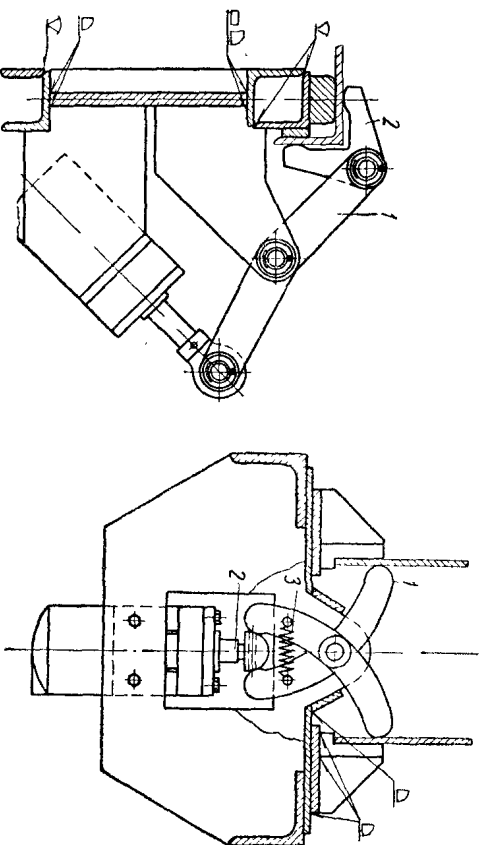
Обычно в воздухопроводной сети котельно-сварочных цехов давление составляет 5—6 атм. Расчетным давлением с учетом потерь в подводящих частях к пневмоцилиндрам следует считать 4—5 атм.



Фиг. 108.

Воздух поступает в цилиндры непосредственно из заводской сети через разветвление трубопроводов, или, в случае высокого давления воздуха в сети, через воздушный редуктор.

Воздушные редукторы могут быть двух видов: поршневые и мембранные (фиг. 111). В обоих случаях регулировка редуктора осуществляется винтом с пружиной.



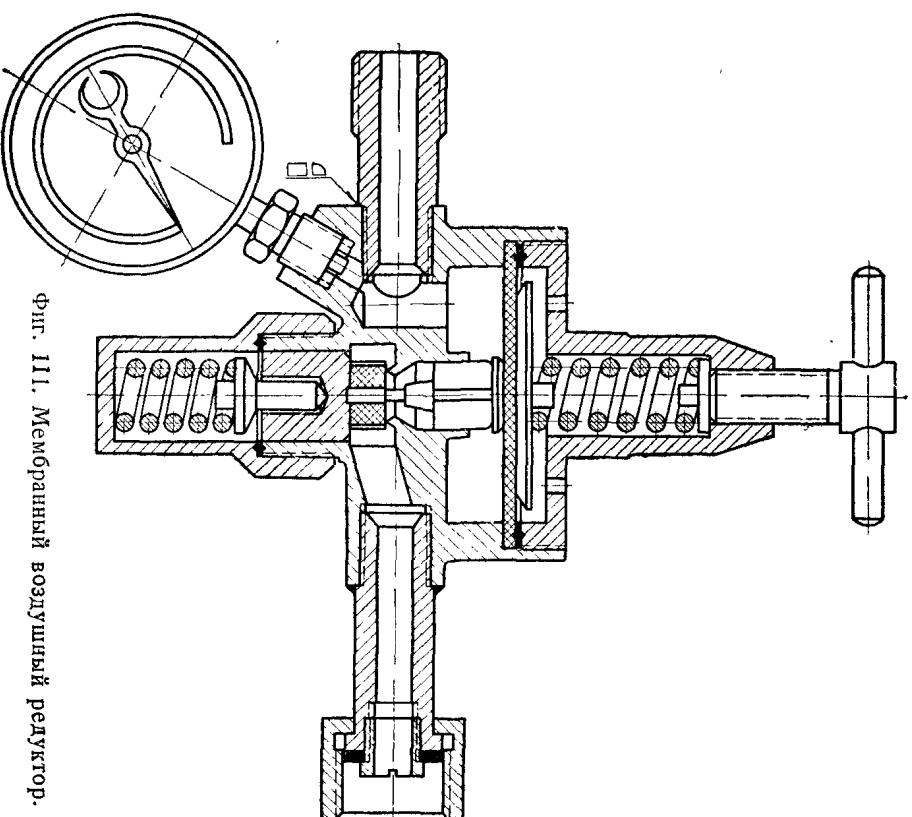
Фиг. 109.

Фиг. 110.

Для управления подачей воздуха служат воздушные краны (фиг. 112).

При односторонней подаче воздуха в пневмоцилиндр ставится трехходовой кран с тремя положенными рукоятки: 1) для открытия подачи; 2) для подачи воздуха в пневмоцилиндр; 3) для выпуска отработанного воздуха из пневмоцилиндра в атмосферу.

Четырехходовой кран осуществляет подачу воздуха для возврата пневмоцилиндра в исходное положение. Основные размеры четырехходовых воздушных кранов приведены в табл. 38 (фиг. 112).



Фиг. 111. Мембранный воздушный редуктор.

Схема монтажа арматуры к пневмоцилиндрам показана на фиг. 113. Манометр может быть присоединен на входе в цех или в отделе к ответвлению трубы или непосредственно к воздушному редуктору.

Прижимы с пневмоцилиндром при всех их преимуществах имеют ряд недостатков. К числу их относятся:

сравнительно быстрый износ уплотнений, требующий частую смену их; в противном случае повышается расход воздуха из-за утечки и ослабляется зажим, что может привести к аварии; громоздкость цилиндров, значительно ограничивающая область их применения.

№ крана	Разьба тру- бы кониче- ской специаль- ная D	Размеры в мм										
		A	B	C	t	H	L	M	E	F	K	I
1	1 1/4" - 18	74	96	30	16	74	115	42	24	26	10	12
2	3/8" - 18	96	122	44	22	96	145	58	32	36	12	16
3	1/2" - 14	110	136	52	24	101	145	64	36	42	12	18
4	3/4" - 14	136	168	62	30	122	200	79	45	52	16	22

*Прижимы с пневмокамерой*

Ниже приводится описание конструкции пневматических зажимов, в которых вместо цилиндра применяется пневматическая камера с резиновой диафрагмой, заменяющей поршень.

Общий вид такой камеры показан на фиг. 114.

Пневматическая камера состоит из плотной резиновой диафрагмы на тканевой основе 1, зажатой между крышками 2 и корпусом 3.

Сжатый воздух входит в камеру через отверстие А в крышке и давит на диафрагму, выгибая ее и подавая вперед шток 4.

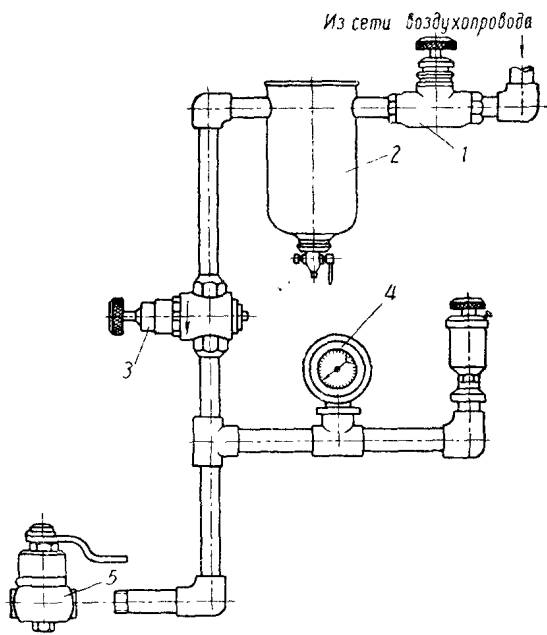
Шток имеет тарелку большого диаметра 5, которая не скреплена с диафрагмой, а только прижата к ней под действием пружины. Эта же пружина служит для отвода прижимных устройств при выключении и возврате диафрагмы.

Конструкция пневматической камеры с диафрагмой очень проста. Благодаря использованию диафрагмы вместо поршня устраняется утечка воздуха и все последствия этого.

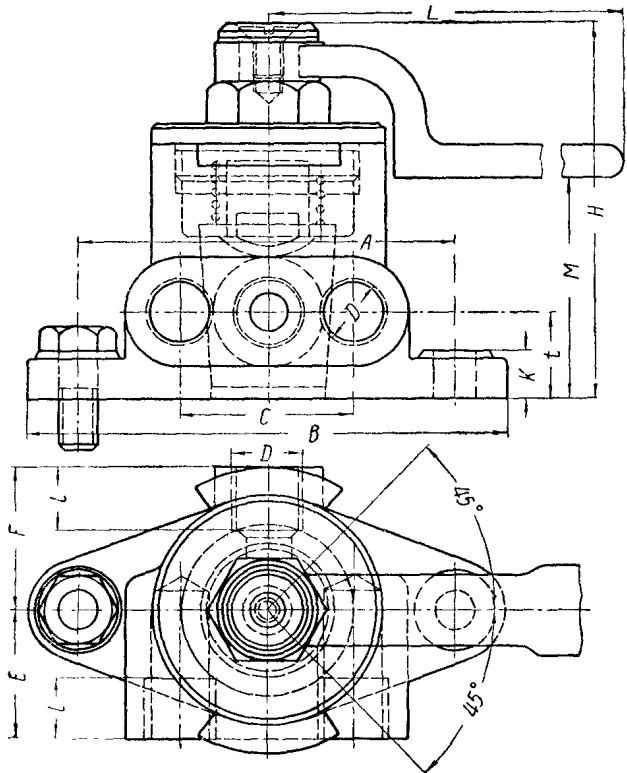
Значительно упрощается и обслуживание в производственных условиях, так как диафрагма, изготовленная из резины на тканевой основе, обладает большой долговечностью и выдерживает до 1 млн. циклов. Компактность и малый вес камеры позволяют упростить конструкцию самого приспособления, что имеет особое значение в случае необходимости получения больших зажимных усилий.

Для управления пневматическими камерами служит конструкция вращающегося дискового крана, показанного на фиг. 115.

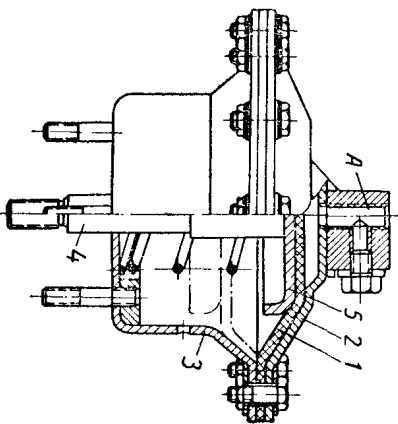
Кран состоит из корпуса 1 с тремя отверстиями и крышки 2, между которыми находится вращающийся диск 3 с двумя каналами. Поворот диска осуществляется рукояткой 4. Диск 3 прижимается



Фиг. 113. Схема монтажа арматуры к пневмоцилиндрам:  
1 - вентиль; 2 - водоотстойник; 3 - редукционный клапан; 4 - манометр; 5 - пневматический кран.

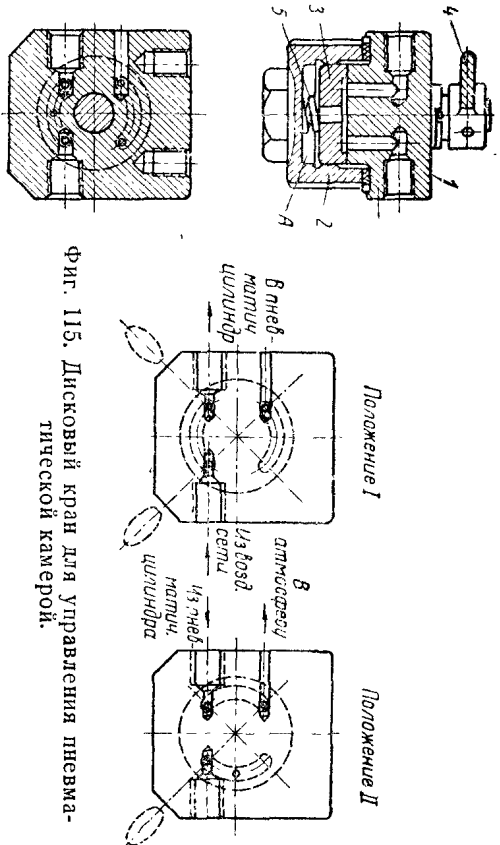


Фиг. 112. Воздушный кран для управления подачей воздуха в пневмоприжимы.



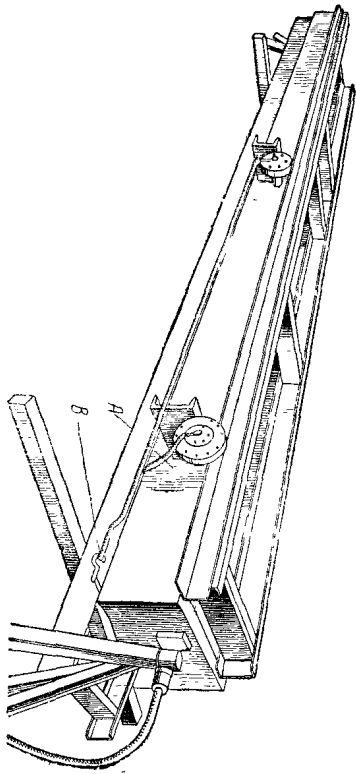
Фиг. 114. Прижим с пневмокамерой.

к корпусу 1 пружиной 5. Один из каналов диска имеет сквозное отверстие для соединения с камерой А. Одним резьбовым отверстием кран соединен с воздушной магистралью, а другим с пневматической камерой.



Фиг. 115. Дискový кран для управления пневматической камерой.

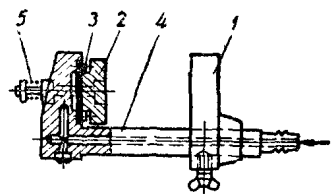
При I положении рукоятки крана (фиг. 115) воздух из магистрали, проходя через канал вращающегося диска, поступает в пневматическую камеру.



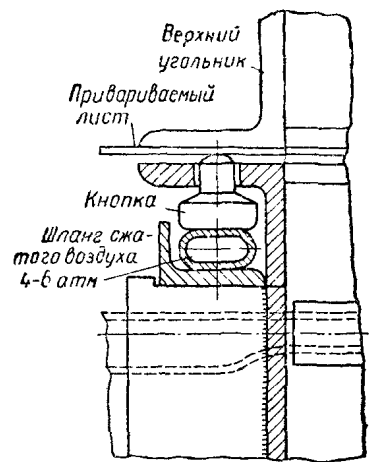
Фиг. 116. Приспособление с пневматическими камерами: А — корпус приспособления; В — клапан на четыре камеры.

При II положении рукоятки крана воздух из магистрали отключается, а воздух, находящийся в пневматической камере, отводится в атмосферу через второй канал вращающегося диска.

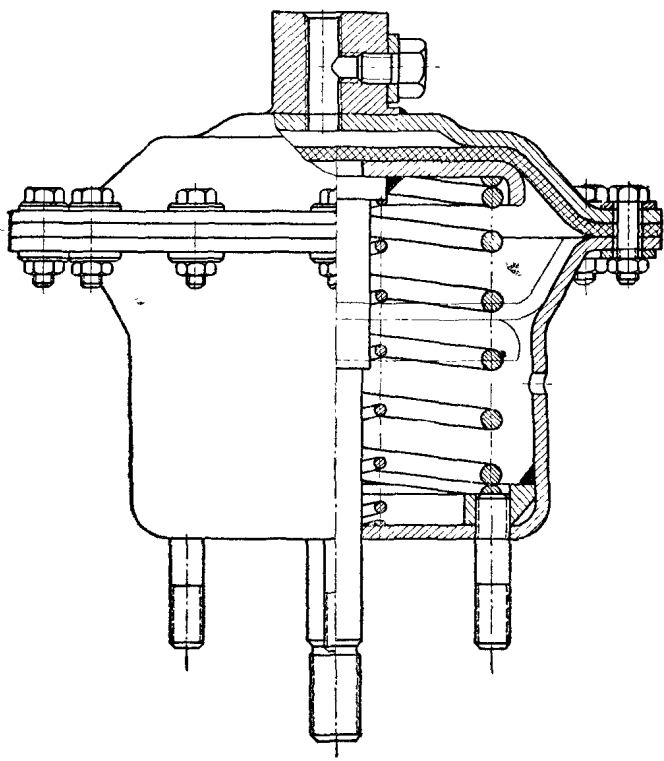
На фиг. 116 показано приспособление для установки и прижима швеллеров к поперечным брускам рамы шасси, осуществляемые пневматическими камерами. Все четыре камеры работают от одного клапана. На фиг. 117 приведена типовая конструкция пневматического прижима с резиновой диафрагмой для создания усилия до 1000 кг;



Фиг. 118. Пневматический прижим с подвижной щекой.



Фиг. 119. Многокэпочный прижим.



Фиг. 117. Конструкция пневмокамеры для усилия до 1000 кг.

тонкими линиями показано положение диафрагмы и тарелки в рабочем положении.

В пневматическом прижиме, приведенном на фиг. 118, зажимающим элементом является резиновая диафрагма. Прижим состоит из регулируемой щеки 1, зажимающей щеки 2, резиновой диафрагмы 3, наплавляющей 4 и пружины 5. Рабочий ход в этом устройстве весьма велик.

После прекращения подачи воздуха и переключения воздушного крана воздух из канала выходит в атмосферу, а под действием пружины 5 зажимающая щека возвращается в исходное положение.

Оригинальный многокнопочный пневматический прижим для равномерного прижима длинного листа, применяемый на одном машиностроительном заводе, показан на фиг. 119.

Воздух из сети подается в шланг, на который упираются специальные кнопки, являющиеся рабочими элементами прижимов. При заполнении шланга воздухом кнопки перемещаются вверх, чем осуществляется прижатие листа к верхнему угольнику. Такое приспособление может применяться при прижиме тонких листов, диафрагм и т. п. в стесненных местах, где размещение пневматических цилиндров и пневматических камер невозможно.

### в) Магнитные прижимы

Можно привести пример разработанной конструкции универсального магнита УЭМ, служащего прижимом для сборочно-сварочных работ.

Характеристика электромагнита

Диаметр . . . . .	165 мм
Высота . . . . .	170 мм
Вес . . . . .	12 кг
Расчетная подъемная сила . . . . .	800 кг

Электромагнит работает от сети постоянного тока и рассчитан на напряжение 55 в.

При этом напряжении и токе 1,5 а электромагнит потребляет 82,5 вт.

Конструкция электромагнита состоит из четырех основных частей (фиг. 120): корпуса, катушки, гайки и выключателя.

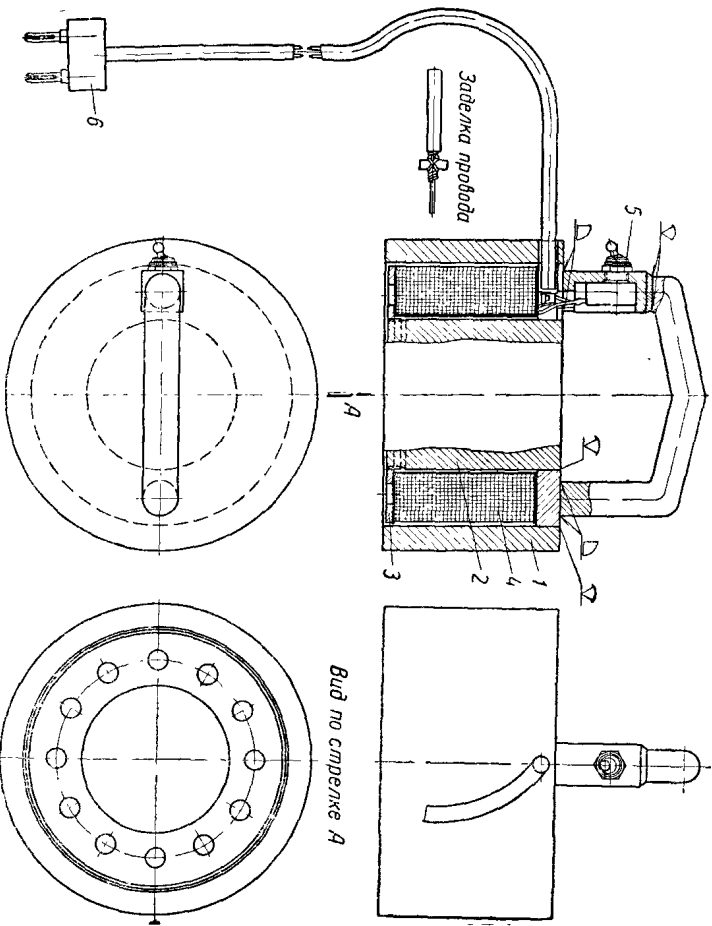
Корпус 1 представляет собой стакан с толстой стенкой 12,5 мм. Стенка стакана является внешним полюсом электромагнита. Внутренним полюсом служит стержень 2 диаметром 80 мм, представляющий собой одно целое со стаканом. На конце стержня имеется нарезка для навертывания гайки 3.

На внутреннем полюсе надета катушка 4 электромагнита, которая удерживается при помощи гайки 3, сделанной из немагнитного материала. Корпус 1 и стакан 2 сделаны из стали Ст. 3.

Концы обмотки катушки выведены наружу и подключены к выключателю типа тумблера 5.

Катушка магнита подключается к сети с помощью штепсельной вилки 6.

Работа с магнитным прижимом производится следующим образом. Электромагнит устанавливается в нужное положение без тока. После установки магнита при помощи тумблера включается ток, и магнит приходит в рабочее состояние.



Фиг. 120. Электромагнитный прижим.

Применение электромагнита может быть весьма разнообразным; на фиг. 121 даны некоторые возможные варианты использования электромагнитного прижима.

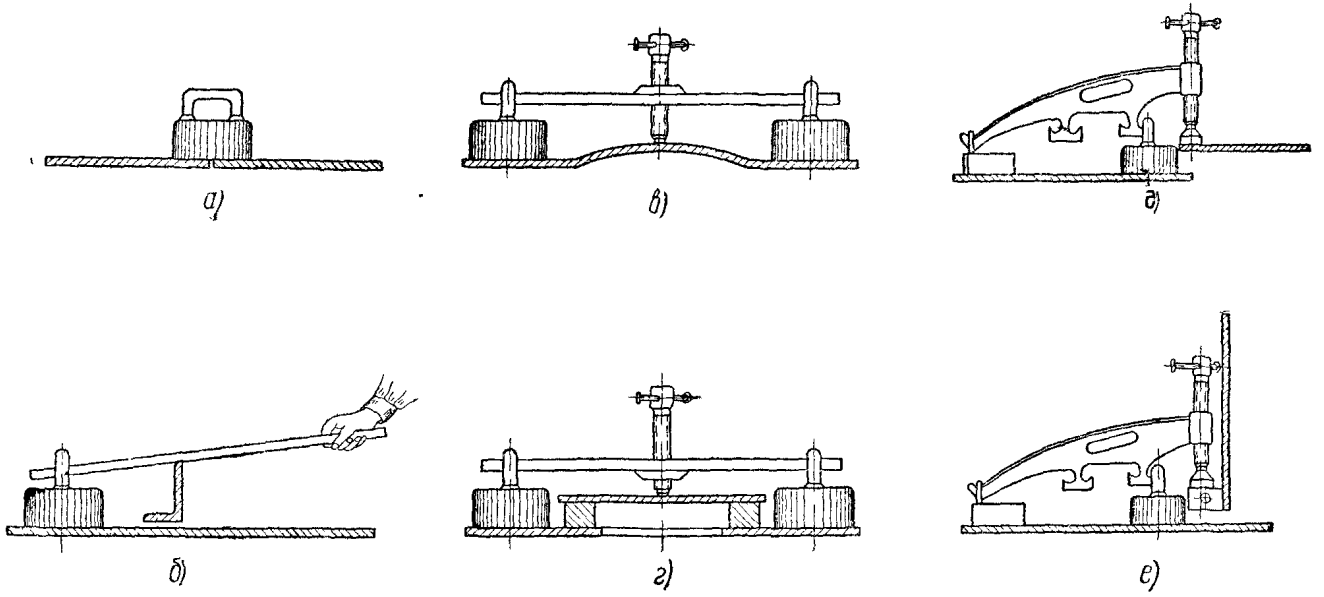
### 3. СТЫГИВАЮЩИЕ И РАСПОРНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ (ДОМКРАТЫ, СТЫЖКИ И РАСПОРКИ)

Классификация стягивающих и распорных приспособлений дана на фиг. 122.

#### а) Домкраты

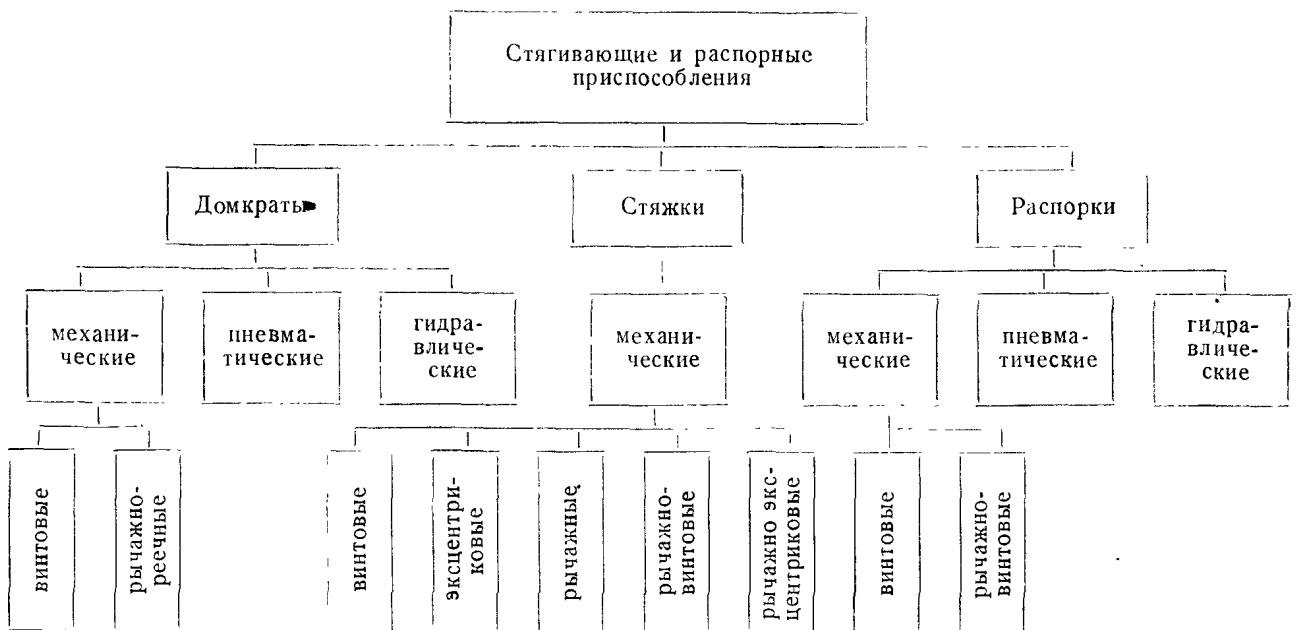
Домкраты могут служить: для создания базовых опорных поверхностей при установке элементов собираемого изделия; в этом случае домкрат воспринимает весь или часть веса собираемого изделия; для силового воздействия на элементы собираемого изделия с целью прижима одного элемента к другому.





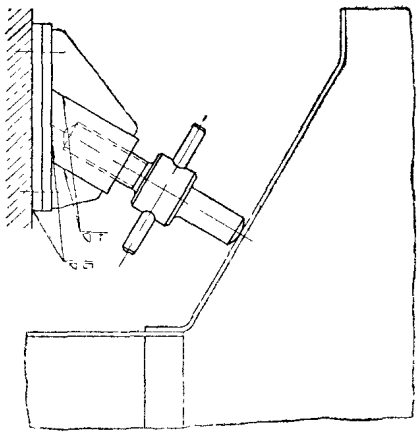
Фиг. 121. Схемы применения электромагнитного прижима:

*a* — электромагнит заменяет прихватку; *b* — электромагнит служит точкой опоры рычага, поджимающего уголок к привариваемой поверхности; *в* — два электромагнита используются для выпрямления листов; *г* — два электромагнита используются для прижима временной крышки люков при испытании цистерн; *д* — электромагнит используется для пригонки листов; *e* — электромагнит используется для подтягивания стенок (диафрагм).

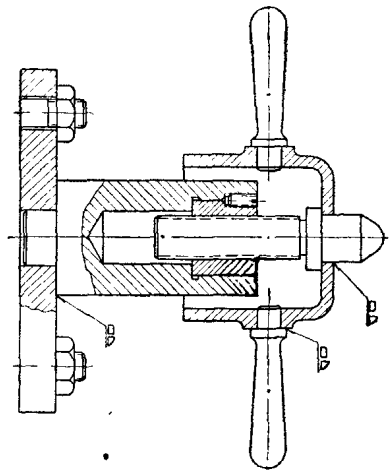


Фиг. 122. Классификация стягивающих и распорных приспособлений.

Винтовые домкраты должны проверяться на суммарную нагрузку от составляющих веса и усилия прижима, приходящуюся на домкрат.



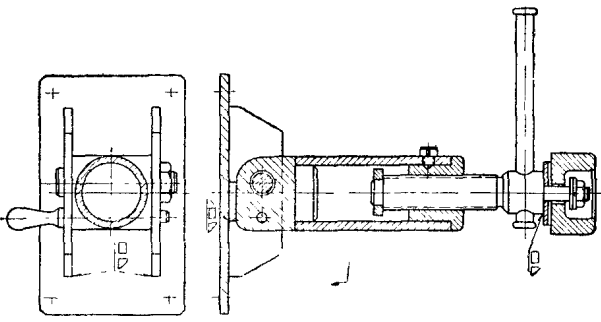
Фиг. 123.



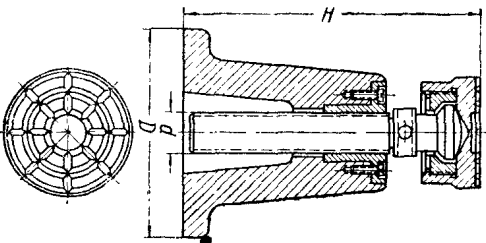
Фиг. 124.

Винтовые домкраты, получившие наибольшее распространение, изготовляются только самостормозными. Вследствие этого они безопасны в эксплуатации, хотя и имеют невысокий к. п. д.

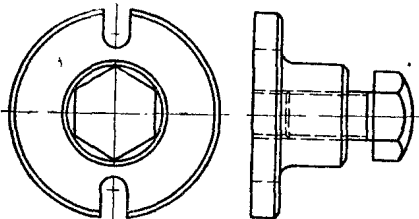
Винтовые домкраты могут быть вмонтированы в остов сборочного стенда или приспособления (фиг. 123), могут быть съем-



Фиг. 125.



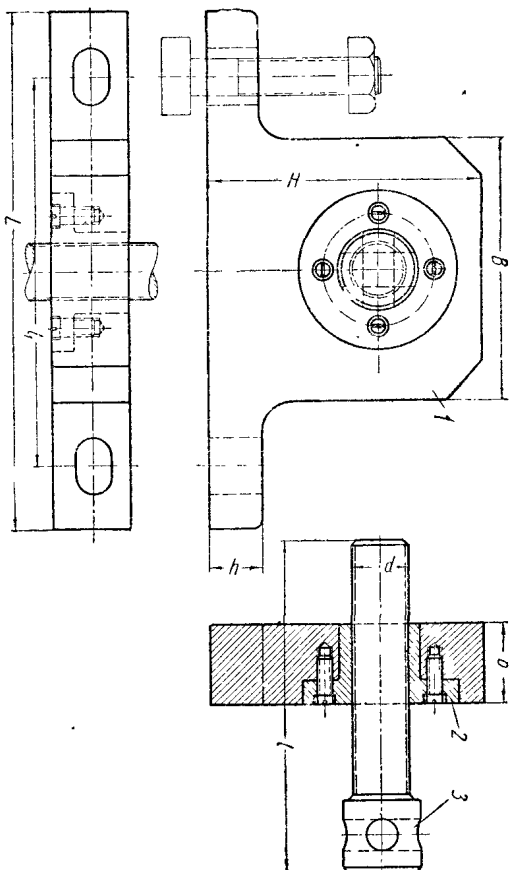
Фиг. 126.



Фиг. 127.

ными (фиг. 124), откидными (фиг. 125) или переносными (фиг. 126, 127). Основные размеры переносных домкратов для сборочно-сварочных работ даны в табл. 39.

Винт домкрата изготавливается из стали 45 по ГОСТ В 1050-41. Твердость головки винта  $R_c = 40 \div 45$ .



Фиг. 128. Домкрат для горизонтального прижима.

Домкрат для горизонтальной установки деталей (фиг. 123) прикреплается болтами к раме сборочного стенда или приспособления. Домкрат состоит из корпуса 1, гайки 2 и винта 3.

Основные размеры этих домкратов приведены в табл. 40.

Таблица 39

№ прижима	Грузоподъемность в кг	$H_{\min}$	$H_{\max}$	$D$	$d_{\text{тралец}}$
1	500	110	140	90	20×4
2	1 000	135	195	94	24×5
3	2 000	185	270	100	30×6
4	3 000	215	310	106	31×6
5	5 000	215	315	106	44×8
6	6 000	275	410	120	48×8
7	8 000	280	410	120	55×8
8	10 000	330	490	132	6,1×8

Таблица 40

№ прижима	$H$	$L$	$B$	$b$	$d_{\text{тралец}}$	$l$	$l_1$	$h$
1	105	200	100	30	20×4	128	150	30
2	210	450	200	60	34×6	240	400	60

Выстродевающий винтовой домкрат приведен на фиг. 129. Винты этих домкратов имеют правую и левую нарезки.

При упоре верхней гайки в зажимаемую (поднимаемую) плоскость концевые гайки раздвигаются одна относительно другой с удвоенной скоростью.

Условие самоотможения винтовых домкратов соблюдается при

$$\varphi \leq \rho,$$

где  $\varphi$  — угол подъема винта; при коэффициенте трения  $f = 0,1$  угол  $\rho = 6^\circ$ . Угол  $\varphi$  делают в пределах  $4-5^\circ$ .

Усилие рабочего на плече  $R$  рукоятки

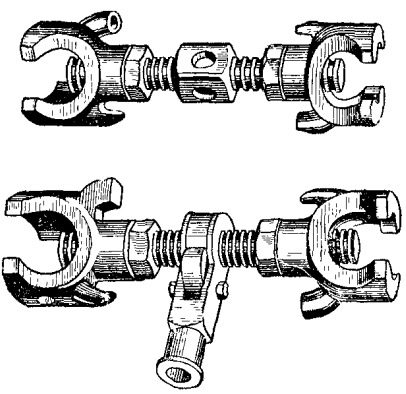
$$K = \frac{Q r_m \operatorname{tg}(\varphi + \rho)}{R} \text{ кг,}$$

где  $r_m$  — средний радиус нарезки;  $Q$  — грузоподъемность (суммарная нагрузка от веса поднимаемых элементов и усилия прижима). С учетом трения между головкой винта и опорой (фиг. 126)

$$K = \frac{Q [r_m \operatorname{tg}(\varphi + \rho) + f_1 r_1]}{R} \text{ кг,}$$

где  $f_1$  — коэффициент трения между головкой винта и опорой;

$r_1$  — средний радиус опорной плоскости головки винта.



Фиг. 129. Выстродевающий винтовой домкрат.

Винт домкрата подвергается сжатию и кручению.

$$\text{Напряжение на сжатие } \sigma_z = \frac{Q}{\frac{\pi d_0^2}{4}} \text{ кг/см}^2.$$

$$\text{Напряжение на кручение } \tau = \frac{M}{W} = \frac{KR}{\frac{\pi d_0^3}{16}} = K_2 \text{ см}^2.$$

Результирующее напряжение

$$\sigma = \sqrt{\sigma_z^2 + 4\tau^2} \text{ при } \sigma_z > \tau;$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_z^2 + 3\tau^2} \text{ при } \sigma_z < \tau.$$

$d_0$  — естественный диаметр резьбы винта.

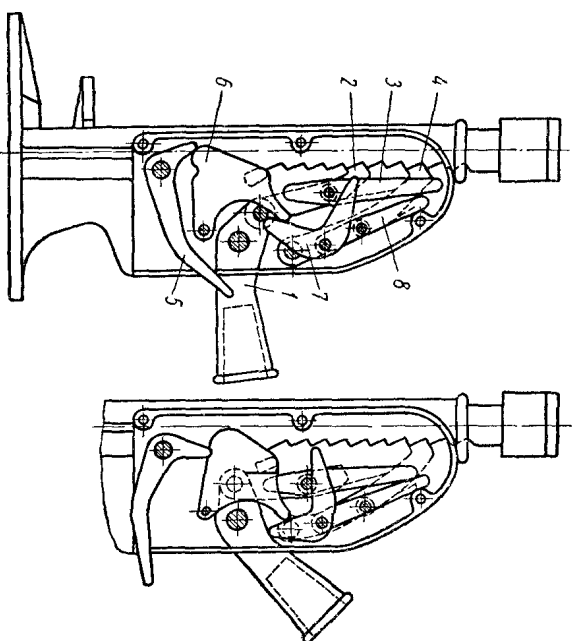
Рычажно-реечные домкраты применяются при сборке в стесненных условиях, где невозможна установка винтового домкрата, требующего значительного горизонтального размаха рукоятки ( $90-120^\circ$ ).

В рычажно-реечных домкратах подъем опорной головки (фиг. 130), укрепленной на рейке, осуществляется при качании в вертикальной

плоскости рычага 1, соединенного с рейкой двумя собачками, шарнирно-укрепленными на ней по обе стороны. Собачки расположены на разных расстояниях от оси вращения рычага. Для удержания рейки в заданном положении служит третья собачка, укрепленная на неподвижной оси в корпусе домкрата.

Стальная рейка перемещается в вертикальных направляющих, образованных стальным корпусом домкрата. Нижняя часть рейки может быть отогнута под прямым углом, образуя лапу для подъема.

Работа рычажно-реечного домкрата осуществляется в следующей последовательности.



Фиг. 130.

Для подъема рейки рычагу 1 сообщается качательное движение, при этом собачка 2 пружинной и рычагом 3 прижимается к рейке. При внешнем усилии на рычаг 1 вниз собачка 2 перемещается вверх и увлечет с собой рейку. При вращении рычага 1 вверх собачка 2 скользит по рейке и заходит в зацепление со следующим нижним зубом рейки.

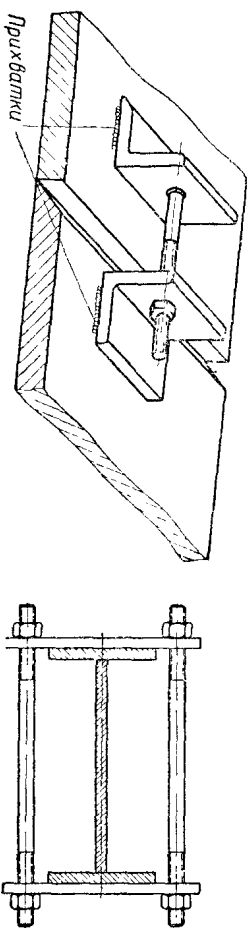
Перемещение рейки на необходимую высоту осуществляется несколькими качательными движениями рычага 1. Предохранительная собачка 4 находится в зацеплении под действием пружины все время, пока собачка 2 перемещается вниз к очередному зубу. При подъеме же рейки собачкой 2 пружина преодолевается, и собачка 4 скользит по затылку зуба. Для опускания рейки необходимо отклонить рычаг 5, при этом рычаг 6 повернется вправо, своим приливом отклонит рычаг 3 и выведет из зацепления собачку 2; поворотом рычага 1 отклоняются рычаги 7 и 8, собачка 4 отходит вправо и освобождает рейку.

Гидравлические домкраты применяются при сборке балочных и рамных сварных конструкций.

## 6) Стяжки

Стяжки предназначаются для стягивания при сборке двух или нескольких деталей или узлов.

Стяжки могут быть: 1) стоечные, 2) кольцевые и 3) специальные. По конструкции они делятся на винтовые, эксцентрикковые, рычажные, рычажно-эксцентрикковые и рычажно-винтовые.

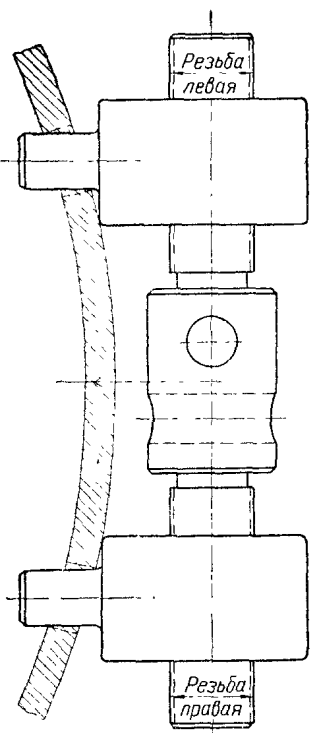


Фиг. 132.

Фиг. 133.

На фиг. 132 показана простая винтовая стяжка для сборки листов, на фиг. 133 — для сборки двутавровых и коробчатых конструкций, на фиг. 134 и 135 — для сборки обечаек и на фиг. 136 и 137 — для сборки объемных конструкций.

У стяжки на фиг. 132 стяжной угольник или планка привариваются на коротком шве к собираемому изделию и после сварки отгибаются.

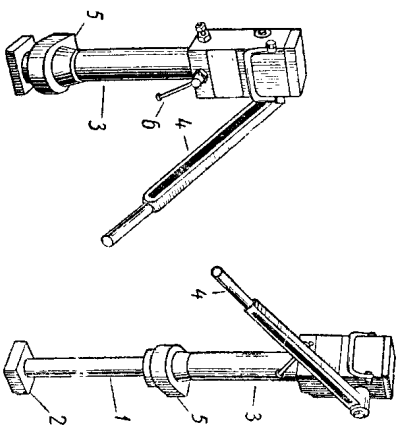


Фиг. 134.

Стяжка для балок может быть с двухсторонним поджимом и с охватываемыми хомутами с односторонним подтягиванием.

Стяжки для сборки объемных конструкций и обечаек в большинстве случаев бывают специализированные. Если в свариваемой обечайке нет отверстий, то стяжка должна крепиться к кромкам обечаек. Стяжка противоположных стенок баков, бортов, пригибания лаубной и бортовой обшивки, для установки стенок в двухстенчатых крановых балках и др. Наличие двух резьбовых отверстий в прижимах дает возможность производить зажим с любой стороны, или же двумя винтами одновременно. Основные размеры этих стяжек приведены в табл. 41.

Домкрат (фиг. 131) состоит из вертикального штока 1, опирающегося на плиту 2. На верхнюю часть штока надет подъемный цилиндр 3. В верхней уширенной части цилиндра помещается насос и запасной резервуар для рабочей жидкости. Привод насоса осуществляется двуплечным рычагом 4. При перекачивании жидкости из запасного резервуара в полость под штоком происходит подъем цилиндра. Прижим (подъем) собираемых элементов может осуществляться либо непосредственно верхней опорной плоскостью цилиндра, либо лопой 5. Опускание цилиндра осуществляется при повороте запорного винта 6; при этом под действием



Фиг. 131. Гидравлический домкрат.

Максимальное усилие, которое может быть преодолено домкратом, рассчитывается по формуле

$$P = Ki \frac{D^2}{d^2} \eta,$$

где  $d$  — диаметр поршня насоса в см;

$D$  — диаметр штока в см;

$i$  — отношение длины большего плеча рычага к меньшему;

$K$  — усилие рабочего, прикладываемое на рычаг, в кг;

$\eta$  — к. п. д. домкрата и принимается в среднем 0,7.

Если  $p_0$  — давление рабочей жидкости в атм, то

$$P_0 = \frac{Ki\eta}{4} \frac{D^2}{d^2};$$

где  $\delta = \gamma_{нар} - \gamma_{вн}$ ,

Толщина стенок цилиндра рассчитывается по формуле

$$\delta = \gamma_{нар} - \gamma_{вн} \sqrt{\frac{\sigma + 0,004ra}{\sigma - 0,013r_0}} \text{ ММ};$$

где

$$\gamma_{нар} = \gamma_{вн} \sqrt{\frac{\sigma + 0,004ra}{\sigma - 0,013r_0}} \text{ ММ};$$

$\sigma$  — допускаемое напряжение для стали — 15 ÷ 18 кг/мм<sup>2</sup>;

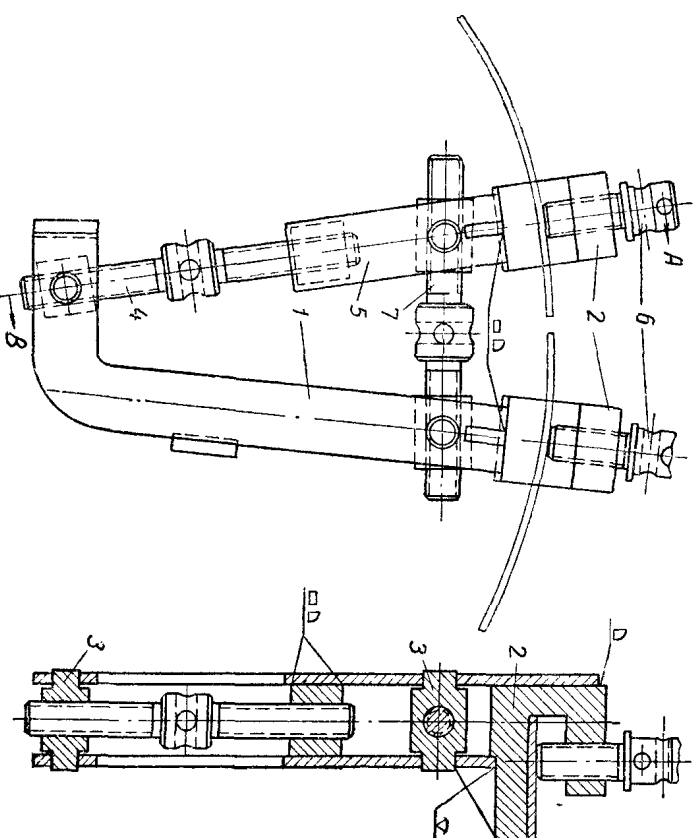
$\gamma_{нар}$  — наружный радиус цилиндра;

$\gamma_{вн}$  — внутренний радиус цилиндра, равный  $\frac{d}{2}$

№ стяжки	A	B	C	D	E	H	d	Вес в кг
1	840—1180	958—1108	350	176	50	84	M36	20
2	610—850	736—946	300	148	35	72	M30	11
3	470—610	548—728	250	116	25	60	M22	5,5
4	310—480	358—528	200	78	20	42	M16	2,0

Одной из трудоемких операций при сборке обечаек является выравнивание кромок для стыковки. Обычно для этой операции применяются выравнивающие клиновые прижимы, привариваемые к обечайке, или

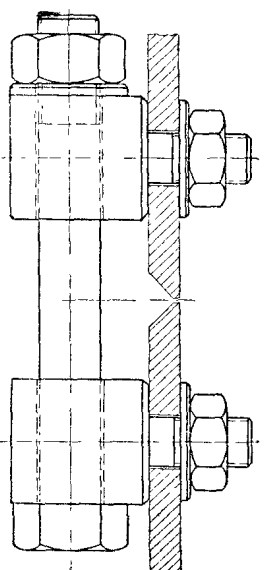
по АБ



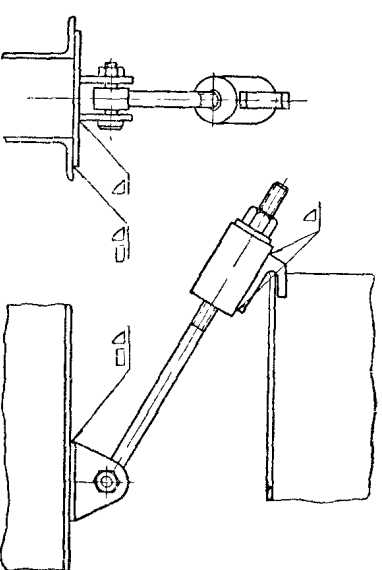
Фиг. 139. Рычажно-винтовая стяжка.

комплект из нескольких винтовых стяжек. Весьма рациональной для этой цели является рычажно-винтовая стяжка. Стяжка (фиг. 139) состоит из рычага 1 сварной конструкции, имеющего для крепления обечайки скобу 2. Рычаг 1 через шарнирную гайку 3 и стальной винт 4 связан с рычагом 5, имеющим также скобу 2. Винты 6 служат для зажима обечайки.

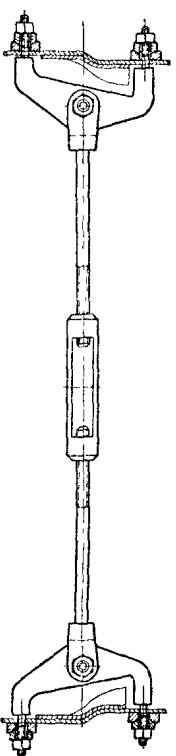
Стягивание кромок собираемых обечаек производится с помощью стального винта 7 через шарнирные гайки 3 в корпусе рычагов 1 и 5; выравнивание кромок осуществляется винтом 4.



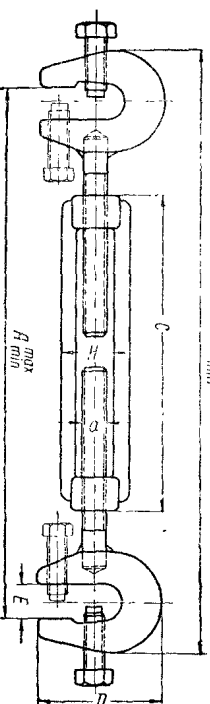
Фиг. 135.



Фиг. 136.



Фиг. 137.



Фиг. 138.



Фиг. 133.

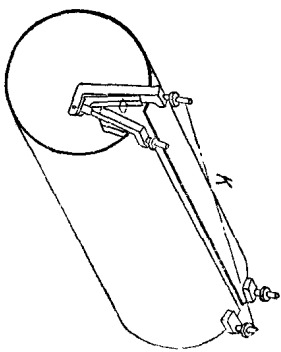
С помощью таких стяжек может быть достигнуто сопряжение кромок продольного стыка обечайки с достаточной для автоматической сварки точностью. На фиг. 140 показано применение такой стяжки при стыковке кромок обечайек на Подольском заводе.

Перекос в обечайке может быть устранен с помощью специальной стяжки, которая надевается на головки прижимных винтов с тем, чтобы путем навинчивания стяжной гайки выравнивать торцев обечайки.

Винтовая стяжка, предназначенная для выравнивания торцев обечайек, показана на фиг. 141.

Стяжка состоит из двух винтовых прижимов 1 и стяжного болта 2. Прижимы 1 надеваются на торцев свариваемой обечайки так, чтобы стык обечайек приходился на середину прижимов. Обечайка 3 упирается в вертикальные стенки прижимов; стяжной болт 2 вставляется в прорез двух прижимов. Выравнивая торцы обечайки заворачиваем гайки 5, выравнивают продольные кромки последовательным поджимом болтов 6 к полке 4.

Для стягивания стенок цилиндров и обечайек перед сваркой выхлестку или встык с получением нужного зазора в месте стыка применяются радиальные стяжки с винтовыми концевыми прижимами (фиг. 142). Такая стяжка может окататься полезной также для уничтожения эллиптичности, выгибин и других дефектов



Фиг. 140. Применение двух рычажно-винт. вых. стяжек при стыковке обечайки.

на изделин; она может быть использована также как распорка, что делает ее особенно удобной для сборки обечайек из листов средней толщины. Стяжка состоит из жесткого сварного кольца с вваренными в нее колодками, служащими гайками для радиально расположенных винтов. Винтовые прижимы на концах винтов получают поступательное движение при вращении винта.

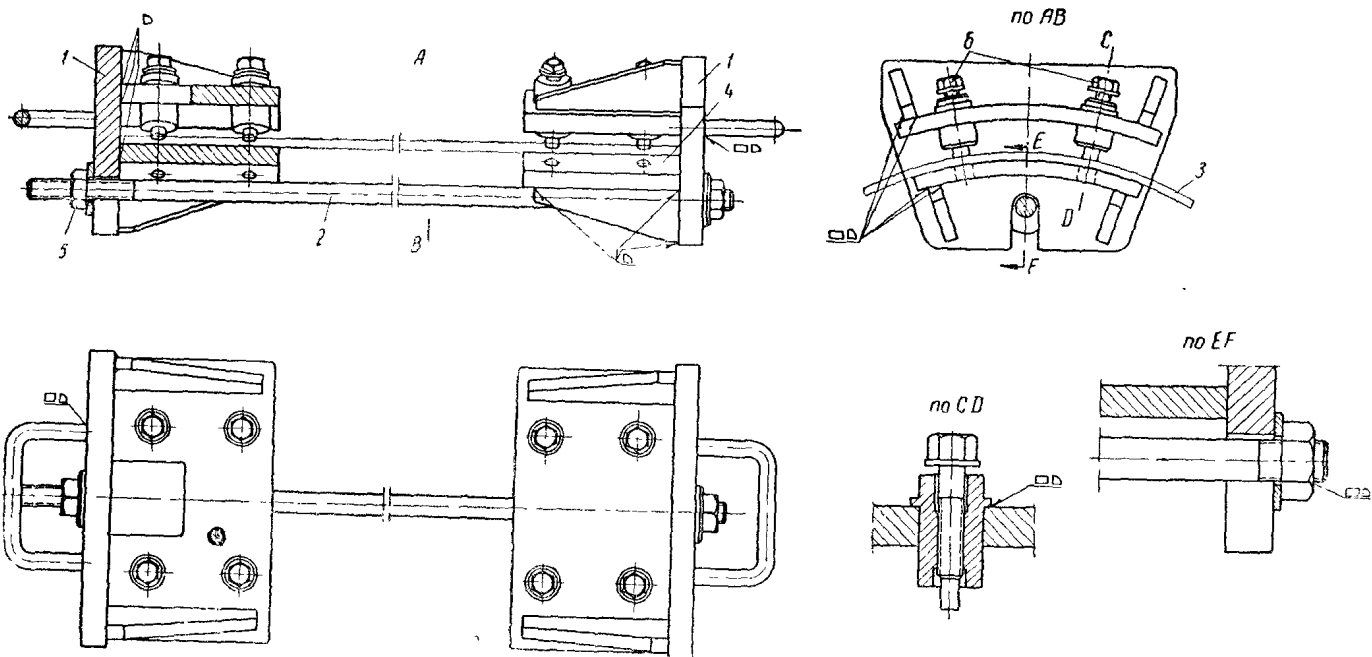
Основные размеры этих стяжек приведены в табл. 42.

Винтовые стяжки могут быть использованы также для стыковки труб (фиг. 143 и 144).

Стяжка (фиг. 143), предназначенная для сборки труб большего диаметра, имеет два хомута 1 и 2, надеваемые на концы свариваемых

Таблица 42

№ стяжки	A	B	C	d	Вес в кг
1	1100—1500	620	80	M30	90
2	800—1100	490	60	M24	42
3	600—800	390	60	M24	25
4	500—600	280	45	M20	15
5	400—500	210	45	M20	14

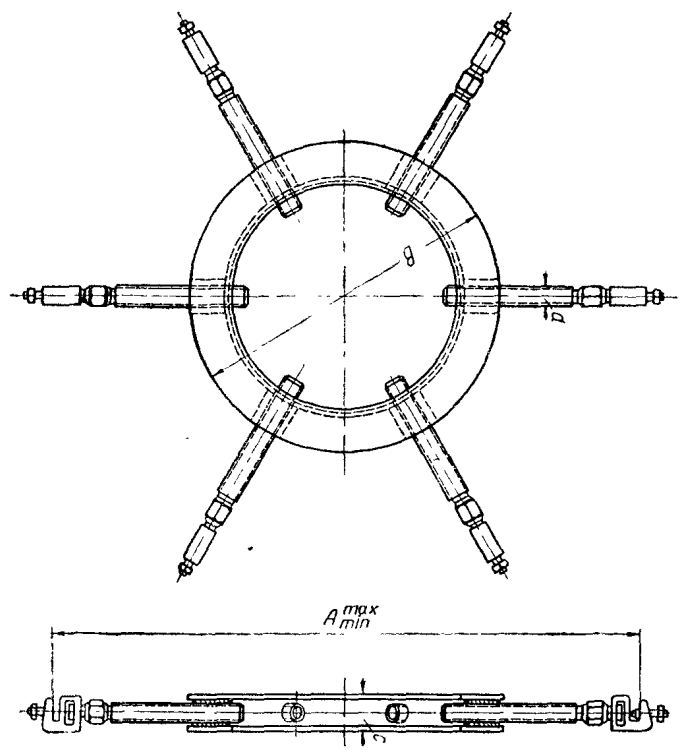


Фиг. 141 Винтовая стяжка для выравнивания торцев обечайек.

труб. Торцы труб центрируются тремя болтами 8, находящимися на концах трех кронштейнов 9, приваренных к одному из хомутов.

Для стягивания труб малого диаметра применяется стяжка, показанная на фиг. 144. Стягивание осуществляется рукояткой 1.

Эксцентрикные и рычажно-эксцентрикные кольцевые стяжки, предназначенные для сборки обечаек, показаны на фиг. 145, 146 и 147. Стяжка (фиг. 145) состоит из двух полуколец 1, сидящих на оси 2.



Фиг. 142. Радиальная стяжка с винтовыми прижимами.

Во избежание раскрывания кольца и для безопасности работы рукоятка эксцентрика 8 закрепляется петлей 11. При сборке тонких обечаек необходимо для получения цилиндрической формы применить комплект стяжки с распоркой. Такой комплект показан на фиг. 146.

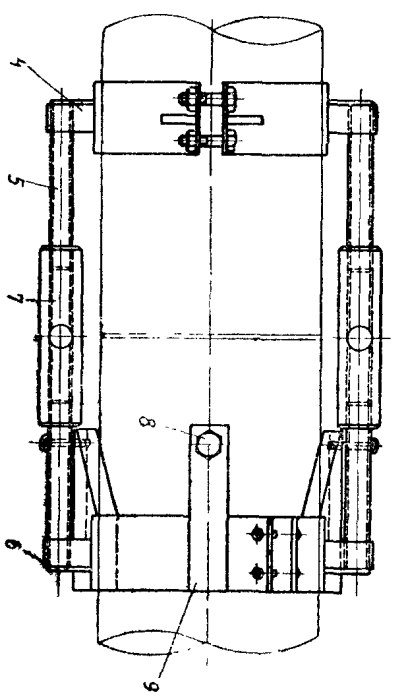
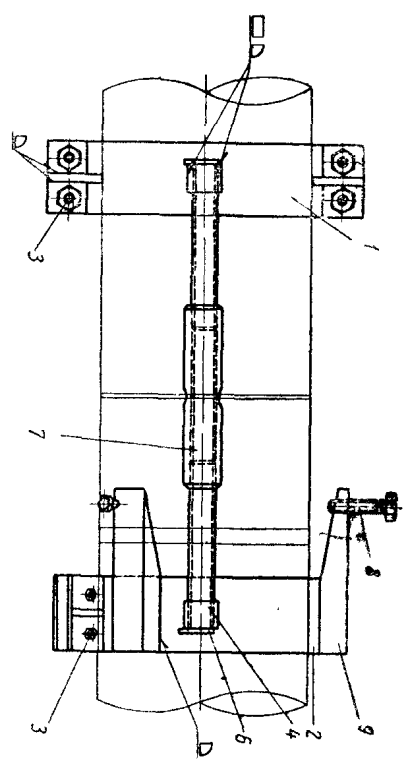
Стяжка на фиг. 147 предназначена для сборки обечаек небольшой ширины. Стягиваемая обечайка укладывается в желоб нижней половинки кольца 1 и с помощью эксцентрика 2 стягивается верхней половинкой кольца. Для наложения прихватки в верхнем кольце сделано окно.

Стяжка с лентой показана на фиг. 148. Она состоит из полосы 1, закрепленной на пальцах 2, винта 3 и гайки 4.

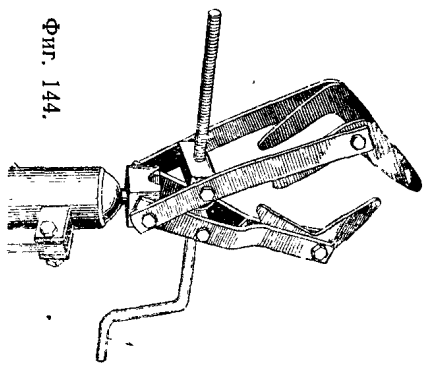
Рычажная стяжка приведена на фиг. 149.

Стяжка состоит из полосы 1, связанной со стойкой 2. К вилке рукоятки 3 через болт 4 прикреплен скоба 5, имеющая запорные прорези.

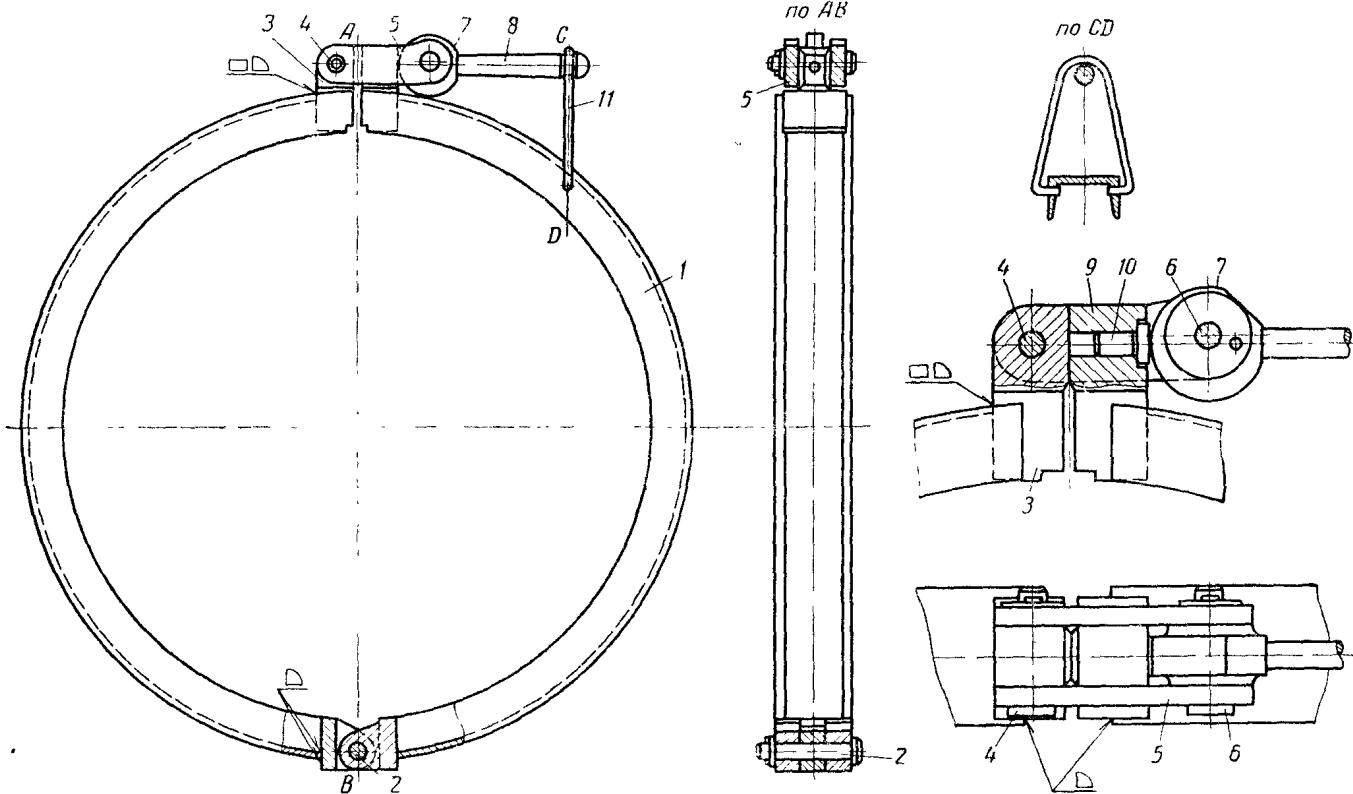
Рамка 6 накладывается в запорные прорези скобы 5, после чего рукоятку 3 поворачивают вниз, чем достигается затяжка полосы.



Фиг. 143. Стяжка для сборки труб большого диаметра:  
1—2 — хомуты; 3 — болт; 4 — ушко; 5 — винт; 6 — ребро жесткости; 7 — гайка;  
8 — болт; 9 — кронштейн.

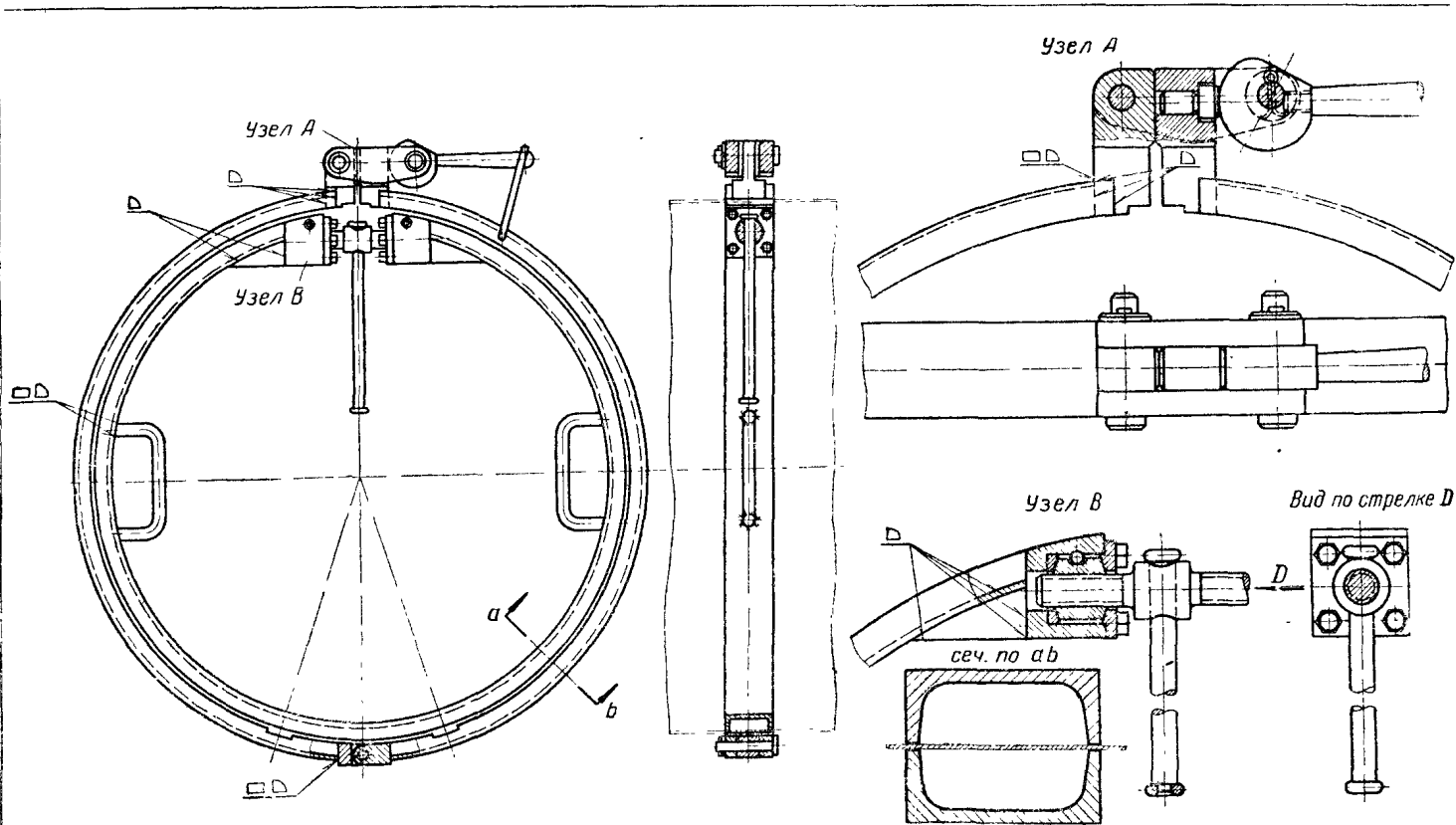


Фиг. 144.



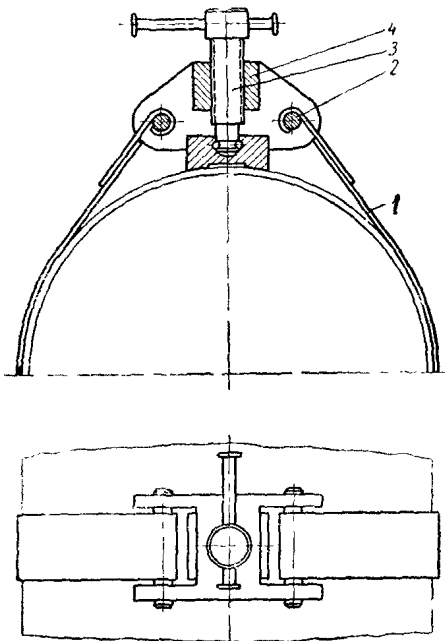
Фиг. 145. Эксцентриковая стяжка:

1 — полукольцо; 2 — ось; 3 — стойка; 4 — ось; 5 — стяжные серьги; 6 — ось; 7 — эксцентрик; 8 — рукоятка; 9 — сухарь; 10 — палец; 11 — петля

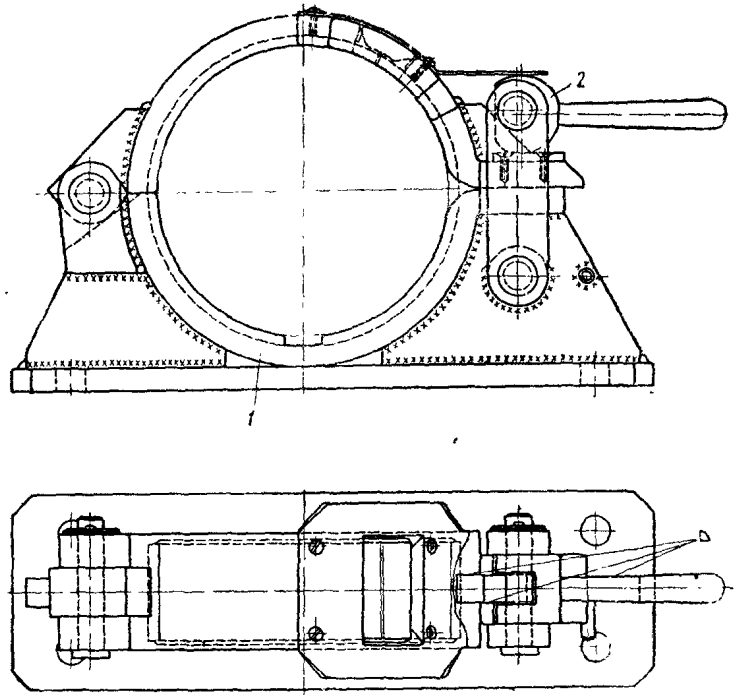


Фиг. 146.



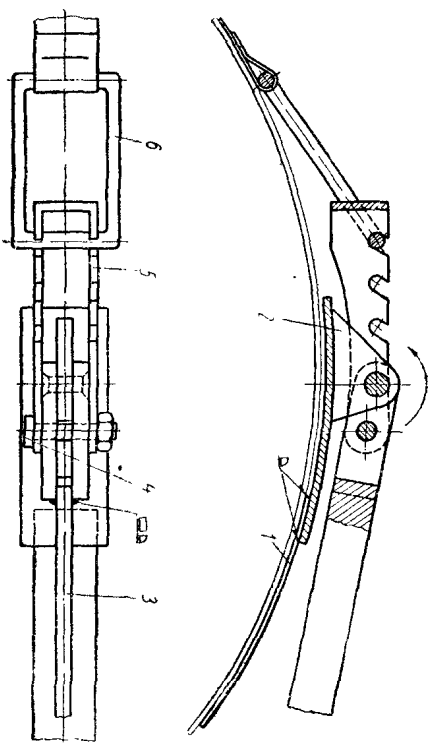


Фиг. 148.



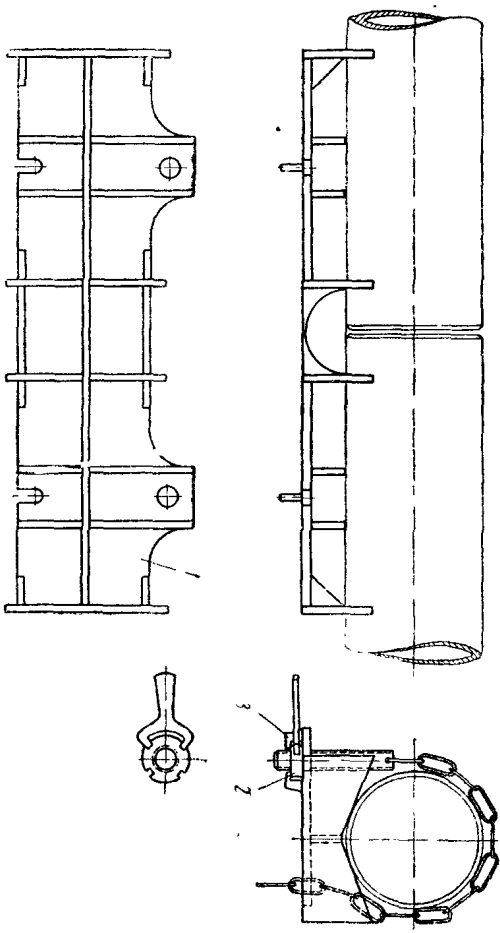
Фиг. 147.

Стяжное приспособление на фиг. 150 служит для центровки трубопроводов диаметром до 600—700 мм под сварку в полевых условиях. Приспособление состоит из плиты 1 с обработанными ребрами для укладки труб.



Фиг. 149. Рычажная стяжка.

В прорезанные отверстия вставляется цепь. Цепь перебрасывается через трубы и круглые отверстия в плите и натягивается поворотом гайки 2. Скобы 3 предохраняют гайку от отворачивания.

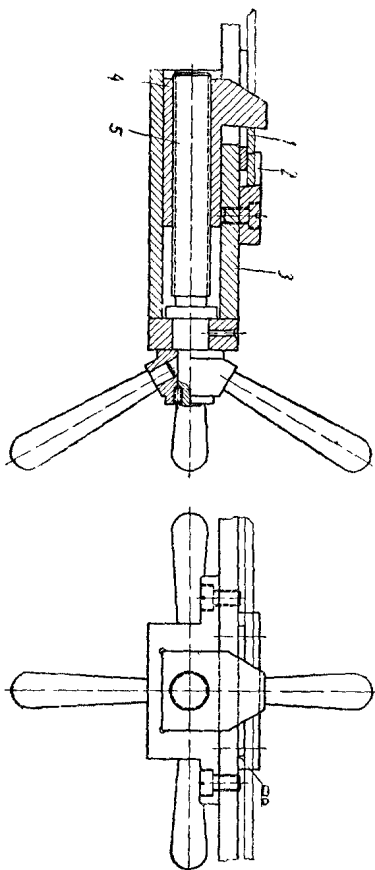


Фиг. 150. Стяжное приспособление для центровки труб.

Приспособления, приведенные на фиг. 149 и 150, пригодны лишь при небольших объемах сборочных работ. При прокладке трубопроводов на значительные расстояния целесообразны более рациональные типы стяжек и распорок с применением пневматики и гидравлики (см. гл. X).

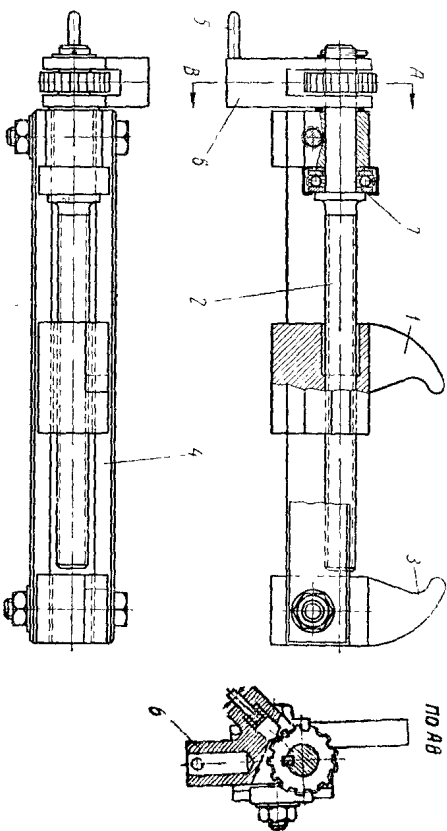
Для зажима дисков, ребер и подобных деталей при приварке их к ободу колес применяются специальные стяжки типа, приведенного на фиг. 151.

К сборочному столу прикреплен стакан 3, в котором перемещается по винту 5 гайка 4, чем достигается прижим свариваемого изделия 1 к радиусному упору 2.



Фиг. 151. Специальная стяжка для установки дисков и ребер.

Для стягивания поясов при сборке балочных или рамных конструкций может быть применена специальная стяжка завода «Подъемник» (фиг. 152).



Фиг. 152. Стяжка для сборки балочных и рамных конструкций.

Стяжка состоит из подвижного захватного крюка 1, имеющего нарезку и перемещающегося по винту 2, и неподвижного крюка 3.

Крюк 1 перемещается по двум направляющим 4. Вращение винта при установочном движении осуществляется рукояткой 5, а рабочее движение (для зажатия собираемых элементов) — цилиндрическим стержнем, вставляемым в отверстие корпуса храповика 6. Восприимчиве уси-

лий — через упорный подшипник 7. Такой стяжкой можно осуществлять стягивание горизонтальных поясов двутавровых и двухстенчатых балок высотой до 1500 мм.

### в) Распорки

Распорки предназначаются для выравнивания кромок обечайек при их сборке, для разжима сваренных цилиндров, для выправления вмятин и т. д. По конструкции они весьма разнообразны.

Распорки можно подразделить на три группы: 1) стоечные, 2) кольцевые, 3) специальные.

На фиг. 153 и 154 показаны стоечные распорки.

Распорка (фиг. 153, а) состоит из тяги 1 с правой и левой нарезкой по концам, гайки 2 с приваренными пятнами 3 и двух рукояток 4. Правая скоба 5 может перемещаться по рукоятке 4. Вращением рукояток 4 или тяги осуществляется симметричная раздвижка гаек 2. На фиг. 153, б, в показаны конструкции распорок с двумя рукоятками.

Распорка на фиг. 153, б состоит из трубы с сваренной гайкой 2 и шаровым пальцем 3; гайка 2 связана с винтом 4, упирающимся через шаровый палец в пяту 2. Разжим осуществляется рукоятками 6 и 7. Стоечная распорка для выравнивания кромок обечайки показана на фиг. 154. Установив распорку внутри обечайки, винтом 1 разжимают обечайку. Штырь 2 упирается в левую сторону, а винт 3 — в правую сторону обечайки. Вращением винта 3 кромки выравниваются.

Винты стоечных распорок проверяются на прочность и на жесткость. Проверка напряжений в винтах распорок ведется аналогично расчету винтовых домкратов и прижимов.

Для уничтожения эллиптичности, вмятин и других подобных дефектов в сваренных обечайках и цилиндрических изделиях целесообразно применение кольцевых распорок с несколькими винтами, расположенными радиально (фиг. 155 и 156). Эти распорки могут также применяться для правки стенок цилиндров толщиной до 15 мм.

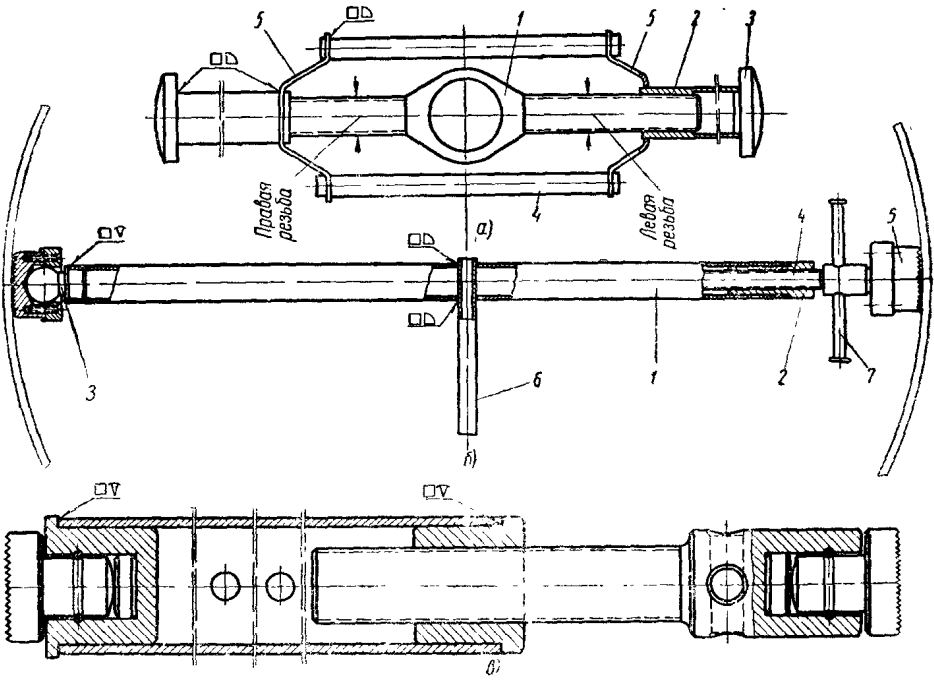
Корпус распорки по фиг. 155, 156 представляет жесткое сварное кольцо с соответствующим количеством резьбовых колодок.

Колодка служит гайкой для радиально расположенных винтов.

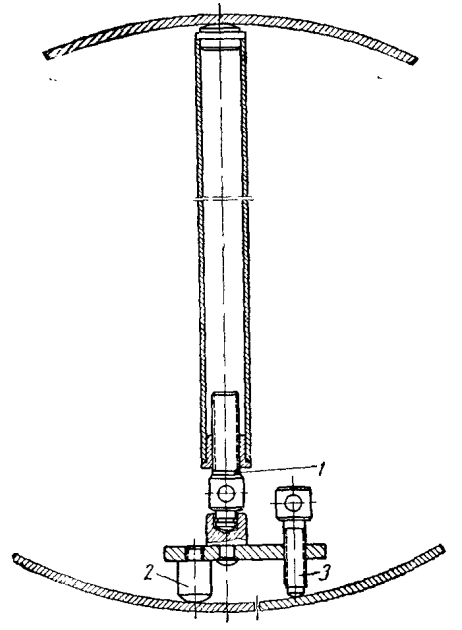
Винты колодки снабжены шаровыми опорами с качающимися накопечниками, предохраняющими поверхность изделия от повреждения и позволяющими винтам свободно вращаться. Основные размеры этих радиальных распорок даны в табл. 43 (фиг. 156).

Таблица 43

№ распорки	А	В	С	Л	d <sub>трост</sub>	Вес в кг
1	1100—1500	620	80	510	36×6	70
2	800—1100	490	60	345	30×6	33
3	600—800	390	60	255	30×6	24
4	450—600	280	45	200	20×4	10
5	300—450	210	45	145	20×4	8

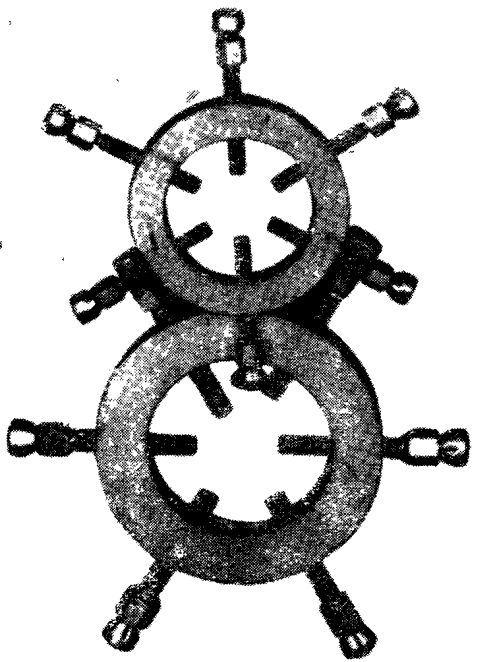


Фиг. 153.



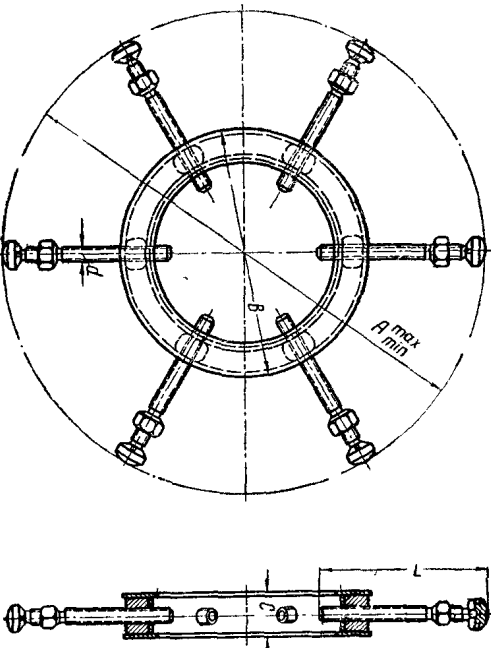
Фиг. 154.

Распорка для разжима кромок обечайки показана на фиг. 157. Для одного стыка обечайки требуется две таких распорки.



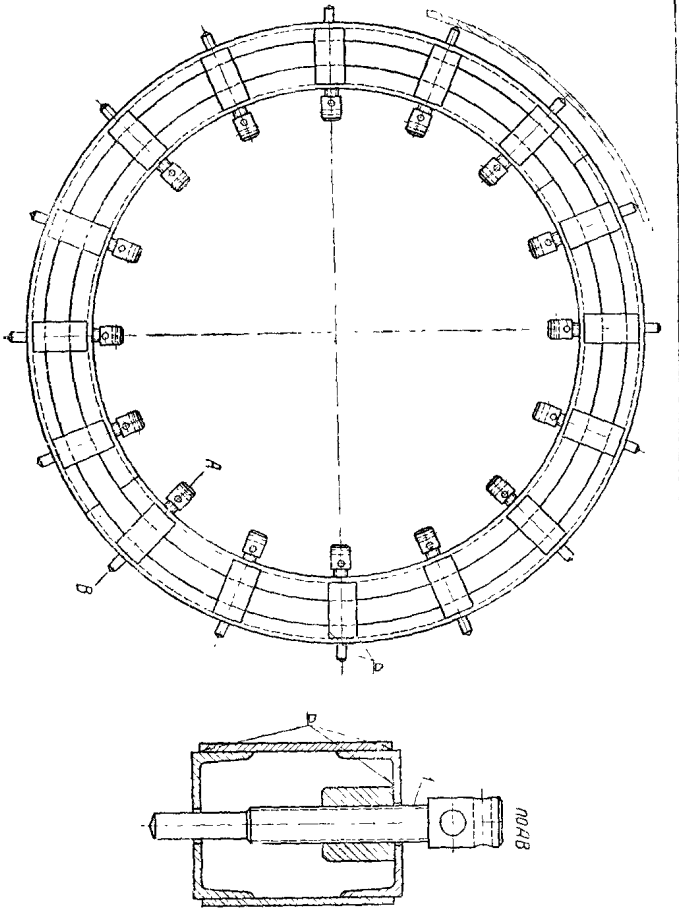
Фиг. 155.

Распорка целесообразна при сборке обечайек больших толщин и при необходимости получения большой точности сборки. Распорка вставляется в обечайку с зазором. Последовательным вращением винтов /

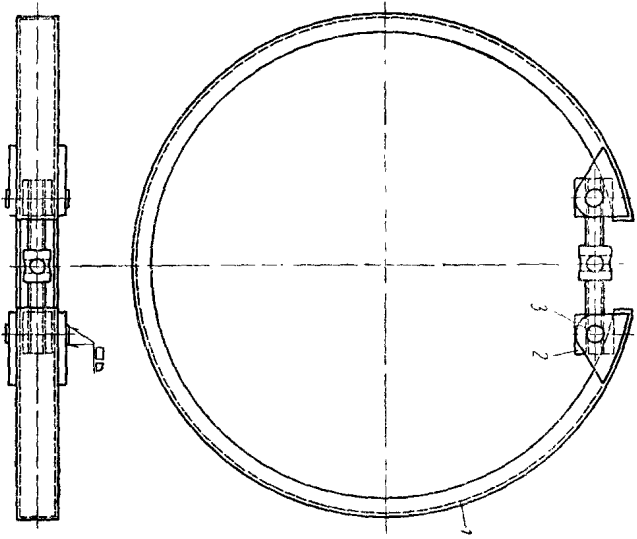


Фиг. 156.

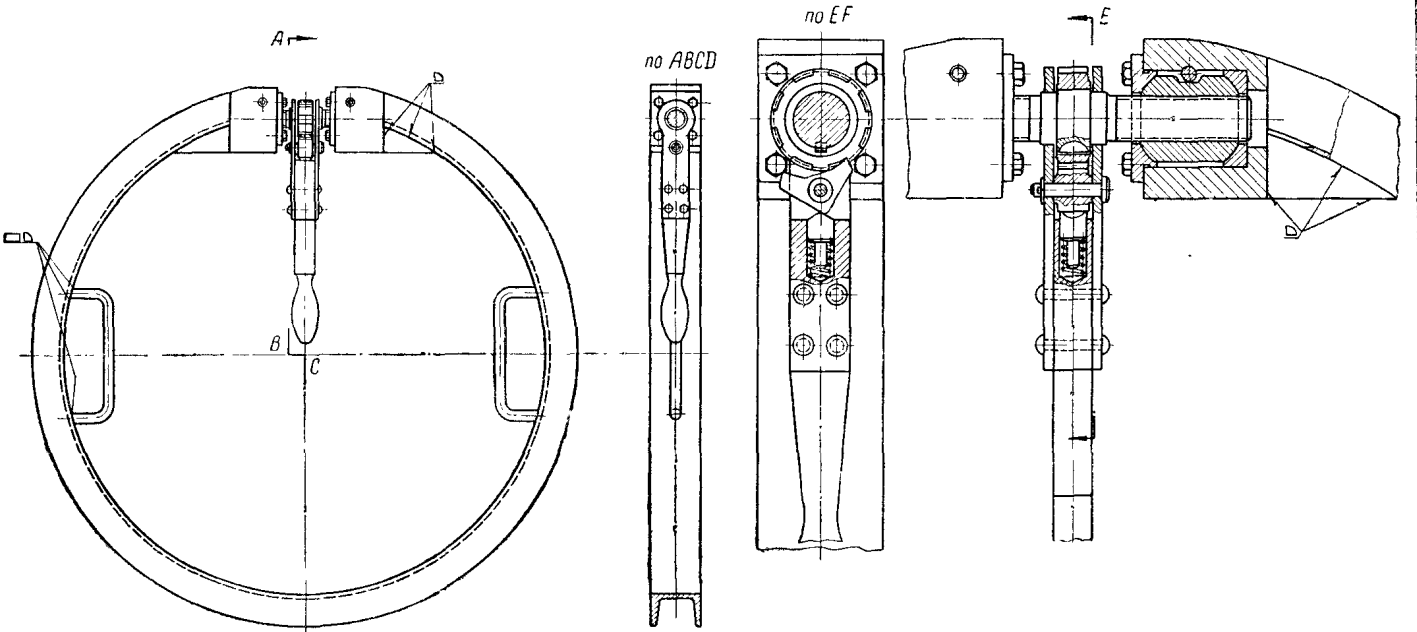
достигается концентричность обечайки. Для выравнивания обечайек небольших толщин пригоняла распорка (фиг. 158) из швеллерного обруча 1, расширяемого через сухари гайки 2, сильными свободно на осях 3, винтом, имеющим правую и левую резьбу.

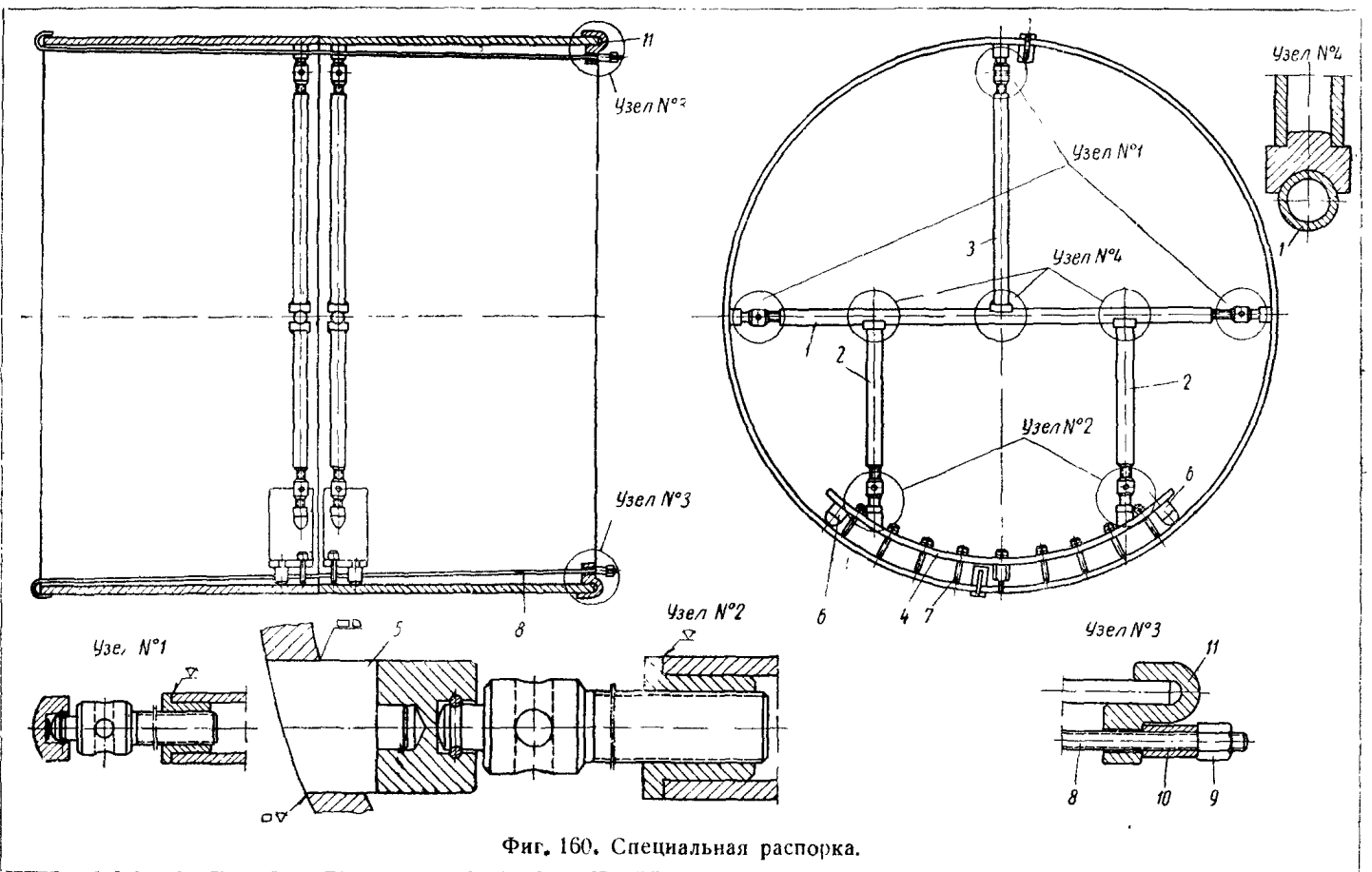


Фиг. 157. Многовинтовая распорка.



Фиг. 158. Кольцевая распорка с винтовым разжимом





Фиг. 160. Специальная распорка.

Для создания значительных распорных усилий применяется распорка с трешеткой (фиг. 159).

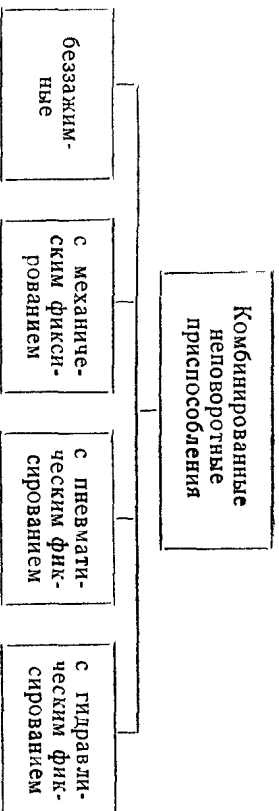
Две скобы, приваренные к распорке, служат для удержания распорки внутри цилиндра и для съема ее.

Специальная распорка показана на фиг. 160. Распорка вместе со стяжками предназначается для сборки обечаек без приварных деталей. Распорка состоит из нескольких монтажных элементов, собираемых непосредственно внутри обечайки в одно приспособление. Такими монтажными элементами являются горизонтальная распорная труба 1, три вертикальные трубы 2 и 3 и радиусный сектор 4. Сопряжение труб 1, 2, 3 и радиусного сектора 4 показано в сечении углов № 1, № 2 и № 4. Собранный таким образом распорка опирается через упоры 6 радиусного сектора на обе кромки обечайки. Выравнивание кромок достигается болтами 7. Собранные две обечайки стягиваются стяжным болтом 8, гайкой 9 с втулкой 10, опирающейся на вылку 11 (узел № 3).

#### 4. КОМБИНИРОВАННЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Комбинированные неповоротные приспособления изготавливаются стационарными, переносными или накладными. Эти комбинированные приспособления различаются по способу фиксирования деталей при сборке или при сварке узла.

Классификация комбинированных неповоротных приспособлений дана на фиг. 161.



Фиг. 161. Классификация комбинированных неповоротных приспособлений.

#### а) Приспособления беззажимные

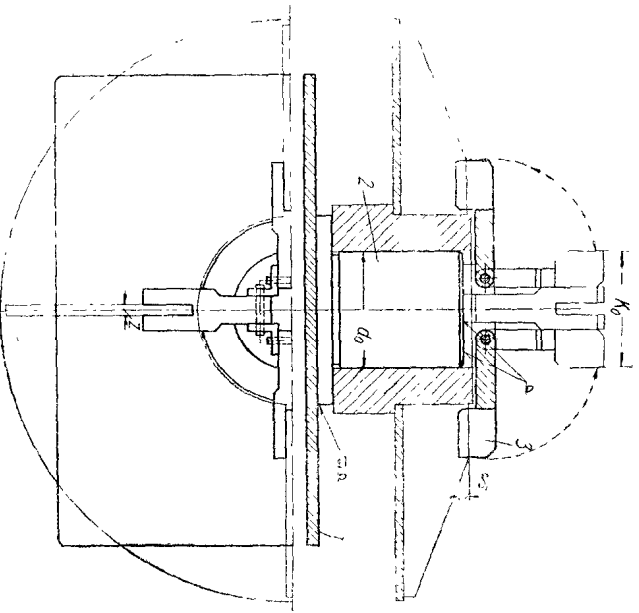
Беззажимные приспособления относятся к наиболее простым. Они характеризуются установкой деталей при сборке по неподвижным или съемным упорам и фиксаторам без какого-либо силового воздействия на собираемые элементы.

При этом устанавливаемые детали обычно удерживаются при наложении прихваточного шва руками рабочего. Упоры и фиксаторы в этих приспособлениях образуют только ограничивающий контур, в который ставятся детали при сборке.

На фиг. 162 дано беззажимное приспособление для установки ребер для приварки их к фланцу и ступице. Приспособление состоит из осно-

вания 1, к которому приварен штырь 2, выходящий фиксатором для ступицы изделия. Установка осуществляется накладным фиксатором 3 с вылкой для ребер. Длина вылок должна быть не менее  $\frac{1}{3}$  длины ребра; высота охвата ребер  $S_0$  и размер зева  $Z$  не должны допускать перекоса ребер более  $3^\circ$  в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В приспособлениях подобного типа стъем прихваченного изделия может осуществляться следующим образом:

1) накладные фиксаторы сводятся к центру приспособления, наклоняясь и опираясь один на другой; при этом размер  $K_0$  должен быть меньше  $d_0$ ;



Фиг. 162. Беззажимное приспособление для установки ребер.

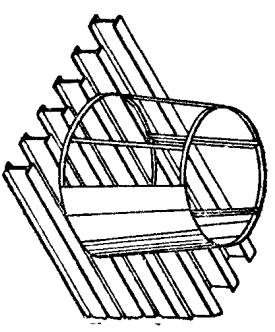
2) при высоких ребрах, когда  $K_0 > d_0$ , фиксаторы делаются съемными, либо их крепление переносится на периферию основания 1.

Зазор в вылке фиксатора должен быть гарантированным во избежание защемления вследствие коробления ребер и основания после наложения шва.

Удовлетворительные результаты дают приспособления, у которых величина зева  $Z$  принята  $\delta + (0,5 \div 1,0)$  мм для ребер толщиной до  $\delta = 12$  мм и  $\delta + (1 + 1,5)$  мм — для ребер толщиной до 24 мм. Размер  $Z$  должен быть установлен с учетом допусков на толщину листов при прокате, точности заготовок, способа правки и т. д.

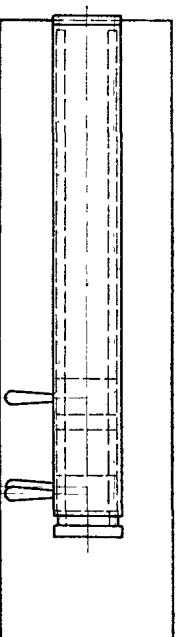
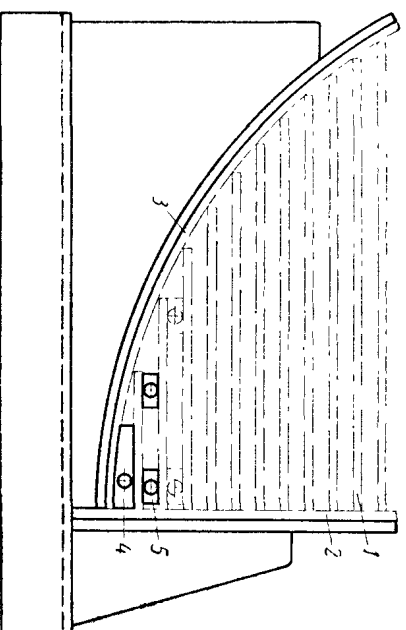
Беззажимными делаются часто приспособления для сборки под прихватку и сварку плоскостных металлических конструкций (фермы, каркасы и др.), у которых силовое замыкание в системе деталей — приспособление осуществляется собственным весом устанавливаемой детали

или частью веса самого приспособления. Эти приспособления применяются также для сборки пространственных конструкций, у которых положение устанавливаемой детали фиксируется самим рабочим по центру приспособления (фиг. 163).



Недостатком беззажимных приспособлений является невысокая точность сборки в них. Применение таких приспособлений оправдывается в тех случаях, когда использование универсальных и специализированных зажимных устройств приводит к значительному усложнению всего приспособления. Так, например, применение каких-либо зажимных приспособлений для установки колосников (фиг. 164) привело бы к весьма дорогостоящему приспособлению. При беззажимном варианте эти приспособления оказываются весьма простыми.

Установка колосников 1 для приварки к стенкам 2 и 3 производится по съемным подкладкам — фиксаторам. Первый колосник укладывается по фиксатору 4, а последующие по двум переносным

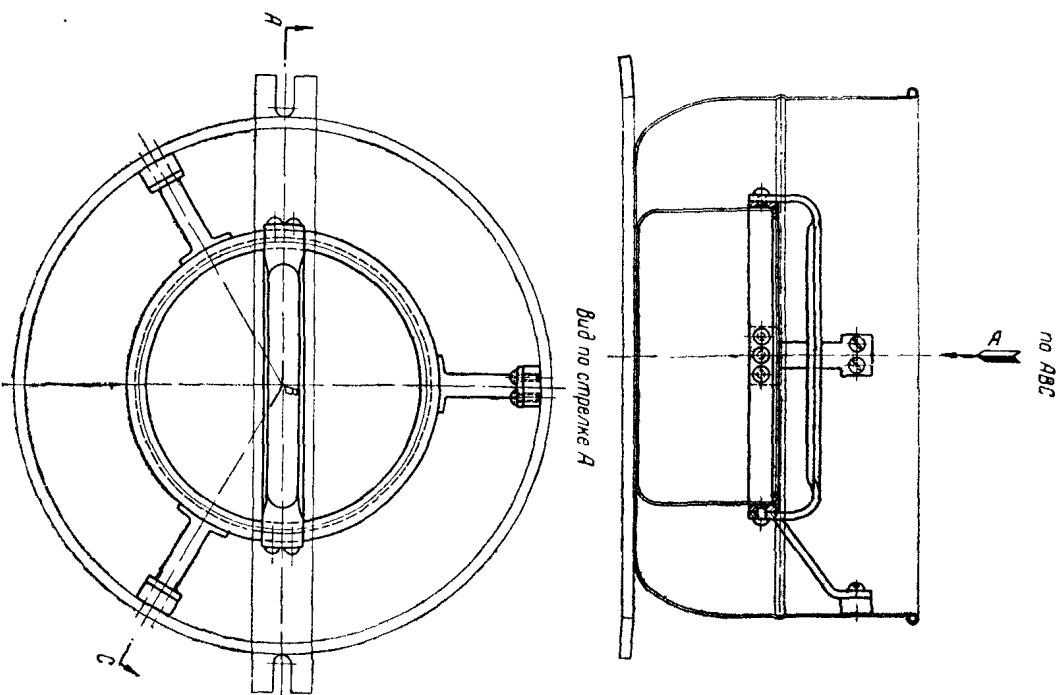


Фиг. 164. Беззажимное приспособление для установки колосников.

фиксаторам — подкладкам 5. Приварка колосников к стенкам 2 и 3 производится полностью в последовательном порядке.

Беззажимными делаются также приспособления, в которых в качестве баз служат внутренние стенки цилиндрических сосудов. Например,

Для концентричной установки сборочного элемента внутри сосуда относительно стенок может служить приспособление, показанное на фиг. 165.



Фиг. 165. Беззажимное приспособление — шаблон.

### 6) Приспособления с механическим фиксированием

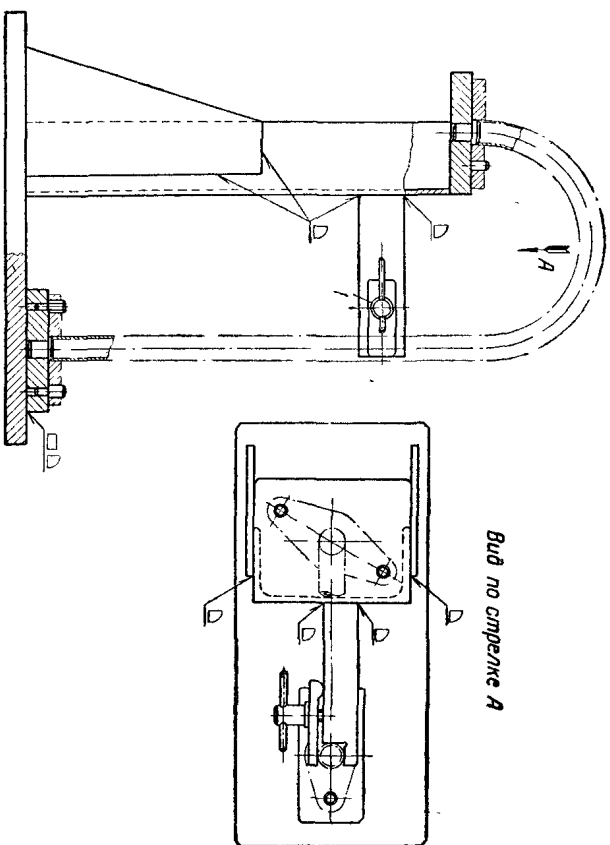
#### *Приспособления для сборки и сварки трубчатых узлов*

Эти приспособления предназначаются для фиксирования положения фланцев или патрубков относительно основной трубы изделия.

Фиксирование фланцев обычно ведется по двум штифтам, полностью определяющим точное положение детали в горизонтальной плоскости.

В вертикальной плоскости фланцы к основанию приспособления могут вовсе не крепиться (фиг. 166), или же прижимаются винтовыми или быстродействующими эксцентриковыми прижимами (фиг. 167 и 168). Тип крепления фланцев и труб зависит от их конструктивной формы и размеров.

Вертикальные трубы устанавливаются с помощью винтового прижима (фиг. 166) или же при коротких вертикальных трубах с помощью разжимной цапги (фиг. 168).



Фиг. 166. Приспособление для сборки трубчатого узла.

Для фиксирования труб могут быть также использованы различные отверстия на трубе (фиг. 169).

Применение панговых разжимов или эксцентриков в приспособлениях для сборки труб может быть оправдано только в массовом или крупносерийном производстве.

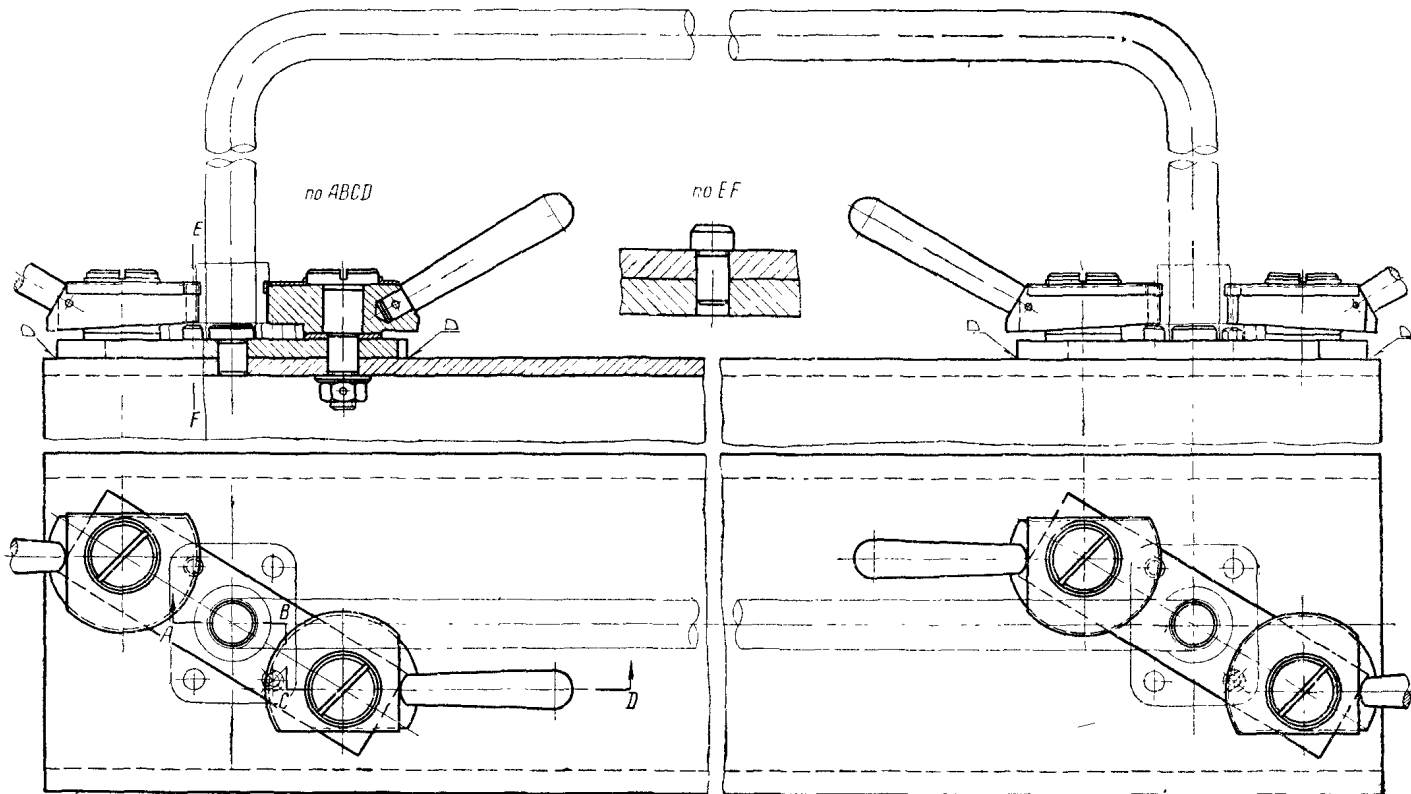
При индивидуальном производстве и небольшом количестве изделий, подлежащих сборке, следует ограничиваться простейшими винтовыми (съёмными или стационарными) прижимами.

Приспособление для сборки под сварку и сварку трубчатых узлов, входящих в корпус клапана, показано на фиг. 170.

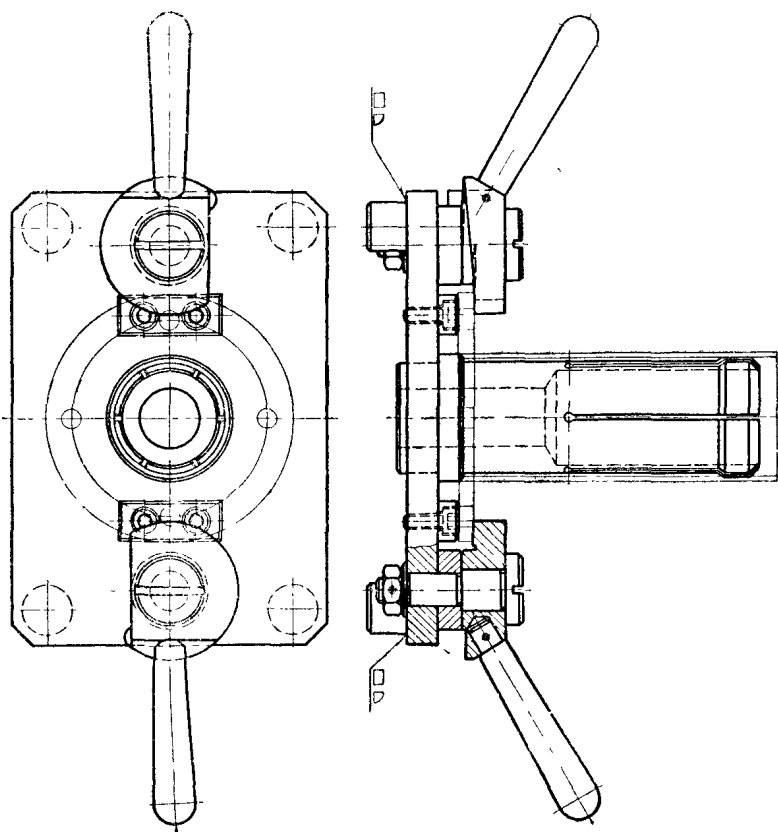
Боковые фланцы фиксируются по выточке в стенках 1 с последующим закреплением клиновыми прижимами 2. Нижний фланец фиксируется по выточке 3.

Верхняя и нижняя части клапана на сборку поступают сваренными. Приспособление для сборки и прихватки нижней и верхней частей корпуса показано на фиг. 171 и 172.

\*

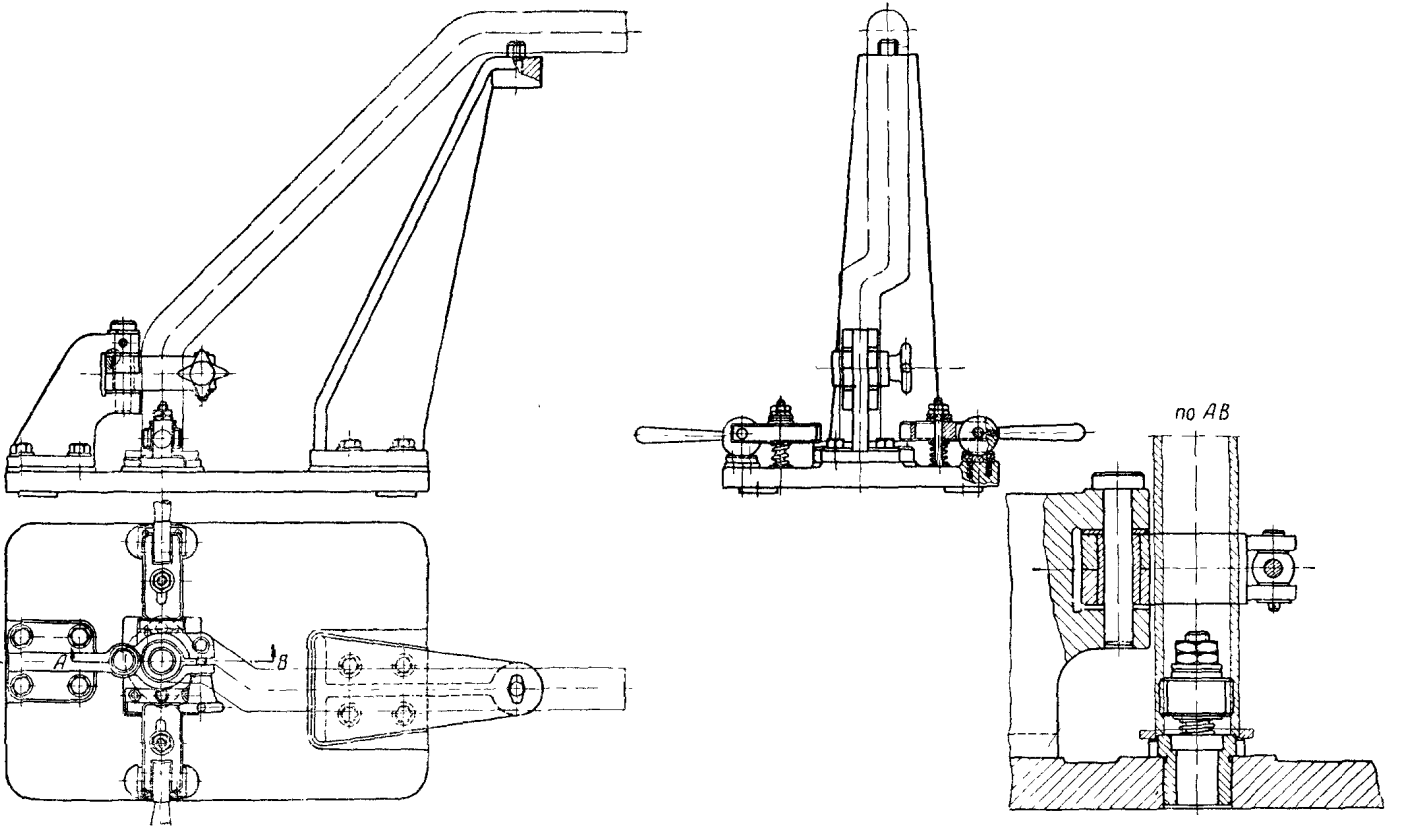


Фиг. 167. Приспособление с эксцентриковыми прижимами для сборки трубчатого узла.

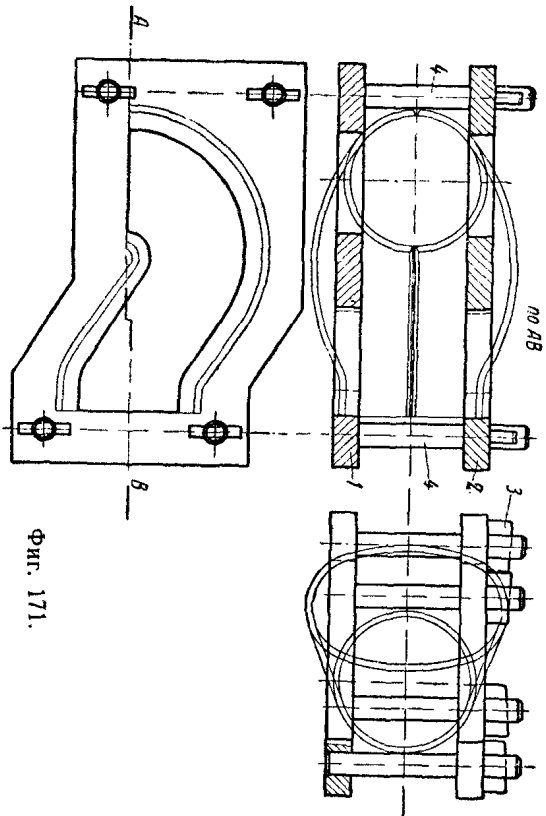


Фиг. 168. Приспособление с разжимной цапгой.

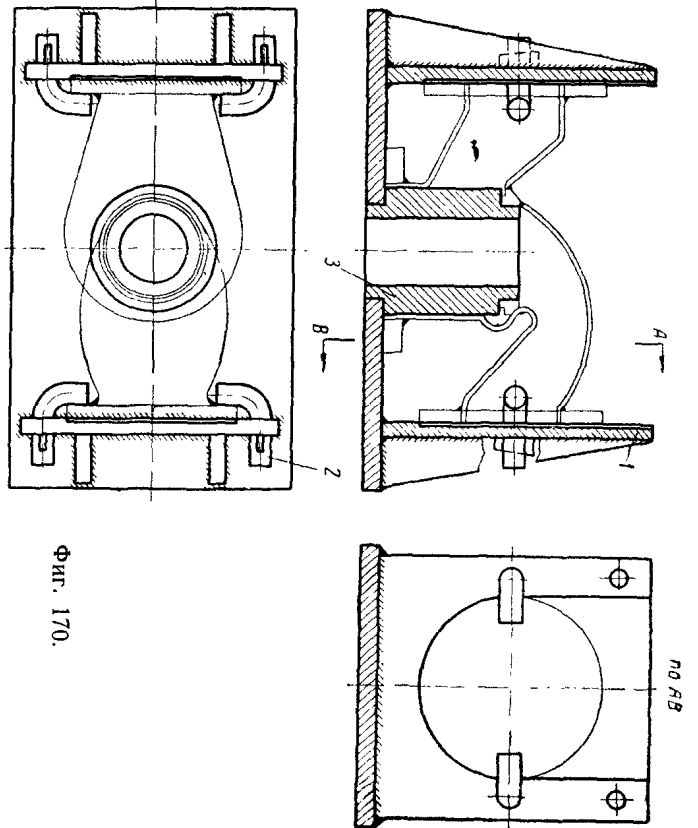




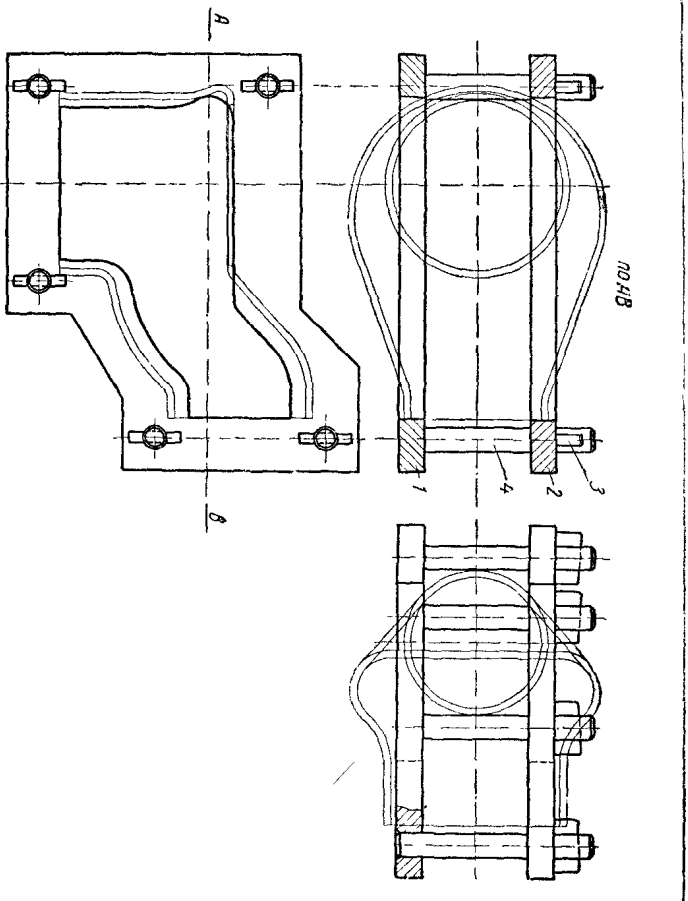
Фиг. 169. Приспособление для сборки трубчатого узла.



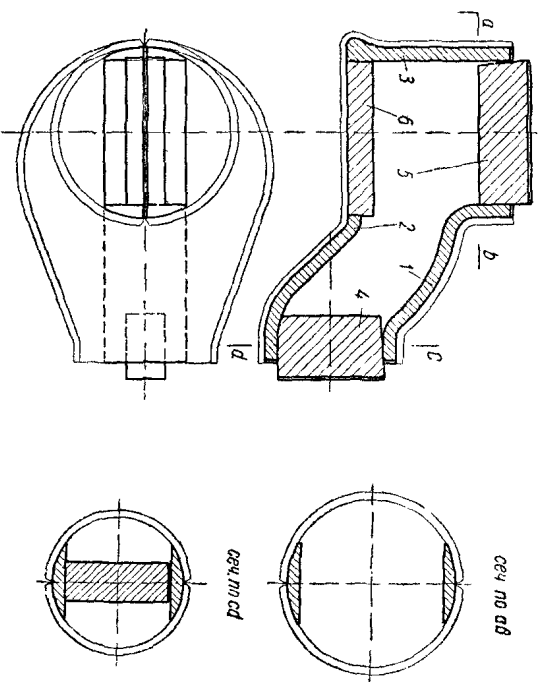
Фиг. 171.



Фиг. 170.



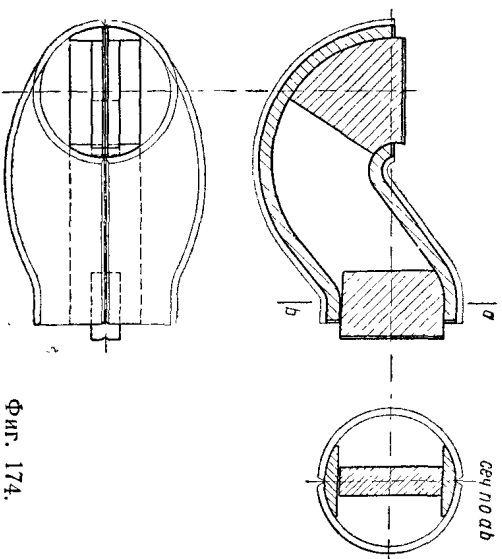
Фиг. 172.



Фиг. 173.

Две половины нижней части корпуса клапана (фиг. 171) собираются по упорам нижней плиты 1 и съемной плиты 2, а затем стягиваются клиньями 3, забиваемыми в пазы стоек 4.

Аналогично собираются половины верхней части корпуса клапана (фиг. 172). Части клапана в указанных приспособлениях лишь прихватываются, а сварка их производится вне приспособления на медной подкладке. Крепления медных подкладок внутри нижней и верхней частей корпуса клапана показаны на фиг. 173 и 174.



Фиг. 174.

Вставки 1, 2 и 3 (фиг. 173), сделанные по форме, соответствующей контуру стыка, свободно вкладываются симметрично относительно линии стыка и расклиниваются клиньями 4, 5 и 6.

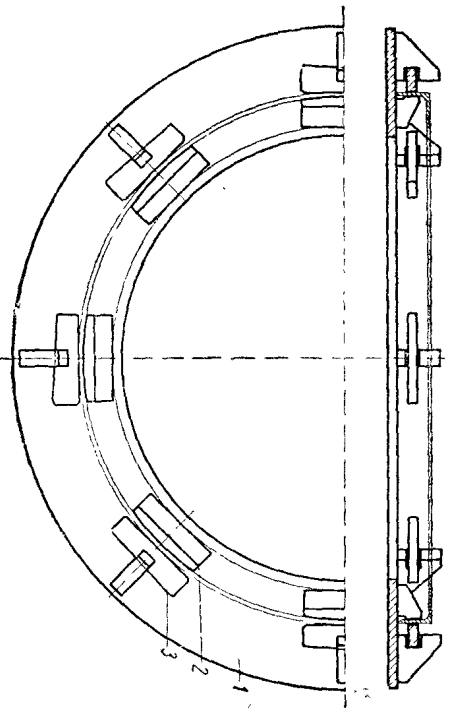
После сварки клинья выколачиваются, и подкладки свободно вынимаются из внутренней полости изделия.

#### *Приспособления для сборки и сварки элементов котельных конструкций*

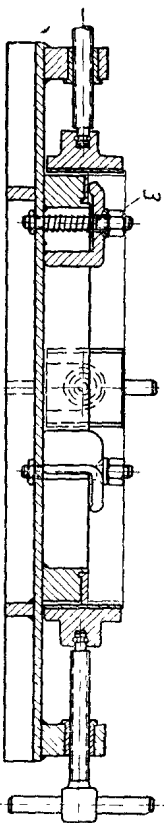
Основными элементами котельных конструкций являются: 1) кольца, фланцы, ободы и т. п.; 2) днища и крышки; 3) обечайки; 4) желобы. Сборка под сварку и сварка элементов котельных конструкций осуществляется на стационарных или переносных приспособлениях. Переносные приспособления удобно устанавливать на неповоротных или поворотных сварочных столах.

Сборочные приспособления для элементов котельных конструкций в большинстве случаев являются силовыми, так как процесс сборки сопровождается значительными усилиями, вызываемыми подгибом или поджимом кромок деталей собираемых узлов.

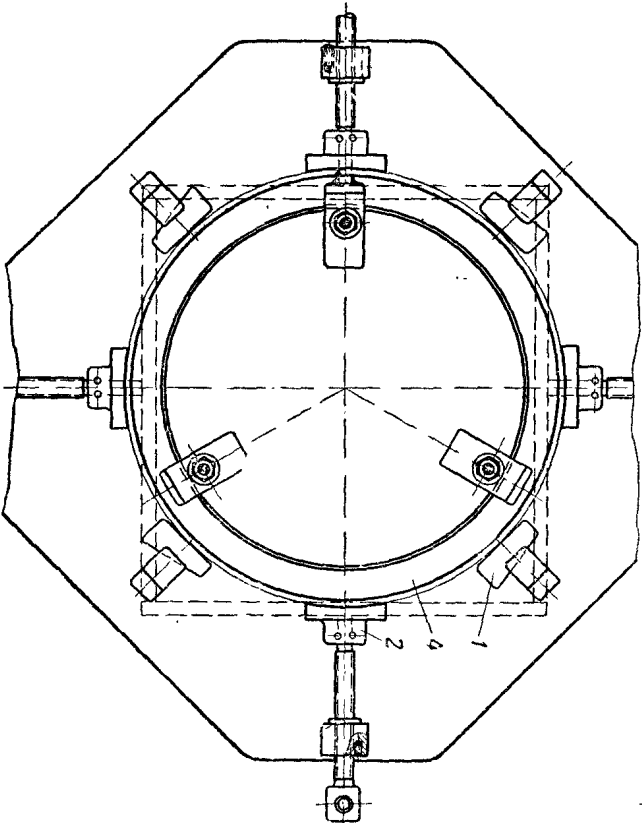
На фиг. 175 показано приспособление для сборки колец ободов из фасонного, и на фиг. 176 — листового проката.



Фиг. 175.



Фиг. 176.



Предварительно согнутый угольник (фиг. 175) укладывается на основание 1 по радиусным фиксаторам 2. Стыковка концов угольников осуществляется последовательным заколачиванием клиньев 3. Обод с кольцевым диском (фиг. 176) собирается клиновыми прижимами 1 и винтовыми 2.

Во избежание искривления диска при поджиме обода он прижимается к кольцевому упору 4 прихватом 3.

Сборку под сварку фланцев, плоских колец и подобных деталей из нескольких сегментов удобно производить в приспособлении, показанном на фиг. 177. Сегменты собираемого кольца укладываются на подкладки 1 в вылки 2. Необходимый диаметр кольца достигается соответствующей установкой кулаков 3. Сегменты поджимаются к кулакам 3 зажимом 4 с помощью рукоятки 5.

При большем диапазоне диаметров собираемых плоских колец приспособления этого типа мало пригодны. Для этого необходима перестановка фиксирующих упоров в зависимости от заданного диаметра кольца (фиг. 178).

К жесткой раме 1 приварен диск 2, в котором сделаны четыре пары вырезов для перемещения прижимов 3. По внутреннему диаметру части колец фиксируются по пальцам 4, устанавливаемым в радиально расположенных отверстиях диска.

Слык частей колец осуществляется над радиальными прорезами в диске 2.

Сборка высоких колец двух размеров в одном приспособлении с эксцентриквыми прижимами показана на фиг. 179.

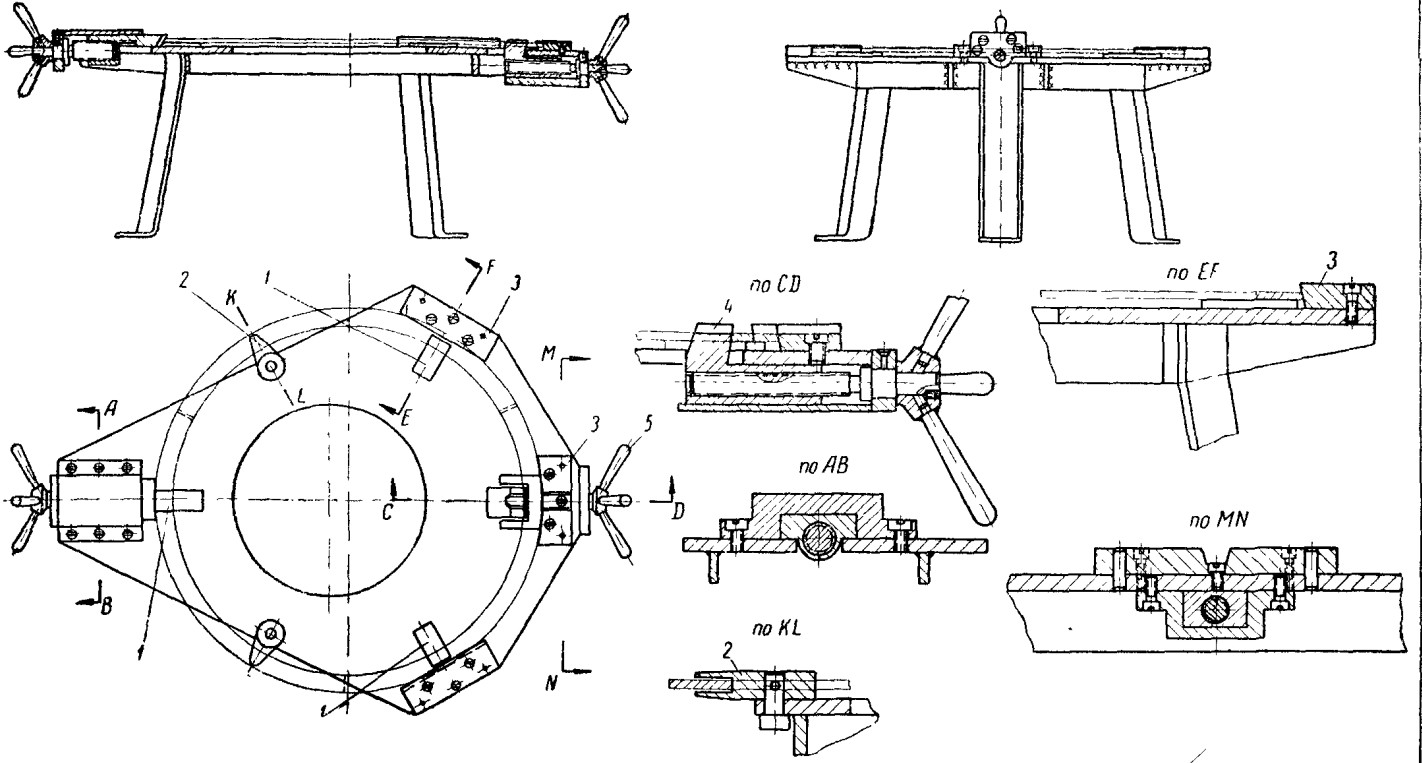
Собираемый обод укладывается на подставку 1 и фиксируется по упорам 2, установленным в зависимости от диаметра обода. Свободные концы обечайки стыкуются с помощью двух рычажно-эксцентриквых прижимов 3. Боковое положение ободов фиксируется буртами подставки 1 (зазор по 1 мм на сторону) и опорными пальцами 4.

Цилиндрические сосуды в зависимости от принятого технологического процесса могут изготавливаться со штампованными или сварными днищами.

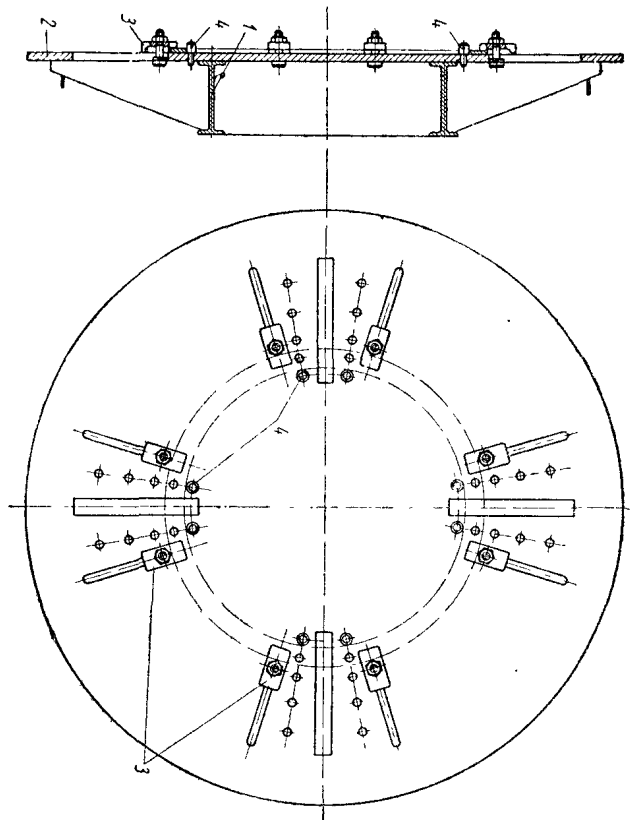
При больших размерах днища делаются составными из нескольких сегментов. Их сборка может вестись в приспособлениях, конструкция которых показана на фиг. 180 и 181.

Сегменты днища (фиг. 180) укладываются на сварной стойке 1 по упорам 2. Край верхнего листа стойки 1 и упора 2 обрабатываются по контуру, соответствующему кривизне днища. Базовая поверхность (размер  $D$ ) должна быть перпендикулярна базовой поверхности опорного диска 1. Сегменты днища зажимаются винтами 3. В другом варианте (фиг. 181) сегменты фиксируются по сухарям 1 и зажимаются винтовыми прижимами 2 и 3. Прижимы 3 необходимы при значительном числе сегментов для тщательного выравнивания стыковых кромок.

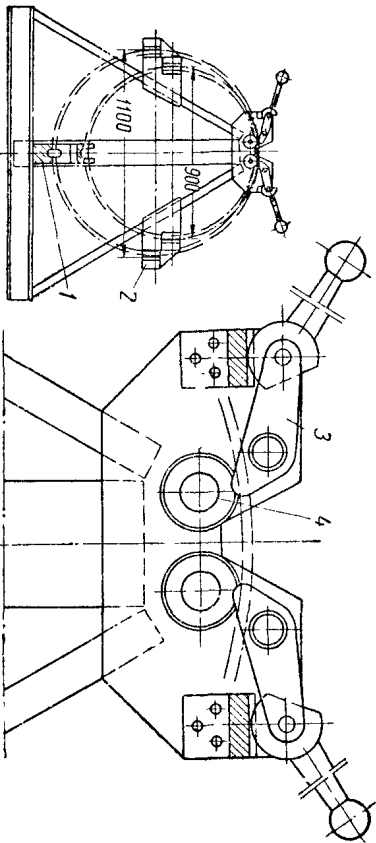
Возрастающее количество изготавливаемых труб и различного рода цилиндрических сосудов сделало необходимым механизирование трудоемкого процесса сборки обечаяк. Расмотренные выше способы целесообразны при индивидуальном или мелкосерийном производстве. При крупносерийном производстве обечаяк выгодно применение специальных



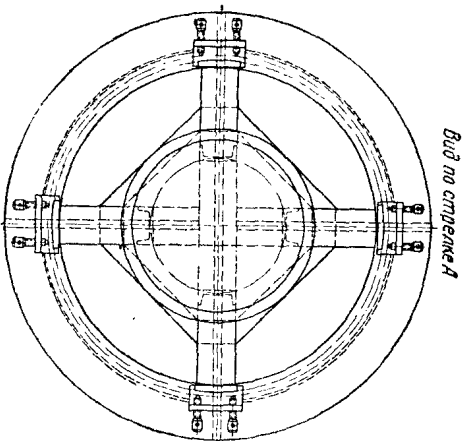
Фиг. 177.



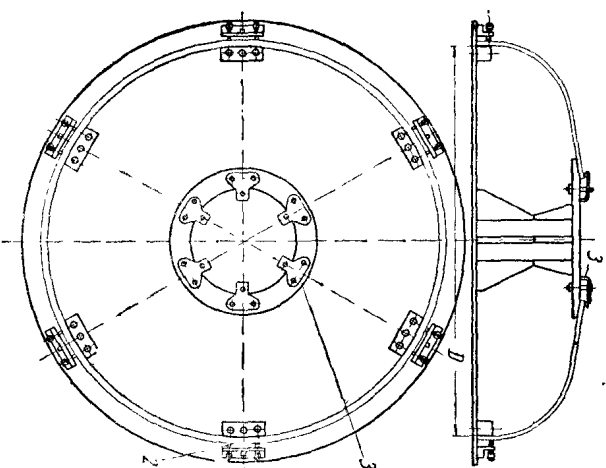
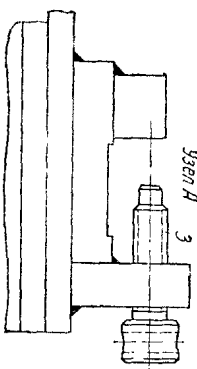
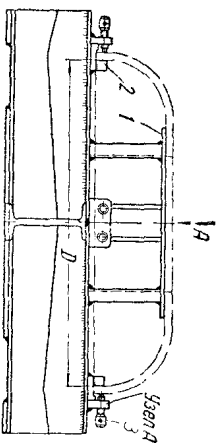
Фиг. 178. Приспособление с переставными упорами.



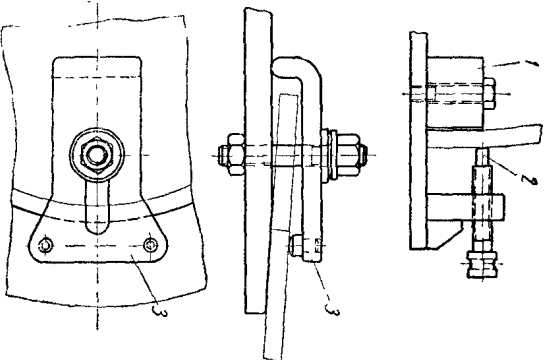
Фиг. 179. Приспособление для сборки двух размеров колец.



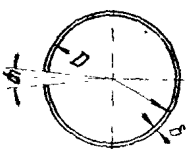
Фиг. 180.



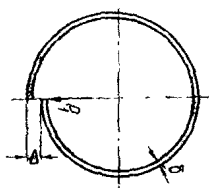
Фиг. 181.



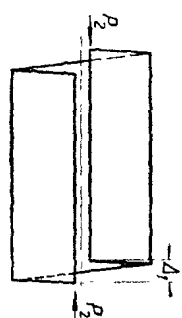
приспособлений, в которых возможно выравнивание кромок в продольном и осевом направлениях. Вследствие значительного зазора между крошками обечаек, перекоса или захода последних одна на другую для стипования кромок или выравнивания торцев требуется преодоление значительных сопротивлений. Отклонения от правильной цилиндрической формы в свальцованной обечайке могут быть следующими:



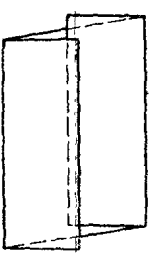
Фиг. 182.



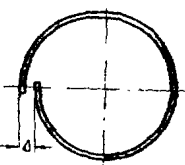
Фиг. 183.



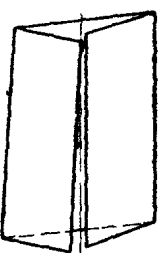
Фиг. 184.



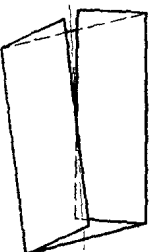
Фиг. 185.



Фиг. 186.



Фиг. 187.



Фиг. 188.

1. Недовальцовка (фиг. 182). Величина центрального угла  $\varphi$  (дуга недовальцованной части обечайки) лежит обычно в пределах до  $10^\circ$ . Эту величину удобнее выразить коэффициентом недовальцовки  $K = \frac{180^\circ}{\varphi}$ . При  $K$  меньше 18 вальцовку следует считать бракованной, и свальцованный лист подлежит исправлению до сборки обечайки.
2. Смещение долевых кромок по диаметру (фиг. 183), характеризующее величину  $\Delta$ .
3. Смещение долевых кромок (без смещения кромок по диаметру) (фиг. 184), характеризующее величину  $\Delta_1$ .
4. Смещение долевых кромок с одновременным смещением кромок по диаметру (фиг. 185).
5. Перевальцовка без перекоса долевых кромок (фиг. 186).
6. Перевальцовка с перекосом и смещением долевых кромок (фиг. 187).
7. Перевальцовка с перекосом, смещением и заходом долевых кромок (фиг. 188).

Следует отметить, что перевальцовка всегда сопровождается смещением кромок по диаметру.

Для расчета силовых звеньев приспособлений необходимо знать требуемое усилие при стыковке обечаек. Ниже приводятся методы определения усилий при стыгивании в зависимости от рода отклонения.

*Сопротивляемость при стыгивании обечаек с недовальцовкой*

Величина сопротивления при стыгивании  $P$  (фиг. 182) с достаточной точностью приближения может быть определена, если рассмотреть обечайку, как один виток спиральной пружины, в которой угол  $\varphi$  есть угол поворота одного конца обечайки относительно другого.

Для спиральных пружин с одним закрепленным концом угол поворота (в радианах) определяется из соотношения

$$\varphi = \frac{Ml}{EI_x}$$

Для нашего случая

$$M = P \frac{D}{2} \text{ кгсм,}$$

где  $P$  — усилие на кромке обечайки в кг;

$D$  — диаметр обечайки в см;

$l$  — развернутая длина обечайки, равная  $\pi D$  см;

$E$  — модуль упругости, равный  $2,1 \cdot 10^6$  кг/см<sup>2</sup>.

$I_x$  — момент инерции сечения листа.  
Тогда имеем

$$\varphi = \frac{\pi P D^2}{2EI_x}$$

Требуемое усилие для стыгивания

$$P = \frac{2\varphi EI_x}{\pi D^2}$$

Момент инерции сечения листа обечайки

$$I_x = \frac{B\delta^3}{12} \text{ см}^4,$$

где  $B$  — длина обечайки в см;

$\delta$  — толщина листа обечайки в см;

и так как  $\varphi = \frac{\pi}{K}$ , имеем

$$P = \frac{BE\delta^3}{6KD^2} \text{ кг;}$$

вводя обозначение  $Z = \frac{BE}{6K}$ , получим значение усилия стыгивания

$$P = Z \frac{\delta^3}{D^2} \text{ кг.}$$

Величину  $Z$  удобнее определить для обечайки длиной  $B$ , равной 1 м; при среднем значении  $K$ , равном 20 ( $\varphi = 9^\circ$ ),  $Z = 1,75 \cdot 10^6$  (при  $E = 2 \cdot 10^6$  кг/см<sup>2</sup>).

Например, усилие для стыгивания обечайки диаметром  $D = 1450$  мм,  $B = 1200$  мм при толщине листа  $\delta = 14$  мм, угле недовальцовки  $\varphi = 5^\circ$ , будет

$$K = \frac{180^\circ}{5^\circ} = 36, \quad P = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 120 \cdot 1,4^3}{6 \cdot 36 \cdot 14^2} \approx 158 \text{ кг.}$$

На фиг. 189 приведен график для определения усилий для стыгивания обечаек различных диаметров и длин при толщине стенок до 30 мм.

График построен при  $K = 20$  для обечаек, изготовленных из стали Ст. 3.

*Сопротивляемость при сборке обечайки со смещением кромок по диаметру*

При известной величине смещения  $\Delta$  требуемое усилие для выравнивания кромок  $P_1$ , приложенное в радиальном направлении (фиг. 183), может быть определено из соотношения

$$P_1 = \frac{\Delta BE\delta^3}{1,5 \cdot D^3} \text{ кг,}$$

где  $\Delta$  — смещение кромок в см;

$B$  — длина обечайки в см;

$E$  — модуль упругости при растяжении;

$\delta$  — толщина листа обечайки в см;

$D$  — диаметр обечайки в см.  
Введя обозначение

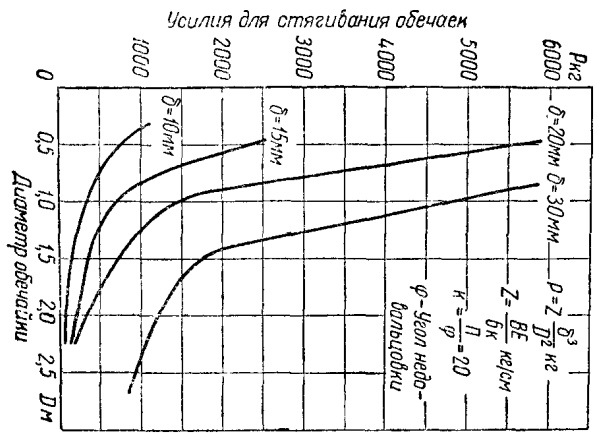
$$\frac{BE}{1,5\pi} = Z_1,$$

можно написать

$$P_1 = Z_1 \frac{\Delta \delta^3}{D^3} \text{ кг.}$$

Величину  $Z_1$  также удобнее подсчитывать для единичной длины обечайки: для  $B = 1$  м  $Z = 44,5 \cdot 10^6$ .

Для размеров обечайки, рассмотренной выше, при смещении кромок, равном, например, 4 см, усилие  $P_1$  будет равняться 160 кг.



Фиг. 189. График для определения усилия для стыгивания обечаек.

*Соприращение при выравнивании торцев обечайки (выравнивание кромок)*

Усилие для выравнивания торцев обечайки  $P_2$  должно быть приложено в осевом направлении (фиг. 184).

Аналогично предыдущему, рассматривая обечайку как один виток спиральной пружины, можно написать зависимость, связывающую величину смещения кромки  $\Delta_1$  с осевым усилием  $P_2$ .

$$\Delta_1 = \frac{3,6P_2R^2(B^2 + \delta^2)}{GB\delta^3s^3} \text{ см.}$$

Подставляя  $l = \pi D$  и  $R = \frac{D}{2}$ , получим

$$\Delta_1 = \frac{0,9P_2\pi D^3(B^2 + \delta^2)}{GB\delta^3s^3} \text{ см,}$$

тогда

$$P_2 = \frac{VB^2\delta^3G\Delta_1}{2,84Ls^3(B^2 + \delta^2)} \text{ кг,}$$

где  $G$  — модуль упругости при сдвиге.

На фиг. 190 дан график определения усилия для выравнивания кромок обечайки для различных диаметров и толщин стенок, при материале из стали Ст. 3.

График построен для  $\Delta_1 = 1$  см и  $V = 1$  м.

Зная геометрические размеры обечайки и задавшись величиной смещения, можно определить необходимую силу для выравнивания торцев обечайки.

Зная геометрические размеры обечайки и задавшись величиной смещения, можно определить необходимую силу для выравнивания торцев обечайки.

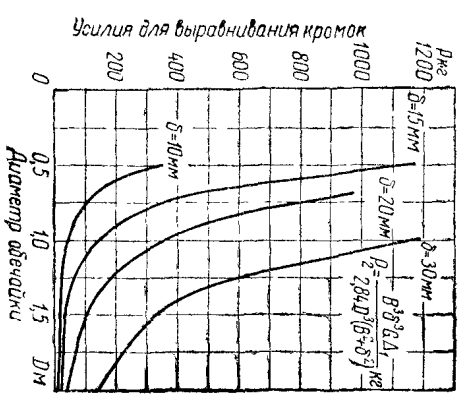
Допуски на размеры обечайек приведены на фиг. 191.

В зависимости от характера и величины смещений в свальцованной обечайке должен быть выбран тип приспособления. На фиг. 192 приведено приспособление, в котором может быть стянута обечайка, имеющая недоваляловку и смещение долевых кромок по диаметру.

Свальцованная обечайка укладывается на ролики 1, укрепленные на выдвинутой опоре 2, и упирается в торцевые упоры 3. Концы обечайки закрепляются прижимами 4, связанными шарнирно с винтом 5. Прижим 4 связан также с муфтой 6, сидищей на наклонном винте 7, качающемся на пальце 8 в стойке 9. Стойка 9 приварена к общей станине 10, состоящей из продольных швеллеров 11, ребер жесткости и нижних листов.

При стыковке зажатые прижимами 4 кромки обечайки подтягиваются одна к другой по высоте винтами 5 с помощью гайки 12, а обжимание кромок обечайки достигается вращением винтов 7. В зависимости от диаметра собираемой обечайки винт 5 может переставляться в соответствующие отверстия в нижнем листе станины.

При изменении длины обечайки устройство перемещается по пазам в станине 13.



Фиг. 190. График для определения усилия для выравнивания кромок обечайки.

Сварка продольных швов обечайек производится сварочным трактором, передвижным по рельсовым путям,двигаемым внутрь обечайки (см. главу „Механическое оборудование установок для автоматической сварки“, стр. 333).

Подобное приспособление для сборки обечайек пригодно для листов толщиной 8—12 мм, где долевой сдвиг кромок может быть легко устранен без специальных устройств, а также для обечайек длиной не более 0,8—1,0 м. Для обечайек большей длины зажатие кромок лишь по концам недостаточно, так как в середине обечайки останутся значительные смещения кромок. Для правильного стыкования процесс

Допуск на длину обечайки	Допуск на смещение свободной обечайки	Допуск на обвальцовку
$V \pm \Delta$	$V$ $d_1$	$D$ $D - D_1$
$D$	$D$	$D$
до 1500 ± 1,5 мм	до 1500 ± 1,5 мм	до 500 ± 0,2 мм
до 1500 ± 1,5 мм	до 1500 ± 1,5 мм	до 2000 ± 0,2 мм
свыше 2500 ± 3,0 мм	свыше 2500 ± 3,0 мм	свыше 2000 ± 0,2 мм
на диаметр обечайки	на конусность обечайки	на обвальцовку
$\frac{\Delta}{D}$	$\frac{D - D_1}{D}$	$\frac{D - D_1}{D}$
до 1000 ± 0,2	до 1000 ± 0,2	до 500 ± 0,2
до 1500 ± 0,3	до 1500 ± 0,3	до 2000 ± 0,2
до 2500 ± 0,5	до 2500 ± 0,5	до 2000 ± 0,2
		до 2000 ± 0,2
		до 2000 ± 0,2
		до 2000 ± 0,2

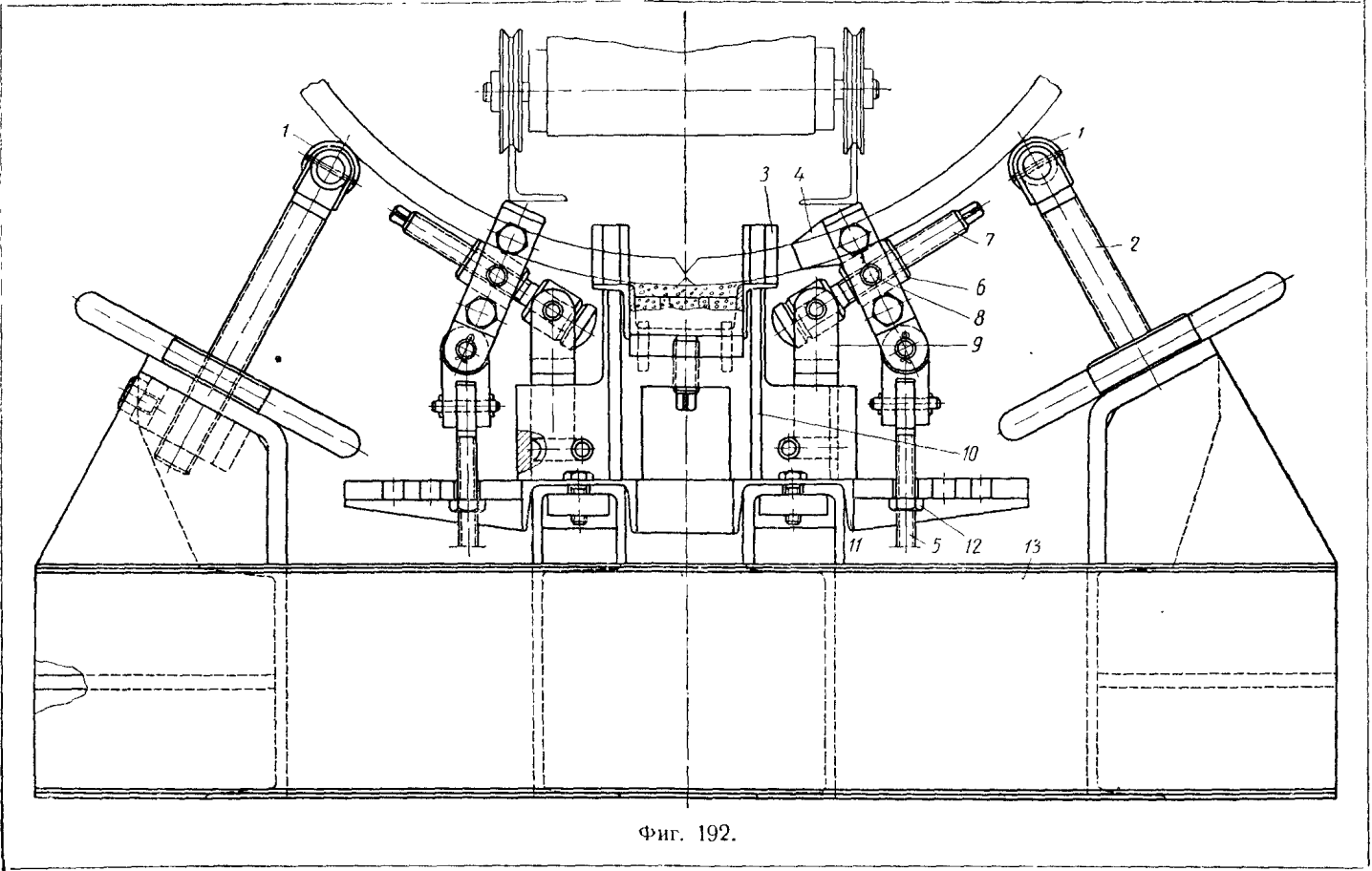
Фиг. 191. Допуски на размер обечайки.

сборки ведется в следующем порядке: сначала совмещаются кромки на одном конце обечайки и прихватываются, затем последовательным перемещением кромок другого (незашемленного) конца обечайки, освещаемым левым и правым винтами 5, достигается постепенное совмещение и прихватка продольной кромки от зашемленного к свободному концу обечайки.

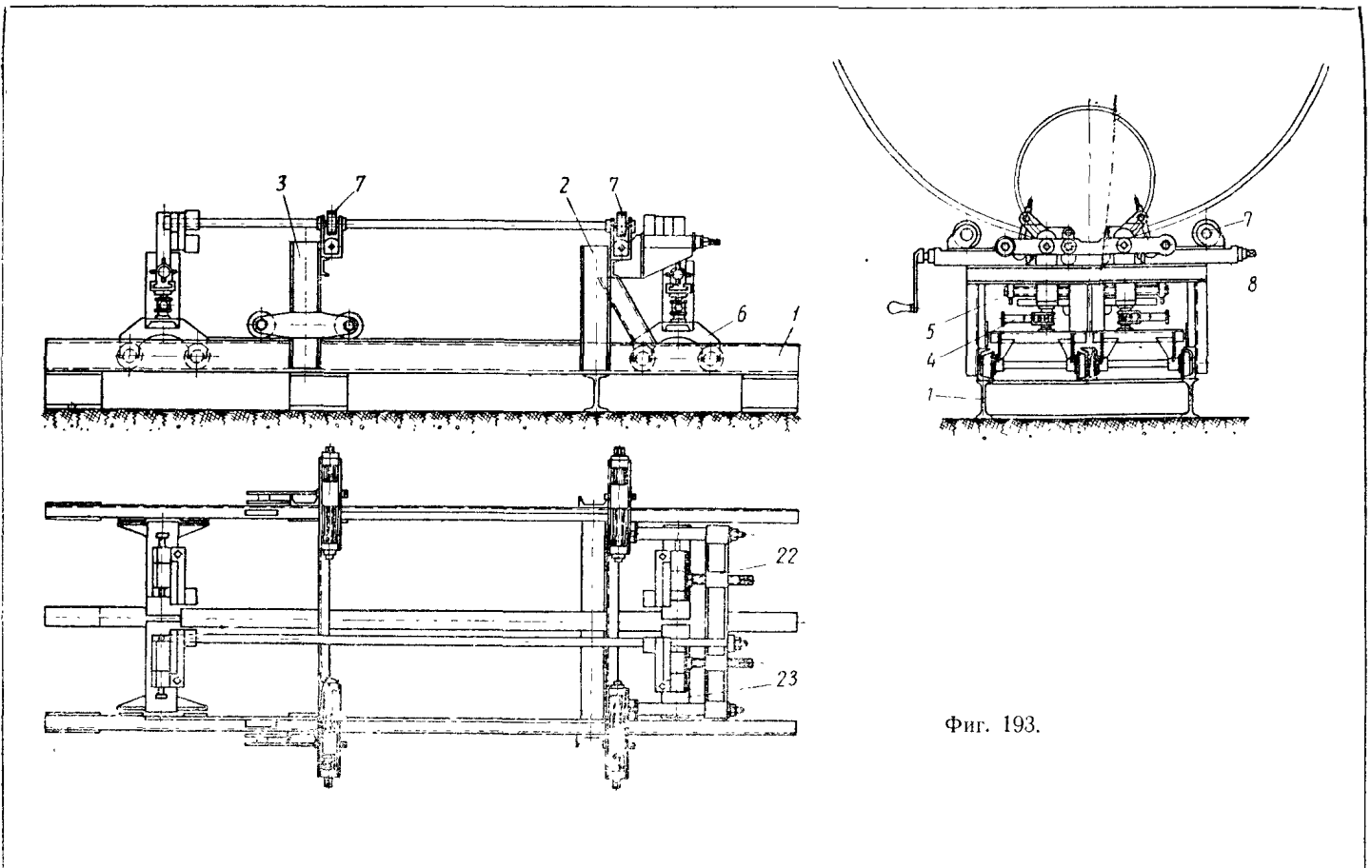
При сборке обечайек с долевым смещением требуется стягивание листов в вертикальном, поперечном и продольном направлениях.

Такое приспособление, предназначенное также для последующей сварки швов сварочным трактором, показано на фиг. 193, 194, 195 и 196. Приспособление состоит из следующих основных частей: станины 1, имеющей постоянную опору 2 и передвижную опору 3, устанавливаемую в зависимости от длины собираемой обечайки, вертикальных передвигаемых тележек 6, передвигающихся по швеллеру станины 1, и эксцентриксовых зажимов для закрепления кромок обечайки.

Сборка обечайки производится в следующем порядке.

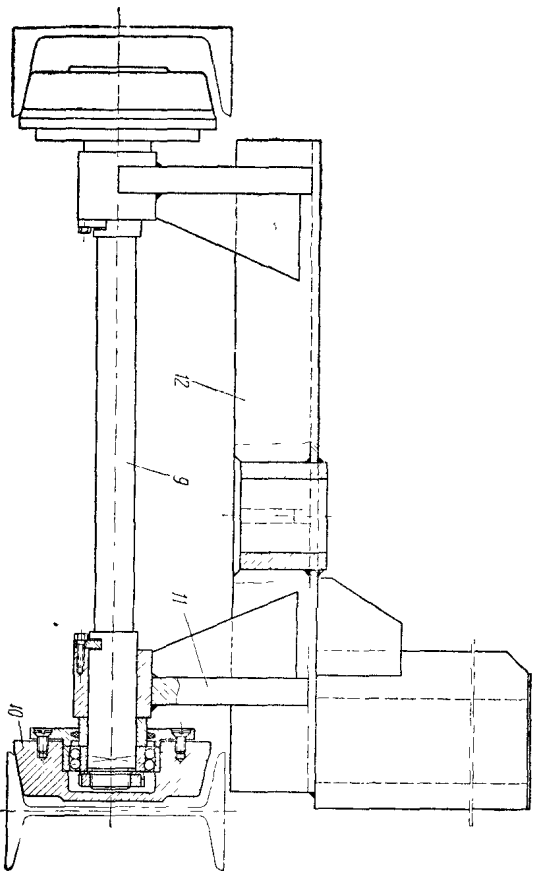


Фиг. 192.

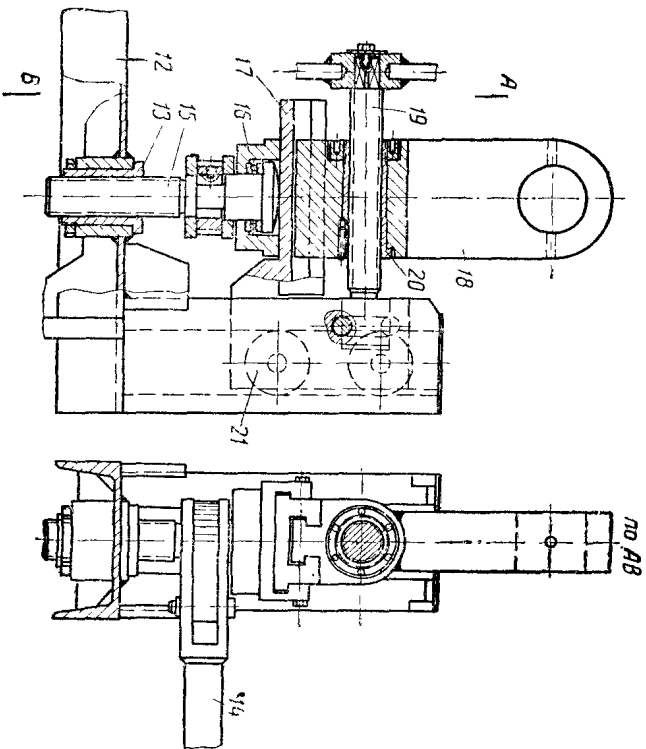


Фиг. 193.





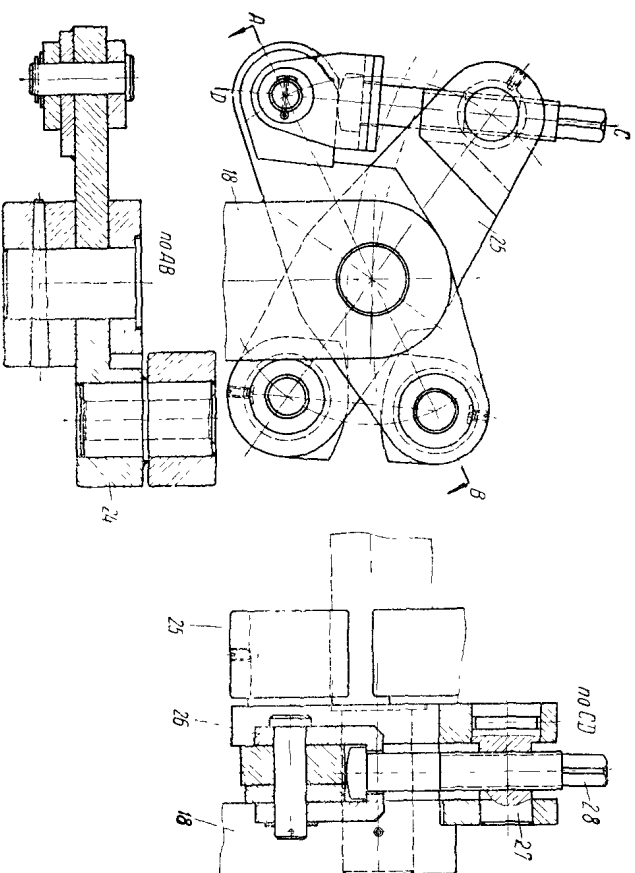
Фиг. 194.



Фиг. 195.

Обечайка укладывается на ролики 7, установленные на кронштейнах (фиг. 193). Последние поперечными винтами 8 устанавливаются в зависимости от диаметра собираемой обечайки. При сборке необходимы три перемещения кромки обечайки относительно друг друга: в вертикальной плоскости — при захвате одной на другую, в горизонтально-поперечной, для сгибания кромки и в горизонтально-поперечной, для выравнивания торцев кромки. Эти три движения осуществляются соответствующими домкратами.

По швеллерам станины перемещаются четыре тележки 6 с зажимами, крепящими края обечайки.



Фиг. 196.

Тележка 6 (фиг. 194 и 195) имеет две оси 9 и четыре катка 10. На стойках 11 крепится площадка 12, в которую через втулку монтирована гайка 13. По гайке с помощью рукоятки 14 перемещается винт 15.

На верхнюю часть винта через стакан 16 (фиг. 195) опирается кронштейн 17, в котором следяны поперечные направляющие для корпуса держателя 18 с эксцентриковым зажимом. Зажим служит для закрепления кромки листов. Перемещение держателя 18 по поперечным направляющим осуществляется винтом 19 по гайке 20. Сам кронштейн 17 при вертикальном перемещении винта 15 скользит по направляющим в стойке передней тележки 6.

Таким образом, домкраты, смонтированные на тележке 6, осуществляют два из трех необходимых перемещений. От перекосов домкратов предохраняют ролики 21. Полевое горизонтальное перемещение

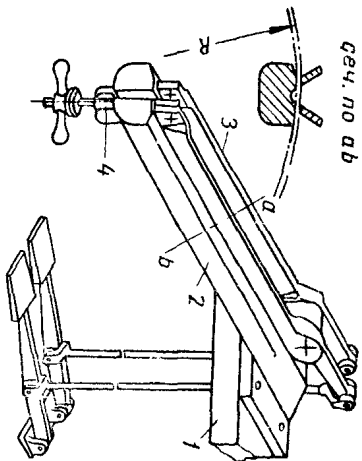
осуществляется домкратами 22, гайки которых вмонтированы в штангу станины 23.

Зажим держателя (фиг. 196) состоит из пальца, сидящего в отверстии держателя 18, на который опираются рычаг 24 с эксцентриком и рычаг 25. Концы рычагов 24 и 25 через вылку 26 и специальную гайку 27 стягиваются винтом 28.

При вращении винта 28 сближаются левые концы рычагов 24 и 25, что приводит к сближению эксцентриков, сидящих на правых концах этих рычагов, чем и производится зажатие кромки обечайки.

При сборке под сварку и для сварки обечайек из тонких листов целесообразно приспособление, показанное на фиг. 197.

сеч. по ab



Фиг. 197.

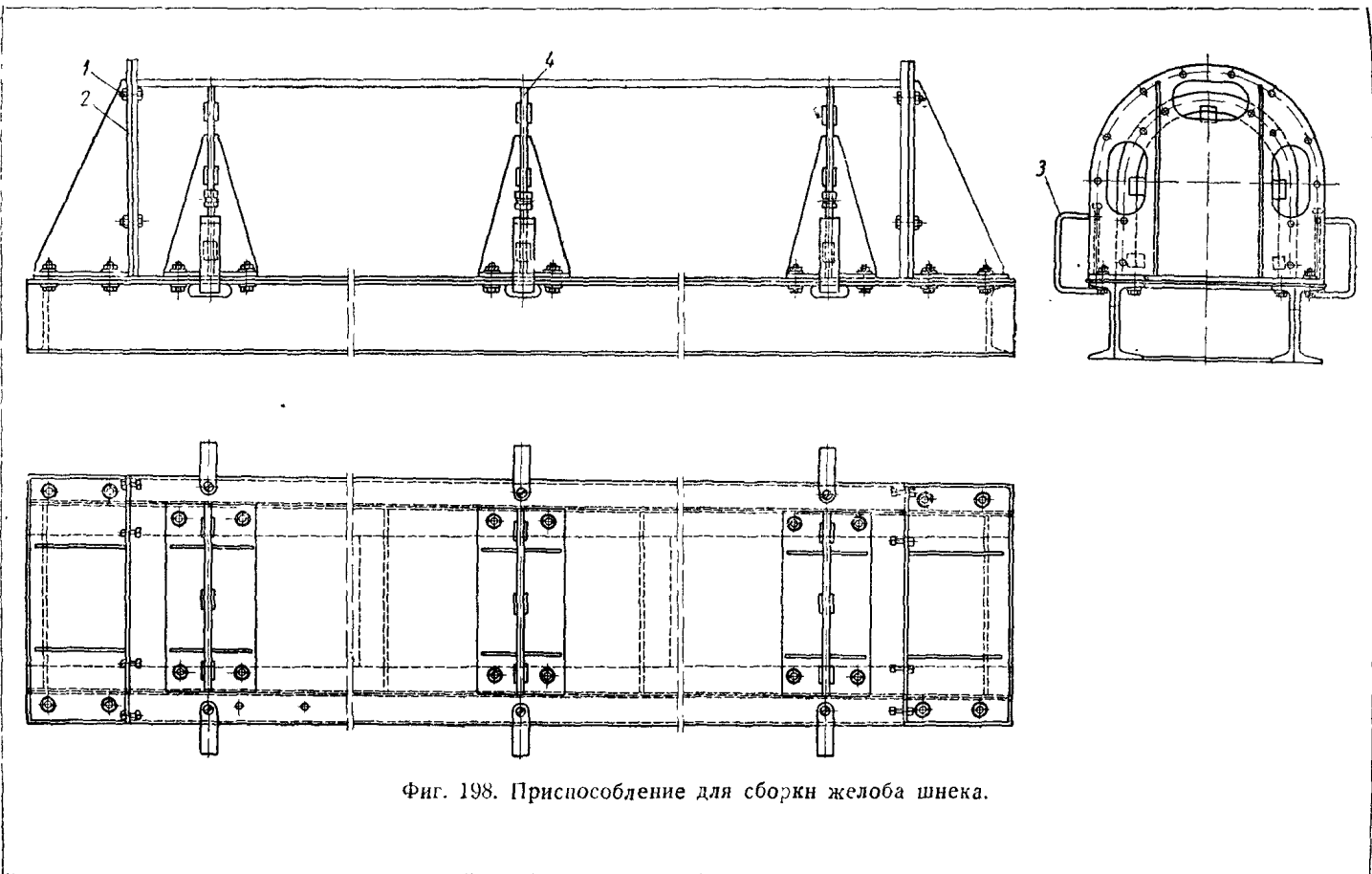
Оно состоит из стойки 1 с консолью 2 и двух шарнирных откидных рычажных накладок 3. Обечайки укладываются на консоль 2 и прижимаются винтом 4. Подъем накладок после освобождения винта 4 осуществляется либо под действием груза на противоположном конце рычага накладки, либо с помощью педали. Для быстрого отвода тепла на консоли укрепляется медная подложка.

Приспособления для сборки желобов, корыт и других подобных изделий могут выпоняться по типу, приведенному на фиг. 198. Это приспособление предназначено для сборки желоба шнека. Боковые фланцы желоба крепятся болтами 1 к торцевым стенкам 2 приспособления. Продольные угольники желоба закрепляются откидными прижимами 3. Положение гнутого листа определяется по съемным радиусным упорам 4. Для прихватки желоба к боковым фланцам в торцевых стенках 2 сделаны вырезы.

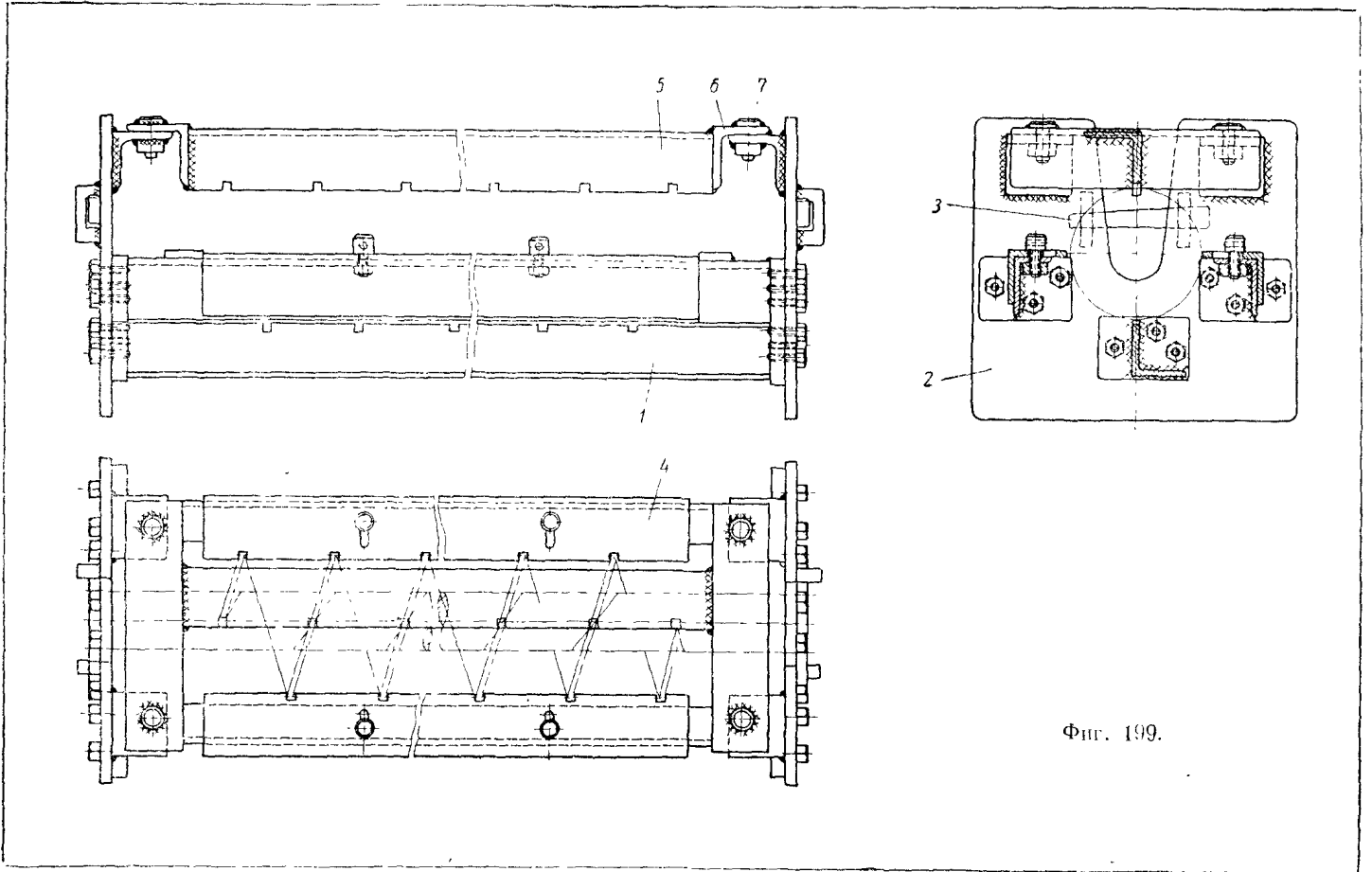
Приспособление для установки и приварки витков шнека к валу показано на фиг. 199. Штампованные части витков шнека укладываются в пазы неподвижной гребенки 1. Вал шнека устанавливается в радиусные гнезда боковых стенок 2 и крепится клиньями 3. Верхние и боковые части витков шнека укладываются по выдвигаемым боковым гребенкам 4 и съемной гребенке 5. Гребенка 5 приварена к угольникам 6 и устанавливается на основную раму приспособления по цилиндрическим фиксаторам 7. После прихватки витков боковые гребенки 4 сдвигаются вдоль пазов, гребенка 5 снимается, клинья 3 выколачиваются, и приваренный узел вынимается.

### Приспособления для сборки и сварки баков

Неповоротные приспособления для сборки и сварки баков могут быть признаны целесообразными только в том случае, если вспомогательное время (поворот изделия краном или иным устройством) невелико по сравнению с временем самой сварки



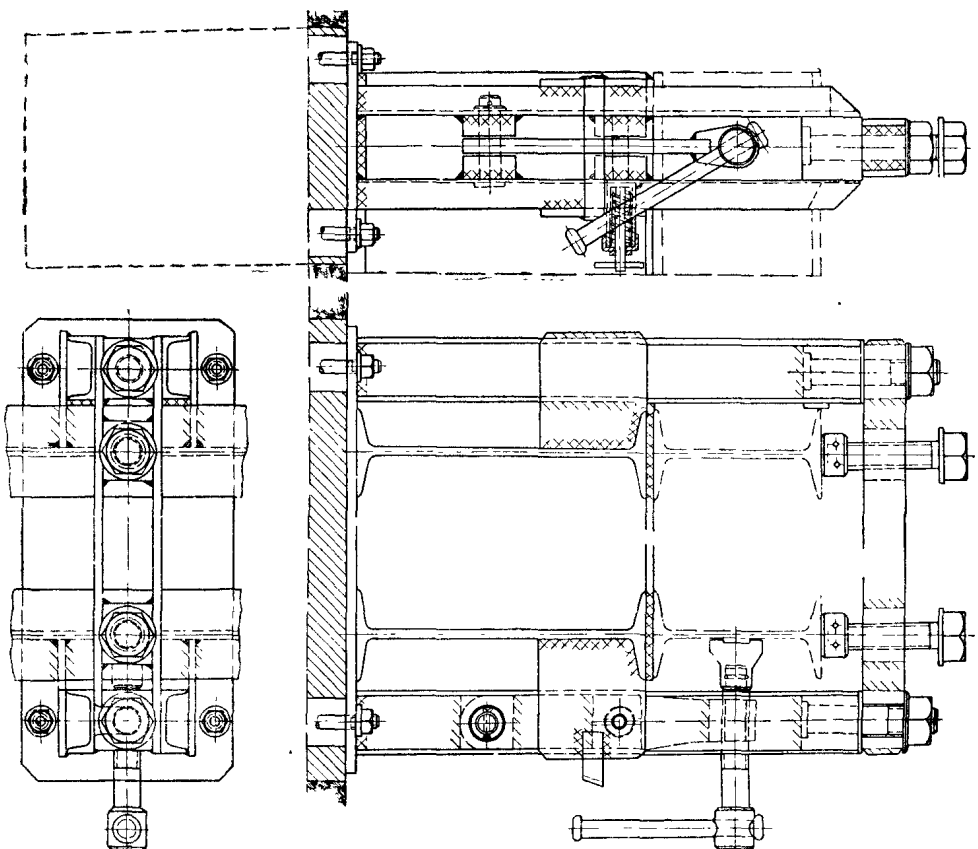
Фиг. 198. Приспособление для сборки желоба шнека.



Фиг. 199.

Стенка механизации данного процесса решается из соотношения между вспомогательным и основным временем операции.

На фиг. 200, 201 и 202 приведено неповоротное приспособление для сборки и частичной сварки хребтовой балки 60-тонной железнодоржной платформы.



Фиг. 200.

Приспособление состоит из жесткого основания, обрабатываемого двумя двутаврами № 55, связанными по верхнему и нижнему поясу планками. Расстояние между осями несущих двутавров соответствует расстоянию между осями рабочих балок изделия и определяется в продольном направлении башмаком 1 винтового прижима 2. Винтовой прижим 2 укреплен на откидной стойке 3, связанной шарнирами 4 с корпусом приспособления (фиг. 202).

Закрепление стойки 3 осуществляется с помощью пружинного фиксатора 5. Положение балок изделия в поперечном направлении фиксируется левой по жестким упорным планкам, правой — по башмаку откидного винтового прижима, укрепленному с помощью пружинного фиксатора. Прижим балок в вертикальном направлении осуществляется при помощи винтовых прижимов, смонтированных в поворотные кронштейны.

Приспособление для сборки и сварки балки парвозной тележки показано на фиг. 203. Фиксирование верхнего и нижнего поясов балки ведется по упорам 1. Фиксирование угловников по длине осуществляется съемными упорами 2, устанавливаемыми между двумя стойками и закрепляемыми коническим фиксатором. Вертикальный лист с приварными деталями фиксируется по упорам шаблонном 3.

#### Приспособления для сборки и сварки узлов машин

Приспособления могут быть:

для сборки и сварки узлов с механически обработанными деталями; для сборки и сварки узлов, не имеющих механически обработанных деталей.

**Приспособления для сборки и сварки узлов машин с механически обработанными деталями.** Возможны три варианта технологии изготовления этих узлов.

1. Механическая обработка узла ведется после полной сварки узла.
2. Детали узла проходят черновую механическую обработку до сборки.
3. Узел под сварку собирается из деталей, полностью механически обработанных.

Первый вариант, хотя и наиболее распространены, несколько усложняет как механическую обработку, так и крепление сварного узла на станке, увеличивает размеры зажимных устройств, требует создания достаточной жесткости узла, позволяющей вести его обработку на станке, и т. д.

Основным достоинством этого варианта является возможность получения достаточной точности готового узла.

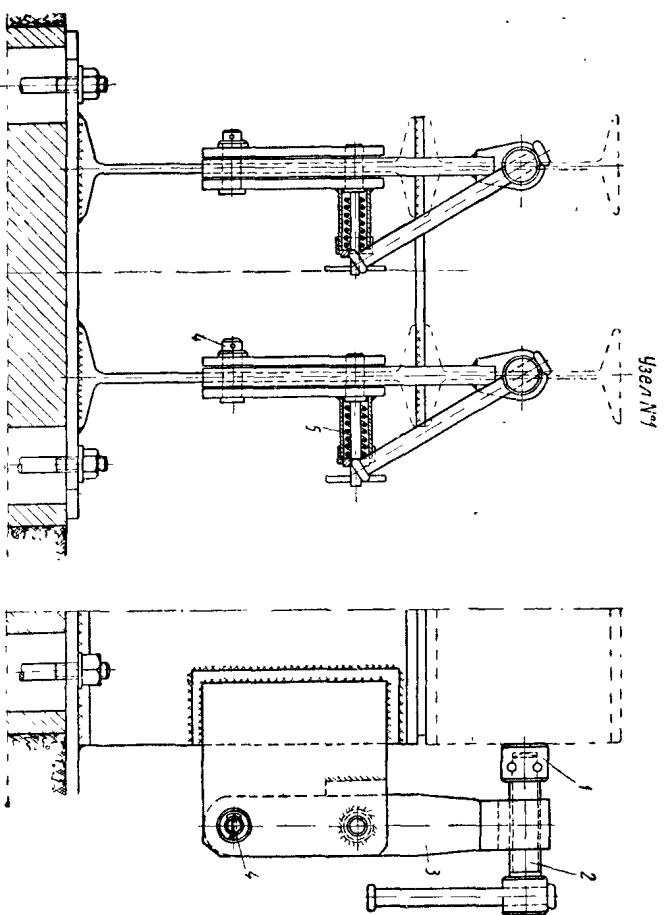
Второй вариант, являющийся промежуточным, также имеет ряд достоинств и недостатков.

**Достоинства.** Возможно выполнение на деталях наиболее трудоемкой части механической обработки с тем, чтобы после сварки узла произвели только чистовую обработку деталей.

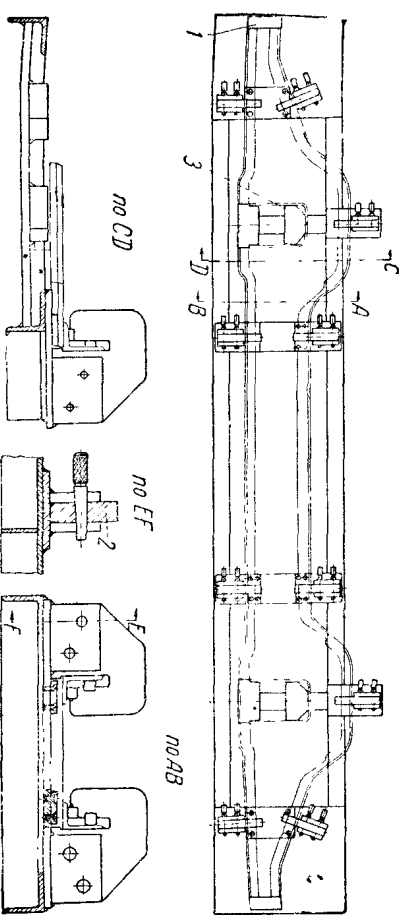
Создаются более точные базы фиксирования при сборке деталей, что делает сборку менее трудоемкой и более точной.

**Недостатки.** Требуется несколько операций на станке в процессе механической обработки одного последочного места: первая — при предварительной обработке деталей, последующие — при механической обработке сваренного узла или изделия.

Третий вариант является наиболее прогрессивным, и для определенной группы изделий сборка узлов с полностью механически обработанными деталями должна получить широкое распространение.



Фиг. 202.



Фиг. 203.

Опыт работы с приспособлениями для сборки узлов с полностью механически обработанными деталями позволяет установить те специфические требования, которые должны быть предъявлены к этим приспособлениям.

Эти требования сводятся к следующему.

При наличии соосных отверстий, предназначенных для одного вала, установка деталей, имеющих эти отверстия, должна осуществляться по одной жесткой оправке или фиксирующему колыду.

Размеры оправки или фиксирующего кольда должны гарантировать восприятие усилий от усадки, возникающих в процессе сварки.

Оправка должна ограничивать возможный перекос детали на посадочном размере в пределах поля допуска на отверстие.

Конструкция приспособления не должна допускать заклинивания оправки собираемыми деталями при деформировании последних.

При необходимости съема узла с фиксирующих пальцев приспособления тогда же после его сварки диаметры пальцев должны выбираться с учетом расширения их вследствие разогрева.

Порядок наложения швов должен гарантировать отсутствие таких внутренних напряжений в узле, которые после снятия узла с жестких фиксаторов приспособления повели бы к дополнительному (уже проявившемуся на сборочном приспособлении) деформированию узла.

Ниже приводится несколько типовых приспособлений, предназначенных для сборки под сварку и сварку узлов машин с полностью обработанными деталями.

Сборка узла с гнутыми ушками, имеющими по два обработанных отверстия, показана на фиг. 204. Оба ушка должны быть приварены симметрично по диаметру, при этом должны быть выдержаны размер  $C_1$ , параллельность осей обеих пар отверстий и перпендикулярность этих осей к оси X—X. Труба, к которой привариваются оба ушка, фиксируется по трем упорам 1, торцу планшайбы 2 и удерживается тремя пружинными прижимами 3. Ушки установлены по сухарям 4.

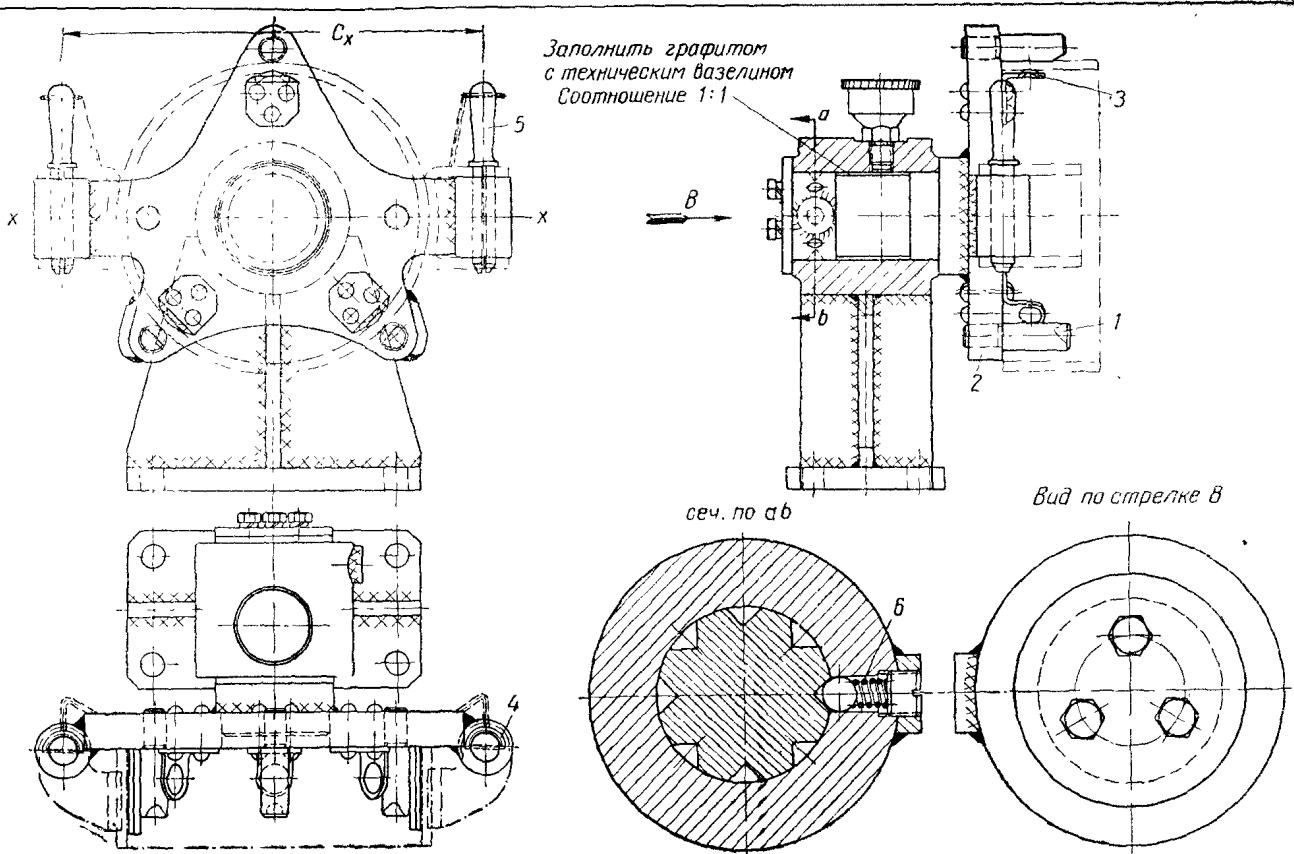
Параллельность осей отверстий фиксируется съемным пальцем 5. Перпендикулярность осей гарантируется изготовлением самого приспособления.

Для сварки всех швов планшайба 2 вместе с собранными деталями может быть повернута от руки. Положение планшайбы фиксируется запорным устройством 6.

Для сварки деталей с резьбой должны применяться приспособления, предохраняющие резьбу от порчи вследствие усадки и от брызг.

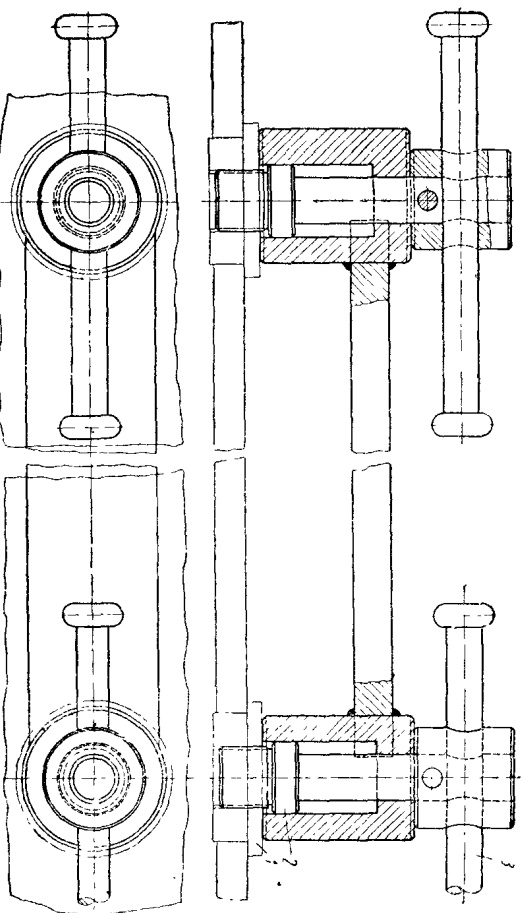
Во избежание усадки отверстия резьбовой детали должна иметь бурт, диаметр которого значительно больше наружного диаметра резьбы. Это необходимо, чтобы уменьшить тепловое воздействие от сварки.

Резьбовые детали (пробки) 1 навертываются на винт 2 (фиг. 205) и устанавливаются в отверстия изделия. Параллельность пробок 1 обеспечивается направляющим бургом винта. После прихватки или приварки пробок винты 2 вывертываются из резьбовых отверстий с помощью рукояток 3.



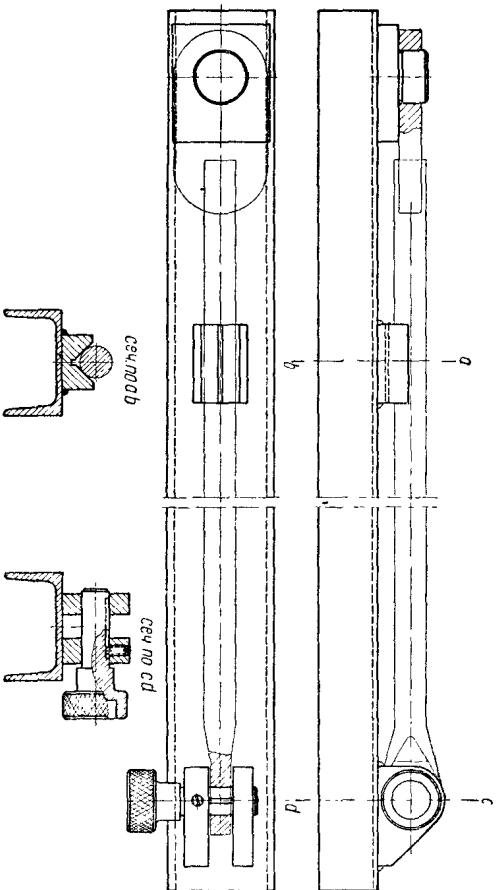
Фиг. 204.

При приварке в узел деталей, имеющих отверстия в двух плоскостях, одно из отверстий должно фиксироваться по выдвигному или съемному пальцу (фиг. 206).



Фиг. 205.

Наиболее серьезным вопросом сборки под сварку изделий с полнотью механически обработанными отверстиями является обеспечение соосности отверстий.



Фиг. 206.

На фиг. 207 представлена схема приспособления для сборки барабана из трех деталей: двух полностью обработанных ступиц и свальдовальной, но не сваренной обечайки.

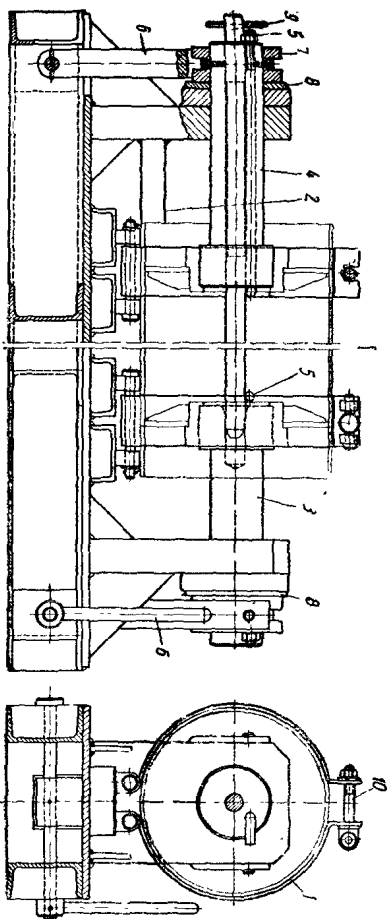
160

Порядок сборки изделия в приспособлении следующий.

Свальдованная обечайка, не имеющая продольного стыкового шва, укладывается в раскрытые створки стержневого кольца 1. Положение обечайки в долевом направлении определяется упором 2. На выдвигные пальцы 3 и 4 в их крайних, правом и левом, положениях, надеваются ступицы до упора в бурты, подтягиваемые изогнутыми крючками 5. Поворотом рукоятки 6 ползуны 7 перемещают пальцы 3 и 4 внутрь обечайки. Нужный размер между ступицами фиксируется ограничивающей планкой 8, толщина которой устанавливается при монтаже приспособления и выверке всех установочных размеров.

Соосность ступиц фиксируется скалкой 9.

После установки ступиц обечайка стягивается накидными болтами 10. В этом положении осуществляется прихватка продольного шва обечайки



Фиг. 207.

и ступиц к ней. Окончательная сварка барабана должна осуществляться на другом приспособлении, в котором в течение всей сварки обе ступицы остаются связанными общим сборочным элементом (скалка и др.).

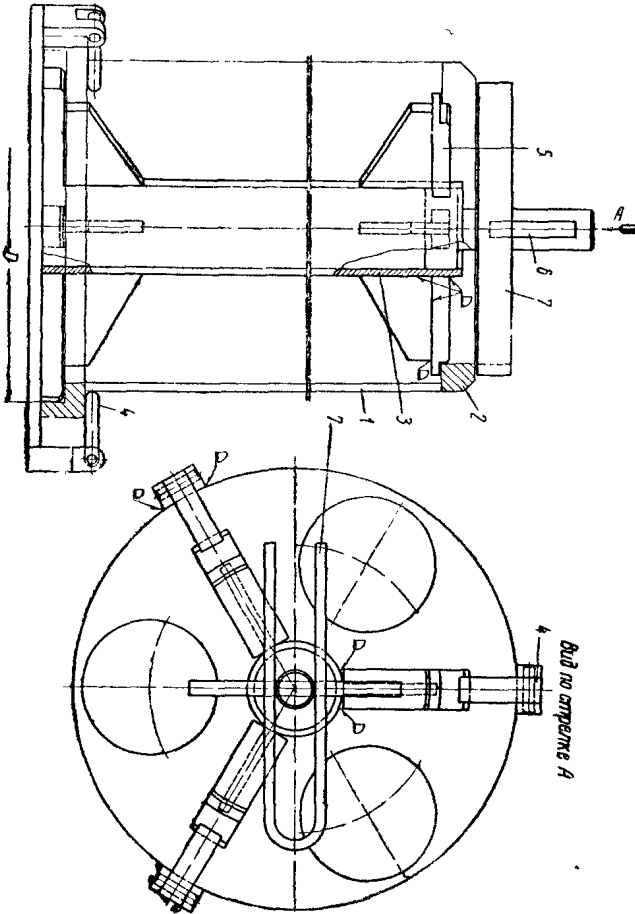
Соосность в узлах машин, проходящих после сварки чистовую механическую обработку, по существу достигается аналогичными конструктивными решениями.

На фиг. 208 приведено приспособление для сборки цилиндра с кольцом для корпуса электромашинного завода "Динамо". К цилиндру 1 необходимо приварить концентрично механически обработанное кольцо 2. Цилиндр 1 фиксируется по внутреннему диаметру  $D$  стойки 3. От бокового смещения цилиндр предохраняет планка 4. Кольцо 2 фиксируется по упорам 5 и прижимается клином 6 через шайбу 7. После сварки осуществляется окончательная механическая обработка всего узла.

Приспособления для сборки и сварки узлов машин с необработанными деталями. К этой группе относятся также приспособления для узлов, имеющих в деталях сверленные отверстия под болты, которые могут быть использованы для фиксации при сборке.

На фиг. 209 показано приспособление для сборки остова электрического генератора завода „Динамо“ к автобусу ЗИС. Остов состоит из цельнокатанной трубы, к которой привариваются четыре кронштейна. Положение кронштейнов фиксируется по отверстиям, сделанным в трубе. Труба остова укладывается по стойкам 1, входящим в отверстия трубы, на четыре упора 2. Положение привариваемых кронштейнов по высоте определяется высотой стойки 3.

Кронштейны при прихватке и сварке закрепляются откидными винтовыми прижимами 4. Так как трубы, применяемые для остова, имеют



Фиг. 208.

значительные отклонения по диаметру, то для установки нужного положения поддерживающей стойки 3 служит регулировочный винт 5. Для регулировки в листе 6 стойки 3 сделаны продольные прорези.

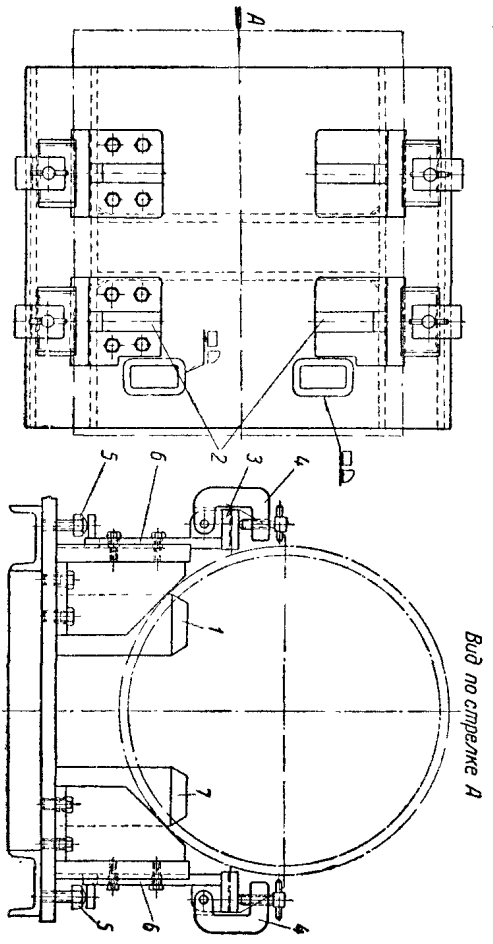
В приспособлении для сборки деталей из угольников или швеллеров и имеющих чистые отверстия (рамки, обвязки и т. п.) обычно необходимы съемные фиксирующие пальцы. Закрепление полок угольников или швеллеров осуществляется отводными винтовыми или рычажными прижимами. На фиг. 210 продолжены угольнички рамки фиксируются по упорам 1 и 2 и прижимаются винтовыми прижимами 3. Боковой угольник фиксируется по съемным фиксаторам 4 и зажимается отводным прижимом 5.

Установка патрубков к переднему дну фильтра газогенератора (фиг. 211) производится по шаблону 1, фиксируемому пальцами 2 по отверстиям в уже приваренной детали. Положение патрубка определяется по скобе 3, укрепленной на пальце 4.

На фиг. 212 показано приспособление для сборки сложной головки, состоящей из двух патрубков 1, горизонтального листа 2 с прямоугольным вырезом внутри, боковых листов 3, ребер 4 и окаймляющего фланца 5.

Патрубки 1 фиксируются по цилиндрическим и ромбическим штфитам 6 и 7; горизонтальный лист 2 укладывается на четыре стойки 8 и выверяется в горизонтальной плоскости.

В патрубки вставляются цилиндрический и ромбический штфиты 9 и 10, укрепленные в рамке-шаблоне 11. По боковым стенкам шаблона 11 устанавливаются листы 3 и закрепляются съемными прижимами 12. Ребра 4 устанавливаются без фиксирования по уже установленным листам 3.



Фиг. 209.

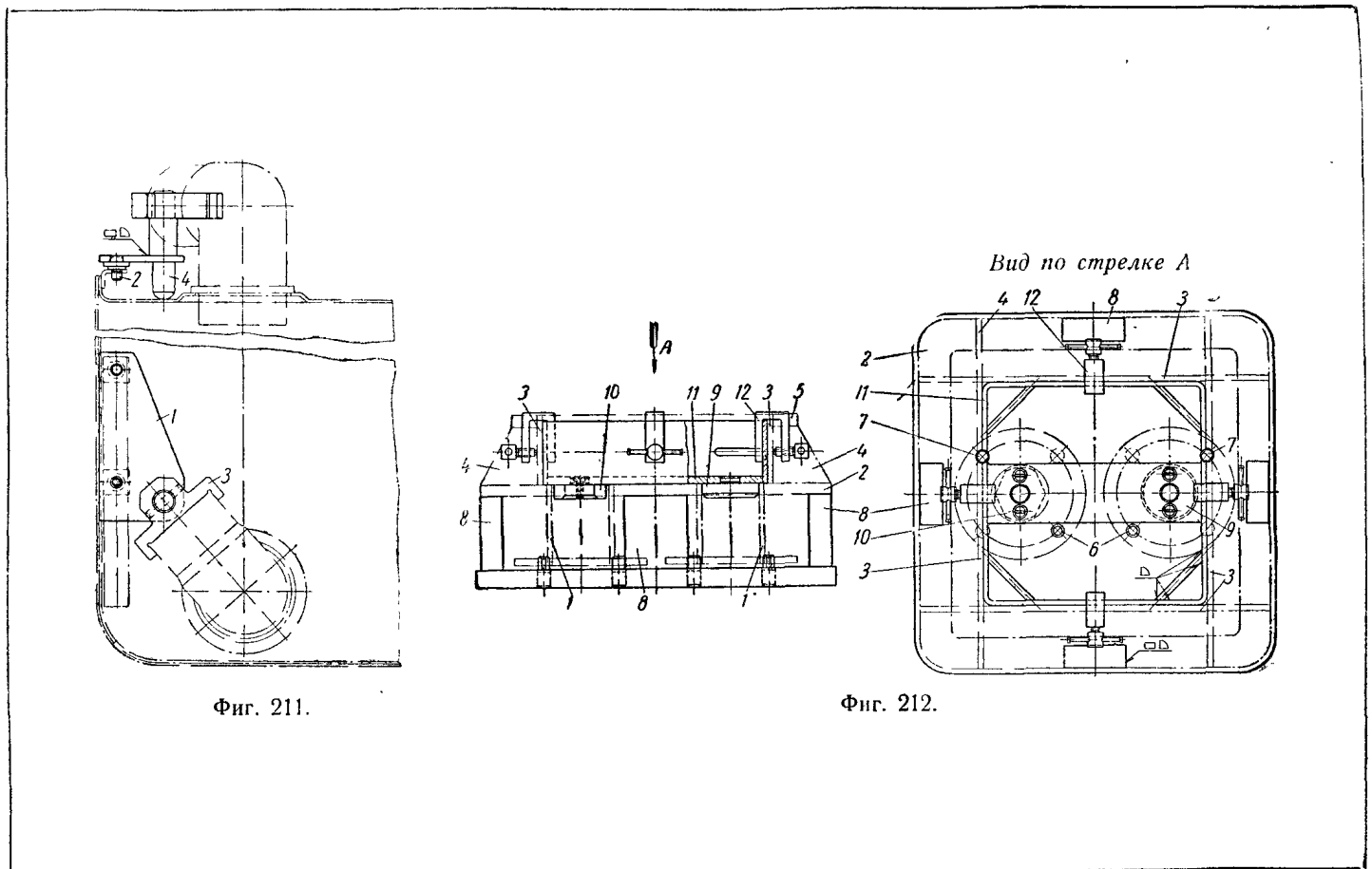
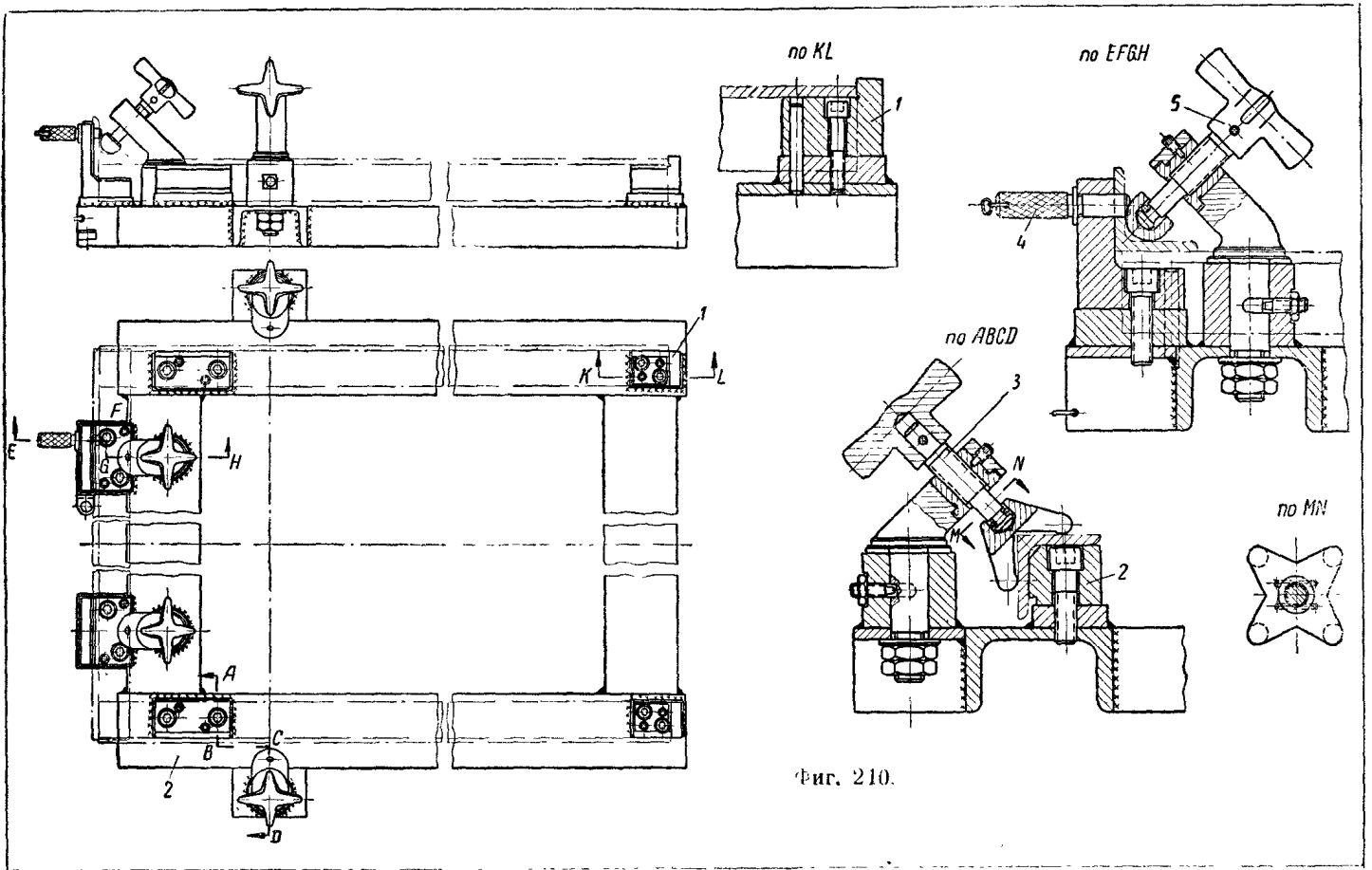
Для окаймляющего фланца 5 фиксатором являются выступающие стенки боковых листов 3.

После сварки нижних швов прижимами 12 убираются, рамка-шаблон 11 снимается с патрубков 1, затем снимается соборный угол.

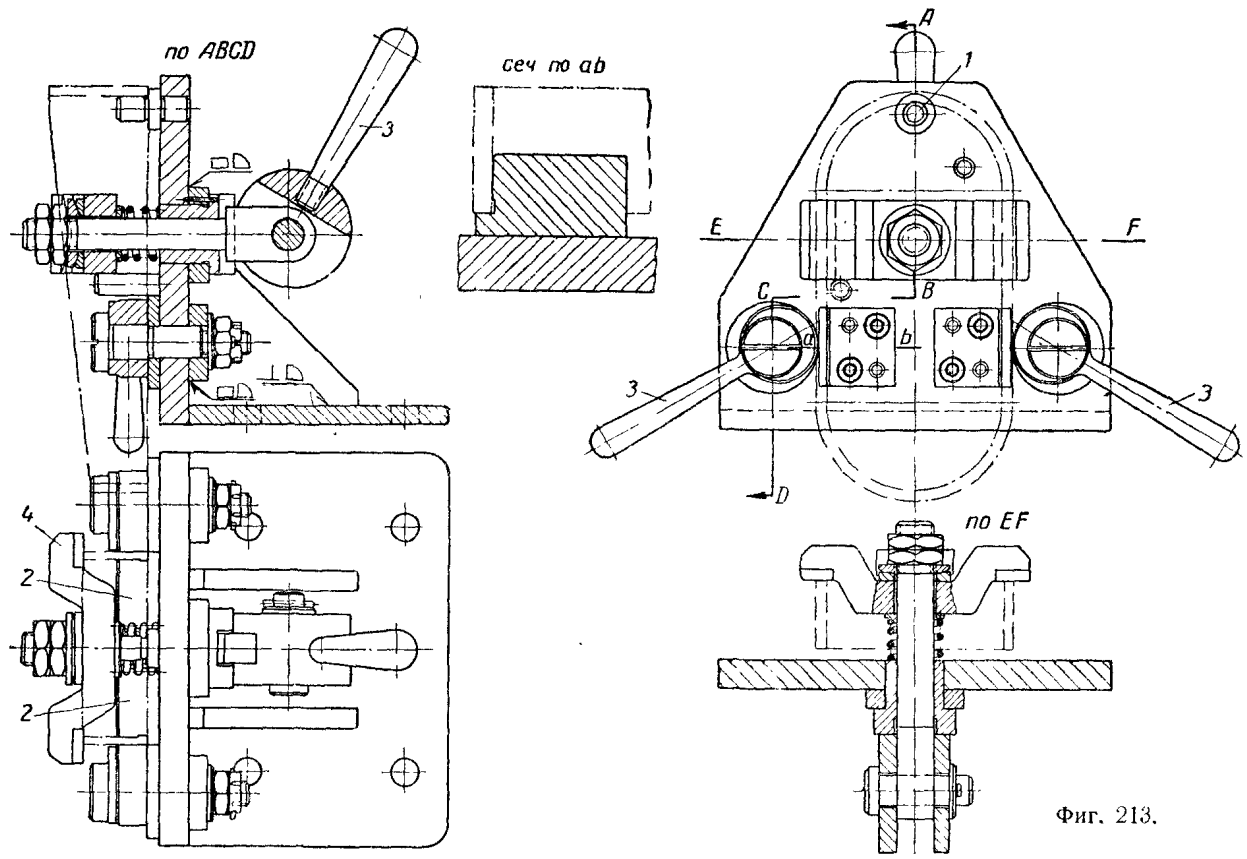
Приспособления с быстродействующими прижимами, применяемые в массовом или крупносерийном производстве сварных машинных узлов, приведены на фиг. 213 и 214.

Сварка горловинных охладителей (фиг. 213) ведется в приспособлении, в котором фиксирование узла осуществляется по пальцу 1 и двум угорам 2. Боковое зажатие производится двумя эксцентриковыми прижимами 3. Прижатие горловины к основанию приспособления осуществляется эксцентриковым прижимом 4.

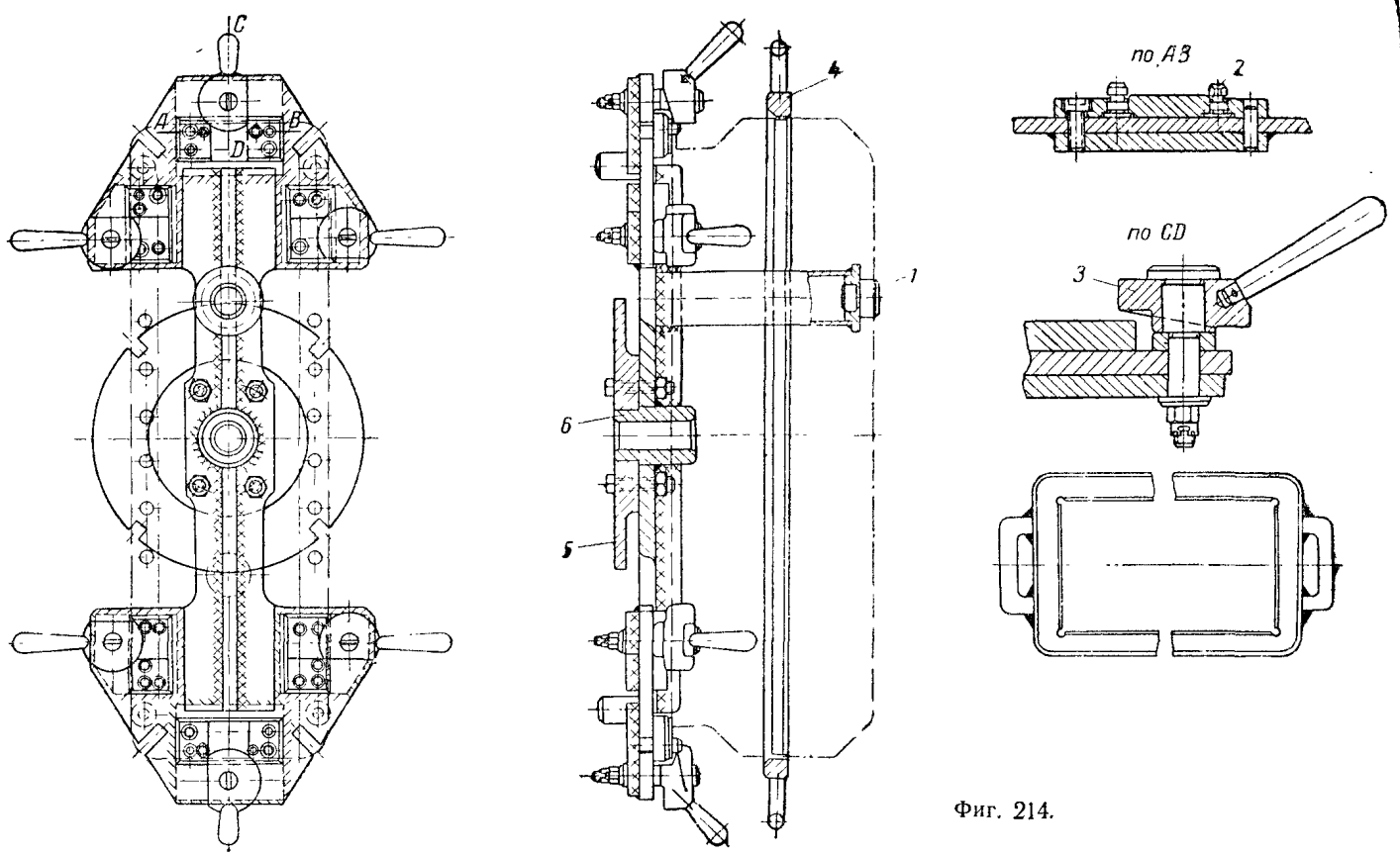
Приспособление для сборки под прихватку корпуса нижнего бака охладителя газогенератора показано на фиг. 214. Штампованная заготовка корпуса должна быть собрана таким образом, чтобы стыковые боковых продольных стенок с поперечными осуществлялись по вертикальным стыковым линиям.







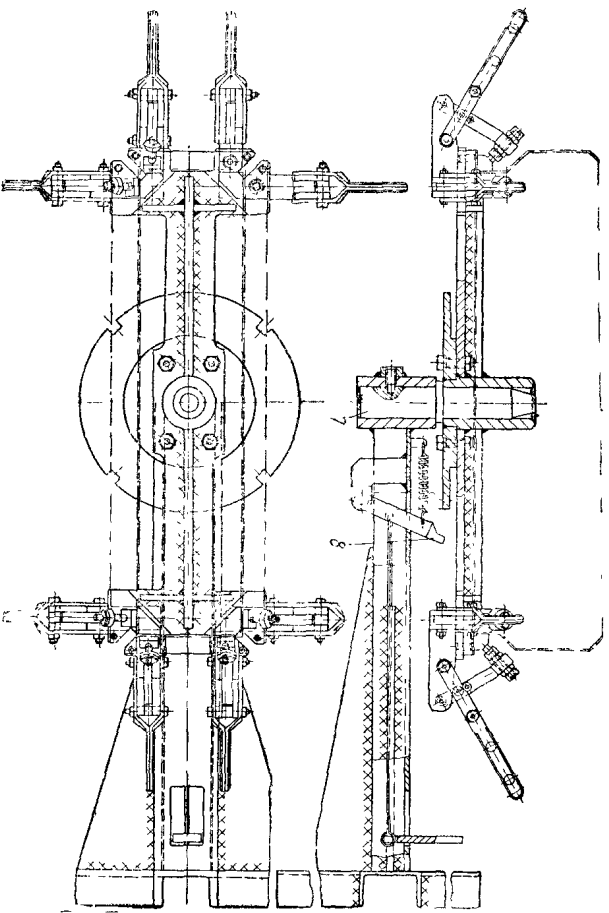
Фиг. 213.



Фиг. 214.

Верхняя стенка корпуса фиксируется по палцу 1. Поперечные борты корпуса фиксируются по двум цилиндрическим палцам и двум ромбическим 2. Зажатие всех бортов в приспособлении ведется экстен-триковыми прижимами 3. Стягивание боковых стенок к долевым ведется с помощью съемного шаблона рамки 4.

Для установки приспособления на поворотный сварочный стол имеется планшета 5 с фиксирующим гнездом и центрирующей ступицей 6.



Фиг. 215.

Вариант приспособления с рычажными прижимами приводится на фиг. 215. Приспособление устанавливается на палец 7. Собачка 8 служит для фиксации положения изделия при сварке.

### в) Пневматические приспособления

Сборочно-сварочные пневматические приспособления разделяются на:

- а) одиночные прижимы, стационарные или переносные;
- б) поворотные приспособления;
- в) поворотные приспособления (для подъема, поворота или наклона изделия или сборочного стола);
- г) специальные приспособления (для холодной гибки балок и др.)

Конструкциям одиночных прижимов рассмотрены выше. В настоящей главе рассмотрены некоторые конструкции и применение неповоротных приспособлений с пневматическим фиксированием для сборки балок.

Применение сжатого воздуха особенно целесообразно для фиксации элементов при сборке балок средних и больших длин с прямыми или изогнутыми поясами.

Приспособление, приведенное на фиг. 216, 217 и 218, предназначено для сборки под сварку балок (или колонн) Н-образного сечения, являющегося наиболее распространенной формой сечения этих металлоконструкций.

Приспособление состоит из следующих основных узлов:

- 1) неподвижной станины на фундаменте;
- 2) подвижных боковин, связанных с ползунами горизонтальной подачи;
- 3) механизма привода ползунков;
- 4) зажимных устройств для пневматического закрепления полок собираемого изделия.

Неподвижная станина состоит из поперечных двутавров 1, уложенных на фундамент, к которым прикреплены два продольных двутавра 2, являющиеся основанием для двух швеллеров 3. Длина двутавров 2 и количество швеллеров 3 определяется исходя из длины свариваемого изделия.

К швеллерам 3 прикреплены с обеих концов по два направляющих бруса 4, по которым перемещается ползун 5, опирающийся на верхние горизонтальные полки швеллеров 3.

В середине швеллерной коробки 3 сварены сварные двутавры 6, к которым приварен средний продольный двутавр 7, являющийся вместе с двумя боковыми продольными двутаврами 8 опорой стенки собираемого изделия. Двутавры 8 вместе с боковой 9 приварены к ползуну 5.

При передвижении ползун одновременно перемещаются крайние двутавры 8 и боковины 9, чем обеспечивается установка на определенную высоту собираемого сварного изделия.

Боковины 9 усилены ребрами жесткости 10, причем внутренние ребра служат упорами при укладке стенок свариваемого изделия.

В боковинах имеется по 14 отверстий для штырей 11, на которые устанавливаются полки свариваемой балки.

Разметка отверстий под штыри должна производиться с учетом сантиметричного положения полок свариваемого изделия относительно стенки.

Подача ползунков 5 вместе с приваренными двутаврами 8 и боковинами 9 производится через винт 12, имеющий правую и левую резьбу.

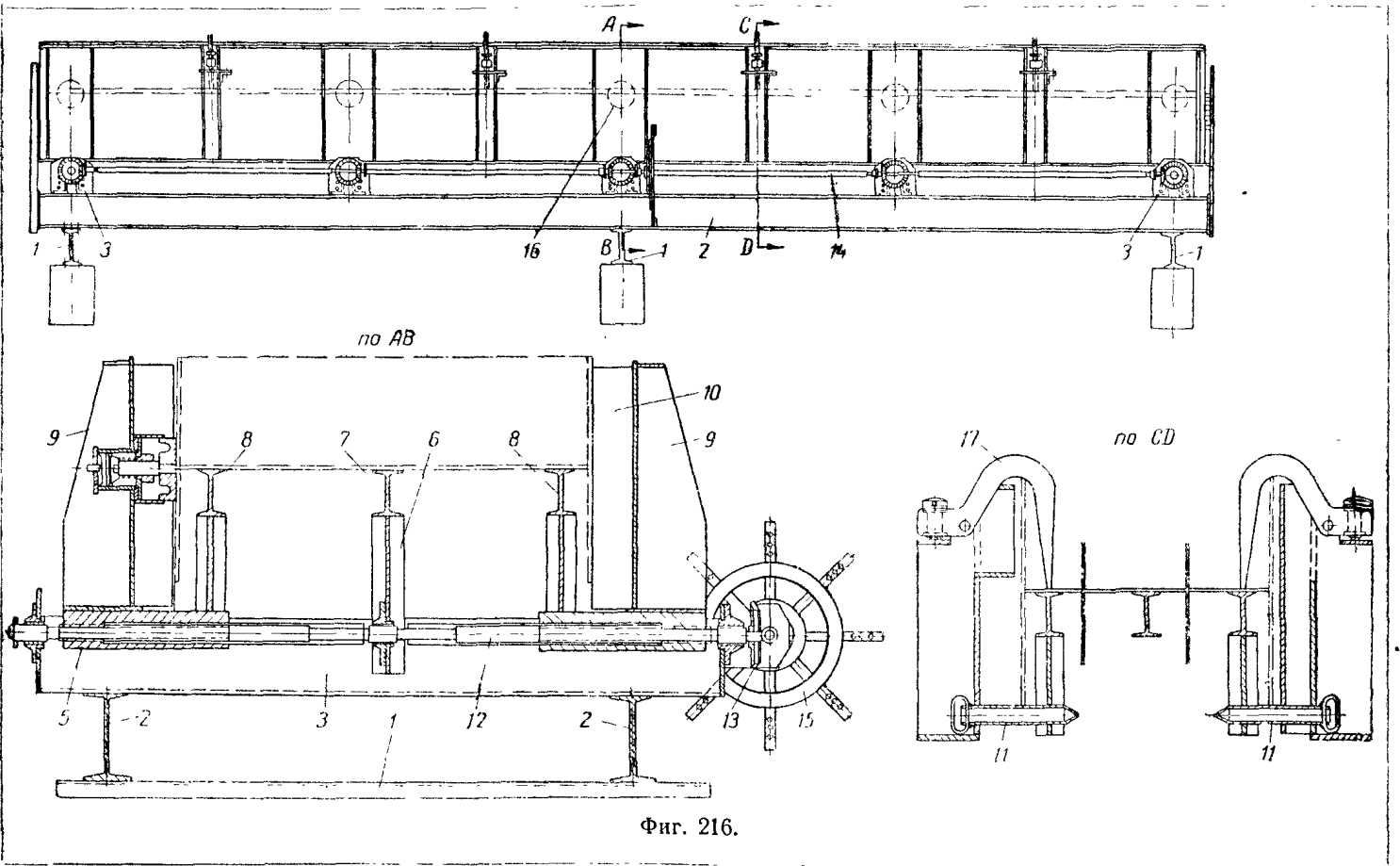
Привод винта 12 осуществляется через пару конических колес 13, связанных с трансмиссионным валом 14, имеющим ручной привод от маховика 15.

Установка ползунков на определенный размер производится перед началом сборки. Затем устанавливаются штыри 11.

Зажим производится пневмоприжимами 16 после укладки стенки на продольные двутавры и установки полок собираемого изделия.

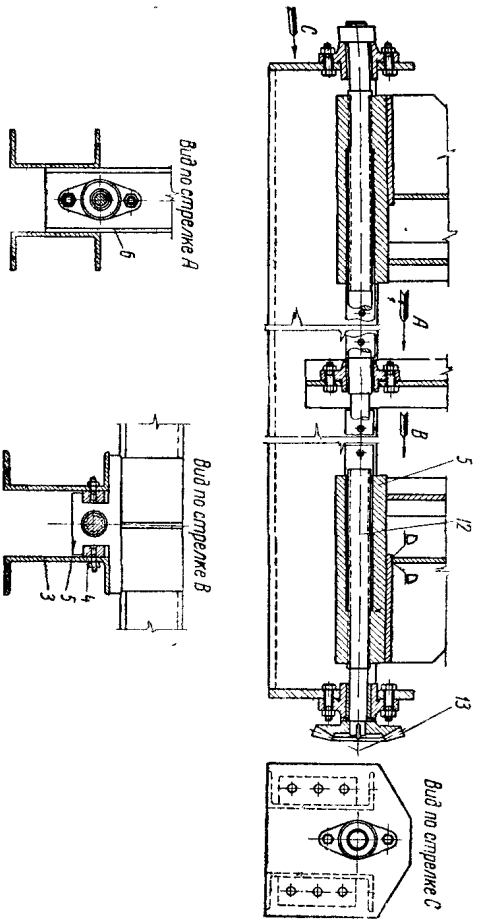
Поршень 18 пневмоприжима перемещается штоком 18а, связанным с внутренним поршнем 19. На последний действует сжатый воздух, поступающий в переднюю камеру цилиндра 20 через штуцер 21. Из распределительной воздушной сети воздух поступает через трехходовой кран.

Включение пневмоприжимов может быть одновременным и раздельным.



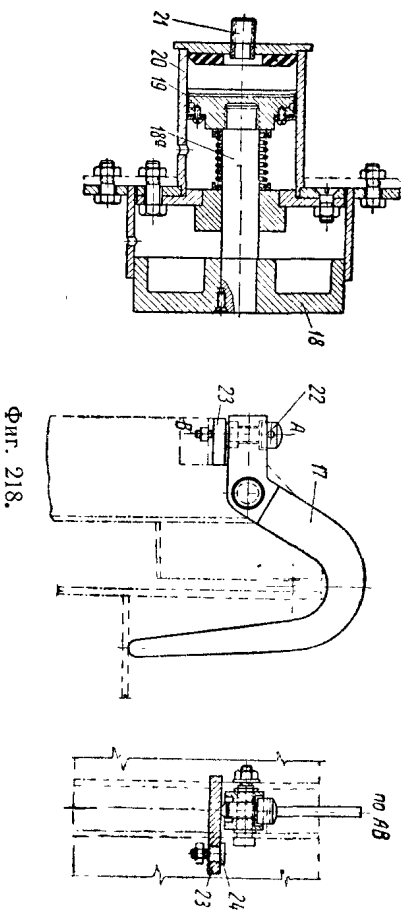
Фиг. 216.

Пневмоприжимы устанавливаются на одной из боковых. Количество пневмоприжимов зависит от длины изделия; обычно расстояние между соседними прижимами принимается равным 1500—2000 мм. Прижим крючком 17 осуществляется завертыванием упорного винта 22, опирающегося на подводящую откидную планку 23. Для зажима необходимо сделать 1—2 оборота.



Фиг. 217.

После зажима всех элементов собираемого изделия производится поочередная сварка верхних двух швов сварочным аппаратом. По мере движения сварочного аппарата крючки 17 откидываются.



Фиг. 218.

Сборка балок с прямыми поксами (хребтовые балки вагонов, несущие балки мостовых кранов и др.) требует поджима по длине балки изогнутых элементов или одновременно установку нескольких деталей (например, ребер жесткости в несущих балках, кронштейнов и других деталей). Это легко достигается пневмоприжимами, монтируемыми в корпус не поворотного или поворотного приспособления.

На фиг. 219 приведено неповоротное приспособление для подгибки ногки хребтовой балки железнодорожного вагона.

Корпус пневмоцилиндра (фиг. 220) размещен между опорными балками приспособления.

Меняя соотношение плеч рычагов прижима, можно увеличить зажимное усилие. Зажимной рычаг снабжен съемным наконечником. Для увеличения стойкости наконечника его закалывают до  $R_c = 40 - 45$ .

Схема воздухопровода и крепления его арматуры показаны на фиг. 221.

В неповоротных приспособлениях с пневмоприжимами, предназначенных для холодной гибки балок, важным является схема размещения пневмоцилиндров по длине балки и конструкция зажимных элементов прижима.

На фиг. 222 показано приспособление для холодной гибки двутавровых балок. Изгибаемая балка укладывается на стеллаж и системой пневмоприжимов, снабженных специальными качающимися упорами, изгибается по заданной кривой.

Качающиеся упоры (фиг. 223) сварной конструкции имеют форму опорной поверхности, соответствующую профилю изогнутой балки. Значительный вес и больший ход не позволяют делать качающийся упор неопирающимся. Во избежание изгиба штока упор при перемещении опирается на направляющую поверхность, а шарнирный палец его скользит по прорези.

На фиг. 224 показана конструкция пневмоприжима и его рычагов для вертикальной подгибки балки. Передаточное число рычажной системы определяется величиной требуемого перемещения балки при подгибе и ходом пневмоцилиндра. Схема размещения пневмоцилиндров для предварительного (обратного) прогиба балки показана на фиг. 225.

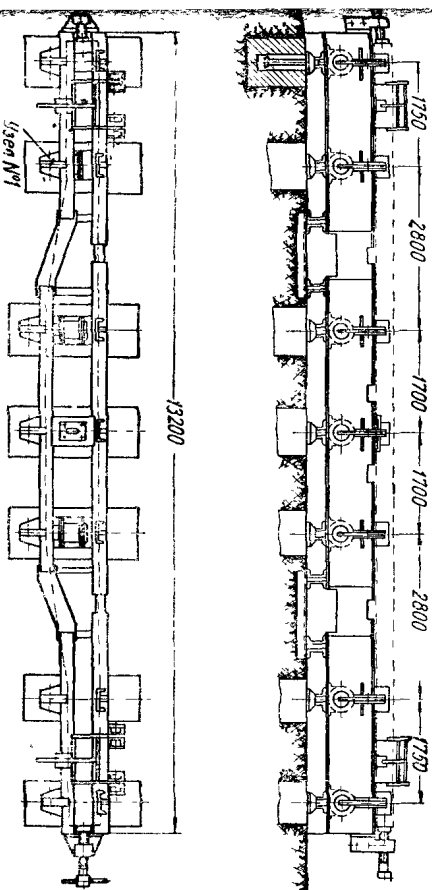
### г) Гидравлические приспособления

Гидравлика в сборочно-сварочных приспособлениях начала применяться только в самое последнее время. Широкое применение гидравлических приспособлений в металлообрабатывающей промышленности доказало целесообразность широкого внедрения таких приспособлений в сварочном деле.

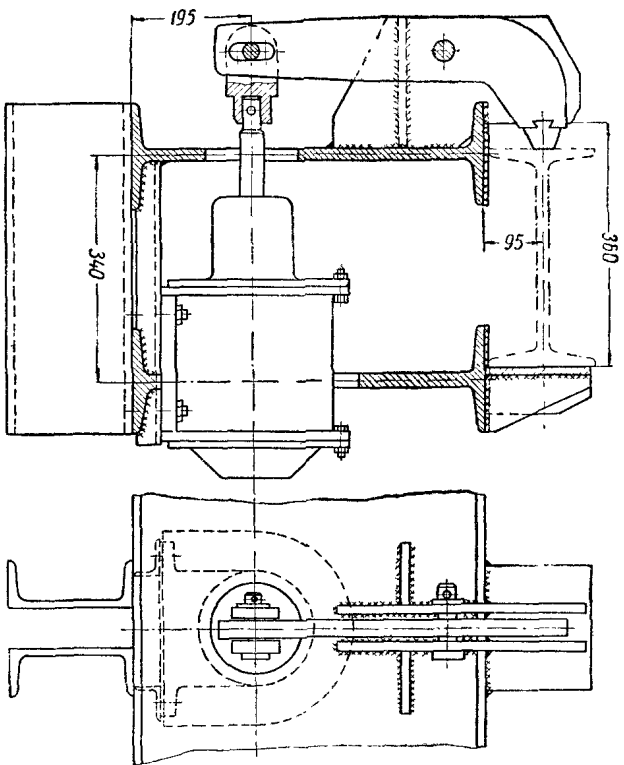
Гидравлические приспособления должны оказывать весьма удобными в сборочных приспособлениях, когда необходимо приложить значительных усилий в нескольких точках одновременно, например, для прижатия кромок в процессе сборки и прикатки обечаек, для сборки барабанов из двух корыт, для прижима листов при автоматической сварке и т. д. Следует учесть, что при изготовлении котлов с давлением 50—100 ат и выше толщина стенок барабана лежит в диапазоне 30—150 мм, при этом длина барабанов может быть до 10—12 м.

Очевидно, что крупные габариты и весьма значительный вес барабанов требуют самой высокой степени механизации всех технологических процессов этого производства.

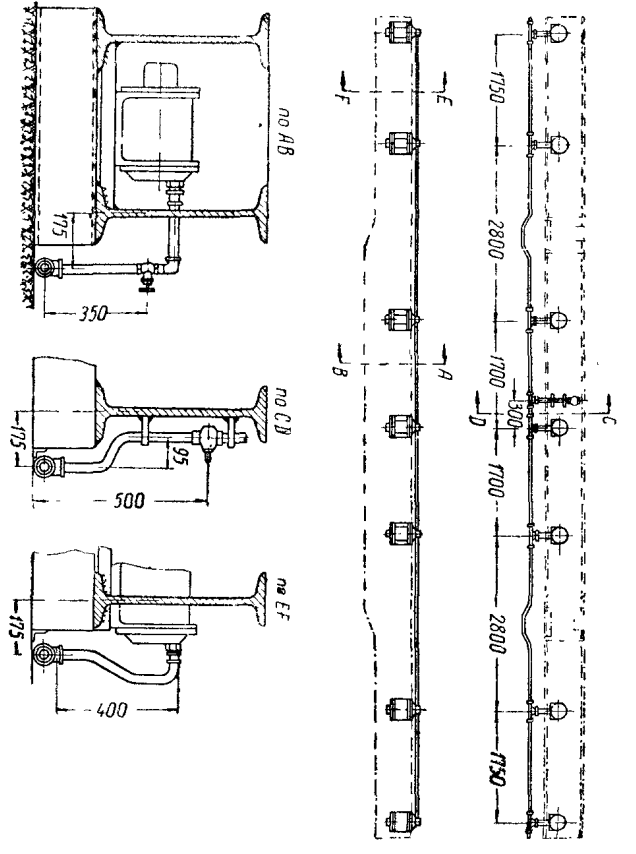
Существующие ручные методы сборки под сварку являются чрезвычайно трудоемкими и в ряде случаев требуют принятия специальных мер для обеспечения точной сборки.



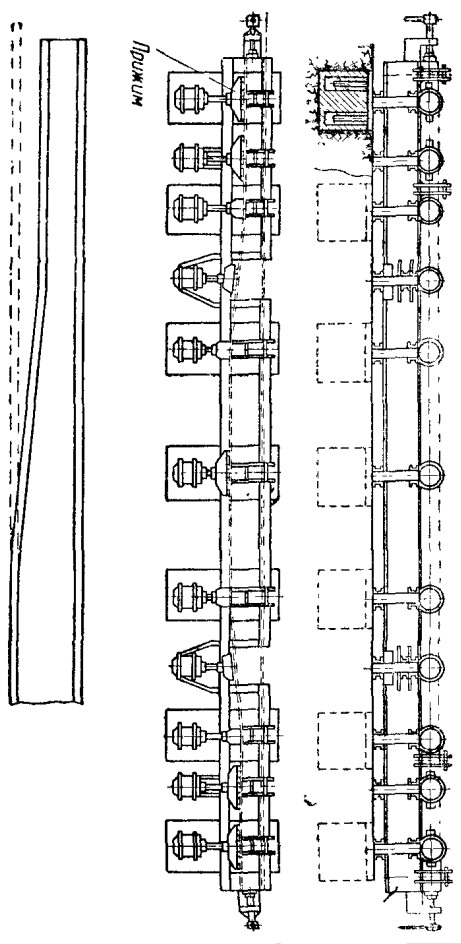
Фиг. 219.



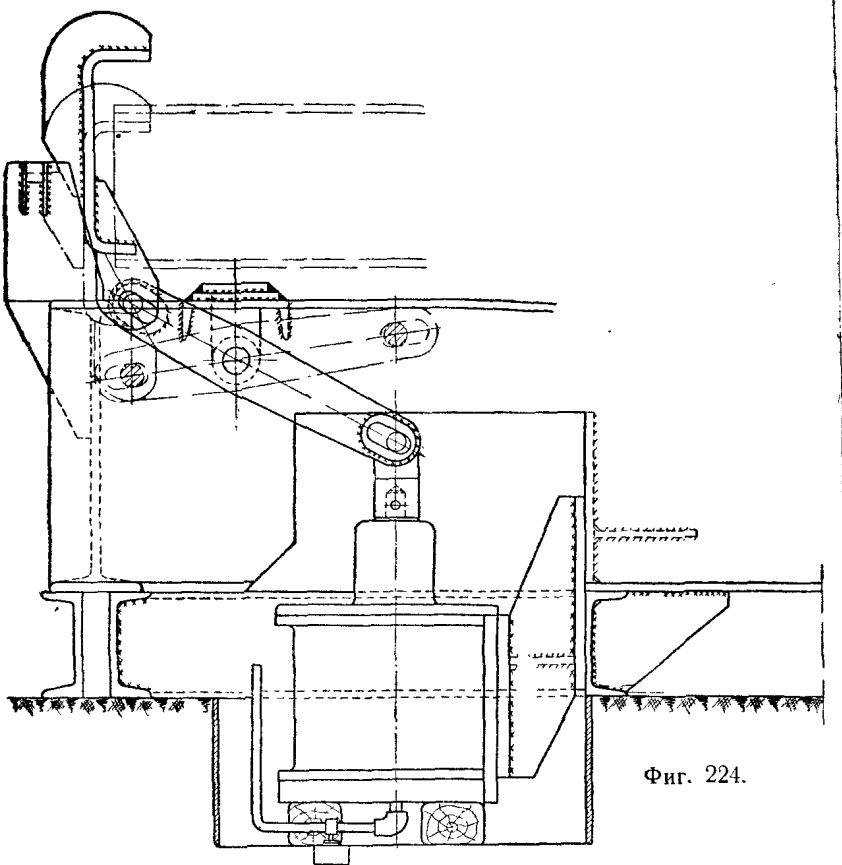
Фиг. 220.



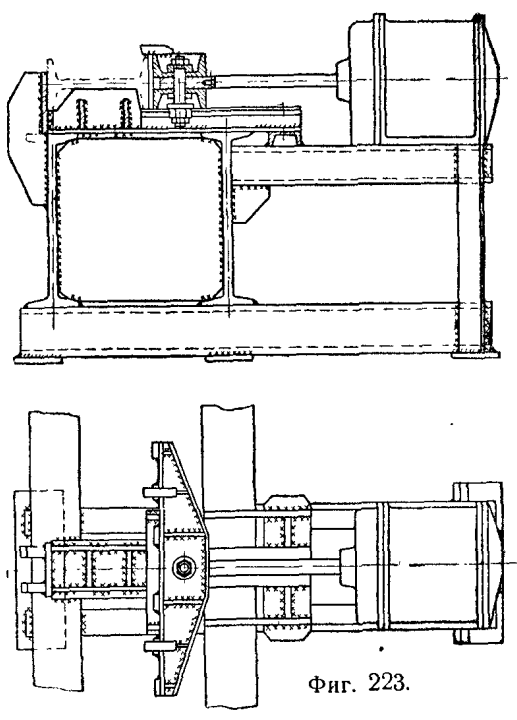
Фиг. 221.



Фиг. 222.



Фиг. 224.



Фиг. 223.

Для примера рассмотрим технологический процесс изготовления толстостенных барабанов из двух корыт. Сущностью технологического процесса строится примерно по такой схеме.

1. Приварка к кромкам корыт сборочных лап с шагом 1—1,5 м.
2. Сборка корыт в барабаны стягиванием лап специальными стяжками.
3. Выверка зазоров между собранными корытами.
4. Сварка внутренних швов барабана последовательно (вначале первого — продольного и после поворота на 180° — второго продольного).
5. Срубка наваренных лап.
6. Зачистка рванин на основном металле котла, полученных в результате срубки приваренных лап.
7. Заделка рванин наплавкой металла электродуговой сваркой.
8. Зачистка наждаком и пневматическим инструментом заделанных наплавкой дефектных мест. Зачистка швов от проплава и грат с внешней стороны.
9. Автоматическая сварка внешних швов на сварочной установке под слоем флюса.
10. Зачистка сварных швов от грат и шлака.

Применение гидравлики в специальном сборочно-сварочном приспособлении, проект которого предложен Гипротэжмашем для сборки и сварки вышеуказанных барабанов, позволяет осуществлять:

- 1) быстрое соединение кромок собираемых корыт по всей длине барабана;
- 2) регулирование зазоров между кромками;
- 3) ведение автоматической сварки внутренних швов непосредственно в сборочном приспособлении без дополнительных и сложных манипуляций.

Кроме того, в приспособлении возможно:

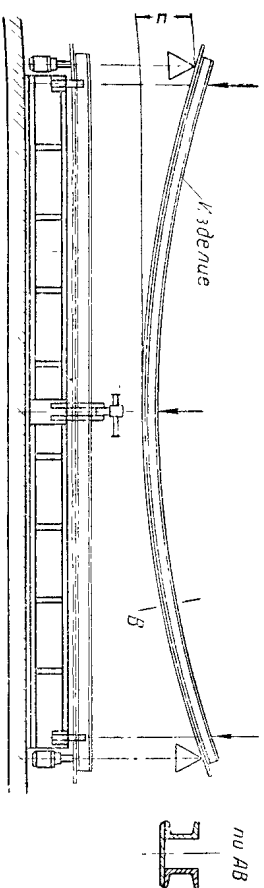
- а) создание флюсовой подушки под свариваемым швом;
- б) поворот барабана на 180° после сварки первого шва (этот поворот может быть достигнут с помощью цехового крана);
- в) свободная выемка краном сваренного барабана из механизма.

Приспособление (фиг. 226 и 227) состоит из трех или пяти мощных обжимных разъемных колец, каждая половина которых связана с прижимным ползуном, соединенным с гидравлическим рабочим плунжером. Для обеспечения плотного прижима обжимными кольцами барабанов при разной толщине стенок и при разных диаметрах служат сменные прижимные клинья, вставляемые в поперечные пазы колец.

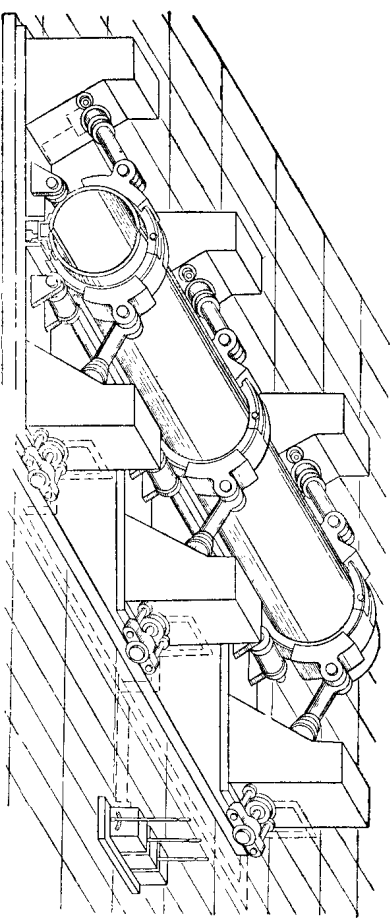
Обратный ход рабочего плунжера осуществляется возвратными гидравлическими плунжерами, соединенными с рабочим плунжером обратным штоком.

При трех обжимных кольцах требуется шесть гидравлических цилиндров рабочих плунжеров и шесть пар возвратных цилиндров обратных плунжеров; при пяти обжимных кольцах соответственно требуется десять гидравлических рабочих цилиндров и десять пар обратных цилиндров. Рабочие и обратные цилиндры смонтированы на одной плите.

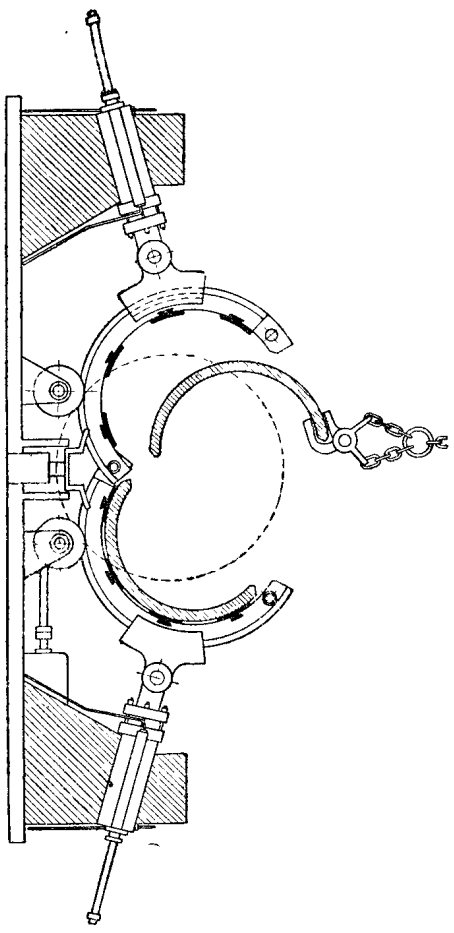
При сближении кромок корыт в стык вставляются специальные клинья, определяющие погрешный зазор между кромками. По мере



Фиг. 225. Схема размещения пневмоцилиндров для предварительного протирки бабки.



Фиг. 226.



Фиг. 227.



Марка гидро-пласта	Наименьшая температура использования в °С	Наивысшая температура использования в °С	Удельный вес	Коэффициент сжимаемости	Точка перехода в жидкое состояние в °С
С	+5	+50	1,1	Не определен	190
Д	-20	+40	1,08	$5,4 \cdot 10^{-5}$	120

вязкое, сиропоподобное состояние, а при охлаждении вновь возвращаются к исходному состоянию.

Гидропласт Д отличается большей подвижностью, чем гидропласт С и может передавать давление на расстоянии до 2 м в узких каналах диаметром от 14 мм.

Физические свойства масс и механизм передачи давления еще недостаточно изучены и находятся в стадии экспериментальной проверки.

Для подготовки гидропласта к заполнению приспособления масса помещается в металлический сосуд, который погружается в другой сосуд (баню), заполненный машинным маслом или глицерином.

Сосуд с массой должен быть помещен в масляную баню на соответствующем держателе, так, чтобы стенки его не соприкасались со стенками бани. Масляная баня нагревается любым способом. При этом масса непрерывно помешивается во избежание пригорания к стенкам сосуда.

Пузыри воздуха, заключенные в массу, образуют при этом на поверхности пену, которую следует снять черпаком.

Гидропласт может применяться в прижимных скобах или траверсах значительных размеров, где требуется прижатие собираемого или свариваемого элемента в нескольких местах. В этом случае возможно передать с одного места усилие на ряд прижимов.

Давление на гидропласт передается внедрением возбуждателя-винта, вращаемого рукояткой рабочим.

На фиг. 229, а приведена зажимная траверса с шестью прижимами, предназначенная для зажима кромок прямого или свальцованного листа.

Траверса состоит из сварного корпуса 1, в который вварена распределительная труба 2. Труба 2 примыкает к цилиндру 3, вмонтированному также в корпус траверсы.

В цилиндре 3 перемещается поршень 4, представляющий одно целое с винтом-поршнем возбуждателя.

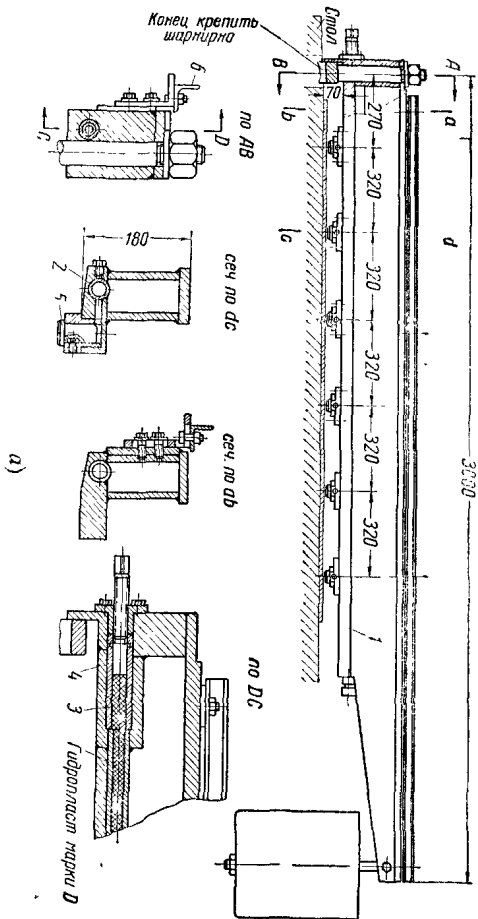
При вращении винта-поршня гидропласт получает давление, которое по каналу из трубы 2 через боковые окна передается в верхнюю полость над прижимами 5. Свободный конец распределительной трубы 2 заглушен крышечкой.

К стенке корпуса 1 прикреплены на винтах направляющая 6 сварочного трактора.

Путь для трактора образуется при укладке на обе стыкуемые кромок двух траверс (фиг. 229, б),

Ниже приводится расчет прижимов с гидропластом.

$$P_0 = \frac{P}{\pi d^2 / 4} \text{ кг/см}^2.$$



Ход поршня подачи

$$H = zh \frac{d_2}{d_1^2} \text{ см.}$$

Усилие на поршне подачи

$$P_1 = P_0 \frac{\pi d_1^2}{4} \text{ кг.}$$

Усилие рабочего на рукоятке винта подачи

$$K = \frac{M}{R} \text{ кг,}$$

где  $M = P_1 r_{cp} (\varphi + \rho)$ ,

$P_1$  — усилие зажима на одном прижиме в кг;

$z$  — число прижимов;

$d$  — диаметр прижима в см;

$d_1$  — диаметр поршня подачи в см;

$h$  — максимальное перемещение прижимов в см;

$r_{cp}$  — средний радиус винта-возбудителя в см;

$\varphi$  — угол подъема винтовой линии винта-возбудителя;

$\rho$  — угол трения;

$R$  — плечо рукоятки в см.

Фиг. 229. Зажимная траверса.



#### д) Вспомогательные устройства комбинированных неповоротных приспособлений

Рассмотренные выше приспособления для сборки под сварку и сварки элементов котельных конструкций, узлов машин, трубчатых узлов и др. могут быть смонтированы в зависимости от их размеров и условий эксплуатации: 1) стационарно на фундаменте, 2) на специальных стеллажах, 3) на неповоротных столах, 4) на поворотных, наклонных или полъемных столах.

Стационарная установка крупных приспособлений на фундаментах предполагает их длительное использование.

При небольших размерах приспособлений целесообразно их крепление к цеховым сборочным стеллажам.

Для получения высокой производительности сборочных и сварочных работ в сварочных цехах применяются универсальные или специальные поворотные, наклонные и полъемные столы, позволяющие устанавливать на них неповоротные приспособления.

Поворотные или наклонные столы облегчают установку изделия в наилучшее положение для сборки, прихватки или сварки.

Поворотные столы могут быть как с ручным, так и с моторным приводом. Ниже рассматриваются поворотные столы с ручным приводом; столы с моторным приводом рассматриваются в главе "Конструкция и расчет сборочно-сварочных механизмов".

#### Стеллажи

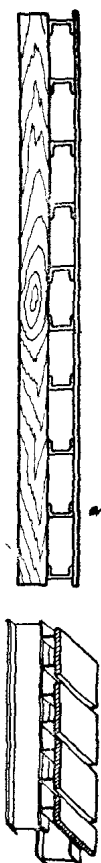
Сборочные стеллажи могут быть стационарными и переносными. Стеллажи служат основанием для укладки деталей изделия при сборке, или опорной базой при установке приспособления.

Стеллажи могут быть деревянными, бетонными, железобетонными и металлическими.

Расстояние между металлическими, деревянными, бетонными или железобетонными стойками, на которые опираются балки стеллажей, зависит от требуемой жесткости. Допустимый прогиб для балок стационарных стеллажей  $\frac{1}{2000}L$ , где  $L$  — расстояние между опорами балок. Уровень верхней плоскости стеллажей должен быть выдержан достаточно точно.

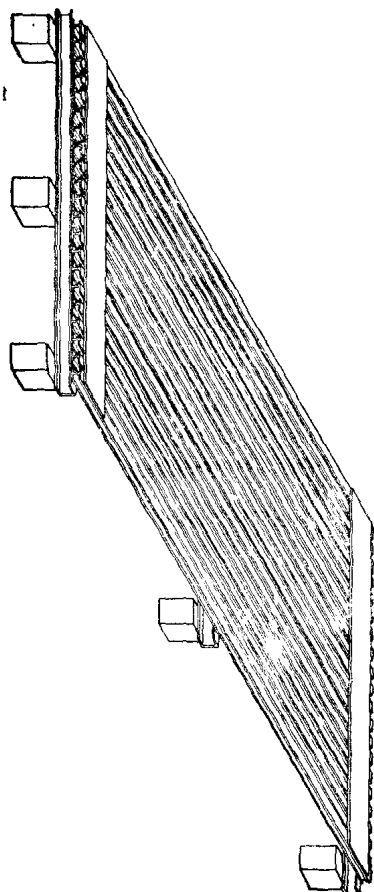
На фиг. 230, 231, 232, 233, 234 и 235 показаны типы стеллажей: простейший стеллаж (фиг. 230) состоит из набора швеллеров, покрытых стальными листами. Швеллеры укладываются на ряд деревянных брусьев или на двутавровые балки (фиг. 231). Стеллаж из двутавровых балок, опирающихся через поперечные швеллеры на бетонные, металлические или деревянные колонки, показан на фиг. 232. Высота колонн должна быть 0,5—0,6 м.

При использовании стеллажей для крепления приспособления или для установки стержневых болтов и т. д. расстояние между продольными балками или плитами должно позволить крепить головки болтов балками или плитами (фиг. 233 и 234). Для крепления могут быть использованы также чугунные плиты, укладываемые на нижнее основание стеллажа (фиг. 235).

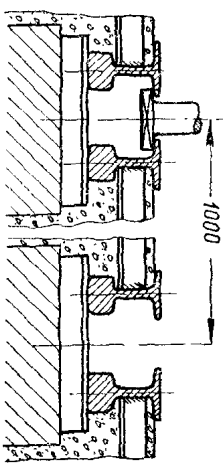


Фиг. 230.

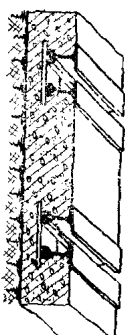
Фиг. 231.



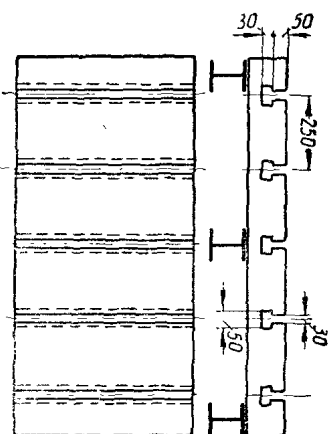
Фиг. 232.



Фиг. 233.

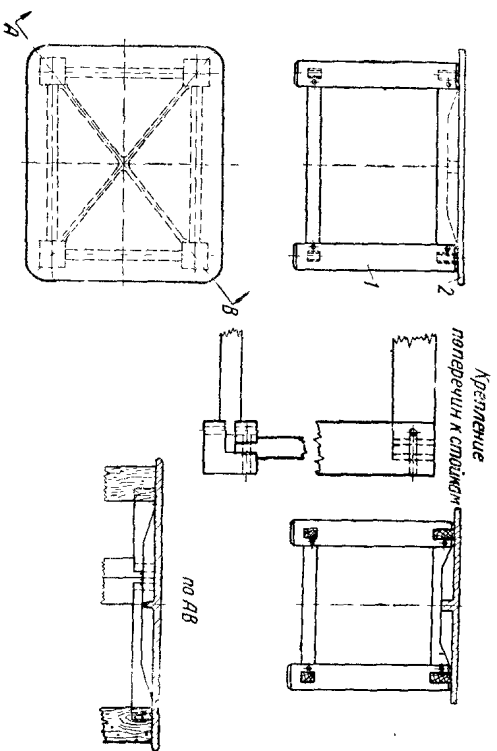


Фиг. 234.



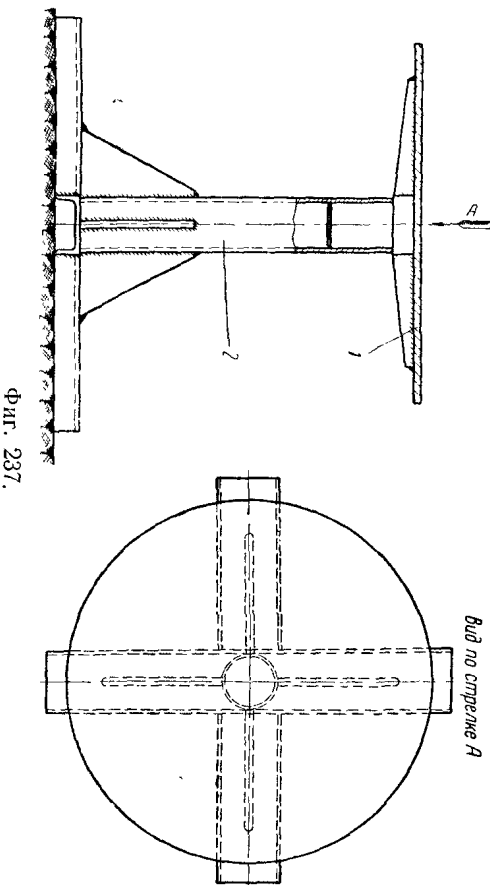
Фиг. 235.

На фиг. 236 показан неповоротный сварочный стол простой конструкции. На деревянный каркас 1 кладется чугунная плита 2. Деревянные ножки каркаса должны быть покрыты жидким стеклом.



Фиг. 236.

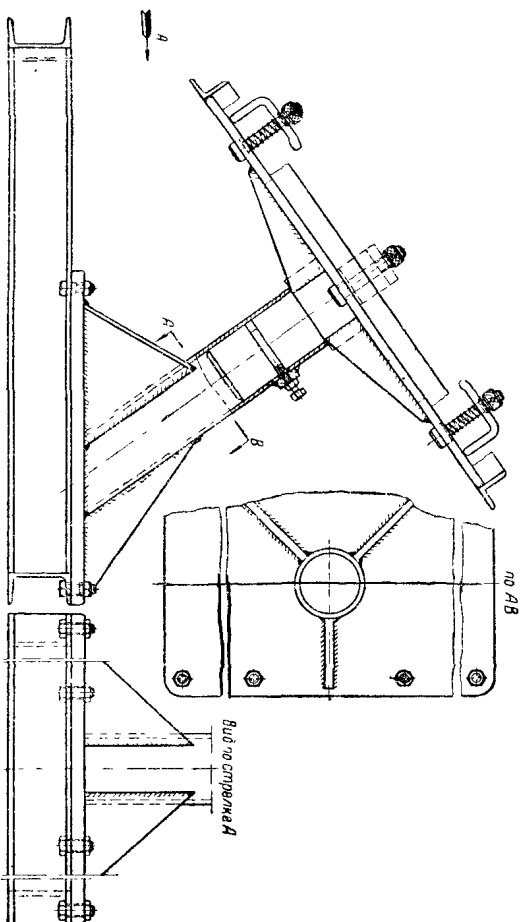
Металлический поворотный стол показан на фиг. 237. Крышка стола 1 сделана из листа толщиной 12—16 мм и может поворачиваться вручную в трубе 2.



Фиг. 237.

Специализированный поворотный стол, устанавливаемый наклонно, показан на фиг. 238. Такой стол одновременно является и сборочным приспособлением.

При установке на таком столе тяжелых изделий для уменьшения потерь на трение необходимо ставить упорные подшипники качения. Для наложения шва при сварке небольших изделий пригодны столы с поворотом планшайбы самим рабочим. Стол (фиг. 239) имеет два



Фиг. 238.

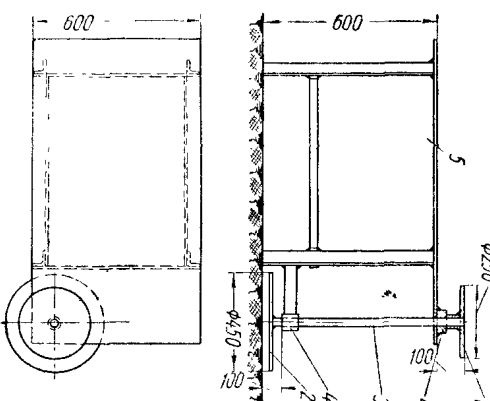
диска. Оба диска связаны валом 3, вращающимся в бужсах 4. Свариваемое изделие лежит на верхнем диске 1. По мере надобности сварщик в процессе сварки поворачивает ногами нижний диск 2. Плита 5 используется для укладки деталей до и после сварки.

Аналогичный стол для крупных изделий спроектирован ЦНИИТМАШ (фиг. 240). Стол — сборной конструкции. На сварной каркас 1 укладывается чугунная плита 2, к которой в винтах подвешена сварная крестовина 3.

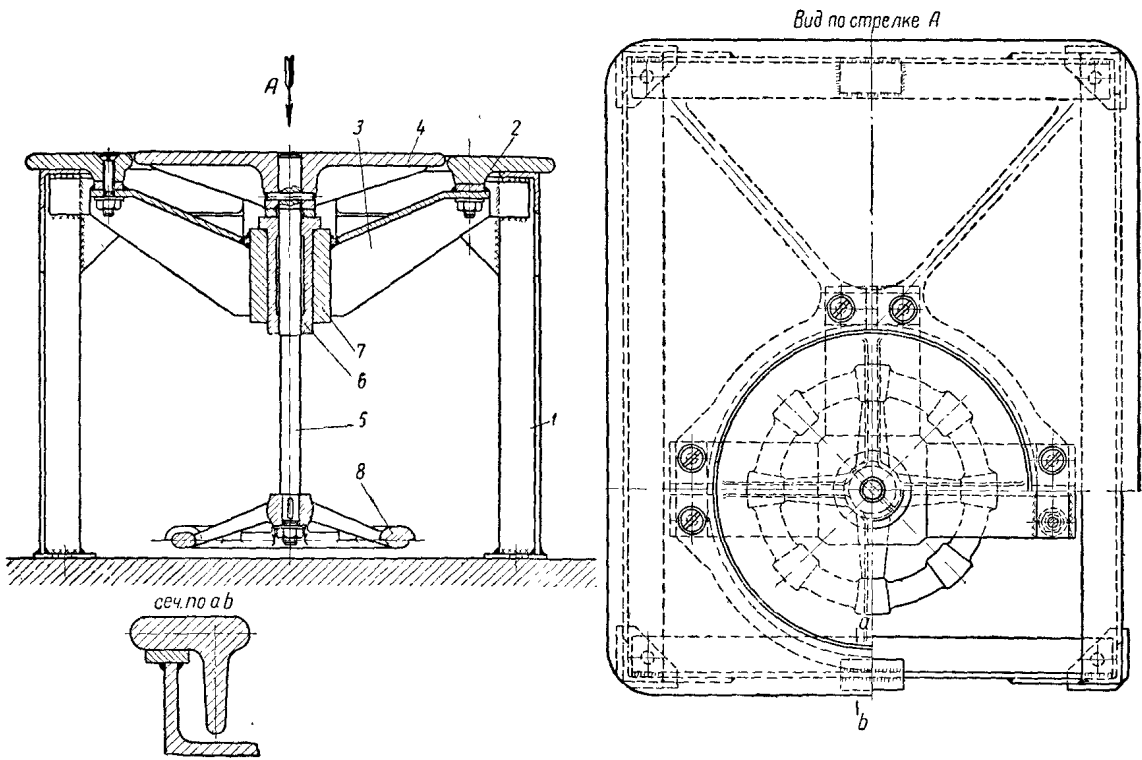
Поворотная планшайба 4, укрепленная на валу 5, опирается на втулку 6, запрессованную в ступицу 7 крестовины. В нижней части вала 5 на шпонке сидит штурвал 8, вращаемый в процессе сварки ногами.

Для поворота тяжелых изделий применяются столы с планшайбой на шариковых опорах. Планшайба 1 (фиг. 241) опирается четырьмя катками 2 на плиту 3 и центрируется через цапфу 4.

От перекосов планшайбу предохраняет гнутая органичивающая планка 5.



Фиг. 239.



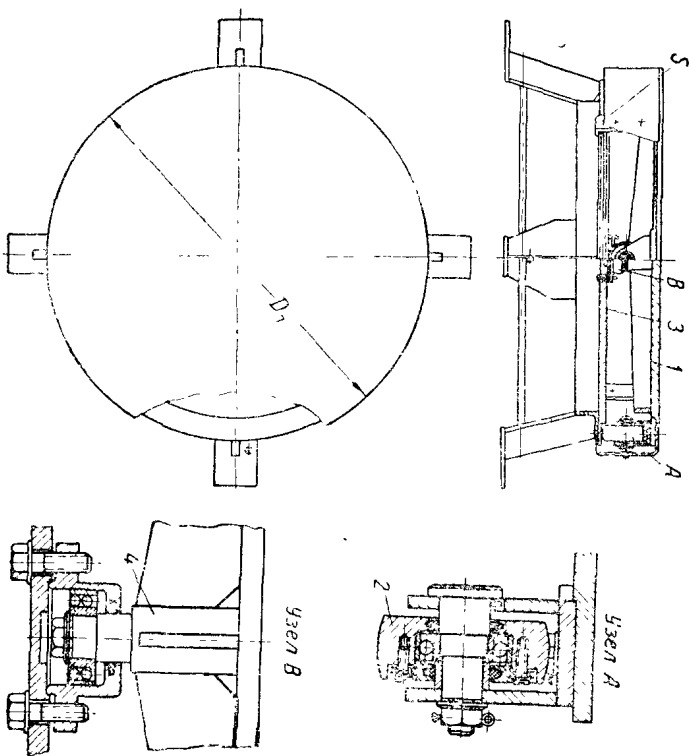
Фиг. 240.

Усилие  $K$  для поворота планшайбы на плече  $R = \frac{D_0}{2}$  может быть определено из соотношения

$$K = \frac{\beta(Q + G) \left( \frac{d}{D_0} f + \frac{2\mu}{D_0} \frac{D}{2} \right)}{\frac{L_0}{\mu}}$$

где  $D_0$  — диаметр планшайбы в см;

$Q$  — вес изделия и приспособления, устанавливаемого на стол, в кг;



Фиг. 241.

$\mu$  — коэффициент трения качения, равный 0,05—0,07;

$\beta$  — коэффициент добавочных сопротивлений при движении по кривой принимается 1,1—1,15;

$d$  — диаметр оси катка в см;

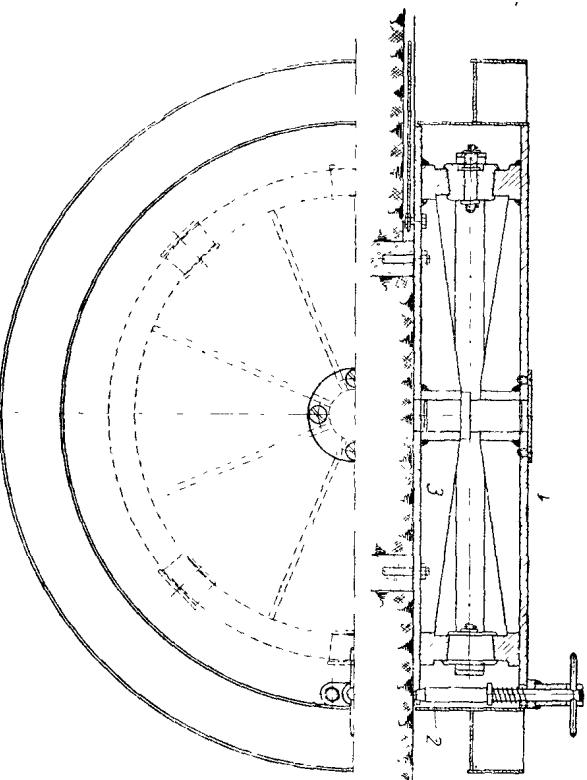
$f$  — коэффициент трения в шейке оси колеса, равный 0,08—0,1 при опорах скользящего трения и 0,015—0,03 при опорах качения;

$D$  — диаметр планшайбы по кругу катания в см;

$D_0$  — диаметр катка в см.

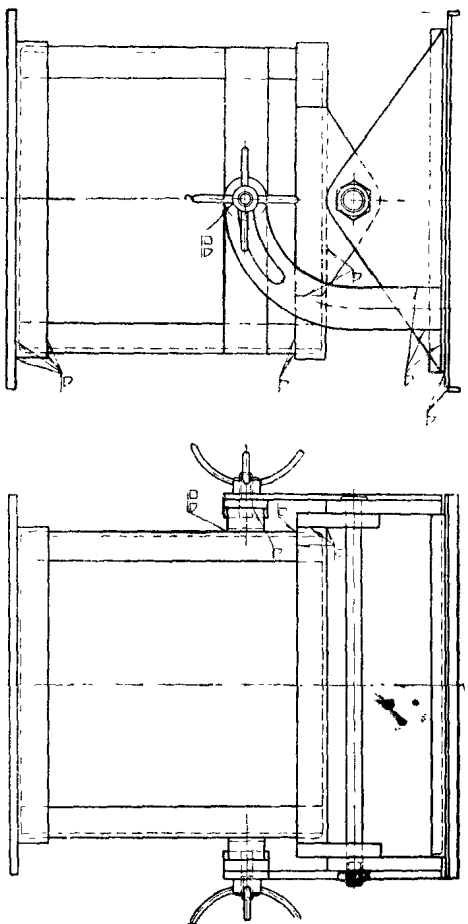
Потери на центрирующей цапфе при опоре на подшипниках качения можно пренебречь; при подшипниках скользящего трения необходимо ввести коэффициент 1,1—1,2.

Поворотный стол 1 с центрирующей цапфой на подшипнике скольжения дан на фиг. 242. Положение планшайбы фиксируется штырем 2 по отверстиям в плите 3.



Фиг. 242.

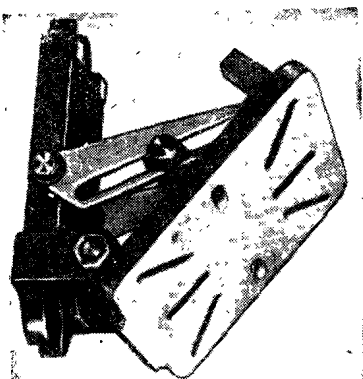
Для сварки швов на изделии в нижнем положении или в угол необходим наклон приспособления, установленного на столе. Ось вращения



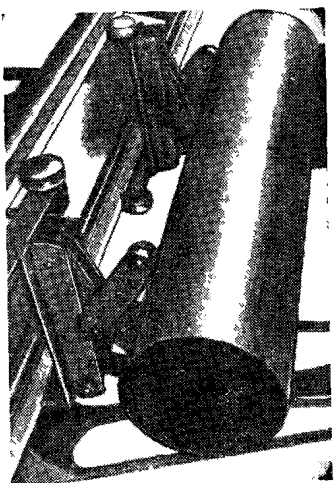
Фиг. 243.

стола может быть либо на середине (фиг. 243), либо на краю (фиг. 244). Наклонный стол (фиг. 244) может в свою очередь крепиться к стеллажам или к стационарному столу. Плита может поворачиваться на угол до  $90^\circ$  к горизонту.

В последнее время находят применение подъемные столы с механическим, гидравлическим или пневматическим устройством. Подобное подъемное устройство показано на фиг. 245. Эта конструкция неудобна для изменения высоты стола в процессе работы, поэтому установка на определенную высоту осуществляется до укладки изделия.

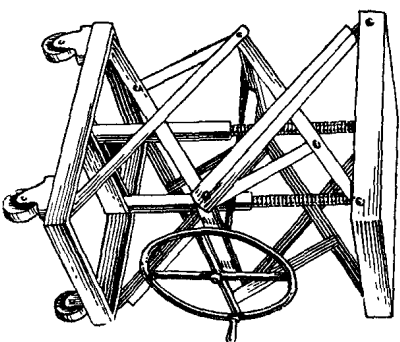


Фиг. 244.

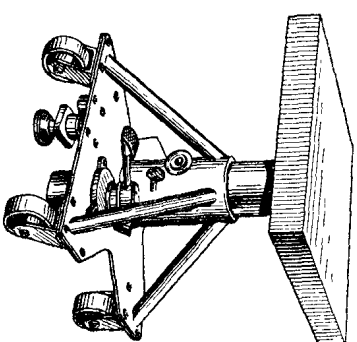


Фиг. 245.

Подъемный стол с винтовым подъемом приведен на фиг. 246. Жесткость конструкции обеспечивается двумя вертикальными направляющими. Эти столы могут быть стационарные и передвижные. В столе применен саморозматывающий стержневой винт. Максимальная подъемная нагрузка стола при ручном подъеме — 1000 кг.



Фиг. 246.



Фиг. 247.

Для большой грузоподъемности должны найти применение гидравлические передвижные подъемные столы (фиг. 247). Стол поворачивается: при необходимости положение его может быть фиксировано. Максимальная высота подъема 1000 мм. Нижнее положение стола от

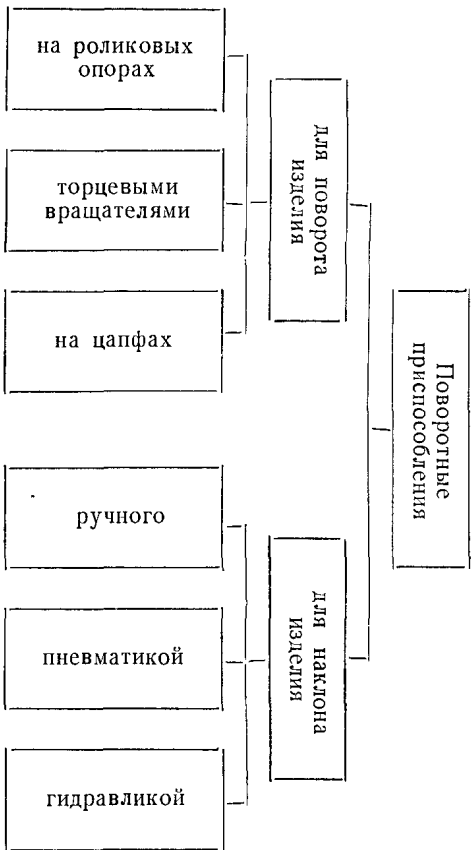
уровня пола — 700 мм. Принцип действия подъемного стола аналогичен действию гидравлического домкрата. Скорость опускания стола регулируется педалью.

### 5. ПОВОРОТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Вращение или наклон изделия в процессе сборки, прихватки и сварки, диктуемые рациональной технологией, осуществляются приспособлениями, поворот или наклон которых производится либо вручную, либо пневматическими или гидравлическими устройствами.

Эти приспособления позволяют осуществлять поворот изделия в одной или нескольких плоскостях.

Простые поворотные приспособления предназначаются для поворота изделия в одной плоскости. Поворот осуществляется приложением усилия рабочего непосредственно к изделию, либо к приспособлению, в котором собирается или устанавливается изделие. Классификация поворотных приспособлений дана на фиг. 248.



Фиг. 248. Классификация поворотных приспособлений.

Эти приспособления делятся на:

- 1) приспособления для цилиндрических изделий;
- 2) приспособления для балочных и рамных изделий;
- 3) приспособления для сварки узлов машин.

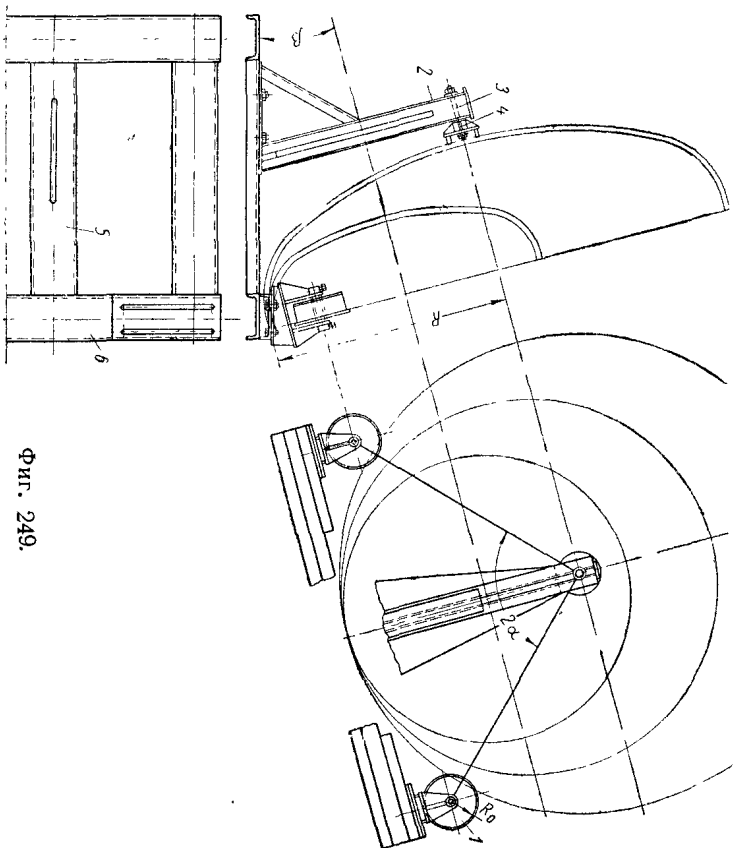
#### а) Приспособления для цилиндрических изделий

##### Поворот цилиндрических изделий на роликовых опорах

Поворотное приспособление для сварки собранных цилиндрических днищ обечайки приведено на фиг. 249. Это приспособление предназначается для обслуживания участка, где ведется сварка днищ большого диаметра.

Подлежащее сварке днище укладывается на два ролика 1 до упора в бурты; третьей опорой является стойка 2, в которой на оси 3 свободно вращается диск 4 с приваренными сухарями. Ось 3 лежит на линии центра днища. При сварке днищ другого диаметра ось 3 перемещается в пазу швеллеров стойки 2. При этом вся стойка в целом перемещается по пазу в швеллере 5 нижней рамы приспособления.

Ролики 1 также могут быть перемещены вдоль пазов швеллера 6. Усилие для поворота днища в процессе сварки рабочей прикладывает к торцу днища.



Фиг. 249.

Если  $G$  — вес днища в кг;  $R$  — радиус обечайки,  $R_0$  — радиус опорного ролика,  $r$  — радиус оси опорного ролика,  $f$  — коэффициент трения в цапфах в покое;  $\mu$  — коэффициент трения качения,  $r_m$  — средний радиус ступицы диска 4, то усилие, воспринимаемое опорными роликами 1 и диском 4, определяется из треугольника сил (фиг. 250)

$$G_1 = G \cos \beta, \quad G_2 = G \sin \beta.$$

Нормальное давление на опорные ролики (фиг. 250, б).

$$N = \frac{G_1}{2 \cos \alpha} \text{ кг.}$$

Момент трения на оси нижних роликов

$$M_{тр} = 2 N f r \text{ кгсм.}$$

Момент от сил трения на нижних роликах относительно оси обечайки

$$M_1 = 2NfR_0 \text{ кгсм.}$$

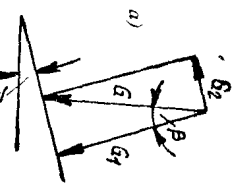
$$M_2 = G_2 f r_m \text{ кгсм.}$$

Момент от сил трения на боковой опоре относительно оси обечайки

$$M_3 = 2N \frac{r}{r} (R + R_0) \text{ кгсм.}$$

Необходимое усилие рабочего для поворота обечайки, прикладываемое на плече  $R$

$$K = \frac{M_1 + M_2 + M_3}{R}.$$



Для сварки дна с лепестками малого радиуса опора может быть перенесена к центру дна и следана в виде шпинделя (фиг. 251), на котором насажена поворотная планшайба 1. Шпиндель 2 поворачивают вручную штырем, вставленным в отверстие в правом конце шпинделя. Днище центрируется на планшайбе 1 по штифтам 3; закрепление осуществляется винтами прижимами 4.

Осевое усилие в шпинделе воспринимается упорной втулкой 5.

При сварке наружных швов лепестков малого радиуса сварщик находится на площадке 6.

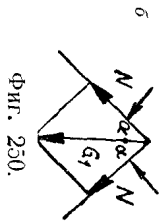
Вращение цилиндрических изделий необходимо при сборке свалцованной обечайки, при сборке нескольких обечайек в один цилиндр, при ручной сварке кольцевых швов, при установке для ручной или автоматической сварки продолжных швов, при осмотре и контроле для исправления дефектов и т. д.

Схема поворотного устройства на неприводных роликах показана на фиг. 252. В этом приспособлении усилие рабочего прикладывается к изгибанию на радиусе обечайки непосредственно или с помощью захватного крюка.

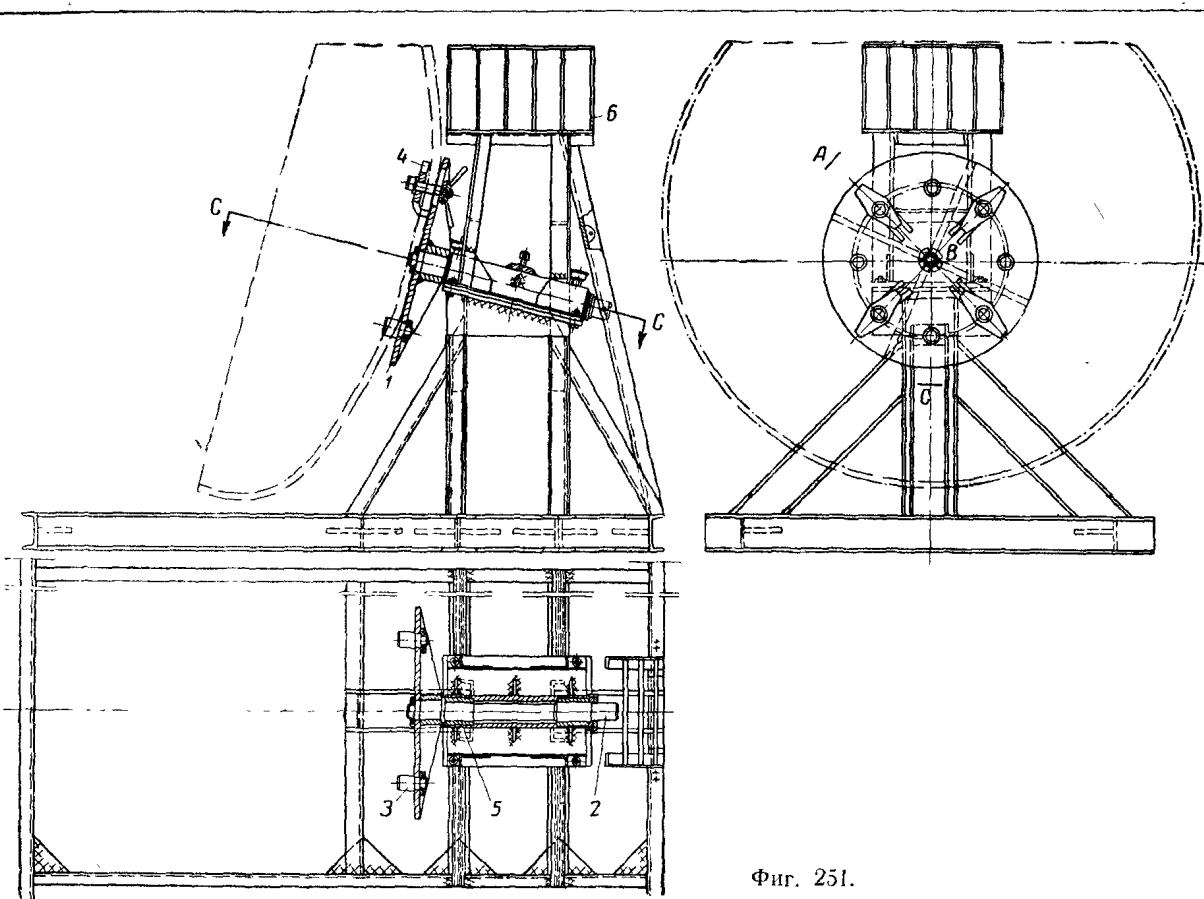
Роликовые опоры могут изготавливаться с постоянными роликами для изделий одинаковых диаметров и с переставными (фиг. 253) для изделий различных диаметров.

Конструкцию роликовых опор приведены на фиг. 254, 255, 256. Передвижные роликовые опоры (фиг. 257) монтируются на четырехколенной тележке, перемещаемой по рельсам или по полу.

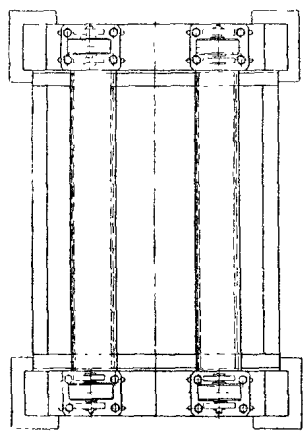
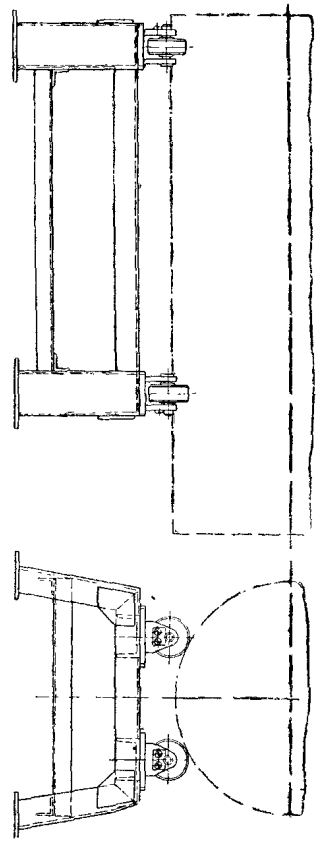
На раме тележки приварены две поперечные несущие балки, на которых установлены роликовые опоры. Последние крепятся на соответствующих отверстиях балок в зависимости от диаметра изделия. Такое устройство может быть применено для поворота изделий в процессе сборки, при ручной сварке, а также для автоматической сварки про-



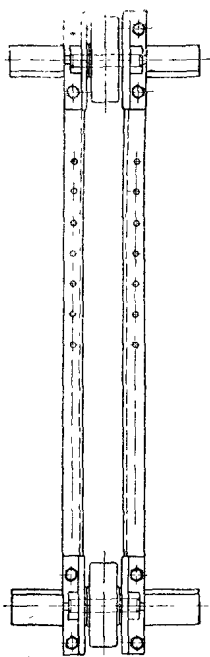
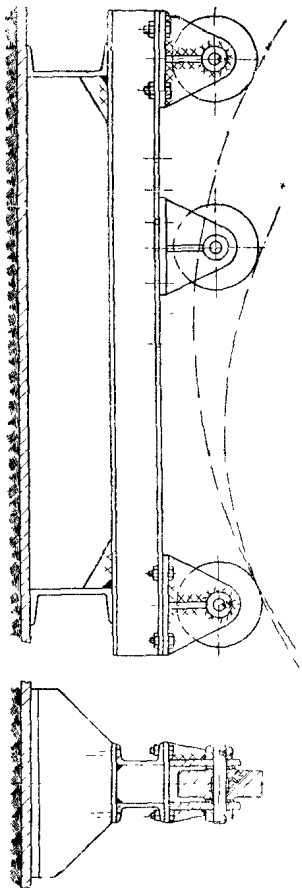
Фиг. 250.



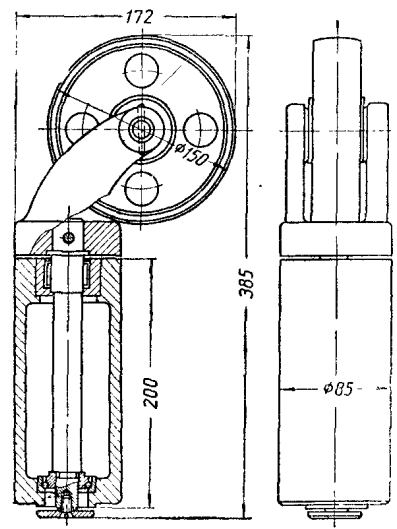
Фиг. 251.



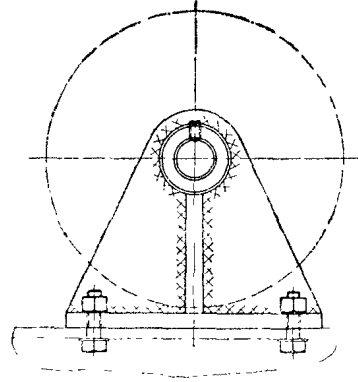
Фиг. 252.



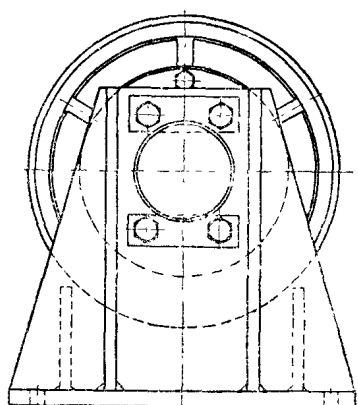
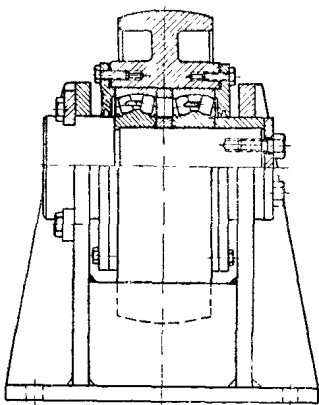
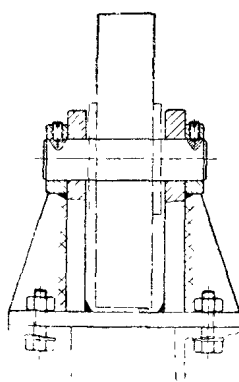
Фиг. 253.

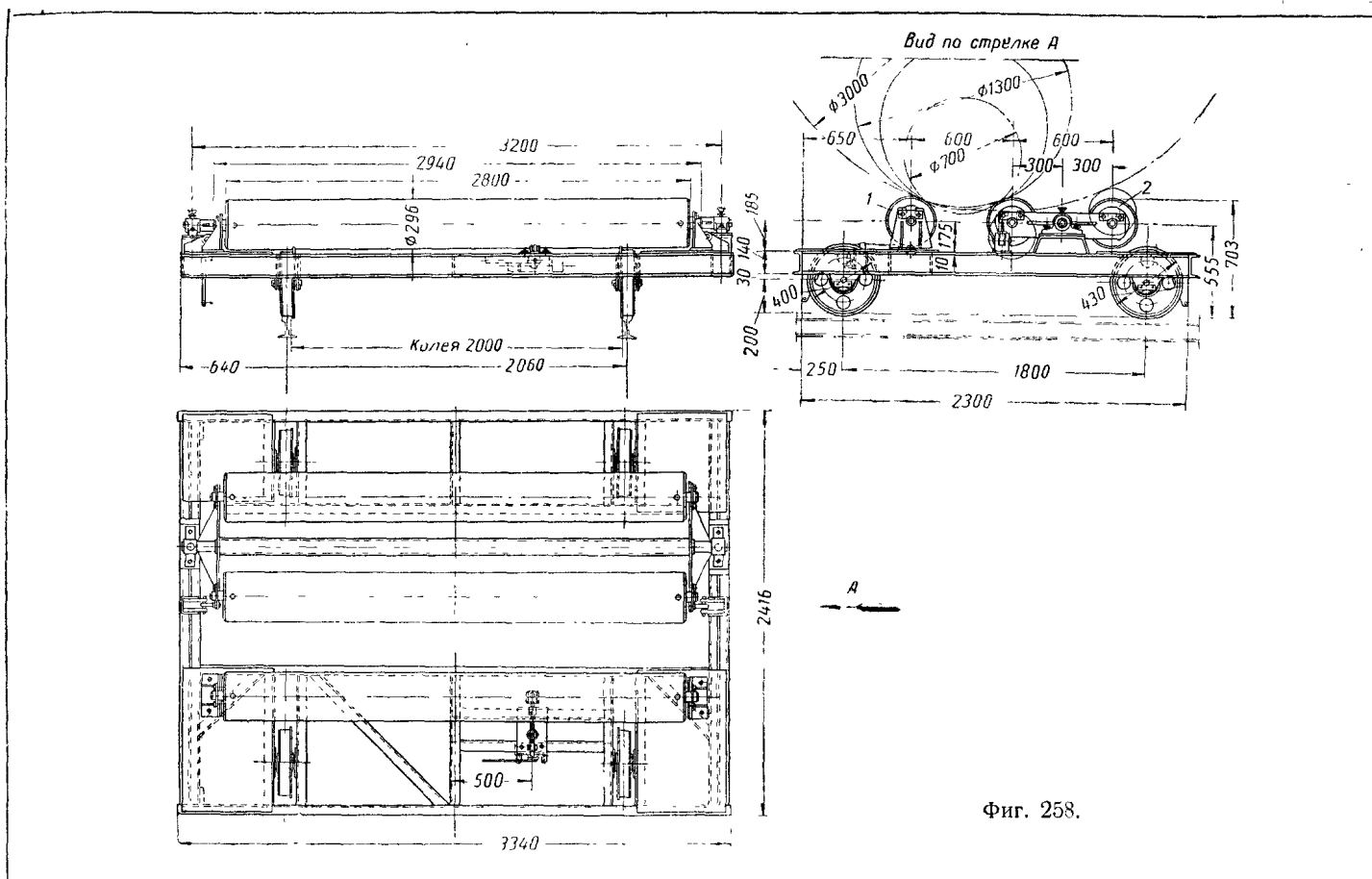
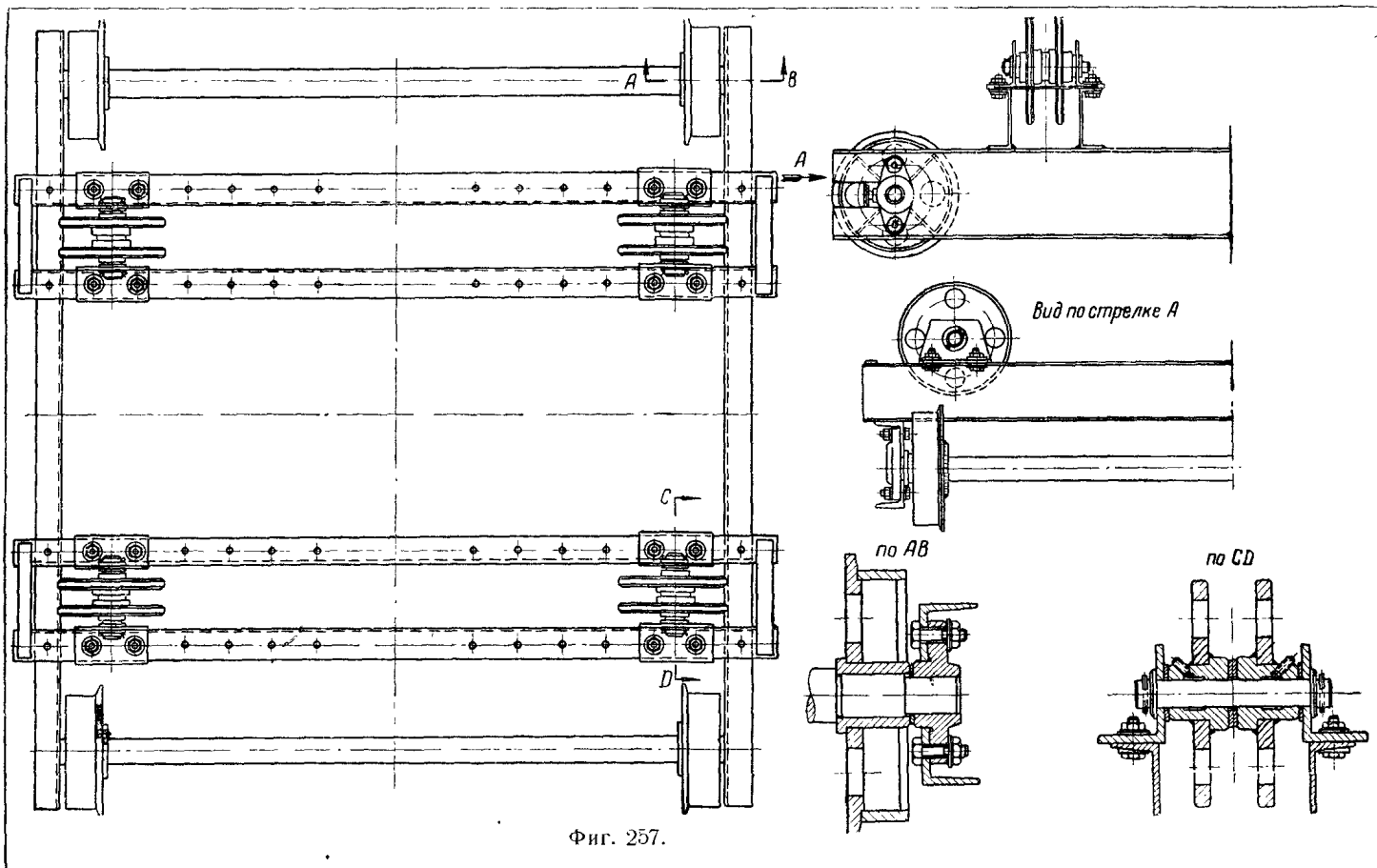


Фиг. 256.



Фиг. 254.

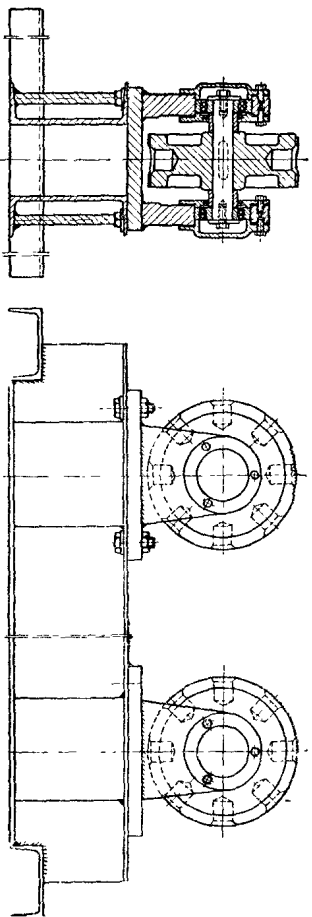






дольных швов. Такая тележка может быть также использована для передачи изделия с одной операции на другую в потоке.

При сборке обечаяк различных диаметров на одном рабочем месте и необходимости вследствие этого частой переналадки роликового стэнда может быть применена конструкция передвижной тележки с ка-чающимися роликами (фиг. 258).

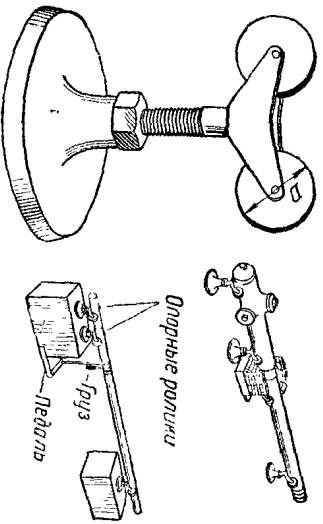


Фиг. 259.

На четырехосной тележке смонтированы одна стационарная ролико-вая опора 1 и одна шарнирная 2. Опора 2 самоустанавливается по изделию и закрепляется фиксатором.

При сборке обечайки диаметром 3000 мм, последняя опирается на оба ролика шарнирной опоры.

Ширина роликов выбирается в зависимости от длины и числа обечаяк, из которого собирается цилиндрическое изделие.



Фиг. 260.

Поворот может быть осуществлен также фрикционным канатным устройством (фиг. 260). Этот тип приспособления может быть использован как для прихватки и сварки, так и при ремонтных работах.

Собранное на прихватках изделие укладывается на специальные ролики, смонтированные на винтовых стойках.

Поворот изделия в процессе сварки осуществляется нажимом на пе-дадь, связанную с набегавшим концом каната, намотанного на цилин-дрическую часть изделия. К сбегавшей ветви каната прикреплен груз.

При весе изделия  $G$  усилии, необходимое для преодоления сопро-тивлений трения качения и трения в цапфах роликов, приложенное на радиусе изделия, будет

$$P = \frac{2N}{D} (fd + 2r),$$

где  $N = \frac{G}{2 \cos \alpha_1}$ ;

$D$  — диаметр ролика;

$d$  — диаметр цапфы ролика;

$\alpha_1$  — центральный угол между роликами.

Как известно, связь между усилием в набегавшем и сбегавшем концах каната и окружным усилием во фрикционных передачах опре-деляется соотношениями

$$P = S_{нат} - S_{сб},$$

где

$$S_{нат} = S_{сб} \cdot e^{f\alpha}$$

или

$$S_{нат} = \frac{P e^{f\alpha}}{e^{f\alpha} - 1}$$

здесь  $e$  — основание натуральных логарифмов;

$f$  — коэффициент трения скольжения каната и изделия;

$\alpha$  — угол охвата ролика канатом в радианах.

Очевидно, что необходимый груз будет равен  $S_{сб}$ . Усилие, которое должно быть приложено к педали для поворота трубы,

$$H = \frac{S_{нат} \cdot l_1}{l};$$

$l_1$  — плечо силы  $S_{нат}$  относительно шарнира педали;

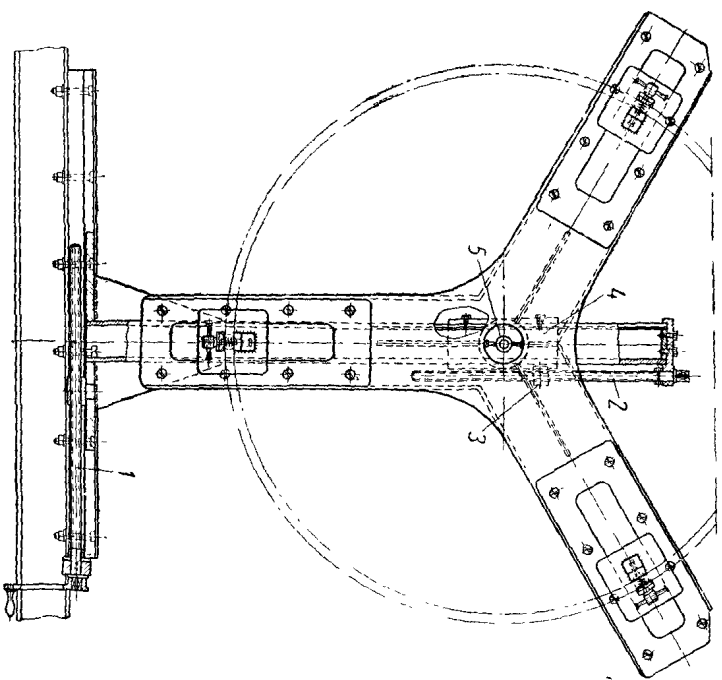
$l$  — плечо приложения нажимного усилия к педали относительно шар-нира педали.

#### Поворот цилиндрических изделий торцевыми вращателями

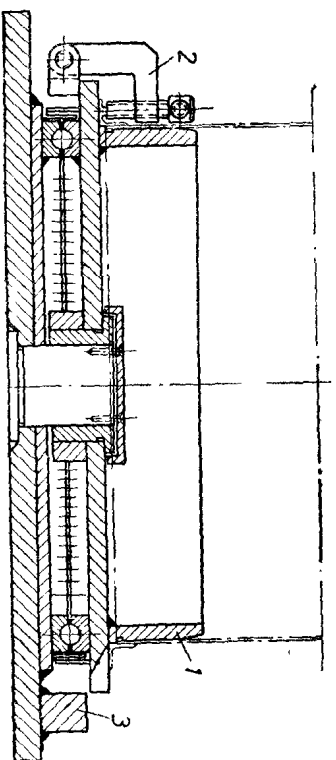
Чертеж торцевого вращателя приведен на фиг. 261.

Цилиндрическое изделие расположено горизонтально и опирается на неприводные ролики; привод осуществляется с помощью водила, захва-тывающего винтовыми прижимами обечайку в трех точках. Положение водила относительно обечайки устанавливается в горизонтальном нап-равлении винтом 1, в вертикальном — винтом 2. Последний при враще-нии перемещает гайку 3, связанную с ползушкой 4, несущей цапфу 5 водила.

При вертикальном расположении обечайки последняя может в про-цессе сборки с ней фланцев, патрубков и др. поворачиваться на горизон-тальном торцевом вращателе (фиг. 262). Обечайка фиксируется по колеблювому шаблону 1. Прижим фланца осуществляется откидным при-жимом 2.



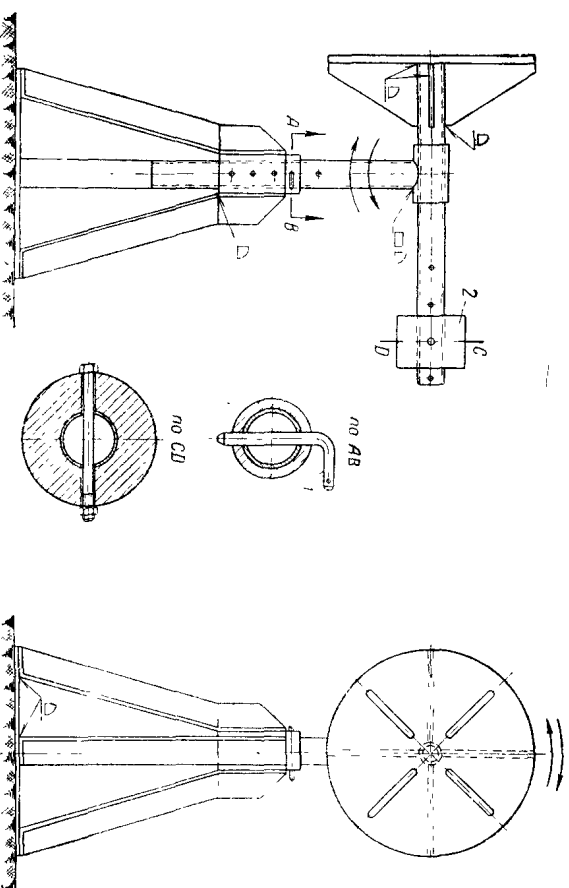
Фиг. 261.



Фиг. 262.

Для облегчения схема сваренного изделия пользуются рычагом, закладываемым под фланец изделия и опирающимся на сухарь 3.

Другой тип торцевого вращателя дан на фиг. 263. Положение кронштейна по высоте фиксируется штырями 1 через опорное кольцо. План-



Фиг. 263.

шайба уравнивается грузом 2, перемещаемым по трубе. Подлежащее изделие может поворачиваться в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

## 6) Приспособления для балочных и рамных изделий

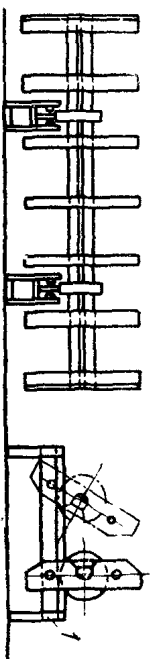
### Поворот изделий на кольцах

Для поворота вручную изделий балочного типа значительных длин и весов, несимметричных сечений наиболее рациональным являются кольцевые вращатели.

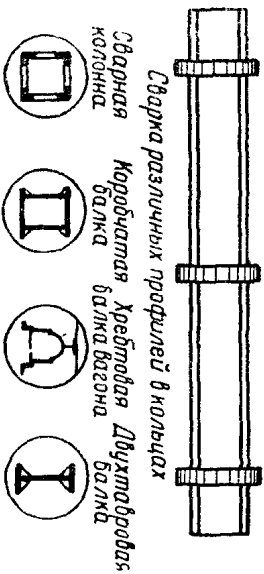
Свариваемое изделие укладывается в специальное сборное кольцо и закрепляется на нем системой зажимов. Конструкция и расположение зажимных устройств соответствует форме свариваемого изделия. Кольца с изделием могут перекапываться по стационарным роликовым опорам или по поверхности стола (фиг. 264).

Закрепление колец в нужном положении в первом случае осуществляется стопорным устройством, во втором случае — клиновыми подкладками, закладываемыми под кольцо.

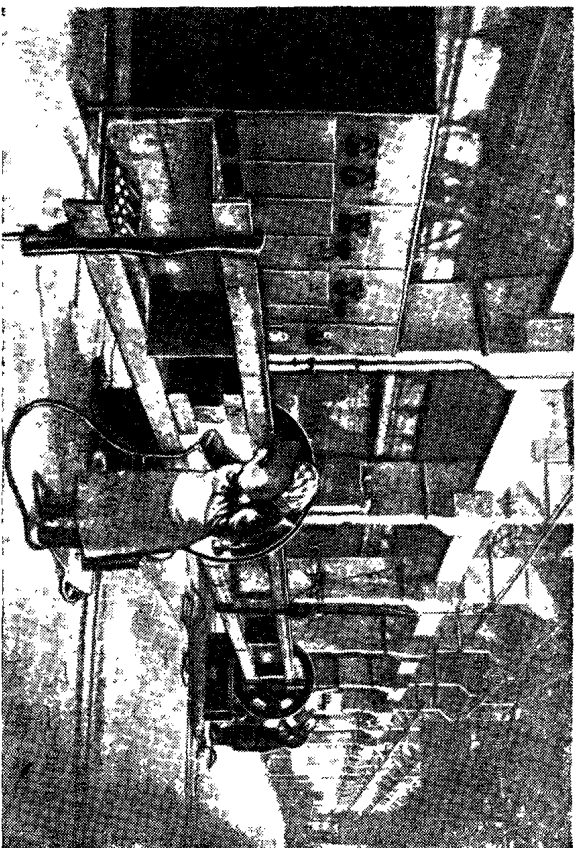
Схема установки колец для вращения балок различных профилей при ручной сварке показана на фиг. 265 и 266. Одна из типовых конструкций колец дана на фиг. 267.



Фиг. 264. Схема поворота перекачиваем колес.

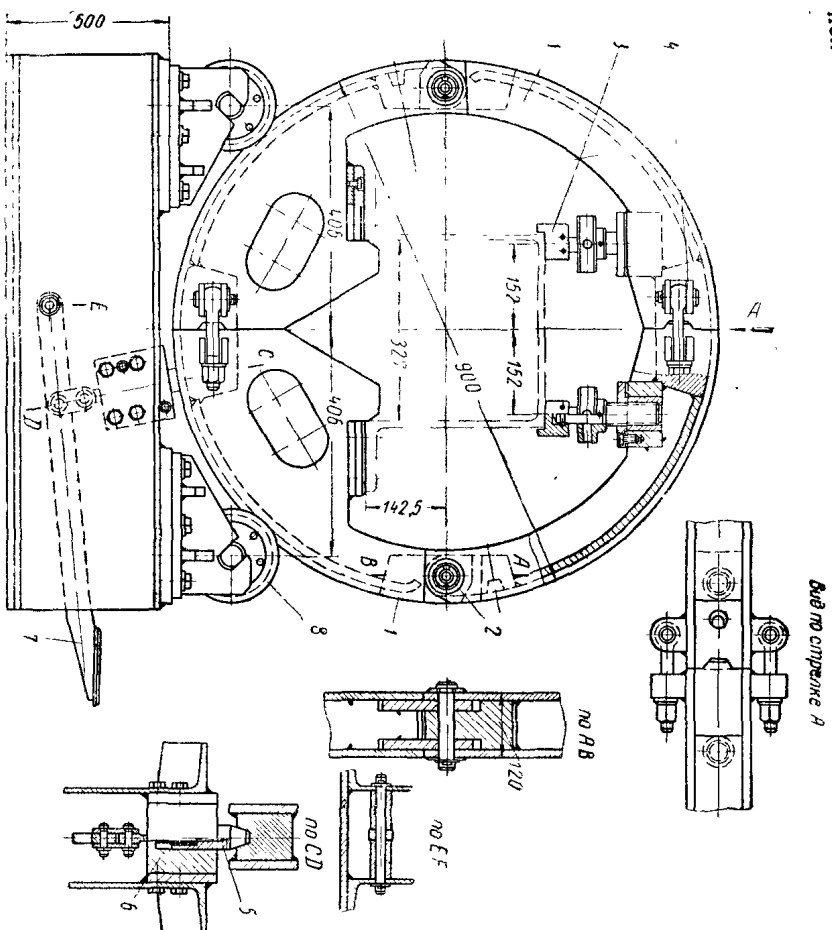


Фиг. 265. Схема установки колес.



Фиг. 266. Сварка балки в кольцах.

Кольцо состоит из двух полуколец 1, каждое из которых в свою очередь имеет шарнир 2, позволяющий верхней части полукольца быть отброшенной при укладке изделия.  
Подлежащая сварке балка фиксируется по упорам, сделанным в нижней части колец.



Фиг. 267. Конструкция поворотного колеса.

Зажим осуществляется винтовыми прижимами 3, гайка которых вварена в корпус верхних частей колец. Стыковка и закрепление полуколец 1 осуществляется накладными болтами 4.

Положение колец фиксируется пальцем 5, входящим под действием пружины 6 в отверстие, имеющееся в ободу кольца; вывод пальца осуществляется ведалью 7. Опорные ролики 8 сделаны на шариковых подшипниках. В наружном корпусе подшипника имеются бурты для восприятия случайных осевых сил.

Для уменьшения усилия поворота устройство должно быть сделано таким образом, чтобы общий центр тяжести приспособления и изделия был в геометрическом центре колец. В этом случае усилие, необходимое для поворота колец, будет расходоваться только на преодоление

потерь на трение качения колес по роликам и потери на трение на оси роликов.

В случае дебаланса возникает дополнительный момент  $G_1e$ , где  $G_1$  — вес вращающихся частей приспособления и изделия, а  $e$  — эксцентриситет.

Схема поворота балочных и рамных изделий путем перекаtywания колес по плоскости приведена на фиг. 264.

Собранное на прихватках изделие укрепляется в кольцах аналогично вышеописанному. Величина прогиба изделия зависит от числа колес (фиг. 265). Перекаtywание многоопорных балок затруднено. Поэтому наилучшим является установка изделия на двух колесах.

Недостатком этой схемы поворота является потребность в значительной площади стеллажа для перекаtywания.

Усилие, требуемое для перекаtywания, незначительно. При отбалансированной установке оно будет равно

$$K = \frac{G_1 r_1^2}{H} \text{ кг,}$$

где  $G_1$  — вес колес и изделия в кг;

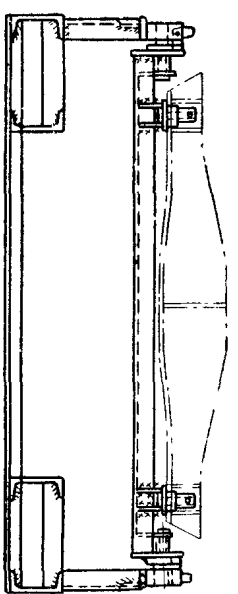
$r_1$  — коэффициент трения качения;

$H$  — плечо приложения усилия для поворота от оси колеса;

$\eta$  — коэффициент, учитывающий защемление колес вследствие искривления оси балки. Величина  $\eta$  принимается 1,2—1,4.

### Поворот изделий на цапфах

Для поворота крупногабаритных изделий балочного и рамного типа применяются приспособления, смонтированные на цапфах. Эти приспособления могут быть со связанными (фиг. 268) и независимыми цапфами (фиг. 269).



Фиг. 268. Схема приспособления со связанными цапфами.

Приспособление с

независимыми цапфами целесообразно для сварки изделий разных длин, вследствие чего необходимо соответствующее изменение длины приспособления. При небольшом диаметре цапфы

приемной части приспособления достигается выдвинутыми винтовыми упорами, смонтированными в стойки.

Конструкция приемной части приспособления зависит от типа зажимных устройств.

Изделие с симметричным сечением закрепляется зажимным устройством с торца или индустри контура таким образом, чтобы линия центра тяжести лежала на оси цапфы.

Изделия с несимметричным сечением крепятся непосредственно к приемной части или к раме приспособления (фиг. 268).

В первом случае создаются наиболее благоприятные условия для поворота изделия.

Во втором случае смещение основания приемной части приспособления от оси цапфы устанавливается в зависимости от положения общего центра тяжести изделия и поворотной части приспособления.

В ручных поворотных устройствах отклонение линии центра тяжести вращаемого изделия относительно оси поворота может быть допущено в весьма небольших пределах; это диктуется условиями безопасной эксплуатации и требованиями легкого обслуживания приспособления. Величина допустимого смещения зависит от принятого расчетного усилия для поворота,

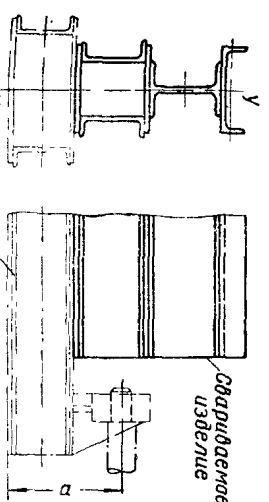
от типа фиксирующих или тормозных устройств и от технологических факторов (необходимость полного или частичного поворота и т. д.).

Расчетное определение положения центра тяжести необходимо для правильного установления конструктивных размеров приспособления.

Неизбежное несовершенство расчетного и действительного положения центра тяжести отдельных узлов или деталей на поворотном устройстве из-за неточности сборки требует балансировки приспособления вместе с установленным на нем изделием.

### Определение величины смещения основания приемной части приспособления от оси цапфы

Определение необходимого смещения  $a$  (фиг. 270) удобно вести графическим путем. Допустим, необходимо запроектировать поворотное приспособление для сварки изделия, показанного на фиг. 270.



Относительно вертикальной оси  $Y-Y$  сечение изделия симметрично. Пунктиром показана рама приспособления. Для нахождения положения центра тяжести необходимо знать две координаты. В нашем случае достаточно определить лишь одну, так как очевидно, что центр тяжести при симметричном сечении изделия и

рамы находится на оси симметрии. Вторая координата находится построением веревочного многоугольника.

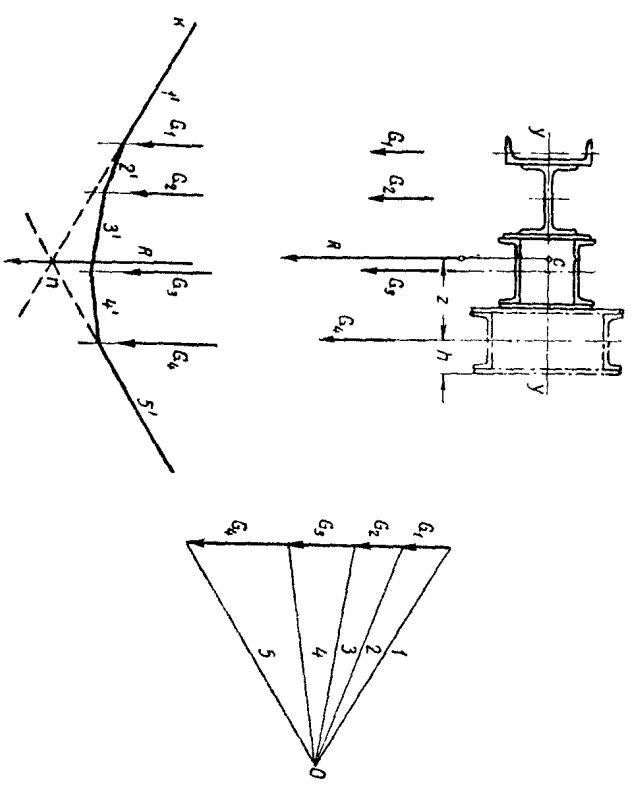
Обозначим через  $G_1, G_2, G_3, G_4$  соответственно веса верхнего швеллера, двутавровой балки, коробки из двух швеллеров и двух лис-

гов и рамы приспособления, приложенные в центрах тяжести сечений соответствующих профилей или узлов. Расположим изделие и раму приспособления горизонтально.

Отложим в масштабе последовательно векторы  $G_1, G_2, G_3, G_4$ , как указано на фиг. 271.

Равнодействующая данной системы параллельных сил равна их сумме, т. е.  $R = G_1 + G_2 + G_3 + G_4$ .

Выберем произвольно какую-либо точку  $O$  и соединим ее со всеми вершинами сил. Получим лучи 1, 2, 3, 4 и 5. Из произвольной точки  $K$



Фиг. 271.

проведем прямую  $l'$ , параллельную лучу 1; из точки пересечения прямой  $l'$  с линией действия силы  $G_1$  проведем прямую 2', параллельную лучу 2, далее из точки пересечения этой прямой с линией действия силы  $G_2$  — прямую 3', параллельную лучу 3 до пересечения с линией действия силы  $G_3$  и т. д.

Продолжимем крайних сторон ( $l'$  и  $5'$ ) веревочного многоугольника до их пересечения найдем точку  $n$ . Вертикальная прямая, проходящая через точку  $n$ , и есть линия действия равнодействующей силы  $R$ , проходящая через центр тяжести системы рассмотренных параллельных сил.

Для нахождения положения центра тяжести необходимо линию  $l-l'$  вести до пересечения с линией  $Y-Y$ . Точка  $C$  — есть искомого положение центра тяжести изделия и рамы приспособления.

Очевидно, что искомое смещение основания приемной части приспособления  $a$  будет равно  $a = z + h$ .

**в) Приспособления для сварки узлов машин**

*Приспособления с ручным поворотом*

Эти приспособления позволяют устанавливать изделие в двух или трех плоскостях, давая возможность накладывать швы в нижнем положении. Часто установка и сварка изделий ведется в разных плоскостях. Например, установка топки котла локомотива (фиг. 272) требует горизонтального положения приспособления, а сварка швов утора — наклонного. Табл. 45 показывает трудоемкость операции сварки в зависимости от положения шва. Сварка в горизонтальной плоскости сверху принята за единицу.

Таблица 45

Положение шва	Наименование шва	Значение коэффициента $\psi$
Сварка в горизонтальной плоскости . . . . .	Нижний	1,00
Сварка в вертикальной плоскости вверх или вниз . . . . .	Вертикальный	1,25
Сварка в вертикальной плоскости по горизонтальной линии . . . . .	Горизонтальный	1,30
Сварка кольцевого шва в вертикальной плоскости по окружности . . . . .	Кольцевой	С поворотом 1,15, без поворота 1,35
Сварка в горизонтальной плоскости снизу (над головой) . . . . .	Поголочный	1,60

Изделие в приспособлении по фиг. 272 устанавливается в люльку и закрепляется винтами 2. При установке изделия каркас 1 закрепляется скобой 3. В таком же положении изделие удаляется из люльки краном после сварки.

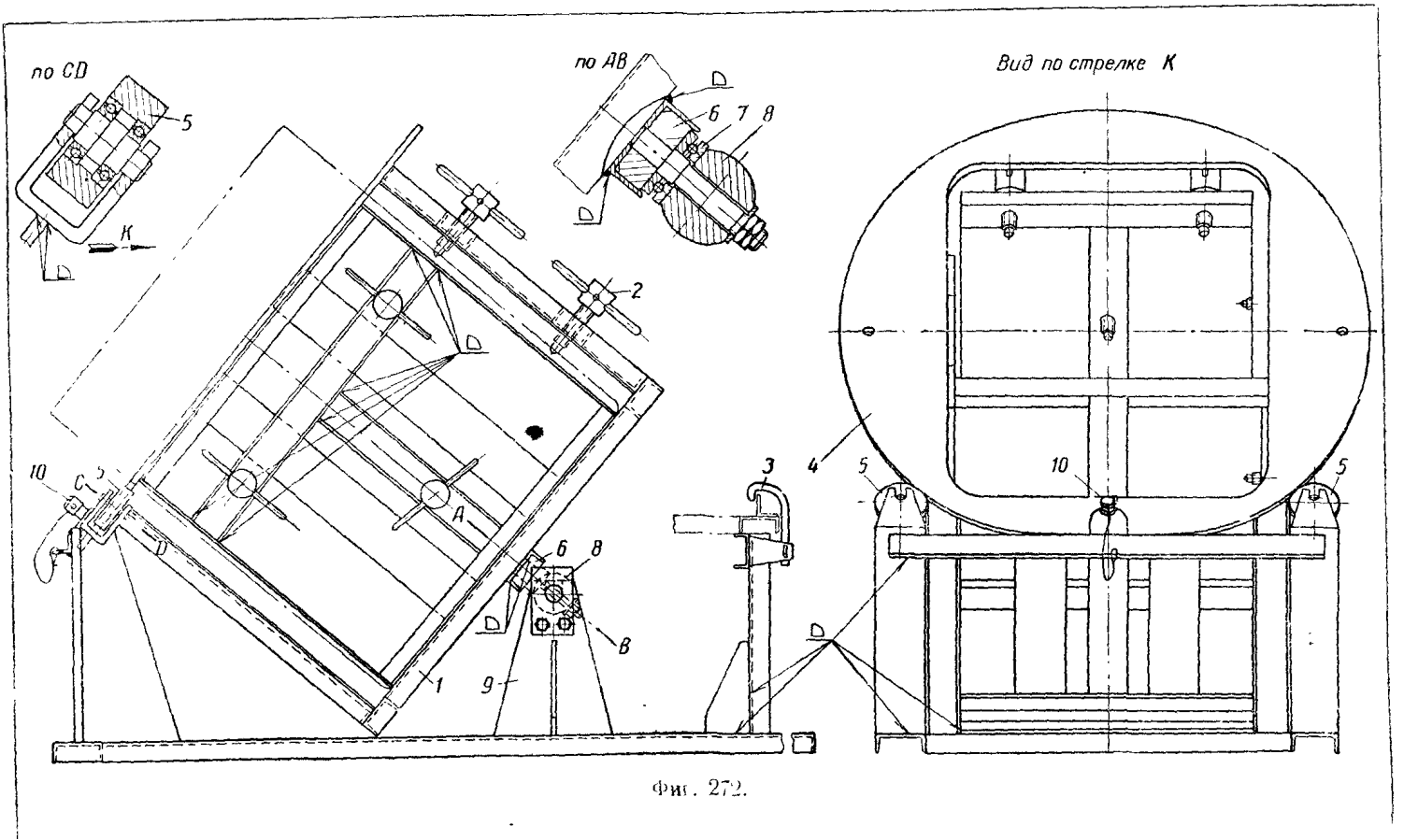
При сварке люлька опирается кольцом 4 на два ролика 5. Третья опора создается пяткой 6 на подшипнике 7. Подшипник 7 опирается на продольный вал 8, лежащий на двух стойках 9.

Положение люльки фиксируется штырем 10 через отверстие в кольце 4. Возможны четыре положения изделия для сварки четырех продольных швов.

Для сварки изделия в двух плоскостях служит приспособление для сварки кожуха трансформатора (фиг. 273).

Подлежащий сварке кожух закрепляется эксцентрикными прижимами 1 в рамке 2, приваренной к траверсе 3. Траверса может вращаться в подшипниках стойки 4. Фиксирование траверсы 3 производится штырем 5 по отверстием диска 6. В горизонтальной плоскости изделие поворачивается поворотным столом 7.

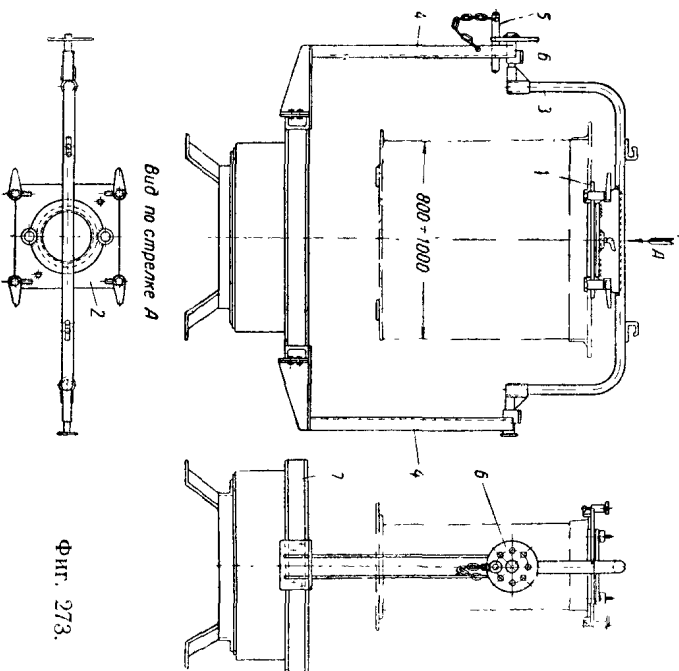
При серийном производстве однотипных изделий наиболее целесообразно собирать изделие в приспособлении на прихватках, а сварку производить на столе манипулятора. При значительном объеме сварки



Фиг. 272.

на изделия применение двух манипуляторов и одного сборочного приспособления может обеспечить непрерывный ход производства. Основные требования, предъявляемые к конструкции ручных манипуляторов, сводятся к следующему.

1. Обеспечение легкой и быстрой установки и выемки свариваемого изделия.
2. Возможность поворота изделия так, чтобы все сварные соединения последовательно занимали нижнее положение.



Фиг. 273.

3. Манипулятор должен иметь высоту, обеспечивающую удобную работу сварщика.

4. Конструкция манипулятора должна быть открытой для возможности удобного осмотра сварных швов.

5. При вращении манипулятор не должен загоразживать проходоов или представлять опасность для проходящих по цеху рабочих.

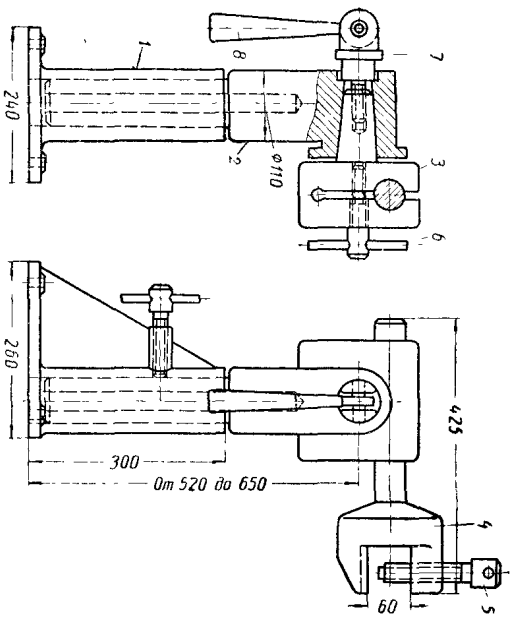
6. Конструкция манипулятора должна позволять производить балансировку вместе с установленным на нем изделием. Балансировку можно осуществлять уравновешивающими грузами.

На фиг. 274 и 275 даны основные размеры стоек ручных манипуляторов для установки и закрепления деталей под любым углом в трех плоскостях. Конструкция стоек позволяет регулировать положение детали по высоте. Максимальный вес зажимаемых изделий малой стойкой — 5 кг, большой — 8 кг.

Конструкция стоек ясна из чертежа.

Крепление симметричных или объемных деталей может быть осуществлено также в манипуляторе с двумя планшайбами (фиг. 276).

Манипулятор состоит из портала 1, закрепленного консолюно на валу 2, лежащем в двух подшипниках 3. Подшипники укрепляются на специальных стойках либо на колоннах здания.



Фиг. 274. Ручной манипулятор:

1 — стойка; 2 — поворотная головка; 3 — зажимная своба; 4 — штанга;  
5 — винт; 6 — стержневой винт; 7 — зажим; 8 — рукоятка.

На свободных концах портала вращаются две планшайбы 4, в которых закрепляется свариваемое изделие.

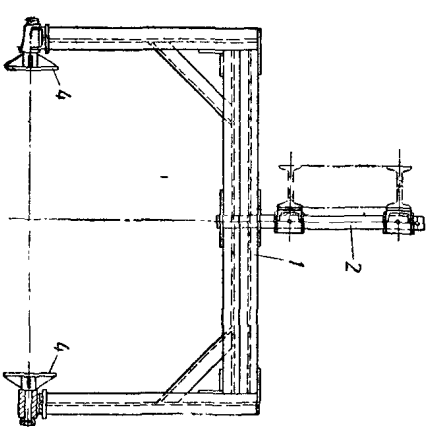
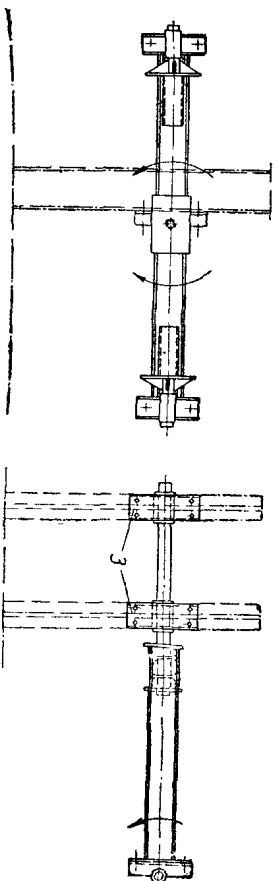
Манипулятор, позволяющий поворот в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, приведен на фиг. 277.

Ручные манипуляторы с поворотными столами могут быть смонтированы непосредственно на полу цеха без закрепления фундаментными болтами. Манипуляторы удобны для сварки изделий разнообразных конфигураций. Монтажные схемы подобных манипуляторов приведены на фиг. 278 а, б, в, 2 и д.

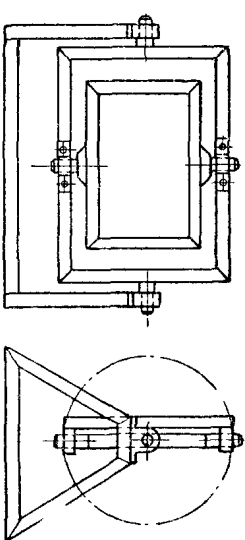
Стол в этих манипуляторах может наклоняться до  $135^\circ$  от горизонтального положения.

Фиксация положения стола осуществляется с помощью пружинного фиксатора (фиг. 278, д).

Основанием для установления основных габаритных размеров является устойчивость манипулятора. Допустимое предельное смещение центра



Фиг. 276.



Фиг. 277.





Грузоподъемность ма- нипулятора в кг . . .	Размер <i>a</i> (фиг. 278, 2) в мм				Собственный вес манипулятора	
	1130	750	550	450	переносной без крепления к фундаменту	с заделанной колонной
	150	300	450	600		
					470	420

В рассматриваемом варианте свариваемое изделие вводится в наклонно установленную люльку (показано условным пунктиром) и закрепляется винтовыми прижимами.

Для установки люльки в горизонтальное положение в пневмоцилиндр подается сжатый воздух и изделие занимает крайнее верхнее положение, показанное на чертеже. В таком положении ведется последовательная сварка всех четырех швов. Поворот люльки вокруг своей продольной оси осуществляется на опоре 1 и переднем кольце 2.

Схема другого пневматического приспособления, служащего для поворота двуглавровых балок на 180°, приведена на фиг. 280.

На двуглавровой балке налегает наложить шов с обеих сторон. Цифрой 1 обозначено первоначальное положение балки. Поворот балки в положение III осуществляется рычагами, связанными со штоком поршня пневмоцилиндра 2 поворотными клячками 1. В положении II балку зажимают правый и левый клячки. В этом положении центр тяжести балки лежит левее опоры, поэтому при выпуске воздуха из цилиндра балка начинает опускаться влево и занимает положение III. При опускании балка поддерживается левым рычагом 1. Плавность опускания достигается регулировкой выпускного воздушного крана. Находящийся во время опускания балки в нижней полости цилиндра воздух служит воздушным демпфером.

Гидравлические наклонные приспособления приведены на фиг. 281 и 282. Они предназначены для сборки тяжелых изделий.

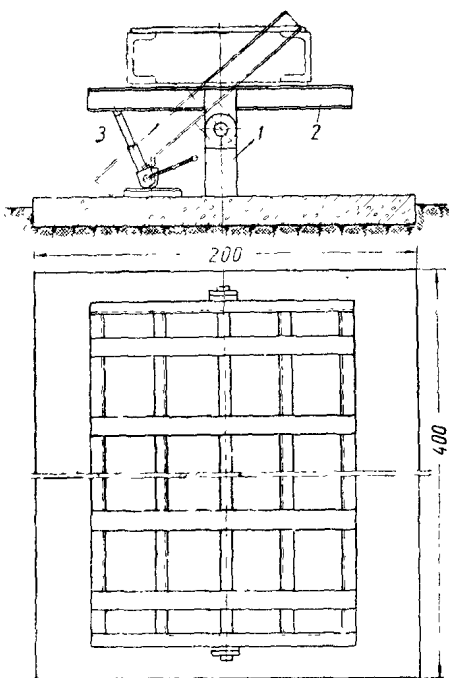
Первое приспособление (фиг. 281) состоит из стойки 1, заделанной в фундамент, и стола 2, связанного шарнирно со стойкой.

К нижней обвязке стола 2 крепится телескопический гидравлический подъемник 3 с ручным насосом.

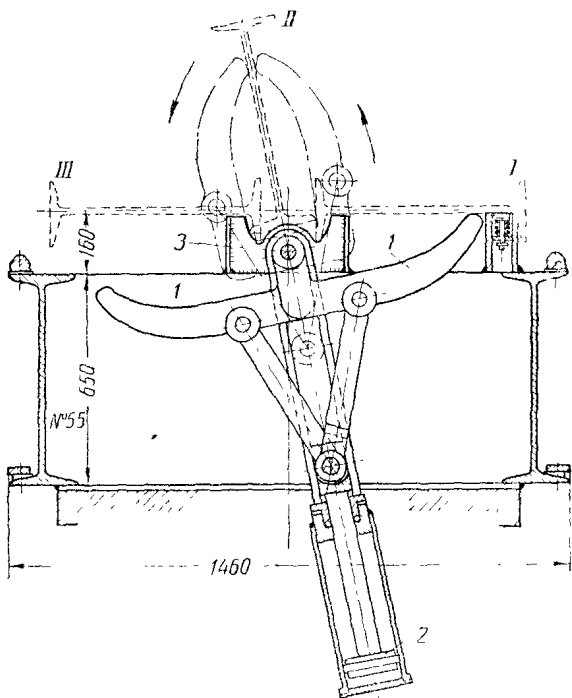
Свариваемое изделие укладывается на стол 2 при его горизонтальном положении. Желаемый наклон стола достигается перемещением штока телескопического подъемника. В этом приспособлении возможен наклон стола только в одну сторону.

В приспособлении, показанном на фиг. 282, возможен наклон стола до 60° в обе стороны от вертикали.

Приспособление состоит из жесткой нижней рамы 1, в середине которой на две цапфы опирается телескопический гидравлический под-

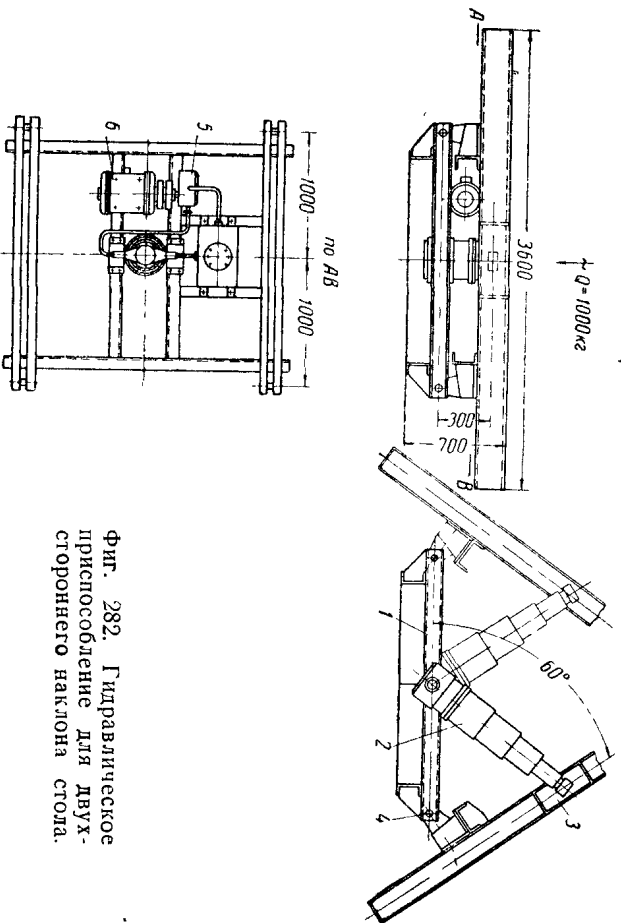


Фиг. 281. Гидравлическое приспособление для одностороннего наклона стола.



Фиг. 280.

емник 2, связанный другим концом с наклоняющейся верхней рамой 3. Последняя связана с рамой 1 откидными шарнирами 4. При наклоне стола 3 вправо освобождают левый шарнир, при наклоне влево — правый шарнир.



Фиг. 282. Гидравлическое приспособление для двухстороннего наклона стола.

Для изделий весом свыше 6—8,0 т вместо ручного насоса ставится шестеренчатый масляный насос 5, приводимый в действие электродвигателем 6.

Насос питается маслом от бака. Насос, двигатель и бак смонтированы на нижней раме 1.

## КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ

### ГЛАВА II

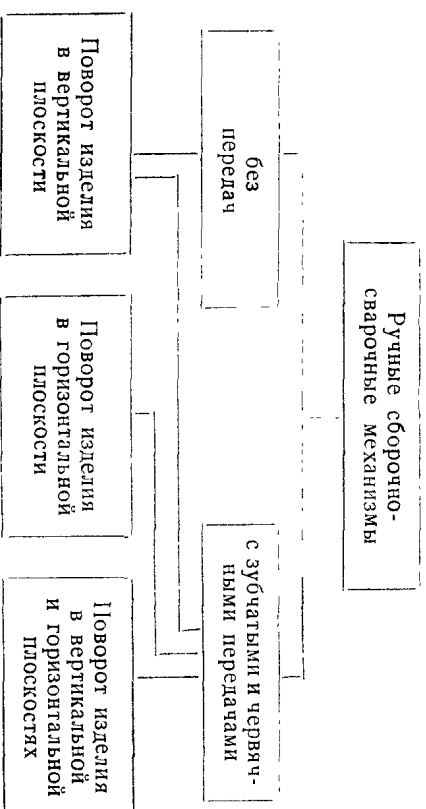
#### 1. РУЧНЫЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Применение ручных поворотных механизмов возможно, если:

а) не требуется соблюдение определенной скорости поворота деталей.

б) поворот изделия производится редко, и время поворота невелико по сравнению с другими составляющими сборочно-сварочной операции.

Классификация ручных сборочно-сварочных механизмов дана на фиг. 283.



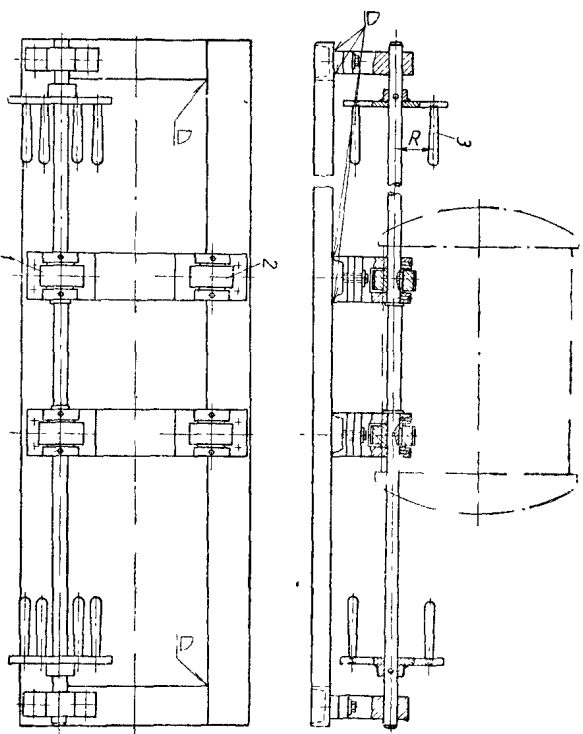
Фиг. 283. Классификация ручных сборочно-сварочных механизмов.

Выбор того или иного устройства определяется величиной максимального крутящего момента, подлежащего преодолению.

Для определения передаточного отношения привода допустимое усилие рабочего, прикладываемое им к ведущему звену кинематической цепи, можно устанавливать по табл. 47.

Характер работы со сборочно-сварочным механизмом	Допустимое усилие рабочего $K$ в кг
Поворот изделия при сварке; время сварки без поворота $t > 30$ мин. . . . .	25
Поворот изделия при сварке; время сварки без поворота до 20 мин. . . . .	20
Поворот изделия в процессе сборки осуществляется сборщиком; время между поворотами — от 10 до 15 мин. Частый поворот изделия в процессе сварки; время между поворотами — от 5 до 10 мин. . . . .	15 10

Простой ручной поворотный механизм показан на фиг. 284. Он предназначается для сборки, прихватки и ручной сварки цилиндрических изделий.



Фиг. 284.

Изделие укладывается на четыре ролика 1, 2, из которых два подвижных имеют на поверхности насечку для увеличения силы сцепления. Привод осуществляется рукояткой 3.

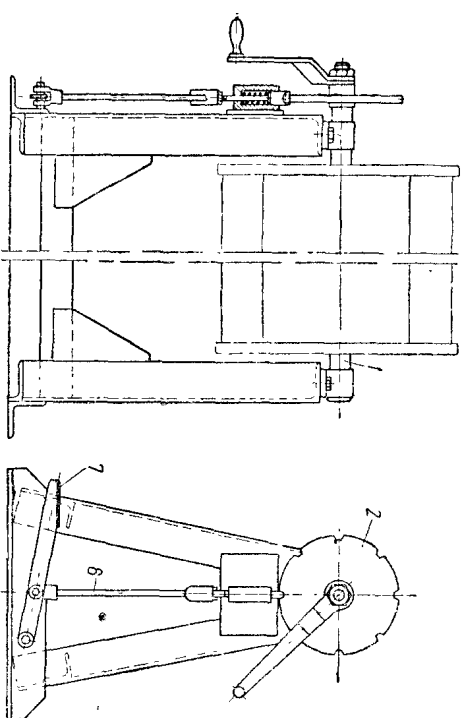
Требуемое усилие на рукоятке при весе изделия  $G$  и центральном угле между опорными роликами  $\alpha$ , пренебрегая трением качения изделия по роликам

$$K = \frac{Gf}{\cos \frac{\alpha}{2} \cdot R}$$

Во избежание пробуксовывания должно быть соблюдено условие

$$Nz_0 > \frac{Gf}{r_1 \cos \frac{\alpha}{2}}, \quad \text{где } N = \frac{G}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}$$

т. е.  $z_0$  должно быть больше  $2f \frac{r}{r_1}$ .



Фиг. 285. Поворотный механизм с делительным диском.

Здесь  $r$  — радиус вала в см;

$R$  — плечо рукоятки в см;

$r_1$  — радиус опорного ролика;

$f$  — коэффициент трения скольжения;

$z_0$  — коэффициент сцепления;

$N$  — нормальное давление на опорный ролик.

Распространенная схема поворотного механизма приведена на фиг. 285.

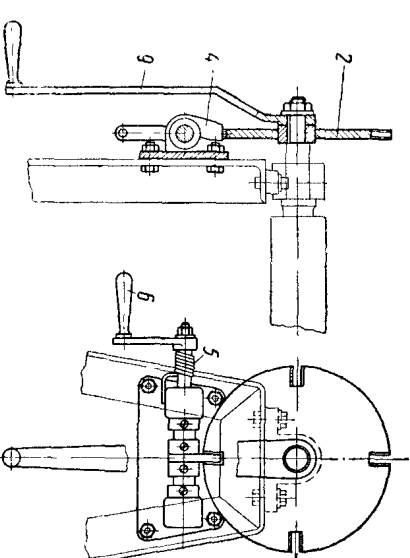
На рабочий вал 1

(фиг. 285, 286 и 287) раз-  
личным образом могут  
быть закреплены приспособления для подлежащих сварке изделий. Для

установки детали в определенном положении служит делительный диск 2.

Фиксирование производится либо съемным фиксатором 3 (фиг. 287), либо собачкой 4 (фиг. 286), заскакивающей в гнездо

диска под действием пружины 5. Собачка выво-

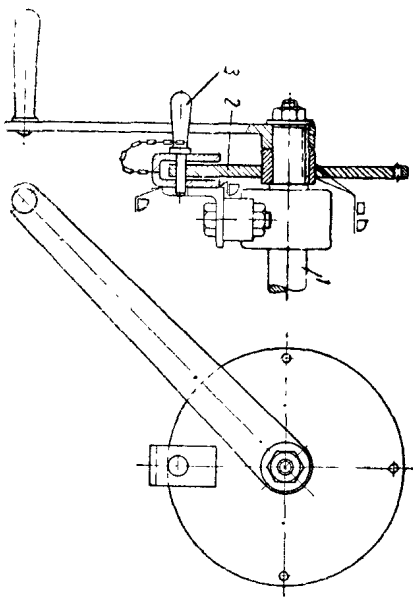


Фиг. 286. Поворотный механизм с пружинным фиксатором.

дится из гнезда диска рукояткой 6 или педалью 7 (фиг. 285), действующей через тягу 8.

Изделие поворачивается рукояткой 9.

Число пазов в диске и их расположение определяется количеством прихватываемых или свариваемых мест.



Фиг. 287. Поворотный механизм с пальцевым фиксатором.

Ручные поворотные сборочно-сварочные механизмы делятся на две основных группы:

- 1) ручные манипуляторы;
- 2) ручные кантователи.

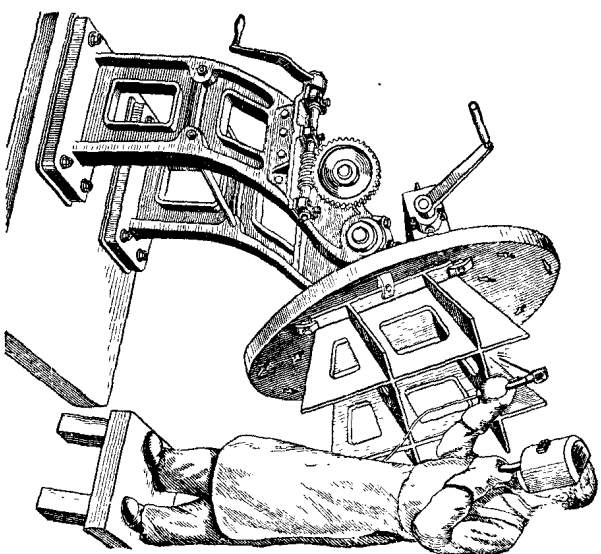
В первых осуществляют вращение стола манипулятора в двух плоскостях и предназначаются они главным образом для обслуживания сборочных операций и для ручной сварки малогабаритных изделий.

Вторые применяются для сборки и в качестве поворотно-установочных механизмов для ручной и автоматической сварки продольных швов изделий балочного типа.

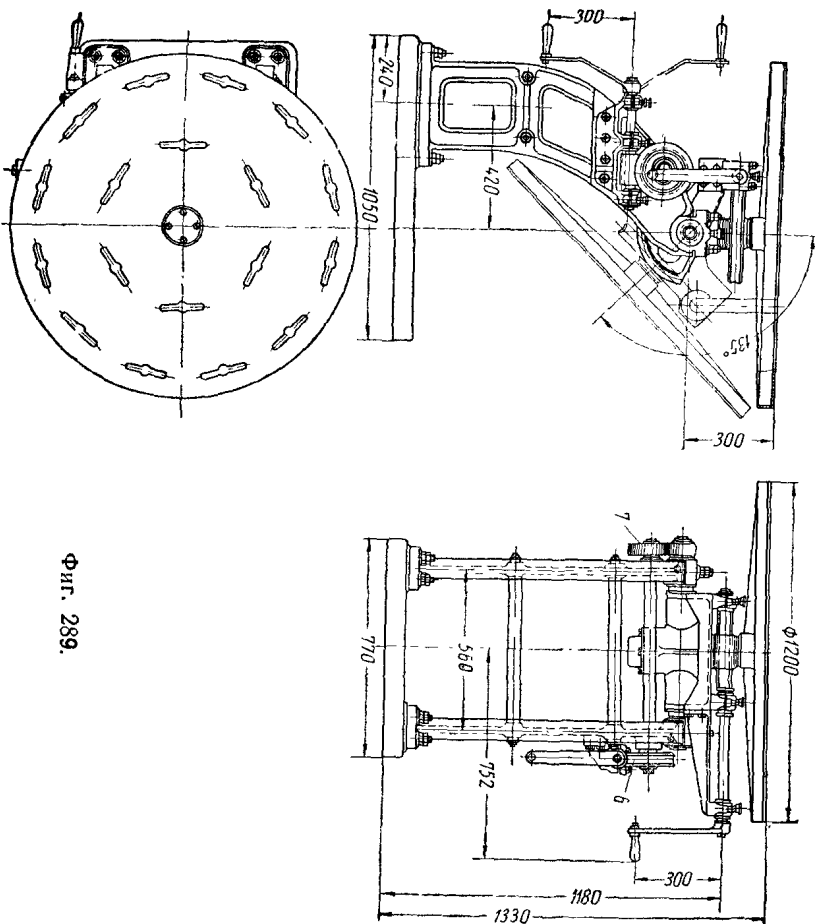
#### а) Ручные манипуляторы

В ручном манипуляторе (фиг. 288) должны быть осуществлены два основных движения: вращение стола вокруг своей оси и наклон стола в вертикальной плоскости.

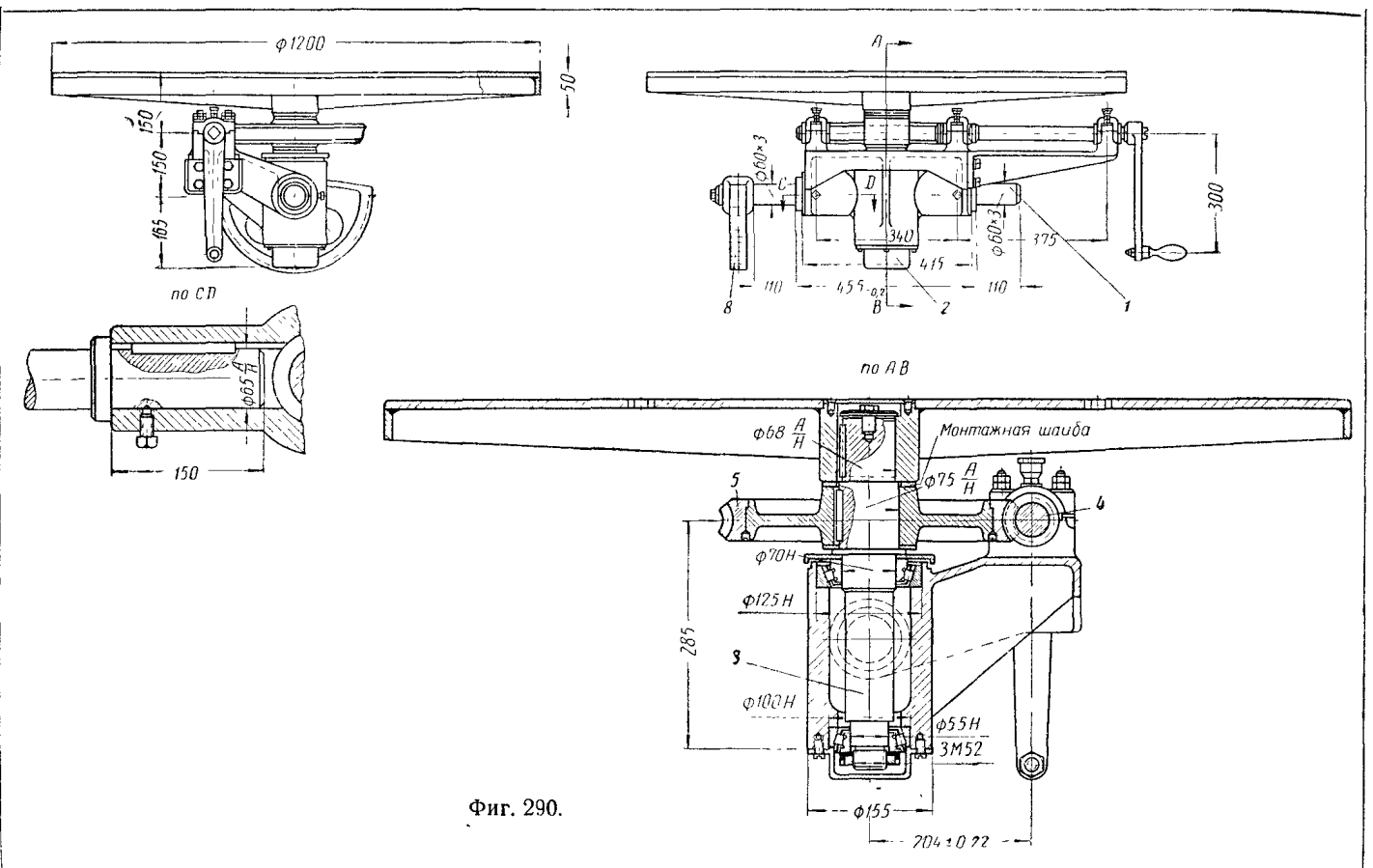
Механизм поворота (фиг. 289 и 290) с двумя цапфами 1, опирающимися на подшипники скольжения, укрепляется на стойке станины. Цапфы 1 укреплены в специальном корпусе 2, служащем опорой для вертикального вала 3 и основанием для ручного червячного привода 4. На валу 3 на шпонке насажена сварная планшайба. Вал смонтирован на двух роликовых конических подшипниках. На верхнем конце этого вала на шпонке насажено червячное колесо 5, получающее движение от червяка, приводимого от рукоятки. Червяк — самотормозной, что обеспечивает неподвижность стола при отсутствии внешнего усилия на рукоятке. Для крепления свариваемых изделий на планшайбе стола сделаны пазы. Наклон стола осуществляется червячной самоотормозившей парой 6 и цилиндрической парой, состоящей из приводной шестерни 7, сдвигающей



Фиг. 288. Ручной манипулятор.



Фиг. 289.



Фиг. 290.

на валу червячного колеса механизма наклона, и секторной шестерни 8, укрепленной на левой цапфе механизма поворота стола.  
Техническая характеристика этого манипулятора (фиг. 289):

1. Грузоподъемность в кг . . . . .	400
2. Максимальные размеры деталей и узлов, устанавливаемых на столе в м . . . . .	1,4 × 1,4
3. Расстояние оси центра тяжести изделия от уровня стола в мм не более . . . . .	200
4. Допустимое отклонение центра тяжести изделия от оси вращения в мм не более . . . . .	250
5. Вращение стола . . . . .	360°
6. Максимальный угол наклона стола от горизонтального положения . . . . .	135°
7. Усилие на рукоятке:	
при вращении стола . . . . .	12 кг
при наклоне стола . . . . .	20 "

*Схема расчета ручного манипулятора (фиг. 291)*

Исходные данные для расчета:

- 1) вес изделия;
- 2) положение центра тяжести изделия по отношению к оси вращения стола (размер  $\delta$ );
- 3) положение центра тяжести изделия над уровнем стола (размер  $a$ );
- 4) число оборотов планшайбы в мин.;
- 5) время наклона стола  $t$  в мин.

**Механизм поворота стола.** Вращение стола возможно при любом положении в пределах 135° от вертикали.  
В соответствии с этим могут быть следующие схемы загрузки:

- 1) стол горизонтален (фиг. 291, а); 2) стол наклонен на 90° (фиг. 291, б);
- 3) стол наклонен на 135° (фиг. 291, в).

Случай 1. Вал смонтирован на подшипниках качения (роликовые конические). Момент трения относительно оси планшайбы

$$M = (Q + G) \mu_0 \frac{R_0}{r} + \frac{2G\delta}{H} \mu_0 \frac{R}{r} \text{ — стол горизонтален;}$$

$$M = (N' + N) \mu_0 \frac{R}{r} \text{ — стол наклонен на } 90^\circ,$$

$$N' = \frac{G(a+l)+Ql}{H};$$

$$N = N' + Q + G;$$

где

$$M = (G'' + Q'') \mu_0 \frac{R_0}{r} + (N'_1 + N_1) \mu_0 \frac{R}{r} \text{ — стол наклонен на } 135^\circ,$$

где

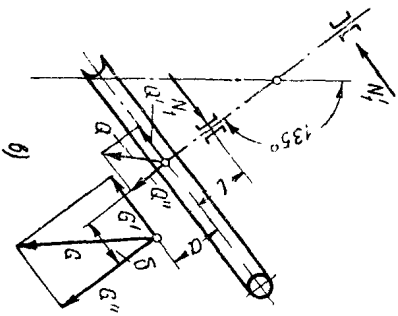
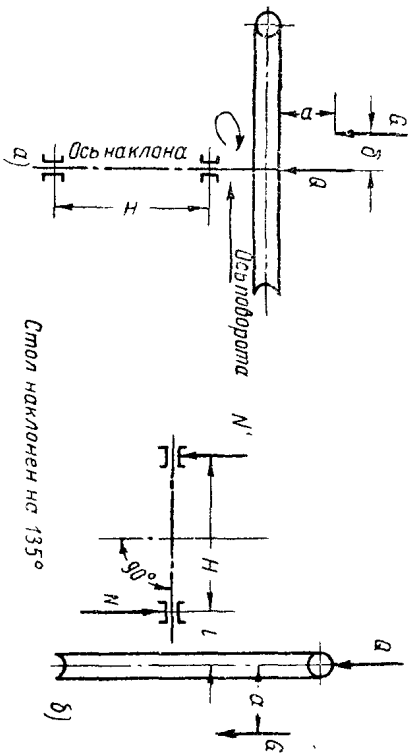
$$N'_1 = \frac{G(a + l) + Q'l + G'r^2}{H}$$

$$N_1 = N'_1 + Q' + G';$$

- $Q$  — вес стола в кг;
- $G$  — вес изделия в кг;
- $r$  — радиус ролика в см;
- $R$  — радиус внутренней поверхности катания в см;
- $R_0$  — расстояние от оси вала до центра среднего сечения ролика в см;
- $f_0$  — „идеальный“ коэффициент трения (0,0025 — 0,0030).

Стол горизонтален

Стол наклонен на 90°



Фиг. 291, а, б, в. Схемы загрузки механизма поворота стола.

Случай II. Вал на подшипниках скольжения.  
Осевое усилие воспринимается пяткой

$$M = (G + Q)fr_0 + \frac{2G\delta}{H}fr_1 \text{ — стол горизонтален;}$$

$$M = (N' + N)fr_1 \text{ — стол наклонен на } 90^\circ;$$

224

$$M = (G'' + Q'')f_0' + (N'_1 + N_1)fr_1 \text{ — стол наклонен на } 135^\circ,$$

- где  $f$  — коэффициент трения скольжения;
- $r_0$  — средний радиус пятки, воспринимающей усилие, действующее на планшайбу, в см;
- $r_1$  — радиус вала в см;
- $r_0$  — средний радиус пятки, воспринимающей усилие, действующее от планшайбы, в см.

Определив наибольшее значение  $M$  при данной конструкции опор, вычисляем передаточное число механизма.

Принимая усилие рабочего на рукоятке длиной  $l$  равным  $K$ , имеем

$$M_p = Kl,$$

тогда требуемое передаточное число

$$i = \frac{M}{M_p \eta},$$

$\eta$  — к. п. д. всех передаточных звеньев от рукоятки к планшайбе

$$\eta = \eta_1 \eta_2,$$

$\eta_1$  — к. п. д. подшипников;

$\eta_2$  — к. п. д. зубчатых или червячных пар.

Для червячной самогормозной пары к. п. д. всегда меньше 0,5. К. п. д. червячной пары

$$\eta_{\text{чер}} = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{\operatorname{tg}(\varphi + \rho)},$$

где  $\varphi$  — угол подъема винтовой линии;

$\rho$  — угол трения.

Кроме того можно написать

$$i = \frac{n_1}{n_2},$$

(2)

$n_2$  — число оборотов планшайбы;

$n_1$  — число оборотов вала рукоятки.

Для ручных механизмов, предназначенных для установочных движений,  $n_2$  должно лежать в пределах 3—5 об/мин, а  $n_1$  — в пределах 45—60 об/мин.

Таким образом, значение  $i = 9 \div 20$ .

Границы применения ручных поворотных механизмов можно установить по следующим соображениям.

Например. для II случая, при  $f = 0,1$ ,  $r_0 = 8$  см,  $\delta = 20$  см,  $H = 30$  см,  $r_1 = 5$  см, для диапазона допускаемых усилий рабочего 10—25 кг получаем предельные значения  $Q + G$  для горизонтального положения стола в пределах 750—1900 кг

Определив по конструктивной схеме приближенный вес вращающихся частей планшайбы, можно определить грузоподъемность механизма.

Размеры передач определяются по общепринятым формулам, исходя из расчета на прочность по крутящему моменту, передаваемому соответствующими валами.

**Механизм наклона стола.** Необходимый для наклона стола крутящий момент на оси цапфы будет равен для трех рассмотренных выше положений планшайбы:

а) наклон по часовой стрелке (фиг. 291, а)

$$M = M_1 + M_{тр}$$

$$M_1 = G \delta,$$

$$M_{тр} = (G + Q + q) f \frac{d}{2},$$

здесь  $q$  — вес траверсы и цапф в кг,

$d$  — диаметр цапф в см.

Очевидно, что наклон против часовой стрелки более благоприятен.

так как  $M = M_{тр} - M_1$ .

б) Наклон (подъем) против часовой стрелки (фиг. 291, б)

$$M = M_1 + M_{тр}$$

$$M_1 = G(a + l) + Ql,$$

где  $M_{тр}$  — по предыдущему.

в) Наклон (подъем) против часовой стрелки (фиг. 291, в)

$$M = M_1 + M_{тр}$$

$$M_1 = G(a + l) \cos 45^\circ + Ql \cos 45^\circ,$$

где

$M_{тр}$  — по предыдущему.

Очевидно, что расчетным является положение, когда стол наклонен на  $90^\circ$ .

Примечание: а) при значительном весе кронштейна узла крепления червяка механизма поворота, самого червяка и рукоятки их вес должен быть учтен при определении необходимого момента для поворота; б) вес узлов вторых подшипников принят одинаковым и из расчета исключен.

Аналогично предыдущему, полагая момент, создаваемый рабочим на рукоятке длины  $L$ , равным

$$M_p = KL \text{ кгсм},$$

требуемое передаточное число

$$i = \frac{M}{KL \eta},$$

при  $\alpha = 135^\circ$  и времени наклона  $t$

время одного оборота

$$t_0 = \frac{t \cdot 360^\circ}{135^\circ} \text{ мин.},$$

число оборотов в минуту

$$n_2 = \frac{1}{t_0} \text{ об/мин.},$$

тогда число оборотов рукоятки механизма наклона

$$n_1 = n_2 i \text{ об/мин.}$$

## б) Ручные кантователи

Ручные кантователи могут быть сборочными, сварочными, или сборочно-сварочными.

На фиг. 292 приведен механизм, предназначенный для сборки балок и колонн Н-образного сечения.

Сварка изделий производится вне сборочного механизма на сварочной установке.

Сборочный механизм состоит из рамы корытообразной формы 1, по середине которой приварен двутавр 2, являющийся опорой для стенки свариваемого изделия. В нескольких местах по длине в двутавре 2 сделаны вырезы, в которые варены сухари 3 (фиг. 293), вдоль которых могут перемещаться уширители 4. Уширители могут раздвигаться в разные стороны, создавая устойчивые опоры для стенок свариваемого изделия.

Габарит по высоте свариваемого изделия устанавливается выдвижными упорами 5 и винтовыми упорами 6.

В полученный габарит устанавливаются пояс собираемого изделия; они опираются на полку угольника 7, связанного жестко с двумя винтовыми домкратами 8.

Для перемещения угольника 7 в нижней части двутавра 2 сделаны вырезы. Стенка изделия зажимается с помощью отводных перекалдин 9, вращающихся на оси 10. Оси запираются в двух горизонтальных упорах 11, приваренных к стойкам 12.

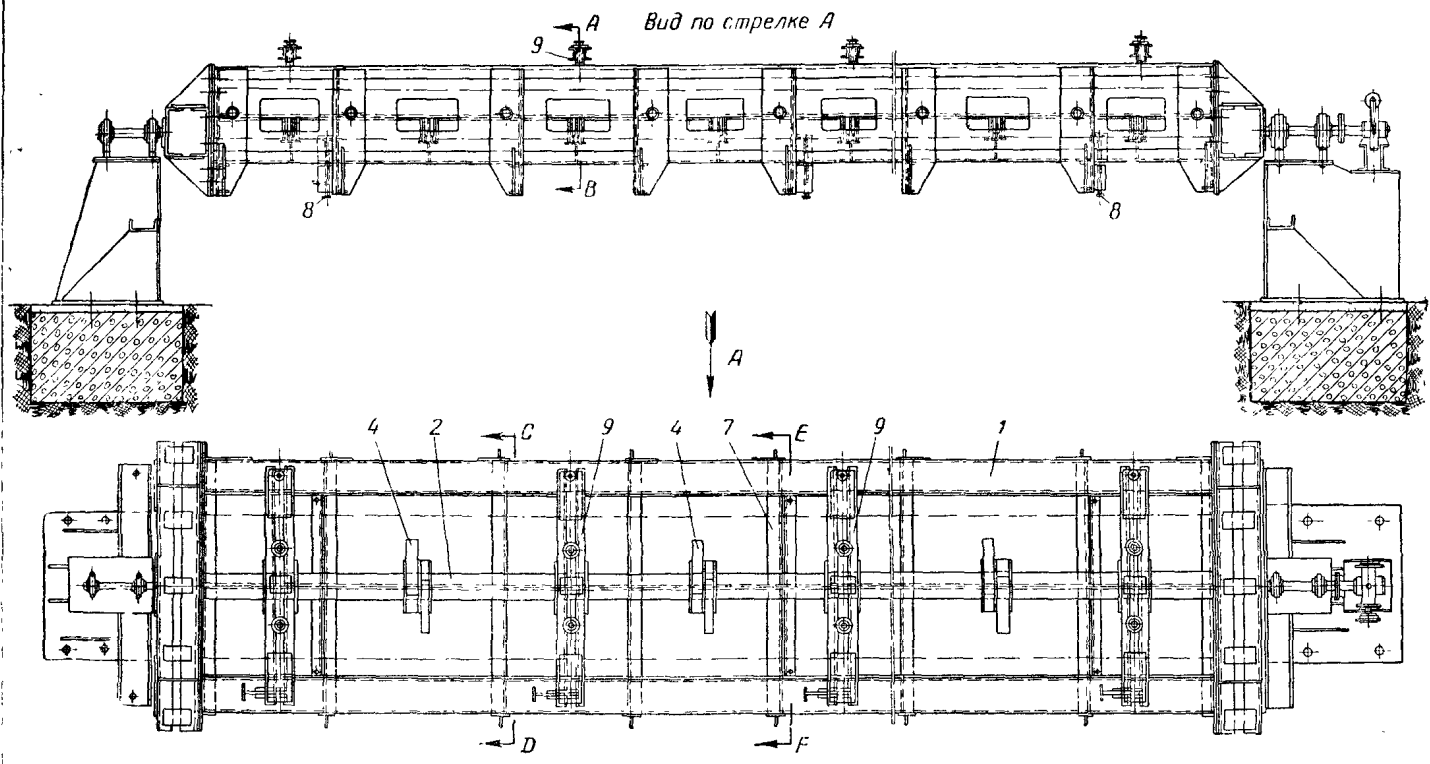
В теле перекалдин 9 вмонтированы винтовые домкраты 13, зажимающие стенки изделия через съемные стойки 14. После зажима элементов изделия производится прихватка сверху стенки к поясам, а затем поворот на  $180^\circ$  редуктором с ручным приводом. При повороте снимается предохранительные типы 15 (фиг. 294), соединяющие раму механизма со стойкой.

После поворота типа 15 снова устанавливаются и производится прихватка поясов со стенкой с другой стороны. Затем сборочный механизм снова поворачивают в первоначальное положение. Для выемки балки ослабляют винты домкратов 13, отводят перекалдин 9 вдоль стенок рамы 1 и снимают стойки 14. Если червяк редуктора сделан самотормозным, необходимость в предохранительных типах отпадает.

Сварка балок может осуществляться также на специальной поворотном механизме, показанном на фиг. 295.

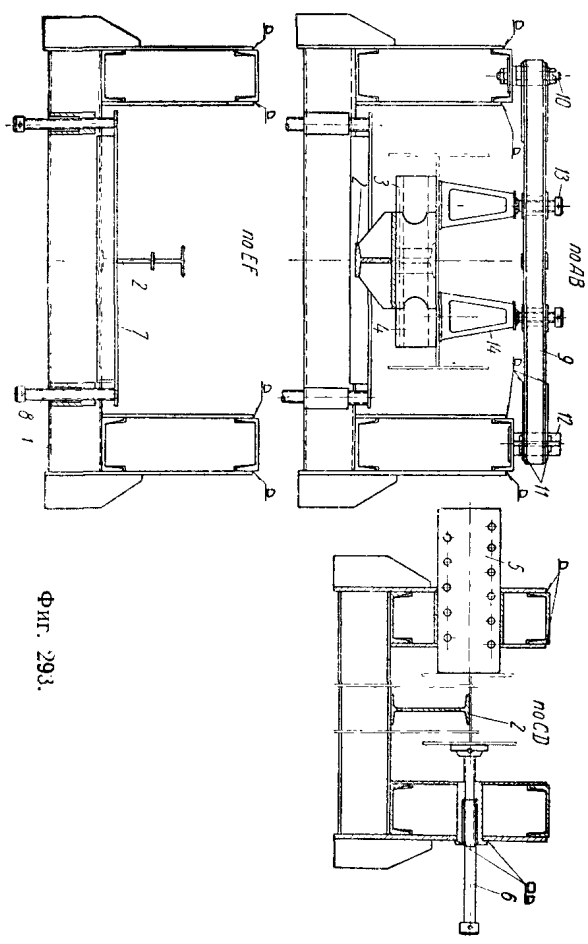
Он выполнен по типу поворотных механизмов с опорой несущей рамы на концевых цапфах.

Рама механизма состоит из двух жестких сварных двутавровых балок 1, соединенных в торцах через листы 2 поворотными траверсами 3.

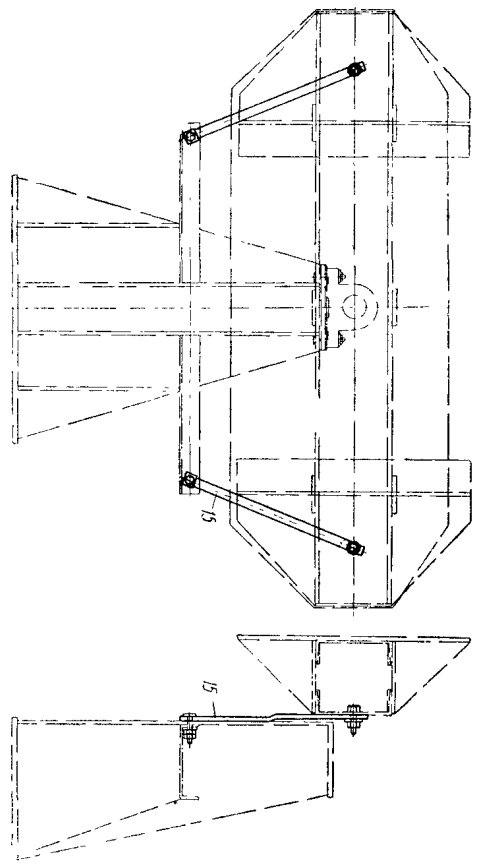


Фиг. 292. Ручной кантователь.

В каждой балке 1 в нескольких местах симметрично относительно продольной оси сделаны отверстия, в которые вставляются трубчатые штыри 4 (фиг. 296), служащие опорой для свариваемого изделия.



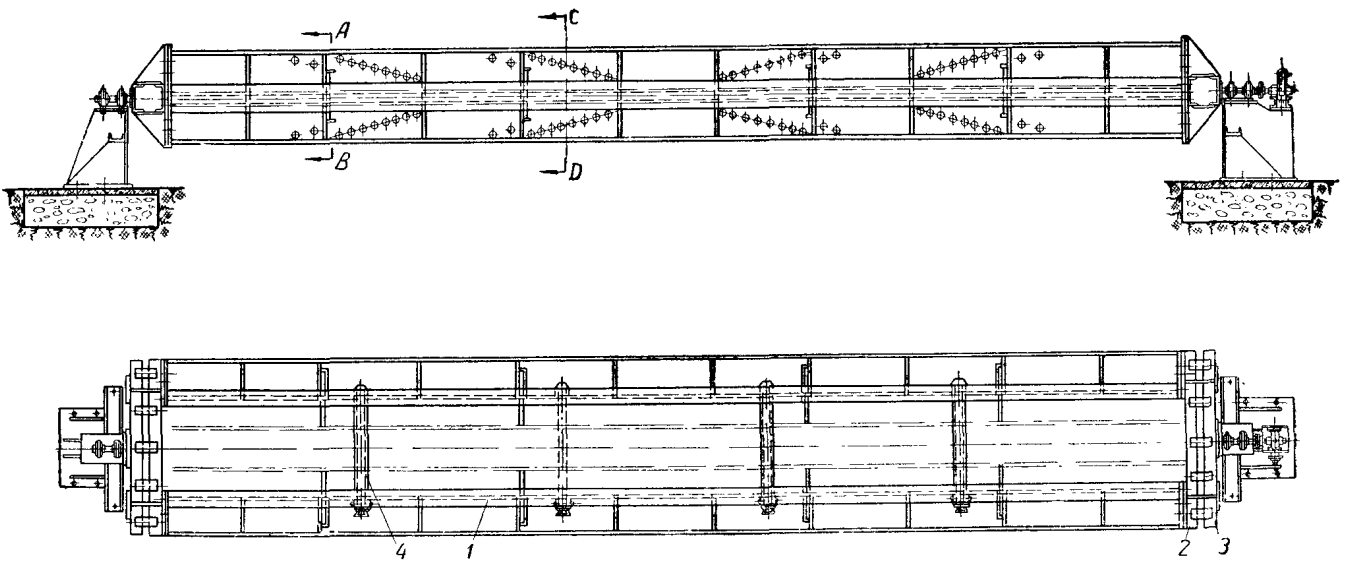
Фиг. 293.



Фиг. 294.

Количество и расположение штырей определяются размерами бабок, подлежащих сварке.  
 Для свариваемого изделия в механизме создается опорный трехсторонний контур, составленный по нижней плоскости из штырей, а с боков — двумя рядами выдвинутых упоров 6. Упоры скользят в прорезах стенок сварных бабок 1 и перемещаются вдоль ребер 6 для установки



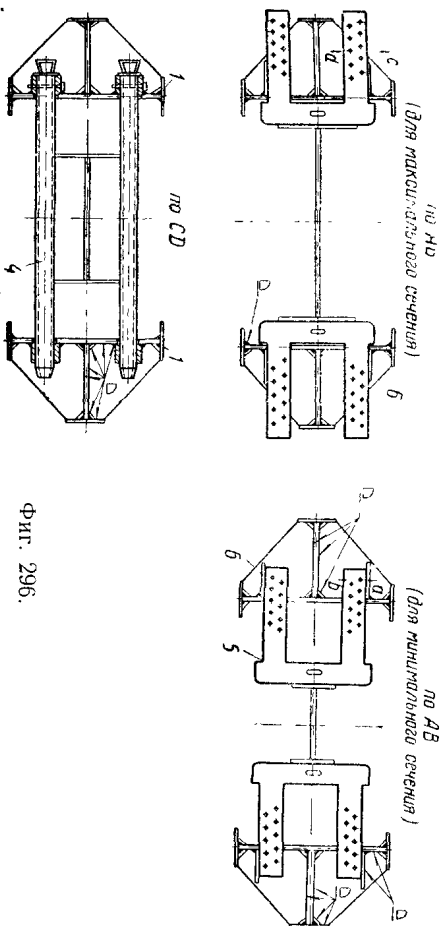


Фиг. 295. Поворотный механизм для сварки балок.

необходимого размера по высоте балок. Закрепление упоров производится болтами.

Порядок работы при установке изделия и сварке следующий: в нижние отверстия боковых стенок несущих балок 1, соответствующие данному размеру свариваемого изделия, вставляются штыри, затем устанавливаются на необходимый размер и закрепляются выдвижные упоры.

В полученный трехсторонний контур укладывается собранная на прихватках подлежащая сварке балка. Затем производится сварка двух верхних швов. После этого вставляются штыри по верху свариваемой балки и закрепляются.



Фиг. 296.

Таким образом, свариваемая балка оказывается зажатой со всех сторон.

Затем ручным червячным приводом механизм поворачивается на  $180^\circ$ , после чего убираются верхние штыри и производится сварка еще двух швов.

Приводной вал поворотного механизма крепится к траверсе 3.

Поворотные траверсы 3 состоят из двух швеллеров 7 (фиг. 297) с вваренными фланцами 8, связанные шпонками с валом 9, опирающимся на две шариковые опоры 10.

Вал 9 соединяется через муфту 11 с червячным редуктором 12.

Червяк редуктора должен быть самотормозящим, что позволяет оставить раму механизма в любом желаемом положении и делает эксплуатацию безопасной. Опоры механизма должны быть тщательно выверены как по высоте, так и по продольной оси.

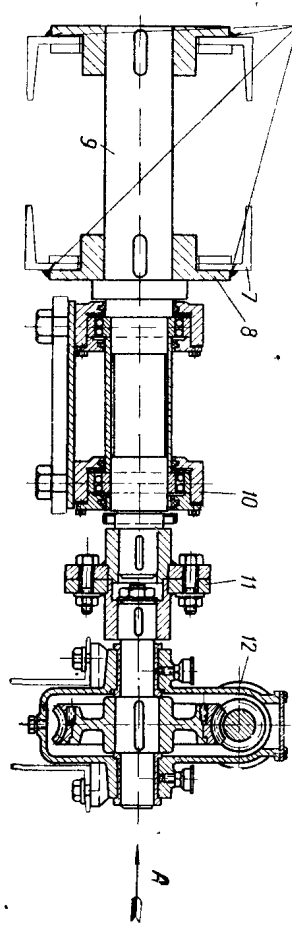
Механизм с пневмопржимками, предназначенный для сборки и сварки крупных металлоконструкций Н-образного сечения, приведен на фиг. 298. Сварка может производиться вручную, либо на установке для автоматической сварки продольных швов.

Рама сборочно-сварочного механизма состоит из двух балок таврового сечения 1 и 2.

К обоим торцам балок приварены прямоугольные цапфы, которые входят в швеллеры, образующие концевые траверсы 3. Цапфы через

подшипник 4 и гайки 5 опираются на вал, имеющий правую и левую винтовые нарезки (фиг. 299). Балки крепятся к подшипникам и гайкам болтами 7. При вращении штурвала 8 гайки с балками перемещаются симметрично относительно продольной оси. Этим достигается установка продольных балок на размер, соответствующий высоте собираемого изделия.

В горизонтальной плоскости изделие зажимается пневмопржимками 9, смонтированными в вертикальные стенки балок (фиг. 300). Число прижимов и расстояние между ними определяются размерами собираемого изделия.



Вид по стрелке А

Фиг. 297.

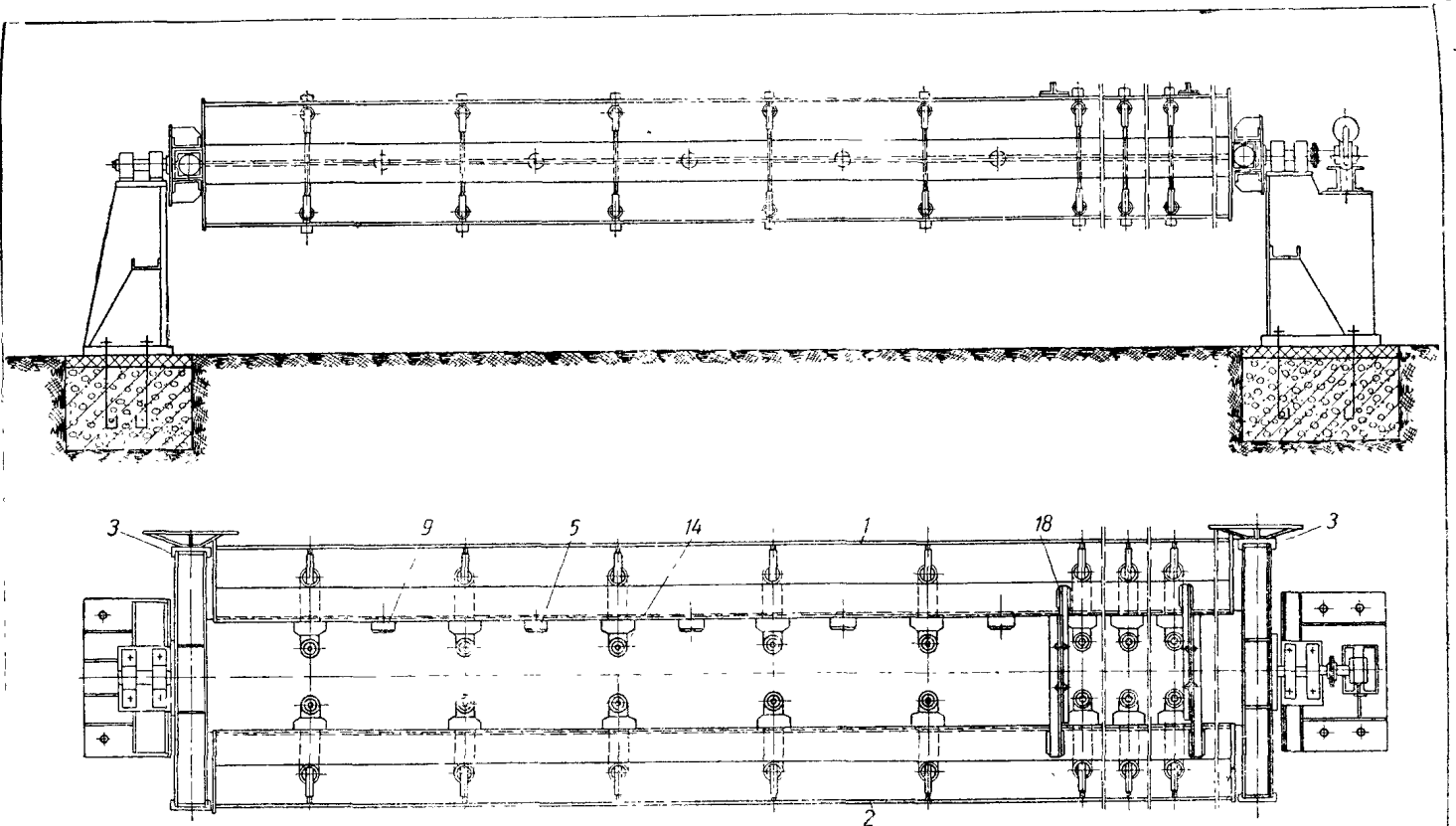
Для укладки горизонтальных поясов собираемой Н-образной балки служат опоры 10. Опора состоит из набора пластин 11 разной толщины, сидящих на пальце. Пластинки могут быть повернуты вокруг пальца вдоль балок 1 и 2, либо попереk их.

Пластинки помещены в коробке, привариваемой к вертикальной стенке балок. Набранные на определенный размер, они запираются шпингалетом 13.

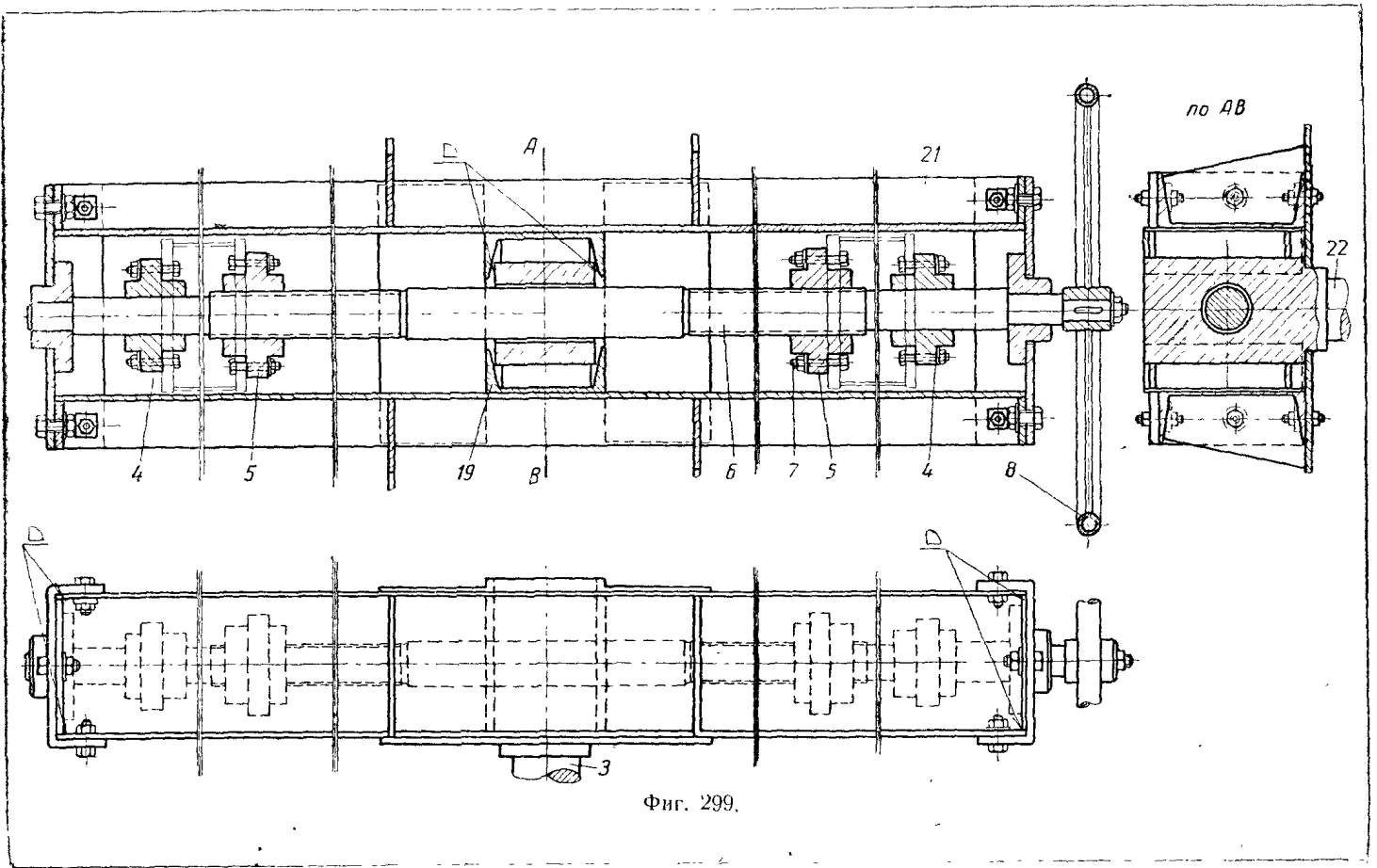
При поперечном положении они образуют опору для горизонтальных полок собираемого изделия.

Число повернутых пластин и их толщина зависят от расстояния от оси конструкции механизма до кромки горизонтальных листов изделия.

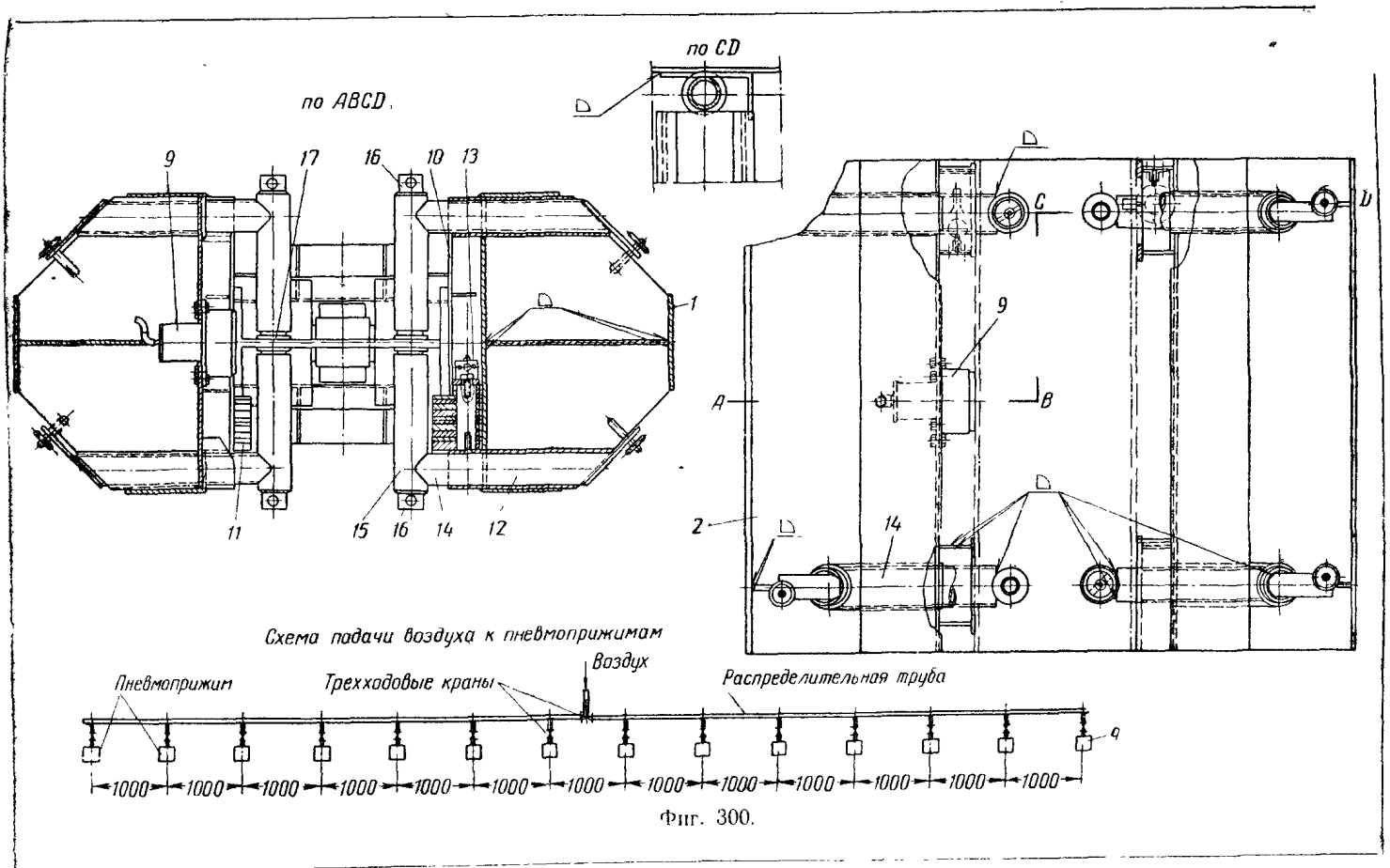
Вертикальный лист собираемой балки укладывается на ряд упоров винтовых прижимов 14 и сверху зажимается рядом противоположных



Фиг. 298. Поворотный механизм для сборки и сварки балок.



Фиг. 299.



Фиг. 300.

прижимов. Винтовые упоры состоят из вертикальной трубы 15, в которой помещен винт 16, связанный с опорной гайкой 17. Ход гайки 17 незначителен.

При прохождении сварочного аппарата верхние прижимы последовательно убираются.

После зажима с боков пневмоприжимами и в вертикальной плоскости винтовыми прижимами Н-образная балка готова для наложения продольных швов.

Для придания раме механизма большей жесткости ее балки соединяются раздвижными и поворотными стяжками 18. При проходе сварочного аппарата стяжки последовательно убираются, а после прохода аппарата снова крепятся.

В положении "лодочка" свариваемое изделие устанавливается поворотом концевых траверс 3. Для этого в середине через коробку 19 вварена опорная цапфа вала (на стороне привода) и вал (на стороне хвостовой опоры).

Приводной вал опирается на два шариковых подшипника и через муфту соединен с червячным редуктором. Редуктор приводится в движение рукояткой.

Повернутая рама механизма крепится швеллерами 21 к опорному швеллеру 22 болтами. В горизонтальном положении рама 3 крепится к швеллеру 22 с помощью тяги 23.

После наложения первого шва (фиг. 301) сборочно-сварочный механизм последовательно поворачивают для наложения остальных трех швов, причем процесс закрепления и съема винтовых опор-зажимов производится аналогично.

Для снятия сваренного изделия механизм устанавливается в горизонтальное положение, снимаются стяжки 18, верхние винтовые прижимы 14 и разжимаются пневмоприжимы.

## 2. ПРИВОДНЫЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

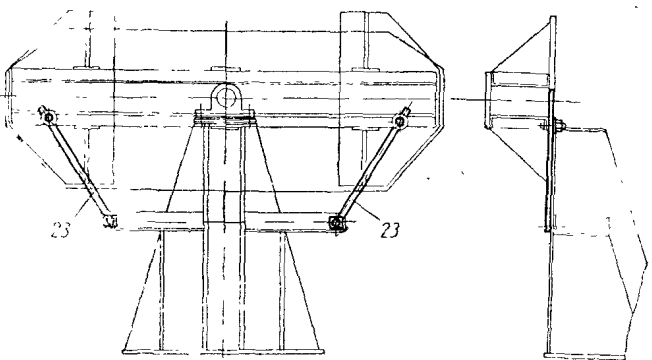
Применение приводных сборочно-сварочных механизмов необходимо если:

- а) требуется соблюдение определенной скорости вращения деталей, диктуемое скоростью наложения шва, т. е. для оснащения установок автоматической сварки;
- б) необходимо преодоление больших крутящих моментов на рабочем валу поворотного приспособления;
- в) поворот изделия осуществляется часто и время поворота составляет существенную часть операции.

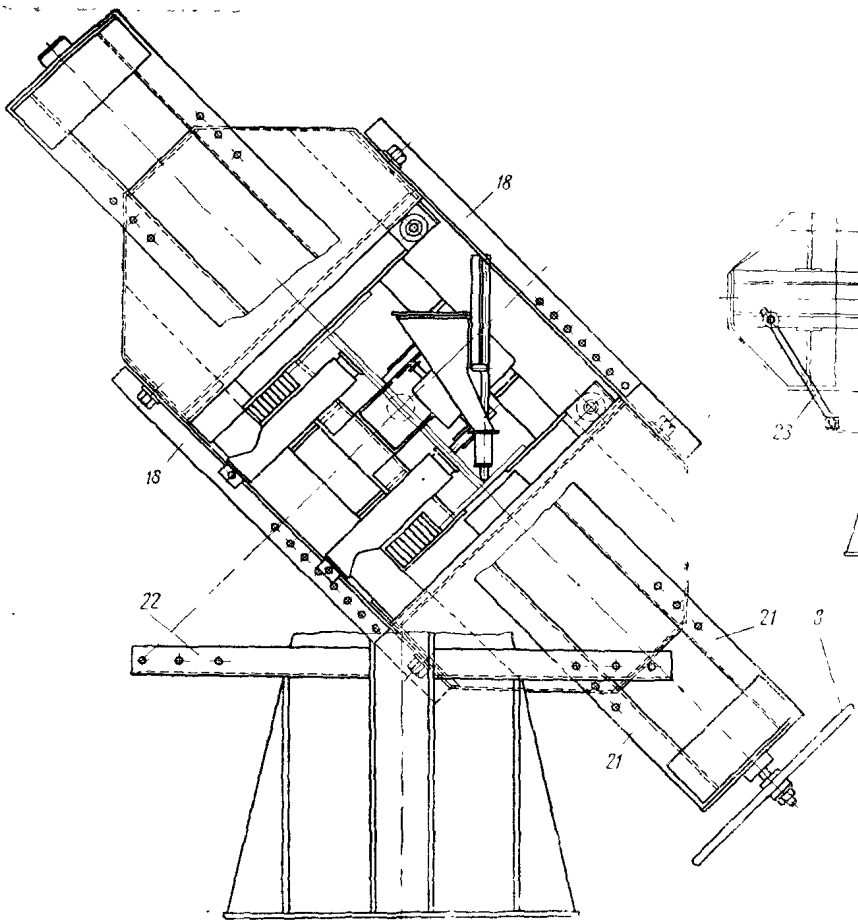
Классификация приводных сборочно-сварочных механизмов дана на фиг. 302.

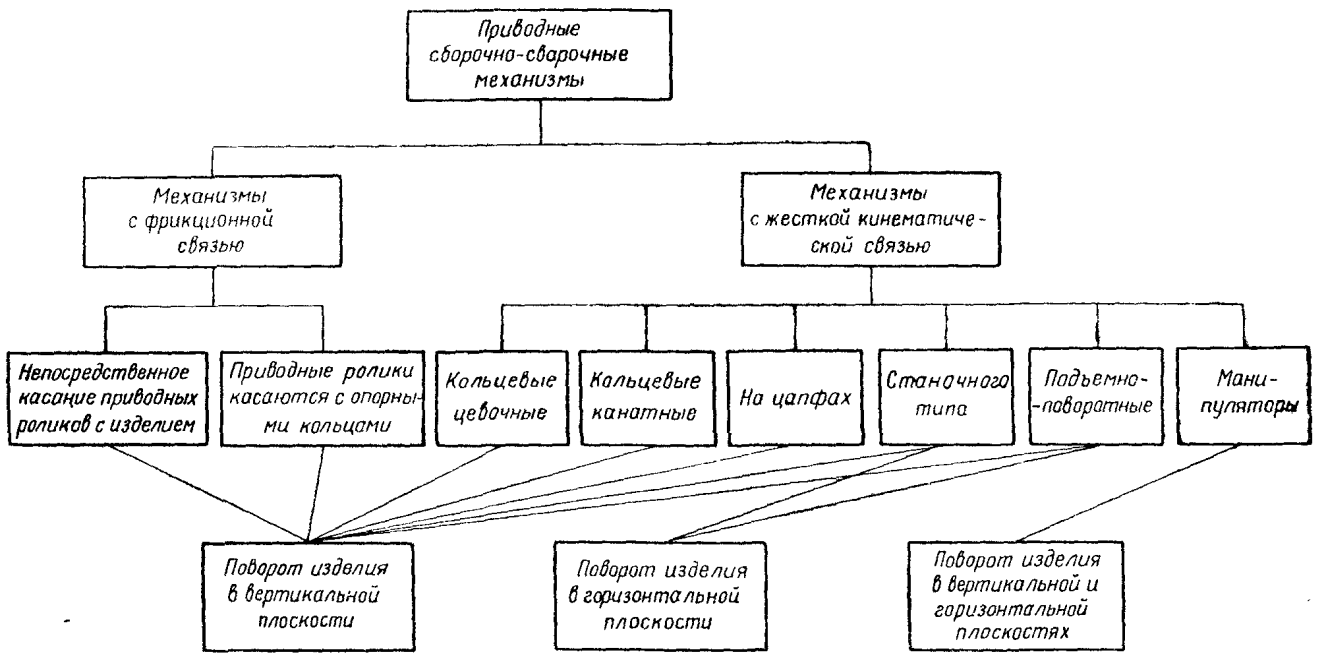
Первый вид механизма с фрикционной связью предназначен для наложения кольцевых швов на цилиндрические изделия. Второй — для сборки и сварки рамных, балочных и листовых конструкций, а также некоторых цилиндрических изделий.

Опорные кольца (два или больше) могут быть одиночными, либо жестко связанными между собой. Каждое кольцо опирается на два



Фиг. 301.

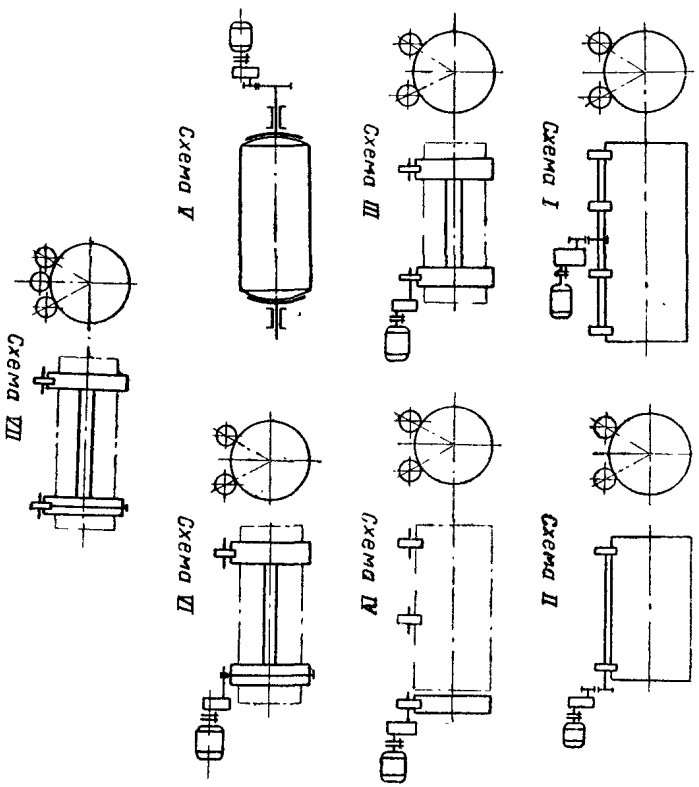




Фиг. 302. Классификация приводных сборочно-сварочных механизмов.

ролика, установленных на фундаменте или на раме. Ролики приводятся от индивидуального привода или от общего вала, получающего вращение от электродвигателя через редуктор или открытые зубчатые колеса. В зависимости от величины крутящего момента привод может быть односторонний или двухсторонний.

Приводные поворотные механизмы по конструктивному выполнению можно разделить на следующие основные схемы (фиг. 303):



Фиг. 303. Схемы приводных сборочно-сварочных механизмов.

Схема I. Для изделий значительной длины.

Изделие опирается на два ряда роликов. Приводные ролики заклиненны на общем валу. Электродвигатель с редуктором размещается сбоку механизма.

Движение от электродвигателя на вал передается в середине его длины, что уменьшает закручивание вала. Механизмы по этой схеме являются простыми в изготовлении, компактными и удобными в эксплуатации.

Схема II. Для изделий небольшой длины.

Приводные ролики заклиненны на общем валу; передача вращения на вал осуществляется с конца вала.

Вал не длинный, и закручивание его незначительно.

Электродвигатель и редуктор размещаются обычно в торце механизма или в приемке под одним из колес.

Схема III. Для изделий несимметричных большого веса небольших длин.

Приводных роликов — один или два, остальные — неприводные — опорные. Крутящий момент передается на изделие через опорное кольцо с одного конца вала.

Схема IV. Для длинных изделий неправильной формы.

Изделие опирается на несколько пар опорных роликов. На одном конце к торцу изделия крепится фрикционный диск, опирающийся на два приводных ролика. Каждый из приводных роликов имеет свой электродвигатель с редуктором. Приводы работают синхронно. Размещение приводных роликов должно обеспечить необходимое усилие сцепления. Применяется для автоматической сварки изделий, геометрическая форма которых не позволяет ставить приводные ролики по длине.

Схема V. Изделие зажимается с торцов двумя сферическими дисками. На валу одного диска заклинена приводная шестерня. Приводные и опорные ролики отсутствуют. Эта схема применима для цилиндрических изделий малых и средних диаметров небольших длин.

Схема VI. Механизм с жесткой связью (невочный); применяется в тех же случаях, как и фрикционный, но при наличии дебаланса изделия и повышенных требованиях к плавности и равномерности вращения изделия. Приводным органом является вочное колесо, находящееся в зацеплении с вочной звездочкой.

Схема VII. Вочный механизм с приводными звездочками размещен между роликами. Конструктивно эта схема сложнее предыдущей и дороже в изготовлении. Применяется для вращения больших и тяжелых изделий.

Механизмы с шестеренчатым или червячным приводом имеют на цапфах несущей рамы ведомые зубчатые или червячные колеса, связанные системой передач с моторными приводами.

### а) Сборочно-сварочные механизмы с фрикционной связью

*Определение приводного момента и мощности электродвигателя*

**Механизмы — кантователи на опорных кольцах.** Для вращения колец вместе с закрепленными в них изделием необходимо, чтобы сила сцепления между приводными роликами и бандажем приводного кольца была больше суммарной силы сопротивления, приведенной к точке касания бандажа и ролика; очевидно также, что и приводной момент на оси кантователя должен быть больше суммы моментов всех сил сопротивления относительно той же оси.

Имеют место следующие моменты сил сопротивления:

моменты трения качения приводных и опорных роликов по бандажам колец;

моменты от силы трения скольжения на цапфах роликов;

моменты от сил трения скольжения на ребордах роликов и колец;

момент от статической неуравновешенности кантователя с установленным в нем изделием;

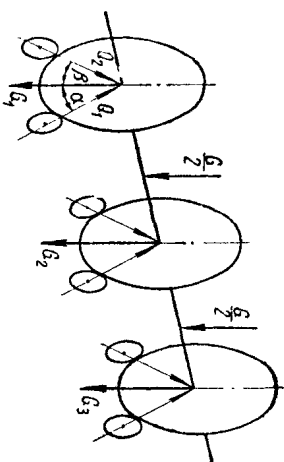
моменты от инерционных сил.

Внешние силы, действующие на кантователь из трех колец и реакции в опорах, вызванные этими силами, показаны на фиг. 304.

При равномерном распределении нагрузки по всей длине кантователя среднее кольцо по этой схеме будет нагружено в 2 раза больше крайнего.

Ввиду трудности получения равномерного вращения применение таких схем следует избегать.

Наибольшее применение имеют кантователи на двух опорных кольцах.



Фиг. 304.

**Момент трения качения приводных роликов по бандажам колец.** К приводному ролику приложена пара сил, под действием которой осуществляется его относительное перекатывание по бандажу кольца.

Момент этой пары, необходимый для преодоления трения качения ролика по бандажу кольца,

$$M = Q_1 \mu \text{ кгсм},$$

где  $Q_1$  — давление на ролик в кг;

$\mu$  — коэффициент трения качения.

Приведем действующую на ролик пару к паре с плечом, равному радиусу ролика  $r$ , получим приложенную в центре ролика силу  $P_1$  (фиг. 305, а), тогда

$$M = P_1 r = Q_1 \mu \text{ кгсм или } P_1 = \frac{Q_1 \mu}{r} \text{ кг.}$$

Из этой формулы следует, что для уменьшения окружного усилия  $P_1$  следует увеличивать радиус роликов, что, однако, не всегда возможно и целесообразно. Обычно величина  $r$  устанавливается из условия ограничения удельных давлений.

Момент силы  $P_1$  относительно оси кантователя

$$M_1 = \frac{Q_1 \mu}{r} (R + r) \text{ кгсм},$$

где  $R$  — радиус кольца в см.

Если число приводных роликов равно  $n_1$ , то суммарный момент трения качения их по бандажам колец относительно оси кантователя равен

$$M'_1 = \sum_1^{n_1} M_1 = \sum_1^{n_1} \beta Q_1 \frac{\mu}{r} (R + r) = \beta Q'_1 \frac{\mu}{r} (R + r) \text{ кгсм},$$

где  $Q'_1$  — суммарная нагрузка на все приводные ролики;

$\beta$  — коэффициент, учитывающий проскальзывание, равный 1,2—1,4.

**Момент трения качения опорных роликов (холостых) роликов по бандажам колец.** Вращение холостых роликов можно рассматривать так же, как относительное перекатывание их по бандажам колец.

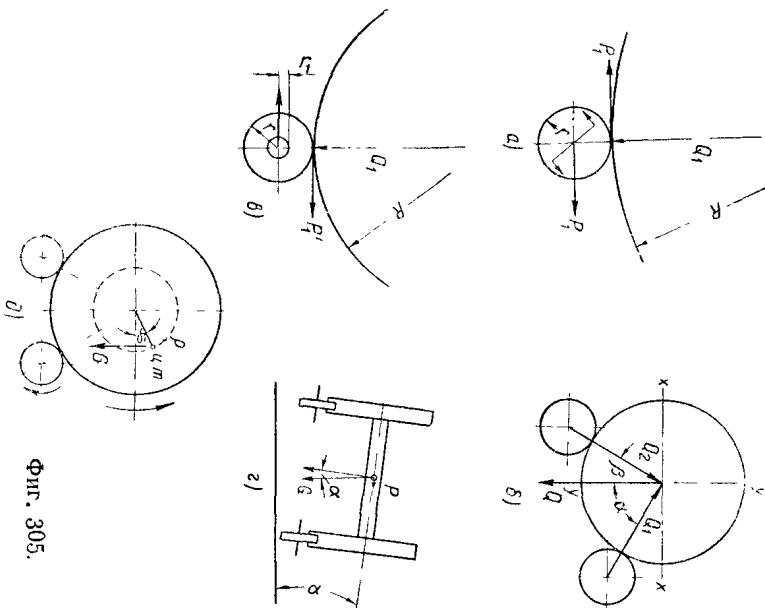
Суммарный момент трения качения роликов будет

$$M'_2 = \sum_1^{n_2} M_2 = \sum_1^{n_2} \beta Q_2 \frac{r}{r} (R + r) = \beta Q'_2 \frac{r}{r} (R + r) \text{ кгсм.}$$

где  $n_2$  — число опорных холостых роликов;

$Q'_2$  — нагрузка на один опорный ролик;

$Q_2$  — суммарная нагрузка на все  $n_2$  опорных ролика.



Фиг. 305.

При симметричном размещении роликов относительно вертикальной оси колес и при равном числе приводных и опорных роликов

$$M'_1 = M'_2.$$

В общем случае (фиг. 305, б) значения  $Q_1$  и  $Q_2$  можно найти, проектируя все действующие на кантователь силы последовательно на горизонтальную и вертикальную оси.

Получим системы двух уравнений с двумя неизвестными

$$\sum_1^{n_1} Q_1 \sin \alpha - \sum_1^{n_2} Q_2 \sin \beta = 0;$$

$$\sum_1^{n_1} Q_1 \cos \alpha + \sum_1^{n_2} Q_2 \cos \beta = Q.$$

Решив их совместно, найдем значение  $\sum_1^{n_1} Q_1$  и  $\sum_1^{n_2} Q_2$ , т. е.  $Q'_1$  и  $Q'_2$ .

**Момент от сил трения скольжения на цапфах от приводных и холостых роликов.** Силы трения скольжения, возникающие под действием нагрузки  $Q$  на поверхности соприкосновения цапфы с подшипником, дают относительно оси цапфы суммарный момент трения скольжения (фиг. 305, в)

$$M_{тр} = Q_1 r_1 \text{ кгсм.}$$

где  $f$  — коэффициент трения скольжения цапфы;

$r_1$  — радиус цапфы вага ведущих роликов.

Для преодоления момента трения при вращении ведущего ролика следует приложить момент

$$P_1 r \gg M_{тр},$$

отсюда

$$P_1 = \frac{Q_1 f r_1}{r} \text{ кг.}$$

Эта сила, приложенная на окружности каждого приводного ролика относительно оси кантователя дает момент, равный

$$M_1 = f Q_1 \frac{r_1}{r} R \text{ кгсм.}$$

Суммарный момент трения скольжения приводных роликов относительно оси кантователя равен

$$M'_1 = \sum_1^{n_1} M_1 = \sum_1^{n_1} f Q_1 \frac{r_1}{r} R = Q'_1 f \frac{r_1}{r} R \text{ кгсм.}$$

Момент от сил трения скольжения в цапфах холостых роликов выразится аналогичной формулой

$$M'_2 = Q'_2 f \frac{r_2}{r} R \text{ кгсм.}$$

где  $r_2$  — радиус оси холостых роликов или цапфы вага.

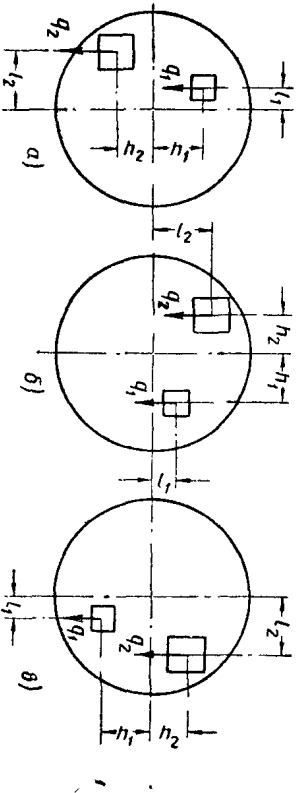
Из приведенных выше формул следует, что для уменьшения момента от сил скольжения в подшипниках диаметр шеек цапф выгодно брать по возможности малым относительно диаметра роликов. Но диаметр шеек цапф не может быть взят меньше расчетного (определяемого условиями прочности и допускаемого удельного давления), поэтому уменьшение сопротивления можно получить в определенных пределах только за счет увеличения диаметра роликов или за счет замены подшипников скольжения на подшипники качения.

**Момент от сил трения скольжения на ребордах роликов и колес.** Неточности монтажа кантователя, плохо отрихтованные колеса, вследствие чего реборды не лежат в одной плоскости, эллиптичность колес или издегия, неправильная установка по высоте опорных и приводных роликов и т. д. вызывают силы сопротивления, для преодоления которых требуется дополнительный расход мощности электродвигателя. Главные

потери такого рода возникают от сползания изделия с кольца в одну сторону под действием составляющей силы веса вращающихся частей вследствие эллиптичности изделия и неправильной установки опор. Момент силы трения на ребрах роликов относительно оси кантователя равен (фиг. 305, з)

$$M_s = P_f R = G \sin \alpha f R \text{ кгсм.}$$

**Момент от статической неуравновешенности кантователя с установленным на нем изделием.** Обычно в кантователях центр тяжести системы всех вращающихся масс не совпадает с осью вращения кантователя. Это объясняется несимметричным размещением изделия, неправильностью его геометрической формы, несимметричным креплением фиксирующих и зажимных устройств и т. п. Величина момента, необходимого для преодоления статической неуравновешенности кантователя меняется в зависимости от угла поворота (фиг. 305, д).



Фиг. 305.

Момент статической неуравновешенности кантователя равен

$$M_t = G r \cos \varphi \text{ кгсм,}$$

где  $r$  — расстояние от центра тяжести системы вращающихся масс до оси вращения кантователя в см.

Максимальное значение момента будет при  $\varphi = 0^\circ$ .

При увеличении угла  $\varphi$  момент уменьшается до 0 (при  $\varphi = 90^\circ$ ); при  $\varphi = 180^\circ$  момент имеет максимальное отрицательное значение.

Если веса отдельных узлов во вращающемся кольце располагаются по схеме, изображенной на фиг. 306, б, то очевидно, что такая система может быть в равновесии только в одном положении, если

$$q_1 h_1 = q_2 h_2.$$

Так как момент от веса частей изделия при повороте колец изменяется по направлению и по величине, то и необходимый момент для преодоления несбалансированности будет также переменным. Например, для трех положений кантователя имеем

$$\begin{aligned} M_1 &= q_1 l_1 + q_2 l_2; & M_2 &= q_1 h_1 - q_2 h_2; & M_3 &= -q_1 l_1 - q_2 l_2. \\ (\text{фиг. 306, а}) & & (\text{фиг. 306, б}) & & (\text{фиг. 306, в}) & \end{aligned}$$

Во избежание значительного колебания расхода мощности, что вызывает неравномерность хода, необходима балансировка механизма вместе с установленным в нем изделием.

Величину и расположение уравновешивающих грузов  $P$  находят из условия равновесия (фиг. 307)

$$P = \frac{q_1 y_1 + q_2 y_2}{y} \text{ кг и } x = \frac{q_2 x_2 - q_1 x_1}{P} \text{ см.}$$

Если дебаланс весьма велик, а уравновешивание для достижения главного хода потребует значительного утяжеления вращающихся частей механизма, следует переходить на приводы с жесткими кинематическими цепями.

**Момент от инерционных сил.** Так как в кантователях свариваются изделия большого веса и значительных габаритов, обладающие большими маховыми массами, то необходимо учитывать влияние сил инерции на изменение момента сопротивления движению кантователя. Особенно значительно будет это влияние в периоды пуска и остановки кантователя.

Из теоретической механики известно, что в случае вращательного движения тела около некоторой неподвижной оси  $O$  его силы инерции могут быть сведены к силе  $R$ , приложенной к центру тяжести тела и паре сил с моментом  $M_r$ . Величина этой силы и момента в этом случае определяются из уравнений

$$\begin{aligned} R &= -m a_s; \\ M_r &= -I_s \varepsilon, \end{aligned}$$

где  $m$  — масса тела;

$a_s$  — полное ускорение тяжести тела;

$\varepsilon$  — угловое ускорение тела;

$I_s$  — момент инерции тела относительно оси, проходящей через центр тяжести.

Но сила  $R$  может быть разложена на две составляющие, одна из которых — нормальная составляющая  $R^n$ , почти не оказывает влияния на изменение момента сопротивления, а другая — касательная составляющая  $R^t$  создает дополнительный момент сопротивления

$$M_{доп} = R^t e,$$

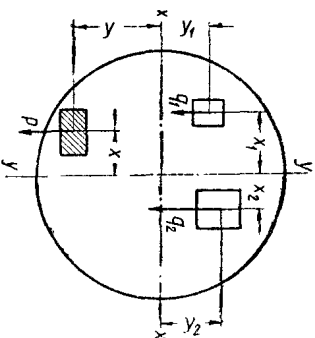
где  $e$  — расстояние от центра тяжести до оси вращения тела.

Величина касательной составляющей силы определяется из уравнения

$$R^t = -m a_s^t = -m \varepsilon e.$$

Тогда полный момент сопротивления сил инерции будет

$$M = M_r + M_{доп} = -\varepsilon (I_s + m e^2).$$



Фиг. 307.



Если изделие статически сбалансировано и ось вращения его проходит через центр тяжести, то величина  $e$  равна нулю. Тогда

$$M = -I_s \varepsilon.$$

При равномерном вращении изделия величина углового ускорения равна нулю. Тогда и  $M = 0$ .

Момент инерции тела относительно оси вращения, проходящей через центр тяжести, может быть определен по формуле

$$I_s = mr^2,$$

где  $r$  — радиус инерции.

Для тонкостенных изделий большого диаметра при технических расчетах без большой погрешности величину  $r$  можно принимать равным среднему радиусу обода. При наличии на изделиях барабанного типа дополнительных приливов можно рекомендовать учитывать момент инерции барабана и прилива отдельно.

За радиус инерции прилива, если он расположен близко к ободу барабана, также можно принимать радиус его центра тяжести.

Величина углового ускорения находится из уравнения

$$\varepsilon = \frac{d\omega}{dt}.$$

Для равноускоренного движения в период пуска и остановки она может быть определена из равенства

$$\varepsilon = \frac{\omega_{cr}}{t},$$

где  $\omega_{cr}$  — угловая скорость установившегося движения;

$t$  — продолжительность периода пуска или остановки.

Значение  $\omega_{cr}$  определяется

$$\omega_{cr} = \frac{\pi n}{30} \text{ 1/сек,}$$

где  $n$  — число оборотов изделия в минуту.

Учет инерционных сил обязателен для кантователей, предназначенных для частых поворотов изделий в процессе сборки, прихватки или сварки.

В кантователях, обслуживающих установки для автоматической сварки кольцевых ливов с нечастыми пуском и остановом, влияние инерционных сил учитывается при определении потребной мощности электродвигателя введением коэффициента 1,2—1,3.

Таким образом, необходимый суммарный приводной момент относительно оси кантователя

$$M = K(M_1' + M_2' + M_1'' + M_2'') + M_3 + M_4,$$

где  $K$  — коэффициент, учитывающий инерционные силы.

Согласно условию, необходимому для осуществления вращения кантователя, сила сцепления между бандажами колец и приводными роли-

ками должна быть больше суммы всех сил сопротивления  $W$ , приведенных к окружности роликов

$$W = \frac{M}{R}, \text{ причем необходимо, чтобы } W < Q'z_0;$$

$z_0$  — коэффициент сцепления между изделием или опорными кольцами и приводными роликами.

Значение  $z_0$  для стальных изделий дается в табл. 48.

Таблица 48

Материал опорных роликов	$z_0$	
	Сухая	Влажная
Ролик чугуновый . . . . .	0,15	0,1
Ролик стальной . . . . .	0,2—0,25	0,15—0,2
Ролик обремененный (грузошина) . . . . .	0,25—0,35	0,2

Потребная мощность электродвигателя кантователя:

$$N = 0,7355 \frac{Mn}{71620\eta} \text{ кВт.}$$

где

$$n = \frac{v_1}{60\pi D} \text{ об/мин;}$$

$\eta$  — к. п. д. всех передаточных звеньев от вала роликкоопоры к электродвигателю.

$v_1$  — скорость вращения изделия в м/час;

$D$  — диаметр цилиндрического изделия или кольца, лежащего на роликах.

Для цилиндрического изделия диаметром  $D_1$ , закрепленного в опорных кольцах диаметром  $D$ , окружная скорость колец  $v$  определяется из соотношения

$$v = \frac{v_1 D}{D_1} \text{ м/час.}$$

Кроме рассмотренных приводов с кольцами, ниже рассматриваются типовые схемы фрикционных приводов непосредственного касания изделия с ведущими звеньями (роликами, планшайбами и др.).

Изделие опирается непосредственно на ролики

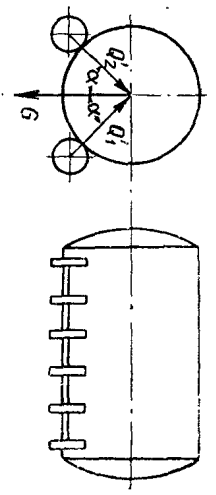
Приводные и опорные ролики одного диаметра и размещены под углом  $\alpha$  к вертикальной оси.

Изделие — цилиндрическое постоянного диаметра по всей длине. Нагрузка на все ролики распределяется равномерно.

Приводной момент относительно оси изделия:

1) момент трения качения роликов приводных и опорных по изделению  
 $M_1 = M_1' + M_2' = (Q_1' + Q_2') \frac{r}{r} (R + r) = \frac{G}{\cos \alpha} \frac{r}{r} (R + r) \text{ кгсм,}$   
 где  $G$  — вес изделия в кг;  
 $Q_1'$  — нормальное давление на приводные ролики;  
 $Q_2'$  — нормальное давление на холостые ролики;  
 $R$  — радиус изделия в см;  
 $r$  — радиус ролика в см;

2) момент трения скольжения на цапфах приводных и холостых роликов  
 $M_2 = M_1' + M_2' = (Q_1' + Q_2') f \frac{r_1}{r} R = \frac{G}{\cos \alpha} f \frac{r_1}{r} R \text{ кгсм,}$   
 где  $f$  — коэффициент трения скольжения цапфы в подшипниках;  
 $r_1$  — радиус цапф на осях втушек и холостых роликов в см;



Фиг. 308.

3) в данном случае статически неуравновешенных масс  $M_3 = 0$ ;  
 в кантователе нет;

4) изделие статически сбалансировано, ось вращения проходит через центр тяжести изделия, следовательно, центробежная сила при вращении равна нулю, а так как изделие вращается равномерно, то и момент инерции ее будет равен нулю; следует учесть инерционные силы только при пуске кантователя.

Приводной момент кантователя равен  
 $M = 1,2 (M_1 + M_2) \text{ кгсм.}$

Сила сопротивления  $W = \frac{M}{R}$  кг, необходимо, чтобы

$$W < Q_1 z_0 < \frac{G}{2 \cos \alpha} z_0.$$

Мощность электродвигателя, необходимая для вращения изделия,  
 $N = 0,7355 \frac{Mn}{71620\eta} \text{ кВт,}$

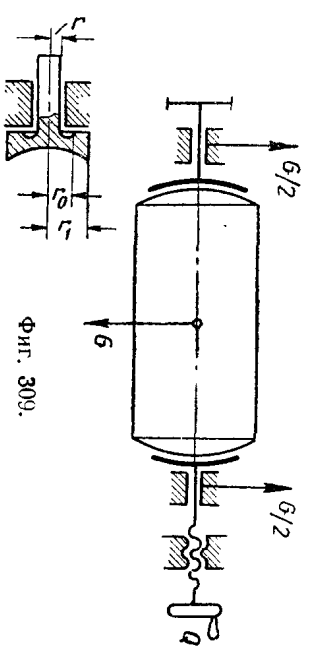
$n$  — число оборотов изделия в мин.;  
 $\eta$  — к. п. д. всех передаточных звеньев от вала роликкоопоры к электродвигателю.

Изделие зажато торцевыми планшайбами (Фиг. 309). Если цапфы одного диаметра, то необходимый приводной момент будет равен

$$M = Gr + \frac{2}{3} f_1 \frac{r_1^3 - r_0^3}{r_1^2 - r_0^2} Q \text{ кгсм,}$$

где  $G$  — вес изделия и всех вращающихся частей кантователя в кг;  
 $Q$  — осевая сила зажима изделия в планшайбе;

$f$  — коэффициент трения скольжения для цапфы;  
 $f_1$  — коэффициент трения скольжения для пята;  
 $r$  — радиус цапфы в см;  
 $r_1$  — наружный радиус планшайбы в см;  
 $r_0$  — внутренний радиус планшайбы в см.



Фиг. 309.

Приводной момент кантователя, монтированного на шарикоподшипниках, равен

$$M = \left[ 2,6 \frac{D_0^2}{d} \left( 1 + \frac{D_0}{\delta} \right) \right] rG + \frac{3r}{\delta} \cdot \frac{1}{3} DQ \text{ кгсм,}$$

где  $D_0$  — диаметр внутреннего кольца радиального подшипника в см;  
 $\delta$  — диаметр шарика в см;

$d$  — диаметр цапфы в см;  
 $r$  — коэффициент трения качения;  
 $D$  — средний диаметр беговой дорожки шариков упорного подшипника в см.

Сила сопротивления на торцевых поверхностях будет

$$W = \frac{M}{\frac{2}{3} R} \text{ кг,}$$

где  $R$  — радиус торцевой планшайбы в см, при этом планшайбу рассматриваем как сплошную пята.

Для предупреждения пробуксовывания изделия в планшайбах необходимо, чтобы

$$W < Qz_0,$$

где  $z_0$  — коэффициент сцепления для планшайбы с изделием.

Необходимая мощность электродвигателя  
 $N = 0,7355 \frac{Mn}{71620\eta} \text{ кВт.}$

Расчет и конструкция приводных сборочно-сварочных механизмов с фрикционной связью

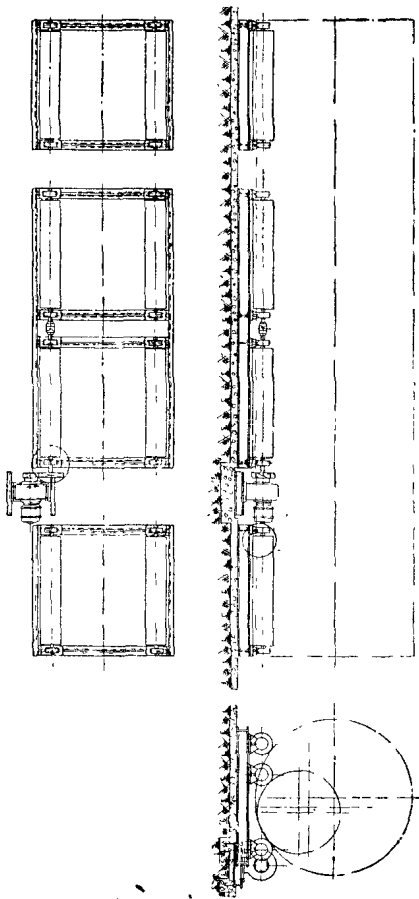
**Привод кантователей.** Схема привода зависит от назначения сборочно-сварочного механизма.

Для установления характеристики привода необходимо знать диаметры свариваемых изделий, их веса, принятые скорости сварки или скорости поворота при сборке.

Механизмы могут быть специализированные и универсальные. В первом случае в результате кинематического и силового расчета определяется требуемая мощность, передаточное число привода и размеры передач.

Во втором, кроме того, должна быть предусмотрена возможность изменения скоростей, что достигается ступенчатым или бесступенчатым регулированием.

Приводы сборочно-сварочных механизмов обычно имеют большие передаточные числа, особенно в установках для автоматической сварки. Так как скорость наложения швов при автоматической сварке обычно лежит в пределах от 0,15 до 0,8 м в минуту (в зависимости от толщины свариваемого изделия), то при диаметре, например, свариваемого цилиндра  $D=2,0$  м необходимые числа оборотов свариваемого



Фиг. 310. Привод роликокопир.

изделия лежат в пределах от 0,025 до 0,126 в минуту. При диаметре приводного ролика  $D=400$  мм и электродвигателе с числом оборотов от 750 до 1500 в минуту передаточные числа привода будут в зоне от 1200 до 12000.

Привод кантователей осуществляется от электродвигателя, связанного с редуктором или открытыми зубчатыми передачами (фиг. 310), либо через вариаторы скоростей. Для установочных поворотов изделия могут быть применены пневмомоторы.

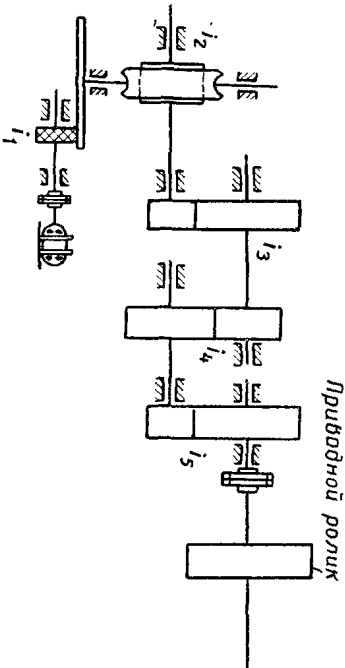
Редукторы пременяются зубчатые, червячные или комбинированные. Исходя из условия получения компактного привода, а также для обеспечения безопасности в эксплуатации, в кинематическую цепь привода часто включают червячную пару с самотормозящим червяком. Это необходимо при вращении несимметричных изделий. Однако применение самотормозящей передачи ведет к увеличению потребной мощности электродвигателя, так как к. п. д. этих передач всегда меньше 0,5. Вследствие этого в ряде случаев целесообразно применить вместо самотормозящих передач тормозные устройства.

Типовая кинематическая схема привода с вариатором показана на фиг. 311.

**Вариаторы скоростей.** В механизмах, обслуживающих значительный ряд размеров изделий, должны применяться вариаторы скоростей. Выбор типа вариатора определяется диапазоном скоростей, в пределах которого должен работать механизм.

Числа оборотов передаточных звеньев сборочно-сварочного механизма обычно располагаются вне какого-либо ряда нормальных чисел. Из всего многообразия вариаторов в сборочно-сварочных механизмах применяются главным образом два типа:

- 1) зубчатые с коробками скоростей для ступенчатого регулирования;
- 2) фрикционные для бесступенчатого регулирования.



Фиг. 311. Типовая кинематическая схема привода поворотного механизма.

**Ступенчатое регулирование скоростей.** Установление предела регулирования зубчатой коробкой скоростей ведется по режиму сварки для всей номенклатуры изделий, подлежащих сварке на данной установке. Два параметра определяют исходные данные для составления таблицы передаточных чисел: диаметры изделий, подлежащих сварке, и скорости сварки. Последние выбираются в зависимости от толщины металла, типа швов, характера выполнения подварочных швов, силы тока и т. д.

Пусть, например, подлежат сварке на одной установке для наружной кольцевой автоматической сварки цилиндрические изделия, имеющие подварочный шов, выполненный вручную.

Диаметры изделия	Толщина металла	Скорость сварки
$D = 2500$ мм	$b = 10$ мм;	$v = 40$ м/час;
	$b = 14$ мм;	$v = 30$ м/час;
	$b = 20$ мм;	$v = 22$ м/час;
	$b = 8$ мм;	$v = 45$ м/час;
	$b = 12$ мм;	$v = 35$ м/час;
	$b = 16$ мм;	$v = 25$ м/час;
	$b = 18$ мм;	$v = 25$ м/час.

Число оборотов в минуту изделия  $n = \frac{v}{60 \cdot D}$ .

Тогда для

$D = 2500$ мм	$b = 10$ мм;	$n_1 = 0,082$ об/мин;
	$b = 14$ мм;	$n_2 = 0,0635$ об/мин;
	$b = 20$ мм;	$n_3 = 0,0467$ об/мин;
$D = 1500$ мм	$b = 8$ мм;	$n_4 = 0,16$ об/мин;
	$b = 12$ мм;	$n_5 = 0,124$ об/мин;
	$b = 16$ мм;	$n_6 = 0,09$ об/мин;
	$b = 18$ мм;	$n_7 = 0,09$ об/мин;

при диаметре приводных роликов, например,  $D = 400$  мм и числе оборотов электродвигателя  $n_{дв} = 1000$  об/мин получаем следующий ряд общих передаточных чисел привода: 3439; 2967; 2777; 2150; 1950; 1666 ( $b = 20$ ) ( $b = 16$ ; 18) ( $b = 14$ ) ( $b = 12$ ) ( $b = 10$ ) ( $b = 8$ ).

Общее передаточное число привода механизма (фиг. 312) равняется  $i_{общ} = i_1 i_2' i_4''$ ,

где  $i_1$  — передаточное число от коробки скоростей (редуктора) к валу приводных роликов (обычно лежит в диапазоне 2—4);

- $i_2'$  — передаточное число постоянных передач редуктора;
- $i_3$  — передаточные числа переключаемых пар коробки скоростей;
- $i_4''$  — передаточное число сменной пары.

Для нашего случая (фиг. 312)

$$i_1 = 2 \text{ и } i_2 = i_2' \cdot i_2''$$

где  $i_2'$  — передаточное число червячной пары, равное 96;  
 $i_2''$  — передаточное число зубчатой пары, равное 4.  
 При принятых передаточных числах сменного блока шестерен

$$i_3' = 0,677;$$

$$i_3'' = 1,13;$$

$$i_3''' = 1,4.$$

Передаточные числа сменной пары будут

$$i_4' = 4,1;$$

$$i_4'' = 3,2;$$

$$i_4''' = 1,81;$$

Тогда действительные передаточные числа привода механизма будут:

$$i_I = i_1 i_2' i_3' i_4' = 2.96.4.1.4.3.2 = 3440 \quad (b = 20);$$

$$i_{II} = i_1 i_2' i_3'' i_4'' = 2.96.4.1.1.3.3.2 = 2777 \quad (b = 14; 16; 18);$$

$$i_{III} = i_1 i_2' i_3''' i_4''' = 2.96.4.0.677.3.2 = 1663 \quad (b = 8);$$

$$i_{IV} = i_1 i_2' i_3' i_4' = 2.96.4.1.4.4.1 = 4407;$$

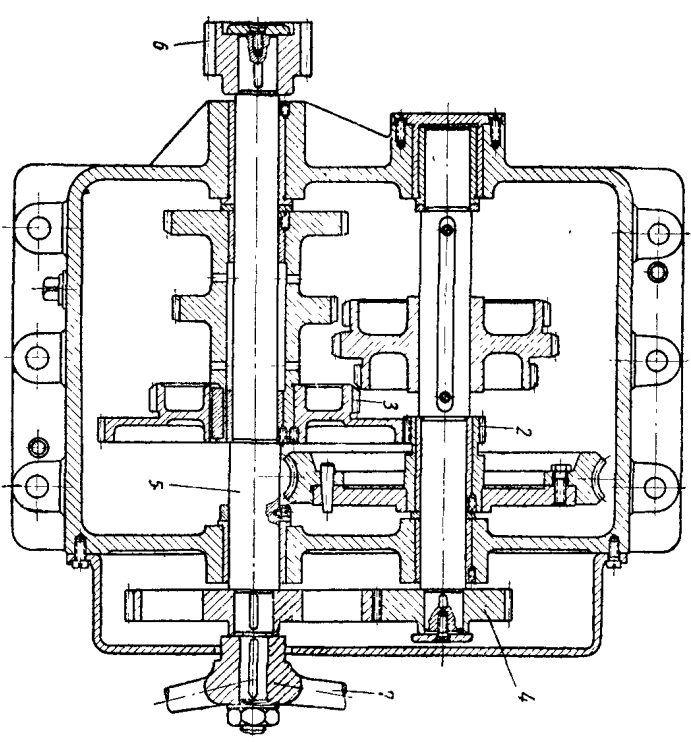
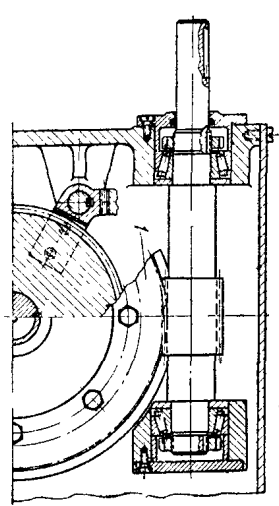
$$i_V = i_1 i_2' i_3'' i_4'' = 2.96.4.1.1.3.4.1 = 3554;$$

$$i_{VI} = i_1 i_2' i_3' i_4' = 2.96.4.0.677.4.1 = 2131 \quad (b = 12);$$

$$i_{VII} = i_1 i_2' i_3'' i_4'' = 2.96.4.1.4.1.81 = 1945 \quad (b = 10);$$

$$i_{VIII} = i_1 i_2' i_3''' i_4''' = 2.96.4.1.1.3.1.81 = 1569;$$

$$i_{IX} = i_1 i_2' i_3' i_4' = 2.96.4.0.677.1.81 = 941.$$



Фиг. 312.

Конструкции приводов механизма в зависимости от диапазона передаточных чисел и числа ступеней регулирования могут быть следующие:

- 1) со сменными колесами;
- 2) с коробкой скоростей, сменными колесами или ступенчатыми шкивами.

В приводе (фиг. 312) движение от мотора через червячную пару 1 передается на зубчатую пару 2, сидящую свободно на валу, на блок

шестерен 3, далее через сменную пару колес 4 — на выходной вал 5. Шестерня 6 может сцепляться либо с шестерней, связанной с валом приводных роликов, либо с зубчатым венцом бергунка (механизмы передвижения портягов и тележек).

Для привода движения от руки служит штурвал 7.

На фиг. 313 показан привод со сменными колесами.

Для большего числа ступеней регулирования служит коробка скоростей со сменными колесами и шкивом, приведенная на фиг. 314 и 315.

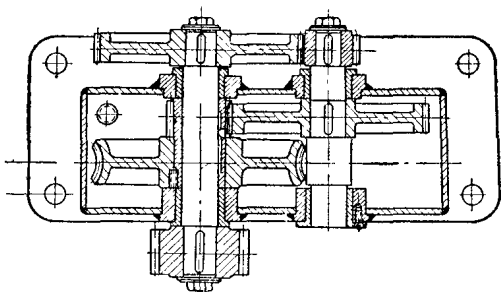
Коробка скоростей состоит из червячной пары 1, передающей движение на промежуточный вал 2 и далее через перебор 3 на вторую червячную пару 4. На консоли вала червячного колеса 5 сидит сменная шестерня 6, соединенная с шестерней вала сборочно-сварочного механизма.

Необходимая скорость вращения изделия регулируется соответствующей установкой ремня на двухступенчатом шкиве 7, переключением перебора 3 и подбором сменных колес 6.

### Бесступенчатое регулирование скоростей.

Как отмечалось выше, бесступенчатое регулирование скоростей необходимо в универсальных установках для автоматической сварки. Основные требования, которые предъявляются к бесступенчатым передачам-вариаторам:

- 1) плавность хода;
- 2) компактность устройства;
- 3) отсутствие проскальзывания в фрикционной паре;
- 4) простота регулировки.



Фиг. 313.

В сборочно-сварочных механизмах применяются главным образом два типа вариаторов:

- 1) тарельчатые;
- 2) фрикционные передачи системы Светозарова.

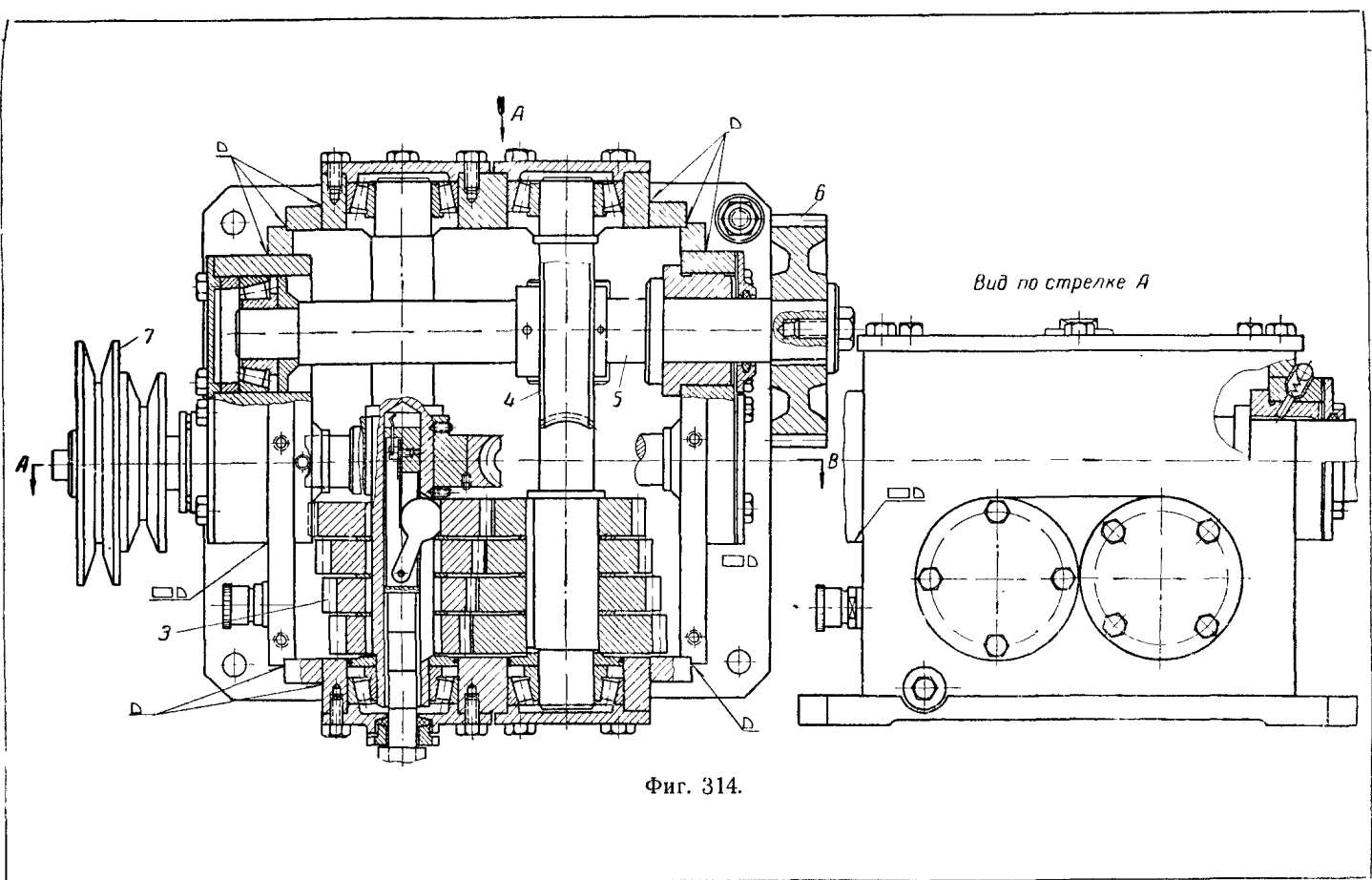
В подавляющем большинстве на установках для автоматической сварки при наложении шва на данном изделии число оборотов постоянно, а так как диаметр изделия по длине обычно одинаков, то, следовательно, постоянна и скорость вращения. При сварке конических изделий и н.о.б. необходимости обеспечения постоянной скорости сварки вариатор должен сообщить валу ведущих роликов переменное число оборотов. Допустим, необходимо наварить плоскую спираль на конический барабан (фиг. 316 и 317).

Очевидно, что

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{R_1 - R_2}{l}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{R_x - R_2}{l - x},$$

и



Фиг. 314.

откуда

$$R_x = (l - x) \operatorname{tg} \alpha + R_2;$$

$$v_x = \frac{\pi[(l-x)\operatorname{tg} \alpha + R_2]n_x}{30} \text{ м/час};$$

при постоянстве скорости, т. е. при  $v_x = v_0$  имеем

$$n_x = \frac{30v_x}{\pi[(l-x)\operatorname{tg} \alpha + R_2]} \text{ об/мин.}$$

Переаточное число должно меняться по закону

$$i_x = \frac{n_0}{n_x} = \frac{n_0 \{ (l-x) \operatorname{tg} \alpha + R_2 \} \pi}{30v_0}$$

В обычных случаях при цилиндрических издeltиях

$$i_x = \frac{n_0}{n_x} = \frac{r_x}{r_0},$$

$n_0$  — число оборотов ведомого шестеро ролика,

где  $r_x$  — радиус ведомого диска;

$r_0$  — радиус ведущего ролика, откуда

$$n_x = \frac{n_0 r_0}{r_x} \text{ и } r_x = \frac{n_0 r_0}{n_x} = i_x r_0$$

Достигнутыми гtарельчатых вариаторов являются простота конструкции и управления; недостатками — опасность проскальзывания, что вызывает необходимость приложения нажимного усилия большего, чем диктуется требуемым окружным усилием.

Если  $P$  — окружное усилие, которое требуется передать, то усилие нажатия

$$Q = \frac{P}{f},$$

где  $\beta$  — коэффициент запаса, принимаемый равным 1,3—1,5;

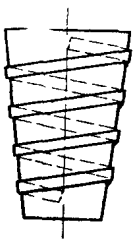
$f$  — коэффициент трения, выбираемый по табл. 49.

Таблица 49	
Чугун по чугуну	$f = 0,1 \div 0,22$
Чугун по коже	$f = 0,15 \div 0,3$
Чугун по дереву	$f = 0,2 \div 0,58$
Чугун по специальной резине	$f = 0,55 \div 0,76$

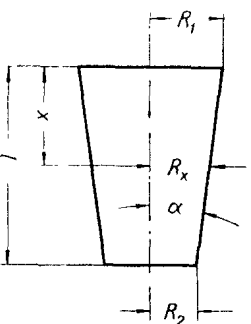
Ввиду невозможности избежать скольжения ведущего ролика фрикционной пары она подвергается значительному износу.

Ведущий ролик с диском вариатора соприкасается по ширине  $b$ : окружная скорость по всей его ширине одинакова, т. е.

$$v_{рол} = \frac{\pi r_0 n_0}{30},$$



Фиг. 316.



Фиг. 317.

при этом скорость диска в крайних точках касания с роликом будет

$$v_1 = \frac{\pi \left( r_x + \frac{b}{2} \right) n_x}{30} \text{ и } v_2 = \frac{\pi \left( r_x - \frac{b}{2} \right) n_x}{30}.$$

Разность скоростей диска и ролика в крайних точках касания:

$$v_1 - v_{рол} = \frac{\pi}{30} \left[ \left( r_x + \frac{b}{2} \right) n_x - r_0 n_0 \right] = \frac{\pi n_x \cdot b}{30 \cdot 2};$$

$$v_2 - v_{рол} = \frac{\pi}{30} \left[ \left( r_x - \frac{b}{2} \right) n_x - r_0 n_0 \right] = -\frac{\pi n_x \cdot b}{30 \cdot 2}.$$

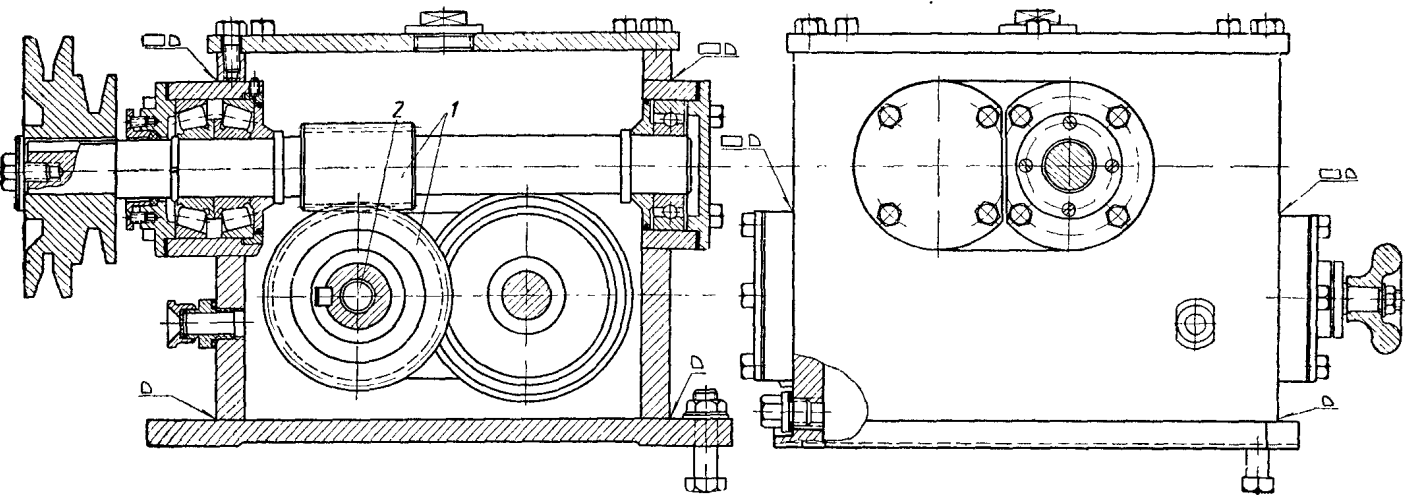
Разность скоростей вызывает износ поверхностей диска и ролика. Поэтому этот тип вариатора применяется для сборочно-сварочных механизмов малой мощности.

Размер ведущего ролика вариатора определяется по формуле, выведенной для максимального напряжения при сжатии двух цилиндрических тел.

При разных материалах диска и ролика, где  $E_1$  — модуль упругости материала диска и  $E_2$  — модуль упругости материала ролика,

$$\text{диаметр ролика } d_0 = \sqrt{\frac{0,696 Q \left( \frac{E_1 E_2}{E_1 + E_2} \right)}{P_{\max}}},$$

$P_{\max}$  — напряжение в месте касания диска и ролика



Фиг. 315.

При неметаллическом ролике или диске ширина ролика определяется по формуле

$$b = \frac{Q}{P_1},$$

где  $P_1$  — допускаемая нагрузка на 1 пог. см ролика (табл. 50).

Таблица 50

	$P_1$ в кг/см
Чугун по резине . . . . .	10 — 15
Чугун по коже . . . . .	15 — 25
Чугун по дереву . . . . .	2,5 — 5

Конструкция фрикционных вариаторов тарельчатого типа показана на фиг. 318, 319, 320 и 321.

В вариаторе (фиг. 318 и 319) резиновый ролик 1 устанавливается на соответствующий размер  $r_x$  на ведущем валу 2 с помощью вилки 3. Вилка перемещается винтом 4, вращаемым рукояткой 5.

Необходимый прижим диска 6 к ролику 1 создается пружиной 8, заключенной в корпусе 7. Регулировка пружины осуществляется гайкой 9, перемещаемой по втулке 10. Пружина упирается в бурт ведомого вала 11 и в корпус гайки 9. Размеры вала 11 должны быть рассчитаны по осевому усилию и изгибающим моментам, действующим в вертикальной плоскости (от веса диска и других деталей, расположенных на консоли вала) и в горизонтальной плоскости от нажимного усилия.

В вариаторе на фиг. 320 нажимное усилие на диск создается плоской пружиной 1, вымгитированной в выточку вала 2. Сжатие пружины осуществляется винтом 3. Перемещение резинового ролика 4 по валу производится штурвалом 5, винтом 6 через вилку 7. В вариаторе фиг. 321 нажатие диска на ролик осуществляется валом с ленточной резьбой. При вращении диск автоматически прижимается к ролику.

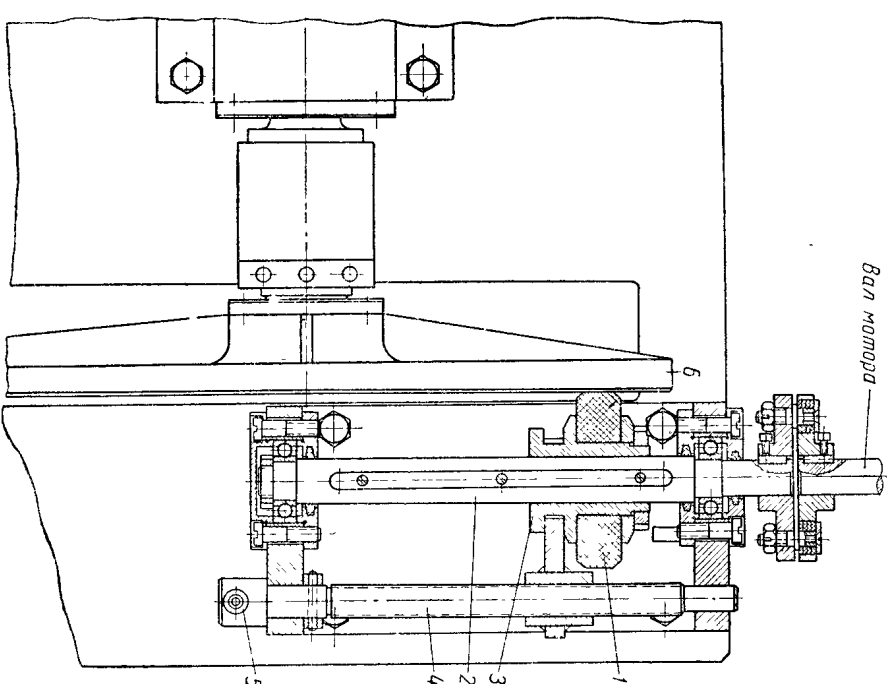
Кроме тарельчатых вариаторов в сборочно-сварочных механизмах применяются бесступенчатые фрикционные передачи конструкции В. А. Свезарова (фиг. 322). Передача состоит из литого корпуса 1, ведущего и ведомого шкивов 2 и 3, двух промежуточных текстолитовых роликов 4, двух муфт 5 и шарикового нажимного устройства 6.

Опорами ведущего и ведомого валов передачи являются конический роликовый и шариковый подшипники. Шарикомые подшипники обоих валов имеют общее гнездо. На каждом валу сидит шкив и муфта, между которыми находится шариковое нажимное устройство. Муфта заклинена на валу, шкив сидит свободно.

Шариковое нажимное устройство состоит из двух дисков с профильными канавками и двух шариков, заключенных в эти канавки.

Один из дисков качается на сферических пальцах, закрепленных в муфте; второй диск при помощи двух штифтов соединяется со шкивом.

Между шкивами находится соприкасающиеся с ними текстолитовые ролики. Крутящий момент передается с вала через муфту и пальцы на качающийся диск и далее через шарик на второй диск и муфту. Шариковое нажимное устройство обеспечивает во время работы передачи автоматическое прижатие шкивов к текстолитовым роликам.



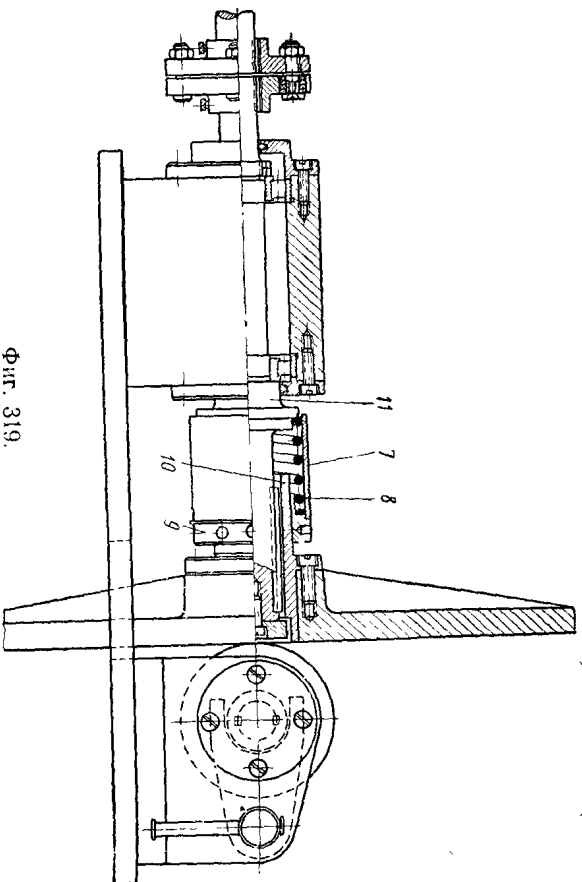
Фиг. 318. Тарельчатый вариатор.

Качание диска на сферических пальцах муфты создает равное усилие на обоих шариках.

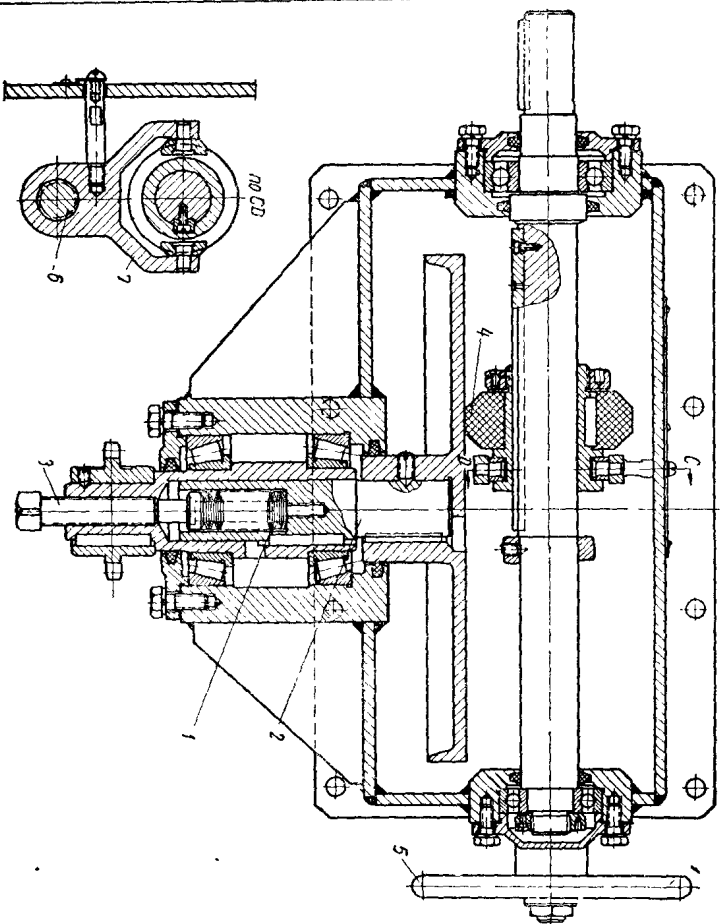
Незначительное преварительное прижатие фрикционных деталей осуществляется двумя пружинами, заключенными между муфтой и одним из дисков.

Ведомая и ведущая стороны передачи выполнены одинаковыми.

Текстолитовые ролики сидят на конических роликоподшипниках, оси которых укреплены в стойках. Стойки вместе с роликами при помощи рычагов и ползуна могут поворачиваться, чем и достигается изменение передаточного числа передачи.

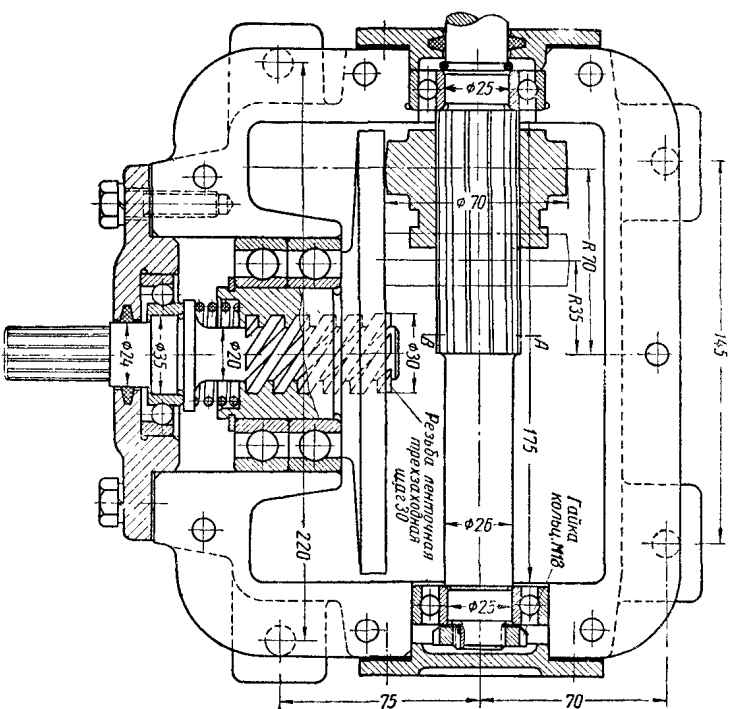


Фиг. 319.



Фиг. 320.

На фиг. 322 ролики изображены в положении, когда передаточное число равно 1. При повороте стоек с роликами приблизительно на  $30^\circ$  в любую сторону передаточное число становится равным  $\frac{\gamma_{\max}}{\gamma_{\min}} = 3,2$ . Максимальный радиус окружности на первом шкиве равен 80 мм, а минимальный радиус — окружности на втором шкиве, по которым катится середина рабочей повска ролика  $\gamma_{\min} = 25$  мм. В зависимости от того, в какую сторону будут повернуты ролики, число обо-



Фиг. 321.

ротов ведущего вала будет увеличено или уменьшено в 3,2 раза. Полное передаточное число устройства составляет

$$i_{\text{общ}} = 3,22 = 10,24.$$

Поступательное движение ползуна, необходимое для поворота роликов со стойками, осуществляется при помощи тяги и маховичка.

Для хорошей работы этого вариатора должны быть выдержаны следующие требования:

- 1) непрерывность оси роликов к оси шкивов не более 0,02 мм на длине 150 мм;
- 2) биение шкивов на радиусе 80 мм не более 0,05 мм.
- 3) все вращающиеся детали должны подвергаться динамической балансировке.



Основные данные по передаткам системы В. А. Светозарова приведены в табл. 51 и 52 (фиг. 323).

Таблица 51

Условное обозначение	Защищенное выполнение				Закрытое выполнение	
	Число оборотов электродвигателя		Число оборотов вала		Число оборотов вала	
	$n_1$	$n_2$	$n_1$	$n_2$	$n_1$	$n_2$
00.ТУ-В	—	—	0,1—0,25	—	500—4000	—
2.ТУ-6	1—2	—	1,5—2,4	—	575—3600	—
3М-4-С	11—16	—	16	—	—	8
3М-4-Т	5,5—7	480—1920	7	—	720—2880	4
3-Т-4-М	5,5—7	—	7	—	—	—

Примечания: 1.  $n_1$  — число оборотов на выходном валу.

2. Меньшая мощность соответствует минимальному числу оборотов выходного вала.

Одно значение показывает, что указанная мощность может быть передана на всем диапазоне регулирования.

3. Передатки 2.ТУ-6 и 3-Т-4-М допускают непосредственное соединение с электродвигателем, дающим 2900 оборотов в минуту, но без длительного превышения указанной максимальной мощности.

Таблица 52

Условные обозначения	А	В	С	D	а	d	e	f	i	g	h	k	l	m
2.ТУ-6	260	165	300	—	30	25	210	180	220	250	112	14	40	11
3М-4-Т	420	250	410	200	65	45	300	270	320	350	160	25	50	14
3-Т-4-М	440	220	450	140	50	40	290	260	300	330	120	15	40	14

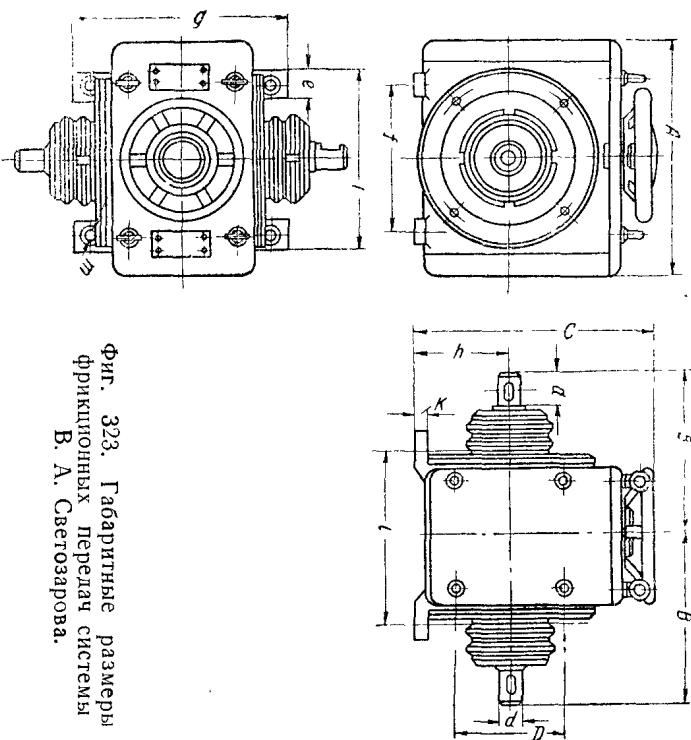
**Приводные роликоопоры** могут быть трансмиссионные и индивидуальны.

Роликоопоры приводятся от электродвигателя (фиг. 324, а и б) или от пневмодвигателя (фиг. 325). Индивидуальная роликоопора (фиг. 324, а и б) имеет червячный привод с самотормозным червяком. Пневмопривод применяется главным образом для осуществления установочных движений. Пневмодрель может подключаться непосредственно к валу роликов (фиг. 325), либо через гибкий вал (фиг. 326).

Приводные ролики могут быть расположены по одной стороне изделия вдоль его продольной оси или с обеих сторон изделия и связаны между собой общим приводным валом (фиг. 327).

Недостатком первого расположения является громоздкость, необходимость осуществления связи между отдельными опорами с помощью муфт, что при многоопорном валу требует значительной точности монтажа подшипников. Второе расположение пригодно при вращении коротких цилиндров. Для выбора схемы расположения необходима проверка на сцепление приводных роликов.

Роликоопоры могут крепиться к общей раме или могут, как это показано на фиг. 327, укрепляться на отдельных рамах.



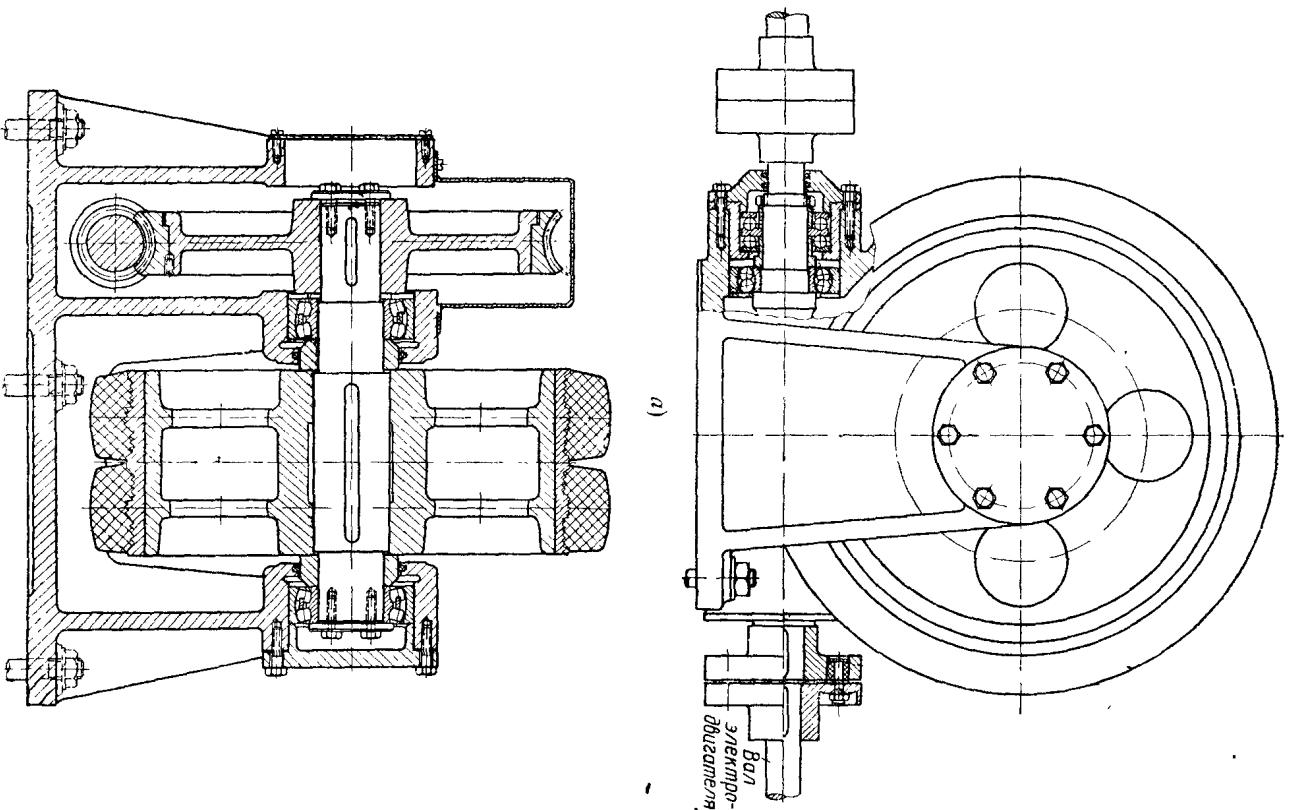
Фиг. 323. Габаритные размеры фрикционных передач системы В. А. Светозарова.

Поворот роликоопоры с помощью пневмодвигателя или специального пневматического привода должен осуществляться ввиду значительного числа оборотов выходного вала через червячный редуктор.

Пневмопривод дан на фиг. 326. Его характеристика:

1. Мощность на шпинделе гибкого вала в л. с. . . . . 1,2
2. Число оборотов гибкого вала в минуту . . . . . 1500
3. Рабочее давление воздуха в атм. . . . . 5,5
4. Расход воздуха в м<sup>3</sup>/час . . . . . 14
5. Вес привода с гибким валом в кг . . . . . 10,2

Пневматический привод состоит из роторного двигателя, редуктора и гибкого вала с гнездом для присоединения к валу роликов. Двигатель состоит из корпуса — статора 1 и эксцентрично расположенного в нем ротора 2 с текстолитовыми лопатками. Ротор опирается на два радиальных шариковых подшипника 3. К двигателю с одной стороны с помощью соединительного фланца крепится редуктор 4, а с другой — корпус распределителя воздуха 5 с пусковым золотниковым кла-



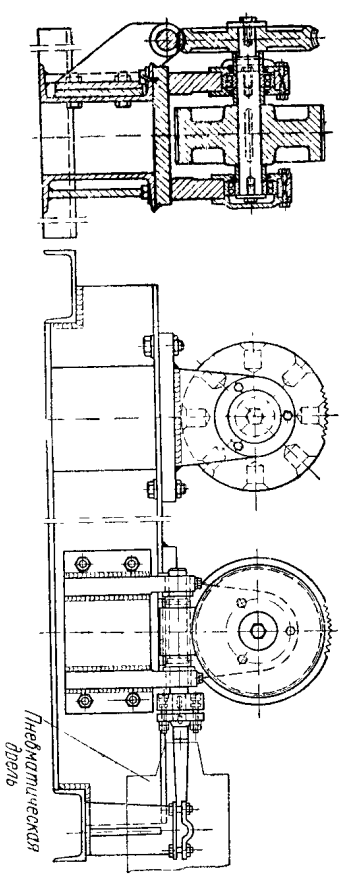
Фиг. 324. Индивидуальная роликоопора.

паном и центробежным регулятором числа оборотов. Регулятор под- держивает постоянное число оборотов двигателя при различной на- грузке, автоматически регулируя подачу сжатого воздуха в рабочую полость.

Сжатый воздух из сети подводится к рабочей полости двигателя через фильтр, золотниковый корпус, пусковой вентиль и отверстия в крышках. Поток воздуха по пути захватывает смазку из масляного резервуара, распыляет ее, тем самым смазывая рабочую полость дви- гателя. Регулятор состоит из двух пар цилиндрических шестерен.

Первая пара шестерен имеет передаточное отношение 1:3, вторая имеет передаточное отношение 1:1,57. Оба вала редуктора смонтиро- ваны на шарикоподшипниках.

Смазка шестерен и подшипников осуществляется путем разбрызгива- ния шестернями масла, налитого в нижнюю часть корпуса редуктора.



Фиг. 325. Роликоопора с пневмодрелью.

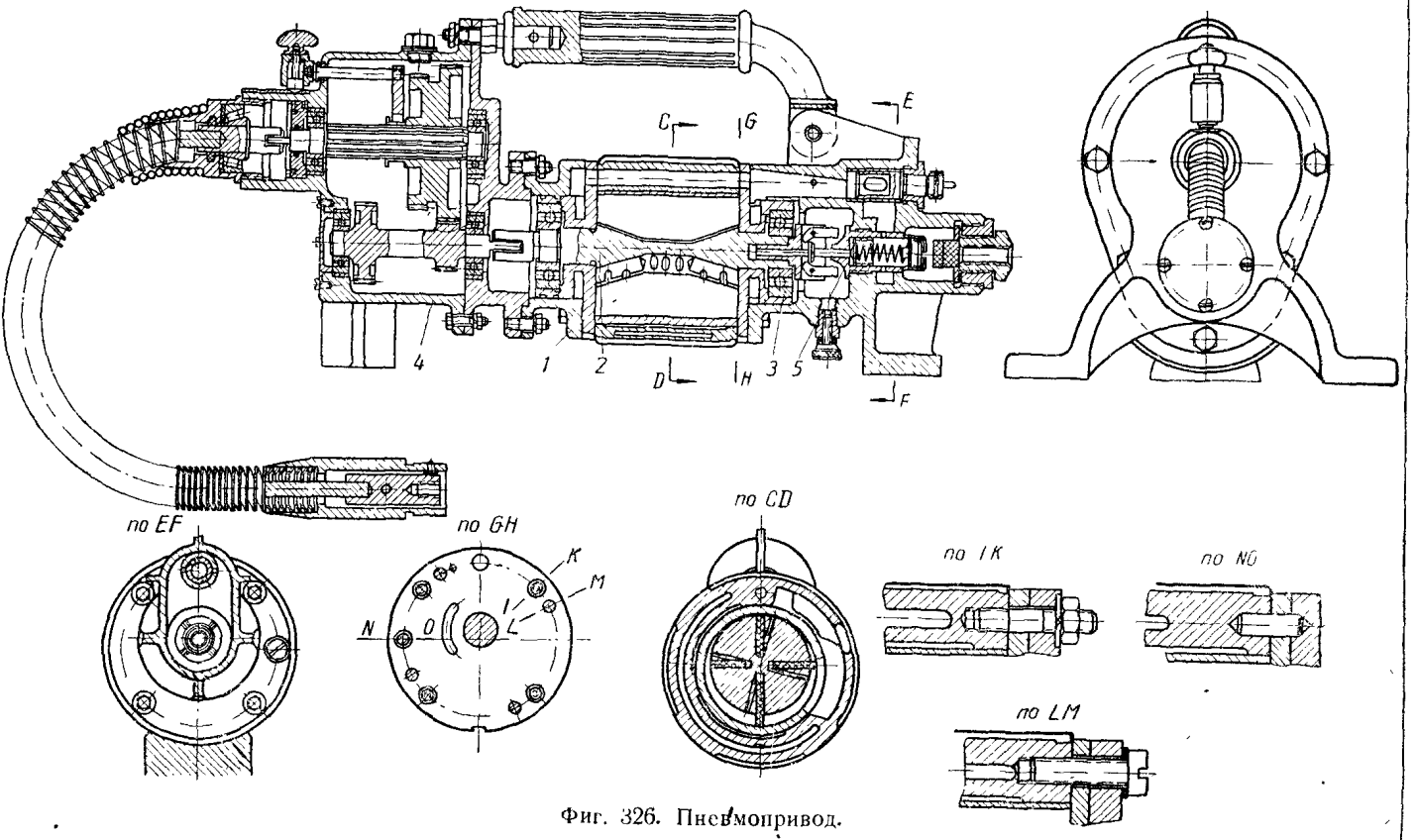
Крышка корпуса редуктора крепится к соединительному фланцу шпильками, при этом хвостовик ведущего валика входит в паз вала двигателя. Корпус редуктора имеет горловину с резьбой, куда заворачи- вается штуцер, соединенный с кожухом гибкого вала. В штуцере смон- тирован конический роликоподшипник, воспринимающий осевую нагрузку, возникающую при колебании гибкого вала в процессе работы.

При завинчивании штуцера в горловину редуктора хвостовик шлице- вого вала входит в паз промежуточного валика, соединенного с гибким валом. Гибкий вал — производства московского завода „Металлоружья“.

Так как этот привод предназначен для целого ряда механизмов, требующих большого числа оборотов, что обеспечивается при пере- даточном числе 1:1,57, то для привода роликов поворотных механизмов требуется передаточное число 1:3. При нормальном числе оборотов двигателя 4500 в минуту, передаточном числе червячной пары 75 и диаметре роликов 200 мм скорость вращения изделия будет ~13 м/мин, что для установочных движений при ручной сварке достаточно.

**Расчет роликоопор.** Роликоопоры на подшипниках сколь- жения. Если  $P$  — усилие на одну опору, то при длине ступицы (длине втулки), равной  $b$ , и диаметре оси  $d$  удельное давление

$$q = \frac{P}{bd} < q_{доп}$$



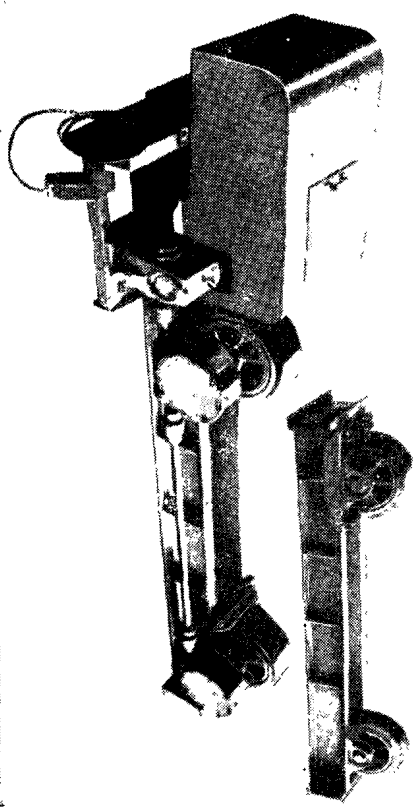
Фиг. 326. Пневмопривод.

Так как роликоопоры вращателей работают с небольшими скоростями, *двал* может быть принято несколько большим, чем для подшипников, работающих без перебоев и со значительными скоростями. Значения *двал* приведены ниже.

Материал трущейся пары (цапфа — вкладыш) . . . . . *двал* в кг/см<sup>2</sup>

Сталь по чулуну . . . . .	40
Сталь по бронзе или латуни . . . . .	60
Сталь закаленная и шлифованная по бронзе . . . . .	100
Сталь по стали закаленной и шлифованной . . . . .	150

Роликоопоры на подшипниках качения. Выбор подшипников качения роликоопор сборочно-сварочных устройств ведется исходя



Фиг. 327.

из величины и направления нагрузки на подшипник, числа оборотов вращающегося колеса подшипника и требований, предъявляемых к конструкции опор.

Учитывая периодический характер работы опор, можно принимать расчетную долговечность подшипника в 2000 час.

Выбор подшипника ведется по формуле

$$C = (R + mA) K \alpha K_n (n/d)^{0,8}$$

где *R* — фактическая радиальная нагрузка в кг;

*A* — фактическая осевая нагрузка в кг.

При отсутствии в механизме осевых нагрузок влияние неточности монтажа опор, эллиптичности изделия и других дефектов учитывается значением *A*, равным:

*A* = 0,1 *R* — для цилиндрических изделий типа обечаек, цистерн и др.;

*A* = 0,15 *R* — для цилиндрических изделий с несимметричной нагрузкой внутри контура изделия (сваренные несимметричные диа-

фрагмы, опоры и др.);

*A* = 0,2 *R* — для несимметричных рамных конструкций, вращаемых на опорных разъемных и цельных колесах.

$K_G = 1,0$  — для полноповоротных и  $K_G = 1,2$  — для неполноповоротных кантователей;

$m$  — коэффициент, зависящий от типа подшипника принимается в среднем  $\approx 2$ ;

$K_k$  — коэффициент, выбираемый в зависимости от того, какое кольцо вращается;

$K_k = 1,0$  — при вращении внутреннего кольца; вращается наружное кольцо;

$n$  — число оборотов подшипника в минуту;

$h$  — долговечность подшипника в час;

$C$  — коэффициент работоспособности (выбирается по каталогу). Диаметр и ширина ролика опоры. Ширина ролика определяется из условия ограничения давления на 1 пог. см длины линии касания изделия и ролика

$$P_0 = \frac{P}{B} \text{ кг/см.}$$

Значение  $P_0$

Материал обода ролика	$P_0$ для в кг/см
Стальной обод . . . . .	150
Чугунный обод . . . . .	120
Обрезиненный обод . . . . .	50

Для стальных и чугунных ободов следует, кроме проверки по приведенной выше формуле, также определить фактические значения максимальных местных напряжений сжатия, возникающих на поверхности роликов.

а. Материал опорного кольца и ролика одинаков  
Ширина полочки сопряжения, образующаяся при надавливании опорного кольца (изделия) на опорный ролик, будет равна („Сопротивление материалов“ проф. С. П. Тимошенко)

$$Q = 30,4 \sqrt{\frac{Pr_1 r_2}{BE(r_1 + r_2)}}$$

где  $r_1$  — радиус опорного кольца (изделия) в см;

$r_2$  — радиус опорного ролика в см;

$E$  — модуль упругости материала ролика и кольца в кг/см<sup>2</sup>;

$P$  — давление на ролик в кг;

$B$  — ширина ролика в см.

Наибольшие давления имеют место посредине полочки сопряжения; величина напряжения определяется по формуле

$$P_{\max} = 0,418 \sqrt{\frac{PE(r_1 + r_2)}{Br_1 r_2}} \text{ кг/мм}^2.$$

Так как  $r_1$  обычно известен или может быть выбран, то, задаваясь определенным значением  $P_{\max}$ , можно при данном  $P$  и  $B$  определить размеры опорного ролика

$$P_{\max}^2 = 0,175 \frac{P_0 E (r_1 + r_2)}{r_1 r_2};$$

$$r_{\max}^2 r_1 r_2 = 0,175 r_0 E r_1 + 0,175 r_0 E r_2;$$

$$(P_{\max}^2 r_1 - 0,175 r_0 E) r_2 = 0,175 r_0 E r_1$$

или

$$\left( \frac{P_{\max}^2}{0,175 r_0 E} - \frac{1}{r_1} \right) r_2 = 1,$$

откуда

$$r_2 = \frac{1}{\frac{P_{\max}^2}{0,175 r_0 E} - \frac{1}{r_1}};$$

диаметр ролика

$$D_p = 2r_2.$$

б. Материал ролика и опорного кольца различен

$$P_{\max} = 0,418 \sqrt{\frac{2r_0 (r_1 + r_2) E_1 E_2}{r_1 r_2 (E_1 + E_2)}} \text{ кг/мм}^2,$$

здесь  $E_1 E_2$  — модули упругости 1-го рода.

Значение  $P_{\max}$  можно принять

для роликов из чугуна . . . . .	25—30 кг/мм <sup>2</sup>
„ „ из стального литья . . . . .	40—45 „
„ „ из проката . . . . .	45—55 „

**Опорные кольца кантователей.** Габаритные размеры колец устанавливаются, исходя из размеров изделия, а также принятой схемы кантователя.

Расчет опорного кольца сводится к проверке напряжений в его сечениях\*.

Рассмотрим случай загрузки кольца кантователя нагрузками от веса свариваемого изделия и веса вращающихся частей кантователя.

Нагрузка на кольцо распределена симметрично относительно вертикальной оси кольца, и точки приложения нагрузок на кольцо находятся в центрах тяжести сечения кольца.

Допустим также, что нагрузка распределяется на два опорных кольца кантователя поровну. Схема нагружения от цилиндрического изделия, закрепленного к опорному кольцу в его торце, показана на фиг. 328, а.

\* Инж. Я. А. Благоевский, Расчет кругового кольца „Вестник инженеров и техников“ № 3, 1932.

Обозначим:

$R_s$  — реакция опорного ролика;  
 $m$  — число закреплений изделия или несущей рамы в кольце;  
 $\beta$  — угол раствора опорных роликов;  
 $P$  — нагрузка на кольцо в  $kz$ .

$$R = P_1 + P_2 + P_3,$$

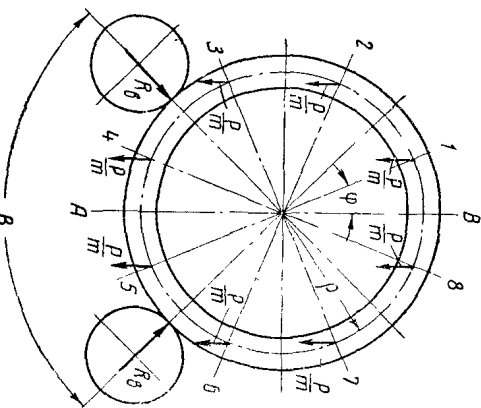
где  $P_1$  — вес части кольца в  $kz$ ;  $P_2$  — вес части поворотной рамы, симметрично закрепленной между кольцами, в  $kz$ ;  $P_3$  — вес части изделия в  $kz$ .

При заклатки в кольцах непосредственно цилиндрических изделий

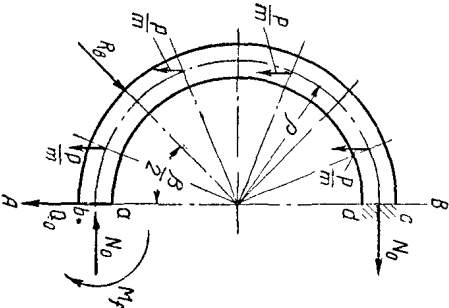
очевидно,

$$P_2 = 0,$$

$$R_s = \frac{P}{2 \cos \frac{\beta}{2}}.$$



Фиг. 328, а.



Фиг. 328, б.

Угол, отсчитываемый от оси  $AB$  в направлении, противоположном движению часовой стрелки, обозначим через  $\varphi$ , тогда углы для точек крепления изделия в кольце

$$\varphi_1 = \frac{2\pi}{2m} = \frac{\pi}{m};$$

$$\varphi_2 = \frac{2\pi}{m} + \frac{\pi}{m} = (2 + 1) \frac{\pi}{m} = (2 \cdot 2 - 1) \frac{\pi}{m};$$

$$\varphi_3 = 2 \frac{2\pi}{m} + \frac{\pi}{m} (4 + 1) \frac{\pi}{m} = (2 \cdot 3 - 1) \frac{\pi}{m};$$

$$\varphi_4 = 3 \frac{2\pi}{m} + \frac{\pi}{m} = (6 + 1) \frac{\pi}{m} = (2 \cdot 4 - 1) \frac{\pi}{m};$$

$$\dots$$

$$\varphi_n = (2n - 1) \frac{\pi}{m}.$$

Для решения задачи условий статки недостаточно, поэтому пользуемся уравнением потенциальной энергии деформированного криволинейного бруса.

Так как ранее было принято, что нагрузка на кольцо относительно линии  $AB$  симметрична, то сечения  $ab$  и  $cd$  (фиг. 328, б) после деформации будут оставаться в одной и той же плоскости, проходящей через  $AB$ .

Приложим в сечении  $AB$  (фиг. 328, б) силы, заменяющие действие отброшенной правой части на левую.

Если считать сечение  $cd$  заделанным, то действие правой части можно заменить нормальной силой  $N_0$ , моментом  $M_f$  и поперечной силой  $Q_0$  в сечении  $ab$ .

Проекция на вертикаль всех сил

$$\frac{P}{m} \cdot \frac{m}{2} - R_s \cos \frac{\beta}{2} + (\pm Q_0) = 0,$$

так как  $R_s = \frac{P}{2 \cos \frac{\beta}{2}}$ , то  $Q_0 = 0$ , т. е. поперечная сила в сечении  $ab$  равна нулю.

Потенциальная энергия криволинейного бруса выражается уравнением

$$V = \int_0^s \left[ \frac{(M + M_f)^2}{2ES\rho} + \frac{N^2}{2EF} + \frac{(M + M_f)N}{EF\rho} + \frac{kQ^2}{2FG} \right] dS,$$

где  $M$  — изгибающий момент, создаваемый внешними силами относительно рассматриваемого сечения;

$M_f$  — фиктивный момент, приложенный в том же сечении.

Составляя производную от потенциальной энергии по  $M_f$  и полагая в окончательном результате  $M_f = 0$ , получаем угол поворота сечения  $ab$

$$\delta\varphi_0 = \left( \frac{dV}{dM_f} \right)_{M_f=0} = \int_0^s \left( \frac{M}{ES\rho} + \frac{N}{EF\rho} \right) dS.$$

Для нахождения перемещения центра тяжести сечения в направлении осей  $X$  или  $Y$  нужно к заданным нагрузкам присоединить фиктивную силу, параллельную данной оси и приложенную в рассматриваемом сечении, и составить производную от потенциальной энергии по этой силе<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> С. П. Тимошенко, Сопротивление материалов, т. 1 и т. 2, Гостехиздат, 1945.

Пологая в окончателном результате эту силу равной нулю, находим искомые перемещения  $\delta x_0$  из уравнения

$$\delta x_0 = y_0 \int_0^s \frac{M dS}{ES\rho} - \int_0^s \frac{M_y dS}{ES\rho} + \int_0^{x_0} \frac{M dx}{EF} + \int_0^{x_0} \frac{M dx}{EF\rho} + \\ + y_0 \int_0^s \frac{N dS}{EF\rho} - \int_0^s \frac{N_y dS}{EF\rho} + \int_0^{y_0} \frac{k_1 Q dy}{FG},$$

где  $\rho$  — расстояние от центра тяжести до центра кривизны

$$dS = r d\varphi; \quad y_0 = 2\rho; \\ y = r(1 - \cos \varphi); \quad x = r \sin \varphi; \\ dy = r \sin \varphi d\varphi; \quad dx = r \cos \varphi d\varphi.$$

$S = F\gamma$  — статический момент поперечного сечения относительно нейтральной оси;

$F$  — площадь сечения кольца;

$\gamma$  — расстояние нейтральной линии от центра тяжести сечения  $=$

$= r - r'$ ;

$r$  — первоначальный радиус кривизны;

$G$  — модуль упругости при сдвиге;

$k'$  — постоянный множитель, зависящий от формы сечения.

После подстановки и замены верхний предел интегрирования при некоторых упрощениях будет<sup>1</sup>

$$\int_0^\pi M d\varphi + \gamma \int_0^\pi N d\varphi = 0; \quad (a)$$

$$\frac{\rho - \gamma}{\rho} \int_0^\pi M \cos \varphi d\varphi + k' \gamma \frac{E}{G} \int_0^\pi Q \sin \varphi d\varphi = 0. \quad (б)$$

Будем считать моменты, стремящиеся увеличить кривизну, положительными, моменты, стремящиеся уменьшить кривизну, — отрицательными, а продольные, поперечные и растягивающие силы, направленные от центра — положительными, а к центру — отрицательными.

Для любого сечения, наклоненного под углом  $\varphi$  к оси  $AB$ , выражение изгибающего момента для любого сечения  $n$ -го участка от сил  $\frac{P}{m}$  в пределах угла от  $0^\circ$  до  $\pi$  будет

$$M_p = \frac{P\rho}{m} (\sin \varphi_n + \sin \varphi_{n+1} + \dots + \sin \varphi_{\frac{m}{2}-1} + \sin \varphi_{\frac{m}{2}}) - \\ - \frac{P\rho}{m} \left[ \frac{m}{2} - (n-1) \right] \sin \varphi.$$

<sup>1</sup> Я. А. Благовещенский, инж., Расчет кругового кольца, Вестник инженеров и техников № 3, 1932.

Для любого сечения  $n$ -го участка число действующих сил  $\frac{P}{m}$  будет равно

$$\frac{m}{2} - (n-1),$$

причем силы  $\frac{P}{m}$  в количестве  $\left[ \frac{m}{2} - 2(n-1) \right]$  будут стремиться увеличить кривизну, а силы  $\frac{P}{m}$  в количестве  $(n-1)$  будут стремиться уменьшить кривизну.

Момент для любого сечения в пределах от  $0^\circ$  до  $\pi$  от сил  $N_0$  будет

$$M_{N_0} = -N_0\rho(1 + \cos \varphi);$$

если обозначить  $\pi - \frac{\beta}{2} = \alpha$ , то момент для любого сечения в пределах угла от  $0^\circ$  до  $\beta$  от сил  $R_0$  будет

$$M_{R_0} = +R_0\rho \sin(\alpha - \varphi),$$

в пределах же угла от  $\alpha$  до  $\pi$   $M_{R_0} = 0$ . Момент для любого сечения в пределах угла от  $0^\circ$  до  $\pi$  от момента  $M_0$  будет

$$M_{M_0} = -M_0.$$

Таким образом, суммируя, можно написать значение изгибающего момента для любого сечения  $n$ -го участка:

а) В пределах угла от  $0^\circ$  до  $\beta$

$$M = \frac{P\rho}{m} (\sin \varphi_n + \sin \varphi_{n+1} + \dots + \sin \varphi_{\frac{m}{2}-1} + \sin \varphi_{\frac{m}{2}}) -$$

$$- \frac{P\rho}{m} \left[ \frac{m}{2} - (n-1) \right] \sin \varphi - N_0\rho(1 + \cos \varphi) + R_0\rho \sin(\beta - \varphi) - M_f. \quad (в)$$

б) В пределах угла от  $\beta$  до  $\pi$

$$M = \frac{P\rho}{m} (\sin \varphi_n + \sin \varphi_{n+1} + \dots + \sin \varphi_{\frac{m}{2}-1} + \sin \varphi_{\frac{m}{2}}) -$$

$$- \frac{P\rho}{m} \left[ \frac{m}{2} - (n-1) \right] \sin \varphi - N_0\rho(1 + \cos \varphi) - M_f. \quad (г)$$

Продольная сила

а) В пределах угла от  $0^\circ$  до  $\beta$

$$N = N_0 \cos \varphi - R_0 \sin(\beta - \varphi) + \frac{P}{m} \left[ \frac{m}{2} - (n-1) \right] \sin \varphi. \quad (д)$$

б) В пределах угла от  $\beta$  до  $\pi$

$$N = N_0 \cos \varphi + \frac{P}{m} \left[ \frac{m}{2} - (n-1) \right] \sin \varphi. \quad (е)$$

Поперечная сила

а) В пределах угла от 0° до β

$$Q = N_0 \sin \varphi - R_0 \cos (\beta - \varphi) - \frac{P}{m} \left[ \frac{m}{2} - (n-1) \right] \cos \varphi.$$

б) В пределах угла от β до π

$$Q = N_0 \sin \varphi - \frac{P}{m} \left[ \frac{m}{2} - (n-1) \right] \cos \varphi.$$

Зная M, N и Q, можно вычислить значение каждого из интегралов в формулах а и б.

После преобразований имеем

$$\int_0^{\pi} M d\varphi = P r \frac{\pi A - 2B}{m} - N_0 r \pi + R_0 r (1 - \cos \beta) - M_0 \pi;$$

$$\int_0^{\pi} N d\varphi = P \frac{2B}{m} - R_0 (1 - \cos \beta);$$

$$\int_0^{\pi} M \cos \varphi d\varphi = R_0 r \frac{B}{2} \sin \beta - N_0 r \frac{\pi}{2};$$

$$\int_0^{\pi} Q \sin \varphi d\varphi = N_0 \frac{\pi}{2} - R_0 \frac{B}{2} \sin \beta,$$

где

$$A = \sum_{n=1}^m \left( \sin \varphi_n + \sin \varphi_{n+1} + \dots + \sin \varphi_{\frac{m}{2}-1} + \sin \varphi_{\frac{m}{2}} \right)$$

$$B = \sum_{n=1}^m \left[ \frac{m}{2} - (n-1) \right];$$

$$\frac{r - \gamma}{r} = 1.$$

так как расстояние нейтральной линии от центра тяжести сечения по сравнению с величиной r невелико, можно в выражении (б) принять

$$k' \gamma \frac{E}{G} \approx 1, \text{ так как } G = \frac{3}{8} E,$$

Значение постоянного множителя k', зависящего от формы сечения, можно считать близким к 2,5, тогда выражение в формуле (б)

1 С. П. Тимошенко, Сопругивление материалов, т. 1 и т. 2, Гостехиздат, 1945, 274

после преобразований можно написать

$$N_0 = \frac{\beta}{2\pi} \cdot \frac{\sin^2 \beta}{\cos \beta} P; \tag{ж}$$

$$R_0 = \frac{P}{2 \cos \beta}; \tag{з}$$

$$M_0 = \left[ \frac{r A - 2(\rho - \gamma) B}{\pi m} + \frac{(1 - \cos \beta)(\rho - \gamma) - \beta \sin \beta}{2\pi \cos \beta} \right] P. \tag{и}$$

Решив уравнения ж, з, и, определяют значение изгибающего момента и продольной силы для любого сечения по уравнениям в, г, д, е.

Строя эпюру моментов и вычисляв M<sub>max</sub>, определяют напряжение в кольце по формулам

$$\sigma_{раст} = \frac{M_{max}}{S} \cdot \frac{h_1}{r - h_1} - \frac{N}{F} \leq \sigma_{доп};$$

$$\sigma_{сж} = - \frac{M_{max}}{S} \cdot \frac{h_2}{r + h_2} - \frac{N}{F} \leq \sigma_{доп},$$

где S — статический момент поперечного сечения относительно нейтральной линии;

h<sub>1</sub> — расстояние наиболее растянутого волокна от нейтральной линии;

h<sub>2</sub> — расстояние наиболее сжатого волокна от нейтральной линии.

Допускаемые напряжения σ<sub>доп</sub> даны ниже

Материал	σ <sub>доп</sub> в кг/см <sup>2</sup>
Литая сталь . . . . .	600—800
Прокат сталь Ст. 3 . . . . .	600—1000
Чугун Сч 15—30 . . . . .	250—300

**Конструкция сборочно-сварочных механизмов с фрикционной связью.** Механизмы с фрикционной связью по назначению подразделяются на кантователи цилиндрических изделий, котельных, бабочных, рамных и листовых конструкций.

**Кантователи для цилиндрических изделий.** Назначение этих кантователей — осуществлять поворот изделия на 360° в процессе сборки и сварки.

Типовая конструкция кантователя — вращателя для цилиндрических изделий — дана на фиг. 310. Тип привода по схеме 1 (фиг. 303). При изменении диаметра изделия перестановка на другой размер достигается сдвигом одного из приводных опор.

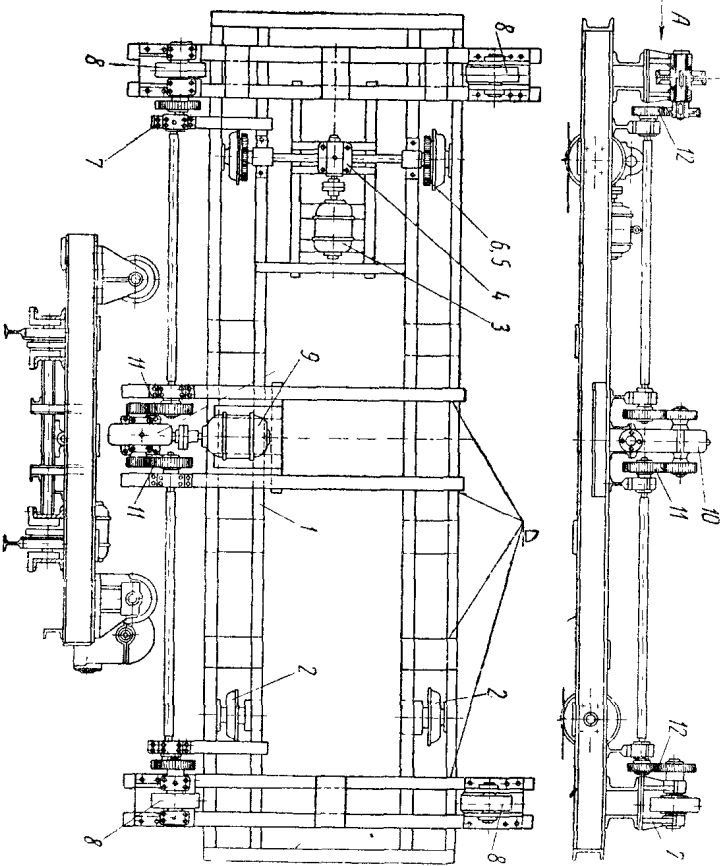
Приводные и неприводные роликоопоры могут быть жестко установлены на фундаменте или на передвижной тележке.

Такие передвижные устройства (фиг. 329) могут служить обычными механизмами для сборки и сварки, а также для транспортировки сваренного изделия в рентгенографическую лабораторию. В последнем случае поворотный механизм служит для вращения изделия в процессе просвечивания швов.

Механизм состоит из рамы 1, опирающейся на четыре колеса 2, из которых два — приводных.

Тележка приводится в движение двигателем 3 через червячный редуктор 4 и пару цилиндрических колес 5 и 6.  
На раме 1, на кронштейнах 7 смонтированы два приводных и два холостых ролика.

В зависимости от конфигурации изделие может лежать либо на боку, либо на спине, либо в специальном поворотном устройстве с опорными колесами, опирающимися в свою очередь на те же роликки. Роликки приводятся двигателем 9 через червячный редуктор 10 с самозатормозным червяком и две пары цилиндрических колес 11 и 12.



Фиг. 329. Передвижное сборочно-сварочное устройство.

Эти механизмы пригодны для вращения цилиндрических изделий больших диаметров.

Для вращения цилиндрических изделий (труб) среднего диаметра может быть применена конструкция, разработанная институтом электросварки АН УССР.

Устройство состоит из двух роликов с грузошинами 1 (фиг. 330 и 331), приводимыми от двигателя через муфту 2 с эластичным звеном 3, червячную пару 4, пару цилиндрических колес 5 и две червячные передачи 6. Изменение скорости производится сменными колесами 5.

Создание рациональной конструкции кантователя для сборки и сварки цилиндрических изделий малых и средних диаметров стало особенно актуальным в настоящее время в связи с необходимостью широко

применения автоматической сварки стыков труб при прокладке магистральных трубопроводов.

К сварным соединениям трубопроводов предъявляются высокие требования, обусловленные их назначением. От нефте-газо-бензопроводов и т. д. требуется повышенная герметичность при условии работы под высокими давлениями (до 80 атм.).

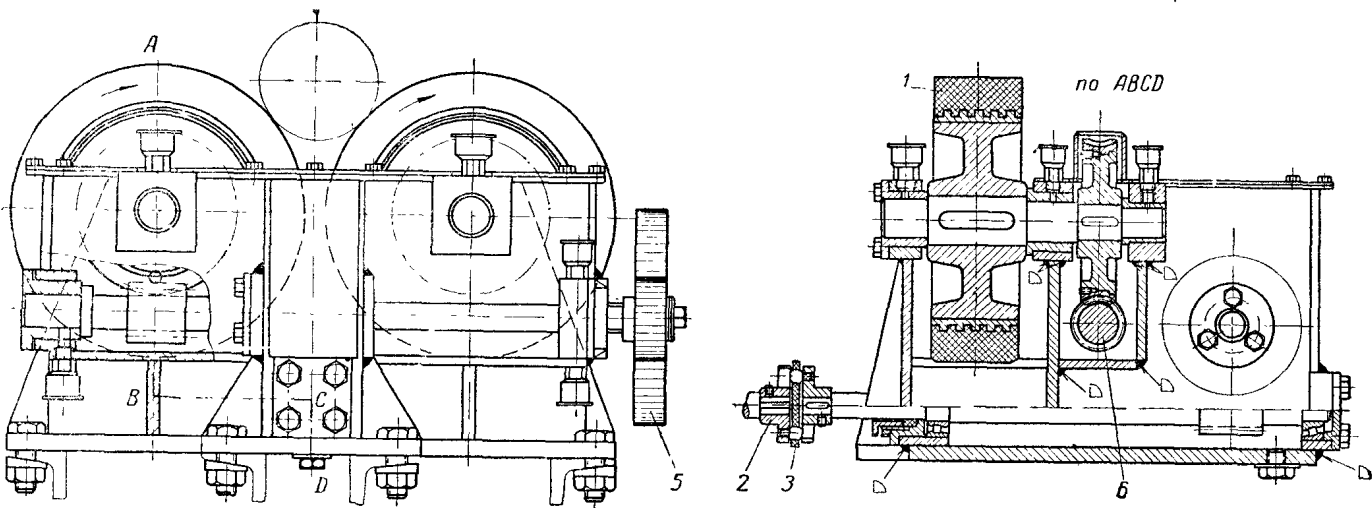
Основным объектом механизации в процессе изготовления трубопроводов является стыковка труб при сборке и вращение секций труб при наложении шва.

Вращение труб на приводных роликоопорах трансмиссионного типа не пригодно для указанных целей, так как, во-первых, расстояние между роликоопорами делает сложным осуществление кинематической связи между ними, во-вторых, прогибы, провесы концов, неровности местности и т. д. затрудняют передачу фрикционного усилия от приводных роликов.

По этим соображениям наилучшими оказываются неприводные роликоопоры с вращением трубы от торцевого или охватывающего вращателя.

Не менее важным является механизация долевого перемещения труб при их стыковке и снятие после сварки с неприводных роликоопор трубной плиты из 2—3 труб.

В настоящее время в Советском Союзе производится ряд экспериментальных



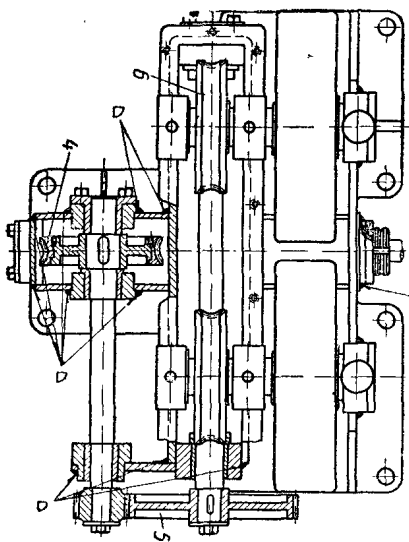
Фиг. 330. Вращатель с грузошинами.



и исследовательских работ, направленных на всемерную механизацию процесса сборки труб и их сварки.

Ниже приводится описание приспособлений и механизмов для нового метода сборки и сварки трубных секций магистральных трубопроводов, разработанных в Министерстве нефтяной промышленности (авторы тт. Фирсов и Орлов). Этот метод, мы полагаем, является наиболее прогрессивным и перспективным.

Метод предусматривает автоматическую сварку труб. Для этой цели предназначены передвижные установки, на которых производится сборка и сварка труб в плиты длиной до 50—70 м (для диаметра 250—500 мм). Такая установка обслуживает участок трассы длиной в несколько километров (в зависимости от рельефа местности). По окончании работ установка перебазируется на следующий участок.



Фиг. 331.

Применялась установка для автоматической сварки труб диаметром 500 мм, спроектированная Институтом электросварки АН УССР им. акад. Пагона Е. О. Трубы сваривались в плиты из 3 шт. общей длиной 17 м. Сборка их велась на отдельной от сварки площадке.

При сборке плиты под стык труб подкладывалось стальное кольцо, затем делалась ручная прихватка труб, после чего собранная плеть транспортировалась на сварочное место, где и происходила сварка на специальной установке.

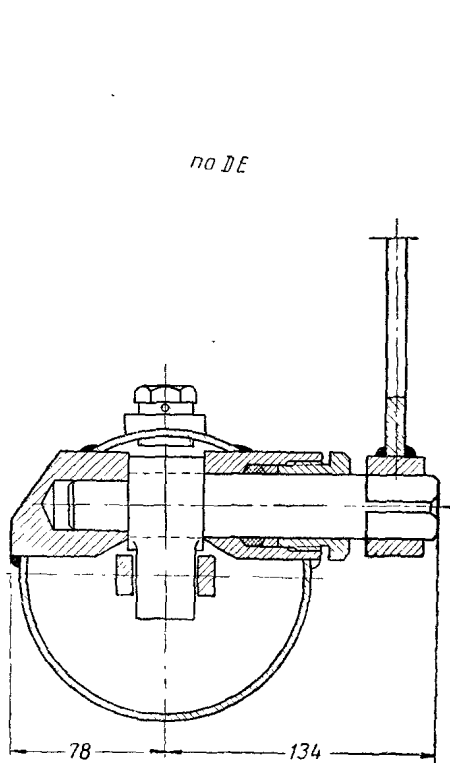
В новом методе тт. Фирсова и Орлова сварка осуществляется без стального кольца, отпадает необходимость в ручной прихватке, так как автоматическая сварка может вестись по стыку двух труб, разжатых специальным гидравлическим устройством.

Однако перед сборкой труб в большинстве случаев, приходится осуществлять правку концов труб для устранения эллиптичности. Для указанной цели служит специальная гидравлическая распорка (фиг. 332 и 333).

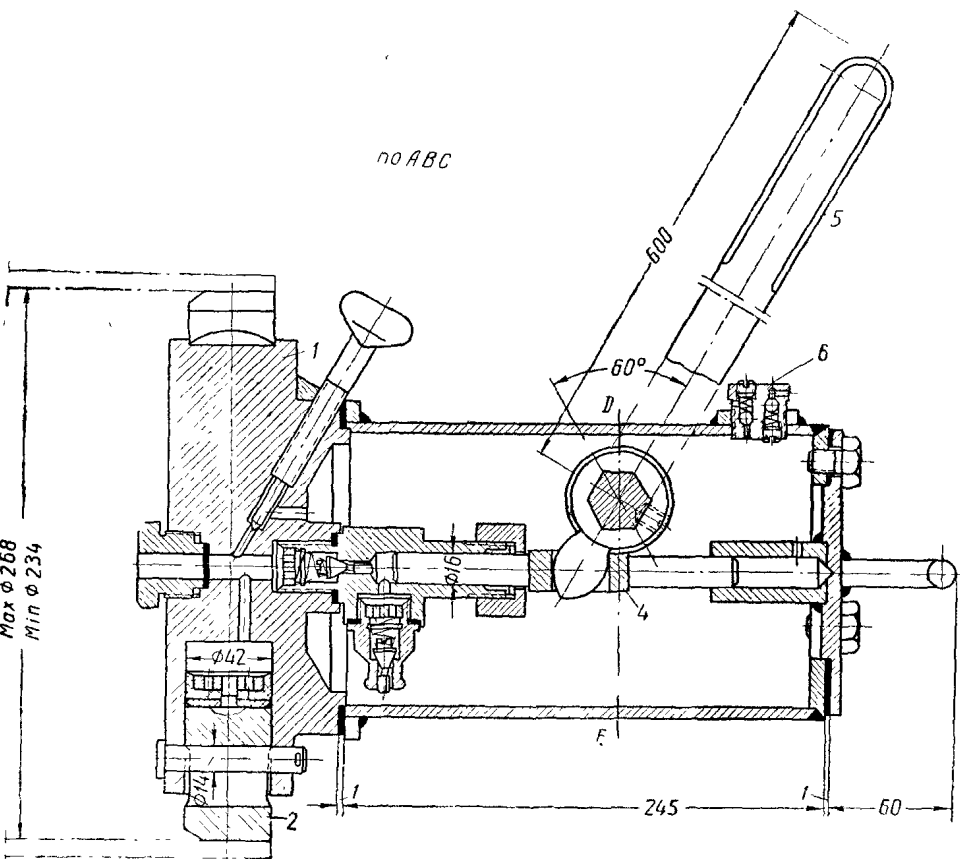
Распорка состоит из корпуса 1 с шестью радиально расположенными поршнями-колодками 2 и тремя торцевыми упорами 3 (фиг. 332). К корпусу болтами прикреплен цилиндрический масляный резервуар, внутри которого помещен ручной плунжерный насос высокого давления 4.

Производственная площадка, помимо сборочной и сварочной установок, включает также так называемый "трубный двор", где ведется подготовка труб к сварке: выправка выгибов на концах труб, обрезка торцов, снятие фасок, зачистка и т. д. Здесь же находится и склад труб.

На строительных трубопроводах, в частности, газопровода Дашава — Киев, применяются следующие приспособления:

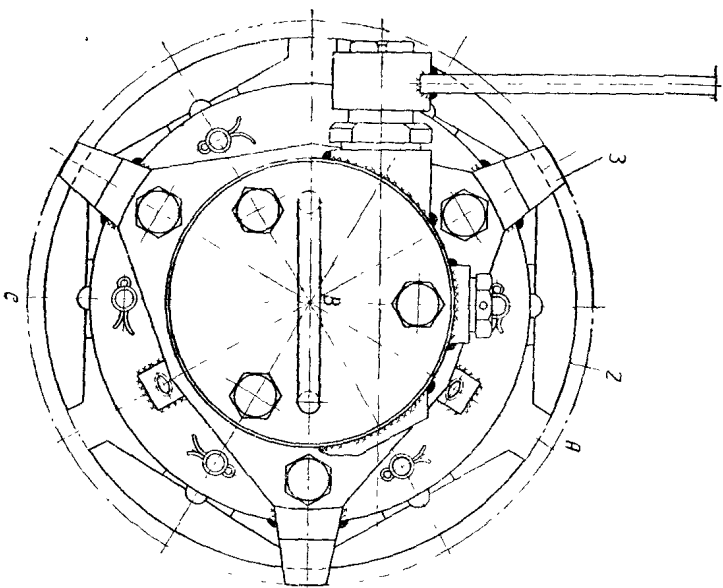


Фиг. 332.



Цилиндры корпуса соединены каналами диаметром 5 мм с центральным каналом, идущим от насоса. Масло из резервуара нагревается в цилиндре с помощью ручки 5, при этом поршни-колодки начинают перемещаться от центра к периферии и производят правку конца трубы.

Общее усилие, развиваемое колодками в установке для правки концов труб диаметром 10", равно ~40 т. Ход колодки равен 17,0 мм. В корпусе имеется также выходное отверстие из центрального канала, закрытое болтом 6. Вывернув болт, можно через штуцер поставить



Фиг. 333.

манометр для определения давления, необходимого для правки трубы. Максимальное давление масла — 370 кг/см<sup>2</sup>. Усилие, которое необходимо приложить на конце ручки при максимальном давлении масла, равно 50 кг. Количество качаний ручки для перемещения колодок на 1 мм равно 4.

Для снятия давления в цилиндрах открывают перепускной кран-винт (расположенный с правой стороны корпуса). Масло постепенно переходит из цилиндров в масляный резервуар, и верхние колодки собственной тяжестью возвращаются в исходное положение.

Вверху резервуара расположено клапанное гнездо с двумя клапанами для создания в резервуаре давления, равного атмосферному.

Центральный канал в корпусе имеет выход наружу, закрытый предохранительной латунной прокладкой, поджатой резьбовой пробкой с отверстием.

При повышении давления выше допустимого прокладка рвется и масло выходит наружу.

Общий вес всего устройства — 33 кг.

Трубы собираются и свариваются на двух параллельных линиях. Сборка и сварка плети ведется на одной линии, а на другой подготавливается другая плеть.

Каждая плеть собирается методом нанизывания.

На каждой линии имеется два роляганга с двумя парами роликов для вращения трубы. Вращатель с цепным приводом от редуктора помещается в просвете между ролягангами.

Порядок сборки и сварки плетей следующий: подготовленные трубы с трубного двора перекачиваются непосредственно к ролягангу. Труба по слемам накатывается на первый роляганг первой линии, поднимаются ролики осевого перемещения обоих ролягангов этой линии, и трубу перемещают сквозь барабан вращателя на второй роляганг. Затем опускают ролики обоих ролягангов, и находящаяся на втором роляганге труба ложится на ролики вращения и опорные колодки вращателя. Этими колодками труба зажимается. Затем накатывают вторую трубу на первый роляганг, поднимают на нем ролики осевого перемещения и сдвигают вторую трубу к уже уложенной первой трубе с зазором 150—200 мм. Внутрь уложенной на роляганг трубы вставляют двойной центратор (фиг. 334), штангой передвигают его до места стыков труб так, чтобы медная лента центратора выходила из трубы примерно на половину своей ширины.

Ручным насосом дают давление на вспомогательные колодки центратора 1, чем осуществляется разжим последнего в трубе. Затем передвигают трубу по роликам в продольном направлении вместе с укрепленным центратором и полностью выбирают зазор между торцами труб. После этого опускают ролики первого роляганга, переключают насос и дают давление в цилиндры рабочих колодок центратора.

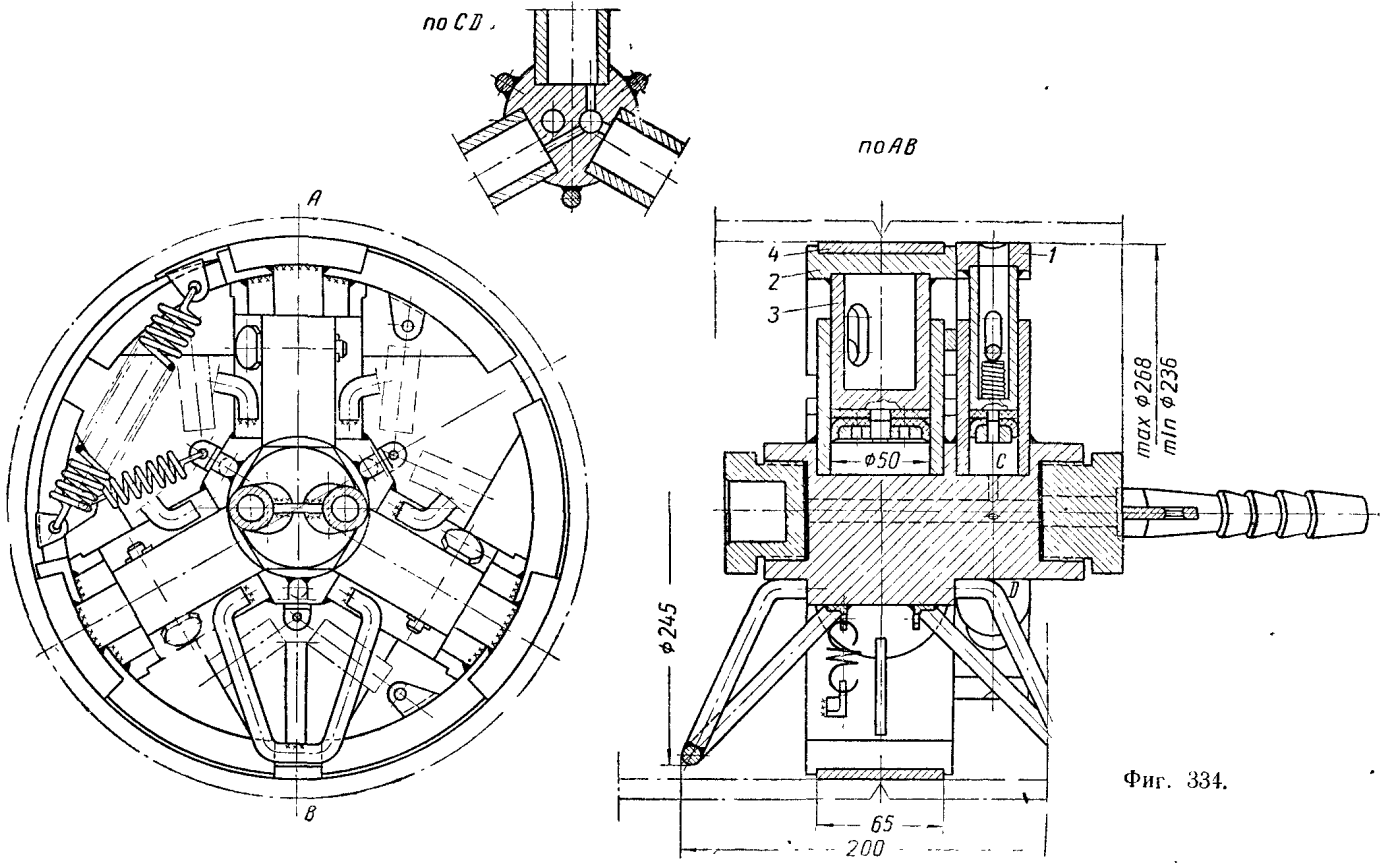
Кольцо центратора, увеличиваясь в диаметре, схватывает обе трубы. В таком виде начинают сварку стыка.

На параллельной линии производят все операции в той же последовательности.

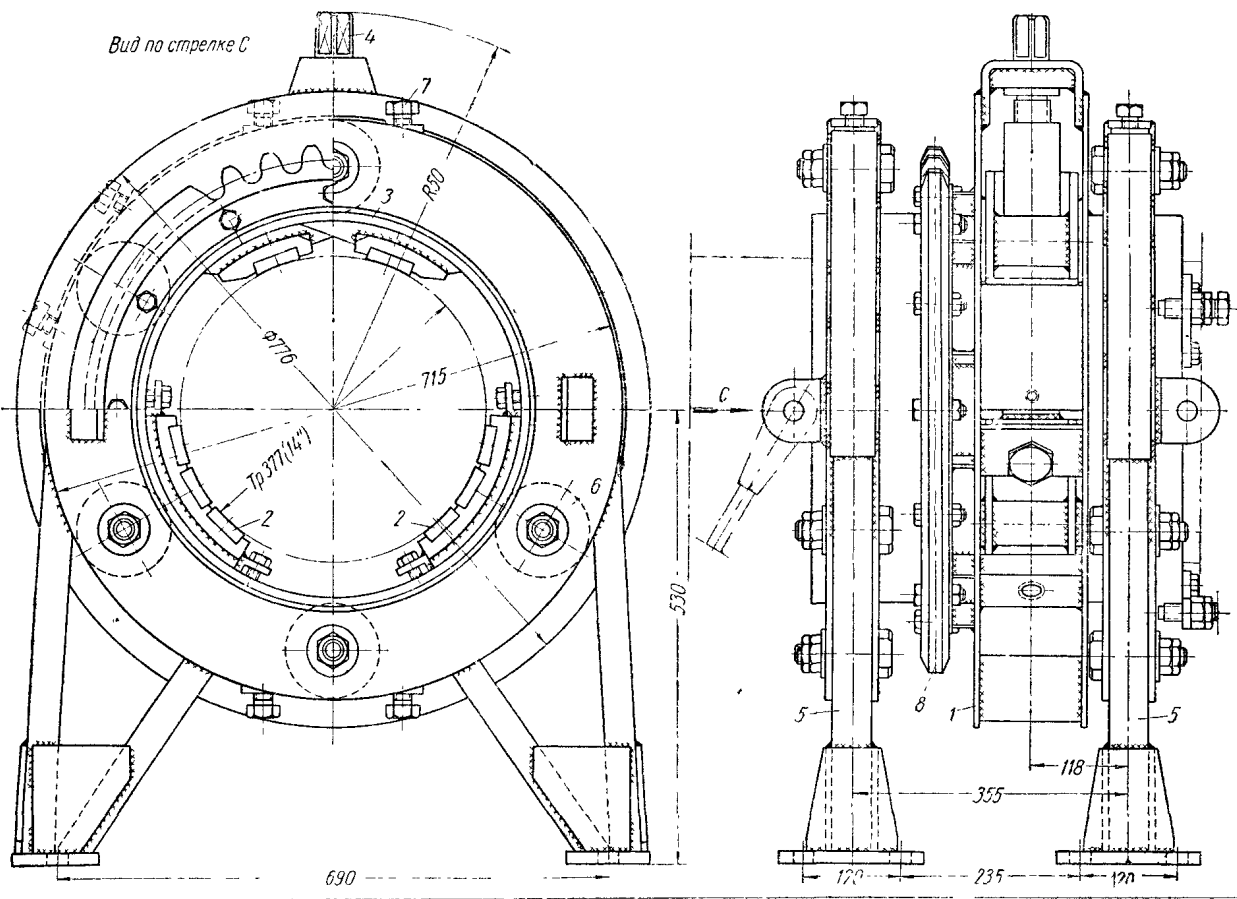
После сварки первого стыка трубы первой линии из трех труб сварщик переходит к сварке первого стыка второй линии. В это время удаляют с помощью тонкого стального канала центратор из трубы первой линии и вставляют центратор теми же приемами в ближайшую трубу около первого роляганга, подготовив ее таким образом для сварки.

Окончив варить стык второй линии, сварщик переходит к сварке второго стыка первого стыка первой линии, а в это время подготавливается следующая труба второй линии.

Полностью закончив сварку первого стыка первой линии, освобождают зажим головки вращателя, поднимают ролики первого и второго ролягангов и при помощи лебедки, расположенной в конце плети, передвигают первую плеть на длину одной трубы, накатывают следующую трубу и повторяют все операции на первой и второй линиях.

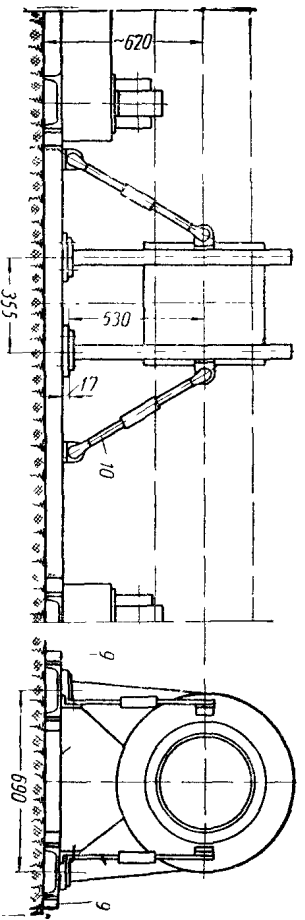


Фиг. 334.



Фиг. 335.

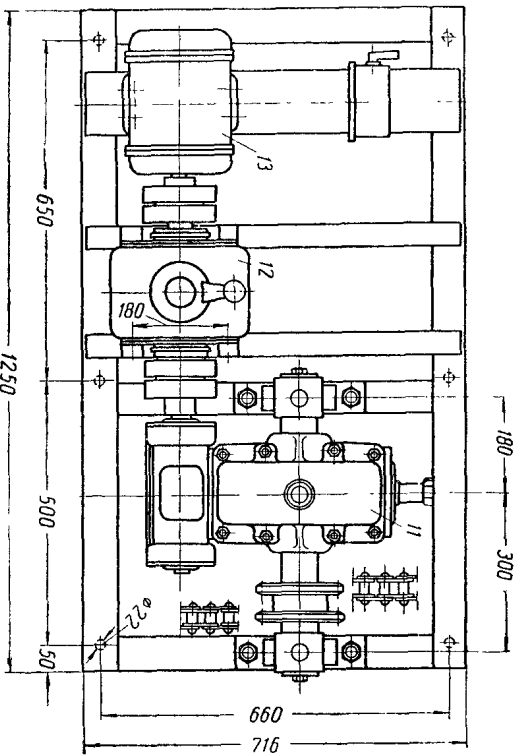
После сварки четырех стыков (5 труб) обе сваренные плиты стягиваются лебедкой с роулянтов, перекачиваются в разные стороны от сварочного места и складываются, откуда по мере надобности транспортируются на трассу. На этом заканчивается цикл по сварке двух плитер. Как видно из вышеизложенной схемы, основными элементами всей установки для сборки двух плитер труб и их вращения являются двой-



Фиг. 336. Схема установки вращателя.

ной центратор (фиг. 334), вращатель (фиг. 335, 336 и 337) и ролик-ковая постель с поднимающимися роликами (фиг. 338).

Двойной центратор (фиг. 334) имеет три раздвижных колодки 2, действующих от ручного масляного насоса; последний двумя гибкими



Фиг. 337. Привод вращателя.

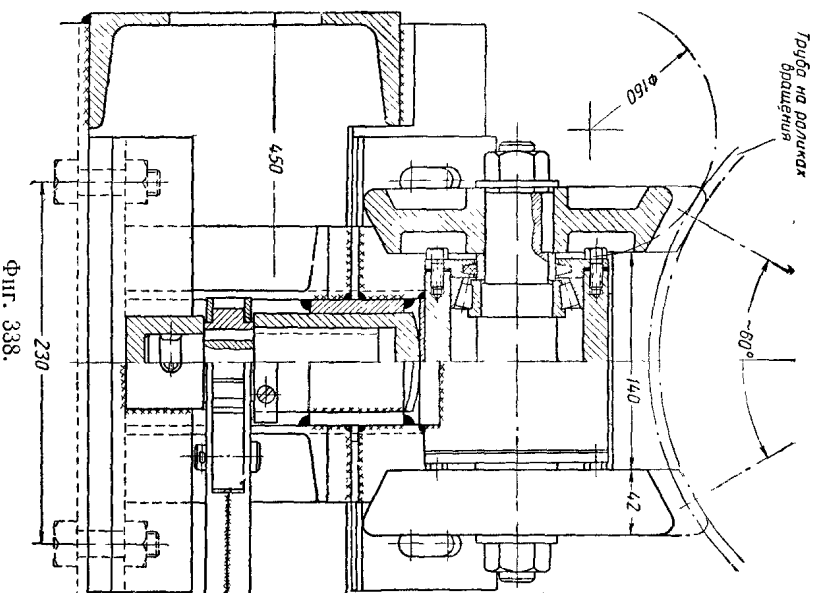
шлангами высокого давления соединен с корпусом центратора. Колодки имеют кольцевую проточку, в которую помещена медная полоса 4 шириной 65 мм. Концы полосы ступиваются двумя пружинками.

Вращатель труб состоит из барабана (приведен вращатель для труб диаметром 14"), имеющий две щеки 1, между которыми размещены три колодки с рифлеными сухарями.

Две нижние колодки 2 устанавливаются по трубе неподвижно, третья 3, расположенная сверху, имеет рычажную систему, работающую от винта 4.

Барабан вращается в специальных стойках 5 на пяти шариковых подшипниках 6. Три подшипника имеют регулировку для выбора зазора между барабаном и подшипниками.

Регулировка осуществляется поджатием коромысла двумя винтами 7 с последней затяжкой оси шарикоподшипника гайками. На барабане около одной из щек приварено кольцо для звездочки. Звездочка 8 закреплена 12 болтами.



Фиг. 338.

Вращатель монтируется на двух швеллерах, скрепленных болтами с полеречными швеллерами роулянтов. Для жесткости, помимо болтов 9, крепящих подошвы стоек, они имеют по две стяжки с муфтами 10 (фиг. 336).

Привод к вращателю состоит из электродвигателя переменного тока 13, двух червячных редукторов 11, фрикционной передачи системы Светозарова 12 и цепной передачи (фиг. 337).

Для работы на две линии с другой стороны редуктора ставится вторая звездочка с приводом на вторую головку вращателя. Звездочка может переключаться на ту или иную линию труб.

Для натягивания цепи каждой из ветвей ставятся натяжные ролики. Источником энергии, питающей ток сварочную установку и электро-двигатель, является передвижная электростанция переменного тока.

Конструкция роликовой постели и, в частности, устройство подъемных роликов для осевого перемещения зависит от веса и габаритов свариваемого изделия. Для малых труб (диаметром до 14") подъем и опускание роликов осуществляется винтом (фиг. 338) с трещеткой. Для больших труб (фиг. 339) подъем всех роликов рекомендуется осуществлять гидравлическим домкратом (фиг. 340).

**Кантователи для котельных конструкций.** Так как котельные конструкции, подлежащие сварке, могут быть не цилиндрическими, либо иметь значительную неконцентричность, то их вращение осуществляется через промежуточные звенья — опорные кольца, в которых изделие устанавливается и сдвигающимся образом закрепляется.

На фиг. 341 приведено устройство, предназначенное в качестве вращателя на установке автоматической кольцевой сварки. Концентричность изделия достигается винтовыми распорками и домкратами.

Для крепления изделия опорные кольца делаются разъемными, либо надвигающимися на изделие. Разъемные кольца должны иметь быстрое и надежное крепление.

Для вращения изделий, имеющих некруглую форму сечения по всей или некоторой части длины, опирание на опорные ролики осуществляется с помощью специальных колец, разъемных по длине (фиг. 342 и 343) или в торце изделия (фиг. 344).

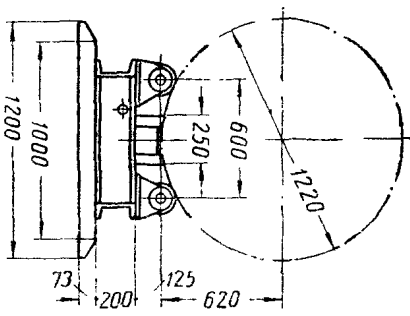
На фиг. 342 и 343 приведен кантователь для сборки и сварки котла и топки паровоза.

Механизм имеет три роликоопоры и два жестко связанных между собой кольца. Роликоопора 1 — неприводная, поддерживающая, 2 — направляющая и 3 — приводная.

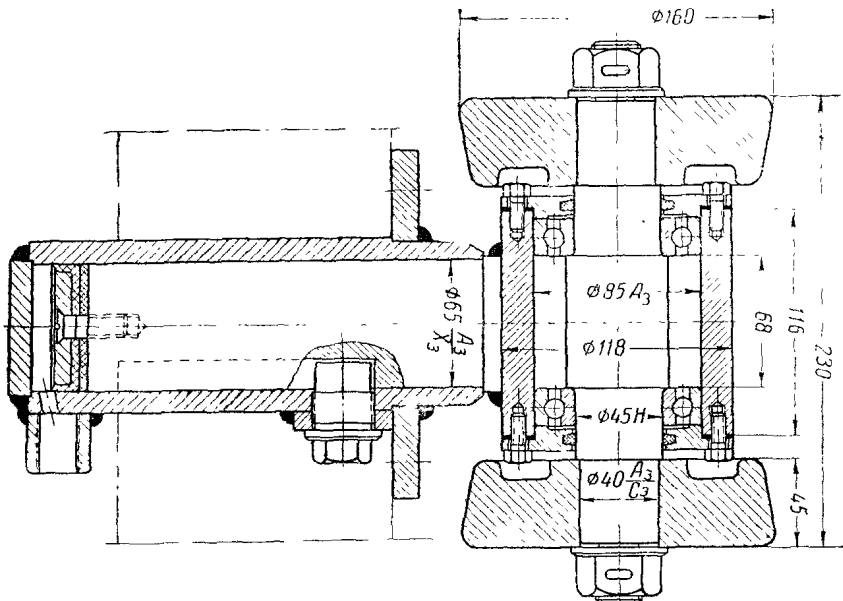
Направляющая опора служит для восприятия случайных горизонтальных сил, возникающих вследствие овальности изделия и неточности монтажа механизма.

В приводной конструкции требуется значительная точность монтажа всех опор, так как в прогибном случае возможно провисание изделия на одной из них, вследствие чего будет нарушена система привода, возможны перекосы изделия и его защемление на опорах.

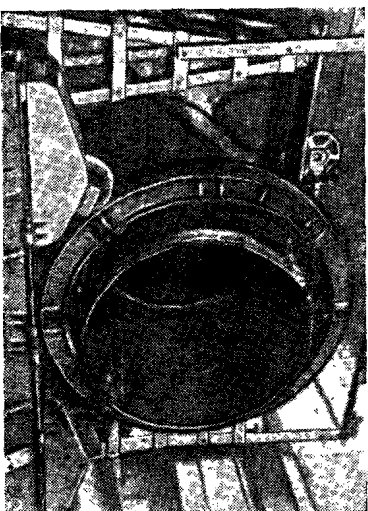
Приводная опора с червячным редуктором состоит из двух обрезанных роликов, соединенных валом 4 через жесткие дисковые муфты 5. Отдельные части собираемого изделия устанавливаются на нижнюю половину колец 6, затем устанавливается верхняя половина 7. Обе половини колец должны собираться весьма точно во избежание нарушения концентричности опор. Крепление их производится омырдектвующими зажимами.



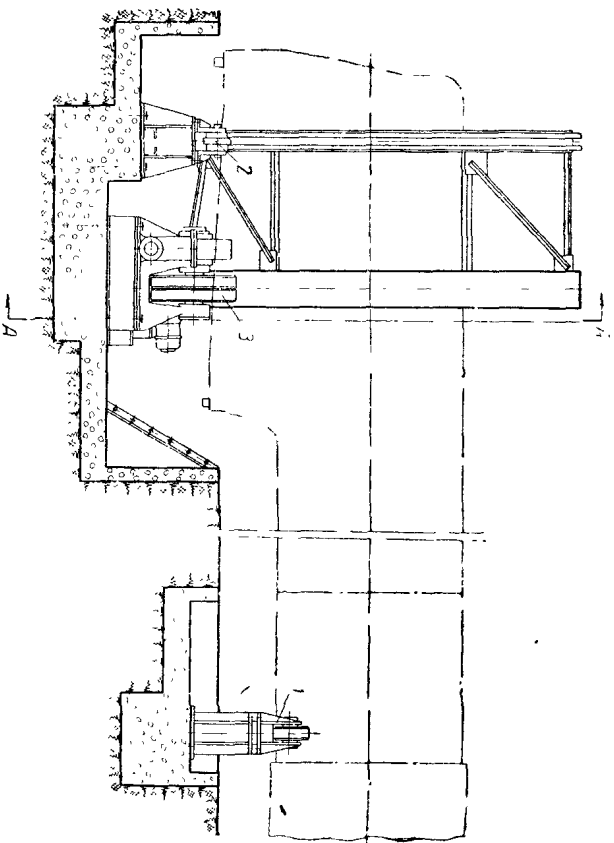
Фиг. 339.



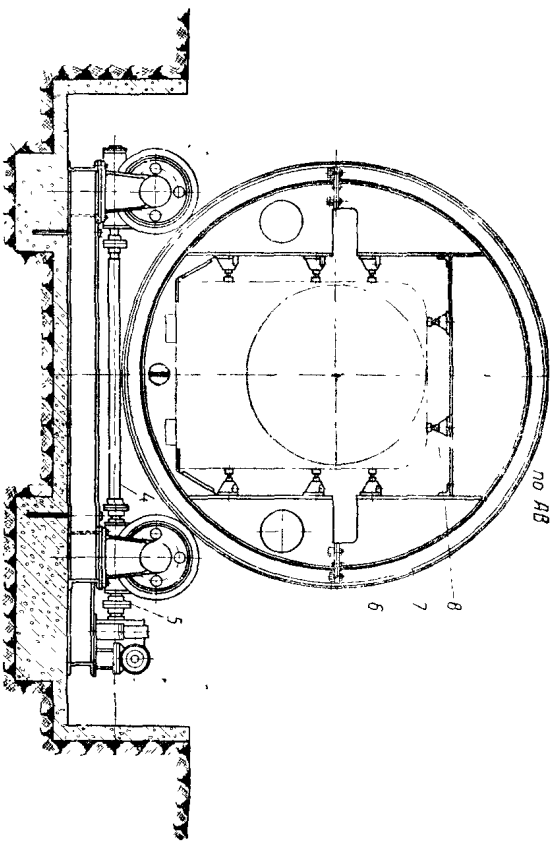
Фиг. 340.



Фиг. 341. Вращатель для автоматической кольцевой сварки.



Фиг. 342.



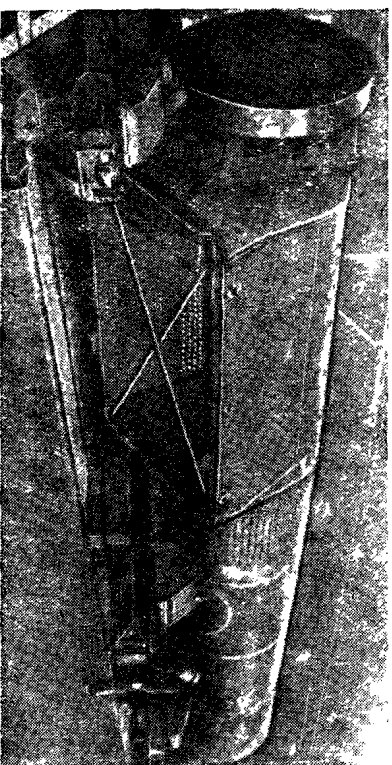
Фиг. 343.

Установка и закрепление собираемого изделия производится с помощью домкратов 8 или других приспособлений, смонтированных в корпусе опорного колеса.

Если червяк редуктора не самотормозящий, то торможение механизма производится колесными или ленточным тормозом, поставленным на приводном валу.

Торцевые, опорные и приводные колеса в механизмах крепятся к свариваемому изделию либо непосредственно, либо с помощью специальной переходной конструкции (фиг. 344).

К числу достоинств кантователей с цельными опорными колесами следует отнести жесткость колец при минимальном весе и отсутствие накидных, съемных, переставных и других зажимных приспособлений.



Фиг. 344. Вращатель с торцевым ведущим колесом.

Недостатками этих кантователей является сложность установки из-за легия и обычно большая высота колец кантователей; это объясняется тем, что внутренний диаметр колец должен быть больше тубоото диаметра размера установленного изделия.

Кантователи с разъемными опорными колесами (со съемной или откидной верхней частью) позволяют легко устанавливать изделие при сборке и снимать собранное или сваренное изделие. Эти кантователи дают возможность применять небольшой диаметр опорных колец.

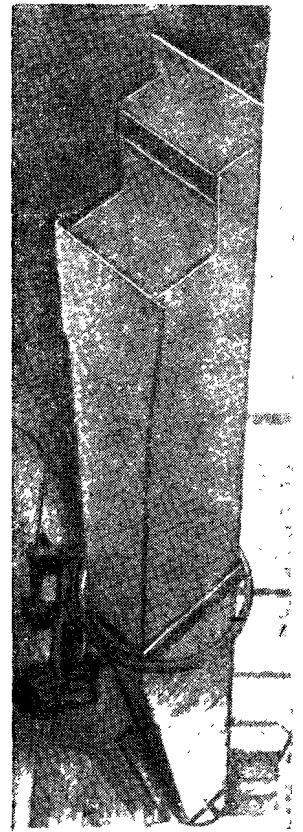
К числу недостатков этих кантователей относится усложнение и утяжеление конструкции колец в связи с необходимостью создания достаточной жесткости, сложность запорных устройств и загрузки кранового оборудования цеха при установке и креплении верхних половин колец.

Ввиду этих недостатков необходимо при сборке или сварке высоких несимметричных рамных и балочных конструкций переходить к типу кантователей на опорных колесах с жесткой открытой несущей рамой, являющейся базой для крепления изделия.

**Кантователи для балочных и рамных конструкций.** Кантователи для балочных конструкций резко сокращают вспомогательное время, расходуемое на установку изделия в положение для сварки, выполняемой как вручную, так и на автоматической установке.

Кантователь для сварки балки дан на фиг. 345.

Балка устанавливается на двух полуколыдах и закрепляется верхними полуколыдами. Привод осуществляется от двух смежных приводных роликоопор, имеющих отдельные электродвигатели. Сварка может осуществляться сварочным трактором, либо сварочной головкой. Для прохода мушкетера сварочной головки или передвигания трактора верхние секторы колец отбрасываются, а после прохода сварочного аппарата кольца вновь соединяют. Особенности вращения обоих роликоопор. Фрикционный кантователь для сборки и сварки рамных конструкций показан на фиг. 346. Если необходимо варить швы с обеих сторон рамы без ее снятия с кантователя, то в остове кантователя должны быть предусмотрены окна, облегчающие доступ к местам сварки.



Фиг. 345. Кантователь для сварки балок.

Крепление изделия производится прижимным устройством или специальными съемными траверсами.

Привод расположен между опорами. Передача осуществляется от двигателя 1 через цилиндрический редуктор 2 и открытую пару шестерен 3 на трансмиссионный вал 4, далее — через пару цилиндрических шестерен 5 на приводные ролики 6.

Ролики сделаны без выступов; для восприятия горизонтальных усилий они помещены между ребрами опорных колец 7.

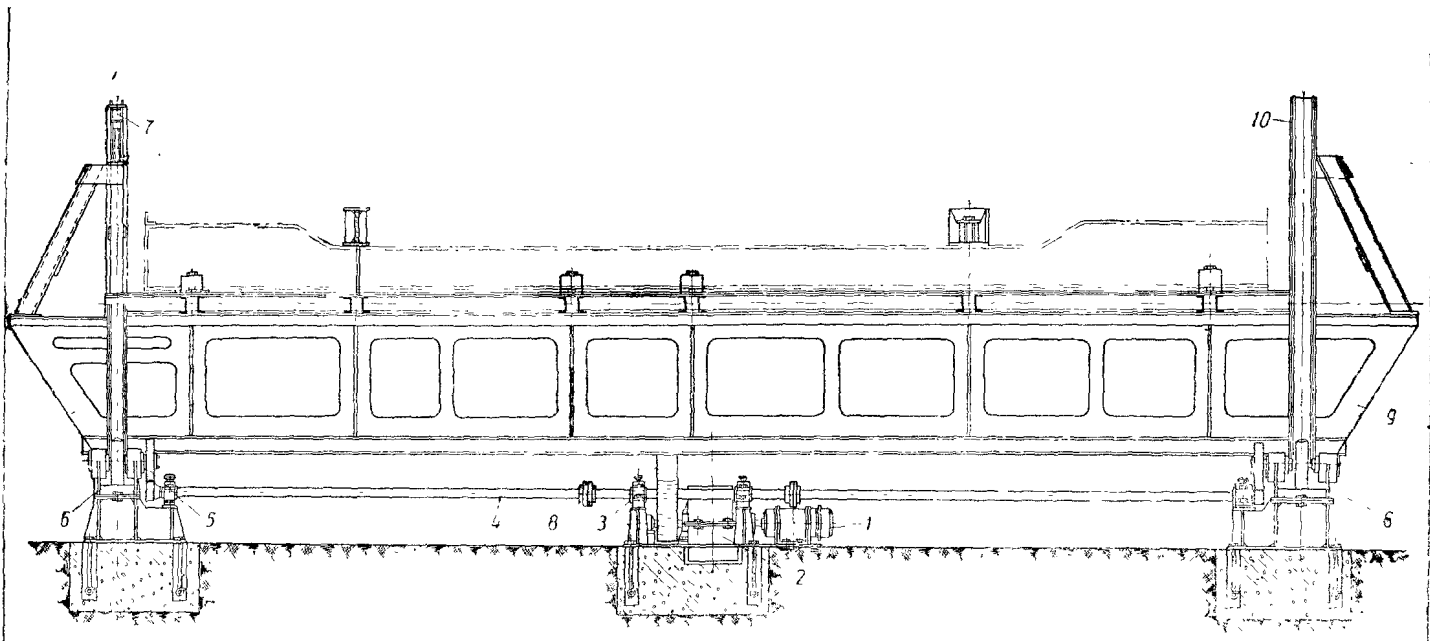
Трансмиссионные валы соединяются с помощью жестких дисковых муфт 8, а соединение двигателя с редуктором — через эластичную дисковую муфту.

Конструкция и размер несущей рамы 9 и опорных колец 10 определяются размерами и весом собираемых изделий.

Если кантователь предназначен для определенного изделия, то всю систему поворотного устройства необходимо отбалансировать, чтобы вращение происходило равномерно, без рывков.

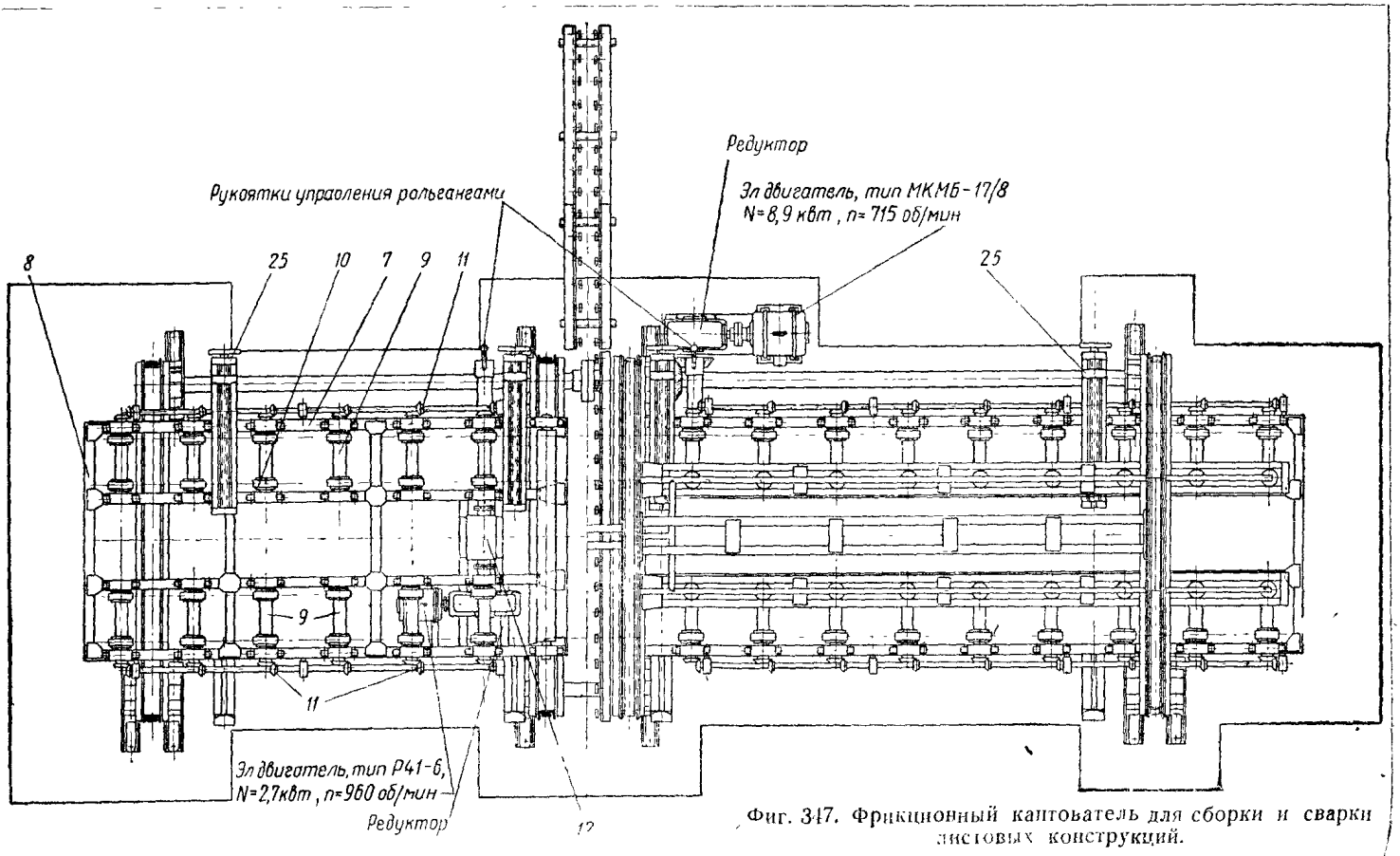
Кантователи для листовых конструкций. При изготовлении обечайек больших диаметров иногда возникает необходимость в сборке и сварке двух или нескольких листов в одну общую карту с последующей ее валковкой в готовую обечайку требуемого размера.

Установки для сварки листов могут быть с ручной сборкой и прихваткой и с механизированной сборкой.



Фиг. 346. Фрикционный кантователь.





Фиг. 347. Фрикционный кантователь для сборки и сварки листовых конструкций.

На фиг. 347, 348, 349 приведен проект установки для механизмованной сборки и сварки листов без предварительной их прихватки. Установка имеет четыре колыбля 1, опирающиеся на приводные 2 и спиральные 3 ролики (фиг. 349).

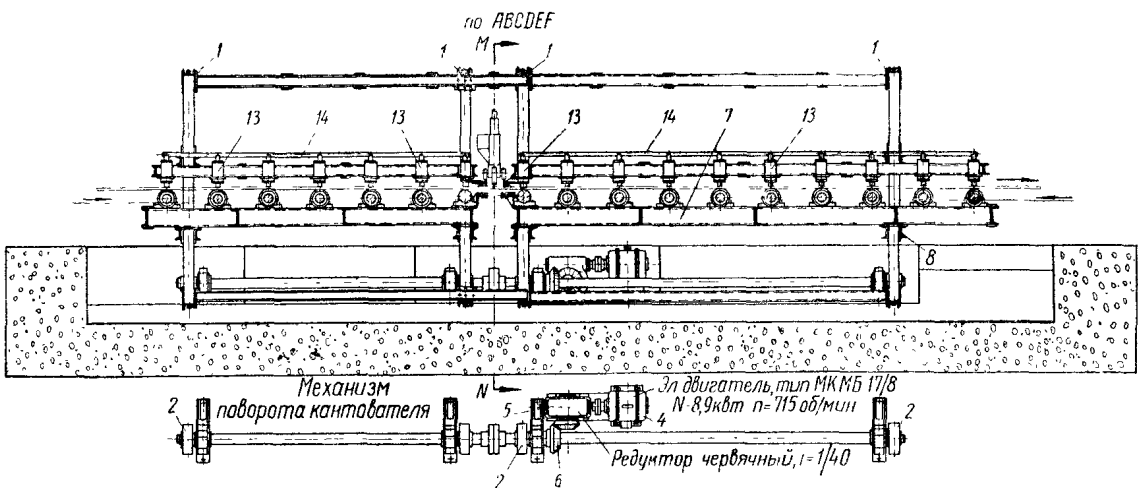
Опорные колыбля получают вращение от двигателя 4, расположенного в середине станова, через червячный редуктор 5, коническую пару колес 6 и четыре приподнятых ролика. На нижней половине колес на раме из продольных и поперечных балок 7 и 8 установлены короткие валы 9, на концах которых посажены малые ролики 10.

Привод, коротких валов осуществляется конической парой 11 через зубчатый редуктор 12 от двигателя. Подобная конструкция привода сделана также на другой стороне механизма, причем оба они кинематически не связаны между собой (фиг. 347, 348).

Приводы предназначены для передвижения листов вдоль рольганга в процессе стыковки листов и для снятия сваренного листа с установки.

Для прижима листов к верхней половине опорных колес укреплен ряд пневмоприжимов 13, расположенных на правой и левой сторонах. Питание пневмоприжимов производится по распределительной трубе 14.

В средней части установки между двумя внутренними упорными колыблями к их стойкам прикреплен на кронштейнах 15 путь 16 для сварочного трактора. Так как в местах сварки крошки листов должны точно совпадать по высоте, то прижимы, расположенные у стыковой крошки, при движении потока через систему рычагов зажимают листы. Рычаг 17 на пальце 18 поворачивает рычаг 19, сидящий на пальце 20, при этом



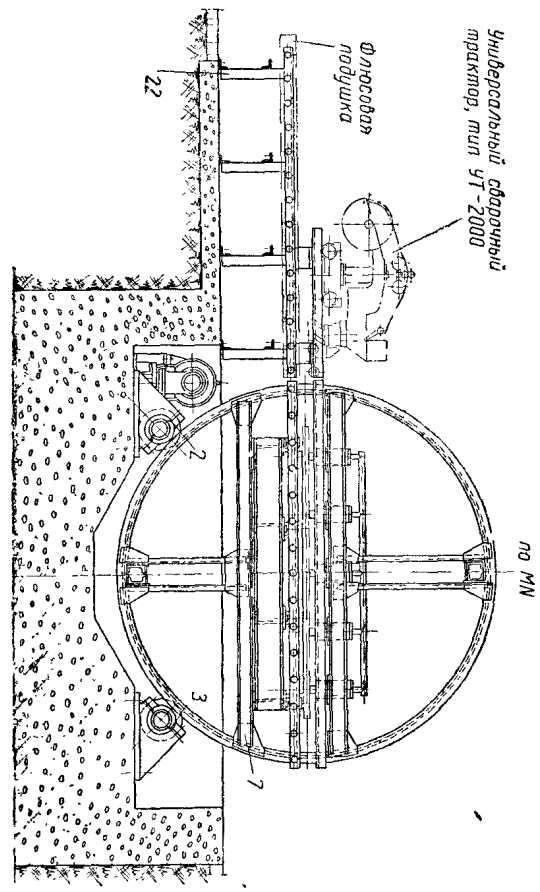
Фиг. 348.



конец рычага 19 прижимает кромку листа к опоре 21 (фиг. 350). Сварочная головка в момент сборки находится вне опорных колец на путях, уложенных на стойках 22. После окончания стыковки сварочный трактор переходит с путей, уложенных на стойках 22, на пути 16, уложенные на колыхлах (фиг. 349).

Коробка с флюсом 23 находится в момент сборки в левой части площадки под стойками 22; при сварке коробку передвигают вручную на ролик 24.

После окончания сборки листов на установку производится следующий образ.

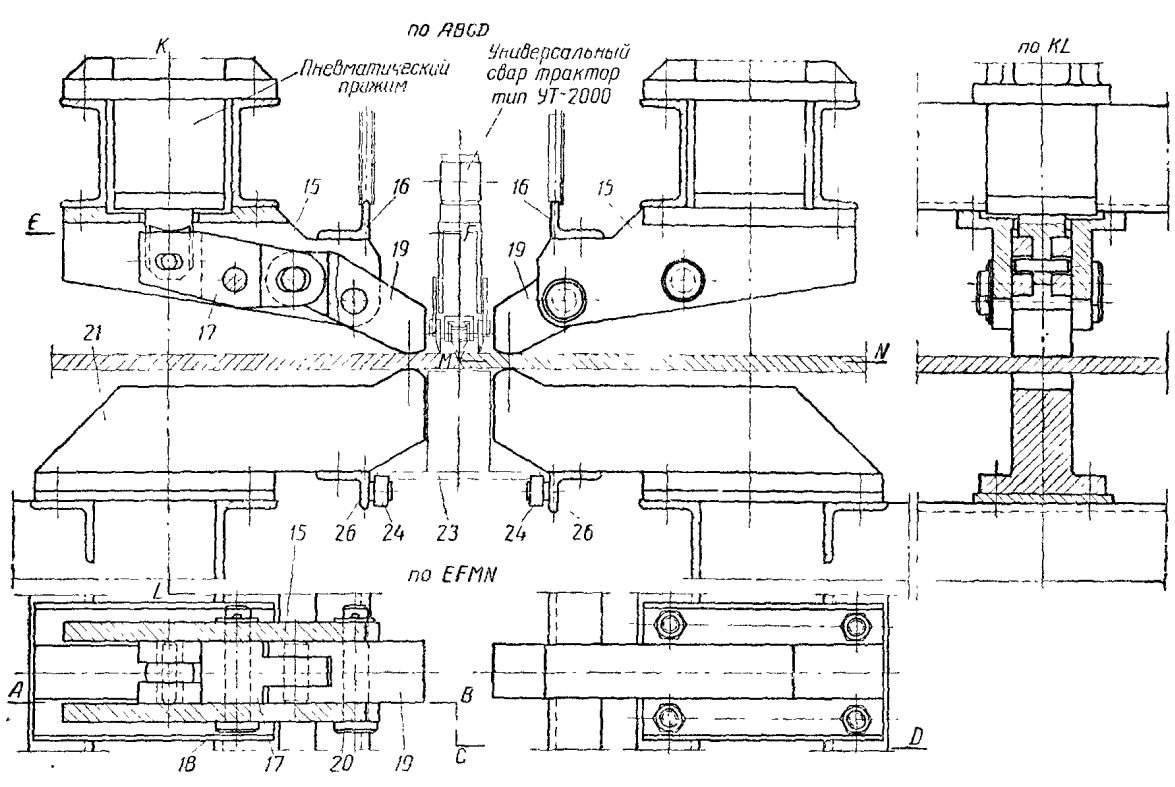


Фиг. 349.

Уложенные на рядом стоящем с установкой стеллаже собираемые листы наводятся по одному на ролик установки. При включении ролик «вперед» лист передвигается в правую половину роликатора, чтобы стыкуемая кромка листа оказалась по оси сварочного трактора. После зажима первой листа аналогичным образом укладывается второй лист. Выдавливание кромок достигается последовательным включением через муфту правой и левой ветвей роликаторов, расположенных на обеих сторонах механизма. Оба листа зажимаются пневмоприжимами и свариваются сварочным трактором на флюсовой подкладке.

После сварки одной стороны листов сварочный трактор и флюсовую коробку возвращают в исходное положение. Затем подводят до продольных кромок листа винтовые упоры 25, удерживающие листы в момент их поворота.

После поворота колес на 180° необходимость в флюсовой подкладке отпадает.



Фиг. 350

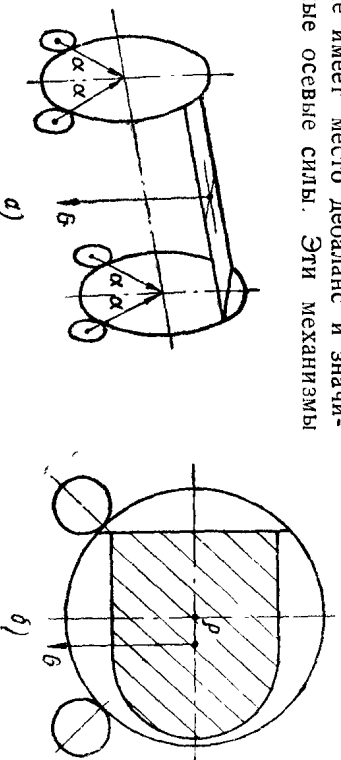
Второй шов трактор варит, перемещаясь по путям 26. После сварки трактор отводится. Рама механизма поворачивается на  $180^\circ$  в исходное положение, отпускаясь пневмопржимы, и сваренный лист вращением всех роликов 10 в одном направлении сдвигается на расположенный за установкой роликанг.

Описанная установка может быть экономически оправдана при значительном количестве изделий, собираемых и свариваемых в смену. При небольшом числе изделий применение пневмопржимов и механизма привода для движения листа и его поворота не оправдывается, и следует переходить на механические виды пржимов и на кантовку листов краном.

### 6) Сборочно-сварочные механизмы с жесткой кинематической связью

#### Определение приводного момента и мощности электродвигателя

Поворотные механизмы с жесткими кинематическими связями в цепи привода целесообразны при вращении несимметричных изделий или несимметричном расположении изделия относительно опор, так как в этом случае имеет место дебаланс и значительные осевые силы. Эти механизмы



Фиг. 351. Схема цевочного кантователя.

пригодны также при больших окружных усилиях на приводе для получения плавного вращения без рывков с заданной постоянной скоростью. Определение приводного момента и необходимой мощности электродвигателя в этих механизмах производится так же, как для кантователей с фрикционным приводом.

Изделие устанавливается на жесткой раме, связывающей кольца кантователя, или на несвязанных опорах.

Кольца обычно опираются на опорные ролики, расположенные симметрично относительно вертикальной оси под углом  $\alpha$  (фиг. 351, а).

Нагрузка на каждое кольцо может быть разной в зависимости от конфигурации изделия. Центр тяжести обычно в таком кантователе не совпадает с осью колец, что приводит к статической неуравновешенности вращающихся масс. Суммарный момент для привода цевочного

кантователя складывается из момента трения качения роликов по бандажам колец относительно оси колец, равного

$$M_1 = \frac{G}{\cos \alpha} \frac{r}{r} (R + r) \text{ кгсм,}$$

где  $G$  — вес всех вращающихся частей кантователя и изделия в кг;  $\mu$  — коэффициент трения качения.

$r$  — радиус ролика в см;

$R$  — радиус кольца в см, момента трения скольжения на цапфах роликов относительно оси колец

$$M_2 = \frac{G}{\cos \alpha} f \frac{r_1}{r} R \text{ кгсм,}$$

где  $f$  — коэффициент трения скольжения;

$r_1$  — радиус цапфы роликов в см

и момента, необходимого для преодоления статической неуравновешенности, равного (фиг. 351, б).

$$M_3 = Gr \text{ кгсм,}$$

где  $r$  — расстояние от центра тяжести системы вращающихся частей кантователя до оси колец в см.

Суммарный приводной момент кантователя равен

$$M = K(M_1 + M_2) + M_3 \text{ кгсм,}$$

$K$  — коэффициент, учитывающий инерционные силы и равный 1,2—1,3.

Окружное усилие на цевочном колесе

$$P = \frac{M}{R_0} \text{ кг,}$$

где  $R_0$  — радиус делительной окружности цевочного колеса.

Мощность электродвигателя, необходимая для привода кантователя,

$$N = 0,7355 \frac{Mn}{71620 \eta_1 \eta_2} \text{ квт,}$$

где  $n$  — число оборотов в минуту колец с изделием;

$\eta_1$  — к. п. д. всех передаточных звеньев от электродвигателя до цевочной пары;

$\eta_2$  — к. п. д. цевочной передачи, принимаемый в расчетах 0,8.

В кантователях с шестеренчатым или червячным приводом изделие устанавливается на раме, которая вращается в подшипниках на двух цапфах. Приводной момент идет на преодоление момента трения скольжения на цапфах и статической неуравновешенности рамы с изделием. Момент трения скольжения на цапфах

$$M'_1 = Gf \text{ кгсм,}$$

где  $G$  — вес вращающихся частей кантователя и изделия в кг;

$f$  — коэффициент трения скольжения;

$r$  — радиус цапфы в см.

Момент, необходимый для преодоления статической неравновешенности вращающейся рамы с изделием, может иметь значительную величину

$$M_2 = G r \text{ кгсм.}$$

Суммарный необходимый приводной момент относительно оси цапф равен

$$M = K (M_1 + M_2) \text{ кгсм.}$$

Окружное усилие на приводной шестерне

$$P = \frac{M}{R_1} \text{ кг,}$$

где  $R_1$  — радиус начальной окружности шестерни на валу рамы в см. Необходимая мощность электродвигателя для привода кантователя

$$N = 0,7355 \frac{Mn}{71620n^{1,2}},$$

где  $n$  — число оборотов изделия в минуту;

$n_1$  — к. п. д. редуктора и передачи от электродвигателя;

$n_2$  — к. п. д. шестеренчатой пары.

**Конструкция приводной сборочно-сварочных механизмов с жесткой кинематической связью.** Механизмы с жесткой кинематической связью подразделяются на кантователи кольцевые певочные, кольцевые канатные, на цапфах, вращатели станочного типа, подъемно-поворотные вращатели, манипуляторы.

Кантователи кольцевые певочные. В конструкции певочных кантователей входят (фиг. 352): привод от электродвигателя с системой передач к ведущей звездочке, опорные кольца с закрепленными на них цевками, опорные ролики, несущие рамы, связывающие опорные кольца, служащие для установки свариваемого изделия, фиксирующие и прижимные устройства для закрепления изделия.

Привод певочных кантователей может выполняться либо с применением ленточных или колодочных тормозов, либо без тормозов с самотормозящими червячными передачами.

Так как передаточные числа передач в кантователях, предназначенных для сварки, весьма значительны — следует признать более целесообразным введение самотормозящих червячных пар, обеспечивающих компактность и безопасность привода.

Опорные кольца могут быть приводными и холостыми.

В тех случаях, когда окружное усилие для вращения значительно, а передача усилия на одно кольцо при большом расстоянии между опорами может привести к перекосу несущей рамы кантователя, все опорные кольца должны быть сделаны приводными.

Крепление цевок осуществляют либо непосредственно к телу обода, например, к горизонтальным полкам швеллерных колец, либо с помощью 6—10 певочных секторов, прикрепляемых к ободу колец.

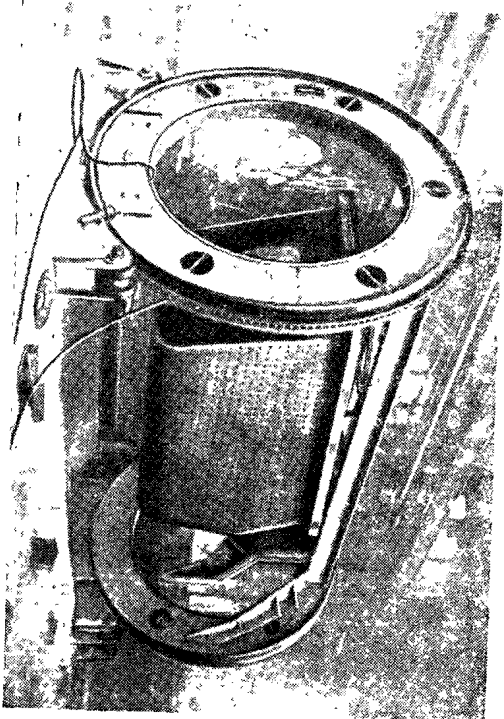
Опорные ролики служат для восприятия радиальных и осевых усилий.

Для всех певочных и зубчатых кантователей, в целях разгрузки зубчатого или певочного колец от горизонтальных усилий обязательно применение роликов с направляющими ребрами или выступами, или специальных торцевых роликов, в которые упирается кромка опорных колец.

Ниже приводятся типовые схемы певочных кольцевых кантователей для рамных и объемных конструкций.

Кантователь для объемных несимметричных конструкций средних габаритов приведен на фиг. 353 и 354.

Приводное устройство состоит из трех жестко связанных между собой колец, причем опорными являются лишь два кольца, третье служит для увеличения жесткости.



Фиг. 352. Певочный кантователь.

Привод механизма осуществляется двигателем 1 через червячный редуктор 2, открытую пару цилиндрических колес 3, певочную шестерню 4 и певочного колеса 5.

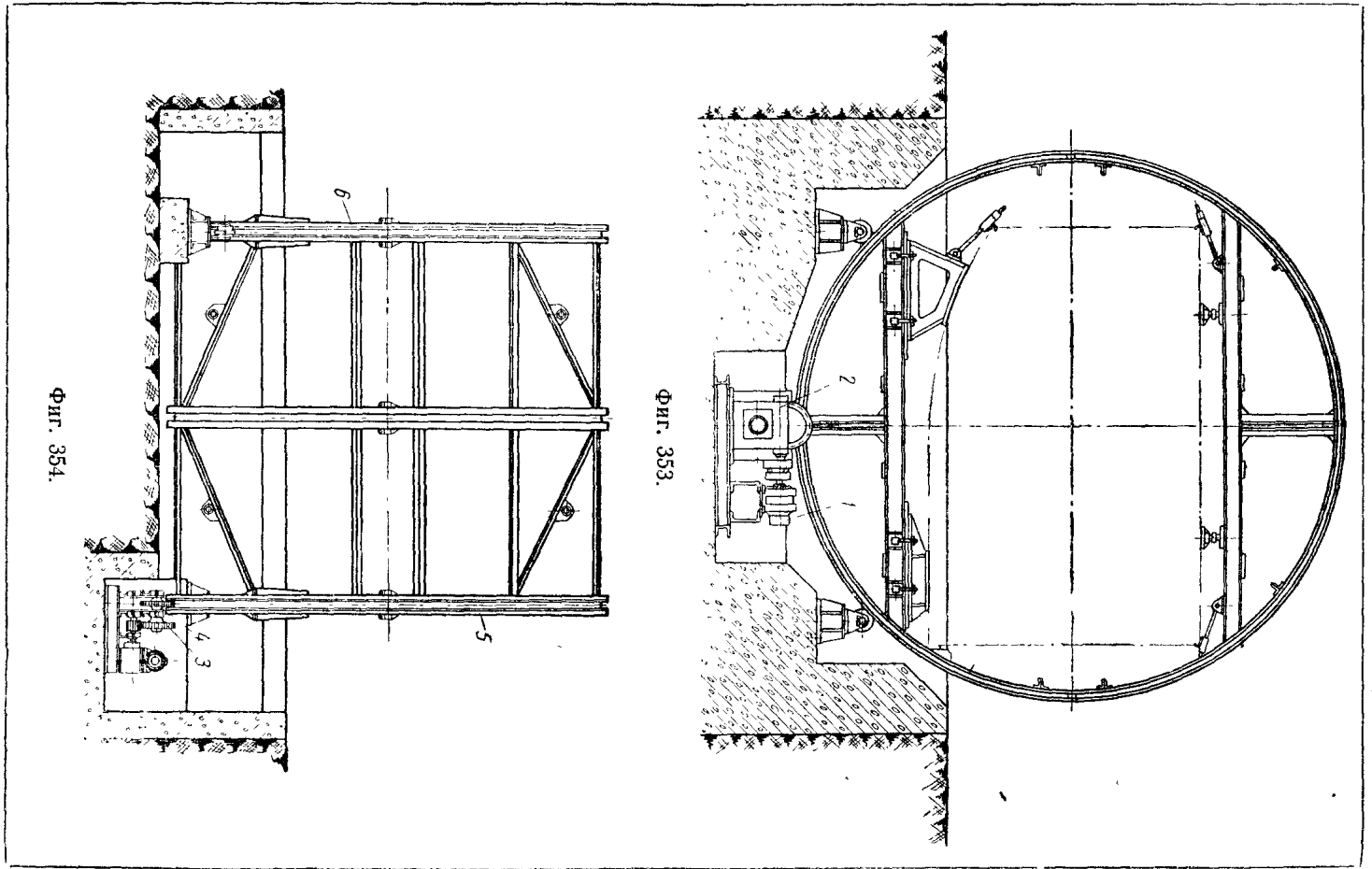
Кольцо 6 неприводное — направляющее.

Опорные кольца состоят из двух половин.

Для сборки изделий в корпусе колец вмонтированы элементы сборочных приспособлений — домкраты, стяжки, фиксаторы, упоры и т. д., форма и размеры которых диктуются формой и размерами свариваемого изделия.

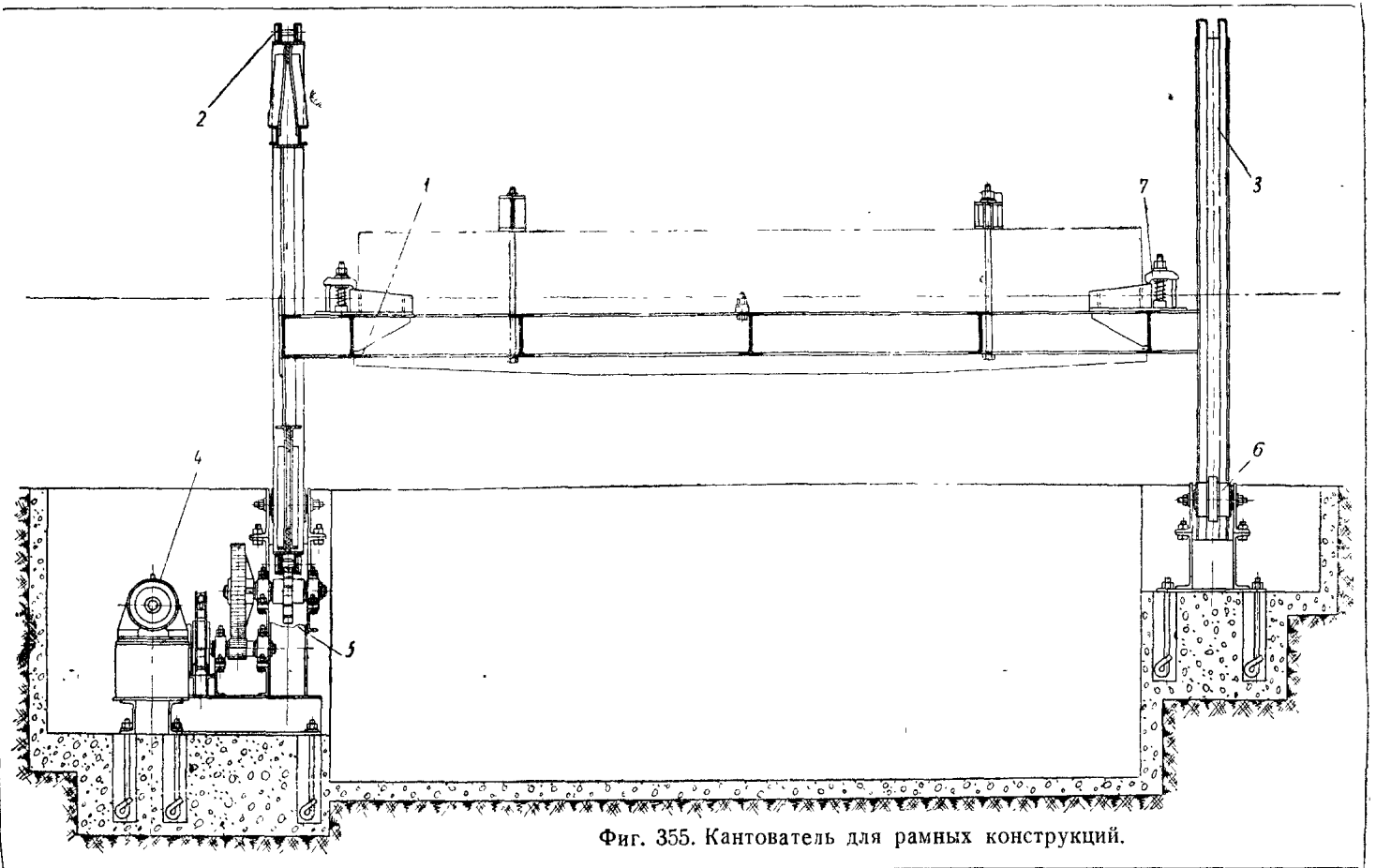
Кантователь для рамных конструкций (фиг. 355 и 356) состоит из несущей рамы 1, приводного опорного певочного кольца 2, холостого опорного кольца 3, моторного привода с тормозом 4, певочной шестерни 5 и опорных направляющих роликов 6 для колец 2 и 3.

Закрепление изделий производится на несущей раме с помощью упоров и прижимов 7 различных конструкций, либо с помощью специальных прижимных траверс 8.

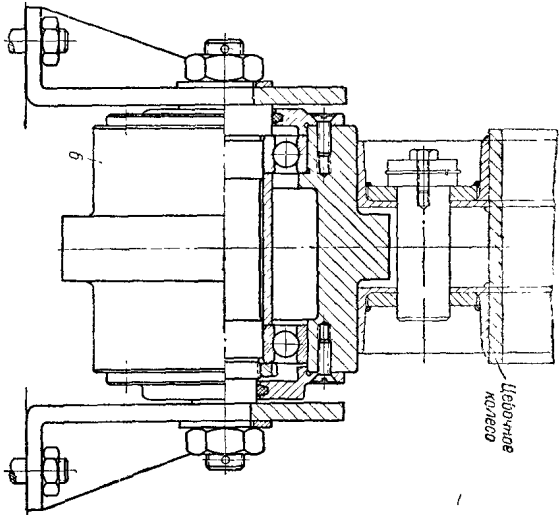


Фиг. 354.

Фиг. 353.

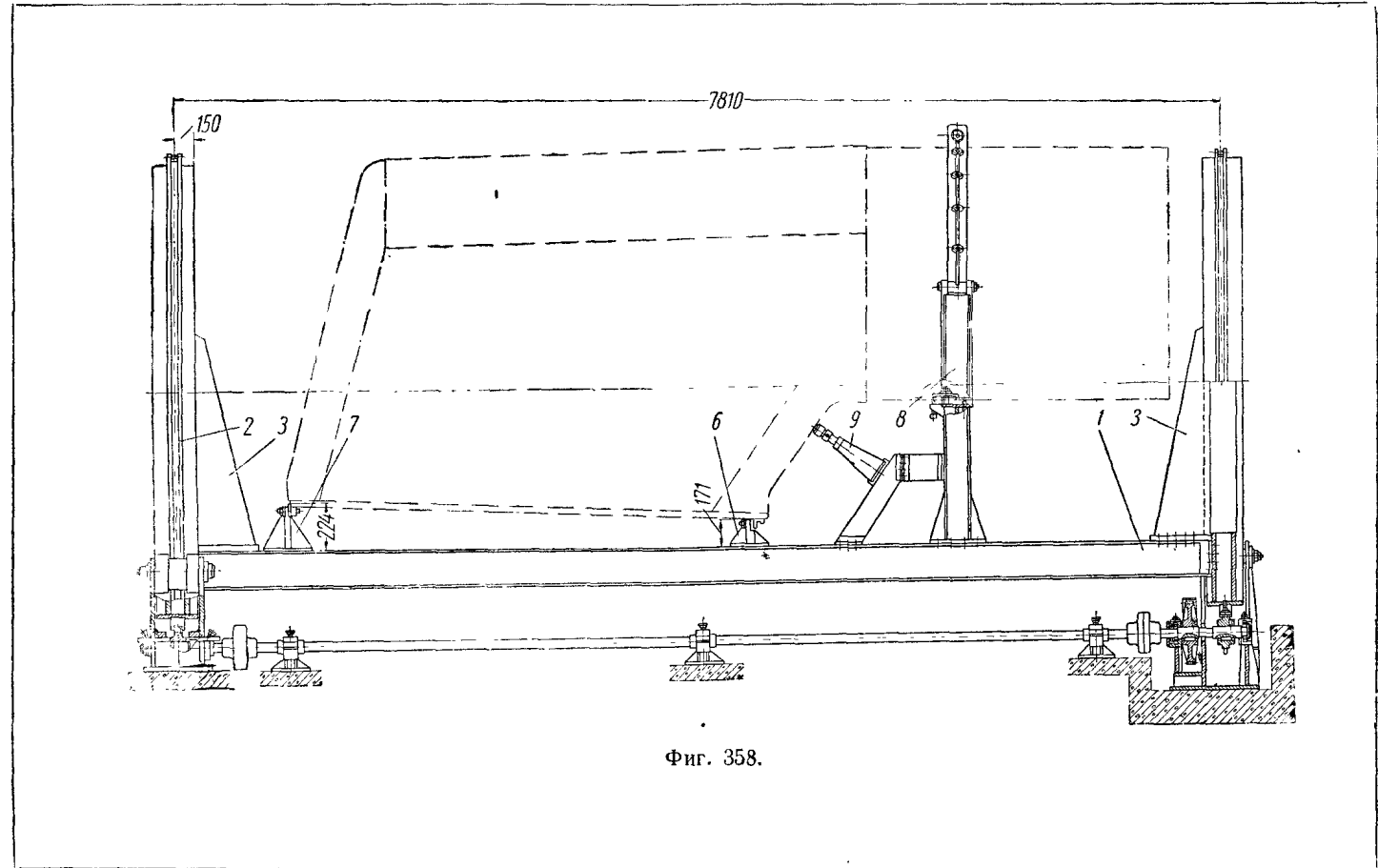
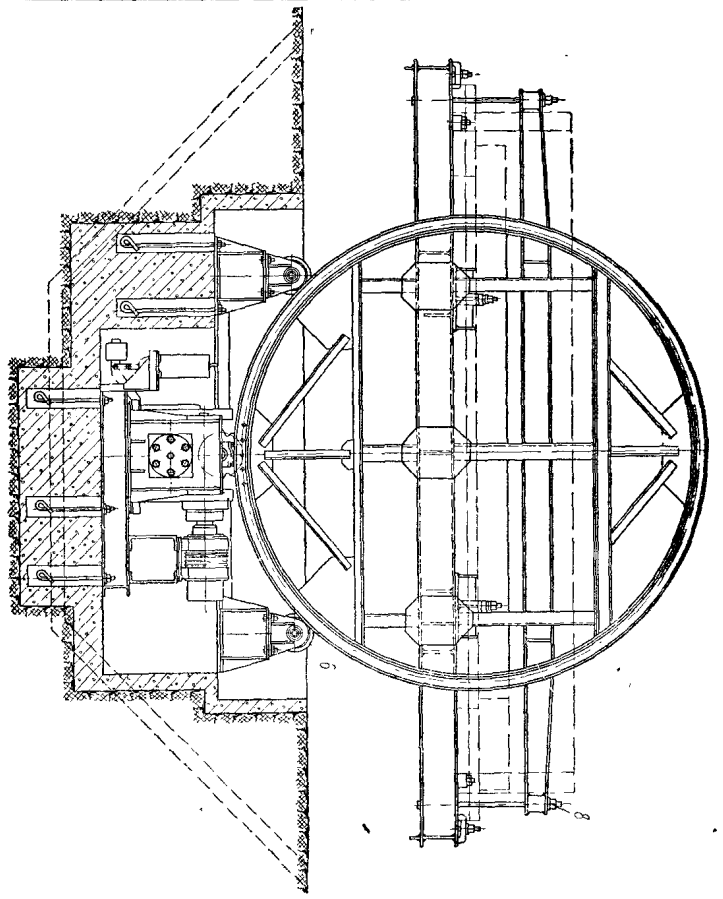


Фиг. 355. Кантователь для рамных конструкций.



Фиг. 357.

Фиг. 356



Фиг. 358.

Ролики 6 (фиг. 357) сделаны с направляющим выступом, назначение которого — воспринимать горизонтальные усилия. Эти усилия передаются на ролики через хлостое опорное кольцо, корпус которого имеет направляющие реборды.

На фиг. 358 и 359 показан общий вид кантователя для сварки топки котла паровоза.

Привод — двусторонний на двух цевочных опорных кольцах.

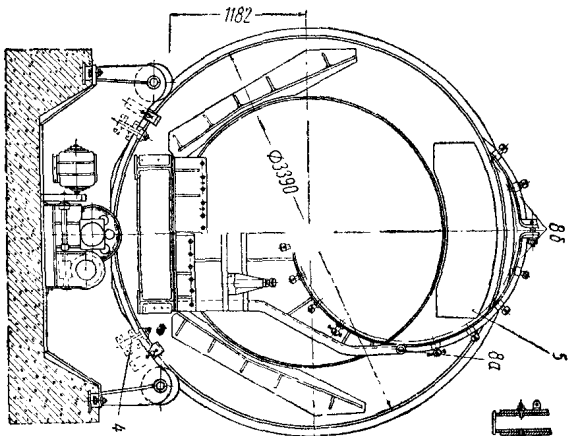
В данном кантователе крепление изделия осуществляется непосредственно на несущей раме. Несущая рама 1 сварена из четырех продольных швеллеров, образующих вместе с горизонтальными связями жесткую конструкцию.

Опорные кольца 2 и 3 сварные корычятого сечения.

Несущая рама и опорные кольца крепятся на болтах. Жесткость узла сопряжения рамы и колец достигается подкосами 3.

Цевочное кольцо образуется из цевочных секторов, привернутых к ободу опорного кольца. Для центрирования секторов в ободу кольца сделана кольцевая проточка.

Предохранение цевочного колеса и звездочки от горизонтальных сил осуществляется упорными роликами 4, поставленными с обоих концов, с зазором 1,5 мм от колец кантователя.



Фиг. 359.

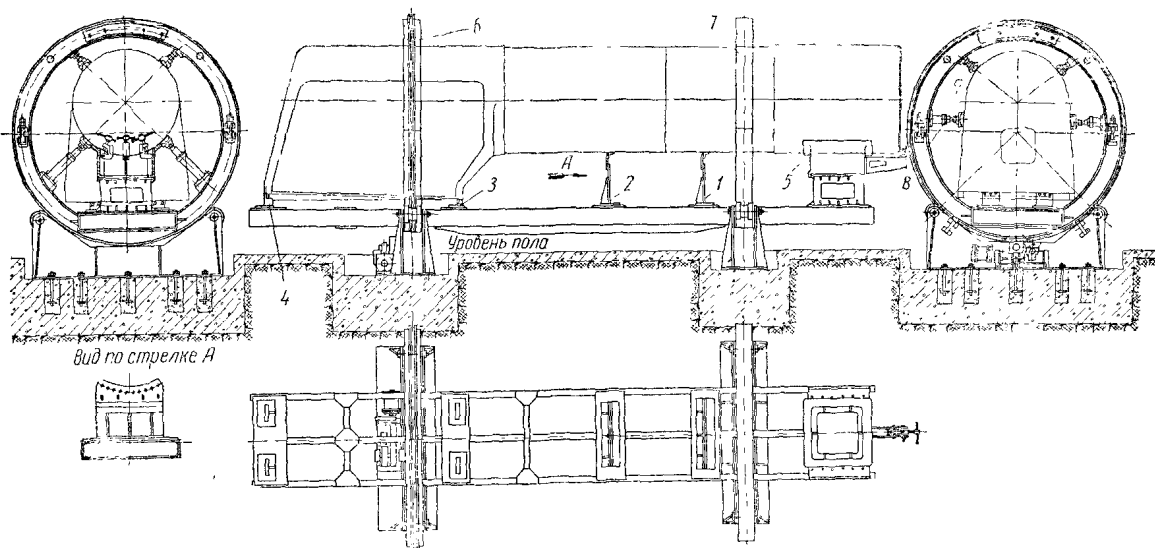
Балянсировка кантователя ведется с установленным изделием путем навешивания балянсирных плит 5.

Свариваемое изделие крепится болтами к углам 6 и 7 и к кольцу 8. Кольцо 8 состоит из нижней жесткой половинки 8a и двух хомутов 8b, стягивающих цилиндрическую часть изделия. Боковой упор изделие дает домкрат 9.

Крепление с помощью разъемных опорных колец в кантователе для сварки главного соединения котла паровоза (фиг. 360) позволяет уменьшить расстояние между опорными кольцами и сделать приводным лишь одно кольцо.

Изделие в кантователе крепится болтами к опорам 1, 2, 3 и 4, ложится на опорный контур 5 и раскрепляется в кольцах 6 и 7 домкратами 8. Изделие устанавливается при снятых верхних половинках колец 6 и 7.

Для обеспечения достаточной точной сборки полуколец без нарушения шага между цевками применяется соединение, показанное на фиг. 361. Фиксирование полуколец ведется по цилиндрическим и срезанным талдыкам. Под талдык в теле нижних полуколец запрессованы каменные



Фиг. 360. Кантователь для сварки главного соединения котла паровоза.

втулки. Закрепление полколец осуществляется откидными винтовыми прижимами.

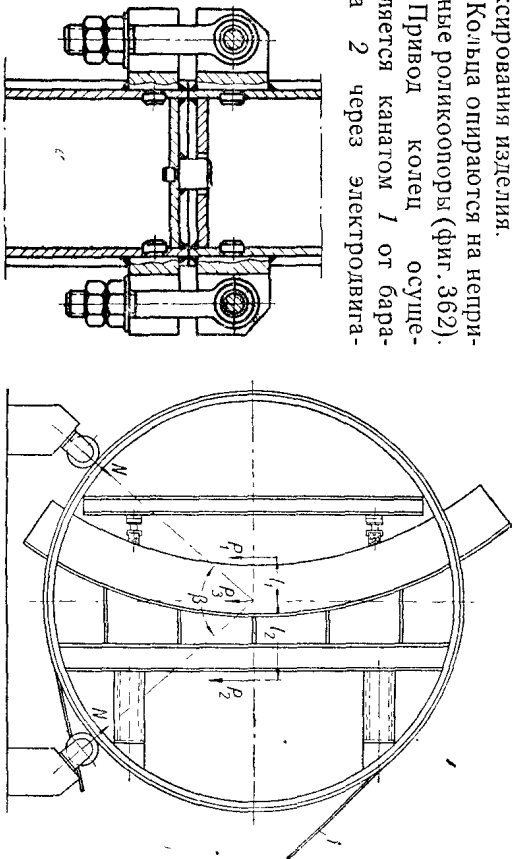
Требуемая точность сборки узлов вышеописанного кантователя для обеспечения удовлетворительной его работы дана в табл. 53.

Кантователи кольцевые канатные. Этот тип кантователя не получил еще распространения. Он может быть применен для крупногабаритных изделий. Обладая всеми достоинствами механизма с жесткой кинематической связью (отсутствие пробуксовывания), он в то же время проще в изготовлении цевочных и шестеренных.

Кантователь состоит из двух колец, жестко связанных между собой, и рамы, на которой крепится приемное устройство для установки и фиксирования изделия.

Кольца опираются на неподвижные роликкоопоры (фиг. 362).

Привод колец осуществляется канатом 1 от барабана 2 через электродвигатель.



Фиг. 361. Соединение колец кантователя.

Фиг. 362. Расчетная схема канатного кантователя.

тель 3, червячно-цилиндрический редуктор 4, две пары цилиндрических зубчатых колес 5 и 6 (фиг. 363). Канат на барабанах закреплен таким образом, что одновременно с наматыванием одной ветви сматывается другая. Крепление каната на опорном кольце кантователя показано на фиг. 364. Такое крепление создает жесткую кинематическую связь в паре канат — барабан.

Расчетная схема кантователя приведена на фиг. 362:

$P_1$  — вес свариваемого изделия в кг;

$P_2$  — вес несущей рамы кантователя в кг;

$P_3$  — вес опорных колец.

Для кинематического расчета кантователя необходимо знать число оборотов, устанавливаемое в зависимости от назначения (для сборки или для сварки).

В рассматриваемом проекте скорость вращения установочной и принята  $v = 2$  м/мин. При диаметральном размере наиболее удаленной точки установленного изделия, равной 10 м, число оборотов кантователя будет 0,064 в минуту.

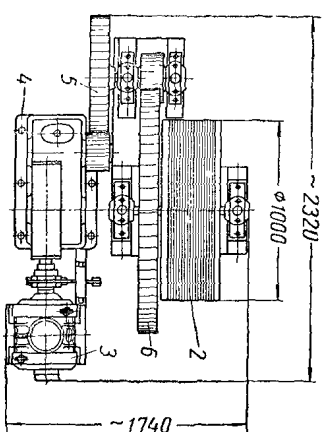
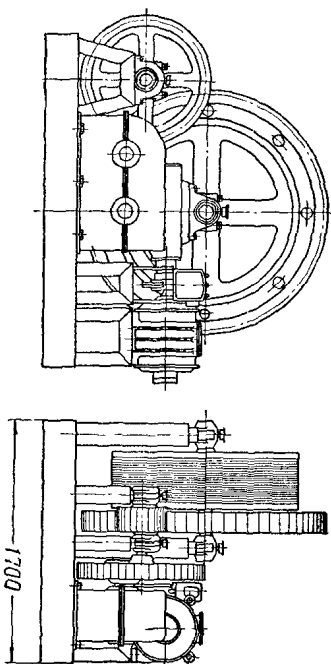
Усилие в канате  $S$  может быть определено из уравнения

$$SR = \sum M,$$

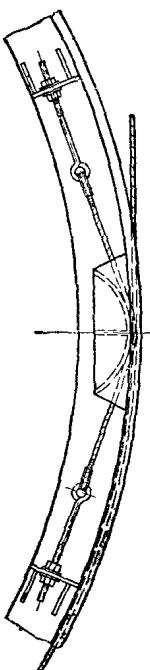
где  $\sum M$  — сумма моментов от сил вредных сопротивлений относительно оси кантователя;

$R$  — радиус кантователя

$$\sum M = M_1 + M_2 + M_3;$$



Фиг. 363. Канатный кантователь.



Фиг. 364. Узел крепления каната.

$$S = \frac{\sum M}{R};$$

$M_1$  — момент от дебаланса внешних сил:

$$M_1 = P_1 l_1 - P_2 l_2;$$

$M_2$  — момент трения качения колец по роликкам:

$$M_2 = 2Nl_3;$$

№ пп.	Наименование	Требуемая точность	Примечание
1	Непараллельность между опорными кольцами	$\pm 2$ мм ± 4 "	Для кантователя с двумя цевочными кольцами С одним цевочным кольцом
2	Смещение стоек опорных роликов	До 2 мм	Проверить по поверхностям опорных роликов
3	Разность высот двух роликов в одной стойке	До 2 мм	Проверить по поверхности опорных роликов
4	Висение наружной поверхности цевочных секторов (кольца)	До 2 мм	
5	Боковой зазор зубьев звездочки относительно боковых сторон цевочных секторов (оольца)	От 1 до 3 мм	

$N$  — нормальное давление на опоры;

$M_g$  — момент от силы трения в цапфах опорных роликов:

$$M_g = 2Nf \frac{d}{D_0} R,$$

где  $d$  — диаметр оси ролика;

$D_0$  — диаметр ролика;

$f$  — коэффициент трения скользящего.

Мощность на валу кантователя

$$N_k = 0,7355 \frac{\Sigma Mi}{71620} \text{ квт.}$$

Мощность электродвигателя

$$N_g = \frac{N}{\eta_1 \eta_2 \eta_3},$$

где  $\eta_1$  — к. п. д. червячно-цилиндрического редуктора;

$\eta_2$  — к. п. д. цилиндрических пар;

$\eta_3$  — к. п. д. барабана.

По определенному выше усилию  $S$  и рассчитывается канат.

При  $n$  числе оборотов электродвигателя общее передаточное отношение механизма

$$i_{\text{общ}} = \frac{n}{n_{\text{кан}}}$$

$$i_{\text{общ}} = i_1 i_2 i_3,$$

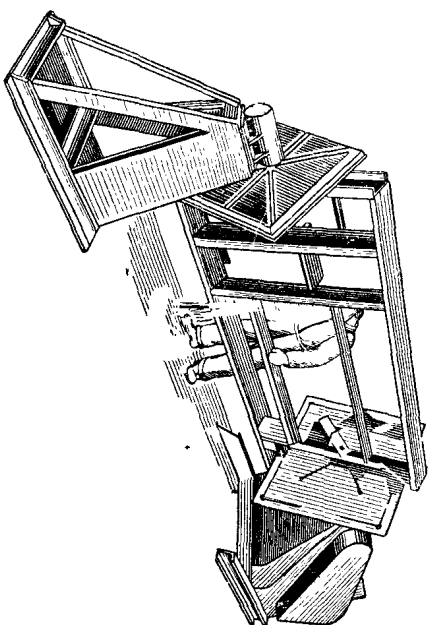
где  $i_1$  — передаточное число червячно-цилиндрического редуктора;

$i_2$  — передаточное число цилиндрических пар;

$i_3$  — передаточное число канатной передачи.

Кантователи на цапфах. Рассмотренные выше кольцевые кантователи при всех их достоинствах становятся экономически невыгодными при сварке коротких или очень широких изделий. В этом случае диаметры кольца кантователя становятся настолько большими, что для придания им соответствующей прочности и жесткости конструкция кантователя сильно утяжеляется. Следует считать предельными диаметры опорных или цевочных колец 3000—3500 мм.

Для сварки рамных широких изделий весьма эффективны кантователи на цапфах. Эти механизмы имеют две основные конструктивные разновидности: опоры кантователя жестко связаны несущей рамой и опоры кантователя не связаны общей рамой; звеном, связывающим обе опоры, является свариваемое изделие.



Фиг. 365. Кантователь со свободными опорами.

Второй тип пригоден только для сварки. Изделие, собранное и прихваченное, должно быть достаточно прочным для восприятия напряжений, возникающих от изгиба под действием собственного веса (фиг. 365). Достоинством кантователя со свободными опорами является его простота, дешевизна, возможность обслуживания одной установкой изделий различной длины; холостая опора делается подвижной, смонтированной на специальных салазках.

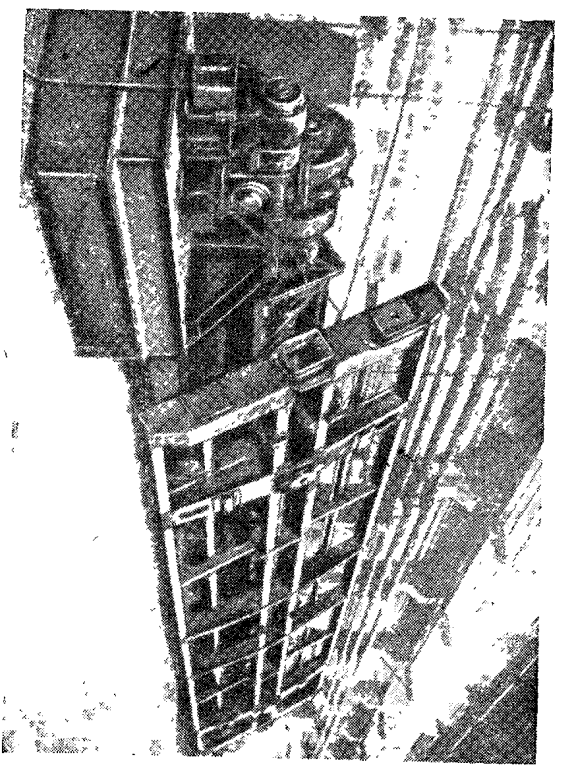
При широких изделиях и необходимости полного оборота кантователи делают на высоких стойках. Это увеличивает общую высоту устройства и требует применения специальных помостов для сварщика.

Другим решением вопроса является создание прямока (фиг. 366 и 367). Хотя при этом снижается общая высота механизма, наличие прямока связано с рядом неудобств. Выбор конструкции зависит от условий цеха, в которых устанавливается механизм (высота до полкрановых путей, устройство полов и т. д.). В тех случаях, когда создание прямока нежелательно, применяются подъемно-поворотные механизмы.

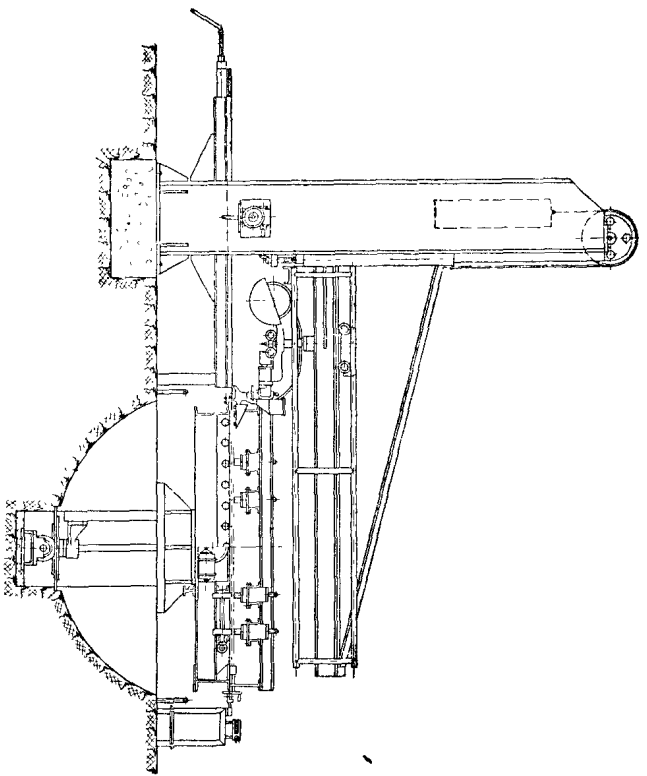
Кантователь на цапфах для поворота при ручной сварке рамы вагона дан на фиг. 368.



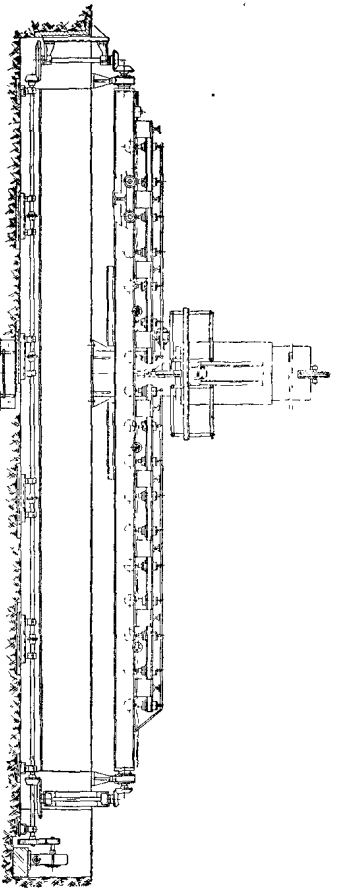
Несущая рама кантователя сделана из двух сварных ферм, раскре-  
пленных горизонтальными связями.



Фиг. 368. Кантователь на цапфах для сварки рам вагонов



Фиг. 366. Кантователь с приемком.



Фиг. 367.

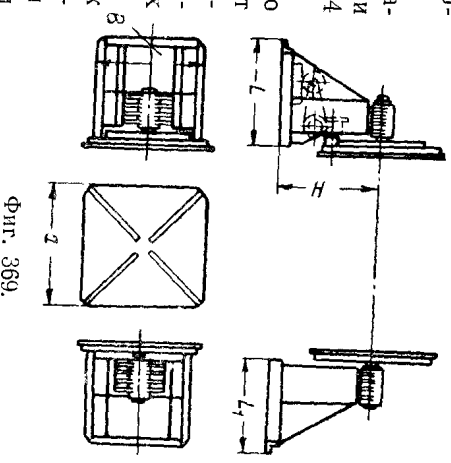
Привод осуществляется при коротких изделиях с одного конца рамы; при длинных изделиях во избежание перекосов и защемления на опорах он должен быть двухсторонним.

Некоторые данные о кантователях на цапфах с несвязанными опорами приведены в табл. 54 (фиг. 369).

Вращатели станочного типа. В качестве вращателей могут быть использованы приводы металло-режущих станков, например, токарных, лоботокарных, сверлильных и др.

Изделие (фиг. 370) крепится к планшайбе станка болтами консолю-но, или поддерживается неподвижной опорой (фиг. 371). Такие вращатели применяются для установочных дви-жений при ручной и автоматической продольной сварке, либо при наложении колебательных или комбинированных швов.

Сварка продольных и колебательных швов на одном изделии может быть осуществлена последовательным сообщением вращательного дви-жения поворотному механизму, несущему изделие при неподвижной сва-

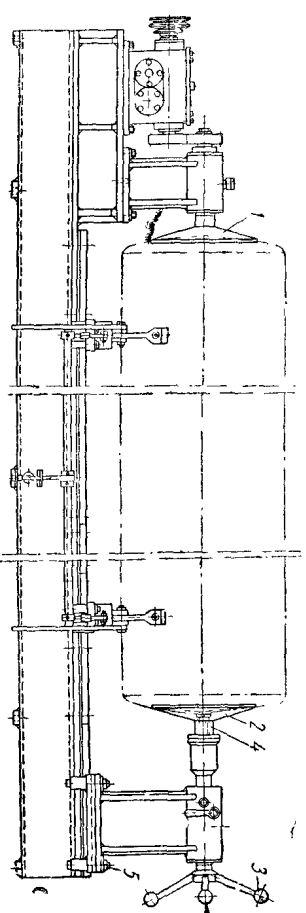


Фиг. 369.

Основные данные	Грузоподъемность кантователей в т			
	2,25	2,7	5,5	13,5
Мощность мотора в л. с. . . . .	0,5	1,0	2,0	5,0
Длина приводной стойки <i>L</i> в мм. . .	890	890	1035	1185
Длина неприводной стойки <i>L</i> <sub>1</sub> в мм. .	810	930	965	1230
Ширина стоек <i>B</i> в мм. . . . .	760	910	1065	1520
Размер стола <i>a</i> в мм. . . . .	760	1015	1220	1345
Высота центра вращения <i>H</i> в мм. . . .	785	990	1015	1270

ручной головке (сварка радиусного участка), и поступательного движения сварочной головки при неподвижном поворотном механизме (сварка продольного шва).

При вращения цилиндрических изделий средних диаметров (до 1200 мм) станочный тип вращателей весьма удобен в эксплуатации.



Фиг. 372.

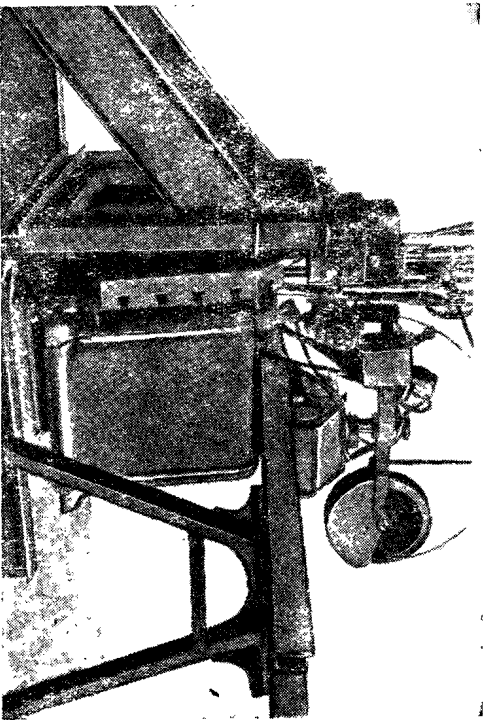
Свариваемое изделие укрепляется между конусами передней бабки 1 и задней бабки 2 (фиг. 372) и эжмимается штурвалом 3, действующим на винт 4.

Для правильного формирования шва необходимо, чтобы несопадение центров передней и задней бабок было в пределах  $\pm 0,5$  мм. Задняя бабка может перемещаться по направляющим станины и закрепляться болтами 5.

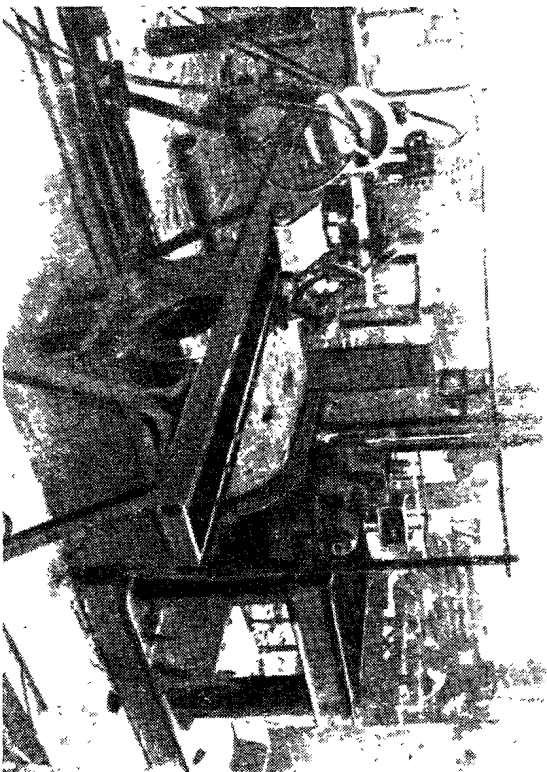
Для установки изделия на вращатель служит механизм подъема, показанный на фиг. 373. Подъем на необходимую высоту центров ведется с помощью педали 6.

Рычаг педали прикреплен шарниром к ушке ба. К рычагу педали прикреплены через штангу 7 две тяги 8, шарнирно соединенные с горизонтальными рычагами 9, качающимися на опорах 10.

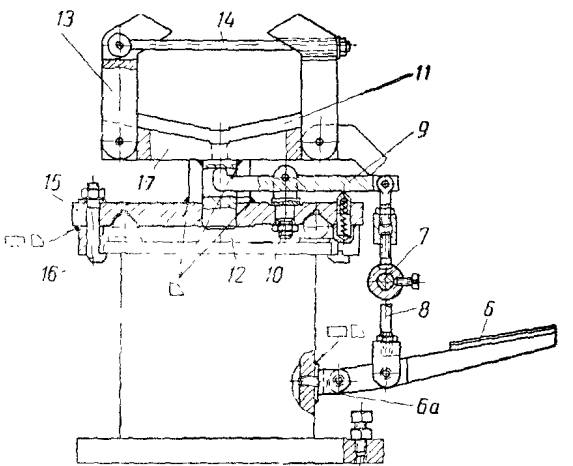
Свободный конец рычага 9 действует на призму 11, перемещающуюся вертикально на цилиндрическом хвостовике 12. При подъеме цилиндров диаметром свыше 500 мм призма 17 давит на изделие; при установке цилиндров малых диаметров на концы призмы ставятся вспомогатель-



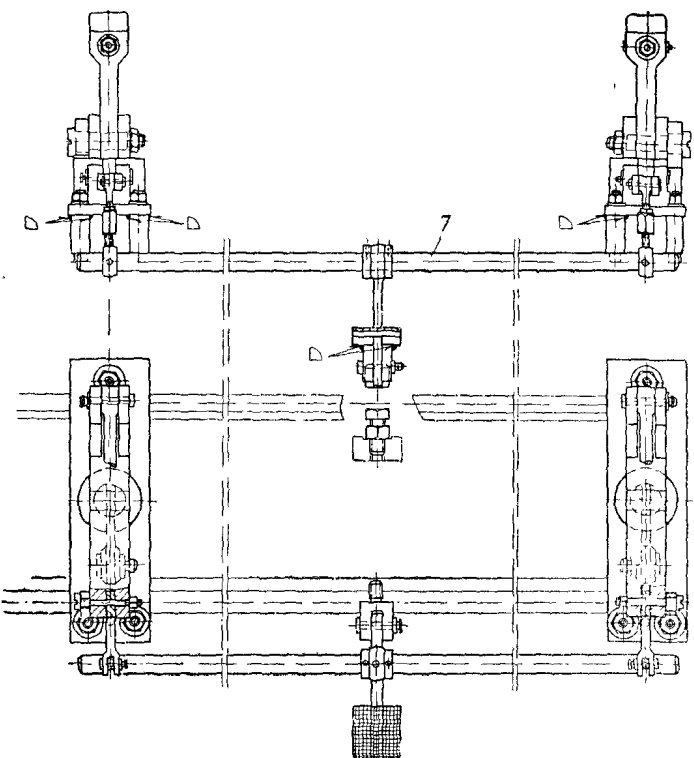
Фиг. 370.



Фиг. 371.

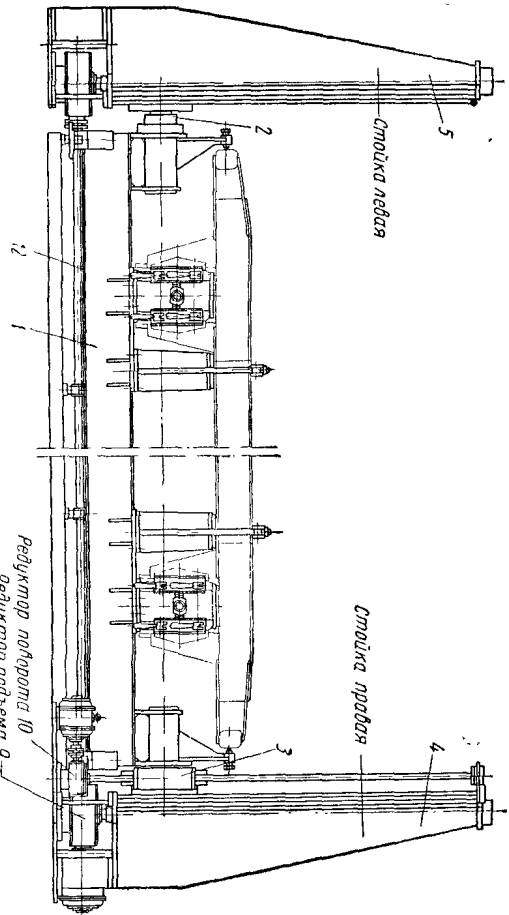


Фиг. 373.



Фиг. 374. Подъемно-поворотный вращатель.

ниже стойки 13, стянутые болтом 14. Подъем цилиндра в этом случае осуществляется опорными поверхностями стоек 13. Вся подъемная часть механизма в зависимости от длины изделия может устанавливаться в необходимом месте по длине станины. Закрепление опоры на станине производится через плиту 15 болтами 16. Подъемно-поворотные вращатели. Условия размещения сборочно-сварочной оснастки в пехе часто требуют применения устройств с совмещением подъема и поворота изделия. Применение подъемно-поворотных вращателей, как уже отмечалось, необходимо при наложении швов вручную с обеих сторон широких изделий. При неподъемном столе



приходится идти либо на создание приямка, чтобы понизить общую высоту вращателя и высоту обслуживания, либо сборку и сварку изделия вести с площадок или лестниц.

Однако оба варианта в производстве встречают ряд трудностей, в особенности создание приямка. Лучшим решением является применение подъемно-поворотных вращателей с ручным приводом подъема и электрическим приводом поворота или с электрическим приводом подъема и поворота.

По типу подъемного устройства эти вращатели подразделяются на вращатели с винтовым подъемом и вращатели с канатным подъемом. Поворотные механизмы этих вращателей делятся на полноповоротные и полноповоротные.

Наконец, эти вращатели могут быть с зависимыми подъемным и поворотным устройствами и независимыми.

На фиг. 374, 375, 376, 377 дан подъемно-поворотный вращатель, предназначенный для сборки и сварки рамы тележки пассажирского железнодорожного вагона. Рама тележки устанавливается по брусковым опорам через специальные боковые фиксирующие опоры.

Поворотная рама кантователя 1 крепится на цапфах поворота 2, цапфы входят в цилиндрической опорой в гнездо полуэуна 3, мотушера переменяется по правой и левой стойкам 4 и 5.

Червячное колесо 6, жестко связанное с поворотной рамой механизма, получает вращение от червяка 7, насаженного на вертикальный вал 8.

При одновременном подъеме и повороте движение осуществляется через редукторы подъема и поворота 9 и 10 таким образом, что полуэуны 3, несущие цапфы поворотной рамы, переменяются по вертикальному валу 11, передвигающ при этом червячным колесом 6 червяк 7 по валу 8 с длинным шпоночным пазом.

Во избежание заклинивания подъем рамы производится двумя винтами (в правой и левой стойках), соединенных между собой промежуточным валом 12.

Наличие в кинематической цепи самотормозящей винтовой пары создает необходимые условия для безопасной установки изделия в любом желаемом положении.

Манипуляторы. Рассмотренные выше ручные манипуляторы пригодны для механизации ручной сварки и для оснащения автоматической сварки лишь продолжительных швов.

Ниже рассматриваются приводные специализированные устройства, пригодные для ручной сварки и для всех типов установок автоматической сварки, позволяющие осуществлять вращение изделия в нескольких плоскостях.

Манипуляторы, предназначенные для универсальных установок автоматической сварки, снабжаются вариаторами скоростей.

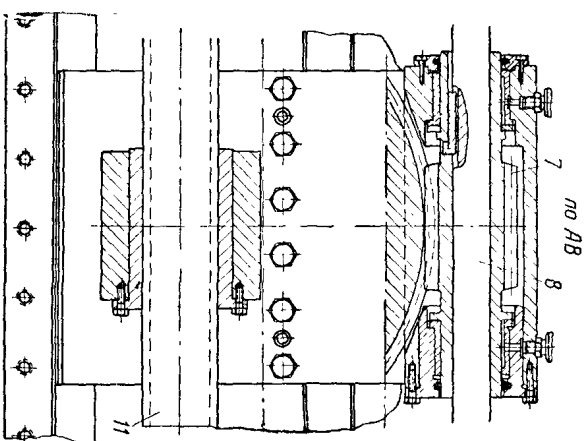
Они разделяются на поворотные на колонне и неповоротные на раме. В первом случае, кроме наклона и вращения стола манипулятора вокруг своей оси, возможен подъем по колонне и вращение вокруг нее. При необходимости осуществления только подъема стола по колонне сечение последней может быть некруглым.

Манипуляторы с ручным наклоном. Манипуляторы с ручным наклоном изготовляются грузоподъемностью до 10 т.

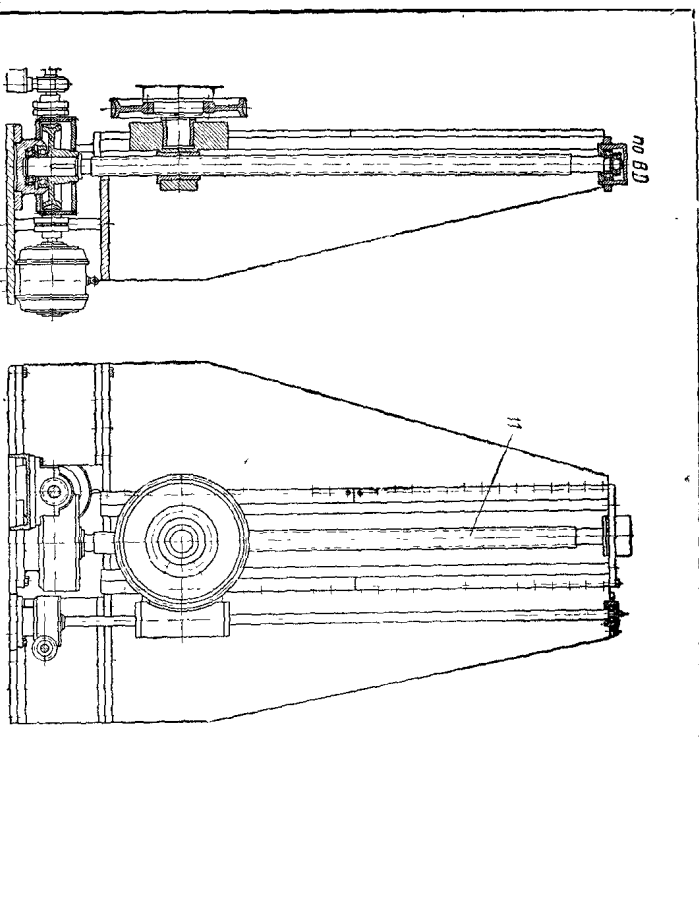
Различают две схемы крепления поворотного стола: на центральном валу и на цапфах.

У манипуляторов с центральным валом узел крепления стола весьма прост, но требует его уравнивания, так как имеется опасность перекосов при нагружении несимметричными изделиями.

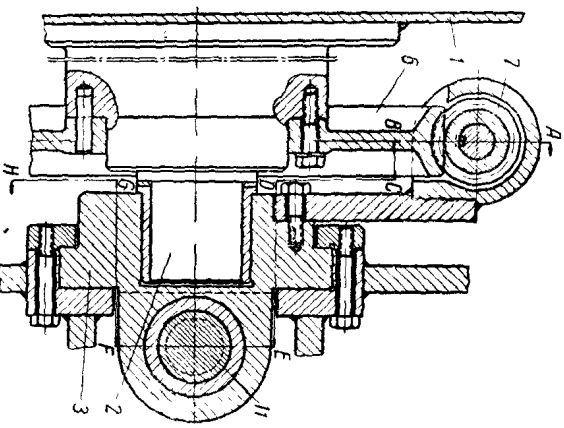
На фиг. 378 приведен манипулятор со столом на центральном валу. Он имеет одну скорость вращения. Планшайба приводится во враще-



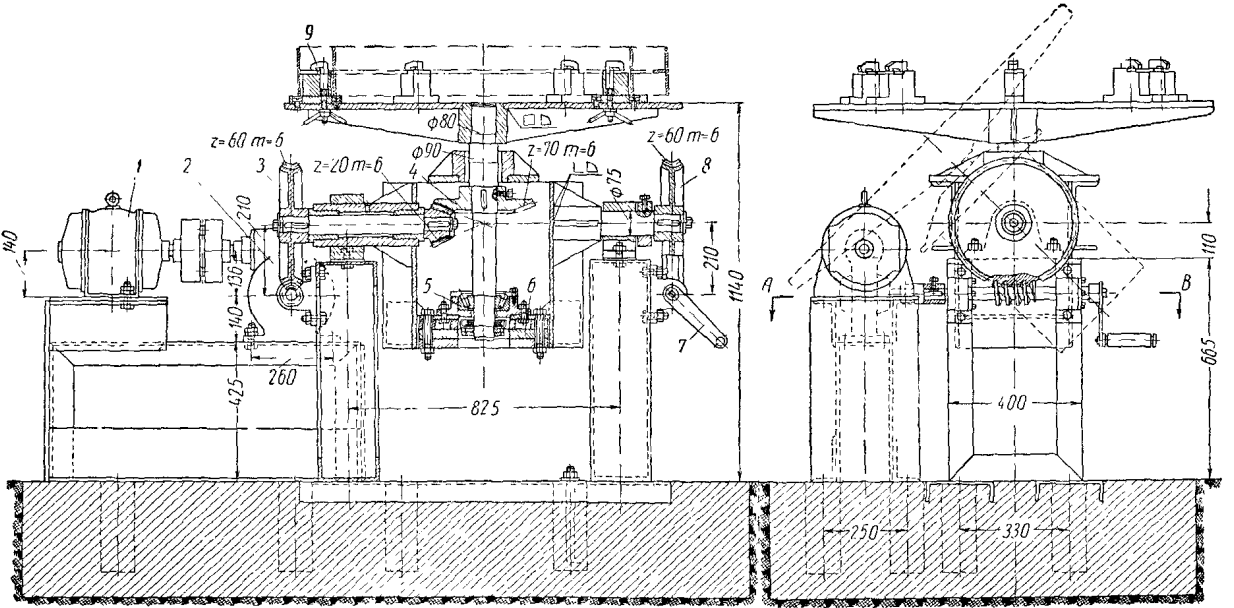
Фиг. 375.



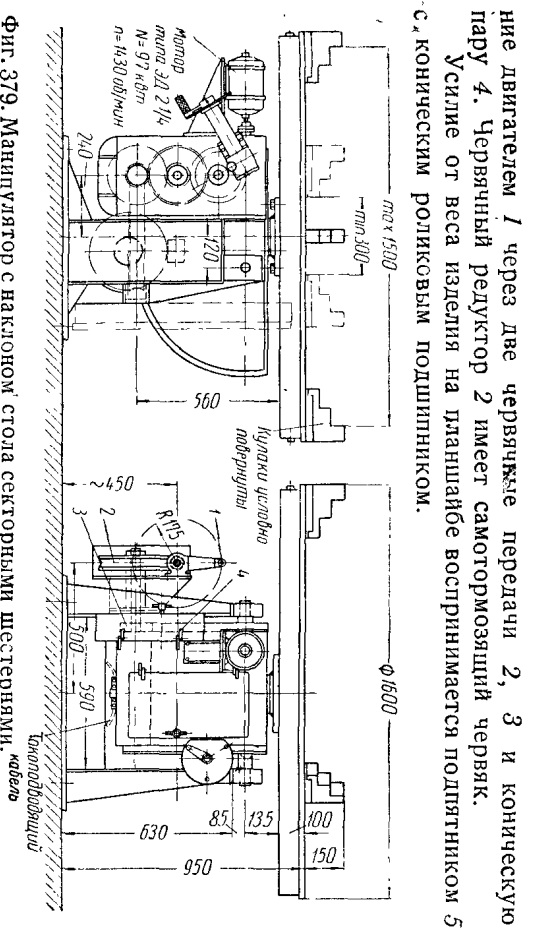
Фиг. 376.



Фиг. 377.



Фиг. 378. Манипулятор со столом на центральном валу.



Фиг. 379. Манипулятор с наклонном столе секторными шестернями.

ние двигателем 1 через две червячные передачи 2, 3 и коническую пару 4. Червячный редуктор 2 имеет самотормозящий червяк. Усилие от веса изделия на планшайбе воспринимается подшипником 5 с коническим роликовым подшипником.

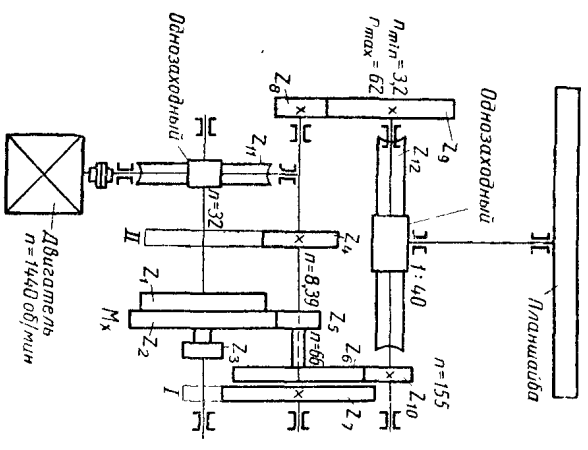
Планшайба уравнивается противовесом 6. Поворот производится рукояткой 7 через самотормозящую червячную пару 8. Свариваемое изделие крепится прижимами 9.

Манипулятор конструкции Института электросварки им. акад. Е. О. Патона АН УССР со столом на центральном валу, наклон которого осуществляется через секторные шестерни, показан на фиг. 379.

Этот манипулятор предназначен для сварки круговых швов изделий высотой до 1500 мм и диаметром от 300 до 1600 мм, например: фланцев, днищ, дисков, нижних судов и т. д. Скорости сварки — от 20 до 85 м/час; ступенчатое изменение скорости производится сменными шестернями.

Планшайба может устанавливаться под любым углом в пределах от 0 до 90°, ее наклон производится рукояткой 1 через червячную пару 2, шестерню 3 и зубчатый сектор 4.

Наибольший вес свариваемого изделия — 1000 кг. Крепление изделия на планшайбе — кулачками. Для обеспечения достаточной устойчивости при вертикальном положении планшайбы поворотный механизм должен крепиться к фундаменту. Кинематическая схема привода вращения планшайбы дана на фиг. 380.



Фиг. 380. Кинематическая схема манипулятора с наклонном столе секторными шестернями.

Манипулятор со столом на цапфах конструкции ЦНИИТМАШ приведен на фиг. 381, 382, 383.

Манипулятор состоит из фундаментной рамы 1, к которой болтами укреплены две стойки 2 и 3. На стойках на цапфах подвешены поворотный каркас манипулятора. На правой стойке 2 установлен двигатель, связанный через ременную передачу, редуктор 5 и открытую пару цилиндрических колес 6 с валом 7, лежащим на двух конических роликковых подшипниках 8 в корпусе 9.

Поворот планшайбы манипулятора осуществляется через коническую шестерню 10, скляпую на валу 7 и связанную с большим коническим колесом 11.

Планшайба сварной конструкции состоит из верхнего колца 12, имеющего пазы для крепления деталей или приспособлений, и вертикального цилиндра 13. К кольцу 12 на винтах 14 привернута обойма 15 верхней шариковой опоры, а к цилиндру 13 — обойма 16 нижней опоры. К этой же обойме крепится венцовая коническая шестерня 11. Планшайба через верхнюю шариковую опору опирается на каркас 17. Каркас связан через кронштейн 18 с сектором червячного колеса 20, приваренным к наружной обойме подшипника 19. Последний вращается в корпусе 9 от червяка 21, связанного со штурвалом 22.

Таким образом конструкция манипулятора позволяет осуществлять два вращательных движения планшайбы: приводом от двигателя — круговое рабочее и вручную через штурвал 22 — установочное.

Ток подводится через контакт 23, укрепленный в ползуне 24; подвод и отвод контакта — винтом 25.

На верхнее кольцо 12 планшайбы в зависимости от конструкции свариваемого изделия крепятся специальные зажимные приспособления.

На фиг. 383 показано центрирующее и зажимное приспособление для крепления обечайки с фланцем; приспособление к верхнему кольцу 12 планшайбы крепится болтами 26.

Обечайка центрируется подвижными кулачками 27 по внутреннему диаметру.

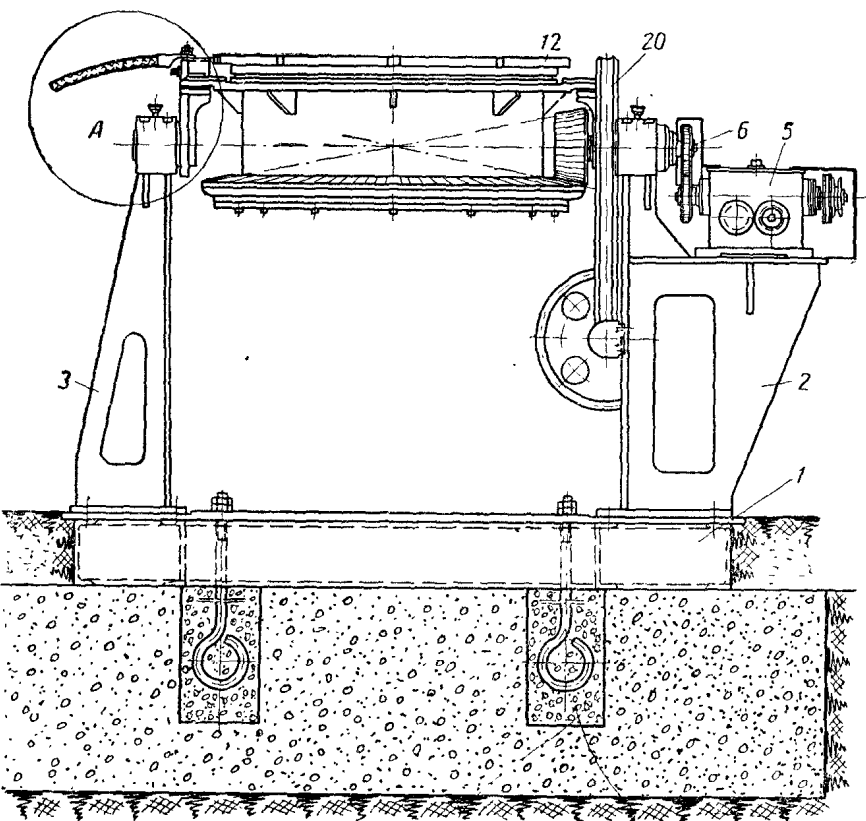
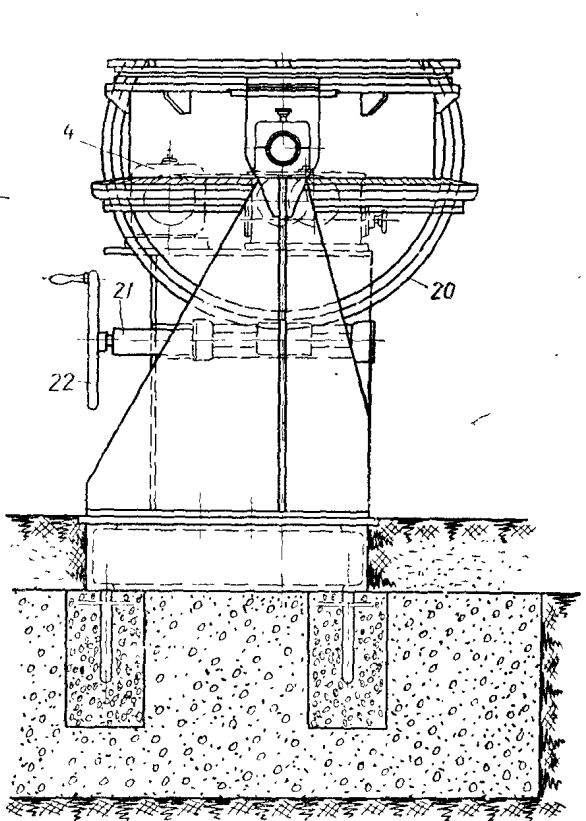
Основная несущая конструкция приспособления 29 центрируется на трех установочных винтах 30. Обечайка закрепляется трехприжимным прихватом 31.

Вращением винта 33 маховичком 32 производится одновременно закрепление и центрирование обечайки.

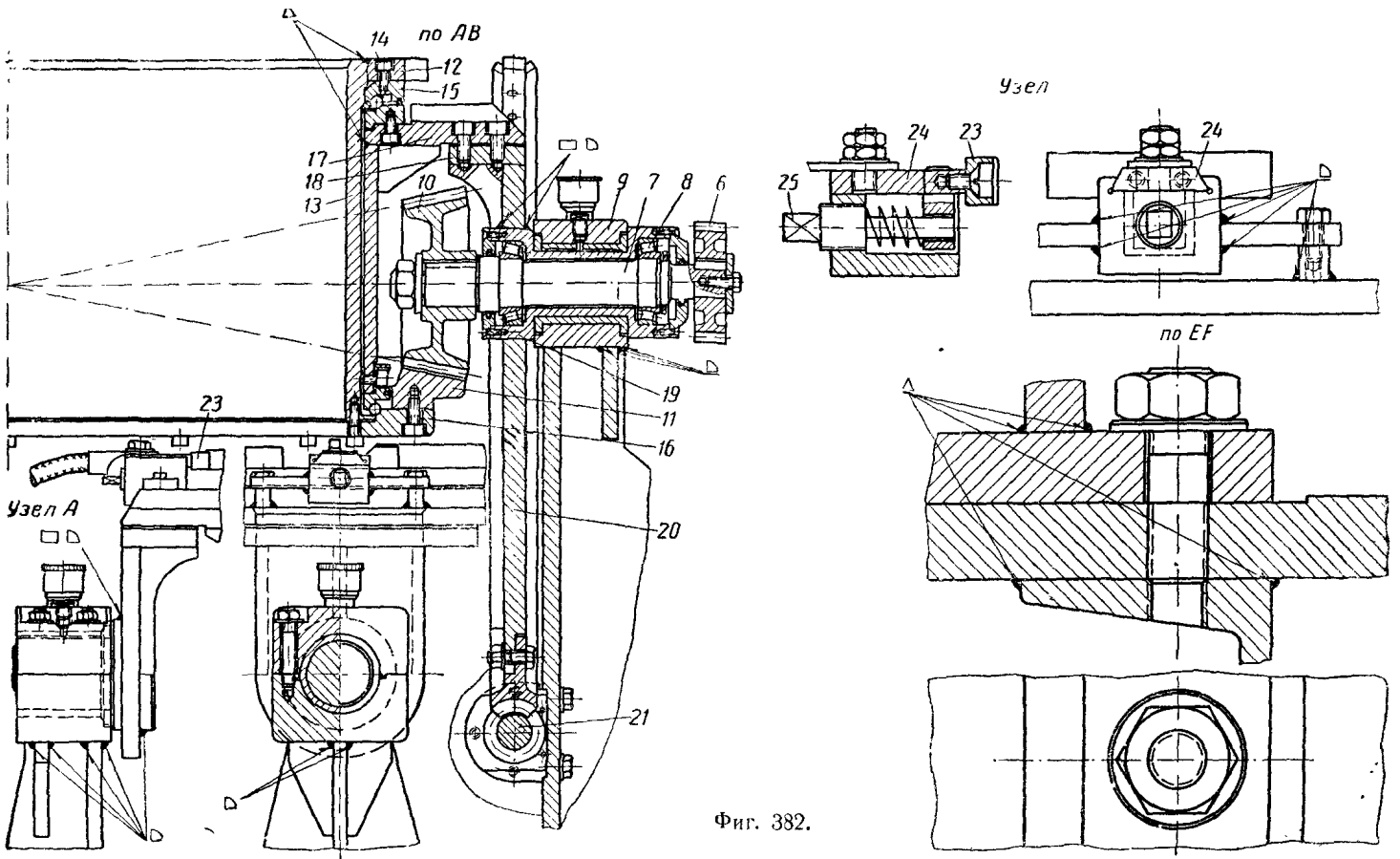
В 1949 г. ЦНИИТМАШ выпустил модернизированную модель манипулятора типа МАС-2.

Модернизированный манипулятор ЦНИИТМАШ МАС-2, приведенный на фиг. 384, 385, так же как и рассмотренный выше, предназначен для вращения изделий при автоматической сварке кольцевых швов и установок их в требуемое для этого положение.

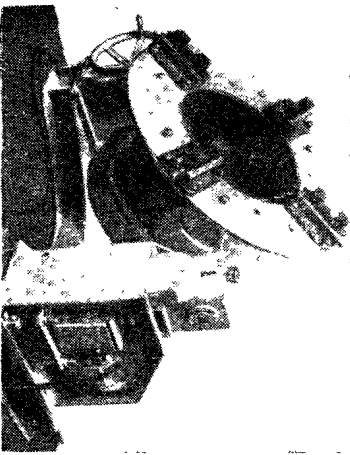
Главным отличием модернизированной конструкции манипулятора от предыдущей является бесступенчатое регулирование скорости вращения планшайбы.



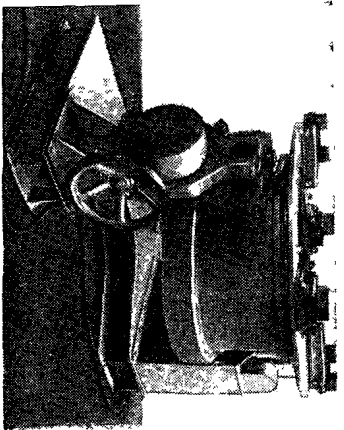
Фиг. 381. Манипулятор конструкции ЦНИИТМАШ.



Фиг. 382.

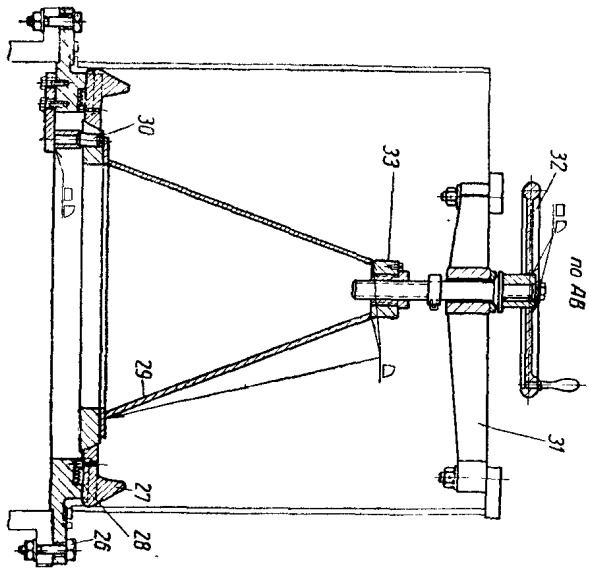


Фиг. 384.



Фиг. 385.

Фиг. 384—385. Новая конструкция модернизированного манипулятора ПНИИТМАШ типа МАС-2.



Фиг. 383.

Техническая характеристика манипулятора типа МАС-2:

Максимально допустимый крутящий момент на планшайбе в кгсм . . . . .	22 000
Максимально допустимый момент при наклоне планшайбы в кгсм . . . . .	30 000
Угол наклона планшайбы . . . . .	90°
Регулирование угла наклона планшайбы . . . . .	Ручным приводом
Скорость вращения планшайбы в об/час . . . . .	5,55—34,6
Метод регулирования скорости сварки . . . . .	Бесступенчатой передачей
Внутренний диаметр планшайбы в мм . . . . .	725
Вес манипулятора в кг . . . . .	1200
Характеристика мотора привода планшайбы . . . . .	Тип АДФ 22/4—1,5 квт, 1425 об/мин

Другая конструкция универсального манипулятора со столом на цапфах дана на фиг. 386 и 387. Манипулятор может обслуживать большой диапазон свариваемых изделий и предназначен для установок автоматической сварки круговых и кольцевых швов.

Кинематическая схема манипулятора изображена на фиг. 388. Манипулятор смонтирован на трехколевой тележке, на которой установлены приводной механизм, механизм вращения планшайбы и ручной механизм наклона стола. Движение от электродвигателя 1 передается через червячный редуктор 2, фрикционный вариатор 3, цилиндрические 4 и конические пары колес 5 к зубчатой паре, в которой большая шестерня 6 крепится к планшайбе 7, опирающейся через ось 8 на крестовину. Сварная крестовина состоит из двух полуосей 9, вращающихся в подшипниках 10 на стойках тележки.

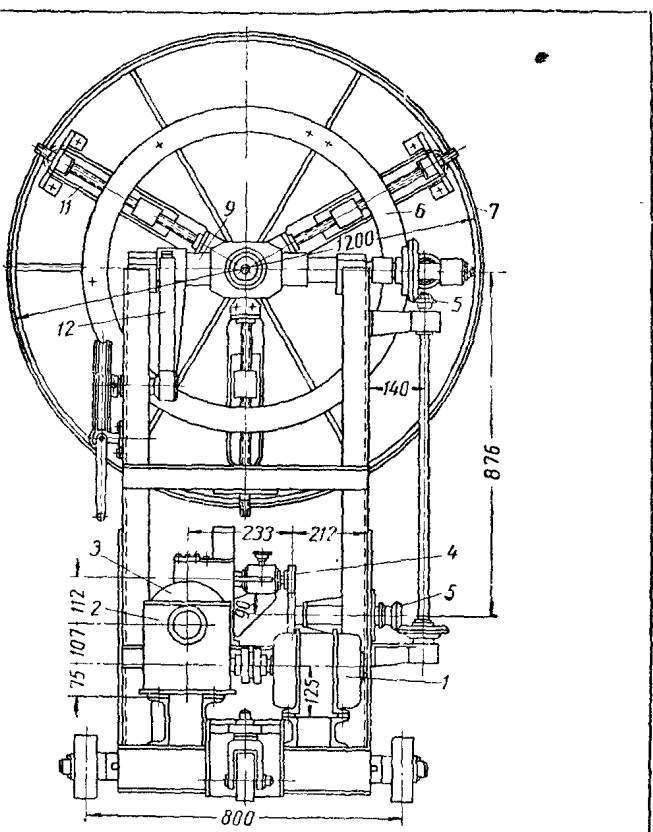
На планшайбе диаметром 1200 мм установлены три кулачка для крепления изделия. Кулачки перемещаются по направляющим 11, сделанным в теле планшайбы. Минимальный диаметр зажимаемого изделия — 370, максимальный — 990 мм.

Наклон стола — до 90°. Привод — ручной с самотормозящей передачей на секторную шестерню 12, прикрепленную к крестовине; опра-ничителями наклона служат приварные планки.

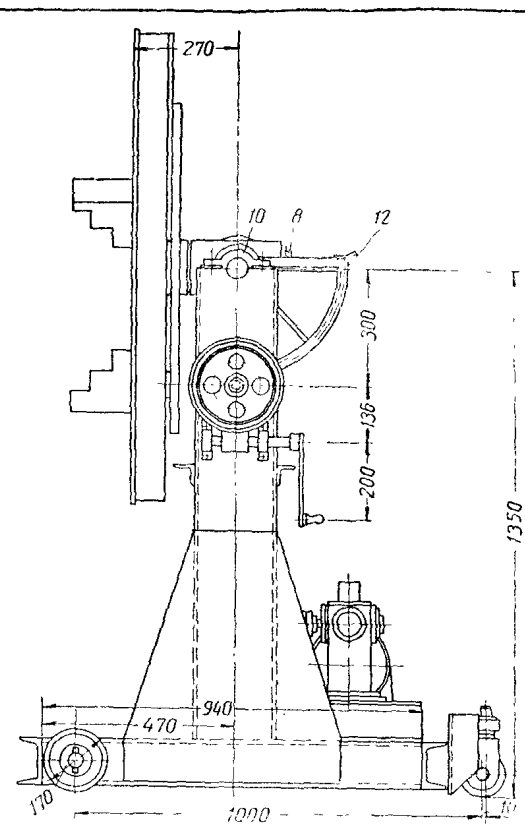
Манипуляторы с наклоном планшайбы. Этот тип манипуляторов изготавливается на колонне (фиг. 389) или на неподвижной станции (фиг. 390).

В первых манипуляторах возможно осуществление вращения планшайбы, поворот вокруг колонны и подъем по колонне. Эти движения осуществляются раздельными механизмами, смонтированными на общей раме.

В манипуляторах на неподвижной станции имеются два главных механизма: механизм поворота планшайбы и механизм наклона стола. Питание электродвигателей обоих типов манипуляторов осуществляется гибким кабелем.

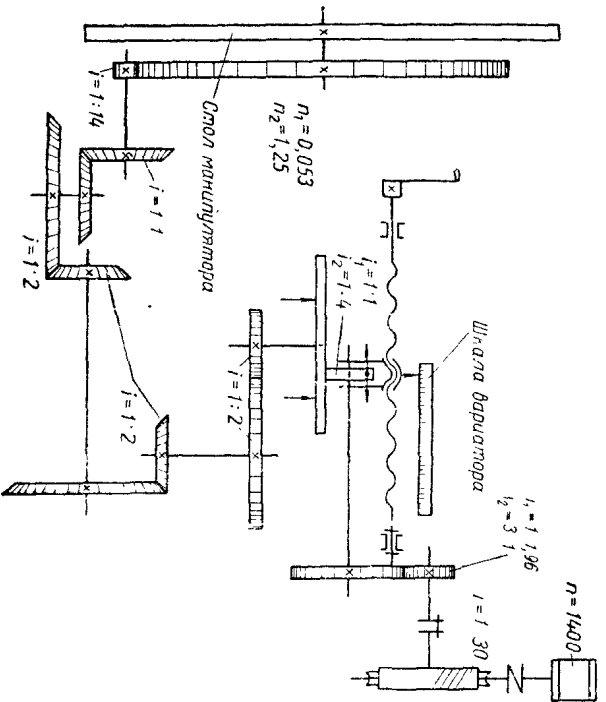


Фиг. 387. Универсальный манипулятор со столом на цапфах.

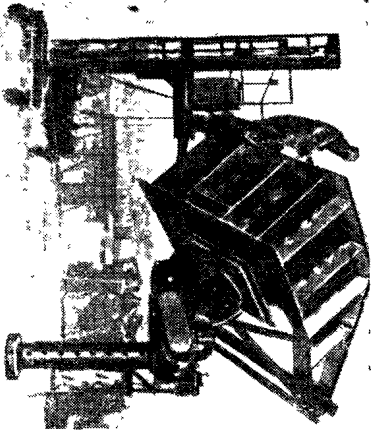


Фиг. 386. Универсальный манипулятор со столом на цапфах.

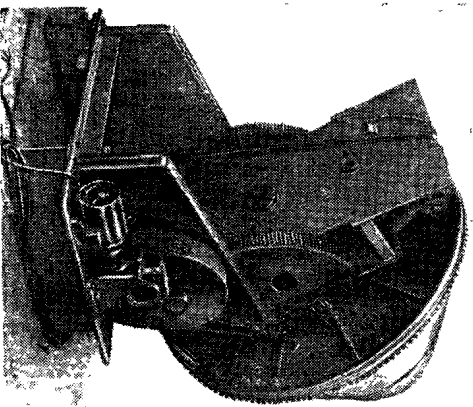




Фиг. 388. Кинематическая схема универсального манипулятора со столом на цапфах.

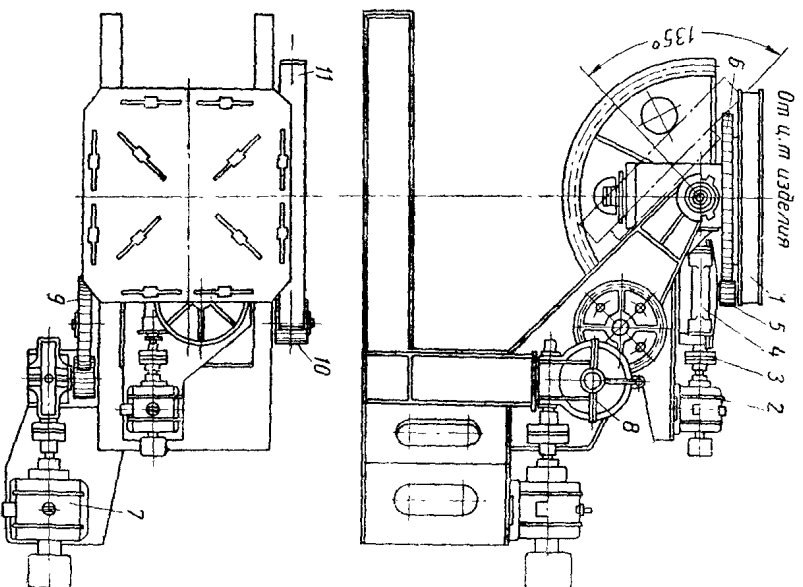


Фиг. 389. Манипулятор с наклонном планшетом от электродвигателя. Установка на колонне.



Фиг. 390. Манипулятор с наклонном планшетом от электродвигателя. Установка на станции.

Схема манипулятора на станции дана на фиг. 391. Поворот планшайбы 1 осуществляется от электродвигателя 2, соединенного эластичной муфтой 3 с червячным редуктором 4. На валу червячного колеса крепится малая шестерня 5, находящаяся в зацеплении с большой вендовой шестерней 6, связанной жестко с планшайбой.



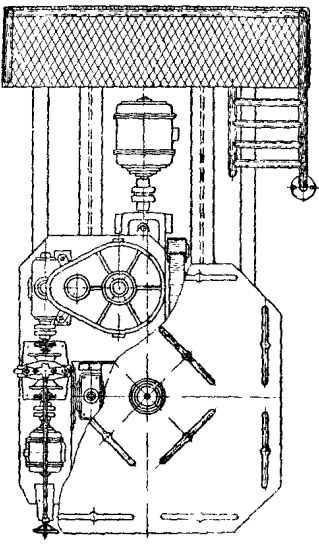
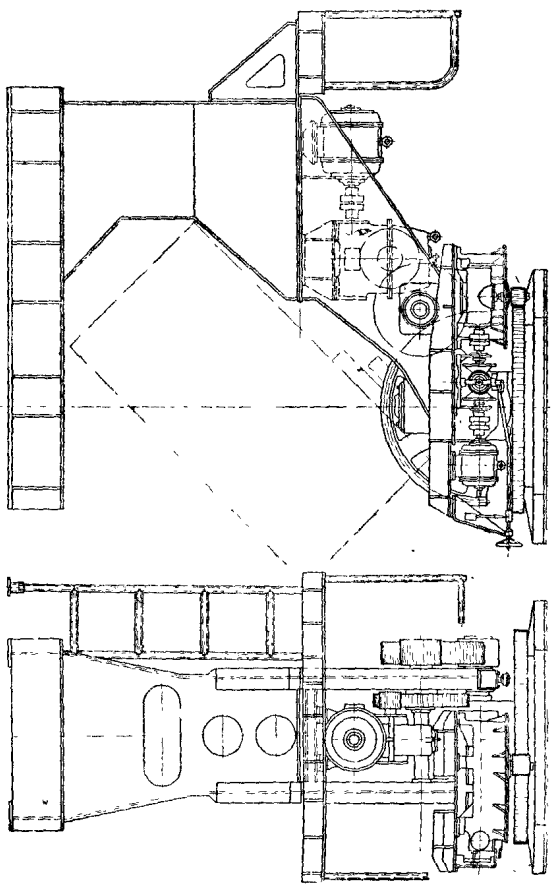
Фиг. 391. Схема манипулятора на станции.

Наклон планшайбы осуществляется от электродвигателя 7 через червячный редуктор 8, пару зубчатых колес 9, шестерню 10 и секторное колесо 11.

В зависимости от величины преодолеваемого при наклоне крутящего момента секторных шестерен может быть одна или две.

Высота манипулятора устанавливается в зависимости от длины изделий при наклонном положении планшайбы. Если манипулятор предназначается для обслуживания большего диапазона изделий с различными скоростями сварки, необходимо введение вариатора скоростей.

Характеристика манипулятора грузоподъемностью 3000 кг; снабженного вариатором скоростей (проект) (фиг. 392), приведена ниже:



Фиг. 392. Манипулятор на станции с вариатором.

- Размеры деталей, устанавливаемых на столе, в м. . . . . До 3,5
- Диаметры круглых швов, свариваемых на столе, в м. . . . . От 1,2 до 3,5
- Расположение центра тяжести изделия над уровнем стола в мм. . . . . Не более 450
- Допустимое отклонение центра тяжести изделия от оси вращения в мм. . . . . До 170
- Вращение стола реверсивное. . . . . 360°
- Наклон стола от горизонтального положения. . . . . На 135°
- Число оборотов стола в минуту при вращении. . . . .  $n_{max} = 0,3$
- Число оборотов стола в минуту при наклоне. . . . .  $n_{min} = 1$

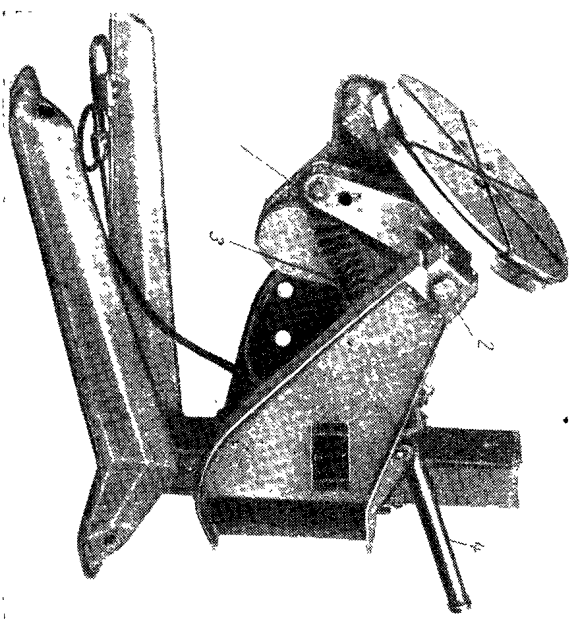
Механизм поворота состоит из электродвигателя, связанного через муфту с вариатором скоростей (фрикционная передача системы Свето-

зарова) и далее через червячно-цилиндрический редуктор с зубчатой парой, у которой большое колесо является венцовым, крепящимся к раме поворотного стола.

Передающие числа механизма поворота без вариатора:

- 1) червячно-цилиндрический редуктор  $i_1 = 800$ ;
- 2) венцовая зубчатая пара  $i_2 = 12$ .

Червяк сделан самотормозящим.



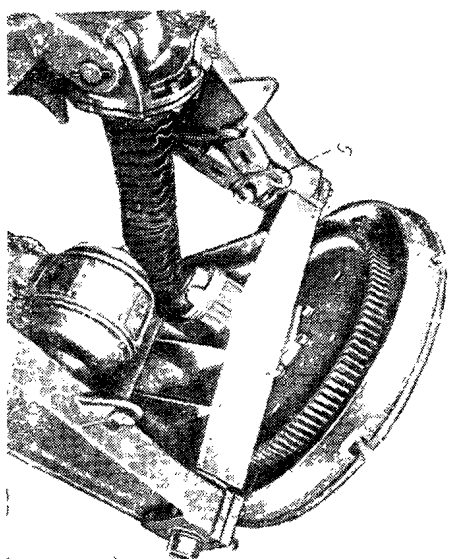
Фиг. 393. Манипулятор с наклоняющим шпинделем.

Привод механизма наклона стола состоит из электродвигателя, связанного через червячный редуктор, с одной промежуточной зубчатой парой и шестерни с секторным колесом, сидящим на валу поворотного стола.

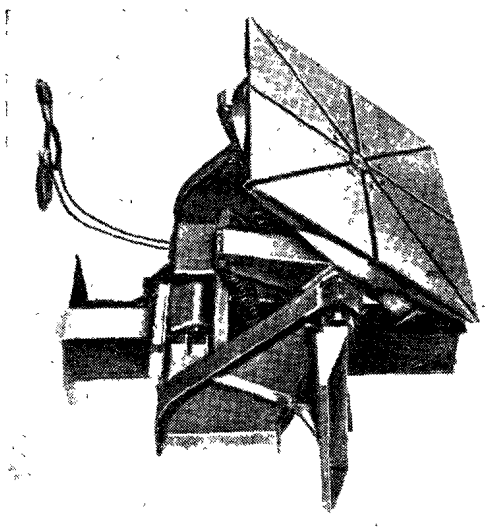
Передающие числа механизма наклона:

- 1) червячный редуктор  $i = 50$ ;
- 2) промежуточная цилиндрическая пара  $i = 4,0$ ;
- 3) пара с зубчатый сектором  $i = 5,0$ .

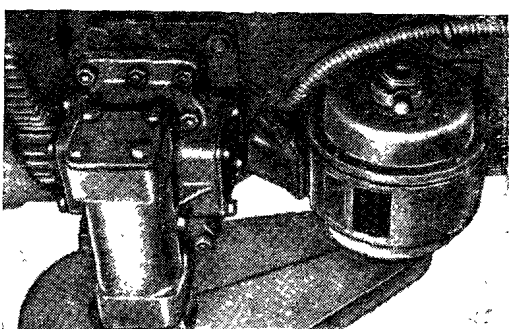
Основным параметром для манипуляторов является предельное положение центра тяжести изделия при данном его весе. Эти данные позволяют определить условия устойчивости манипулятора и выбрать необходимое его базу. При длинных изделиях, если прочность передаточной и устойчивости системы не допускают консолидного крепления изделия, необходима вторая опора для него на неприводных роликах.



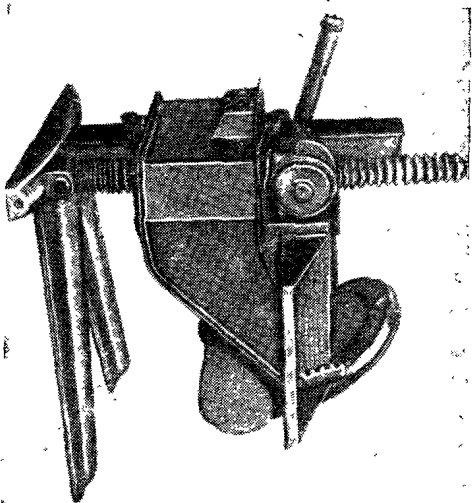
Фиг. 394. Манипулятор с наклоняющимся шпинделем.



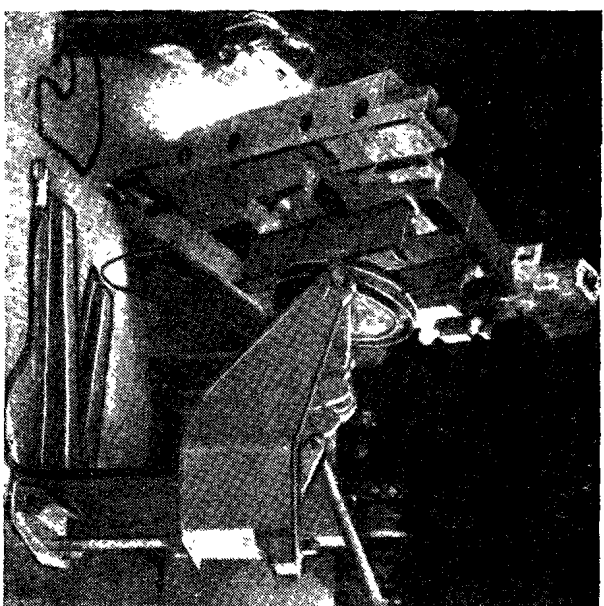
Фиг. 395. Манипулятор с двумя шпинделями.



Фиг. 396. Узел привода вращения стола.



Фиг. 397. Манипулятор с винтовым подъемом.



Фиг. 398. Питание и концевое выключение манипулятора с винтовым подъемом.

Наклон планшайб манипуляторов возможен не только секторными шестернями, но и винтовыми шпинделями (см. фиг. 393 и 394).

Наклоняющий шпиндель (фиг. 393) связан с рычагом, жестко скрепленным с валом 2 механизма наклона стола. Винтовой шпиндель по-лучает поступательное движение от качающейся гайки.

При поступательном движении шпинделя рычаг 1 поворачивает стол в требуемое положение. Так как в непосредственной близости от шпинделя производится сварка и возможно забрызгивание резьбы, при-меняется прорезиненный рукав 3, надеваемый на винт шпинделя на участке между гайкой и местом закрепления шпинделя к рычагу 1. Свободный конец шпинделя защищен трубой 4. Крайние положения при наклоне определяются конечными выключателями 5 (фиг. 394).

Для тяжелых изделий наклоняющих шпинделей должно быть два (фиг. 395).

Узел привода вращения стола показан на фиг. 396. Вертикальный подъем манипулятора может быть осуществлен также по винту, защищенному с обеих сторон рукавом (фиг. 397). Положение подъемной траверсы манипулятора по высоте определяется конечными выключате-лями (фиг. 398).

### ГЛАВА III

## МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ УСТАНОВОК ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ

Под установками для автоматической сварки следует понимать комплекс механического и электрического оборудования технологически взаимно связанного между собой и предназначенного для наложения сварочным автоматом прямолинейного, кольцевого или криволинейного швов.

В установку входит электрическое оборудование, механическое обо-рудование, вспомогательное оборудование.

Электрическое оборудование состоит из источников питания дуги (трансформаторы), электросварочного оборудования: сварочные головки, сварочные тракторы и др., и аппаратов регулирования и управления.

Электрическое оборудование составляет в соответствующей компоновке неотъемлемый элемент автоматических установок. Механическое оборудование не является во всех случаях необходимой принадлеж-ностью установок и в этом смысле оно технологически является обяза-тельными только для осуществления вращения изделия с заданной скоростью при наложении кольцевых или круговых швов.

Классификация механического оборудования установок для автома-тической сварки дана на фиг. 399.

Механическое оборудование установок по конструктивным и экспло-атационным признакам делится на:

а) оборудование, предназначенное для крепления электросварочных аппаратов или их перемещения по заданному направлению;

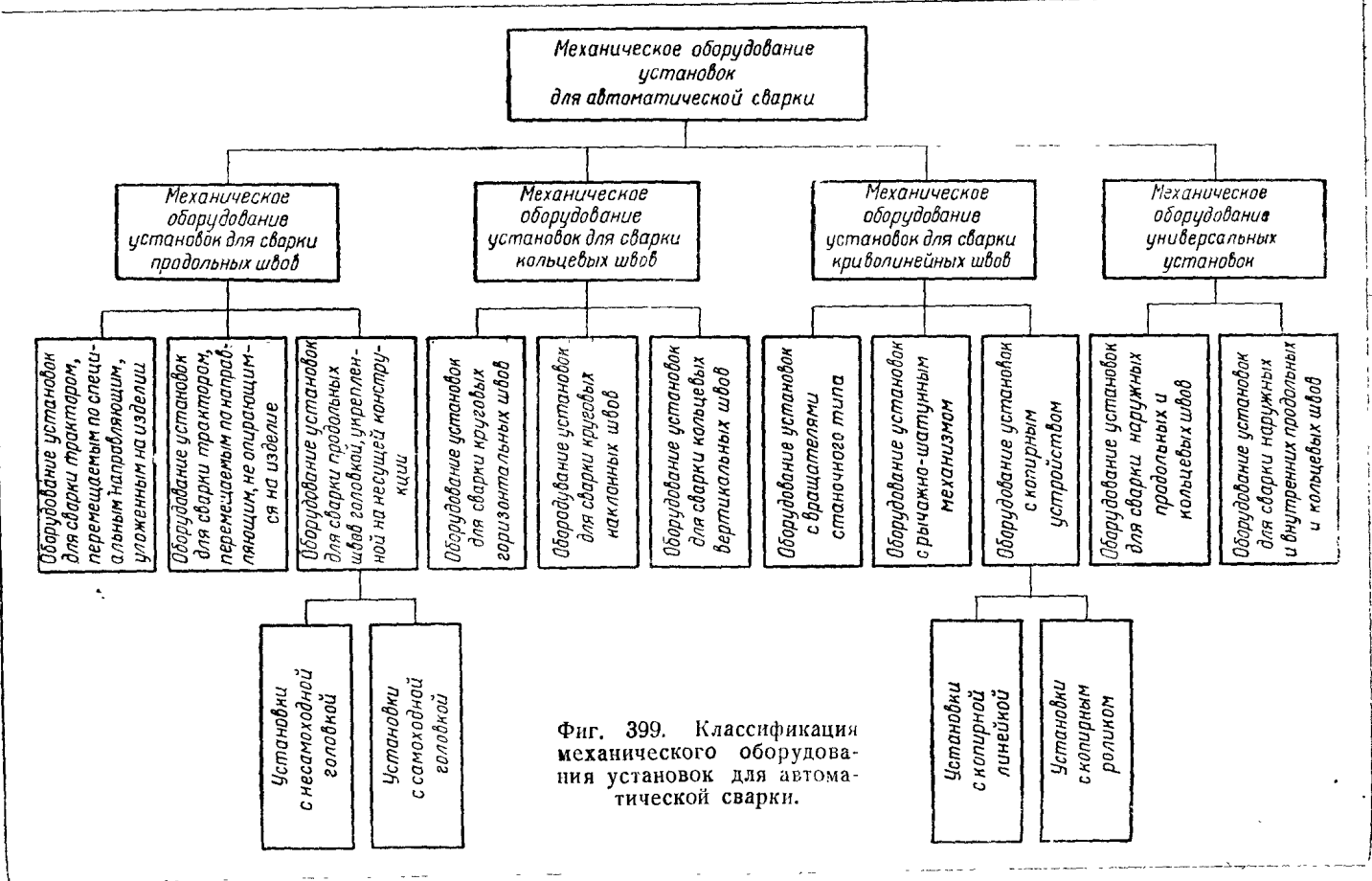
б) оборудование, предназначенное для манипулирования со свариваемым изделием в процессе наложения шва.

Вспомогательным оборудованием автоматических установок является: а) флюсовая аппаратура для подачи флюса в зону сварки и удале-ния его после сварки;

б) приводные или иные устройства для поджима флюса;

в) флюсоудерживающие устройства;

г) приспособления для подвода тока к движущим частям установок. В настоящей книге не рассматривается электрическое и вспомога-тельное оборудование. В необходимых случаях указываются лишь те специфические особенности сварочного и вспомогательного оборудова-ния, которые влияют на механическое оборудование установок.



Фиг. 399. Классификация механического оборудования установок для автоматической сварки.

### 1. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ УСТАНОВОК ДЛЯ СВАРКИ ПРОДОЛЖНЫХ ШВОВ

Сварка продольного шва может осуществляться одним из способов, приведенных в классификации (фиг. 399).

Каждый из перечисленных вариантов имеет свои разновидности в зависимости от формы изделия и конструкции сварочного аппарата. Для изделий с продольными швами значительной длины применение автоматической сварки всегда эффективно. Для изделий же с короткими швами или с частыми поворотами в процессе сварки может оказаться выгодным применение ручной сварки с высокопроизводительными электродами типа ЦМ-7 или ЦМ-7С (см. часть первая, глава I), выполняемой на поворотных ручных или моторных механизмах для установки изделия.

Автоматическая сварка механизмирует лишь непосредственное наложение шва. Нетрудно видеть, что эффективность автоматической и ручной сварки зависит от степени механизации кантовочных работ, связанных с установкой изделия в положение для сварки.

Но даже при коротких продольных швах правильная технология может сделать их сварку автоматом также рентабельной. Например, при коротких швах на коротких обечайках при одновременной сварке нескольких изделий путем установки их в одну общую линию вспомогательное общее время резко уменьшается, и применение автоматической сварки становится эффективным.

Дальнейшее улучшение сварочной аппаратуры и конструкции самих установок несомненно повысит эффективность автоматической сварки при самых разнообразных работах.

Из приводимой ниже табл. 55 видно, что пуск, наладка и регулировка сварочного аппарата занимают в некоторых случаях весьма значительное время до 33,6%, а установка и съем изделия — до 19,1% от времени всей операции, расходуемого на сварку продольного шва обечайки диаметром 1100 мм трактором УТ-1200 на порталной установке.

Таблица 55

Наименование затрат времени	% к общему времени
Установка изделия, выверка, подготовка флюсовой постели и снятие после сварки . . . . .	19,1
Пуск, наладка, регулировка сварочного аппарата, устройство заземления и заправка кассеты . . . . .	33,6
Наладка, откатка и регулировка портала . . . . .	7,2
Сварка (горение дуги) . . . . .	24,8
Заправка флюсом бункера, сбор флюса и очистка шва . . . . .	15,3

Очевидно, что улучшение конструкции установок должно идти по пути создания быстродействующих, самоустанавливающихся приспособлений для точного и быстрого направления сварочного аппарата по линии

шва, быстрой подготовки флюсовых присособлений и др. Именно с этой точки зрения наиболее удобной является сварка трактором, перемещаемым непосредственно по изделию.

#### а) Сварка трактором, перемещаемым по изделию без направляющих

Метод сварки продольных швов трактором, перемещаемым непосредственно по самому изделию, является самым простым. Механизация сварочных работ, если это оказывается экономически целесообразным, должна обеспечивать наиболее быстрый и легкий поворот изделия в положение для сварки. Сварочный трактор позволяет в короткий срок освоить автоматическую сварку на данном производственном участке, не требуя при этом дорогостоящего оборудования в виде порталов, консолей и других несущих устройств для сварочной аппаратуры.

Для сварки тяжелых изделий с длинными продольными швами используется технологический процесс проаводства, так как относительно легкий переносный трактор может быть подан к самому изделию, тем самым исключая необходимость в транспортировке последнего.

Значительно улучшается использование площади цеха, так как отпадает необходимость сосредоточивания всех сварочных работ в одном месте. Однако эффективность применения тракторов падает при необходимости частых переносов, т. е. при сварке коротких швов.

Сварка трактором нескольких продольных швов на изделии может вестись с поворотом изделия в положение, наилучшем для наложения данного шва, и без поворота. Очевидно, необходимо стремиться к сварке изделия с наименьшим числом поворотов.

Количество поворотов при сварке зависит как от формы изделия, так и от типа сварочного аппарата. Так, например, при сварке четырех посных швов на балке трактором ТС-13 требуется три поворота.

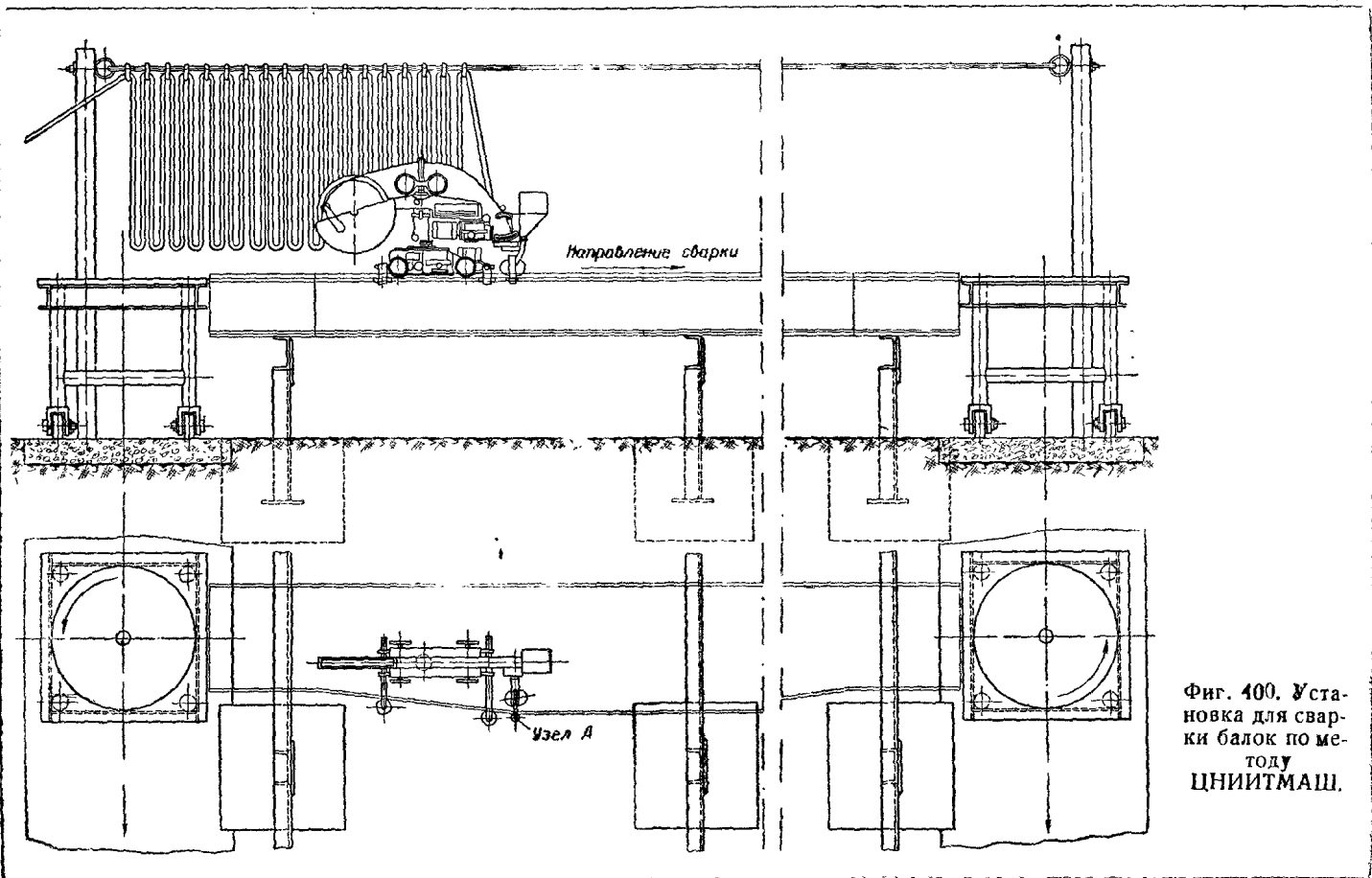
Совершенно очевидно, что при этом встает вопрос о применении поворотных механизмов для быстрой установки балки в положение для сварки. Трудоемкость операции поворота и установки может сделать невыгодным применение автоматической сварки, ибо очевидно, что при сварке тех же четырех швов вручную требуется лишь один поворот.

Поэтому следует признать, что число кантовок, требуемых при сварке посных швов, является определяющим фактором при выборе схемы сварки балок.

По схеме, разработанной ЦНИИТМАШ, для сварки продольных четырех посных швов балок трактором УТ-1500 требуется лишь один поворот.

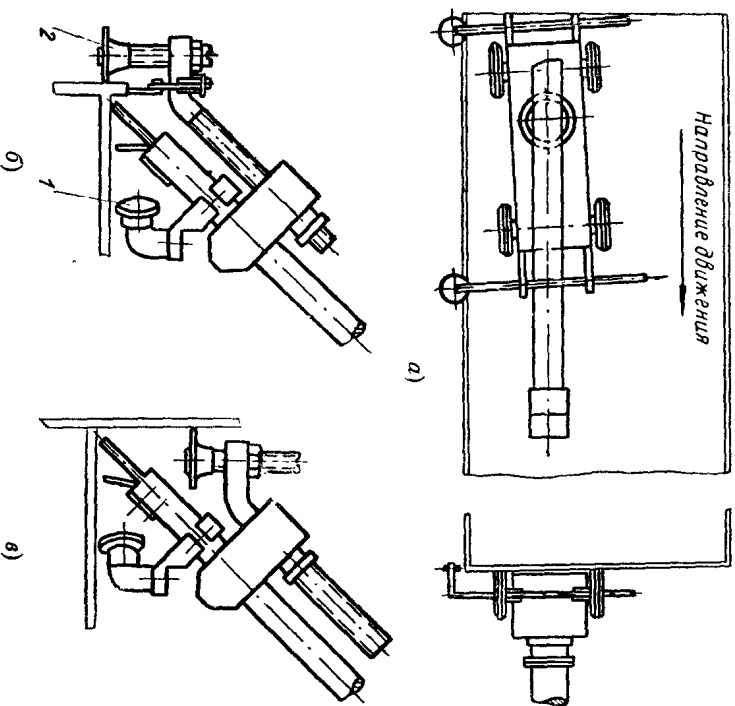
На фиг. 400 дан общий вид установки трактора для сварки угловых швов при высоких и низких стенках балок по схеме ЦНИИТМАШ. Конструкция крановой балки коробчатого сечения показана условным пунктиром. Балка состоит из четырех листов. Верхний поперечный лист — прямой, нижний — ломаный.

Балка кладется таким образом, чтобы ее вертикальная стенка была расположена горизонтально. Сварочный трактор ставится непосредственно на балку. Для того, чтобы каретка трактора не уходила от свариваемой кромки, к каретке крепятся два ролика так, чтобы ось



Фиг. 400. Установка для сварки балок по методу ЦНИИТМАШ.

каретки была направлена под небольшим углом к линии движения. Это достигается благодаря тому, что кронштейн ролика 1 выдвигнут несколько больше, чем кронштейн ролика 2 (фиг. 401, а). Таким образом, каретка стремится отойти от свариваемой кромок, но так как эти ролики зацеплены за вертикальную стенку бабки, то каретка не отходит, и между роликами и кареткой создается некоторое давление. Каретка идет под углом 4—5°, передвигаясь параллельно свариваемой кромке наружной стенки.



Фиг. 401. Установка для сварки бабок по методу ЦНИИТМАШ.

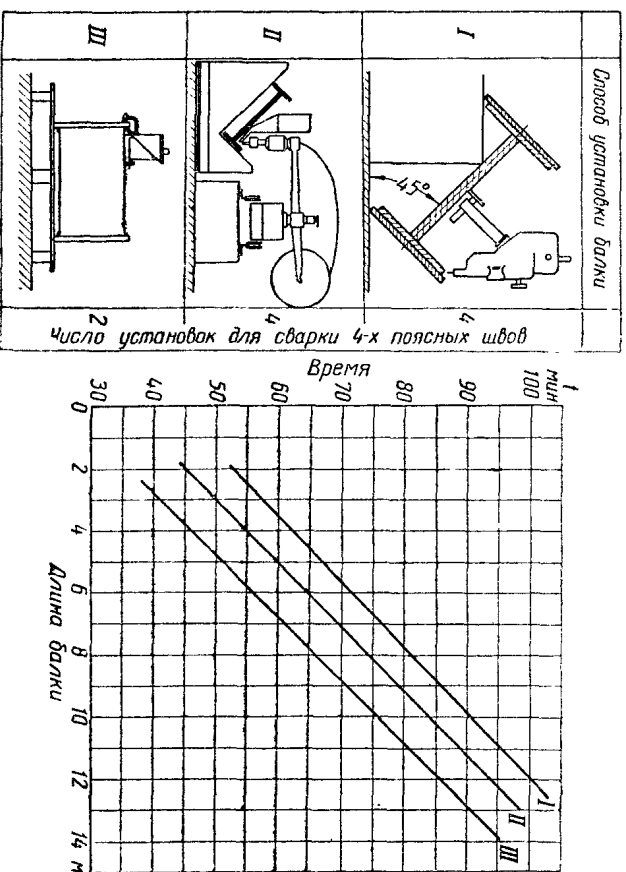
Колонка трактора, расположенная на горизонтальном шарнире, при опускании коромысла может наклоняться (вся подвеска сварочной головки является плавающей). Головка может перемещаться вверх и вниз и поворачиваться относительно вертикальной оси. Плавающая подвеска используется для того, чтобы создать копирный мундштук.

Копир состоит из двух роликов (фиг. 401, б). Первый ролик является опорным; на него передается тяжесть сварочной головки при опущенном шарнире. Неровности, впадины на поверхности изделия копируются мундштуком сварочной головки. Неровности на вертикальной стенке свариваемой бабки воспринимаются вторым роликом, который катится по наружной стороне бабки.

Двугарбовые бабки также могут свариваться универсальным трактором типа УТ по методу ЦНИИТМАШ. Отличие от предыдущего слу-

чая заключается главным образом в том, что копирные ролики каретки и сварочной головки будут направляться не по наружной стороне бабки, а по внутренней. На фиг. 401, в показана настройка копирных роликов универсального трактора для автоматической сварки угловых швов двугарбовых бабок.

Применение того или иного способа установки бабки для сварки продолжных швов надлежало бы качества определяется в конечном итоге расчетом затрат времени на основные и вспомогательные работы.



Фиг. 402. Сравнительный график затрат вспомогательного времени при сварке бабок в "точечку" и по методу ЦНИИТМАШ.

Анализ нескольких схем установок бабок (фиг. 402) показывает, что способ укладки изделия (при условно принятом равном времени на сварку) дает значительную разницу во вспомогательном времени.

Например, для бабок коробчатого и двугарбового сечений с четырьмя продолжными швами при установках на стойку I, или на специальный стеллаж II, или, наконец, по методу ЦНИИТМАШ III в помогательное время уменьшается: в случае схемы III при длинных изделиях (12 м) — на 140% по сравнению со схемой I и на 80% — со схемой II. При коротких бабках (4 м) выходы стандарты еще больше: на 270% по сравнению с I и на 160% по сравнению со II схемой установки. Анализ проведен для бабки весом 500 кг.

График учитывает следующие затраты времени:

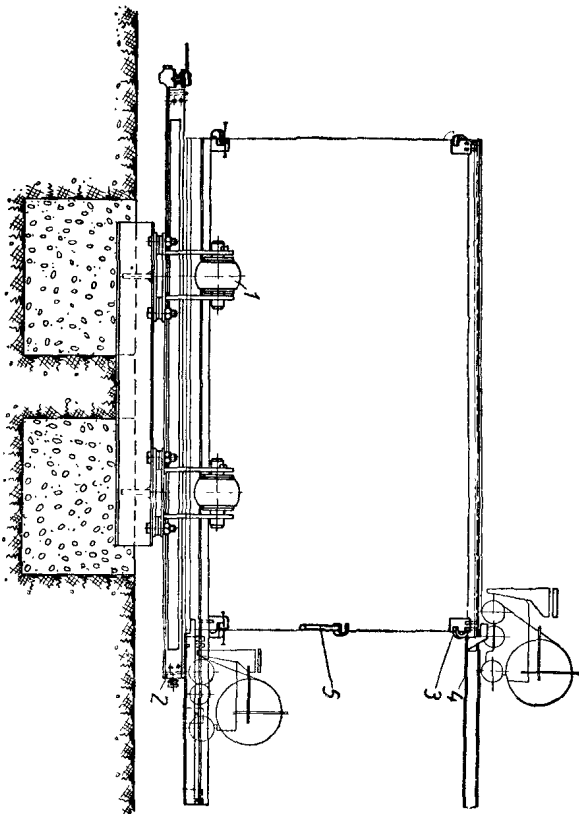
- 1) укладка и снятие изделия;
- 2) подготовка и управление автоматом;
- 3) очистка кромок шва и сбор флюса.

Поворот изделия осуществляется краном.

Проведенный анализ показывает целесообразность схемы сварки продольных швов по методу ЦНИИТМАШ.

На фиг. 403 дана схема установки для сварки внутренних и наружных продольных швов сварочным трактором, пути для которого уложены на самом изделии.

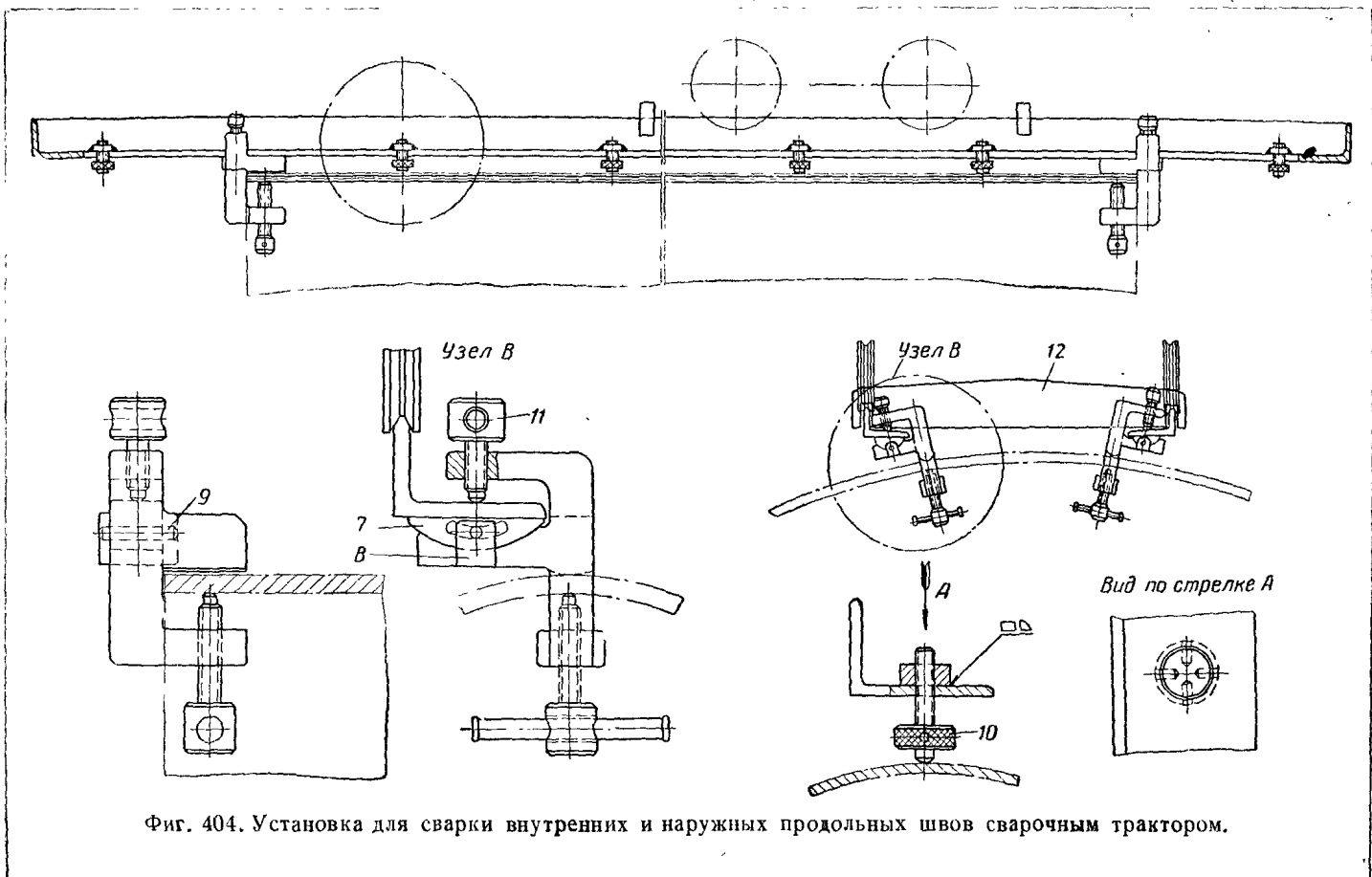
Свариваемое изделие укладывается на неподвижные опорные ролики 1. Под ролики снизу уложена флюсовая подушка 2.



Фиг. 403. Установка для сварки внутренних и наружных продольных швов сварочным трактором.

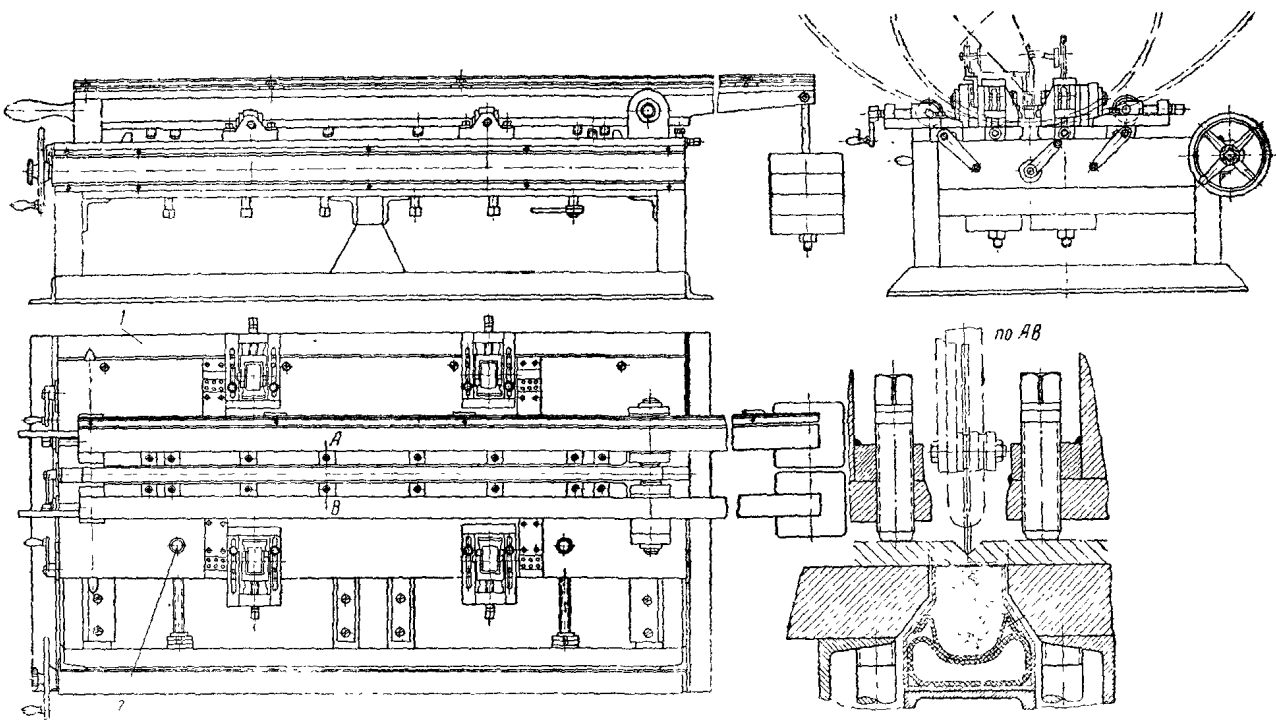
К свариваемому изделию прикреплены с помощью прижимов 3 направляющие 4, являющиеся путями для сварочного трактора. Для поворота изделия после сварки одного шва служит захватный крюк 5. Крепление направляющих показано на фиг. 404. Прижимы прикрепляются к торцевой части обечайки. В верхней части прижима сделана шарнирная опора, состоящая из сегмента 7, укрепленного в боковых щеках 8, удерживаемых пальцем 9. Поворот сегмента необходим для правильной установки направляющих сварочного трактора. После выверки установочными винтами 10 путь трактора закрепляют винтами 11 и держателями 12, наелеваемыми в виде шаблонов — скоб на оба угольника пути. При подходе трактора к месту установки скоб они снимаются и закрепляются вновь позади трактора.

Недостатком этой схемы является значительное время, требуемое для правильного монтажа направляющих относительно линии шва. Поэтому вариант установки, в котором путь для трактора связан непосредственно со сборочным элементом приспособления, более удачен.



Фиг. 404. Установка для сварки внутренних и наружных продольных швов сварочным трактором.





Фиг. 405. Стенд для сборки и автоматической сварки продольных швов обечайки.

В настоящее время обычно сборка обечаек под сварку и сварка внутренних продольных швов производятся раздельно на разных рабочих местах. При этом существующий технологический процесс предусматривает наварку вспомогательных планок, применение стержневых скоб, временную прихватку, которая в последующем поддежит вырубке. Этот процесс не позволяет эффективно применять автоматическую сварку для внутреннего шва.

Показанный на фиг. 405 проект стенда позволяет произвести сборку и сварку на одном рабочем месте.

Работа на стенде производится следующим образом. Одна из кромок обечайки зажимается неподвижной траверсой 1, несущей восемь винтовых домкратов. Вторая кромка зажимается траверсой, расположенной на плавающей супорте 2. Конструкция супорта позволяет устранять непараллельность кромок обечайки и устанавливать необходимый зазор между ними. Долевое смещение кромок устраняется торцевыми домкратами.

Верхние поверхности зажимных траверс являются направляющими для сварочного трактора типа ТС-12.

#### 6) Сварка трактором, перемещаемым по направляющим, не опирающимся на изделие

Такая установка для автоматической сварки под слоем флюса продольных швов значительной длины показана на фиг. 406 и 407. Эта установка пригодна также для сварки наружных продольных швов на обечайках средних диаметров.

По стационарно установленным путям движется сварочный трактор или самоходная головка. При применении механизмов для поворота изделия на установке можно производить сварку, кроме продольных, также и кольцевых швов.

Высота свариваемых изделий определяет положение путей под трактор.

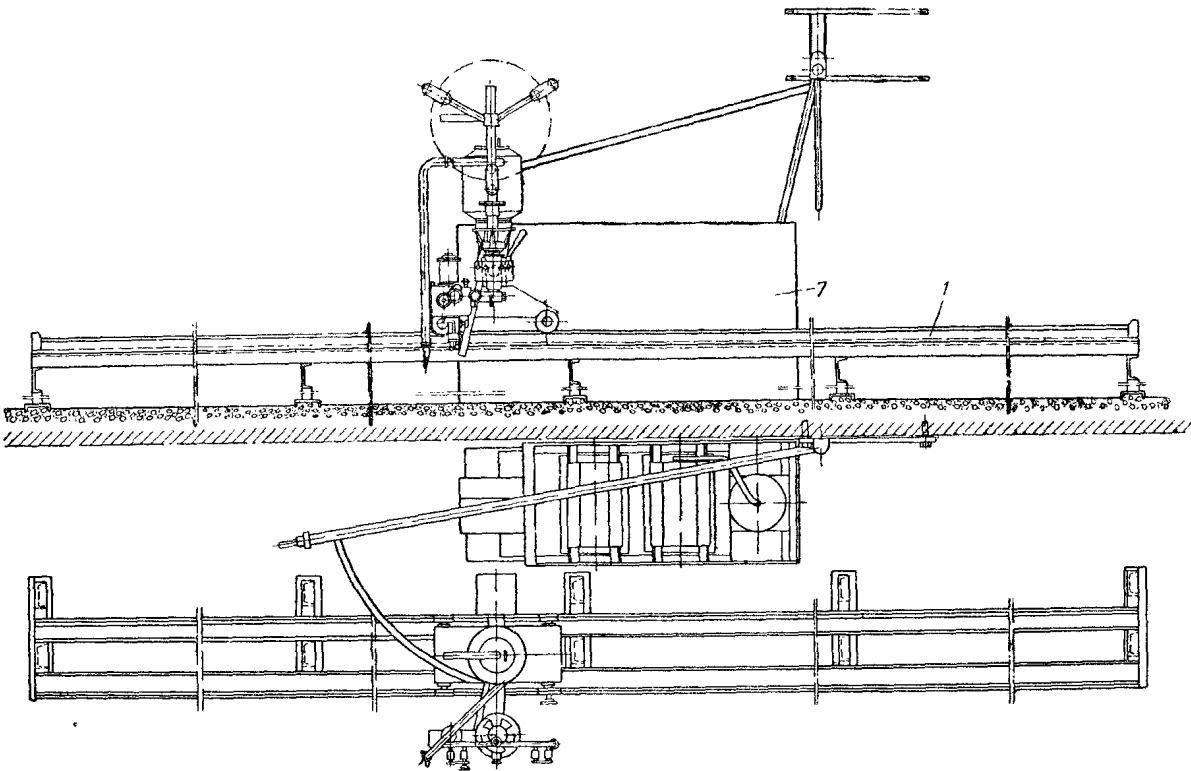
Установка состоит из стационарного портала — пути 1 для упрощенной сварочной головки 2 типа А-80-1, настенной поворотной консоли-гирляндой 3, подвески 4, стойки 5, бункера для флюса 6 и пункта электропитания 7.

При монтаже должно быть обращено особое внимание на обеспечение горизонтальности рельсового пути. Допускаемое отклонение в горизонтальной и вертикальной плоскостях  $\pm 1$  мм на длину 2000 мм. Влодь пути 1 могут быть поставлены одно или несколько поворотных и неповоротных приспособлений или механизмов, несущих изделия для сварки продольных швов.

Тип крепления изделия на установке зависит от расположения швов, габаритных размеров и формы изделия.

Для сварки наружных продольных швов труб небольших диаметров на медной подкладке может быть применено приспособление, показанное на фиг. 408 и 409.

Труба (фиг. 408), подлежащая сварке, укладывается на опорную плиту 1, имеющую форму по радиусу изделия. В теле плиты сделано

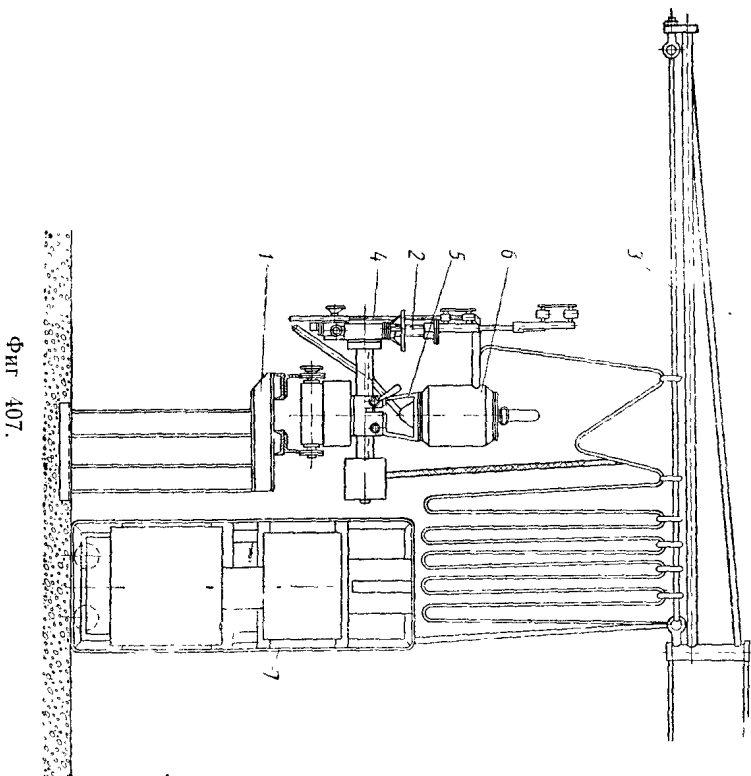


Фиг. 406. Установка для сварки продольных швов трактором, перемещаемым по направляющим, не опирающимся на свариваемое изделие.

гнездо для медной подкладки 2, охлаждаемой водой. Для подачи и отвода охлаждающей жидкости в медной подкладке сделаны два долговых канала.

Свариваемое изделие прижимается сверху специальным брусом из двух продольных швеллеров 3 с ребрами жесткости 4. Брусы поворачиваются на оси 5.

Два уложенных швеллера образуют углубление для флюса.



Фиг. 407.

На палыды, ввернутые в концы сухарей прижимных швеллеров 3, накладывается рычажный прижим, состоящий из винта 7 (фиг. 409) с рукояткой, накладной скобы 8 и рычагов 9 и 10. При повороте винта 7 гайка 11 перемещается, раздвигает рычаги 9 и 10, заставляя накладную скобу 8 прижимать продольные швеллеры к изделию.

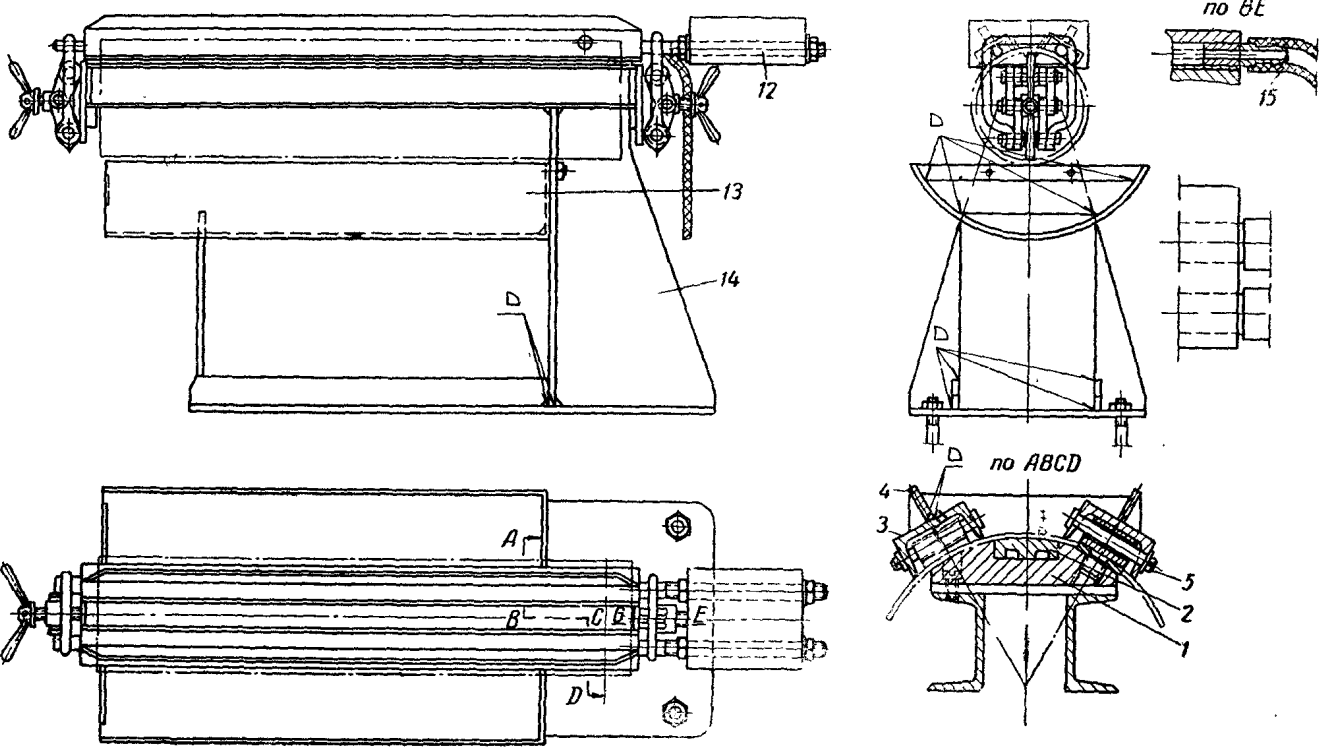
Для облегчения подъема швеллеров при снятии сваренной трубы служит противовес 12 (фиг. 408).

Флюс собирается в специальном корыте 13, прикрепленном к станине 14.

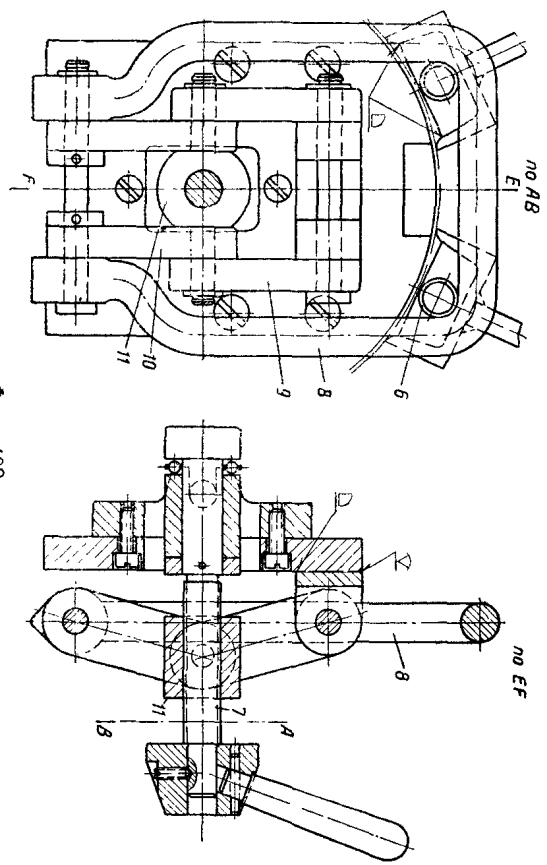
Охлаждающая жидкость подается через штуцер 15.

Другой вариант крепления обечайки, подлежащей наружной продольной сварке, показан на фиг. 410 и 411.

Обечайка укладывается на консоль, укрепленную на стойке 3. Консоль состоит из трубы 1 с приварными кронштейнами 2.



Фиг. 408. Приспособление для автоматической сварки продольных швов на трубах небольших диаметров.



Фиг. 409.

К кронштейнам трубы на винтах прикреплены две стальные опорные плиты 4 с внутренним конусом, в который вкладывается медная подкладка 5. Верхние поверхности плит 4 и медной подкладки 5 образуют опорную базу для свариваемой обечайки. Зажим обечайки осуществляется вращением вала винта 7 рукояткой 6. Гайка 8 закреплена в корпусе трубы.

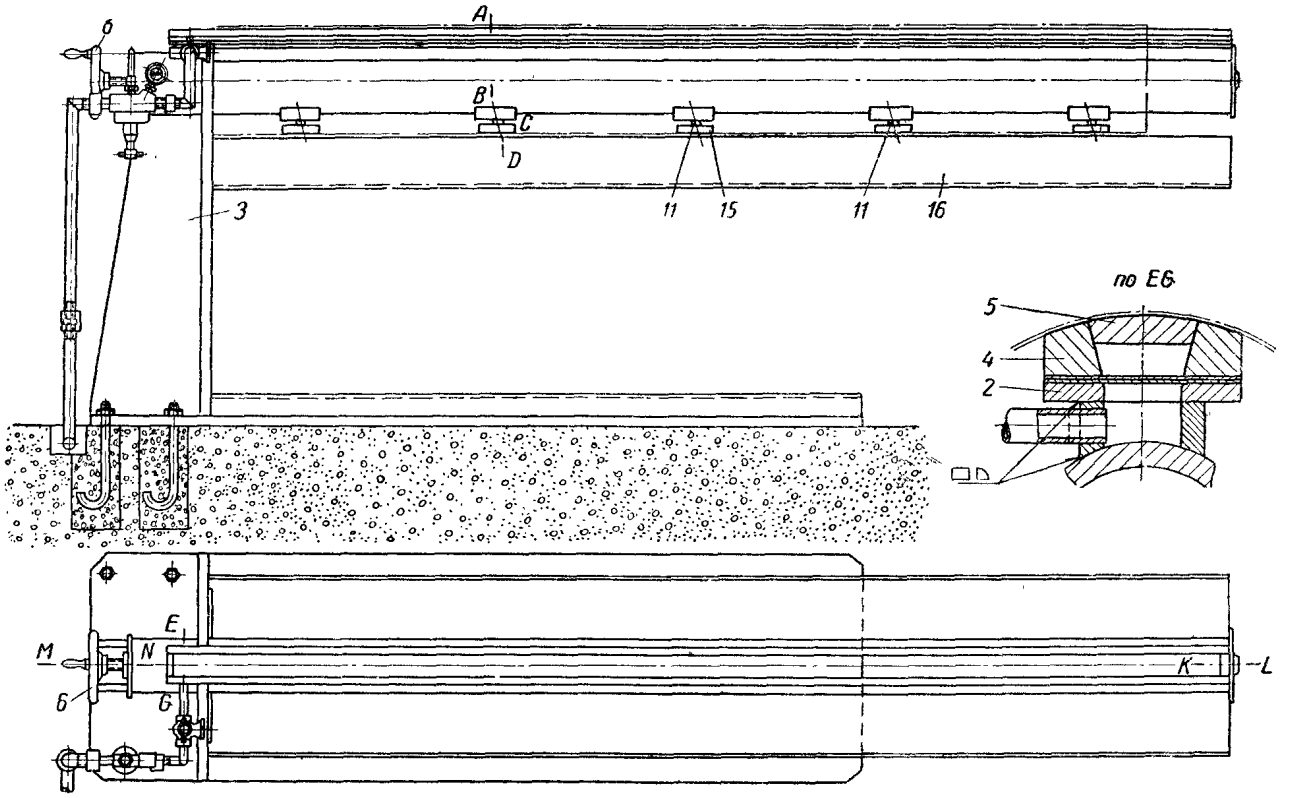
При поступательном движении винта 7 прикрепленные к нему в пяти местах упорные кольца 10 давят на рычаги 11, подвешенные на пальцах 12 к кронштейнам 13. К рычагам на шарнире 14 прикреп-

лены листовые плиты 15, которые при повороте рычагов разжимают и закрепляют обечайку. Отвод плит от обечайки после сварки производится обратным вращением рукоятки 6. Флюс собирается в корыте 16.

Для расширения зоны обслуживания сварочным трактором он монтируется на портале. Портал перемещается по рельсовому пути к местам стационарной установки показана на фиг. 412. Она предназначена для наложения наружных продольных швов на обечайках диаметром 600—800 мм. Портал для сварочного трактора показан на фиг. 413. Он состоит из двух стоек 1, к которым на болтах 2 прикреплены рельсы 3.

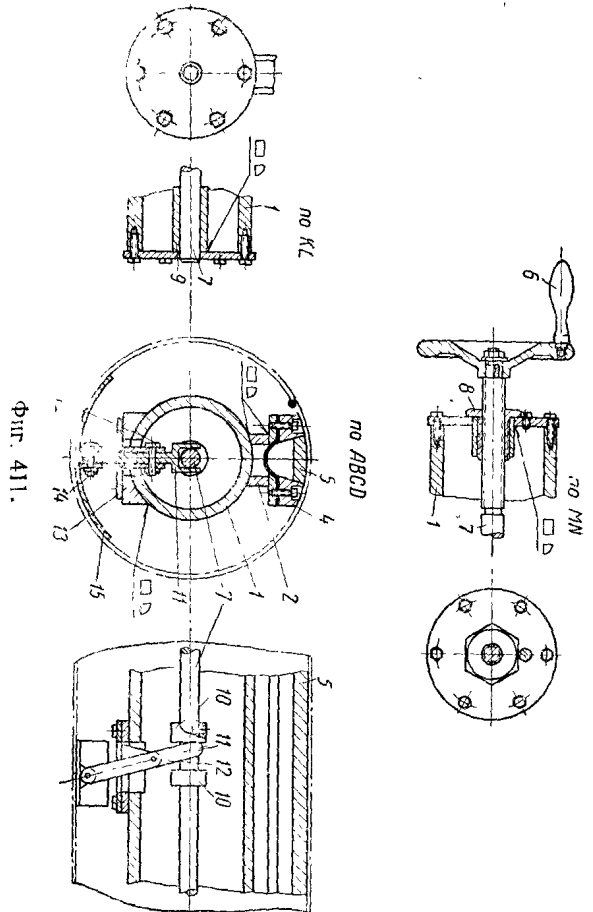
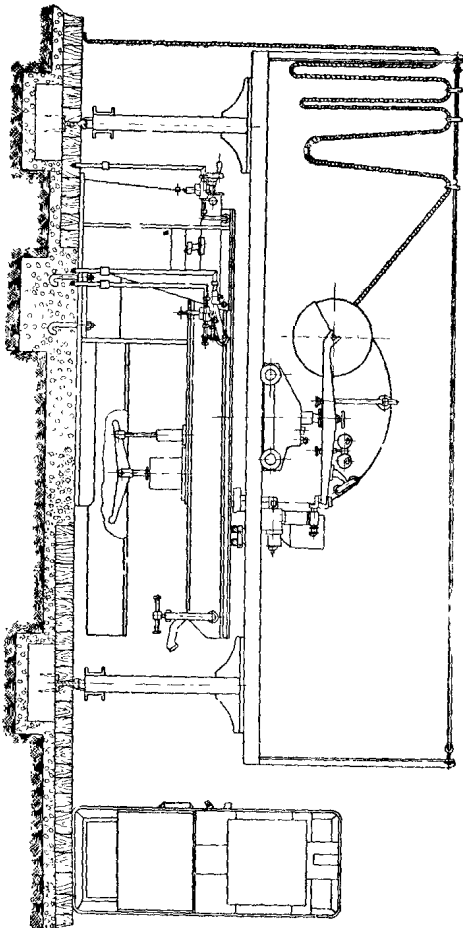
Портал установлен на четырех катках 4 с шариковыми опорами. Для точного фиксирования положения портала служит тормозная планка 5, прижимаемая винтом 6 к поверхности катка. Для подвески проводов служат угольники 7 (фиг. 414), прикрепляемые к portalу. Между угольниками натянута струна 8, на которую надеты кольца 9 для питающих проводов.

Конструкция приспособления для крепления обечайки на этой установке показана на фиг. 415 и 416. Несущая консоль приспособления

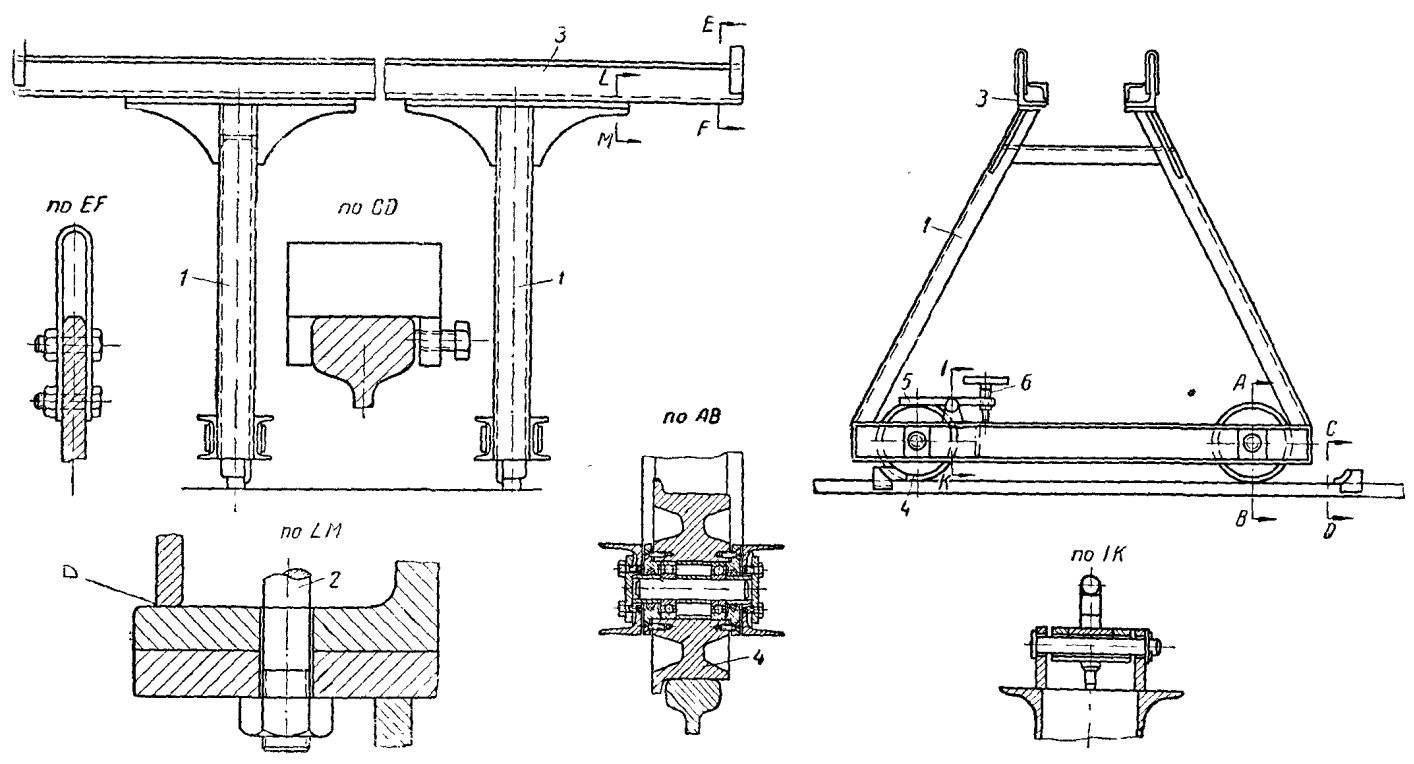


Фиг. 410. Приспособление для автоматической сварки продольных швов на трубах небольших диаметров.

Фиг. 412. Установка для сварки продольных швов на обечайках до 800 мм.



Фиг. 411.

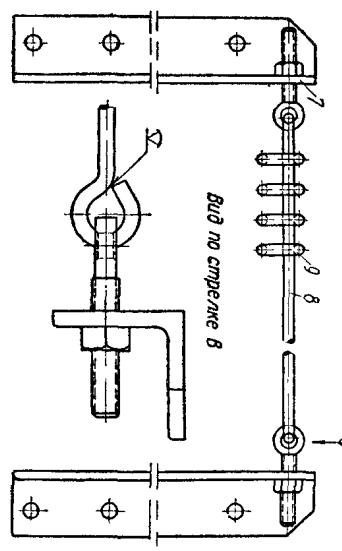


Фиг. 413. Портал для сварки.

состоит из двух швеллеров 10, укрепленных на стойке 11. Стойки и швеллеры усилены ребрами жесткости 12. Свариваемая обечайка надевается на консоли, опираясь на опорные плиты 13, прикрепленные к швеллерам 10. Флюсовая подушка образуется в пространстве между двумя опорными плитами 13 и прокладкой 14 из слоя парусины и эластичной резины.

Уложенная обечайка закрепляется сверху откидными скобами 15, винтом 16 и фиксаторами 17. Нерабочее положение скоб и фиксаторов показано пунктиром. С внутренней стороны обечайка закрепляется коромыслом 18, связанным со штоком 19. Шток перемещается поршнем пневмоцилиндра. Во избежание перекоса коромысло имеет направляющий штырь 20. Подача воздуха к пневмоцилиндру производится через трубу 21.

Поджим флюсовой подушки производится воздухом, подаваемым по трубе 22 в пространство, образованное прокладкой 14 и перегородкой 23, сваренной между швеллерами 10. Сварка продольных внутренних швов на цилиндрических изделиях может выполняться с помощью оборудования длиной кондольного трактора, перемещаемого по путям, либо сварочной головкой или трактором, перемещаемым по несущей консоли, двигаемой внутри изделия.

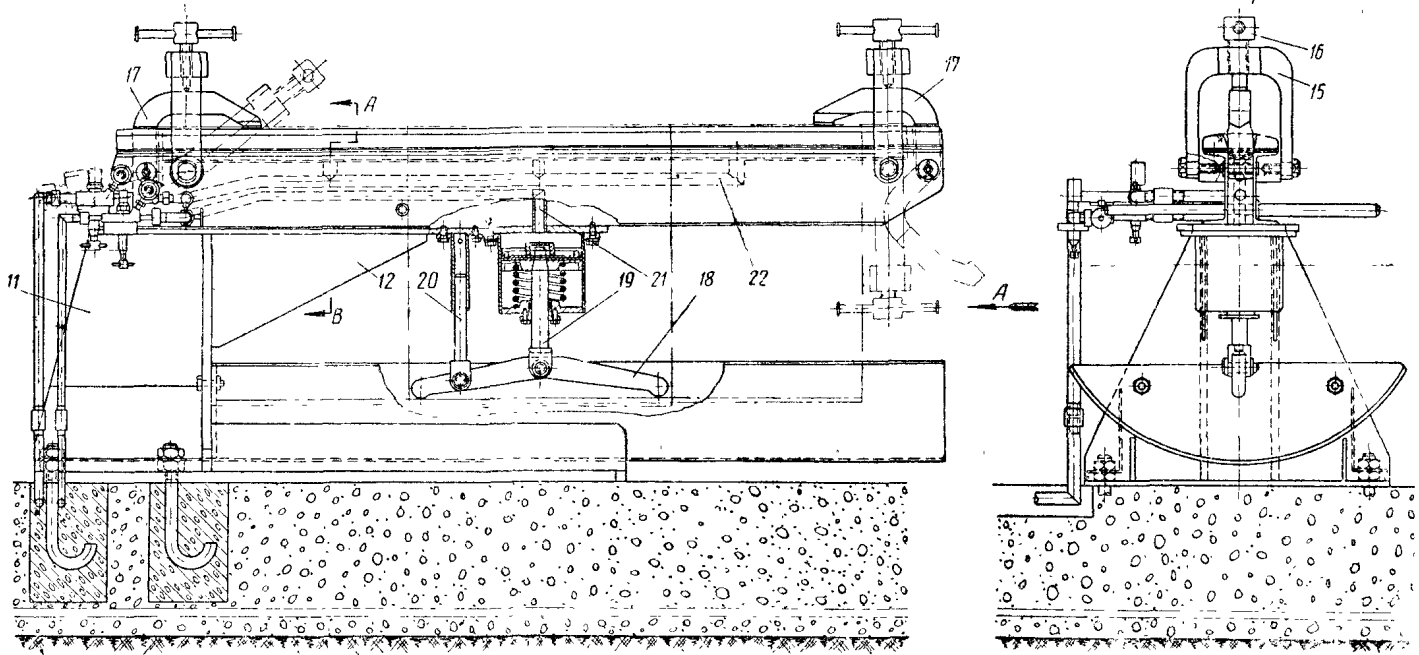


Фиг. 414. Устройство для подвески проводов.

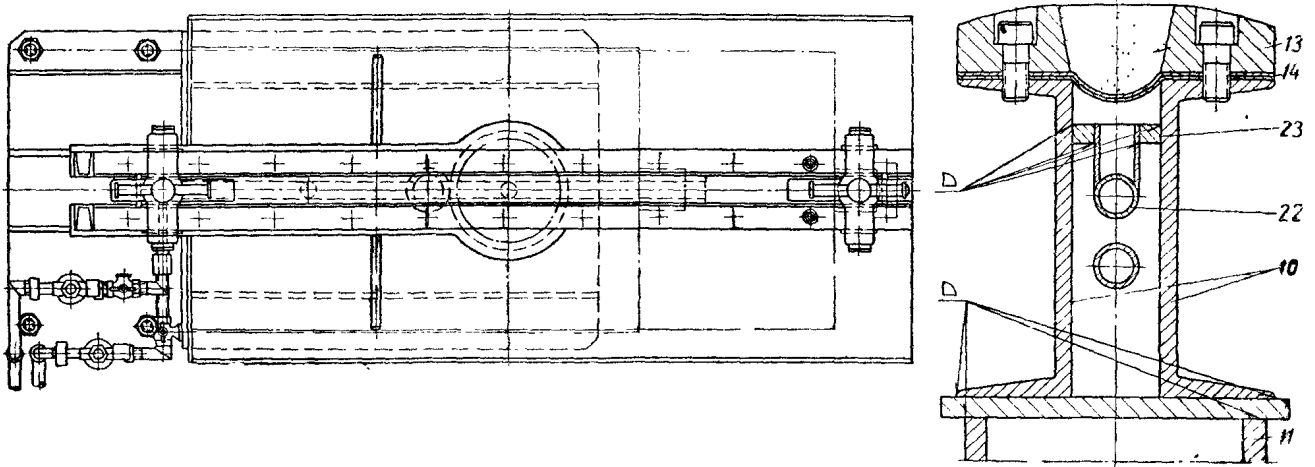
Первая схема установки показана на фиг. 417 и 418. Она применима для сварки изделий диаметром до 700 мм. Переоборудованный трактор ЦНИИТМАШ снабжен легкой консолью, на конце которой закреплена сварочная головка. Трактор в долевом направлении перемещается по направляющим рамки, укрепленной на четырехкатковой тележке. Тележка может перемещаться как вдоль, так и поперек линии сварки, чем достигается нужная установка трактора.

Исходным для установления возможного вылета консоли являются условия устойчивости каретки и мощность электродвигателя, необходимого для передвижения трактора под новой увеличенной нагрузкой. При малых диаметрах цилиндров может быть применена жесткая консоль 5 бабочного типа (фиг. 419). В этом случае электроудная проволока подается от бухты, размещенной на самом корпусе трактора 2 к месту сварки через несколько направляющих роликов. Изделие 4 укладывается на крыто с флюсом 3. Необходимый поджим флюса создается собственным весом изделия. Трактор перемещается по направляющим 1.

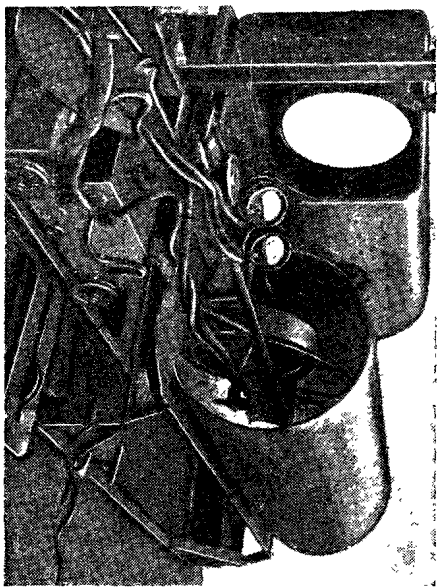
Второй способ установки, предназначенной для сварки внутренних продольных швов на цилиндрических изделиях значительных длин, показан на фиг. 420.



Фиг. 415. Приспособление для крепления обечайки при сварке.



Фиг. 416.



Фиг. 417. Установка для сварки внутренних продольных швов.



Фиг. 418. Установка для сварки внутренних продольных швов.

Свариваемое изделие (фиг. 420) укладывается на роликах, смонтированных на тележке, передвигающейся по рельсовым путям в направлении перпендикулярном направлению движения сварочного трактора.

Выдвижная консоль 1 перемещается по стационарной раме. Последняя состоит из стоек 2, поперечных и продольных балок 3 и 4. Балки 3 могут переставляться по высоте и закрепляться болтами, перемещаемыми по пазу, в стойке 2. Балки 4 служат путем для выдвижной консоли. На консоли приварена рамка из угольников, являющаяся путем для сварочного трактора.

В рабочем положении консоль вводится от руки внутрь обечайки. По окончании наложения сварочного шва тележка перемещается и занимает крайнее правое положение, а изделие на передвижной платформе отводится к месту разгрузки его краном.

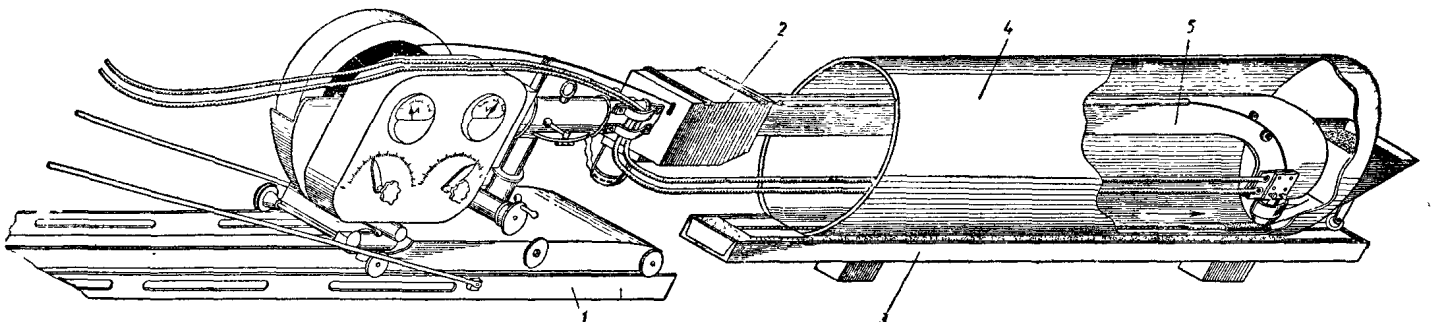
Описанная конструкция позволяет проводить сварку швов изделий различного диапазона и длин.

Установка для сварки внутренних швов на изделиях большой длины показана на фиг. 421 и 422. Установка состоит из выдвижного рельсового пути 1 под сварочный трактор, вводимого внутрь обечайки, уложенной на рабочем месте. Рельсовый путь опирается на ролики кронштейна 2, в свою очередь имеющего возможность поворачиваться на рельсодержателе 3.

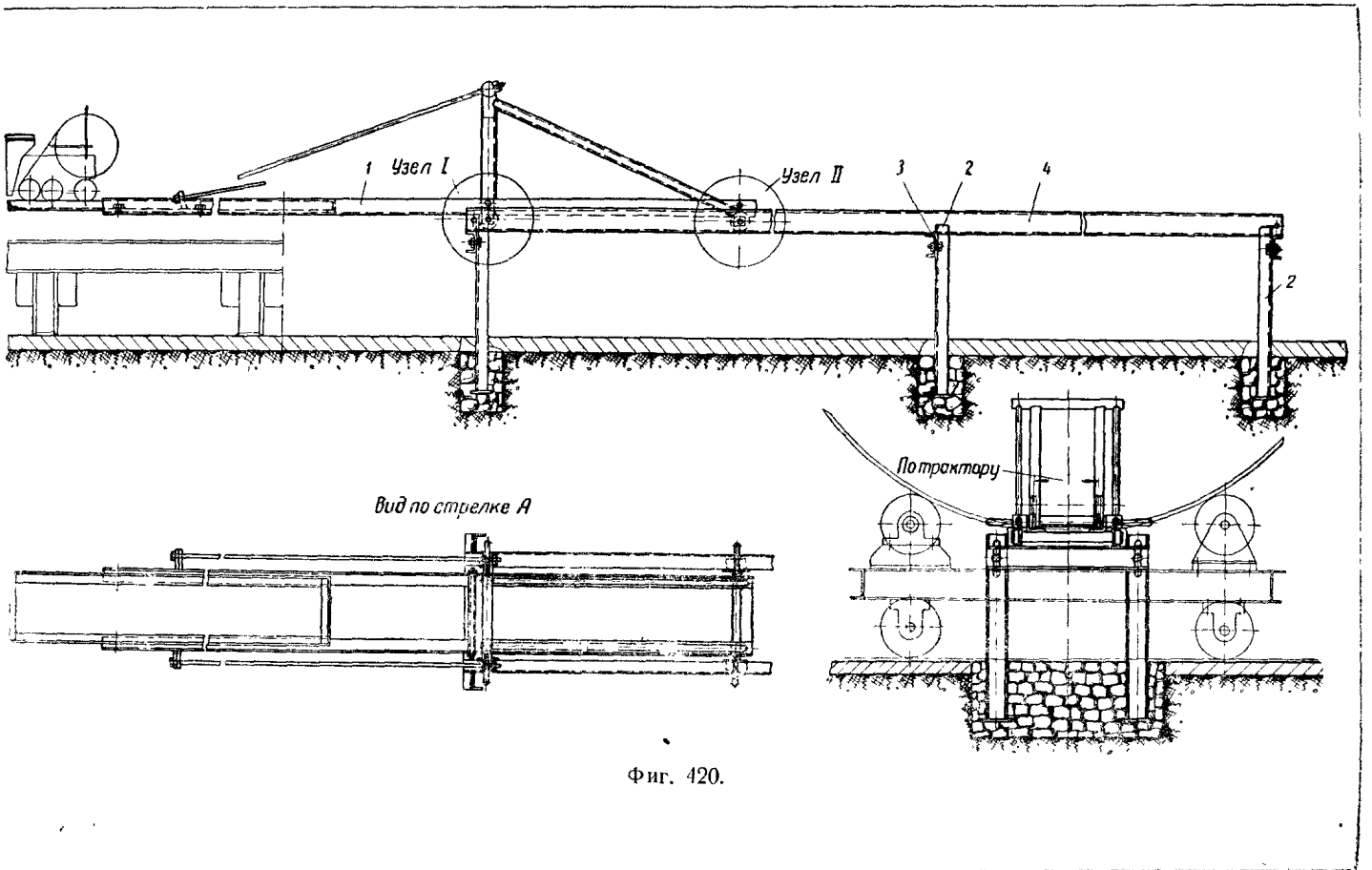
После введения консоли в обечайку под консоль подводится передвижная тележка 4, являющаяся в рабочем положении второй опорой выдвижного рельсового пути. Провода крепятся к подвескам 5, перемещаемым по трубе 6.

По окончании сварки рельсовый путь выводится из обечайки; затем его поворачивают на 90° на рельсодержателе и опирают на другую опору (фиг. 421).

Установка с консолью, связанной с самоходной тележкой, показана на фиг. 423.

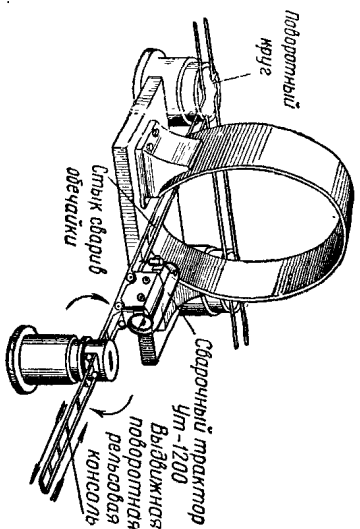


Фиг. 419.



Фиг. 420.

Самоходная тележка состоит из рамы, на которой смонтирован механизм передвижения тележки, состоящий из двигателя и системы передач от двигателя к ходовым каткам тележки. Консоль — наплавляющая для трактора связана шарнирным хомутом, перемещаемым по колонне тележки. Консоль удерживается тягой, служащей одновременно и для регулирования. Для установки консоли по высоте служит механизм подъема. Для уменьшения требуемого усилия при подъеме и



Фиг. 421.

разгрузки колонны от изгибающего момента, создаваемого трактором, находящимся на консоли, служит противовес. Подъем консоли осуществляется штурвалом через самотормозящую червячную пару и шестерню, перемещаемую по рейке, прикрепленной к колонне. Поворот колонны вместе с консолью производится с помощью механизма поворота.

Колонна вместе с ее основанием может быть перемещена в нужном направлении по двум направляющим.

#### в) Сварка продольных швов головкой, укрепленной на несущей конструкции

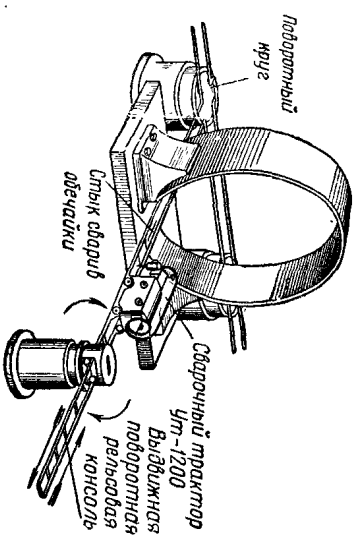
Сварка продольных швов может осуществляться либо самоходной головкой, перемещаемой по жестким направляющим в виде швеллерных, двутавровых корытчатых балок или решетчатых ферм, либо самоходной головкой, укрепленной на несущей конструкции. Несущей конструкцией может служить тележка, передвигающаяся по рельсовым путям, консольям велосипедного типа, или консольям, перемещаемым по жестким вертикальным направляющим и др.

**Установка с самоходными головками.** На фиг. 424 и 425 показана установка с самоходной сварочной головкой, смонтированной на тележке и предназначенной для сварки продольных швов на цилиндрических и балочных изделях.

Установка состоит из рельсового пути 1, по которому передвигается тележка 2, несущая на себе головку 3 типа А-80, и бункер 4. Тележка снабжена электроприводом, с помощью которого производится передвижение ее при наложении швов, а также вертикальное перемещение подъемно-выдвижной штанги, дающей возможность устанавливать сварочную головку над швом.



Самоходная тележка состоит из рамы, на которой смонтирован механизм передвижения тележки, состоящий из двигателя и системы передач от двигателя к ходовым каткам тележки. Консоль — направляющая для трактора связана шарнирным хомутом, перемещаемым по колонне тележки. Консоль удерживается тягой, служащей одновременно и для регулирования. Для установки консоли по высоте служит механизм подъема. Для уменьшения требуемого усилия при подъеме и



Фиг. 421.

разгрузки колонны от изгибающего момента, создаваемого трактором, находившимся на консоли, служит противовес. Подъем консоли осуществляется штурвалом через самотормозящую червячную пару и шестерню, перемещаемую по рейке, прикрепленной к колонне. Поворот колонны вместе с консолью производится с помощью механизма поворота.

Колонна вместе с ее основанием может быть перемещена в нужном направлении по двум направляющим.

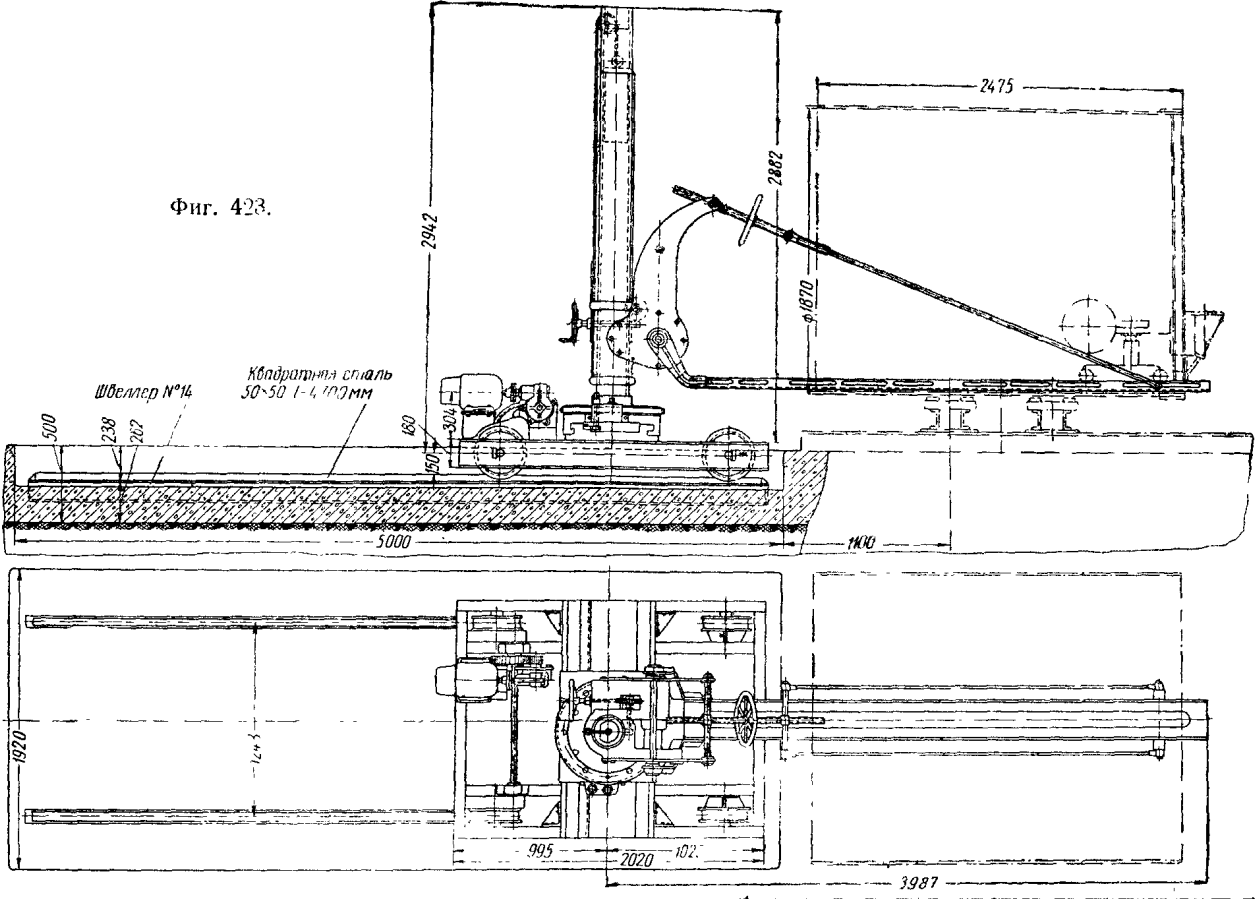
#### в) Сварка продольных швов головкой, укрепленной на несущей конструкции

Сварка продольных швов может осуществляться либо самоходной головкой, перемещаемой по жестким направляющим в виде швеллерных, двутавровых коробчатых балок или решетчатых ферм, либо самоходной головкой, укрепленной на несущей конструкции. Несущей конструкцией может служить тележка, передвигающаяся по рельсовым путям, консолям велосипедного типа, или консолям, перемещаемым по жестким вертикальным направляющим и др.

**Установки с самоходными головками.** На фиг. 424 и 425 показана установка с самоходной сварочной головкой, смонтированной на тележке и предназначенной для сварки продольных швов на цилиндрических и балочных изделиях.

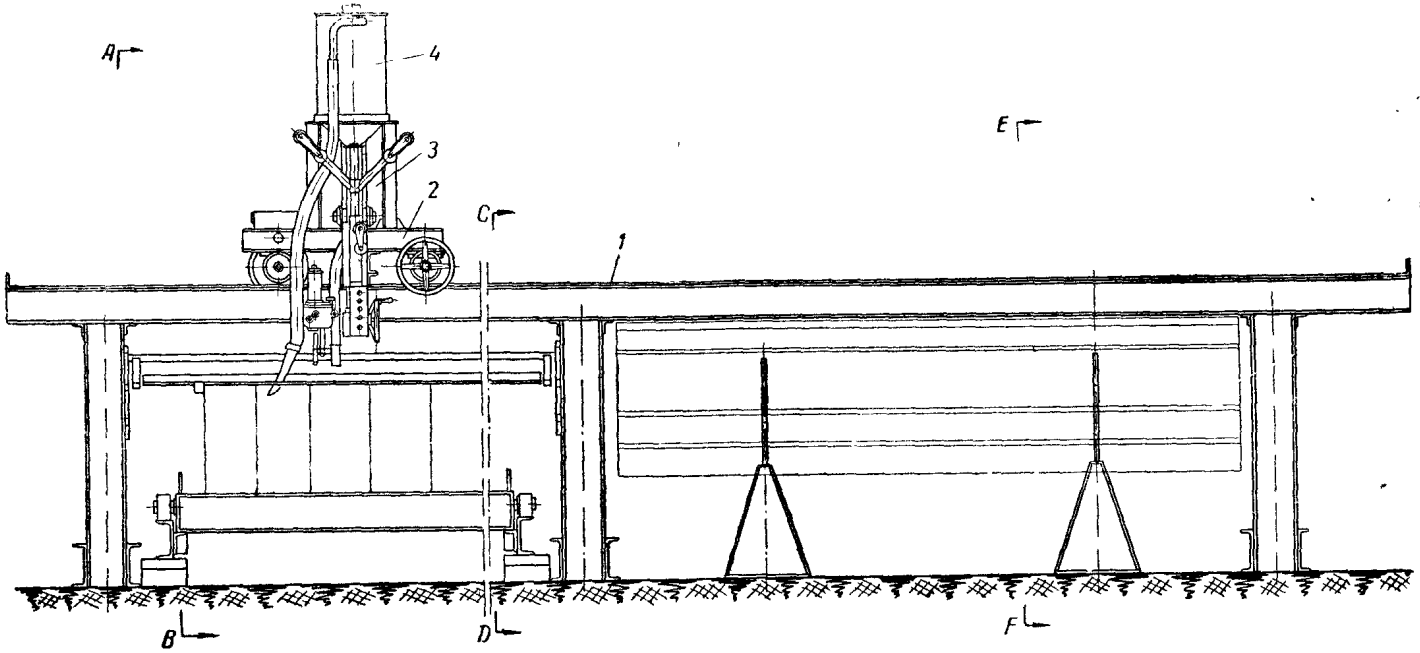
Установка состоит из рельсового пути 1, по которому передвигается тележка 2, несущая на себе головку 3 типа А-80, и бункер 4. Тележка снабжена электроприводом, с помощью которого производится передвижение ее при наложении швов, а также вертикальное перемещение подъемно-выдвижной штанги, дающей возможность устанавливать сварочную головку над швом.

Фиг. 423.

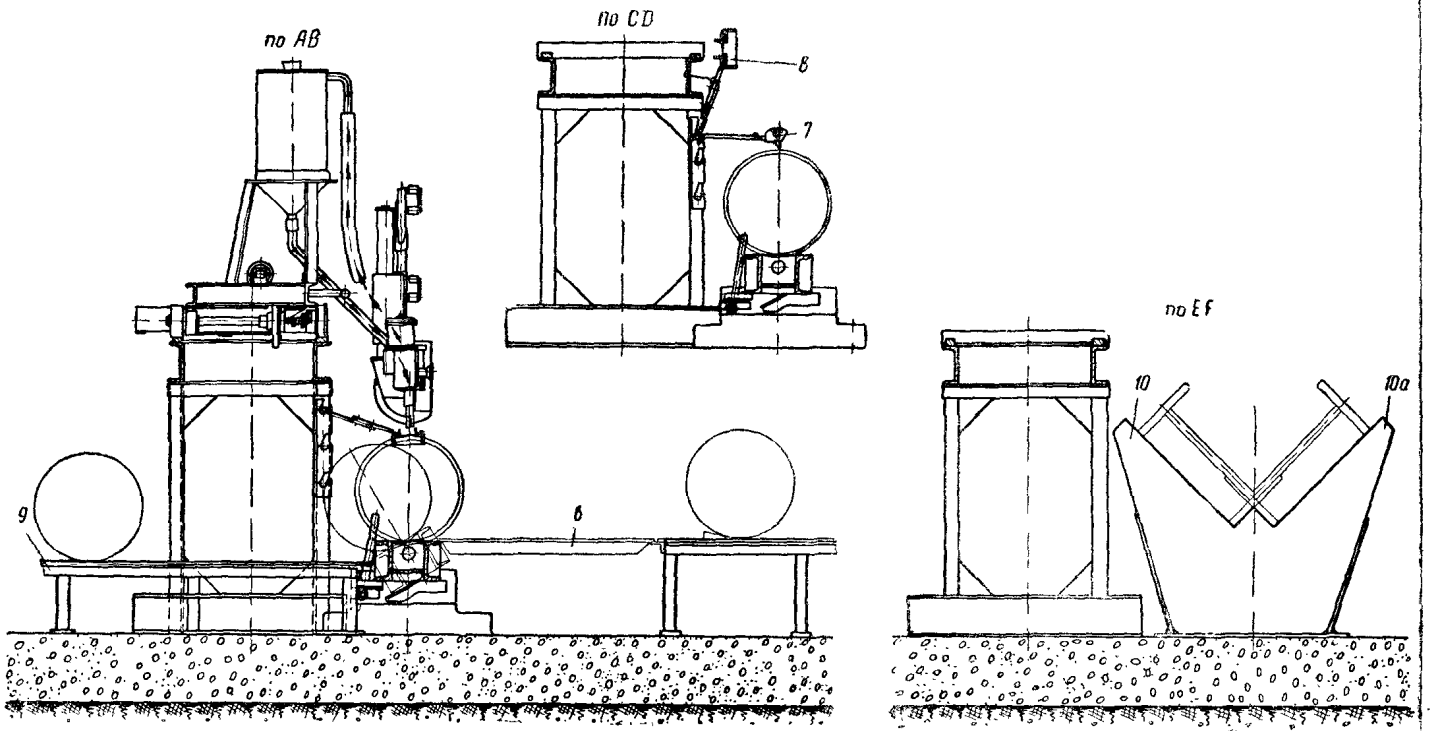


A

E



Фиг. 424. Установка с самоходной головкой.



Фиг. 425. Установка с самоходной головкой.

Изделия, подлежащие сварке, укладываются параллельно рельсовому пути на специальных устройствах.

Например, для сварки продольных швов на коротких цилиндрах предусмотрен качающийся стол. Установка изделий на качающийся стол производится краном или вручную по наклонному мостику 6. После попадания в желоб качающегося стола изделие поворачивается. Параллельность разделки кромок качающегося стола достигается поворачиванием устройства по установочному шаблону-ножу 7.

Одновременно может быть собрано для сварки несколько коротких цилиндров или один цилиндр большой длины.

После выверки положения кромок установочный нож снимается, флюсоудерживающая рамка 8, ранее приподнятая вверх, опускается на шов так, чтобы шов изделия приходился по центру рамки.

После сварки рамка снимается, рычаг качающегося стола размыкает зазор, благодаря чему стол наклоняется, и изделие скатывается в противоположную сторону наката на стеллаж 9.

При сварке коротких двутавровых балок они укладываются в специальные стеллаж 10, в котором подлежащие сварке швы занимают положение "лодочки".

По уложенному изделию производится сварка одного нижнего шва, затем изделие поворачивают на другую сторону стеллажа 10, а и вают второй нижний шов.

Сварка короткой и средней длины балок двутаврового сечения с помощью сварочной головки типа АСА-1, смонтированной на раме велосипедного типа, показана на фиг. 426.

Передвижение консоли 1 происходит от электродвигателя 2 через редуктор 3. Тележка 4 для подвески токонесущих проводов перемещается по двутавру 5, подвешенному вдоль верхних путей.

Число подвесных тележек диктуется длиной свариваемого изделия. Торможение всей конструкции производится колодочным тормозом.

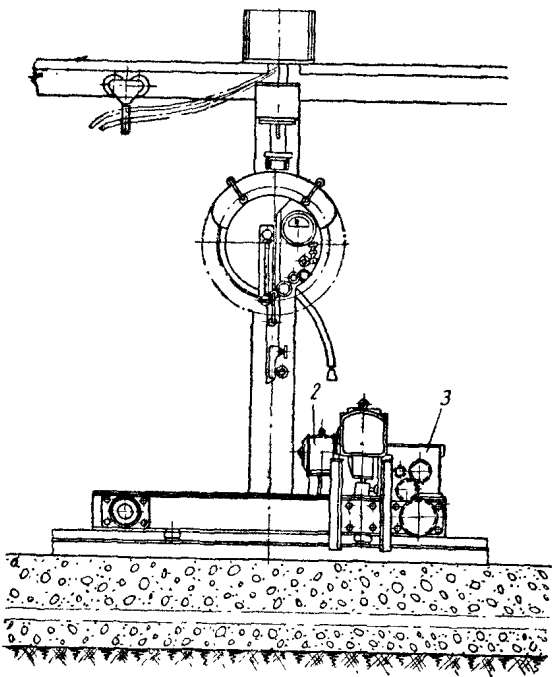
Сварка продольных швов хребтовых балок сварочными головками, смонтированными на самоходной тележке, показана на фиг. 427. Движение от электродвигателя через редуктор и открытую зубчатую пару передается на ходовые колеса тележки, скорость которой соответствует скорости сварки.

В подобных тележках предусматривается обычно возможность регулирования скоростей движения для рабочего и холостого (маршевого) хода. Это достигается с помощью коробки скоростей или вариаторов скоростей.

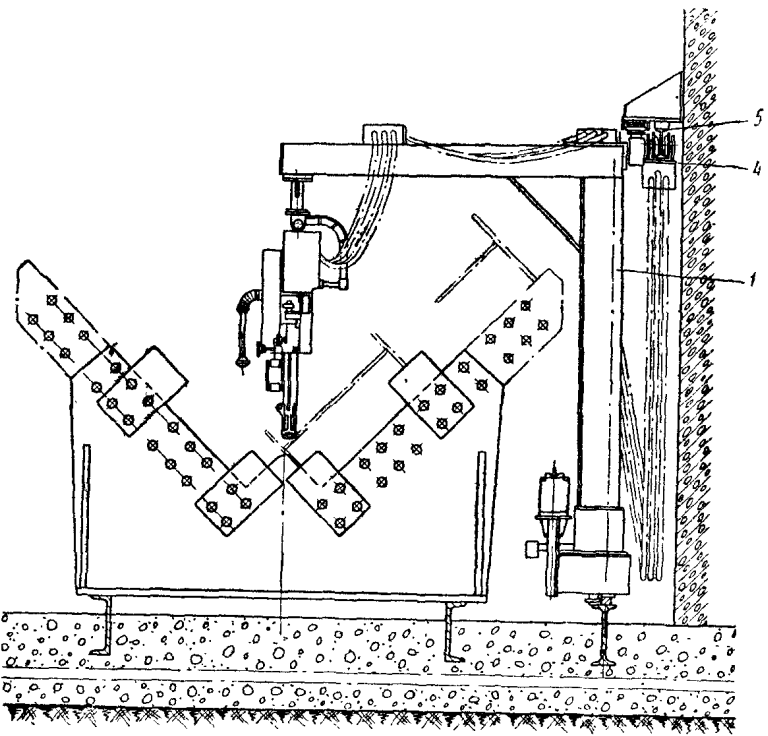
При наложении на цилиндрических сосудах верхних наружных продольных швов на автомате обычно необходимо применение флюсовой подушки.

Осуществление флюсового поджима внутри цилиндра в обычных установках весьма сложно, вследствие чего могут быть применены поворотные механизмы на опорной консоли, выполняющиеся одновременно несущей конструкцией для опорных поворотных роликов и основанием для флюсовой подушки.

Установка показана на фиг. 428. Поворотная консоль 1 имеет С-образную форму и опирается на опоры 2 и ось 3. Изделие, подле-

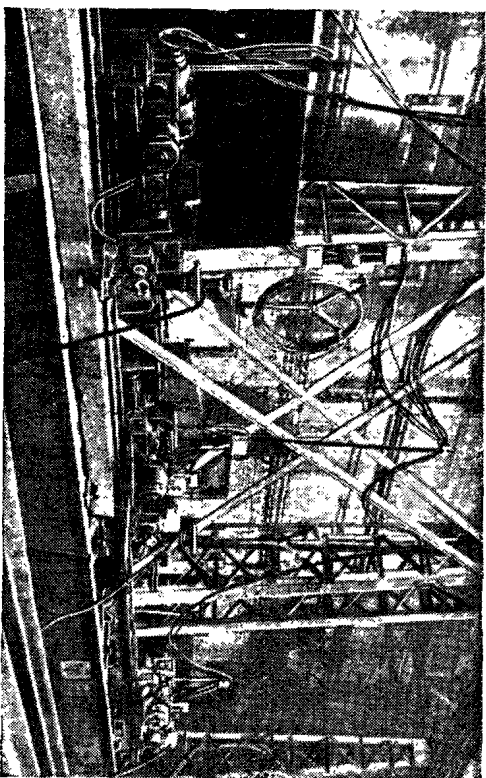


Фиг. 426. Установка для сварки балок.



жалее сварке, надевается на консоль, после чего подводится съемная опора 4.

В верхней части на консоли смонтированы опорные поворотные ролики 5, закрепляемые на кронштейнах 6 по обеим сторонам конструкции. Привод роликов — через двигатель 7 и редуктор 8. Привод для поворота консоли — от двигателя 9 через редуктор 10, пару цилиндрических колес 11 и 12. Колесо 12 является венцовым и крепится к консоли.



Фиг. 427. Сварка балок самоходной тележкой.

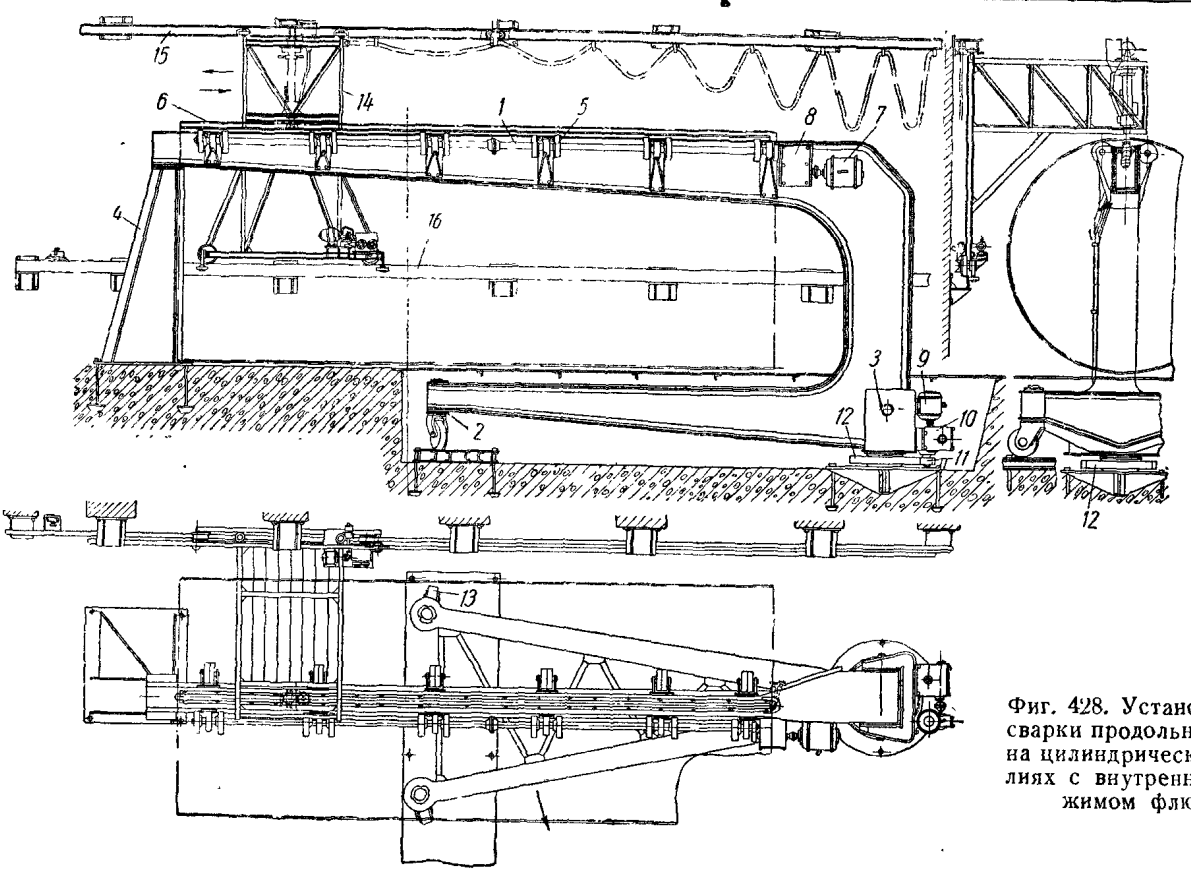
Передняя опора 2 покинется на двух конических роликах 13. Сварочная головка смонтирована на передвижной траверсе 14, перемещающейся по верхнему и нижнему настенным путям 15 и 16.

#### г) Установки с самоходными головками

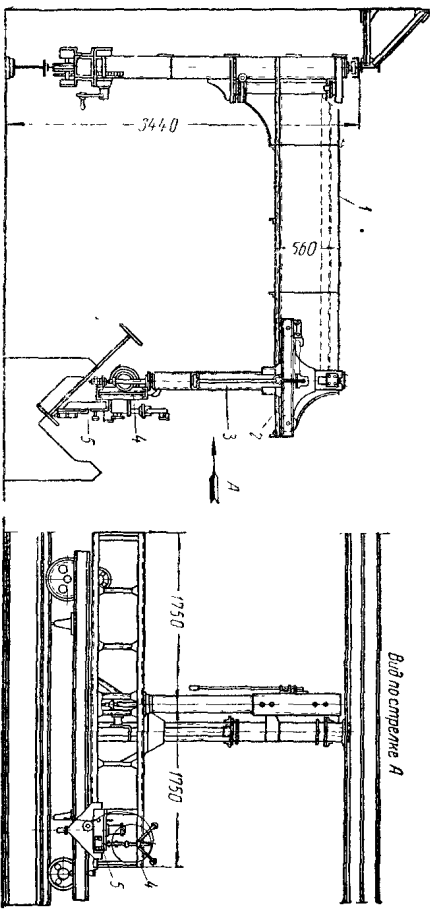
В ряде случаев при создании установки для сварки продольных швов необходимо увеличение площади обслуживания одной установкой, а также облегчение быстро изменения направления несущего звена (консоли, направляющая ферма и т. д.).

Это требуется для точного направления сварочной головки вдоль шва. Установка, приведенная на фиг. 429, позволяет сварочной головке производить сварку в любом направлении по отношению к линии пути подвешенного устройства.

Установка велосипедного типа имеет несущую консоль 1, поворачиваемую на 90°, каретку 2 с вертикальной штангой 3, перемещаемую по консоли 1, и легкую ферму 4, подвешенную к штанге. Ферма 4 может поворачиваться на 360° и служит путем для самоходной головки 5. Движение каретки, подъем и опускание штанги, поворот консоли и фермы осуществляются вручную.



Фиг. 428. Установка для сварки продольных швов на цилиндрических изделиях с внутренним поджимом флюса.



Фиг. 429. Установка для сварки баков.

Благодаря свободной подвеске фермы ее можно направлять по шву и в таком положении зафиксировать. Подъемная штанга позволяет изменять уровень сварки в широком размере и, следовательно, установка может быть пригодна для сварки баков большого диапазона высот.

Установка для сварки продольных швов на цилиндрических изделиях большого диаметра с помощью сварочной головки, перемещаемой по жестким направляющим, смонтированным на консоли—траверсе, показана на фиг. 430, 431, 432 и 433.

Благодаря подъемной консоли на установке можно сваривать обечайки диаметром от 800 до 3200 мм. К колонне 1 (фиг. 430, 431 и 432) на болтах 2 прикреплена сварная направляющая 3, по которой перемещается траверса 5 (фиг. 432).

Движение траверсы сообщается от электродвигателя червячным редуктором 6 (фиг. 433) через муфту 7 и коническую пару 8. Последняя связана с винтом 4, сообщающим поступательное движение гайке 9, жестко скрепленной с траверсой 5.

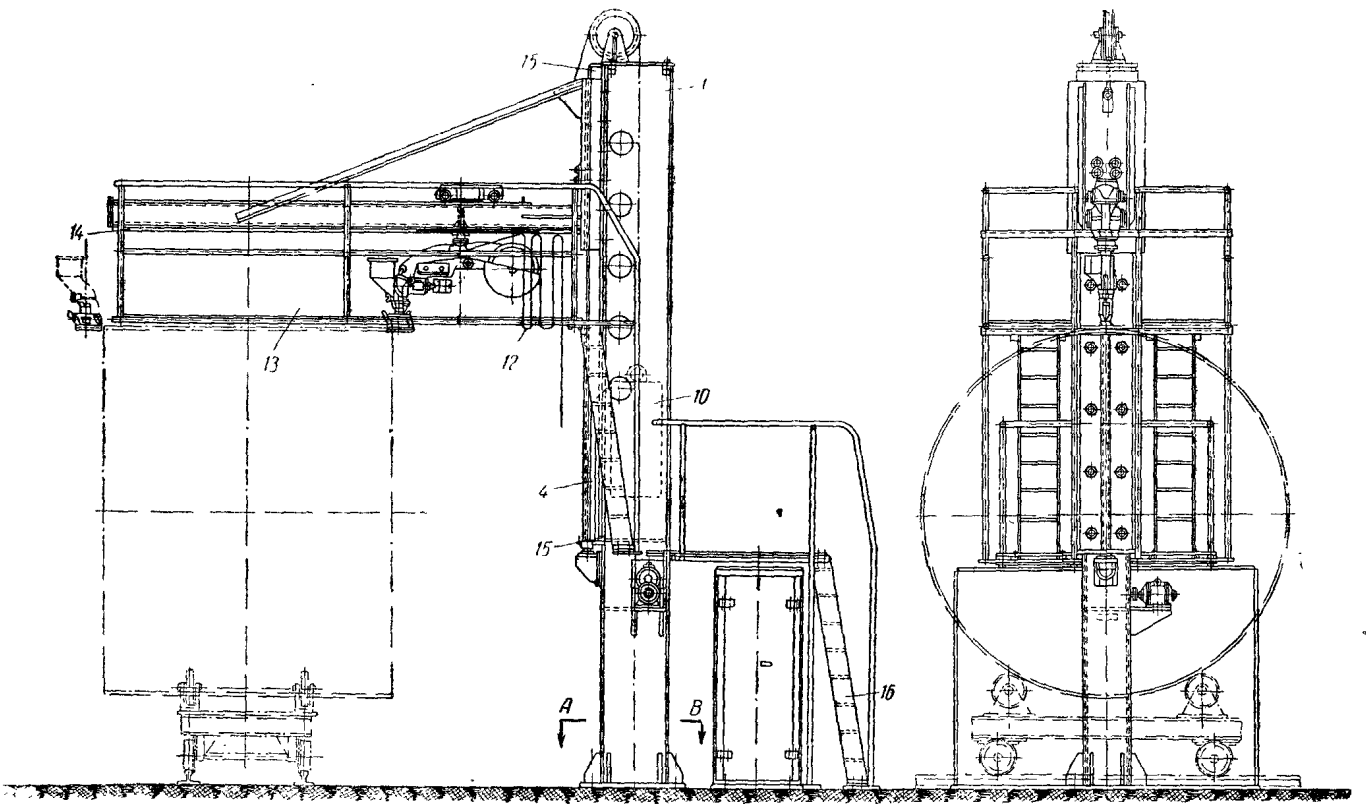
Для разгрузки колонны от изгибающего момента траверса уравновешивается противовесом 10. Вдоль траверсы уложены пути под сварочный трактор.

Питание сварочной головки производится штангом 12, подвешенным на роликах к струне 13, укрепленной в штангоудерживающем устройстве 14.

Верхнее и нижнее крайние перемещения траверсы ограничиваются концевыми выключателями 15. На рабочую площадку можно подняться по лестнице 16, прикрепленной к колонне, и по лестнице, ведущей к площадке обслуживания.

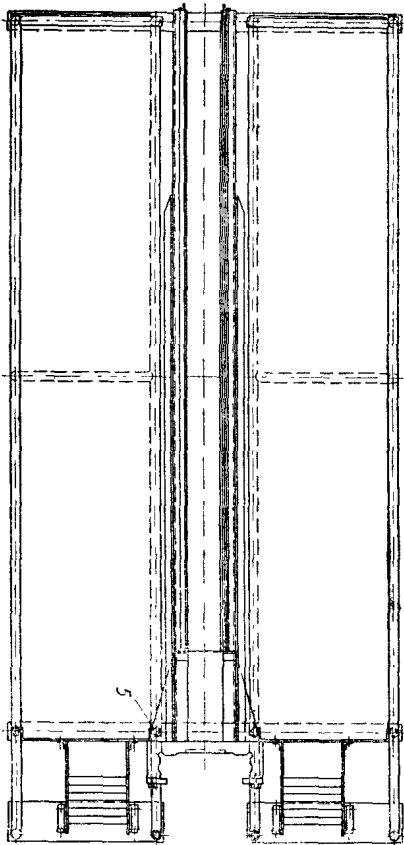
Свариваемое изделие укладывается на передвижной платформе на роликах.

При механическом приводе поворота обечайки вся установка может стать пригодной для наложения как продольных, так и кольцевых швов.

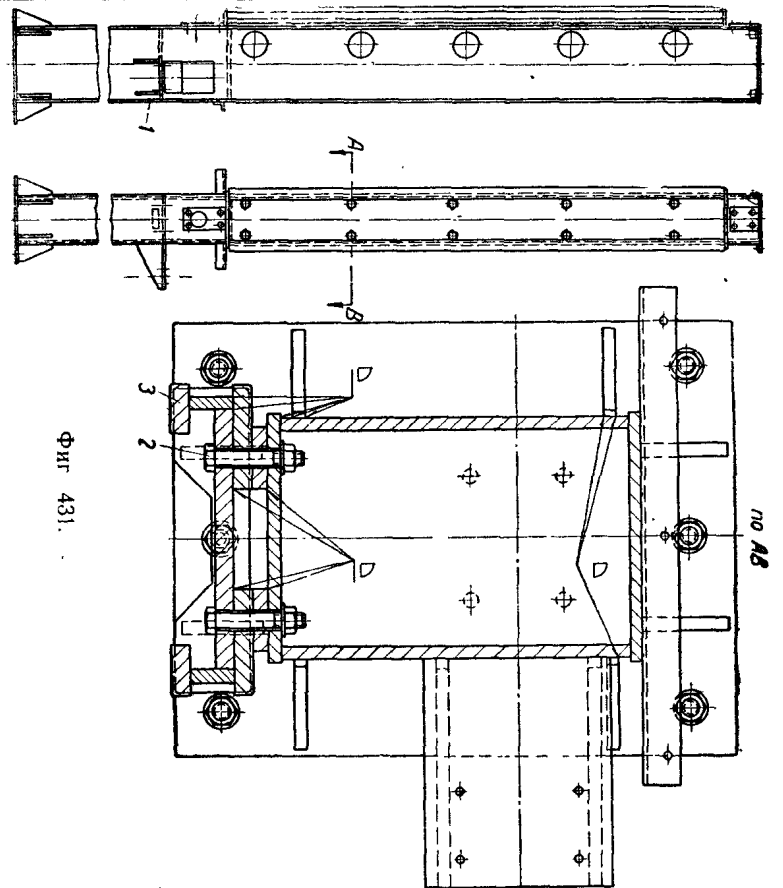


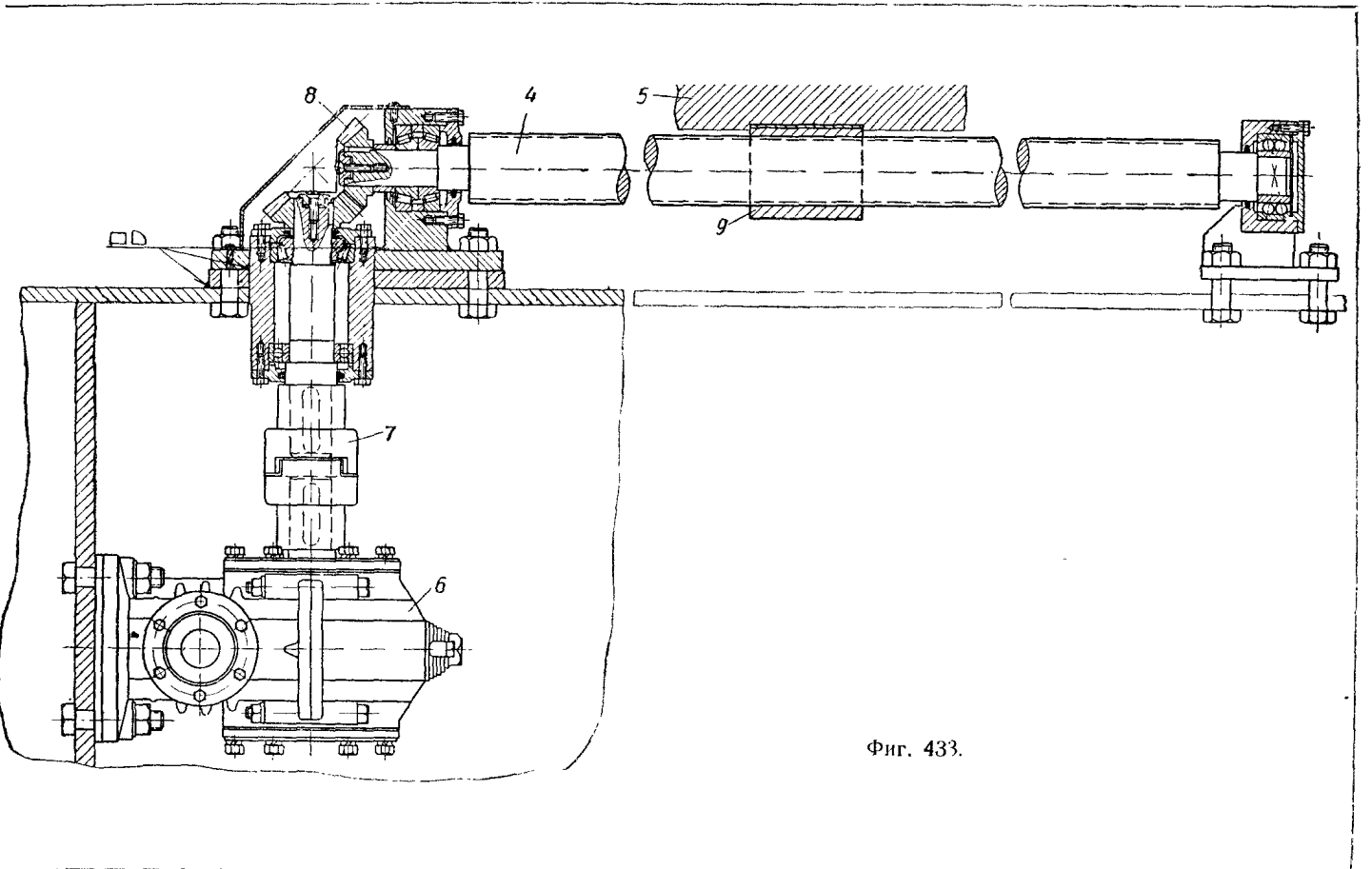
Фиг. 430. Установка для сварки продольных швов.

Фиг. 432.



Фиг. 431.





Фиг. 433.

## 2. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ УСТАНОВОК ДЛЯ СВАРКИ КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

Установки для кольцевой сварки по характеру расположения швов делятся на:

- а) установки для сварки круговых (горизонтальных) швов;
- б) установки для сварки наклонных круговых швов;
- в) установки для кольцевых (вертикальных) швов.

Главной кинематической особенностью этих установок является наличие электропривода вращения изделия с постоянной скоростью в процессе сварки. Окружная скорость изделия на диаметре сварки должна быть равна скорости сварки.

В качестве приводов для вращения изделия могут применяться приводные механизмы, рассмотренные в главе „Конструкция и расчет сборочно-сварочных механизмов“.

Специализированные установки, предназначенные для одного типа-размера изделия, снабжаются приводом, имеющим одну скорость; установки, предназначенные для обслуживания целой группы изделий, различающихся по диаметру или по толщине изделия и, следовательно, требующих различную скорость сварки, должны производиться механизмами с вариаторами скорости.

### а) Установки для сварки круговых (горизонтальных) швов

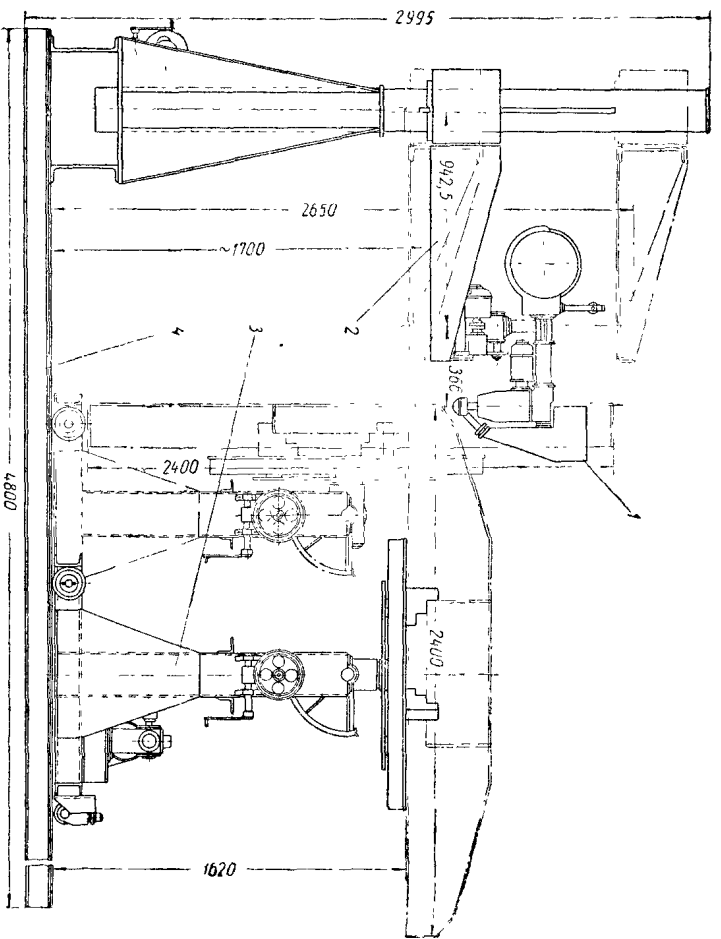
В большинстве случаев горизонтальные круговые швы выполняются на установках, снабженных манипуляторами, позволяющими варить как круговые, так и кольцевые (вертикальные) швы.

При сварке круговых швов (фиг. 434) сварочная головка 1, установленная на консоли 2, занимает нижнее положение. При сварке кольцевых (вертикальных) швов консоль 2 поднимается в верхнее положение, а манипулятор 3 с вертикально расположенной планшайбой перемещается по путям 4 к сварочной головке.

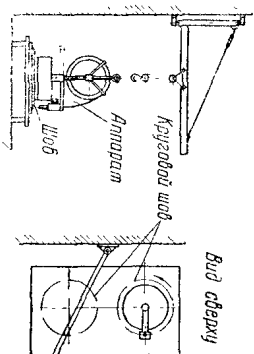
Установки, предназначенные только для круговых швов, являются узко специализированными. Они целесообразны либо при полной загрузке цеха однотипной продукцией, либо в тех случаях, когда необходимо варить горизонтальный круговой шов на тяжелом громоздком изделии, которое не может быть установлено на вращателе. В этом случае сварка ведется с помощью специального переносного устройства, устанавливаемого на самом изделии. На фиг. 435 показана схема установки для сварки круговых швов.

Изделие неподвижно, а сварочная головка движется по специальному круговому направляющему барабану 1 (фиг. 436). Барабан, установленный на изделии, имеет в центре шарнирную стойку 2, к которой прикреплено водило 3; на свободном конце последнего крепится головка 4, опирающаяся на вертикальный кольцевой лист направляющим роликом 5.

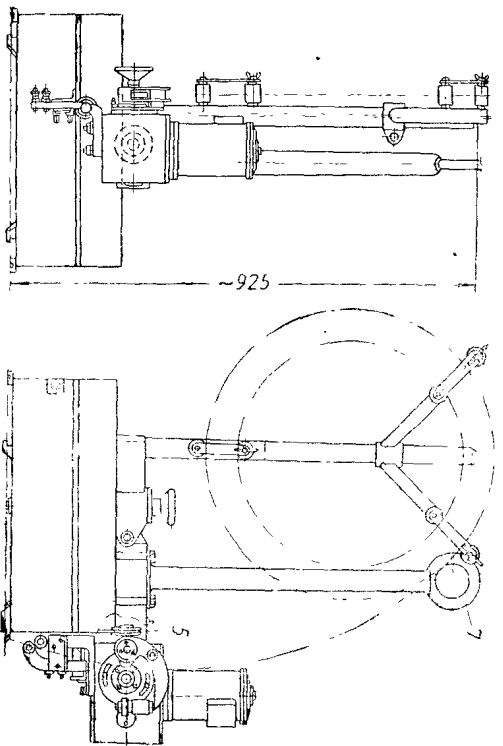
Корректирование движения электрода по шву ведется маховиком 6. Изменение скорости сварки производится сменой ходового бегунка головки.



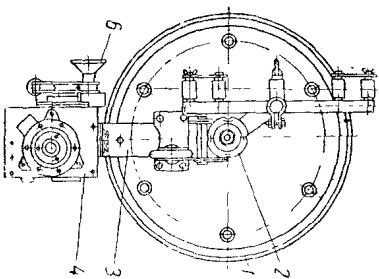
Фиг. 434.



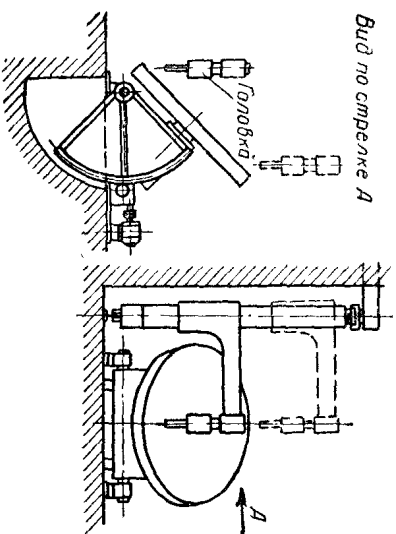
Фиг. 435. Схема установки для сварки круговых швов.



Фиг. 436. Сварочная головка для сварки круговых швов.



Вид по стрелке А



Фиг. 437. Схема установки для сварки наклонных швов.



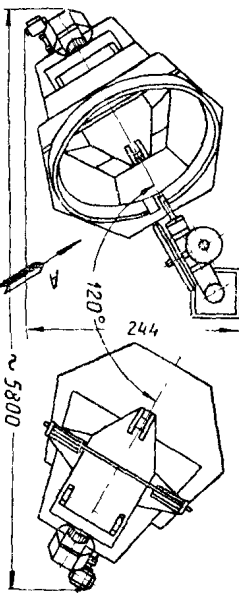
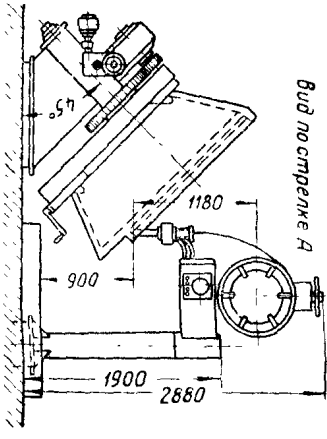
Изменение скорости подачи электрода осуществляется сменой подающего ролика. На вращающемся части аппарата смонтированы кнопочный пульт управления и державка электродной проволоки. Установка — двухместная. Перестановка барабана с головкой с одного рабочего места на другое производится за рым штанги 7.

### 6) Установки для сварки наклонных швов

Подобные установки необходимы при сварке днащ в угол, при сварке фланцев, дисков, при внутренней обварке круговых жесткоостей в цилиндрах и т. д.

Так же, как и круговые, наклонные швы могут быть выполнены на приводных манипуляторах, а также на различного рода наклоняющихся столах, имеющих механизм

Вид по стрелке А



Фиг. 438. Схема двухместной установки для сварки наклонных швов.

привода вращения (фиг. 437).

Установка обычно состоит из привода вращения, смонтированного на раме, имеющей на шпинделе наклонно расположенную (большой частью под углом 45°) планшайбу. На фиг. 438 показана установка с одной сварочной головкой для двух рабочих мест.

Для сварки круговых швов в угол может быть применена установка, показанная на фиг. 439, 440, 441.

Установка предназначена для сварки наружных и внутренних кольцевых швов и состоит из следующих узлов (фиг. 439):

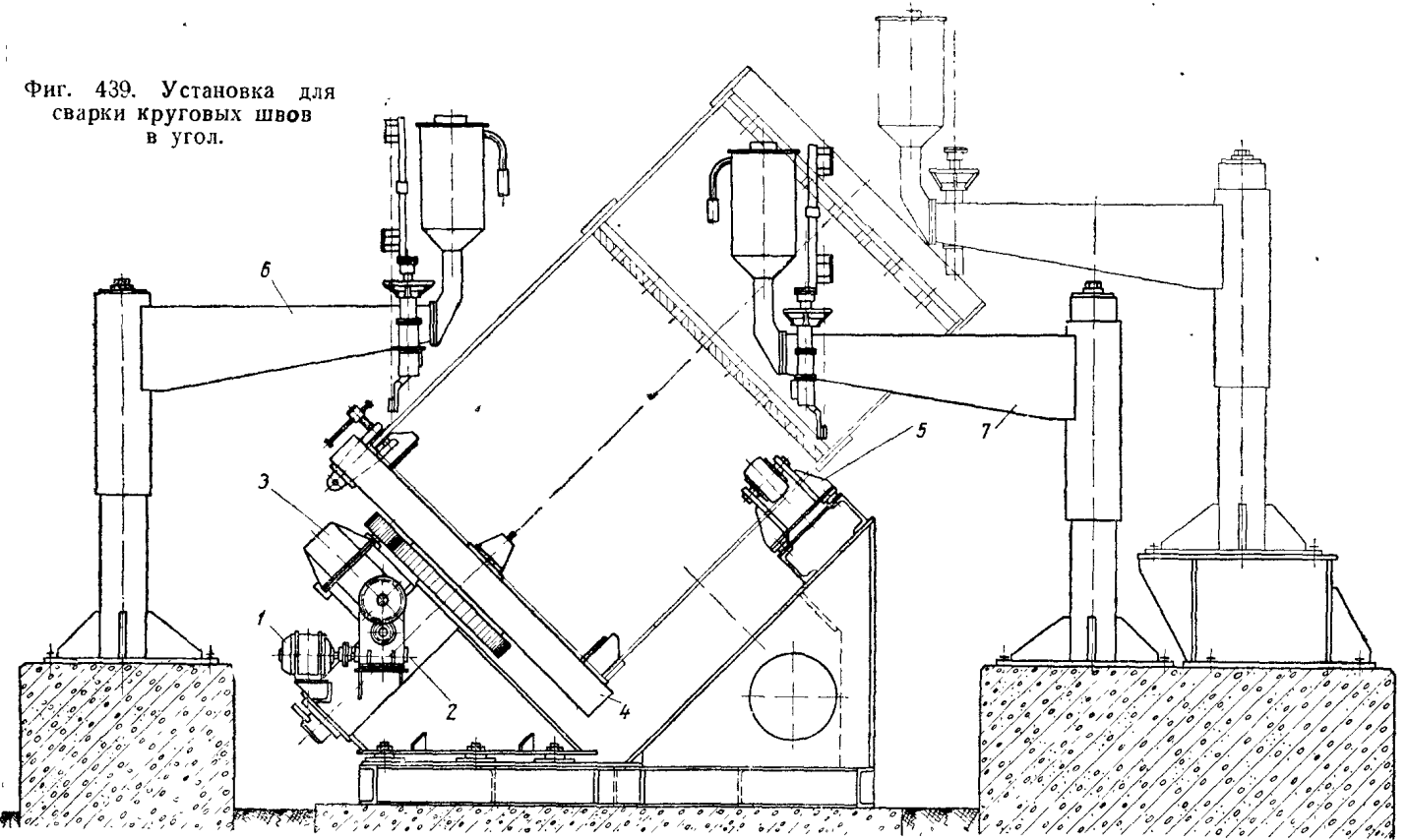
а) поворотного механизма с приводом от двигателя 1 через

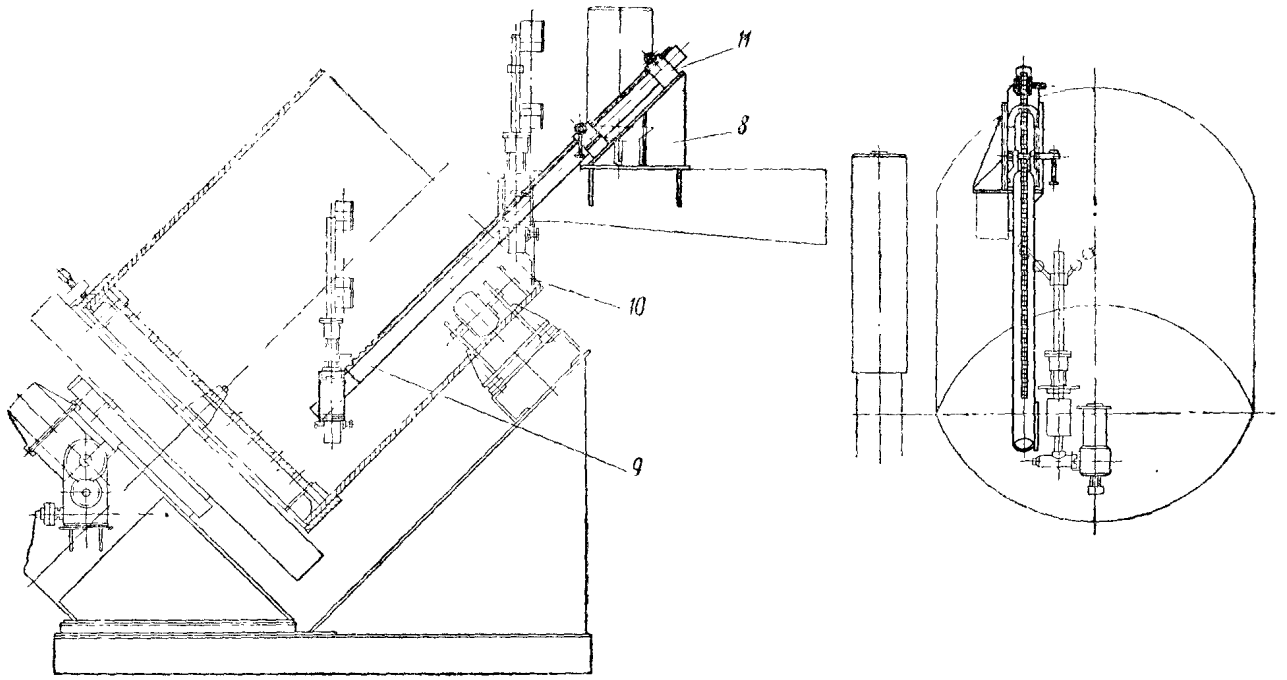
- червячный редуктор 2, редуктор 3 и пару цилиндрических колес;
- б) планшайбы 4 с боковыми винтовыми прижимами качающегося типа;
- в) неподвижной опоры 5 с двумя неподвижными роликами;
- г) сварочной головки, укрепленной для наложения наружных швов на консоли 6 и для наложения внутренних швов на консоли 7.

Для сварки внутренних швов, расположенных в глубине сосуда, применяется специальный держатель сварочной головки (фиг. 440 и 441).

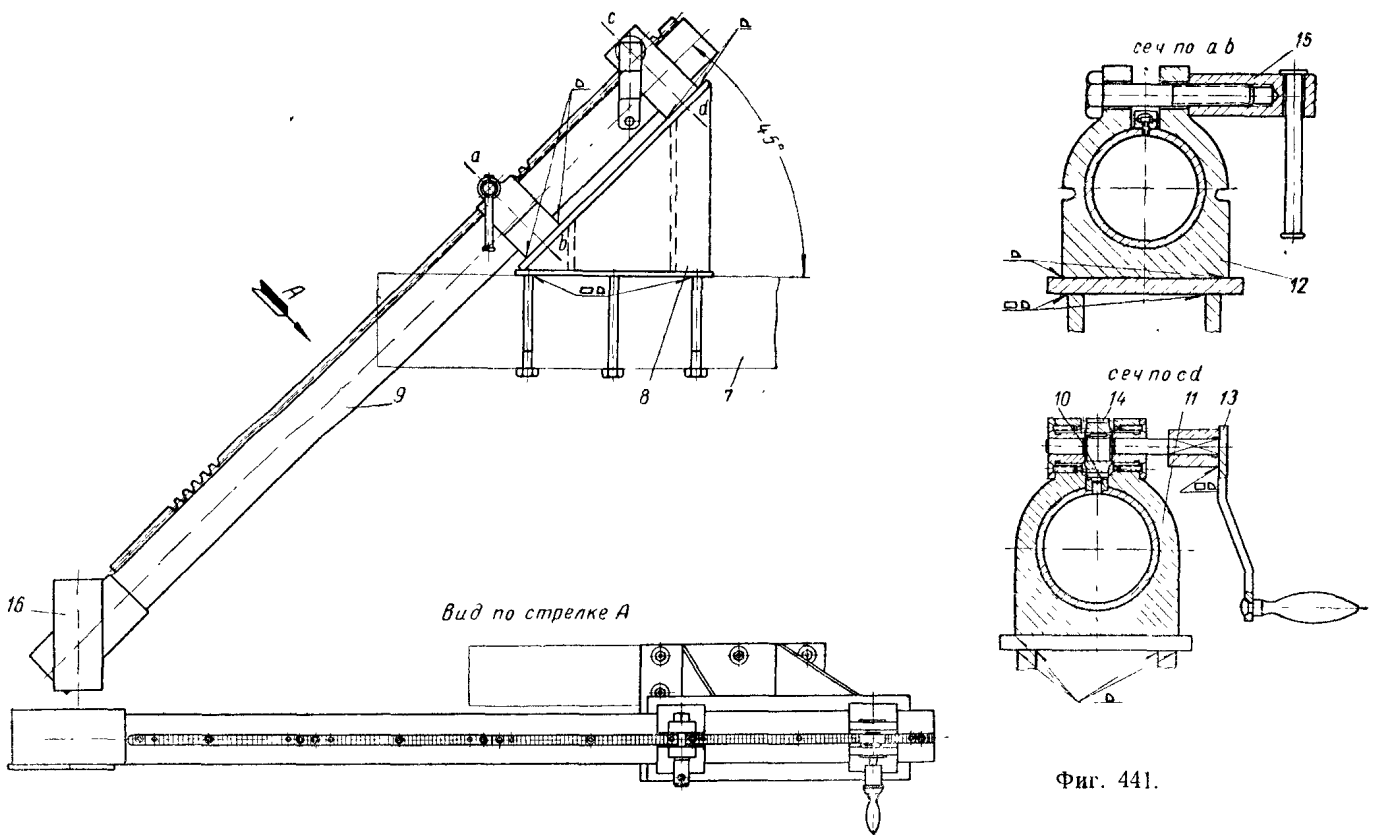
Держатель головки (фиг. 441) состоит из опорной стойки 8, закрепленной на консоли 7, и трубы 9, на верхней части которой прикреплена на винтах рейка 10. Труба 9 перемещается наклонно, опираясь на две опоры 11 и 12. Опора 11 имеет ручной привод от ручья 13 и шестерни 14 для перемещения трубы. На опоре 12

Фиг. 439. Установка для сварки круговых швов в угол.



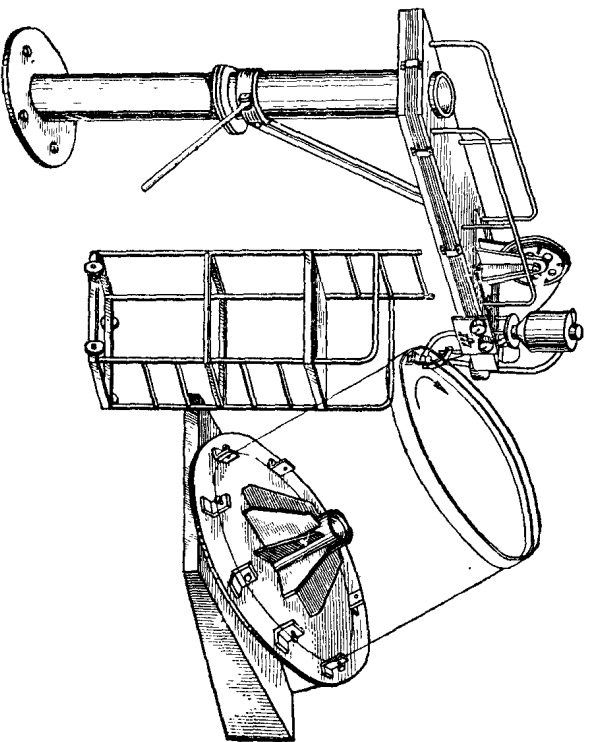


Фиг. 440.



Фиг. 441.

труба 9 закрепляется в нужном положении стяжкой 15. На трубе в нижней части приварена планка 16, к которой прикреплена сварочная головка.



Фиг. 442. Схема установки для сварки круговых наклонных швов на высоких изделиях.

При высоких изделиях сварочная головка крепится к поворотной консоли (фиг. 442) с постоянной или изменяемой высотой. В этих случаях для сварщика делается помост.

### в) Установки для сварки кольцевых (вертикальных) швов

Этот тип установок получил наибольшее распространение. По типу привода эти установки разделяются на: 1) установки с вращающимися станочного типа и 2) установки с роликовыми вращателями.

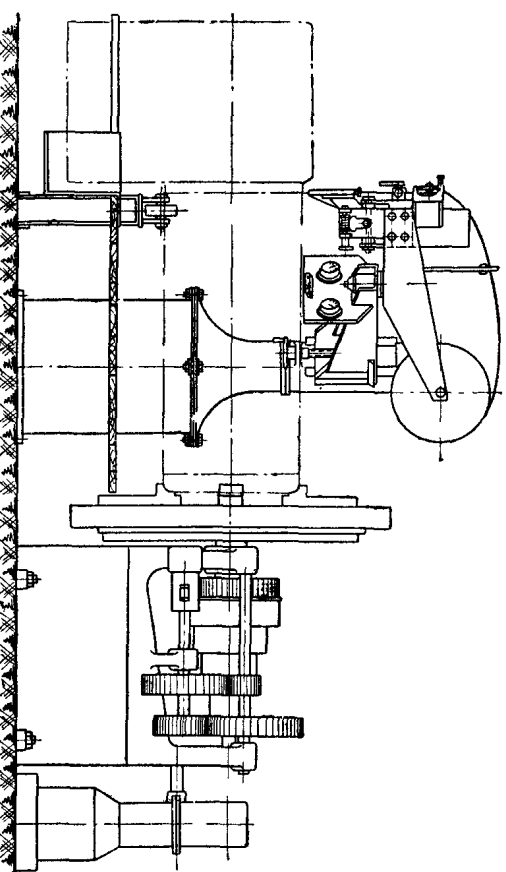
В качестве роликовых вращателей применяются фрикционные приводы, в которых усилие возбуждается непосредственно между свариваемым изделием и опорными приводными роликами, либо между опорными роликами и жесткими опорным кольцом с закрепленным на домкратах или распорках изделием (см. гл. «Конструкция и расчет сборочно-сварочных механизмов»).

Значительная овальность свариваемого изделия может привести к неудовлетворительному формированию шва (даже при резиновых приводных роликах), в этом случае второй способ дает более удовлетворительные результаты.

**Установки с вращателями станочного типа.** Приводные механизмы (вращатели) станочного типа описаны выше.

Кроме этих специальных механизмов, в последнее время в качестве вращателей в установках для автоматической сварки кольцевых швов используются старые токарные станки, не пригодные для механической обработки. Так как шпиндель этих станков при установке на нем цилиндрических изделий под сварку не испытывает каких-либо значительных усилий, то они вполне пригодны для использования в качестве вращателей. На фиг. 443 показана установка, где в качестве механизма, повораивающего свариваемое изделие, используется привод лоботочного станка. Изделие закрепляется кулачками планшайбы и поддерживается парой неподвижных роликов.

Соответствующая скорость вращения обеспечивается сменными колесами станка.



Фиг. 443. Установка станочного типа для сварки кольцевых швов.

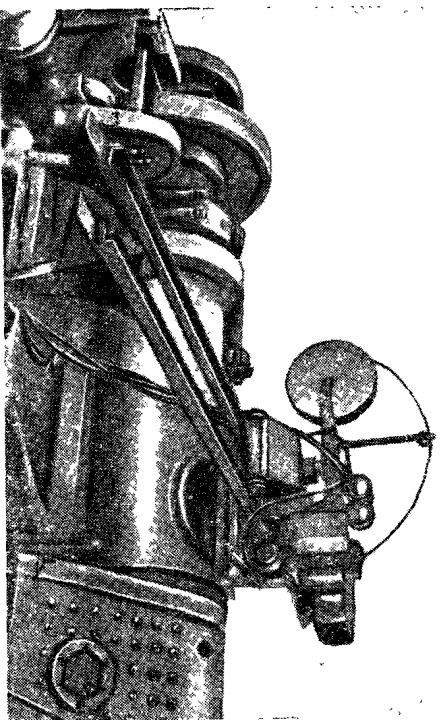
Ток подводится к изделию через скользящую щетку.

Для крепления сварочной головки использована станина старого сверлильного станка, к которому приделана несущая консоль. Колонна разгружается отгибающим моментом, создаваемого весом консоли и головки специальным противовесом. Консоль, кроме кругового вращения вручную, имеет также вертикальное перемещение по направляющим колоннам.

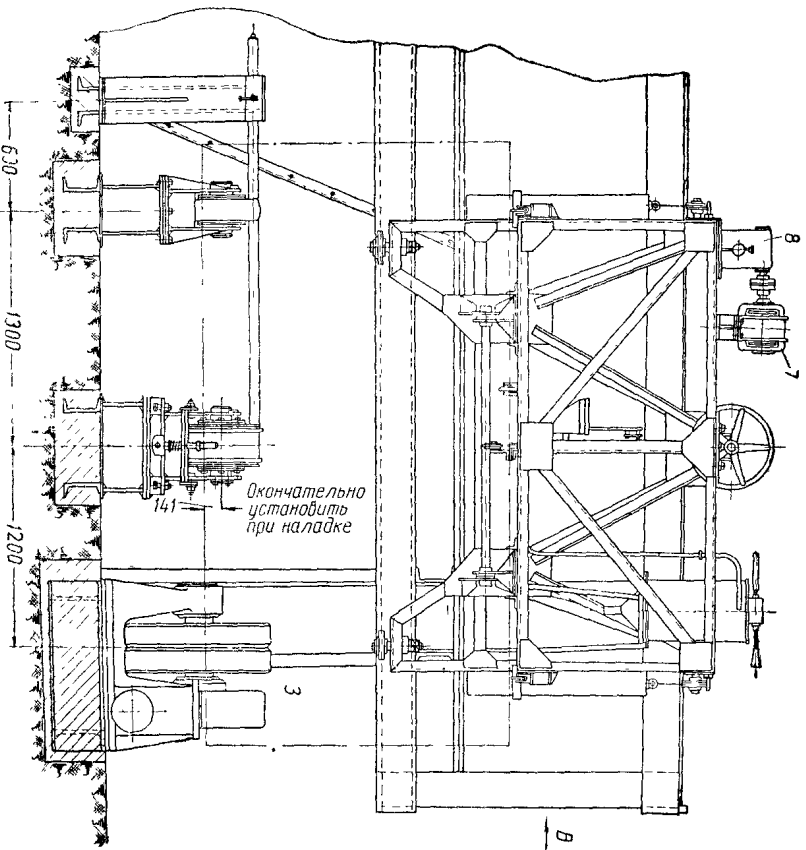
Поворот консоли и ее подъем является лишь установочным движением. В момент сварки консоль неподвижна.

На этой же установке может быть использован также трактор, пути для которого устанавливаются на подставках (фиг. 444).

**Установки с роликовыми вращателями.** Типовая схема такой установки дана на фиг. 445 и 446. Установка состоит из следующих узлов: багкона с моторным приводом для передвижения с направляющими для перемещения трактора 1, несущей конструкции 2, по которой на специальном рельсе перемещается багкон роликового стенда 3, имеющего



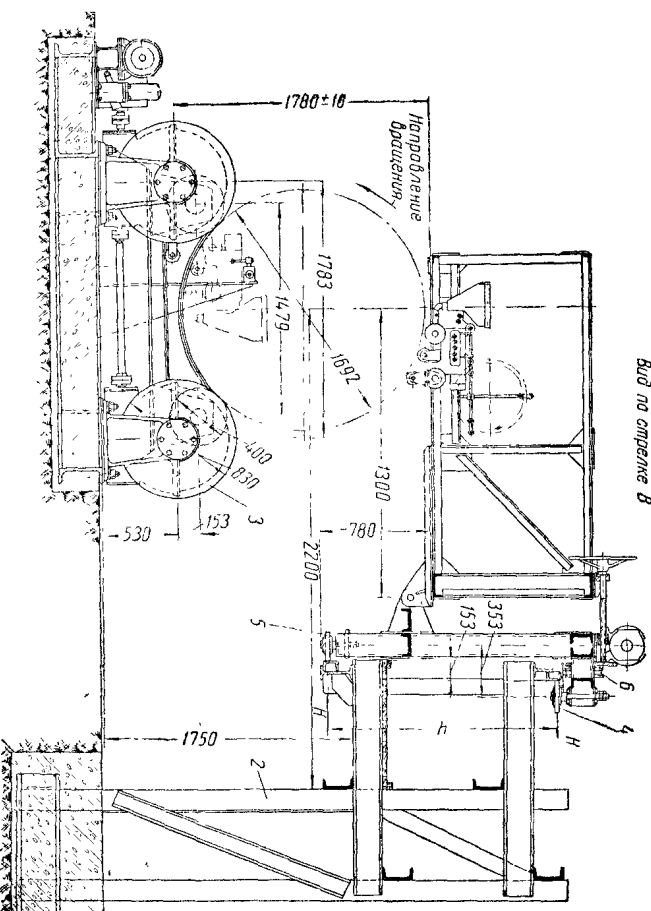
Фиг. 444. Установка станочного типа с трактором.



Фиг. 445. Установка для сварки кольцевых швов с роликовым вращателем.

Односторонний привод слвоенных роликоопор и два неприводных ролика. Для сварки внутренних швов предназначается специальная флюсовая подушка. Конструкция балкона решетчатая, подвешена на шарнире к стойке и удерживается винтовой стяжкой. Последняя позволяет регулировать положение уровня направляющих трактора по отношению к изделию. Изгибающий момент от веса трактора и балкона воспринимается моментом пары  $Hh$ , где  $H$  — давление на горизонтальные (верхние 4 и нижние 5) катки, а  $h$  — расстояние между ними. Вес движущих частей воспринимается вертикальными катками 6 (фиг. 446).

Вид по стрелке в



Фиг. 446. Установка для сварки кольцевых швов с роликовым вращателем.

Механизм передвижения балкона состоит из электродвигателя 7, передаточного движения через червячный редуктор 8 и пару цилиндрических колес на холловы катки 6. Он предназначен лишь для установочных движений. Описанная установка может быть использована также для сварки продольных швов при неподвижном тракторе и передвижении балкона. Подъем траверсы со сварочной головкой может осуществляться от электропривода.

Другие типы механизмов, предназначенные для вращения изделия при кольцевой сварке с непосредственным опиранием изделия на роликоопоры и через опорные колыда, рассмотрены выше.

Специальные установки, на которых выполняются только кольцевые швы, применяются главным образом при сварке труб. У труб, изготовленных из валцованных обечаек, сварка кольцевых и продольных

швов обычно ведется на универсальных установках, рассматриваемых ниже.

Специализированная установка конструкции Института электросварки им. акад. Патона Е. О. для автоматической сварки кольцевых стыков трубных секций, состоящих из нескольких труб, показана на фиг. 447. Общая длина свариваемого изделия — до 20 м, диаметр — до 300 мм.

Сборка и прихватка секций производится вне сварочной установки. Прихваточные секции с помощью рычажного приспособления вручную накатываются на тележки, стоящие на рельсовом пути (фиг. 447).

Подъемная платформа 1 состоит из нижней площадки вращающийся механизм 3. На вертикальных стойках крепятся четыре направляющих ролика 4 с ребрами (фиг. 448). Ролики катятся по квадратному рельсу, укрепленному к неподвижному порталу.

В корпусе вертикальных стоек, на траверсе 5 укреплена гайка 6, сообразная вертикальное перемещение платформе 1 при вращении винтов 7. Винты крепятся на портале в подшипниках 8 и вращаются от штурвала 11 через конические шестерни 9 и промежуточный валик 10.

Платформа уравнивается грузом 12, подвешенным на тросе 13, перекинутом через блок 14 (фиг. 449). Второй конец каната крепится к подъемной платформе.

Вращение секции производится вращателем 3.

При сварке стыка вращатель опускается в приямок для пропускания тележки с трубой.

Для установки над швом сварочная головка может иметь следующие установочные движения: вдоль оси трубы на специальных салазках, поперек оси трубы и по вертикали с помощью механизма 15.

Сварочная головка крепится на салазки 16 (фиг. 450), перемещающиеся по направляющим, укрепленным болтами 17 к раме портала 18. Салазки с головкой перемещаются при вращении винта 20 штурвалом 19, при этом гайка 21, а вместе с ней и салазки получают поступательное движение.

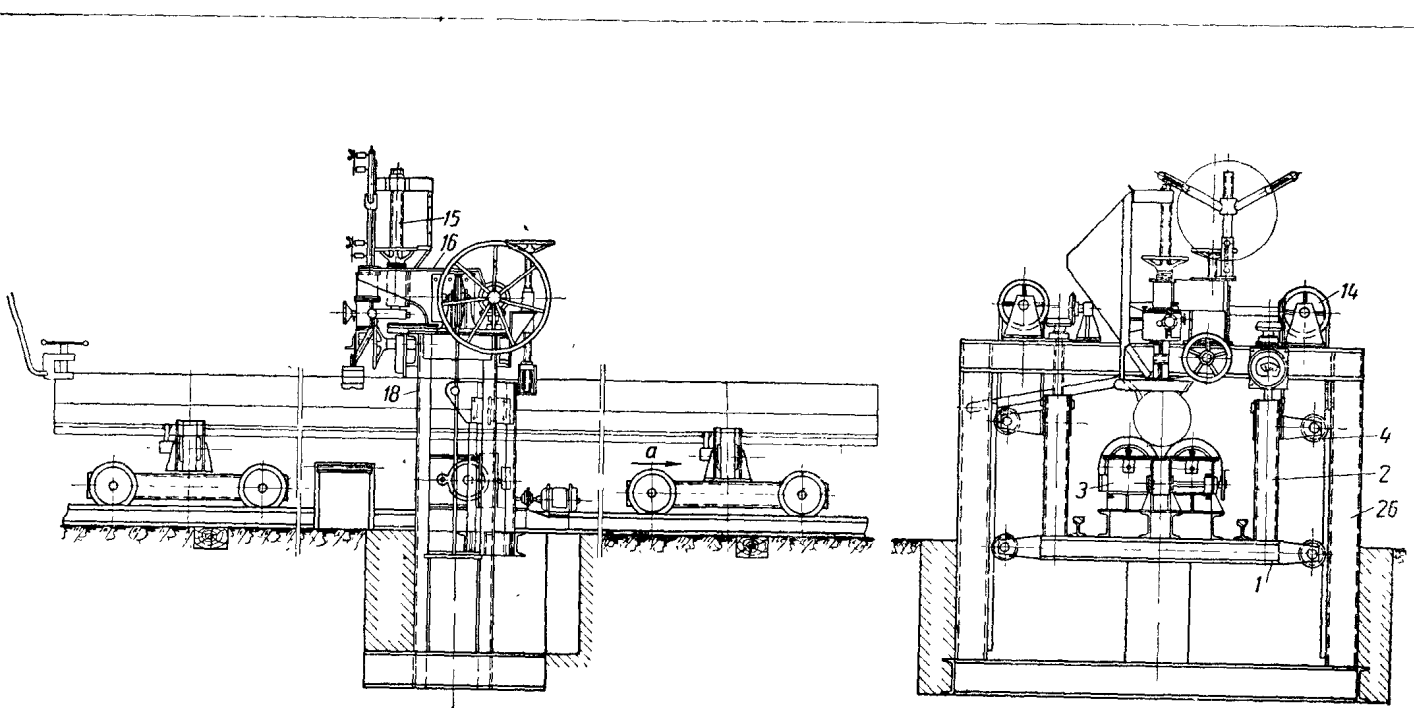
Для сварки кольцевых швов на барабанах небольшой длины с ребрами или углублениями, когда для наложения шва в положении „лодочка“ требуется поворот изделия в вертикальной плоскости, предназначается установка, изображенная на фиг. 451, 452 и 453.

Установка состоит из следующих узлов:

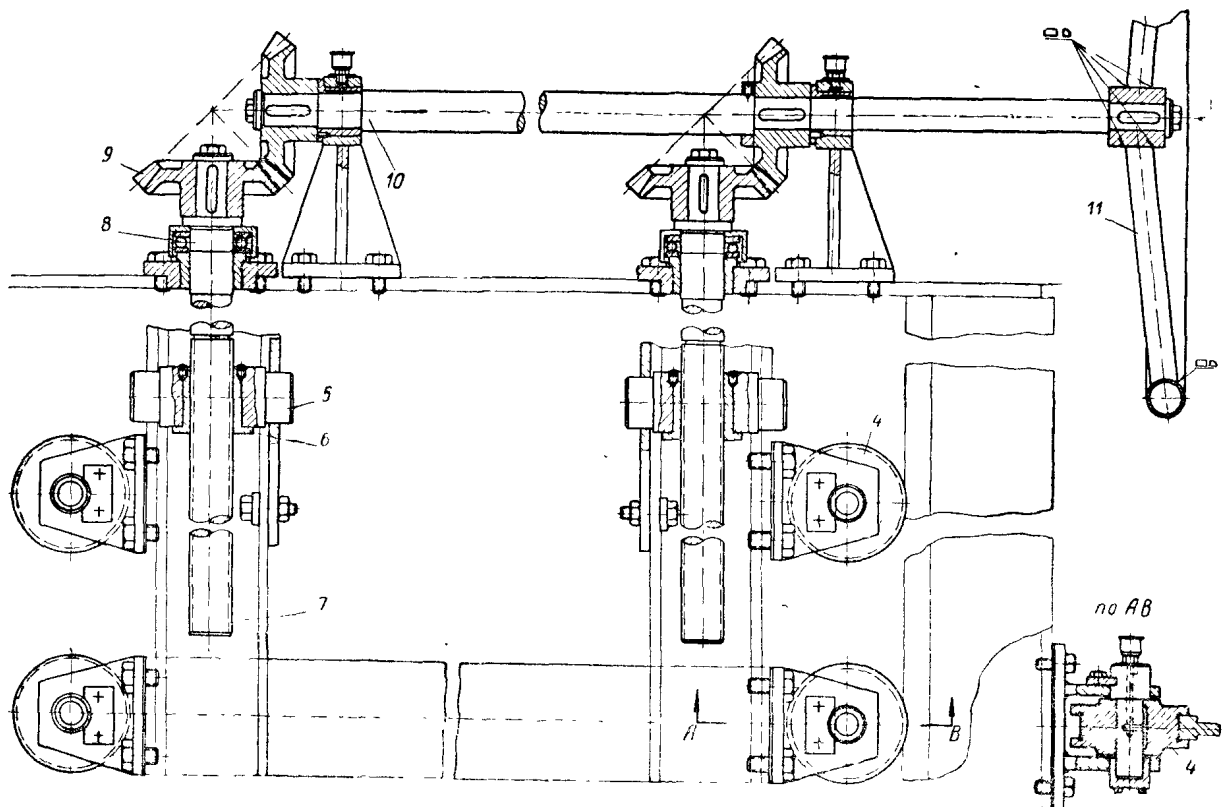
- а) кантователя для поворота изделия;
- б) сварочной головки, укрепленной на штанге;
- в) колонны, на которой крепится штанга;
- г) флюсовой системы.

Свариваемый узел крепится в сменных центрах 1 (фиг. 451 и 452), укрепленных: один — в правой 2, другой — в левой 3 бабках. Левая бабка — приводная, правая — не приводная. Бабки сидят на направляющих 4 и перемещаются по ним (фиг. 453).

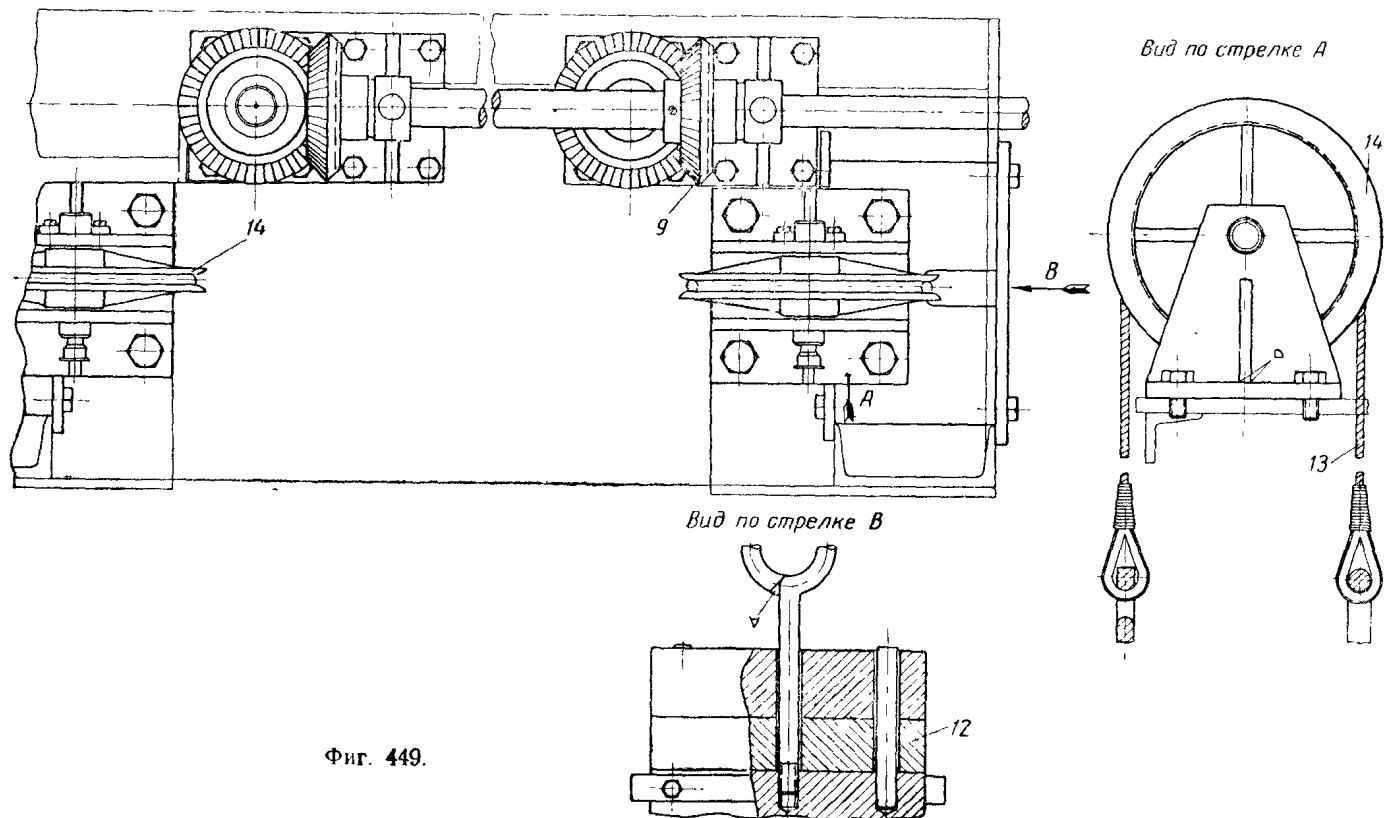
Закрепление или освобождение свариваемого узла вручную производится маховиком 5 через винт 6, имеющий правую и левую резьку.



Фиг. 447. Установка для автоматической сварки кольцевых стыков трубных секций.



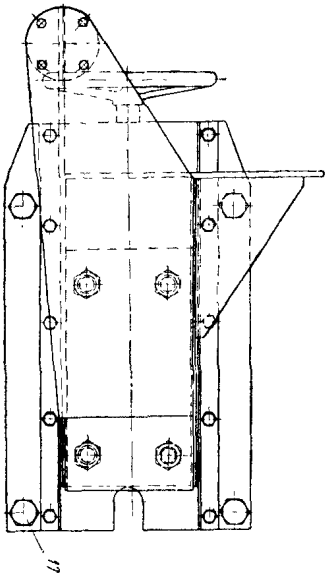
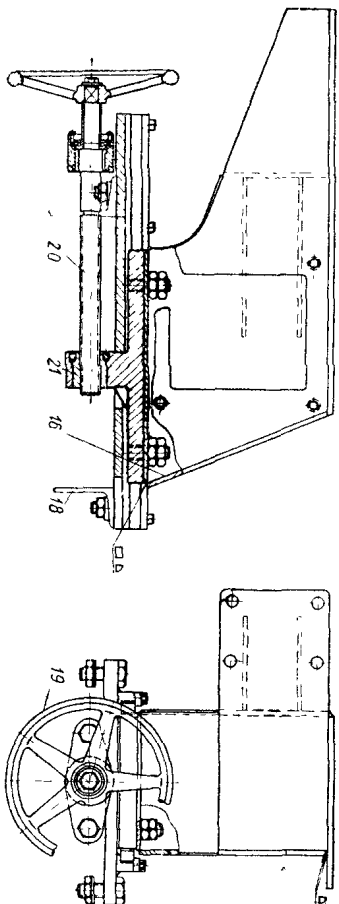
Фиг. 448.



Фиг. 449.

Установленное изделие вместе с рамой кантователя 7 может вращаться червячной парой 8 от штурвала 9.

Вращение изделия в плоскости сварки производится приводом, смонтированным в левой бабке. Двигатель 10 (фиг. 454) через эластичную муфту 11 передает движение червячной паре 12, колесо которой сидит на валу 13 свободно, далее цилиндрическими колесами 14 и 15, 16, 17, 18 и 19 на шпindelъ 20.



Фиг. 450.

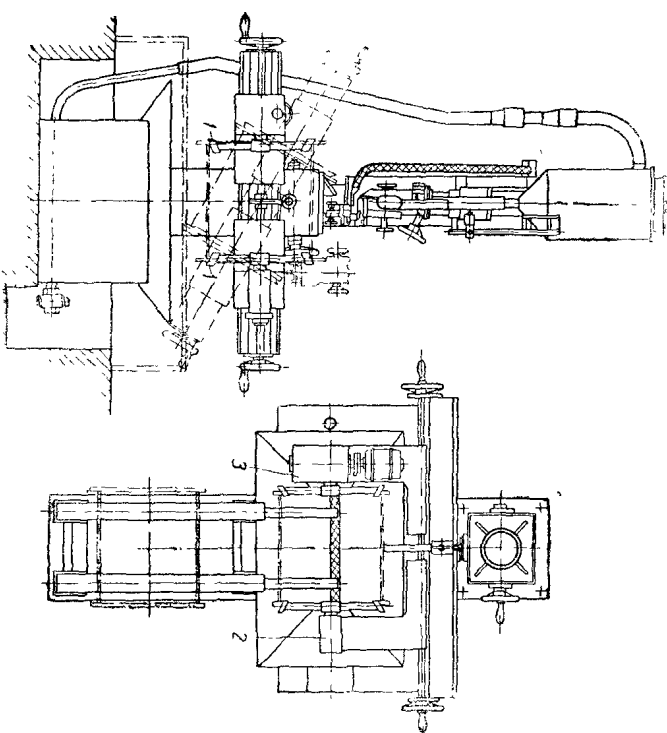
К правой неприводной бабке через шину 21 (фиг. 455) к кольцу токощетки 22, сидящему на валу правой бабки, подводится заземляющий кабель.

Весьма важным является вопрос механизации сварки внутренних кольцевых швов.

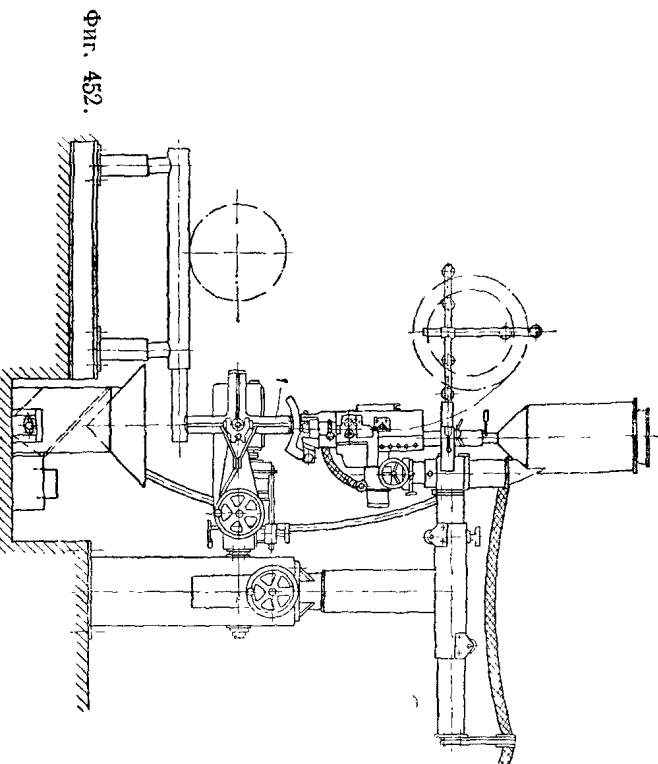
Трудность создания удовлетворительного флюсового поджима внутри цилиндра делает необходимым перед сваркой наружного шва автоматом варить предварительно внутренний подварочный шов.

До настоящего времени подварочные швы осуществляются главным образом вручную, лишь передовые заводы перешли на автоматическую сварку их. Одним из решений этого вопроса является применение для этих целей специальных решетчатых конструкций, монтируемых внутри свариваемого цилиндра и предназначенных для подвешивания сварочного трактора.

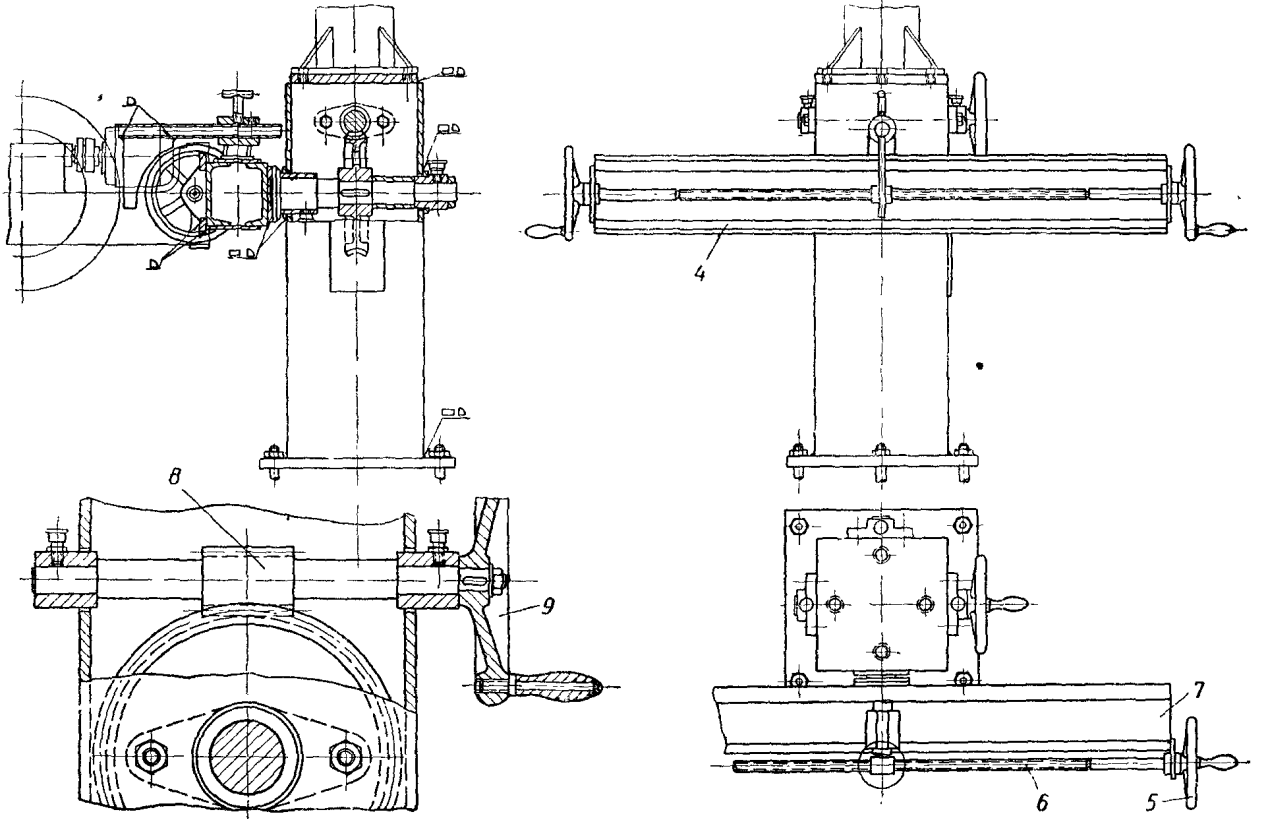
Это приспособление работает вместе с обыкновенным роликовым вращателем. Собранная и приращенная обечайка укладывается на роликовый стелд с приводом от электродвигателя. Для подвешивания сва-



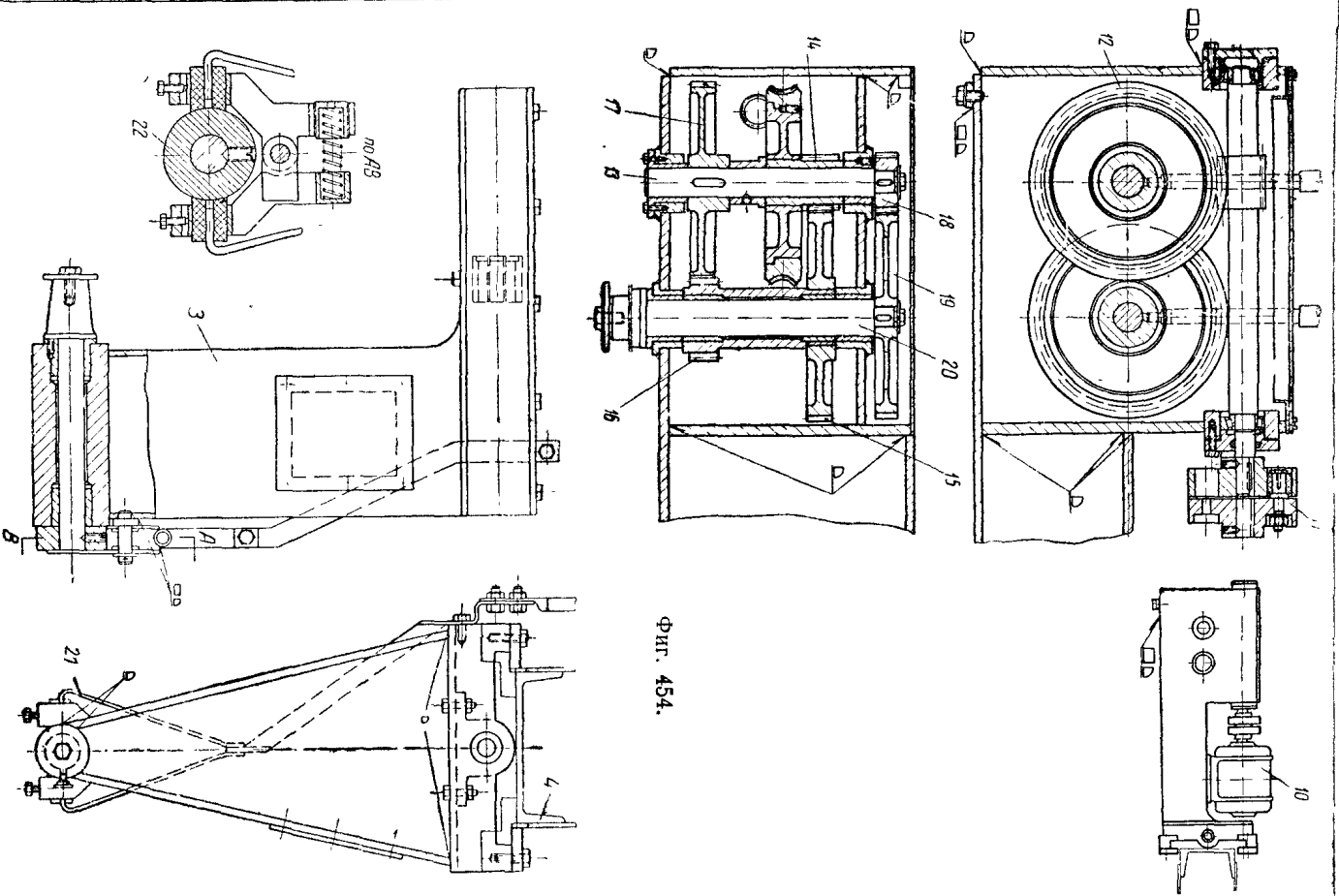
Фиг. 451.



Фиг. 452.

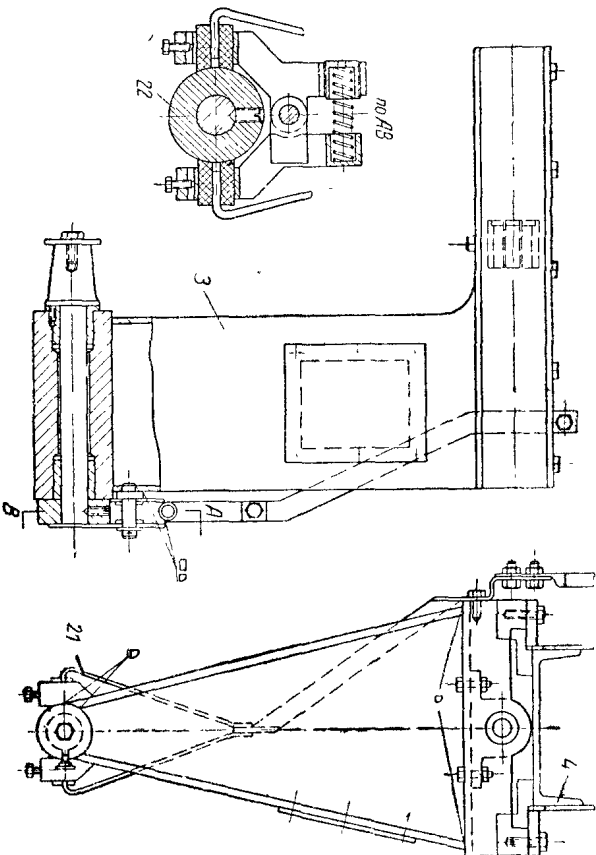


Фиг. 453.



Фиг. 454.

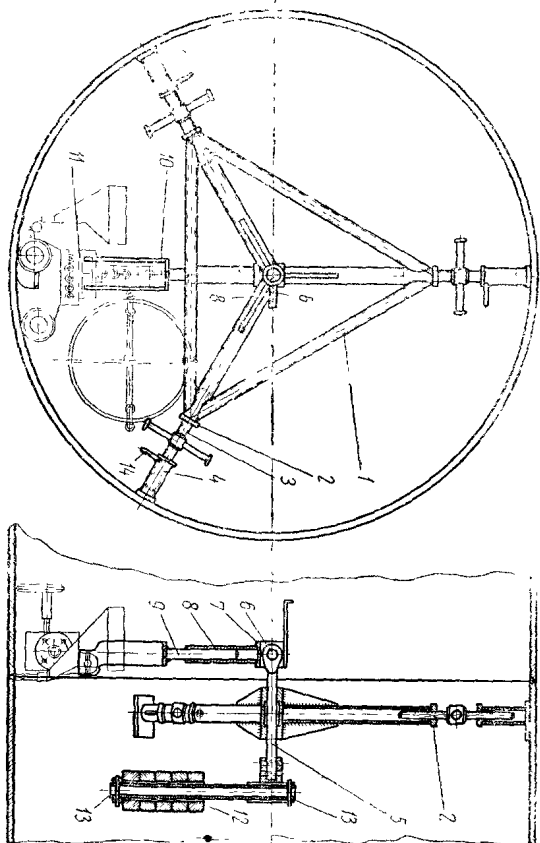
Фиг. 455.





рочного трактора сделано приспособление (фиг. 456), состоящее из жесткой трубчатой конструкции 1, на концах которой выарены резьбовые втулки 2. Винт 3, имеющий правую и левую нарезки, входит во втулку 2 и упорный стакан 4.

Через центральную опору трубчатой конструкции проходит вал 5, на левом конце которого посредством пальца 6 подвешен шарнир 7 с приваренной втулкой 8. В последней помещается шток 9, связанный через раму 10 с трактором 11. На правом конце вала 5 укреплен противовес 12. Съемный палец 6 и штифты 13 позволяют получить отдельные разъемные монтажные элементы.



Фиг. 456. Приспособление для сварки внутренних кольцевых швов.

Приспособление работает следующим образом: введенная внутрь обечайки конструкция 1 устанавливается с помощью винтов 3 и стакана 4, вращаемого рукояткой 14. Установив трактор по разделке шва, соединяют шарнир 7 с валом 5 и устанавливают противовес.

При сварке овальность обечайки компенсируется ходом штока 9 по втулке 8 и продольным перемещением вала 5.

Следует признать более удачным опыт сварки внутренних подварочных швов трактором, непосредственно устанавливаемым внутри цилиндра по разделке шва.

Сварка осуществляется при вращении изделия и движении трактора в противоположные стороны, причем скорость трактора равна окружной скорости вращения на внутреннем радиусе изделия (см. фиг. 446).

Вторым оправдавшимся методом наложения внутренних подварочных швов является сварка с помощью сварочной головки, укрепленной на консоли, вводимой внутрь обечайки. При неподвижной консоли и вращении изделия может быть осуществлена внутренняя кольцевая сварка.

Однако ввиду овальности изделия и отсутствия непосредственной связи сварочной головки с изделием качество сварки в этом случае недостаточно высокое. Дальнейшее улучшение этого способа может решить полностью проблему внутренней кольцевой сварки.

### 3. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ УСТАНОВОК ДЛЯ СВАРКИ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ШВОВ

Криволинейными швами называются такие швы, у которых сочетаются прямолинейные и радиусные участки (с постоянным или переменным радиусом кривизны). Криволинейными являются также швы на изделии, радиус которого значителен, вследствие чего при его вращении, осуществляемом из центра, не совпадает с центром кривизны изделия, появляются переменные радиусы вращения, которым при постоянном числе оборотов вращения изделия соответствуют переменные окружные скорости. Механическое оборудование этих установок предназначается для обеспечения наложения шва автоматом с постоянной или близкой к постоянной скоростью.

Автоматическая сварка криволинейных швов может быть выполнена на установках с вращателями станочного типа, с коромыслого-шатунными механизмами и с копируемыми устройствами.

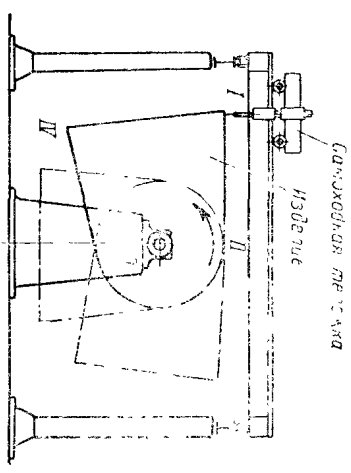
#### а) Установки для сварки криволинейных швов вращателями станочного типа

Типовая схема такой установки показана на фиг. 457.

Установка предназначена для сварки изделия, имеющего два прямолинейных и один радиусный участки. Изделие укрепляется так, чтобы центр кривизны изогнутого участка совпадал с центром планшайбы станка. Сварка ведется в следующей последовательности:

- 1) сварка первого прямолинейного шва — при неподвижном изделии и движении трактора по направлению вдоль шва;
  - 2) сварка криволинейного участка *Rconst* — при неподвижном тракторе и вращении изделия и, наконец,
  - 3) сварка второго прямолинейного шва при неподвижном изделии и движении трактора.
- Рассмотренная схема сварки криволинейных швов является наиболее простой, так как в ней, по существу, объединены установки для кольцевой и продольной сварки.

Более сложными являются установки для сварки изделий с переменным радиусом кривизны или установки, в которых поворот изделия с *Rconst* осуществляется толкающим коромыслом.



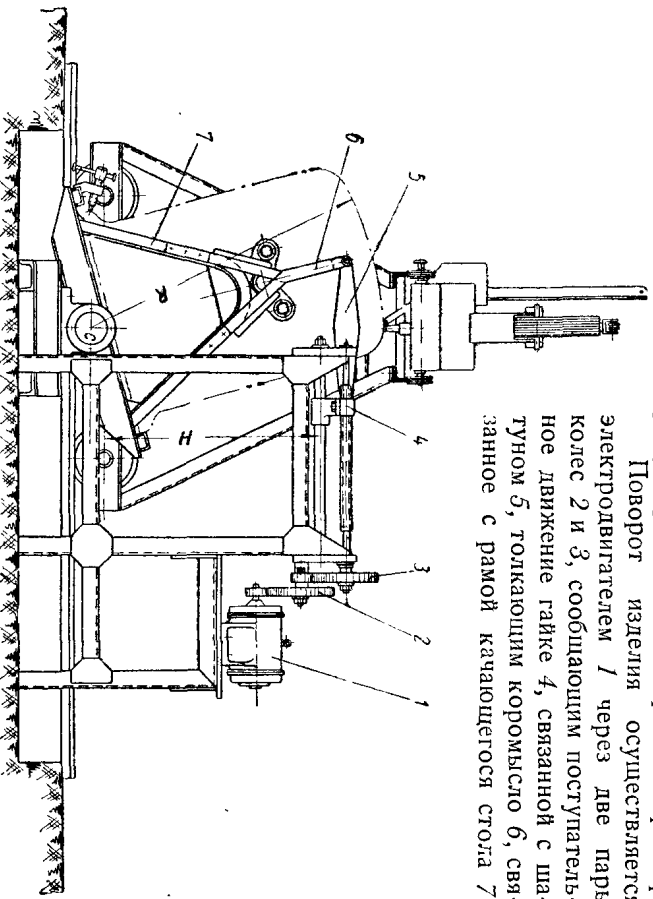
Фиг. 457. Схема установки с вращателем станочного типа для сварки криволинейных швов.

Следует заметить, что до сего времени не создано сколько-нибудь проверенных в эксплуатации установок. Основной трудностью при этом является разработка механизмов, обеспечивающих скорость сварки в пределах, близких к постоянному значению. Ниже приводится описание и кинематический анализ коромысло-шатунного механизма, предназначенного для сварки криволинейных швов и осуществленного на заводах МТМ.

### 6) Установки с коромысло-шатунным механизмом

Изделие (фиг. 458) устанавливается на качающемся столе и закрепляется по периметру винтовыми прижимами. Качающийся стол помещен между стойками портала, по которому перемещается сварочный трактор.

Поворот изделия осуществляется электродвигателем 1 через две пары колес 2 и 3, сообщающим поступательное движение гайке 4, связанной с шатуном 5, толкающим коромысло 6, связанное с рамой качающегося стола 7.



Фиг. 458. Установка с коромысло-шатунным механизмом для сварки криволинейных швов.

Свариваемое изделие устанавливается на качающемся столе так, чтобы положение центра  $C$  механизма совпадало с центром изделия.

Очевидно, что при наложении сварочного шва по кривой радиуса  $R$  скорость вращения изделия не будет постоянной. Колебание скорости будет происходить в результате того, что вращение изделия осуществляется с помощью шатунно-коромыслового механизма, в котором ведущим звеном является ползунок, имеющий постоянную скорость.

Для получения одинакового по толщине шва скорость сварки должна быть постоянной или, во всяком случае, колебания ее должны быть весьма малыми (может быть допущено отклонение до  $\pm 5\%$  от расчет-

ной скорости сварки). Таким образом, необходимо выяснить, изменение скорости сварки, т. е. окружной скорости точек, лежащих на дуге радиуса  $R$  при повороте изделия на угол  $\varphi$ , соответствующий данному положению гайки. В результате можно построить диаграмму  $v_c = f(\varphi)$ , что позволит установить предельные углы  $\varphi$ , на которые можно допустить поворот изделия, чтобы скорость сварки не вышла из заданных пределов.

При заданных угле поворота  $\varphi$  и радиусе изделия  $R$  величина и характер колебания этой скорости будет зависеть от соотношения следующих параметров механизма:

- 1)  $\frac{r}{R}$  — отношения длины коромысла к длине шатуна;
- 2)  $\frac{H}{L}$  — отношения величины деаксиала к длине шатуна.

В каждом отдельном случае для заданных пределов  $\varphi$  и  $R$  можно подобрать те оптимальные соотношения  $\frac{r}{L}$  и  $\frac{H}{L}$ , при которых колебания скорости будут наименьшими.

Для исследования принят механизм, имеющий следующие параметры:

$$\frac{r}{L} = \frac{3}{2}; \quad \varphi_{\max} = 90^\circ;$$

$$\frac{H}{L} = \frac{3}{2}; \quad R = \frac{4}{3}r.$$

На примере этого механизма показана методика исследования и возможность применения этого механизма в качестве механизма для сварки.

Применяем графический метод анализа построением повернутых планов скоростей по новому приему построения. Этот прием состоит в том, что строят повернутые на  $90^\circ$  планы скоростей непосредственно на схеме, принимая за полюс центр вращения коромысла (фиг. 459). При таком построении модули абсолютных скоростей шарнирной точки коромысла  $B$  будут представлены в некотором масштабе выходящим из точки  $O$  пучком векторов, концы которых, соединенные главной кривой, сразу дают диаграмму  $v_B = f(\varphi)$ , построенную в полярных координатах.

Окружные скорости точки  $C$  пропорциональны скоростям точки  $B$ . Таким образом, кривая  $v_C = f(\varphi)$  будет одновременно выражать зависимость  $v_C = f(\varphi)$  только в ином масштабе.

Схему механизма строим в произвольном масштабе, но с соблюдением заданных соотношений  $\frac{r}{L}$  и  $\frac{H}{L}$ . Масштаб схемы не определен, пока не задана абсолютная величина параметра  $L$ .

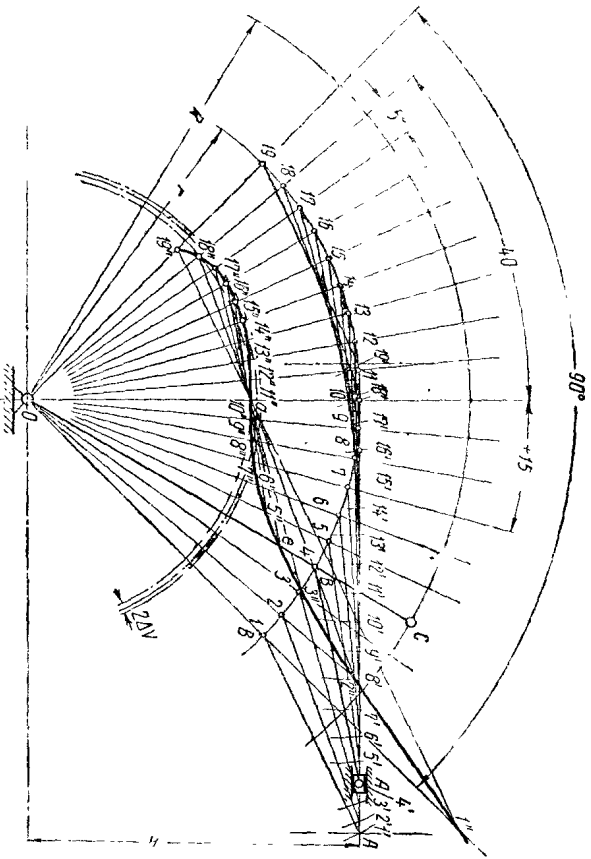
Разбиваем принятый угол поворота  $\varphi = 90^\circ$  лучами на равные части с ценой деления равной  $5^\circ$ .

Отсчет углов ведется от вертикальной оси, проходящей через центр вращения коромысла  $O$ .

Нанесем положения шатуна для всех положений коромысла; для точки  $B$  — от 1 до 19 и для точки  $A$  цифрами 1' и 19'.

Для построения повернутых планов скоростей принимаем за полюс точку  $O$ ; откладываем от нее повернутый на  $90^\circ$  вектор скорости точки  $A$   $v_A = Oa \perp v_A$ . Эта скорость постоянна. Масштаб произвольный и неопределенный, пока не задана величина абсолютной скорости  $v_A$ .

Проводим через точку  $a$  пучок лучей, параллельных всем возможным шатунам ( $a1''$ ,  $a2''$  . . . .  $a19''$ ). Пересечение каждого из этих лучей ( $a1'$ ,  $a2'$  . . . .  $a19'$ ) с соответствующими лучами ( $0-1$ ,  $0-2$  . . . .  $0-19$ ) дает точки  $1'$ ,  $2'$  . . . .  $19'$ , которые являются концами повернутых векторов абсолютных скоростей точек  $B$ , имеющих своим началом полюс  $O$ .



Фиг. 459. План скоростей коромысло-шатунного механизма для сварки криволинейных швов.

Соединяя полученные концы векторов абсолютных скоростей точек  $B$  ( $1'$ ,  $2'$  . . . .  $19'$ ) плавной кривой, получаем в полярных координатах диаграмму  $v_B = f(\varphi)$ . Масштаб этой диаграммы

$$M_B = \frac{v_B}{Oa} \frac{м}{час. м.м.}$$

Скорости точек  $C$  коромысла ( $v_C$ ) будут пропорциональны скоростям точек  $B$  ( $v_B$ ).

$$\frac{v_C}{v_B} = \frac{R}{r}.$$

Таким образом, кривая  $v_B = f(\varphi)$  будет одновременно выражать зависимость  $v_C = f(\varphi)$  только в другом масштабе  $M'_v$ . Определим этот масштаб

$$v_C = \frac{R}{r} v_B = \frac{R}{r} (OB M_v);$$

$$v_C = \left( \frac{R}{r} M_v \right) \overline{OB} = M'_v \overline{OB},$$

где  $M_v$  — масштаб скоростей кривой  $v_B = f(\varphi)$ , откуда

$$M'_v = \frac{R}{r} M_v.$$

В исследуемой схеме имеем отношение  $R = \frac{4}{3} r$ , следовательно

$$M'_v = \frac{4}{3} r M_v = \frac{4}{3} M_v;$$

$$M'_v = \frac{4}{3} M_v = \frac{4VA}{30a}$$

нами принято  $\overline{Oa} = 100$  мм.

$$M'_v = \frac{4}{3 \cdot 100} VA \text{ м/час. м.м.}$$

Тогда

Примем скорость сварки  $v_c = 20$  м/час и  $v_c = 20$  м/час, полагая, что эта скорость будет при угле  $\varphi = 0^\circ$ . Очевидно, вектор, выражающий эту скорость  $OA = 100$  мм и, следовательно, масштаб нашей кривой

$$v_c = f(\varphi) \text{ будет равен}$$

$$M_{v(c)} = \frac{v_c}{Oa} = \frac{20}{100} = 0,195 \frac{м}{час. м.м.}$$

Принимаем, что колебания величины скорости сварки не должны превышать  $2,5\%$ , т. е.

$$\Delta v = 0,025 \cdot 20 \approx 0,5 \text{ м/час.}$$

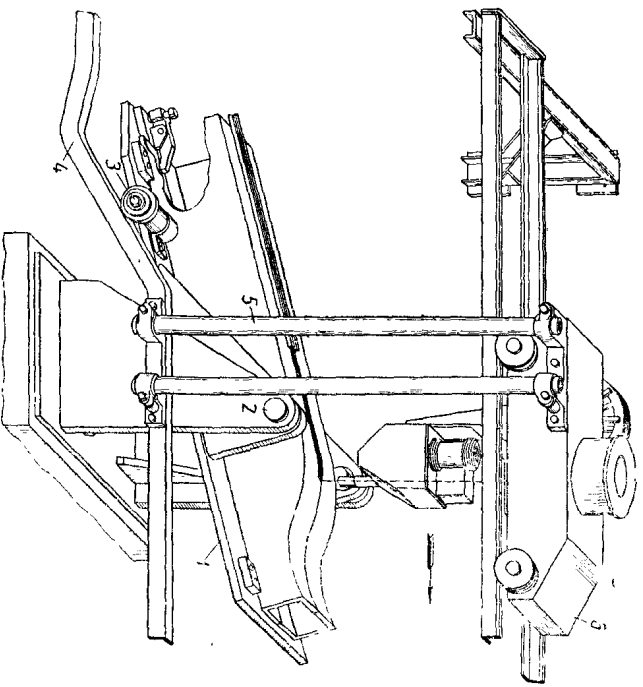
Этой величине  $\Delta v$  на диаграмме в масштабе  $M_{v(c)}$  будет соответствовать отрезок

$$\overline{\Delta v} = \frac{\Delta v}{M_{v(c)}} = \frac{0,5}{0,195} \approx 2,5 \text{ м.м.}$$

На построенной в полярных координатах диаграмме  $v_c = f(\varphi)$  проведём из центра  $O$  две окружности с разностью радиусов, равной  $2\overline{\Delta v} = 2 \cdot 2,5$ . При этом выбираем радиусы таким образом, чтобы захватить возможно больший угол  $\varphi$ , на котором кривая не выходит из



Центр тяжести тележки лежит вправо от оси рельса, поэтому тележка всегда упирается своими нижними катками в полку балки и благодаря наличию высоких реборд создается устойчивое положение тележки. Тележка несет на себе штангу 3, на конце которой закреплены сварочная головка 4, и горизонтальный копирный ролик 5. Последний упирается в полку свариваемого изделия. При движении тележки копирный ролик, обкатываясь по полке, копирует ее кривизну и, следовательно, штанга и головка будут следовать по шву, расположенному параллельно полке. Прижатие ролика к полке свариваемой балки обеспечивается



Фиг. 463. Схема установки с копирной линейкой для сварки криволинейных швов.

пружинной, размещенной внутри штанги. Если шов не параллелен полке, то должен быть выложен специальный копирный элемент для направления по шву.

Копирное устройство с линейкой показано на фиг. 463.

Свариваемое изделие укладывается на подвижную люльку 1 и закрепляется на ней винтовыми или иными прижимами.

Люлька подвешена на папфах 2 на стойках стола. Центр тяжести люльки с изделием лежит слева от оси подвеса. На левой стороне стола крепится ролик 3, опирающийся на копирную линейку 4. Линейка через две штанги 5 жестко связана с тележкой сварочного аппарата 6.

При сварке горизонтальной части изделия при движении сварочной головки вправо опорный ролик обкатывается по горизонтальной части линейки.

Шов изделия находится в горизонтальной плоскости до тех пор, пока ролик 3 не дойдет до точки перегиба копирной линейки. При дальнейшем перемещении тележки сварочной головки ролик будет катиться по наклонному участку копирной линейки, вследствие чего стол люльки будет опускаться, поворачиваясь вокруг шарниров подвеса. Криволинейный участок изделия будет при этом подниматься, а отрезки этого участка, находящиеся под электродом в момент сварки, будут последовательно занимать горизонтальное положение.

Следует заметить, что возможны два варианта этого устройства. 1) Ось подвесных шарниров совпадает с началом перегиба шва; в этом случае скорость сварки на криволинейной части будет одинакова со скоростью сварки цилиндрической части.

2) Ось поворота не лежит на линии перегиба, в этом случае будет различная скорость сварки на прямой и криволинейной частях изделия. Если размеры и конфигурация изделия диктуют конструкцию подвесной люльки, при которой центр кривизны криволинейной части не совпадает с центром поворота изделия, и при этом ставится задача получения постоянной скорости сварки, то для этого требуется переменная скорость движения тележки и вертикальное перемещение сварочной головки.

Закон изменения скорости движения тележки может быть определен построением плана скоростей.

Копирное устройство, в случае сложной конфигурации изделия может быть составным (фиг. 464, 465, 466, 467 и 468).

Приспособление состоит из следующих основных узлов: стойки 1, установленной на сварочном столе, люльки 2, подвешенной к стойке на двух пальцах 3, упорного рычага 4, связанного со стойкой пальцем 3, пальца 5 и копирного устройства.

В боковых стенках люльки 2 сделаны прорези, в которых может перемещаться свободный конец пальцев 3.

Упорный рычаг 4 на правом конце несет ось 6, на которую насажен ролик 7.

К люльке 2 на оси 8 прикреплен ролик 9.

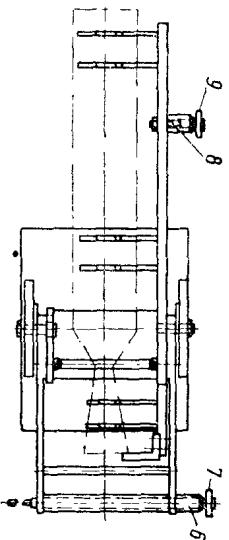
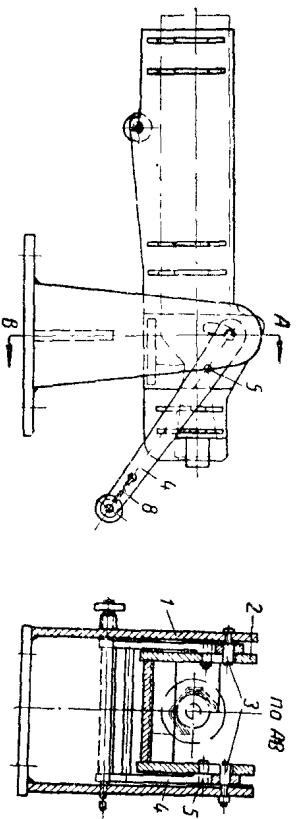
Крепление свариваемого изделия в люльке 2 осуществляется с помощью хомутов. Изделие, имеющее раструбу, показано пунктиром (фиг. 465).

Конструкция собранного приспособления без копирного устройства показана на фиг. 464. Копирное устройство (фиг. 465) состоит из деталей 10, к которой на болтах прикреплены копирные планки 11, 12, 13 и 14. Панель 10 двумя жесткими тягами 15 связана с тележкой сварочной головки и перемещается вместе с последней.

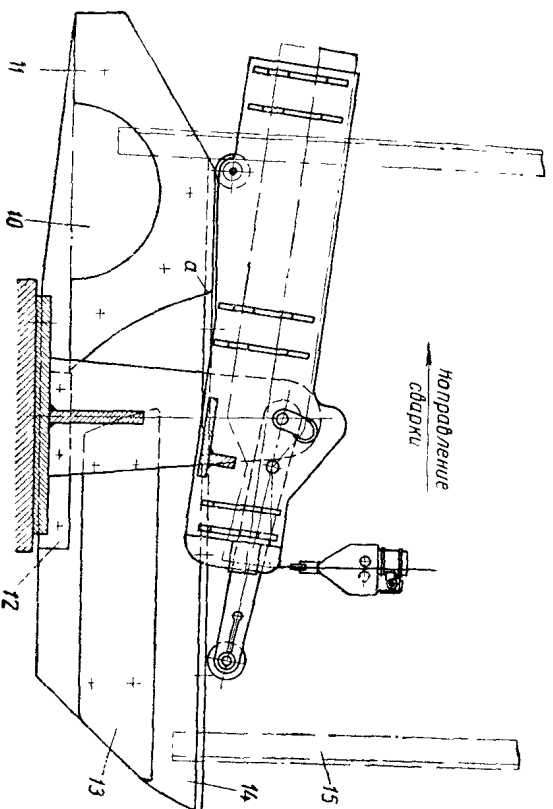
Приспособление опирается роликами 7 и 9 на копирные планки и перемещается по ним по мере передвижения тележки сварочной головки.

В первоначальный момент приспособление занимает положение, показанное на фиг. 465. При этом ролик 9 находится на верхней грани копирной планки 11, а ролик 7 — на планке 14.

Этому соответствует горизонтальное положение конусной части раструбы изделия. Люлька 2 при этом висит на пальцах 5, а между прорезью в боковой стенке и пальцем 3 — зазор.

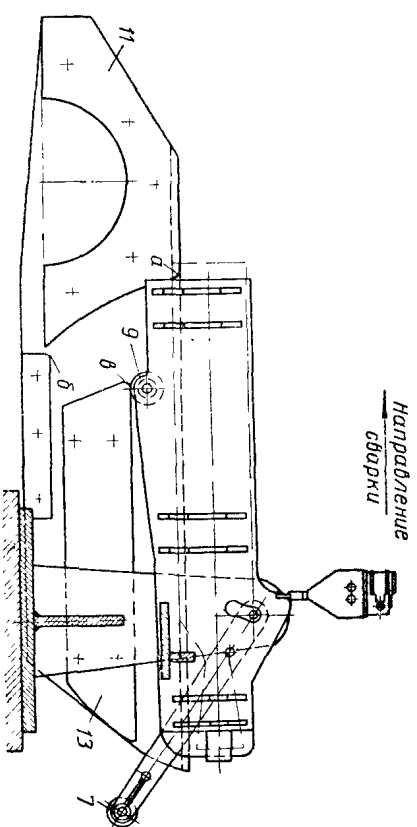


Фиг. 464.

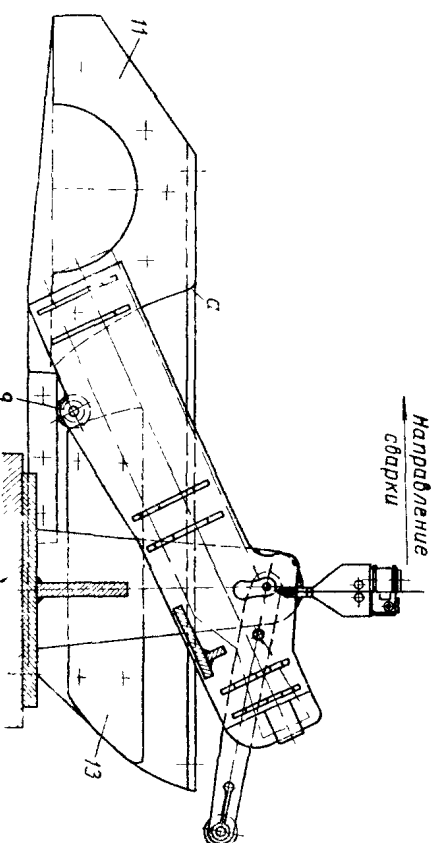


Фиг. 465.

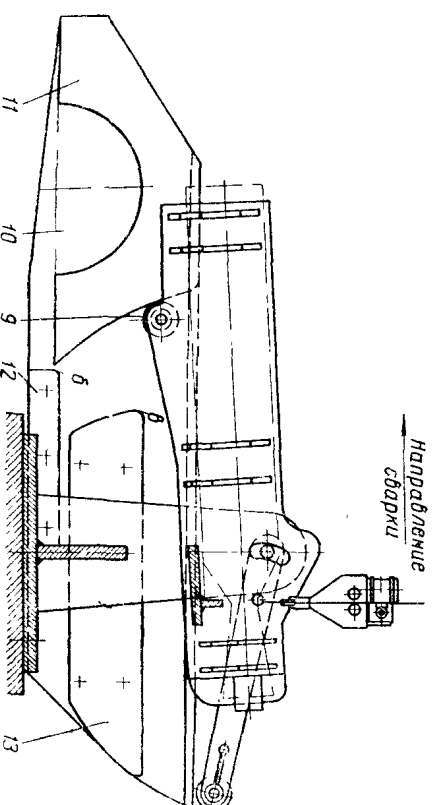
Фиг. 464 — 465. Схемы установки со сборным копирным устройством.



Фиг. 466.



Фиг. 467.



Фиг. 468.

В процессе сварки шов раструба будет находиться в горизонтальном положении до тех пор, пока ролик 9 не достигнет точки *d*.

При дальнейшем движении сварочной головки вместе с копирной планкой 9 будет опускаться вниз по наклонной части копирной планки 11. Люлька при этом будет поворачиваться вокруг пальцев 5 (фиг. 466) до тех пор, пока ролик 9 не займет самое нижнее положение, т. е. не подойдет до точки *b*. В это время люлька упрется верхними стенками прорези боковин в пальцы 3. Ролик 7 сойдет с копирной планки 14 (фиг. 467), а копирный ролик 9 будет перемещаться по копирной планке 12, при этом участок шва усеченного конуса займет горизонтальное положение и будет находиться в этом положении до того момента, пока ролик 9 не упрется в копирную планку 13 и не станет подниматься по ее торцу вверх. Подъем вылика вверх вызовет поворот люльки вокруг пальцев 3. Этот поворот будет продолжаться до тех пор, пока ролик 9 не станет в точке *в* (фиг. 468), при этом цилиндрический участок изделия займет горизонтальное положение. Это положение сохранится, пока не будет сварен весь участок шва цилиндрической части изделия. Ролик 9 будет катиться по горизонтальной копирной планке 13, а ролик 7 будет находиться на весу (фиг. 468).

#### 4. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УСТАНОВОК

Под универсальными установками следует понимать такие установки в которых возможно выполнение двух и более видов швов на изделии

- Установки этого типа могут быть подразделены на:
- а) установки для наружных продольных и кольцевых швов;
  - б) установки для наружных и внутренних продольных и кольцевых швов;
  - в) установки для наружных продольных, круговых и кольцевых швов.

##### а) Установки для наружных продольных и кольцевых швов

Для осуществления наружных продольных и кольцевых швов требуется обеспечение двух движений: вращательного для цилиндрического изделия и поступательного для сварочного аппарата. Первое движение обеспечивает наложение кольцевых швов, второе — продольных. Продольный шов может быть, очевидно, осуществлен также при неподвижном сварочном аппарате и поступательном движении изделия, однако более рациональным является создание относительного движения за счет более легкого транспортбельного элемента, каким является сварочный аппарат. Что же касается вращательного движения изделия, то оно является неотъемлемым признаком установок, в которых осуществляют кольцевую сварку.

Вращение изделия практически может быть осуществлено вращателями: роликowymi, станочного типа и манипуляторами, особенностями которых нами рассмотрены в главе „Конструкция и расчет сборочно-сварочных механизмов“.

Продольный шов может быть создан либо непосредственным движением сварочного аппарата по каким-либо направляющим звеньям (само-

ходные головки и тракторы), либо несущим элементом, на котором укреплен сварочный аппарат, при его движении по неподвижному направляющему звену (сварочные самоходные головки).

##### б) Установки с самоходными сварочными аппаратами

Важнейшей конструктивной характеристикой оборудования этих установок является тип несущих конструкций для самоходных сварочных аппаратов.

Тип несущей конструкции устанавливается на основании анализа ряда технологических и эксплуатационных соображений. Могут быть установлены следующие схемы:

- а) сварочная головка перемещается по направляющим, подвижным к подъемной консольной металлической ферме, подвижной или неподвижной относительно колонн цеха;
- б) сварочный трактор перемещается по подъемным путям, укрепленным на специальных колоннах;
- в) сварочный трактор перемещается по подъемным путям, укрепленным на подвижном портале.

Как видно из вышеописанного, во всех случаях имеется возможность перемещения несущего элемента в вертикальной плоскости. Это достигается необходимостью обслуживания изделий с различными диаметрами, а также условиями правильной установки аппарата над швом.

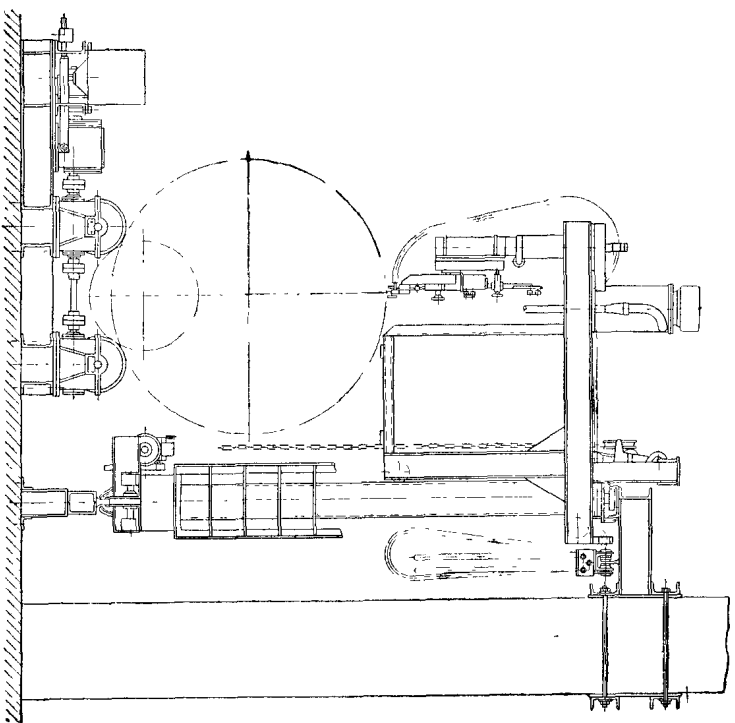
Основанием для выбора той или иной схемы несущей конструкции являются условия установки и съема свариваемого изделия и условия загрузки несущих конструкций цеха или пролета.

Возможны следующие варианты установки и съема изделия: изделие устанавливается и снимается краном непосредственно со стационарного роликового вращателя; изделие устанавливается и снимается с тележки, на которой смонтирован роликковый вращатель. Тележка перемещается в поперечном к движению сварочного аппарата направлении и устанавливается под ним. В первом случае несущая конструкция не должна мешать подходу крана к изделию и должна отводиться в продольном направлении за габарит изделия. Это возможно при выполнении конструкции на консоле или на портале. Достоинством этого варианта является легкость съема и установки изделия и меньшая занятость площади цеха в поперечном направлении.

Очевидно, при этом требуется удлинение путей под несущую конструкцию, что приводит к значительной протяженности „мертвого“ пространства. Это особенно существенно для несущих конструкций с длинными поворотными направляющими фермами под сварочную головку. В этих устройствах необходимо также преодоление значительных сопротивлений для передвигания несущей конструкции, что приводит, особенно для консольных конструкций, к созданию специальных механизмов передвижения.

Существенной особенностью установки с консолью является также то, что необходимо восприятие колоннами цеха или специальными для этих целей созданными конструкциями значительных изгибающих моментов от собственного веса консоли и сварочного аппарата, находящегося на нем.

Рассматривая с этой точки зрения различные варианты несущих конструкций, следует отметить, что для схемы со сварочным трактором, перемещающимся по подъемным путям, укрепленным на колоннах, самым существенным недостатком является трудность съема изделия и необходимости применения выдвинутых тележек. Другим недостатком этой установки является ограниченность длины свариваемого изделия, так как при значительных длинах изделий усложняется осуществление подъемной платформы. Обычно для этой схемы применяются подъемные платформы, размещаемые в одном пролете колонн. Таким образом, этот тип конструкции пригоден для изделий длиной 5—6 м.



Фиг. 469. Установка с роликовыми вращателями.

Типовая установка для продольных и кольцевых швов, оборудованная роликовыми вращателями и самоходной головкой, перемещаемой по консоли, показана на фиг. 469.

Установка предназначается для автоматической сварки продольных и кольцевых швов сосудов диаметром 800 до 2000 мм, длиной от 1000 до 3500 мм.

Установка оборудована роликовыми вращателями с одной приводной двоянной роликотворой и двумя парами холостых роликовых опор. В качестве несущей конструкции для самоходной сварочной головки принята велосипедная тележка, передвигающаяся по нижнему рельсовому пути. На штанге велосипедной тележки подвешен шарнирный путь для самоходной головки САГ-1.

Сварка продольных швов производится при неподвижном изделии. При этом велосипедная тележка неподвижна, а головка перемещается по путям, либо перемещается вся велосипедная тележка (если предусмотрен соответствующий период) при неподвижной головке; сварка возможна также при сочетании периодических передвижений тележки с последующим движением головки по направляющим путям.

При сварке кольцевых швов сварочная головка неподвижна. Скорость велосипедной тележки — 8,5 м/мин. Скорости при сварке продольных швов в диапазоне 14—50 м/час достигаются изменением сменных берунков сварочной головки.

Изменение скорости сварки кольцевых швов достигается зубчатым либо фрикционным вариатором, либо сменными колесами в редукторе привода.

Установка оборудована подъемной кабиной для сварщика.

Установка, в которой трактор перемещается по подъемным путям, укрепленным на колоннах, показана на фиг. 470 и 471.

Несущая конструкция установки состоит из двух трубчатых стоек 1, укрепленных кронштейнами к колоннам 2 или стенам цеха. По стойкам перемещаются две траверсы, на консолях которых прикреплены несущая рабочая площадка 3; к последней прикреплены пути для движения сварочного трактора.

Во избежание изгиба колонн траверса уравновешена противовесом 4.

Подъем рабочей площадки производится ручкой 5 или приводной лебедкой. Для одновременного подъема или опускания рабочей площадки запасовка канатов на лебедке должна выполняться по схеме, показанной на фиг. 470.

Рабочая площадка вместе с трактором уравновешивается противовесом 6, перемещающимся в защитном колдочке 7.

Натяжение канатов подъема производится двухсторонней стяжкой 8.

Подъем рабочей площадки обеспечивает установку трактора в зависимости от изменения высоты (диаметра) свариваемого изделия.

Поворот свариваемого цилиндра производится фрикционным роликовым вращателем, смонтированным на передвижной платформе 9.

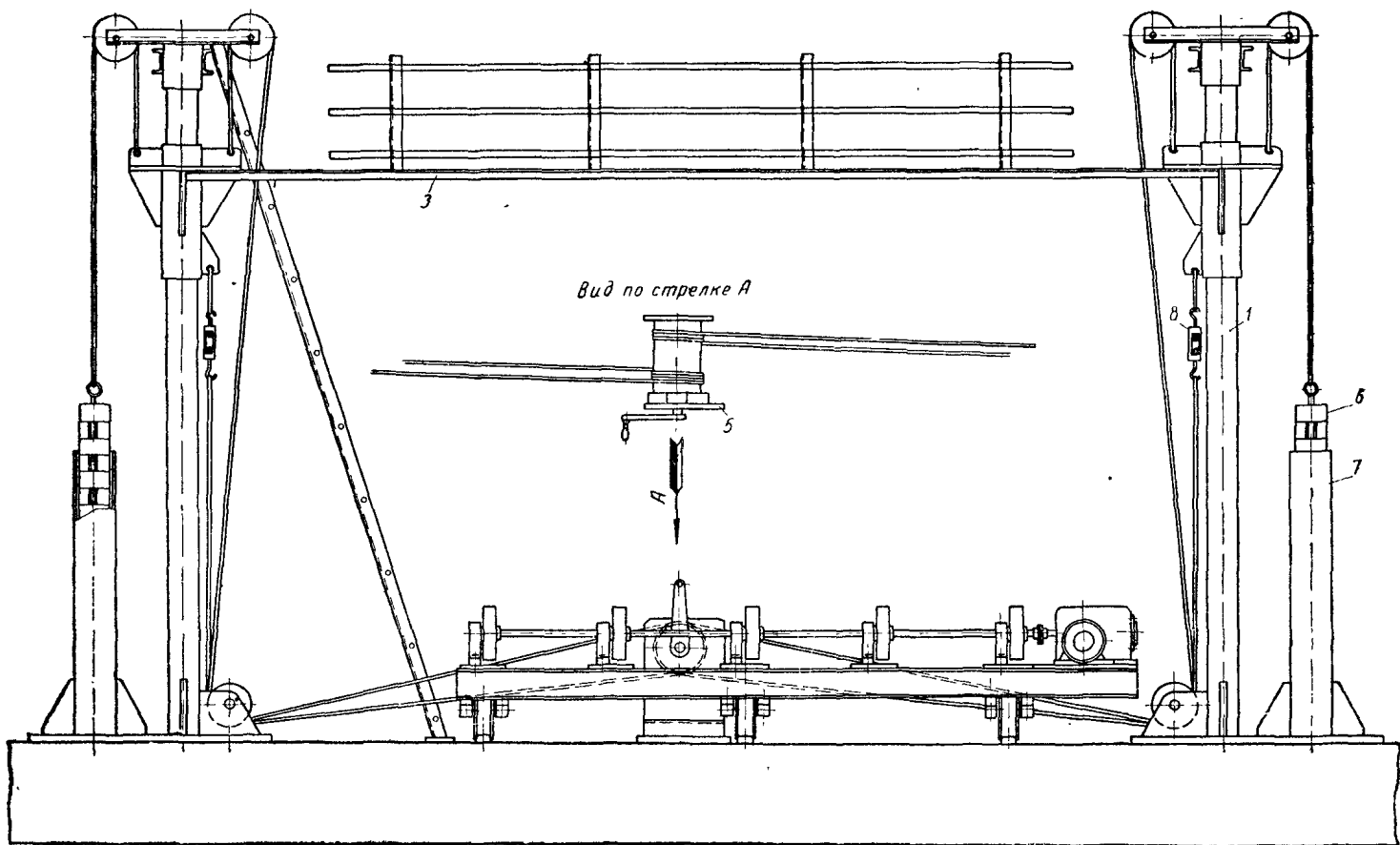
После сварки изделия платформа передвигается вручную или механическим приводом из зоны сварочной установки для снятия изделия краном.

Изменение скорости вращения изделия в зависимости от диаметра изделия и толщины металла может производиться как зубчатым, так и фрикционным вариаторами.

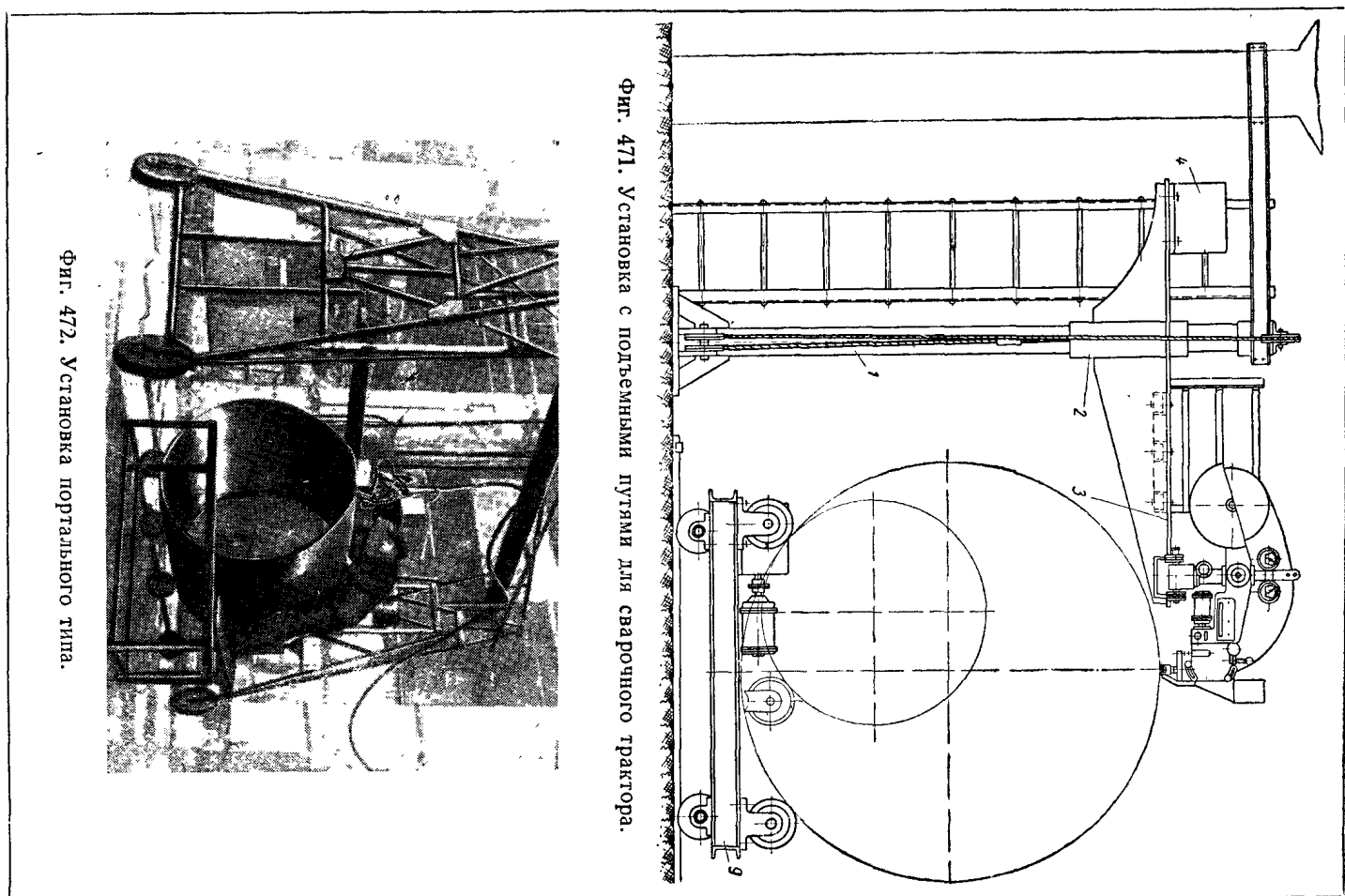
Недостатком этого типа установок является опасность защемления на стойках при недостаточной их уравновешенности. Другим недостатком является необходимость значительной механической обработки трубчатых секций на участке пути движения по ним траверсы.

Установка портального типа, показанная на фиг. 472, используется в данном случае только для сварки продольных швов; но, очевидно, что укомплектование этой установки приводными роликотпорами делает ее универсальной установкой.

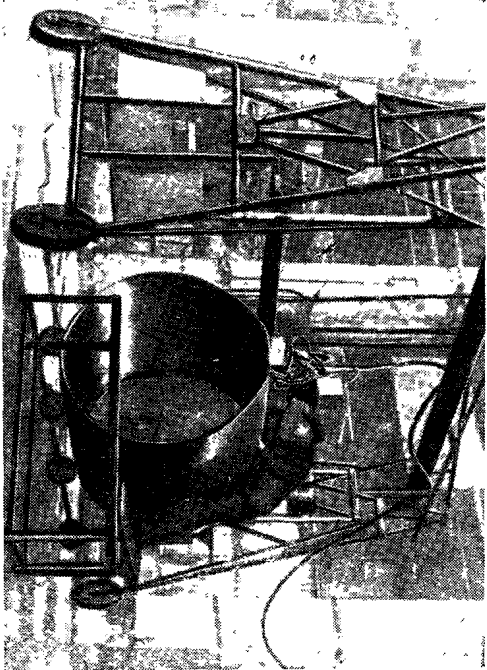




Фиг. 470. Установка с подъемными путями для сварочного трактора.



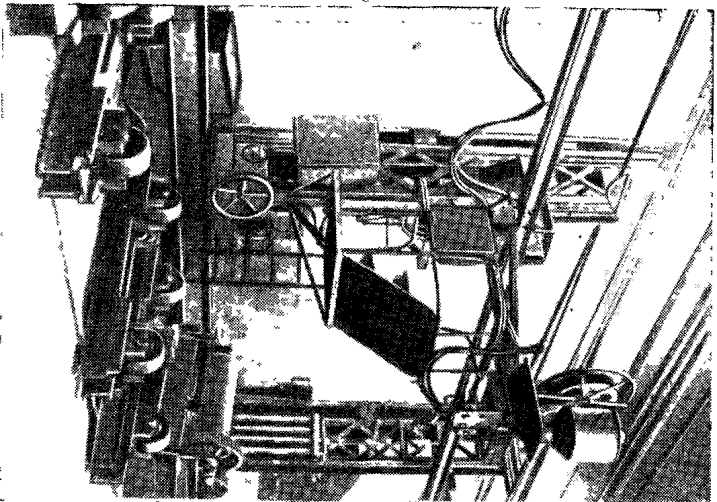
Фиг. 471. Установка с подъемными путями для сварочного трактора.



Фиг. 472. Установка портального типа.

### в) Установки с самоходными сварочными головками

Отличительной особенностью этих установок, как было отмечено выше является наличие несущей конструкции для сварочной головки. Применяются также установки, в которых сварочная головка перемещается самотоходной тележкой по монорельсу. Монорельс может выполняться с горизонтальными подвижными штангами, позволяющими убирать монорельс с продольной линии шва для



Фиг. 473. Самоходная сварочная головка на передвижной консоли.

подъема изделия краном, либо он может быть неподвижным в горизонтальной плоскости, но в этом случае роликотый вращатель должен быть подвижным. Существенным достоинством этой установки является точное фиксирование положения сварочной головки ввиду значительной жесткости монорельса.

Крепление самоходной головки на передвижной консоли показано на фиг. 473. Оснащенные установки приводными роликотопорами или иными типами вращателей делают установку пригодной для продольной и кольцевой сварки.

Конструкция состоит из стойки, опирающейся внизу через катки на рельс и через горизонтальные катки на швеллер верхнего продольного пути, консоли, жестко связанной со стойкой, на конце которой закреплена сварочная головка, механизма передвижения с приводом от электродвигателя, укрепленного на нижней раме стойки. Механизм передвижения оснащен зубчатой коробкой скоростей, служащей для ступенчатого регулирования скорости движения.

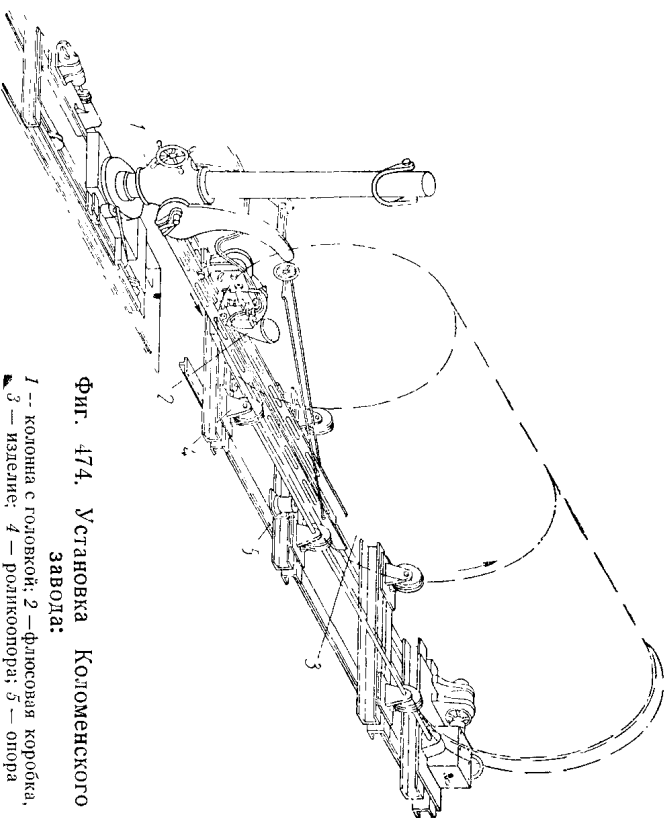
Весьма существенным для подобного рода конструкций является создание достаточной жесткости, так как наличие лишь катковой опоры сверху и внизу приводит к колебанию конца консоли, возникающему от динамических воздействий на колонны цеховых мостовых кранов, находящихся над установкой.

Нежесткость конструкции приводит к образованию зигзагообразного продольного шва. При недостаточной жесткости должна быть развита опорная часть, либо предусмотрены фиксаторы (при сварке кольцевых швов).

### г) Установки для наружных и внутренних продольных и кольцевых швов

Расширение универсальности установки для возможности сварки не только наружных, но и внутренних продольных швов связано с применением специальных устройств или механизмов для наложения соответствующих швов.

На фиг. 474 показана установка Коломенского завода, на которой могут быть выполнены наружные и внутренние продольные и кольцевые



Фиг. 474. Установка Коломенского завода:  
1 — колонна с головкой; 2 — плоская коробка;  
3 — изделие; 4 — роликотопора; 5 — опора

швы. Изделие укладывается на роликотый вращатель и обслуживается для наружных швов сварочным трактором, самоходной или самоходной головкой.

Внутренние продольные швы осуществляются с помощью вводимой для изделия специальной консоли фермы.

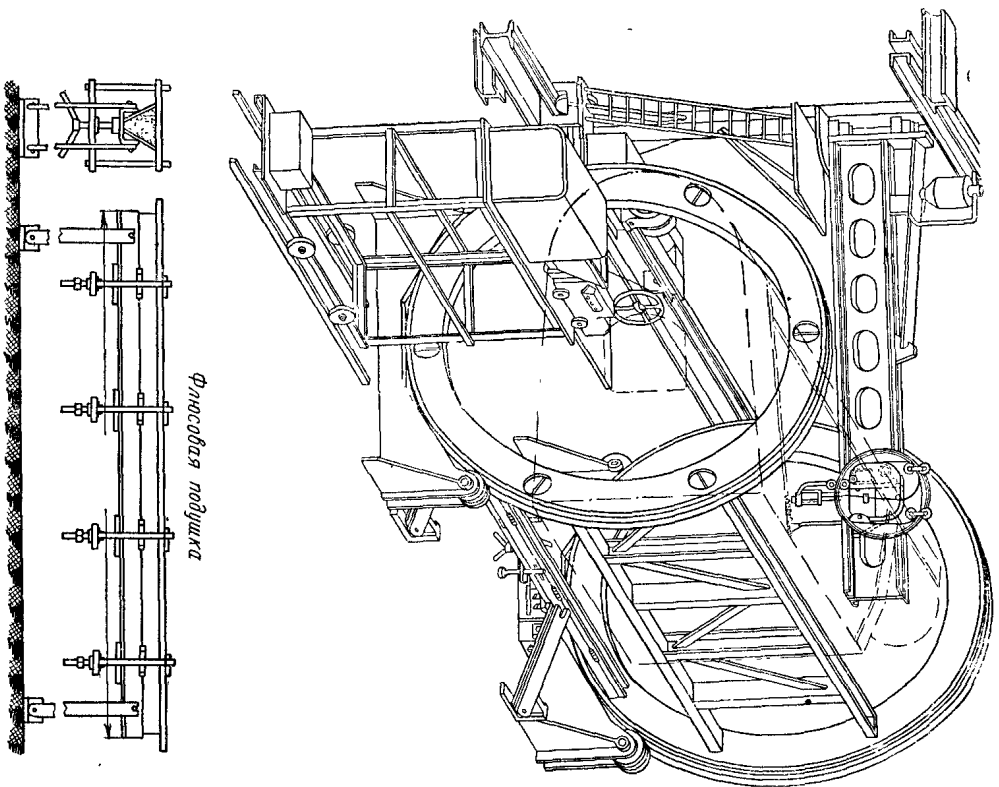
Внутренние кольцевые швы выполняются сварочным трактором при его неподвижном положении и одновременном вращении изделия роликотым вращателем. При этом должно быть выдержано соотношение

$$v_1 = v_c,$$

где  $v_1$  — диаметр обечайки;  $v_c$  — скорость сварки.

Сварка продольных швов на изделиях неправильной формы делает необходимым применение на установках с кольцевыми цеховыми или фриക്ഷионными кантователями переносных тракторов, вводимых в изделие с подъемных или стационарных площадок.

На фиг. 475 показана универсальная установка того же завода, оборудованная вечными кольцевым кантователем, в которой возможно выполнение наружных и внутренних швов. В кантователе установлена топка котла паровоза.



Фиг. 475. Универсальная установка с вечными кантователями.

Продольный (относительно кантователя) шов наносится при неподвижной головке и перемещении велосипедной тележки с консолью; поперечный — при движении головки по консоли. Внутренние швы осуществляются трактором, вводимым через горловину с передвижной тележкой с помостом.

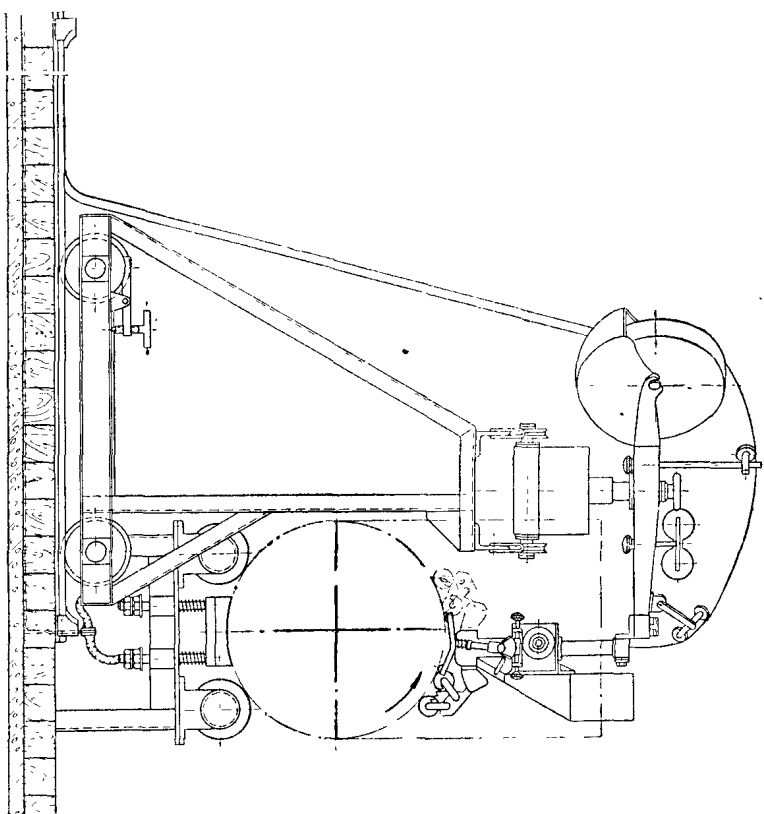
Консоль — поворотная. Самоходная головка — УСА-2. Велосипедная тележка может перемещаться со скоростями 16,4; 19,9; 25,6; 32,8 и 39,9 м/час.

478

#### д) Универсальные установки с манипуляторами

Использование манипуляторов в качестве вращателей в установках позволяет осуществить наружные продольные, кольцевые и круговые швы.

Крепление изделий на манипуляторе может вестись либо через специальную раму, либо непосредственно к столу через приспособления.

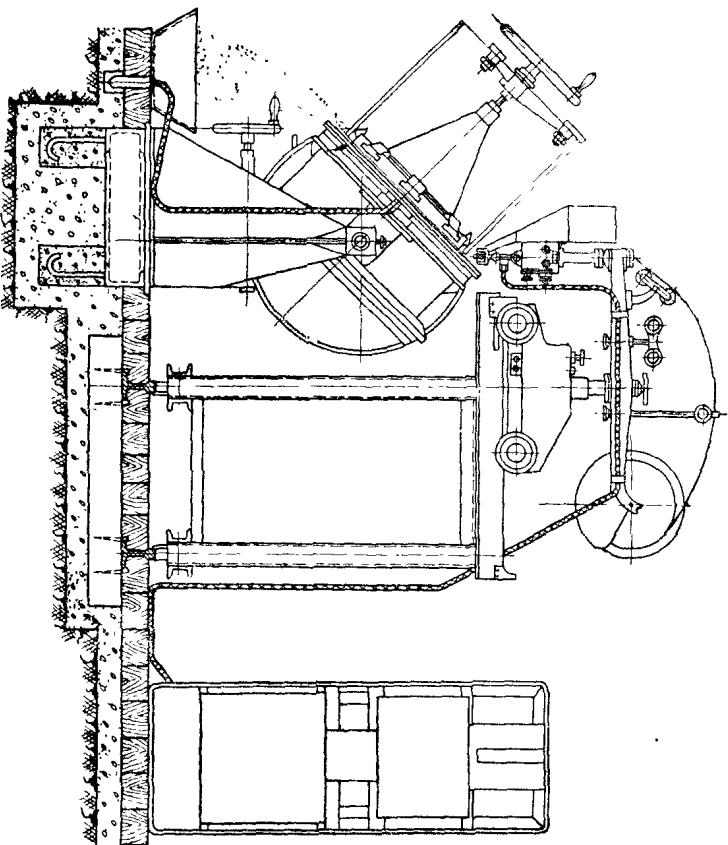


Фиг. 476. Установка для сварки продольных швов огневой коробки локомотива.

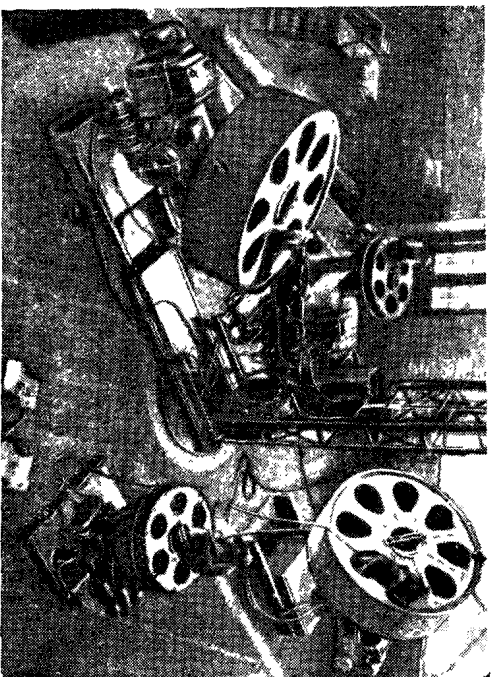
На фиг. 476 и 477 показаны варианты использования манипулятора для сварки продольных и радиусных и наклонных круговых швов.

Сварка продольных и радиусных швов кожуха топки и огневой коробки локомотива (фиг. 476) осуществляется на установке одним манипулятором типа ПНИИТМАШ.

Трактор перемещается по порталу; сам портал вручную перемещается по рельсам. Кольцевые радиусные швы выполняются при вертикальном положении планшайбы манипулятора, т. е. последний становится торцевым вращателем. Цилиндрический сосуд укладывается на неподвижные роликоопоры; подвод тока к изделию осуществляется по схеме, показанной на фиг. 476.



Фиг. 477. Манипулятор для сварки.



Фиг. 478. Участок с четырьмя манипуляторами.

Участок, оборудованный четырьмя манипуляторами (фиг. 478), позволяет организовать последовательную ручную и автоматическую сварку. Сварочная головка подвешена к консольной конструкции, перемещаемой в вертикальном направлении по колонне. Колонна вместе с опорной плитой может быть повернута по круговому рельсу, уложенному на полу.

Таким образом, возможна последовательная сварка на четырех манипуляторах. Такой участок позволяет намногу повысить коэффициент использования сварочной головки. Управление манипулятора — кнопочное, что позволяет при ручной сварке легко устанавливать изделия в наиболее удобное положение.

Установка манипуляторов и настройка ведутся одним оператором. Правильная организация работ при серийном производстве может сделать целесообразным установку манипулятора на тележке, перемещаемой вручную по рельсам под сварочную головку. В период съема изделия и укладки другого изделия, осуществляемых вне места сварки, ведется сварка на втором манипуляторе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Фираго В. П., Проектирование станочных приспособлений, Оборонгиз, 1948.
2. Новиков М. П., Конструирование сборочных приспособлений, Машгиз, 1948.
3. „Автогенная сварка“—Сборник, посвященный изобретателю дуговой сварки Н. Г. Славянову. Вып. II. Гостехиздат 1930.
4. Гребельник П. Г., Автоматическая сварка под слоем флюса, ОГИЗ 1947.
5. Таубер Б. А., Механизация сборочно-сварочных работ, Сборник докладов на конференции МОНИТОМАШ по скоростным методам обработки металлов, Машгиз, 1949.
6. Таубер Б. А., Механизмы и приспособления для сборочно-сварочных работ. Доклад на II совещании технологов заводов и институтов Министерства тяжелого машиностроения, Машгиз, 1948.
7. Таубер Б. А., Сборочно-сварочные механизмы, „Вестник машиностроения“ № 3, 1949.
8. Таубер Б. А., Механизация сборочно-сварочных работ, „Автогенное дело“ № 3, 1949.
9. Таубер Б. А., Механизация сборки и сварки котельных и машинных конструкций. Сборник „Комплексная механизация производственных процессов в машиностроении“, Машгиз, 1950.
10. Казаков Н. И., Зажимные элементы оснастки для сборки и сварки, „Автогенное дело“ № 9, 1947.
11. Казаков Н. И., Фиксаторы в сборочно-сварочных приспособлениях, „Автогенное дело“ № 2, 1946.
12. Алексеев Е. К., Автоматическая сварка газгольдеров больших габаритов, „Автогенное дело“ № 5, 1947.
13. Цальман Л. Б., Опыт работы завода по автоматической сварке металлоконструкций, Бюллетень строительной техники № 10, 1944.
14. Огиевецкий А. С., Механизация и автоматизация сварочных процессов в машиностроении, „Вестник металлопромышленности“ № 11—12, 1940.
15. Николаев Г. А., и Гельман А. С. Технологичность сварных конструкций, „Тяжелое машиностроение“ № 6, 1941.
16. Копп Л. М. и Чубуков А. Г., Автоматическая сварка на Бакальском заводе металлоконструкций, „Бюллетень строительной техники“ № 16—17 Стройиздат, 1944.
17. „Автоматическая сварка под слоем флюса“. Сборник института Электросварки АН УССР, 1948.
18. Энциклопедический справочник „Машиностроение“, т. 5 и 7.
19. А. И. Каширин, проф., „Технология машиностроения“, Машгиз, 1949.
20. Плотницын В. Г., Основы построения процессов технологии машиностроения, Леииздат, 1949.
21. Севбо П. И., Автосварочные установки и приспособления, Машгиз, 1949.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
Введение . . . . .	5

### ЧАСТЬ ПЕРВАЯ

#### МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЙ ОСНАСТКИ

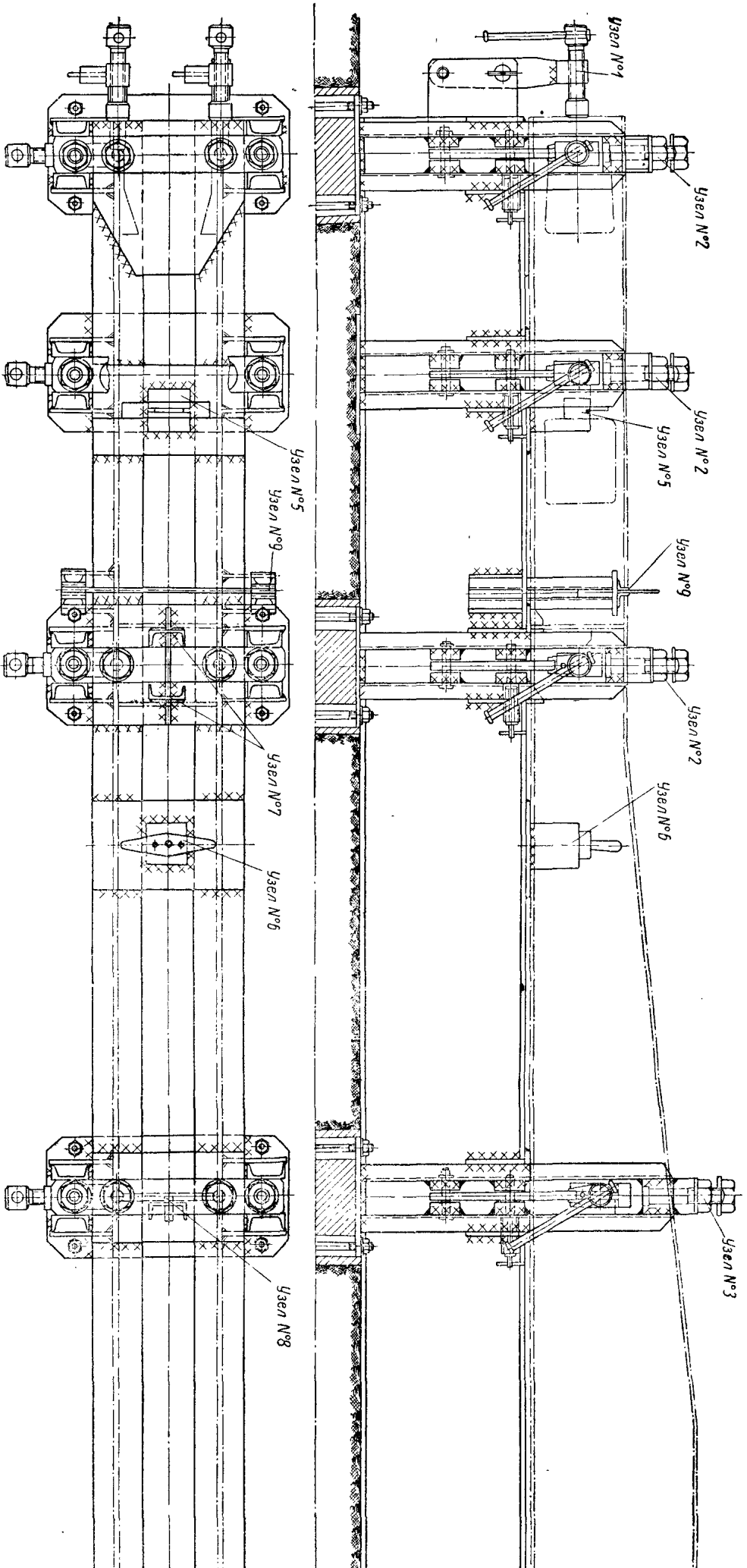
<b>Глава I. Особенности проектирования сборочно-сварочных приспособлений . . . . .</b>	<b>11</b>
1. Исходные данные . . . . .	11
а) Производственная программа . . . . .	12
б) Конструкция изделия . . . . .	13
в) Технология изготовления изделия . . . . .	13
г) Назначение приспособлений . . . . .	25
2. Общие требования к конструкции приспособлений . . . . .	27
3. Вазирование деталей в приспособлениях . . . . .	28
а) Методы фиксации . . . . .	29
б) Требования к конструкции фиксаторов и их расположению . . . . .	31
4. Способы закрепления деталей в приспособлениях . . . . .	32
<b>Глава II. Особенности технологии изготовления приспособлений . . . . .</b>	<b>34</b>
1. Точность изготовления . . . . .	34
2. Унификация деталей приспособлений . . . . .	36
3. Материалы сборочно-сварочных приспособлений . . . . .	36
4. Контроль и ремонт приспособлений . . . . .	37
<b>Глава III. Определение рентабельности сборочно-сварочных приспособлений . . . . .</b>	<b>38</b>

### ЧАСТЬ ВТОРАЯ

#### КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЙ ОСНАСТКИ

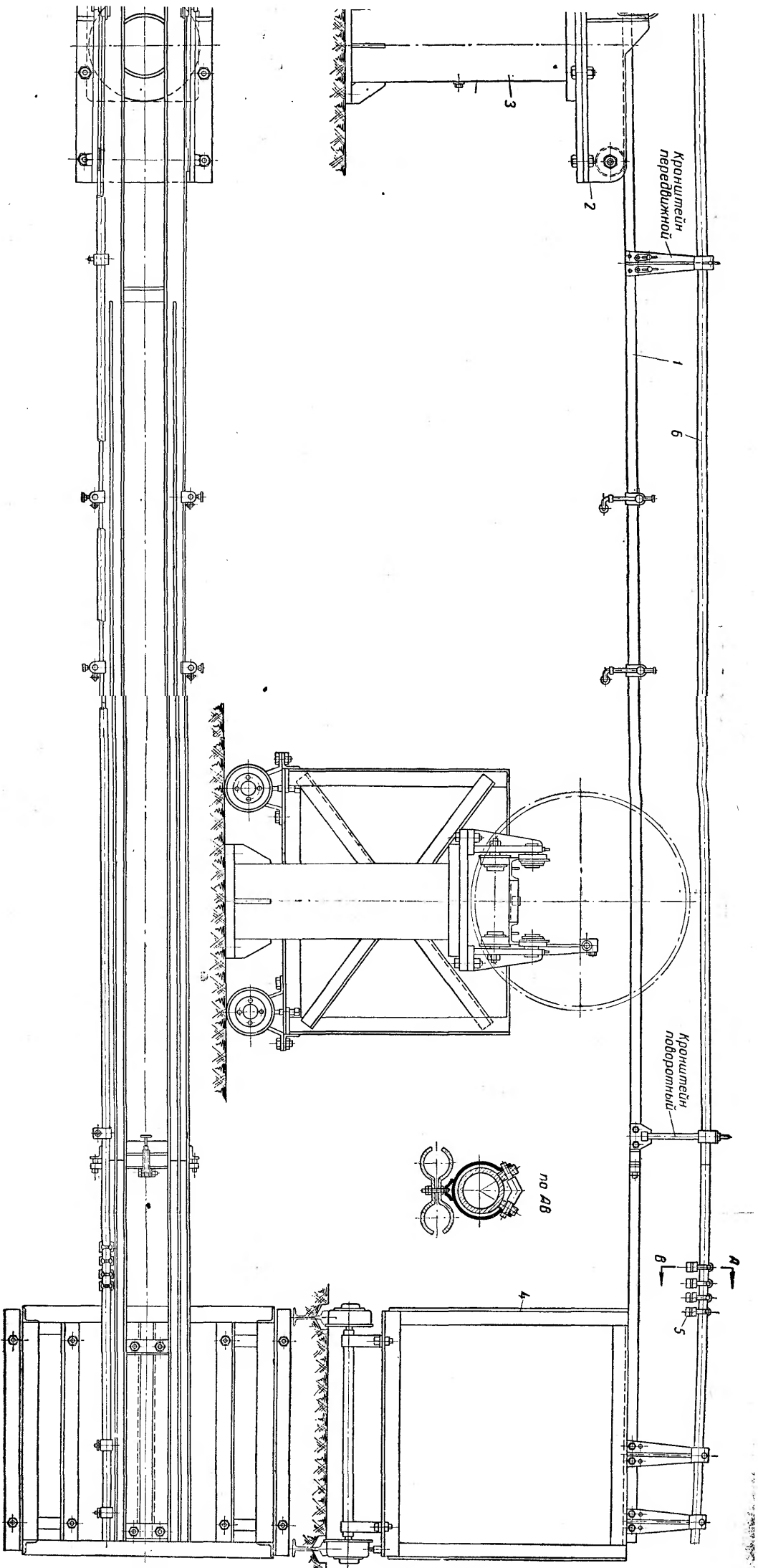
<b>Глава I. Конструкция и расчет сборочно-сварочных приспособлений . . . . .</b>	<b>40</b>
1. Фиксаторы . . . . .	40
а) Упоры . . . . .	40
б) Установочные пальцы . . . . .	45
в) Призмы . . . . .	47
г) Шаблоны . . . . .	50
2. Прижимы . . . . .	50
а) Механические прижимы:	
клиновые прижимы . . . . .	51
винтовые прижимы . . . . .	56
рычажные прижимы . . . . .	71
рычажно-винтовые прижимы . . . . .	74
Эксцентрикные прижимы . . . . .	79

б) Пневматические прижимы . . . . .	87
Прижимы с пневмоцилиндрами . . . . .	88
Прижимы с пневмокамерами . . . . .	89
в) Магнитные прижимы . . . . .	97
3. Стягивающие и распорные приспособления (домкраты, стяжки и распорки) . . . . .	100
а) Домкраты . . . . .	101
б) Стяжки . . . . .	101
в) Распорки . . . . .	109
4. Комбинированные приспособления . . . . .	121
а) Приспособления беззакатные . . . . .	127
б) Приспособления с механическим фиксированием . . . . .	127
в) Пневматические приспособления . . . . .	130
г) Гидравлические приспособления . . . . .	168
д) Вспомогательные устройства комбинированных неповоротных приспособлений . . . . .	172
5. Поворотные приспособления . . . . .	182
а) Приспособления для цилиндрических изделий . . . . .	190
Поворот цилиндрических изделий на роликовых опорах . . . . .	190
Поворот цилиндрических изделий торцевыми вращателями . . . . .	199
б) Приспособления для балочных и рамных изделий . . . . .	201
Поворот изделий на кольцах . . . . .	201
Поворот изделий на цапфах . . . . .	204
в) Приспособления для сварки узлов машин . . . . .	207
Приспособления с ручным поворотом . . . . .	207
Пневматические и гидравлические поворотные приспособления . . . . .	212
<b>Глава II. Конструкция и расчет сборочно-сварочных механизмов . . . . .</b>	<b>217</b>
1. Ручные сборочно-сварочные механизмы . . . . .	217
а) Ручные манипуляторы . . . . .	220
б) Ручные кантователи . . . . .	227
2. Приводные сборочно-сварочные механизмы . . . . .	236
а) Сборочно-сварочные механизмы с фрикционной связью . . . . .	240
Определение приводного момента и мощности электродвигателя . . . . .	240
Расчет и конструкция приводных сборочно-сварочных механизмов с фрикционной связью . . . . .	249
б) Сборочно-сварочные механизмы с жесткой кинематической связью . . . . .	296
Определение приводного момента и мощности электродвигателя . . . . .	296
<b>Глава III. Механическое оборудование установок для автоматической сварки . . . . .</b>	<b>333</b>
1. Механическое оборудование установок для сварки продольных швов . . . . .	335
2. Механическое оборудование установок для сварки кольцевых швов . . . . .	369
3. Механическое оборудование установок для сварки криволинейных швов . . . . .	389
4. Механическое оборудование универсальных установок . . . . .	400

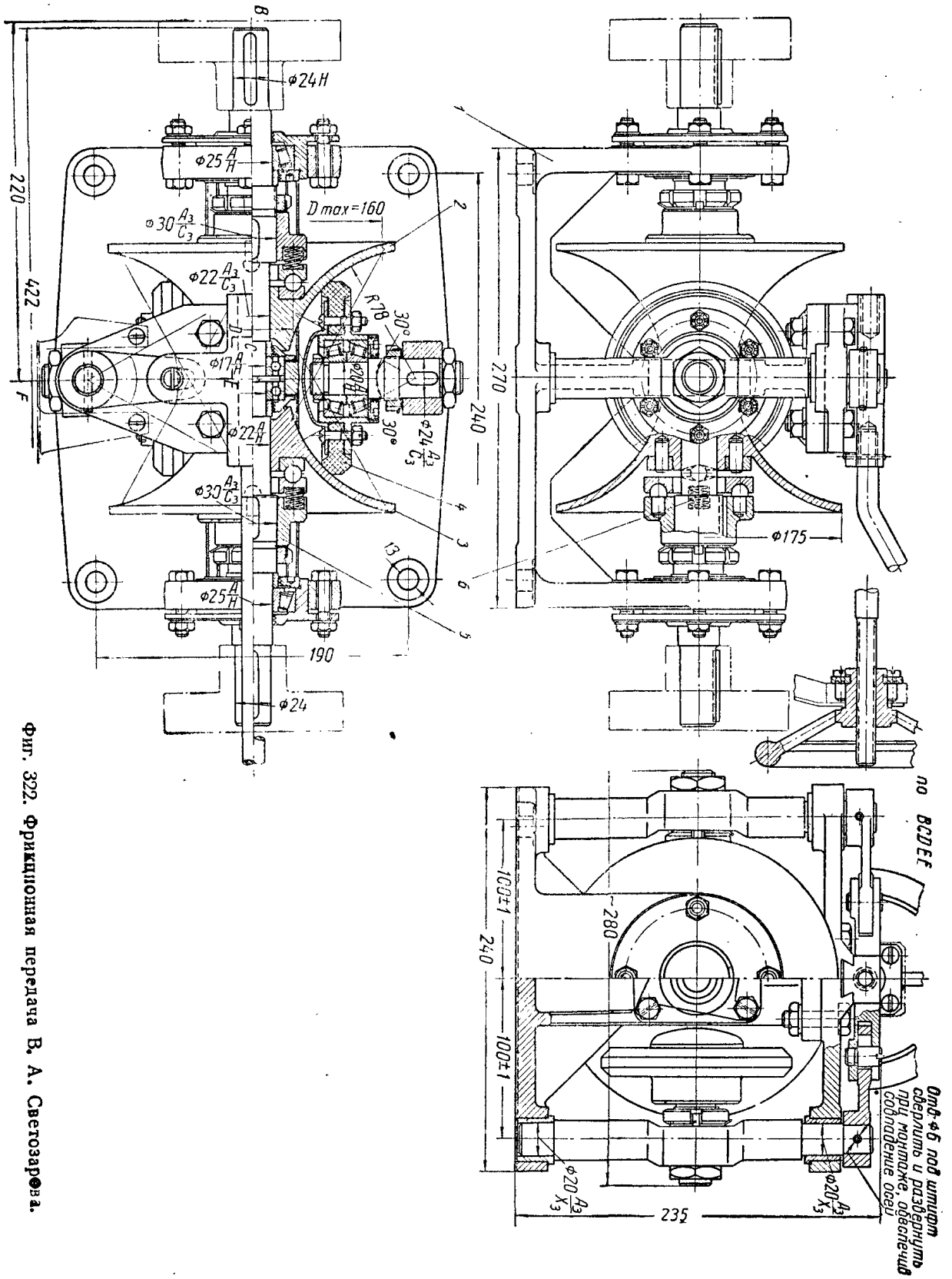


Б. А. Тайоєв 2685

Ф. И. 201.







В. А. Таубер 2885

Фиг. 322. Фрикционная передача В. А. Светозарова.



Серия Технические науки

СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМЫ

Б. А. ТАЛЫВЕР

СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫЕ  
ПРИСПОСОБЛЕНИЯ  
И МЕХАНИЗМЫ

МАШИНСТРОЕНИЕ