

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

«Допоміжне обладнання зварювального виробництва»

для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка
освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» і
«Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій»
усіх форм навчання

Конспект лекцій з дисципліни «Допоміжне обладнання зварювального виробництва» для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка освітніх програм «Технології та устаткування зварювання» і «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укл. М.Ю. Осіпов, О.Є. Капустян. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 91 с.

Укладачі:

Осіпов М.Ю., канд. техн. наук, доцент
Капустян О.Є., канд. техн. наук, доцент

Рецензент:

Куликовський Р.А., канд. техн. наук, доцент

Редактор:

Аверченко І.П., ст. лаб.

Відповідальний за випуск:

Осіпов М.Ю., канд. техн. наук, доцент

Затверджено
на засіданні кафедри ОТЗВ
Протокол №12 від 22.06.2021

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №10 від 23.06.2021

ЗМІСТ

1 ВСТУП. МЕХАНІЗАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ	5
2 КЛАСИФІКАЦІЯ ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА	6
3 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ І ВУЗЛІВ ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	9
4 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ І ВУЗЛІВ У ПРИСТРОЯХ	15
5 ЕЛЕМЕНТИ ДОПОМІЖНИХ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ.....	18
5.1 Установочні елементи.....	18
5.2 Притискні механізми.....	25
6 ТИПОВІ КОНСТРУКЦІЇ ДОПОМІЖНИХ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНИХ СТЕНДІВ.....	40
6.1. Електромагнітні стени для складання та зварювання листових конструкцій.....	40
6.2. Механічні стени для складання і зварювання листових конструкцій	42
6.3. Пристрої і стени для складання та зварювання обичайок. 43	43
6.4. Механічні стени для виготовлення балкових конструкцій 50	50
7 КОНСТРУКЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК НЕСУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДОПОМІЖНИХ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНИХ СТЕНДІВ	55
8 КОНСТРУКЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПОВОРОТУ ТА ОБЕРТАННЯ ЗВАРЮВАНИХ ВИРОБІВ.....	56
8.1. Призначення та типи зварювальних кантувачів, обертачів і маніпуляторів.....	56
8.2 Ланцюгові кантувачі	60
8.3 Роликові стени (обертачі).....	62
8.4 Кільцеві кантувачі	64
8.5 Важільно-домкратні кантувачі.....	65
8.6 Важільно-книжкові кантувачі	70
9 КОНСТРУКЦІЇ ТА РОЗРАХУНКИ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ АПАРАТІВ	73
9.1 Підйомно-поворотні колони.....	74
9.2 Зварювальні візки.....	79

9.2.1 Велосипедні візки.....	79
9.2.2 Глагольні візки	82
9.2.3 Портальні візки.....	83
9.3 Напрявні для зварювальних апаратів, котучі балки.....	83
9.4 Розрахунок зварювальних візків.....	85
9.5 Розрахунок несучих конструкцій зварювальних візків	88
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	91
Основна	91
Додаткова.....	91

1 ВСТУП. МЕХАНІЗАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

Метою викладання навчальної дисципліни «Допоміжне обладнання зварювального виробництва» є підготовка висококваліфікованих фахівців у галузі зварювання, здатних до розробки ефективних технологічних процесів на основі застосування і модернізації стандартного допоміжного обладнання та проєктування спеціальної складально-зварювальної оснастки.

За допомогою серійного зварювального устаткування важко (або навіть неможливо) здійснювати комплексну механізацію зварювального виробництва. Для цього потрібно ще ряд пристроїв і механізмів, що виконують, як допоміжні операції зварювального процесу, так і деякі основні – складальні та зварювальні, тобто потрібно додаткове механічне обладнання для складання, зварювання та наплавлення.

Механізація і автоматизація є найважливішим засобом підвищення продуктивності праці, поліпшення якості та умов праці.

Зварювальне виробництво – комплексне виробництво, що включає в себе основні операції (складання, зварювання, правку, термічну обробку зварних конструкцій і ряд інших), допоміжні операції (транспортні, налагоджувальні, контрольні тощо) та операції обслуговування (ремонтні та ін.).

Незварювальні операції в зварювальному виробництві становлять в середньому близько 70 % загальної трудомісткості робіт зварювальних цехів.

Крім того, навіть при виконанні власне зварювальних операцій, необхідно здійснювати допоміжні прийоми з установки, повороту і кантування виробів, встановлення зварювального автомата на початок шва, збору флюсу і т.п. На виконання цих прийомів припадає близько 35 % трудомісткості власне зварювальних операцій.

Звідси випливає, що механізація і навіть автоматизація тільки самого процесу зварювання не зможе забезпечити високий рівень механізації зварювальних цехів і тому надзвичайно важливе значення має комплексна механізація зварювального виробництва.

2 КЛАСИФІКАЦІЯ ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

В основу наведеної нижче класифікації (табл. 2.1) покладено принцип функціонального призначення обладнання. За цією головною ознакою механічне зварювальне обладнання розділене на три основні групи, кожна з яких охоплює кілька типів обладнання.

Таблиця 2.1 – Класифікація механічного зварювального устаткування

Група	Функціональне призначення	Тип обладнання
1	Збирання зварних конструкцій і виробів (листових, корпусних, балкових та ін.)	А. Найпростіші переносні складальні пристосування: струбцини, домкрати, універсальні зварювальні пристосування та ін. Б. Неповоротні складальні стенди та кондуктори. В. Неповоротні складально-зварювальні кондуктори та стенди. Г. Поворотні складально-зварювальні кондуктори. Д. Збирально-зварювальні комбайни.
2	Установка, поворот і обертання виробів, що зварюються	А. Неповоротні пристрої: стелажі, плити, столи. Б. Кантувачі та позиціонери. В. Зварювальні обертачі і маніпулятори. Г. Роликові стенди. Д. Поворотні столи. Е. Автооператор (маніпулятори для допоміжних робіт, автоматичні багатокоординатні механізми)
3	Установка і переміщення зварювальних апаратів (головок та ін.)	А. Несучі підйомно-поворотні колони. Б. Зварювальні візки. В. Спеціальні пристрої для переміщення зварювальної головки: каретки, багатокоординатні супорти, контурні, копірні і т. д.

Група 1. Складальне обладнання призначене для фіксування і закріплення деталей, або її вузлів і забезпечення необхідної точності і якості зібраних виробів і виробів, що зварюються і наплавляються.

Залежно від функціонального призначення обладнання поділяється на власно складальне, в якому виробляються тільки складальні операції, і складально-зварювальне, в якому виробляються не тільки складальні, але й операції зварювання та наплавлення.

Обов'язковими елементами всіх складальних пристроїв є всілякі фіксатори і притискачі. До фіксаторів відносяться:

- упори (постійні, поворотні, відкидні, висувні і зйомні);
- установчі пальці (постійні, вставні і відкидні);
- призми (жорсткі і регульовані);
- шаблони.

До закріплюючих елементів відносяться:

- притискачі з ручним приводом (гвинтові, важільні, важільно-гвинтові, ексцентрикові);
- притискачі з механізованим приводом (пневматичні, гідравлічні і магнітні).

Група 2. Обладнання, призначене для установки і повороту виробів, що зварюються і наплавляються, об'єднує шість типів, з яких тип А представляють найпростіші неповоротні пристрої у вигляді стелажів, плит, столів та ін. Ці неповоротні пристрої призначені для укладання виробів при складанні, зварюванні, наплавленні, обробці або виправленні. Більш складні поворотні пристрої призначені не тільки для первинної установки деталей, що зварюються, але і для їх оперативних поворотів при складанні, зварюванні, наплавленні, обробці, контролі і випробуваннях. Це обладнання розділене за призначенням на маніпулятори, позиціонери, кантувачі, обертачі, роликові стени і поворотні столи.

Група 3. Обладнання, призначене для закріплення і переміщення виконавчого органу зварювальної установки – зварювальної головки або апарату. При цьому переміщення може здійснюватися як з настановної – маршової швидкістю, так і з робочої – зварювальної.

Устаткування цієї групи розділено на три типи залежно від конструкції несучого пристрою і ступеня його універсальності. Типи А і Б об'єднують механічні пристрої універсального призначення, тип В – спеціалізовані пристрої для переміщення зварювальних головок.

Складальні пристрої за функціональним призначенням і

характером операцій, що виконуються, можна розділити на три основні типи:

1. Складальні стенди та кондуктори, в яких виконується збирання виробів на прихватках з подальшою передачею зібраних виробів в інші пристрої для зварювання або наплавлення.

2. Складально-зварювальні кондуктори, в яких виконуються не тільки складальні, а й операції зварювання і наплавлення, в більшості випадків без попередньої постановки прихваток.

3. Складально-зварювальні кондуктори-кантувачі, в яких крім складальних і зварювальних (або наплавлювальних) операцій здійснюються також кантування виробів в зручне положення.

Таким чином, за ознакою функціонального призначення перший тип кондукторів характеризується виконанням робочих операцій лише однієї категорії – складальних, другий – виконанням операцій двох категорій – складальних і зварювальних, третій – виконанням операцій трьох категорій – складальних, зварювальних і кантовочних. Отже, по локальному рівню комплексної механізації робіт найнижче значення мають показники кондукторів першого типу, найвище – третього типу.

При проектуванні цих пристроїв, особливо якщо мова йде про суміщення декількох складально-зварювальних операцій, виникає ряд додаткових вимог і обмежень, що накладаються на конструкцію складального пристрою і в загальному випадку ускладнюють задачу проектування. До таких додаткових умов і обмежень можна віднести наступні:

а) у разі суміщення операцій складання і зварювання в одному кондукторі необхідно передбачити можливість наскрізного проходу зварювального автомата над швами, в зв'язку з чим притиски не повинні перетинати лінії майбутніх автоматичних зварних швів;

б) для можливості автоматичного зварювання в кондукторі всіх швів в нижньому (горизонтальному) положенні повинні бути передбачені відповідні механізми нахилу кондуктора разом з виробом;

в) для зниження трудомісткості складальних операцій слід передбачити можливість складання виробу без постановки електроприхваток (відсутність прихваток, як правило, підвищує якість швів, виконаних АЗФ).

Складальні пристрої, виконані у виді різних стендів, кондукторів та окремих пристосувань, в більшості випадків спеціалізовані для випуску виробів будь-якого одного типу або типорозміру. Дуже мало

із складальних кондукторів і стендів можуть бути віднесені до категорії універсальних. Наприклад, деякі електромагнітні стенди-плити для складання і зварювання листових конструкцій.

3 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ КОНСТРУЮВАННЯ ДЕТАЛЕЙ І ВУЗЛІВ ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

Основним завданням конструктора є створення пристроїв, що мають найвищі техніко-економічні та експлуатаційні показники.

Головні показники:

- висока продуктивність;
- економічність;
- міцність;
- надійність;
- високий ресурс довговічності;
- високий ступінь автоматизації;
- зручність керування;
- простота і безпека обслуговування;
- зручність збирання і розбирання;
- малий обсяг і вартість ремонтних робіт;
- мала маса і габарити;
- відповідність вимогам технічної естетики.

Першорядну роль в конструюванні відіграє економічний фактор.

Однак є ще ряд чинників, що визначають економічність:

- величина повної віддачі;
- довговічність;
- надійність;
- витрати на оплату праці операторів;
- споживання енергії і вартість ремонтів.

Корисна віддача виражається вартістю продукції або корисної роботи, яка виконується пристроєм (машиною) в одиницю часу.

Довговічність – загальне число операцій або одиниць роботи, яке може бути виконане на пристрої до його граничного зносу.

Фактори, що знижують довговічність:

- поломки деталей;
- знос поверхонь тертя;
- пошкодження поверхонь в результаті дії контактних напружень, наклепу і корозії;
- пластичні деформації деталей, що викликаються місцевим або загальним переходом напружень за межу текучості або (при підвищенні температури) повзучості.

Практично в більшості випадків довговічність визначається ступенем опору зношуванню деталей.

Заходи боротьби проти зношування:

- збільшення твердості тертьових деталей (зміцнення);
- підбір матеріалів пар тертя;
- зменшення тиску на поверхні тертя;
- підвищення якості обробки поверхонь і правильне мастило.

Надійність машини складається з ряду ознак:

- висока довговічність;
- безвідмовність дії;
- безаварійність;
- стабільність дії (робота без зниження вихідних параметрів);
- витривалість;
- невибагливість до відходу;
- великі міжремонтні терміни;
- живучість (робота на знижених режимах при пошкодженнях);
- малий обсяг ремонтних робіт.

Прийоми збільшення експлуатаційної надійності:

- дублювання обслуговуючих пристроїв (вузлів, деталей);
- автоматичний захист від надмірних навантажень;
- застосування методу моделювання експлуатаційних умов, що полягають в стендових або експлуатаційних випробуваннях пристроїв на форсованих режимах в умовах більш важких, ніж при нормальній роботі.

Великий економічний ефект дають уніфікація і нормалізація деталей і агрегатів.

Уніфікація – приведення різних видів продукції і засобів її виробництва до раціонального мінімуму типорозмірів, марок, форм, властивостей, а також можливість багаторазового застосування в конструкції одних і тих же елементів.

Уніфікації піддають:

- посадочні з'єднання (по посадковим діаметрами, посадкам і класам точності;
- нарізні сполучення (за діаметрами, типам різьб, розмірами під ключ та ін.);
- шпонкові і шліцьові з'єднання (за діаметрами, формам шпонок і шліців);
- зубчасті зачеплення (за модулями, типами зубів і класами точності);
- фаски і галтелі (за розмірами і типами);
- марки і сортамент матеріалів, електродів, підшипників кочення та ін.

Уніфікація полегшує постачання заводу-виготовлювачу і ремонтних підприємств матеріалами, нормальними і покупними виробами.

Нормалізація – регламентування конструкції і типорозмірів широко застосовуваних машинобудівних деталей, вузлів і агрегатів.

Наприклад, якщо при розрахунках виявляється, що для виготовлення зварної конструкції (ферми) потрібні куточки 50x50 мм і 60x60 мм, намагаються привести (нормалізувати) конструкцію до одного типорозміру заготовок (або 50x50 мм або 60x60 мм).

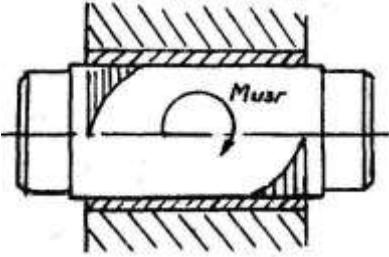
Агрегатування – створення пристроїв з уніфікованих агрегатів (автономних вузлів), що встановлюються в різній кількості і комбінаціях на загальній станині.

Принцип самовстановлюваності

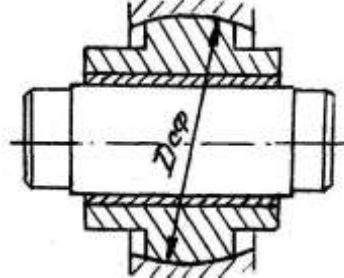
У рухливих з'єднаннях, де можливі перекоси і зміщення деталей, необхідно передбачати свободу самовстановлюваності, що забезпечує правильну роботу деталей при всіх можливих неточностях виготовлення і монтажу.

Принцип самовстановлюваності широко застосовують в конструкціях:

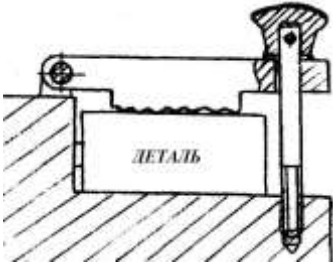
- опор валів, схильних до вигину і перекосу;
- в разі підшипників ковзання з великим відношенням довжини до діаметра;
- підшипників кочення;
- затискних пристосувань



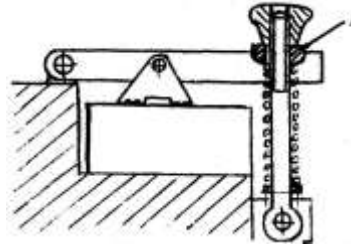
Підвищені кромочні тиски
в підшипниках ковзання



Підшипник встановлений
на сферичні опори
(кромочні тиски відсутні)



Різьба затискного болта
піддається згину

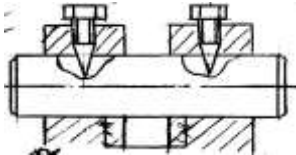


Конструкція вільна від ланок і перекосів
(вигин болта запобігають затягуванням
гайки на сферичну шайбу 1 і нижнім
шарніром)

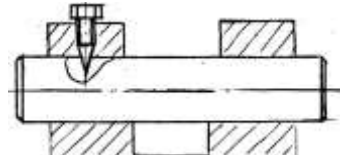
Рисунок 3.1 – Приклади принципу самовстановлюваності

Осьова фіксація деталей

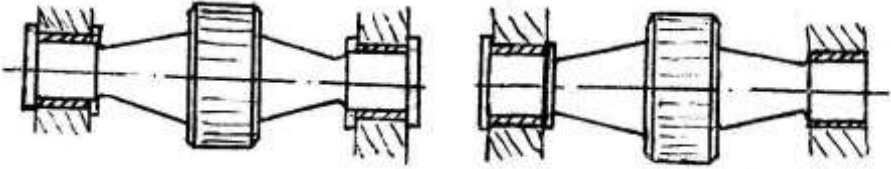
Деталі слід фіксувати в осьовому напрямку **тільки** в одній точці, передбачаючи можливість самостійної установки деталі по решті її довжині.



При тепловому зміні розмірів в
вузлі стопора виникають
додаткові напруження



Протилежний кінець пальця
може вільно переміщатися в опорі



Точна фіксація вала неможлива, тому що при нагріванні може відбутися заклинювання, а зі збільшенням зазору (на неточності і монтажі) між фіксуєчими поверхнями знижується точність

Вал зафіксований на короткій ділянці, протилежний кінець його самовстановлюється на опорі

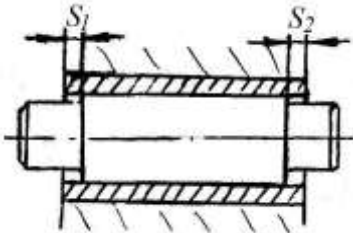
Рисунок 3.2 – Приклади осьової фіксації вала

Величину запасів встановлюють розрахунком розмірних ланцюгів і теплових деформацій системи.

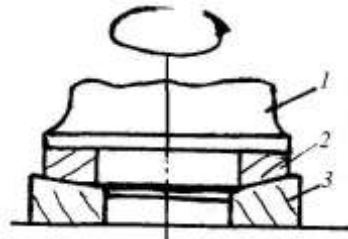
Найбільші запаси слід передбачати на ділянках сполучення з чорними литими поверхнями, де коливання розмірів особливо великі (для виливків середніх розмірів і середньої точності лиття запаси призначають в межах 3-4 мм).

Сполучення деталей з твердих і м'яких матеріалів

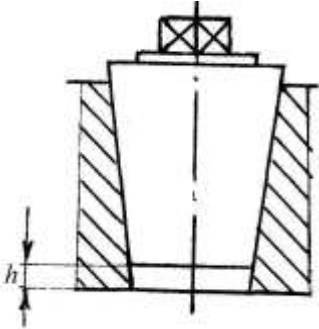
Поверхня деталі з твердого і зносостійкого матеріалу повинна перекивати поверхню з м'якого матеріалу, який і легко зношується, інакше в м'якому утворюється сходинка вироблення, що порушує роботу всього вузла сполучення



На ділянці S_1 і S_2 утворюються сходинки



Площа тертя сталі 2 менше, ніж в м'якому металі 3 і тому будуть утворюватися поглиблення



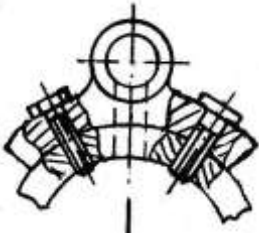
Пробка клапана повніше конічного гнізда в корпусі.

На ділянці «h» гнізда утворюється сходинка, яка заважає поглибленню пробки в гніздо

Рисунок 3.3 – Приклади сполучення деталей з твердих і м'яких матеріалів

Привалочні поверхні

Привалочні поверхні під знімні деталі слід виконувати плоскими (потрібно уникати кріплення на циліндричній поверхні).



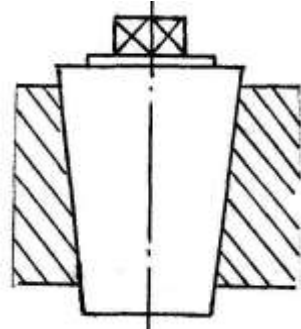
Привалочна поверхня повинна бути оброблена в пристосуванні, що забезпечує рівність діаметрів деталі і корпусу.

Рівномірна затяжка болтів, розташованих під кутом утруднена (течі через отвори)

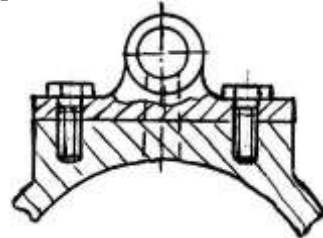
Рисунок 3.4 – Приклади конструкцій привалочних поверхонь

Бомбінування

Поверхні, що працюють під навантаженням в умовах лінійного



Кінець пробки випущений з гнізда, що забезпечує рівномірний знос поверхонь, які сполучаються



Конструкція з плоским кріпленням.

Особливо ефективна, коли треба забезпечити герметичність з'єднань

або площинного контакту, доцільно виконувати злегка опуклими, що забезпечує центральне навантаження і усуває підвищені кромочні тиски, які виникають через неточності виготовлення і монтажу.

4 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО БАЗУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ І ВУЗЛІВ У ПРИСТРОЯХ

У процесі складання зварних виробів виникають задачі з'єднання з необхідною точністю двох або більшої кількості деталей. Розміщення деталей, які складаються в пристроях, здійснюється за правилами базування [4].

Базування – надання заготовці або виробу необхідного положення відносно вибраної системи координат.

База – поверхня або сукупність поверхонь, вісь, точка, що належать заготовці або виробу і використовується при базуванні.

З теоретичної механіки відомо, що кожне вільне тверде тіло має шість ступенів свободи відносно трьох координатних перпендикулярних осей X , Y , Z . Воно може переміщатися паралельно трьом координатним осям та обертатися навколо кожної з них (рис. 4.1). Положення такого тіла відносно вибраної системи координат визначається шістьма незалежними величинами, наприклад, шістьма координатами.

Таким чином, положення будь-якого твердого тіла в просторі визначається шістьма ступенями свободи – переміщенням вздовж взаємно перпендикулярних осей (OX , OY , OZ) та обертанням навколо них. Для нерухомого закріплення твердого тіла його необхідно позбавити усіх цих ступенів свободи. Це досягається притисканням тіла до шести опорних точок, розташованих у трьох взаємно перпендикулярних площинах XOY , YOZ , XOZ .

Опорна точка пристрою – ідеальна точка контакту поверхні заготовки та пристрою, яка позбавляє заготовку одного ступеня свободи, роблячи неможливим її переміщення в напрямку, перпендикулярному опорній поверхні.

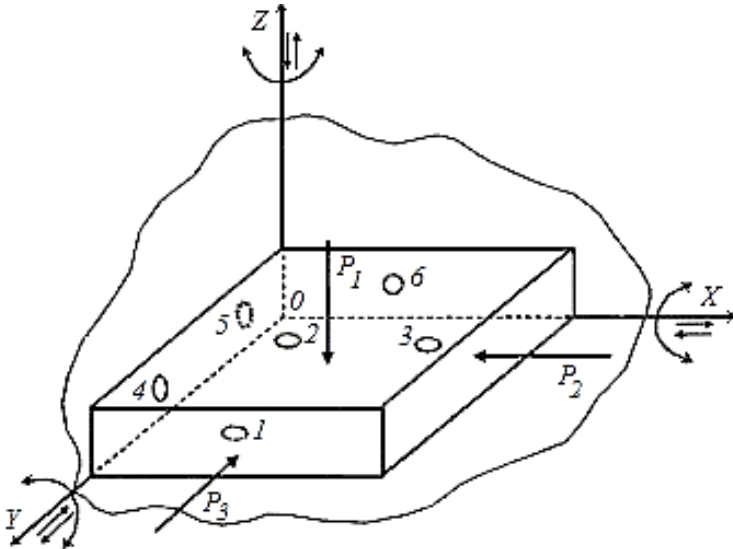


Рисунок 4.1 – Схема базування та закріплення призматичної деталі [4]

У площині XOY , яка називається установочною, розташовані три опорні точки (1-3). Вони позбавляють тіло трьох ступенів свободи – переміщення вздовж осі OZ та обертання навколо осей OX та OY .

У площині YOZ , напрямній, розташовані дві опорні точки (4 та 5), які позбавляють тіло ще двох ступенів свободи – переміщення вздовж осі OX та обертання навколо осі OZ .

У площині YOZ , опорній, розташована одна опорна точка 6, яка позбавляє тіло останнього, шостого ступеню свободи – переміщення вздовж осі OY .

Таким чином, для забезпечення нерухомості заготовки у вибраній системі координат на неї необхідно накласти шість двосторонніх геометричних в'язів, для створення яких необхідно мати комплект баз (рис. 4.1).

Притискання деталі до усіх шести опорних точок забезпечується трьома силами P_1 , P_2 , P_3 , що діють за трьома взаємно перпендикулярними напрямками.

Технологічним базам заготовки або виробу відповідають установочні поверхні пристрою. Тобто, бази бувають установочними, напрямними та опорними. При базуванні здійснюється розміщення деталі в пристрої таким чином, щоб технологічні бази деталі

спиралися на установочні поверхні пристрою.

З теоретичної механіки відомо, що найбільшу стійкість і точність можна досягти тоді, коли тверде тіло буде спиратися на три точки, розташованих у вершинах трикутника, як найдалше одна від одної. У зв'язку з цим, за установочну базу (поверхню) деталі приймається поверхня, яка має найбільші габарити (розміри). Три опорні точки на установочній поверхні розташовують так, щоб центр ваги заготовки або вузла знаходився всередині трикутника, вершинами якого є ці точки.

Оскільки зварний виріб складається з декількох деталей, то для установлення кожної деталі необхідно створювати контур з шести опорних точок. При цьому інші деталі виробу, які сполучуються з установлюваними, можуть служити опорними базовими точками.

Розрізняють бази технологічні, конструкторські, вимірвальні, основні та допоміжні.

Технологічна база – база, яка використовується для визначення положення заготовки або виробу при виготовленні та ремонті.

Конструкторська база – база, яка використовується для визначення положення деталі або складальної одиниці в виробі.

Вимірвальна база – база, яка використовується для визначення положення заготовки або виробу відносно засобів вимірювання.

Основна база – конструкторська база даної деталі або складальної одиниці, яка використовується для визначення їх положення в виробі.

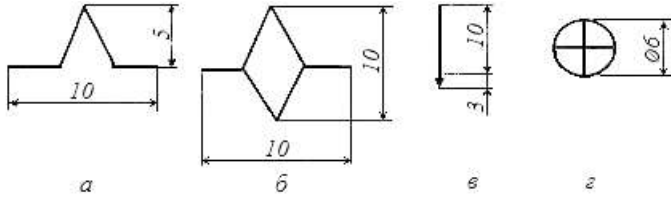
Допоміжна база – конструкторська база даної деталі або складальної одиниці, яка використовується для визначення приєднаного до них виробу.

Таким чином, при установлюванні заготовок в пристроях вирішуються дві задачі:

- а) орієнтування деталі за рахунок базування;
- б) створення нерухомості за рахунок закріплення заготовок.

Створення шести опорних точок при базуванні називають – Правилом шести точок.

Схема базування – схема розташування опорних точок на базах заготовки. Усі опорні точки на схемі базування позначають умовними знаками та нумерують, починаючи з бази, на якій розміщується найбільша кількість опорних точок (рис. 4.2).



а – опорна точка (вид спереду та збоку); б – опорна точка (вид зверху);
в – притискач (вид спереду та збоку); г – притискач (вид зверху)

Рисунок 4.2 – Позначення опорних точок та притискачів на схемах базування

5 ЕЛЕМЕНТИ ДОПОМІЖНИХ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

5.1 Установочні елементи

Установочні елементи (фіксатори) – це опорні елементи, що утворюють базові поверхні пристрою та забезпечують фіксування заданого положення заготовки в пристрої при складанні вузла у відповідності з правилом шести опорних точок.

Установка заготовок на їх базові поверхні проводиться на опори:

- штирі;
- пластинки;
- спеціальні опори.

Опорні штирі бувають:

- а) з рифленою головкою (ГОСТ 1342-68);
- б) з плоскою головкою (ГОСТ 13440-68);
- в) зі сферичною головкою (ГОСТ 1341-68).

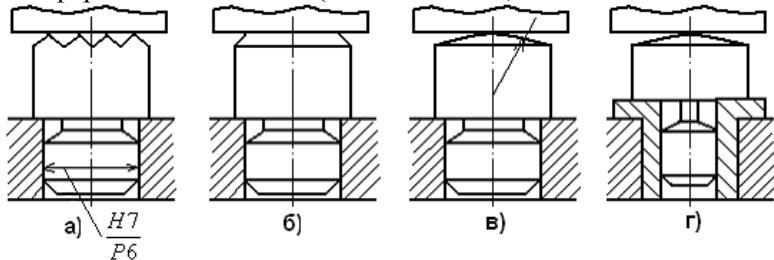


Рисунок 5.1 – Типи опорних штирів [4]

Штирі з рифленою і зі сферичною головками застосовують для

установки деталей з чорновими базами.

Отвори під штирі в корпусі пристосування виконують наскрізними.

Штирі запресовують в корпусі пристосування і при зносі змінюють. При частій зміні зношених штирів їх встановлюють в перехідну сталеву загартовану втулку.

Опорні пластинки бувають:

- а) плоскі;
- б) з косими пазами;
- в) з рифленою поверхнею.

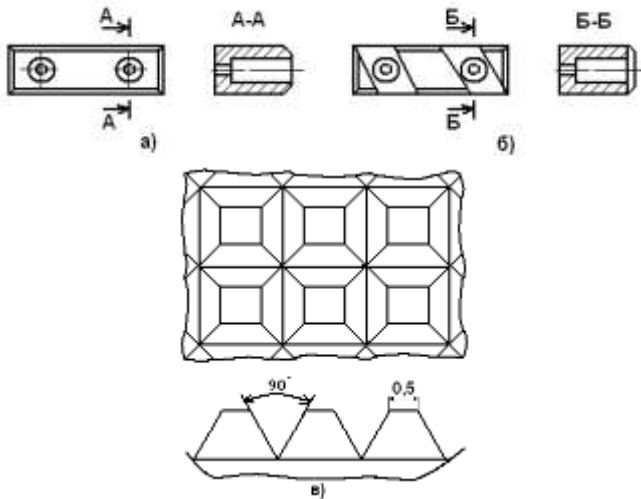


Рисунок 5.2 – Типи опорних пластинок [4]

Регульовані опори ввертають в корпус на різьбі і стопорять в потрібному положенні контргайкою.

Заготовки з обробленими базами встановлюють на опори з плоскою головкою і пластини з косими пазами.

Таблиця 5.1 – Граничні навантаження на опори, кН

Вид опори	Діаметр, мм			
	10	16	25	40
Опора зі сферичною головкою	2	5	12	30
Опора з рифленою головкою	4	10	25	60

Штирі зі сферичною головкою застосовують тільки при установці вузьких деталей, щоб збільшити відстань між точками опори.

Деталі великих габаритів встановлюються не на штирі, а на опорні пластинки.

Робочі поверхні настановних елементів повинні мати високу зносостійкість.

Для цього установчі елементи виготовляють з вуглецевих сталей У7А-У10А із загартуванням до 50-55 HRC або з сталей 20 і 20Х з цементацією робочих поверхонь на глибину 0,8...1,2 мм і загартуванням на ту ж твердість.

Допоміжні опори

Допоміжні опори збільшують жорсткість деталі і її стійкість. Вони робляться рухливими і включаються в роботу тільки тоді, коли деталь вже стала на основні опори.

Допоміжні опори можуть бути самовстановлювані і опори, які підводяться.

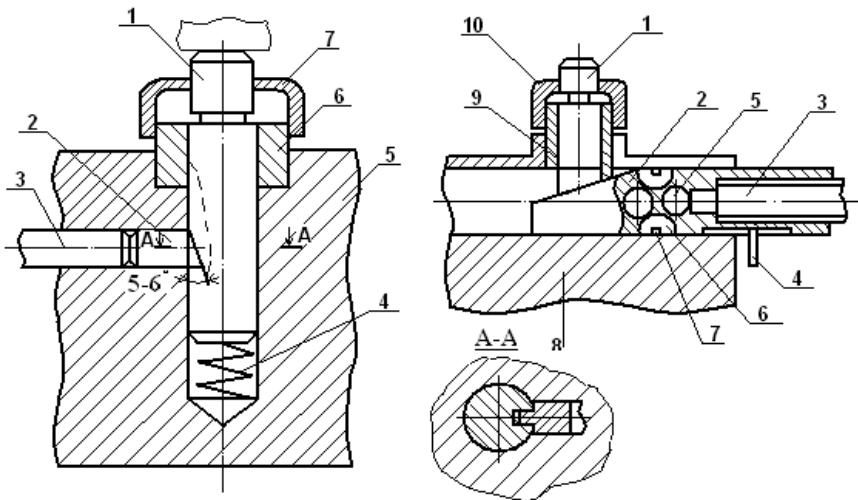


Рисунок 5.3 – Типи допоміжних опор [4]

самовстановлювана опора

1 – штир, 2 – штифт, 3 – стержень,
4 – пружина, 5 – корпус, 6 – втулка,
7 – ковпачок

опора, що підводиться

1 – штир, 2 – клин, 3 – гвинт, 4 – планка,
5 – кульки, 6 – шпонки, 7 – кільцева
пружина, 8 – корпус, 9 – втулка,
10 – ковпачок

Переваги опор, що самовстановлюються:

- швидкодія (штир 1 автоматично входить в зіткнення з заготовкою);

- можливість одночасного управління (стопоріння) декількома опорами від одного приводу (наприклад, через клинову пару).

Недолік – не застосовують при установці важких заготовок і великих значеннях сил, що діють уздовж штиря 1.

Переваги опор, що підводяться:

- здатність витримувати значно більші сили в порівнянні з опорами, що самовстановлюються;
- точність установки.

Недоліки:

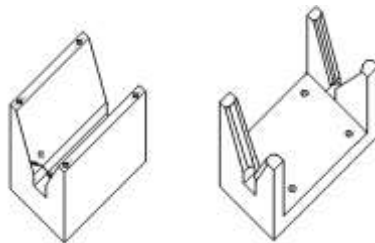
- низька продуктивність (ручний привод);
- неможливість управління декількома опорами;
- непридатність при обробці легких і не жорстких деталей (при підведенні опори вручну можна порушити положення деталі, що визначається основними опорами).

Призми

Установка заготовок на зовнішню циліндричну поверхню проводиться в опорні призми і самоцентрувальні патрони.

Призма – інсталяційний елемент з робочою поверхнею у вигляді паза, утвореного двома площинами, нахиленими один до одного під кутом α (60 , 90 або 120).

Для заготовок діаметром до 150 мм з механічно обробленою поверхнею застосовують широкі опорні призми (ГОСТ 1195-66, ГОСТ 12197-66). Для заготовок з необробленою поверхнею застосовують вузькі призми. При цьому в результаті локалізації контакту зменшується вплив макрогеометричних баз заготовок на їх стійкість в призмі.



опорна призма широка

опорна призма вузька

Рисунок 5.4 – Типи опорних призм [4]

У пристроях найбільше використання знаходять призми з $\alpha = 90^\circ$. Призми виготовляють зі сталі 20Х, застосовуючи цементацію на 0,8-1,2 мм і загартування робочих поверхонь (HRC 55-60).

Упори

Схему базування заготовок по бічним плоским поверхням реалізують упори.

Упори бувають постійними (рис. 5.5), знімними (рис. 5.6), відкидними (рис. 5.7), поворотними (рис. 5.8).

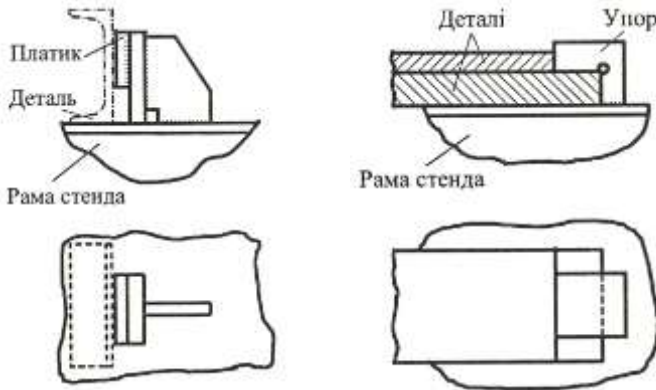


Рисунок 5.5 – Постійні упори [4]

Складають найбільш поширену групу.

Застосовуються в пристроях невисокої точності з відносно малим терміном експлуатації. Кріпляться до корпусу пристосування за допомогою зварювання.

Виготовляються зі сталей Ст3, рідше – зі сталі 45.

У пристроях підвищеної точності і складності постійні упори кріпляться за допомогою гвинтів і фіксуються штифтами.

Робочі пластини упорів виготовляються з сталей марок 45 і 40Х і піддаються термообробці.

Відновлення упорів в цьому випадку може здійснюватися за допомогою пластин, які підкладаються під робочу поверхню.

Знімні упори застосовуються при зварюванні вузлів, що утворюють уступи. Вони знімаються після кожної операції і кріпляться за допомогою гвинтів і шпильок.

Відкидні упори застосовуються в тих випадках, коли при використанні постійного упора неможливо зняти вузол після прихоплення або зварювання (рис. 5.7).

Вони насаджуються вільно на вісь, встановлену на робочі

поверхні пристосувань.

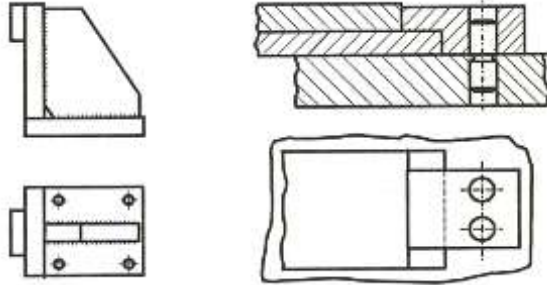


Рисунок 5.6 – Знімні упори [4]

У робочому положенні ці упори закріплюються за допомогою затискної гайки з рукояткою або штиря.

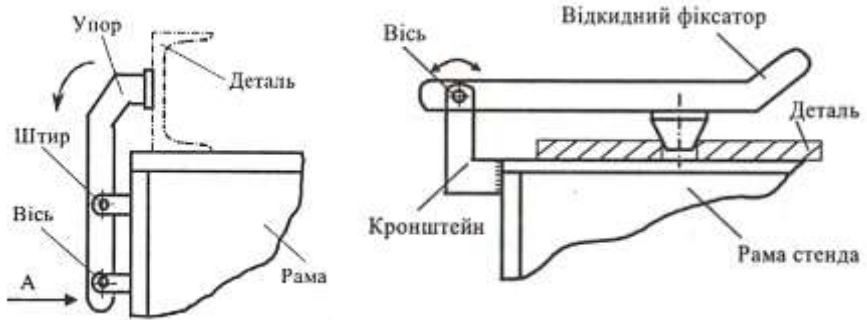


Рисунок 5.7 – Відкидні упори [4]

Поворотні упори застосовуються в тих же випадках, що і відкидні упори.

Вони вільно насаджуються на вісь, розташовану поза робочій поверхні пристосувань, в робочому положенні закріплюються за допомогою штирів.

Для фіксації не оброблених поверхонь вузла застосовуються упори з рифленою головкою, для оброблених – з напівкруглою головкою.

Розміри упорів приймаються виходячи з технологічних і конструктивних факторів.

Шаблони (накладні кондуктори) є проміжною базою між деталями, що збираються і служать для установки їх (деталей) у заданому кресленні положенні з подальшим прихопленням деталей

зварюванням в декількох точках.

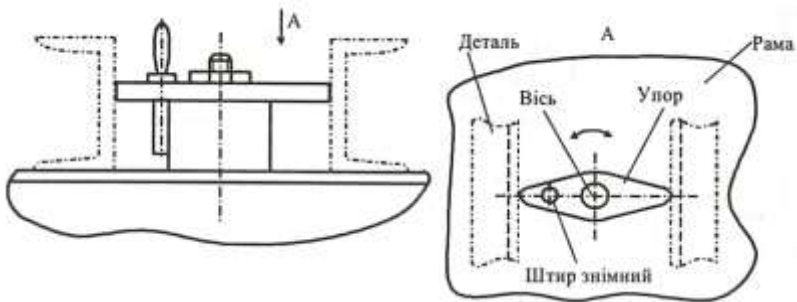
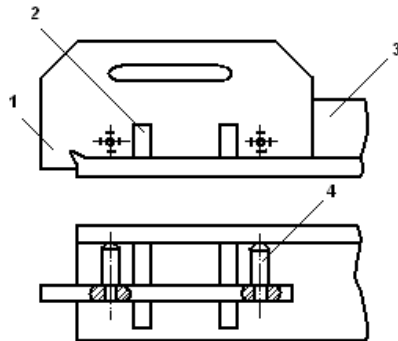


Рисунок 5.8 – Поворотні упори [4]



1 – виступ для фіксації в подовжньому напрямі по стінці виробу, 2 – ребра що встановлюються, 3 – стінка виробу, 4 – упори

Рисунок 5.9 – Накладний кондуктор для установки ребер жорсткості [4]

Кондуктори виготовляють з листової сталі або алюмінію. Вони повинні бути максимально полегшені, мати необхідну міцність і жорсткість, забезпечувати вільний доступ до зварних швів і мати можливість вільного знімання зі зварюваного виробу.

Накладні кондуктори базуються по зовнішньому або внутрішньому контуру сполучених деталей, по отворах, припливах і пазам, а також по базовим елементам збирально-зварювальної оснастки.

5.2 Притискні механізми

Після визначення схеми базування і розташування установочних елементів намічають схему закріплення деталей, яка задовольняє наступним вимогам:

а) в процесі затиску не повинно порушуватися положення деталі, заданій при базуванні;

б) сили затиску мають бути достатніми, щоб виключити можливість зміщення деталі в процесі її обробки;

в) силові механізми повинні бути швидкодіючими і легко керуваними.

В якості затискних елементів в пристроях використовуються притискачі, які утворюють найпоширеніший вид складальних пристосувань (рис. 5.10).



Рисунок 5.10 – Класифікація притискачів [4]

Клинові притискачі

Компактні, прості у виготовленні і мають відносну швидкодію. Дозволяють збільшувати і змінювати напрямок сили, що

прикладається.

Клинові притискачі можуть бути використані:

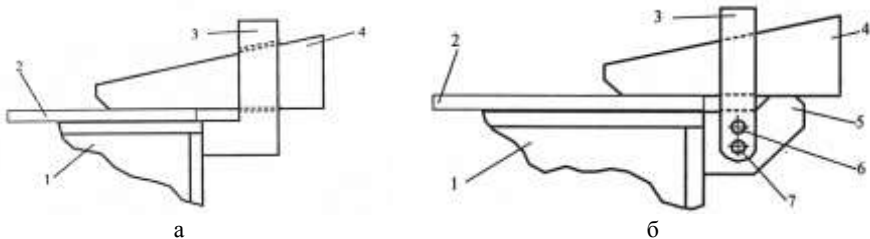
- а) як силові вузли для притиску одного елемента до іншого;
- б) для вирівнювання крайок;
- в) для фіксування і установки деталі при збірці.

Клинові притискачі, не пов'язані з іншими ланками (пневматичними, важільними), повинні виготовлятися самогальмуючими.

Робоча поверхня клина інколи виконується округленої для збільшення коефіцієнта тертя і зменшення концентрації напружень в самому клині.

Недоліком клинового притиску є його низький ККД в зв'язку з великими витратами на тертя. Для підвищення ККД клинового механізму на поверхнях клина тертя ковзання замінюють тертям кочення, застосовуючи опорні ролики.

Приклади застосування клинових притисків в складально-зварювального оснащенні показані на рис.5.11:



1 – стэнд, 2 – заготовка, 3 – скоба, 4 – клин, 5 – опорна планка, 6 – штифт, 7 – вісь
Рисунок 5.11 – Клиновий притиск з постійною (а) і відкидною (б) скобою [4]

Гвинтові притискачі

Гвинтові притискачі – найбільш поширений вид притисків. Мають просту конструкцію, невисоку вартість, надійні в роботі, забезпечують необхідні (іноді значні) зусилля притиснення.

Деякі конструкції гвинтових притисків наведені на рис. 5.12.

Гвинтові механізми використовують як для безпосереднього затиску, так і в поєднанні з іншими механізмами.

У пристроях застосовуються гвинтові пари:

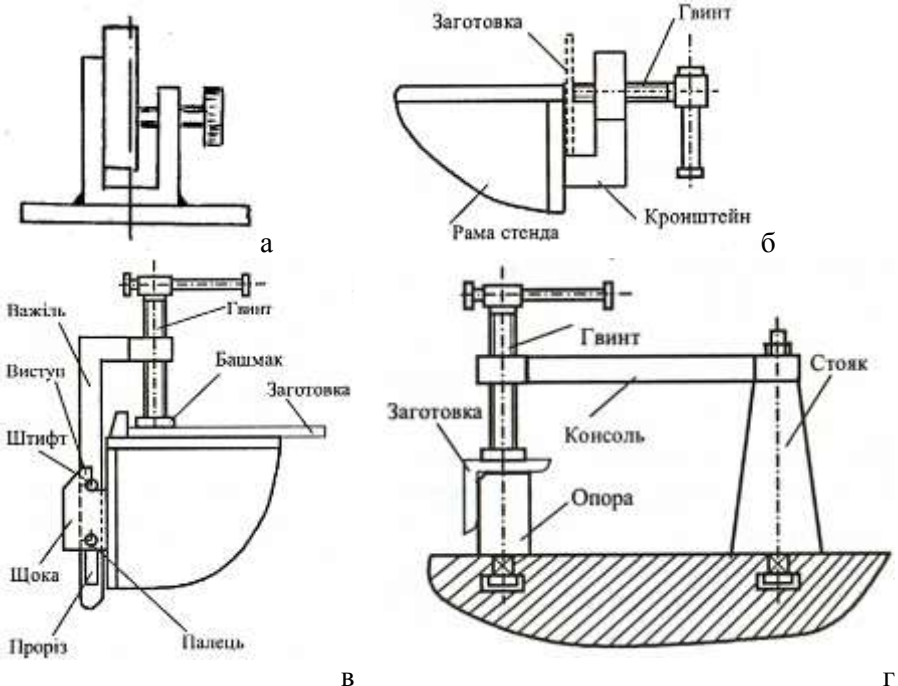
- з метричної різьбою (для легких затискачів на малі зусилля);
- з прямокутною різьбою;
- з трапецеїдальною різьбою.

Робота тертя гвинта з прямокутною різьбою на 15 % і з

трапецеїдальною – на 10 % менше, ніж робота такого ж гвинта з метричною різьбою.

Трапецеїдальна різьба більш міцна, ніж прямокутна і менш складна у виготовленні і тому найбільш споживана.

При заданому зусиллі затиску повинен бути проведений відповідний розрахунок основних елементів притиску: гвинт, гайка, корпус, елементи кріплення притиску до нерухої рами (в разі стаціонарних притисків).



а, б – стаціонарні (постійні) притиски, в – відкидний, г – поворотний
Рисунок 5.12 – Конструкції гвинтових притисків [4]

Ексцентрикові притискачі

Ручні гвинтові притискачі прості за конструкцією, але мають істотний недолік – для закріплення деталі робітник повинен виконати велику кількість обертальних рухів ключем, що вимагає додаткових витрат часу і зусиль і в результаті знижує продуктивність праці.

Тому, там де це можливо, слід замінювати ручні гвинтові затискачі швидкодіючими. Найбільшого поширення набули

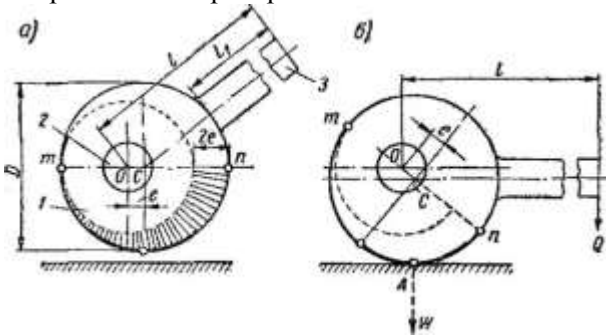
ексцентриковий і шарнірно-важільний затискачі.

Ексцентриковий затиск хоча і відрізняється швидкодією, але не забезпечує великої сили затиску деталі і має обмежений хід. Тому його застосовують лише при порівняно невеликих силах зміщення деталі. Цьому часто відповідають складально-зварювальний й наплавочний техпроцеси.

Застосовуються два різновиди ексцентрикових притискачів:

- а) з круглими ексцентриками;
- б) з криволінійними ексцентриками (плоскими кулачками).

Круглі ексцентрики мають переважне застосування в складально-зварювальних пристроях.



а – деталь не затиснута, б – положення при затиснутою деталі

Рисунок 5.13 – Ексцентриковий притискач

Круглий ексцентрик 1, являє собою диск зі зміщеним щодо його центру отвором (Рис 5.13 а). Ексцентрик вільно встановлюється на осі 2 може обертатися навколо неї. Відстань e між центром диска C і центром O осі називається **ексцентриситетом**.

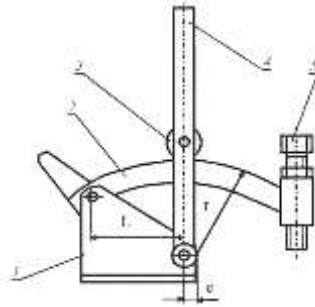
До ексцентрика прикріплена рукоятка 3, поворотом якої здійснюється затиск деталі в точці A (рис. 5.13 б).

В складально-зварювальних пристроях застосовуються тільки круглі ексцентрики.

Різновидами ексцентрикових притискачів є криволінійні ексцентрики [4], або так звані дугові притискачі (рис. 5.14). Вони мають робочий профіль, окреслений по Архімедової спіралі з постійним кутом підйому кривої.

У даному притискачі дуга є частиною ексцентрика, вісь якого не співпадає з віссю повороту важеля на величину ексцентриситету e . При правильному виборі величини ексцентриситету траєкторія руху

точки дотику ролика з дугою перетинається із зовнішньою поверхнею дуги під кутом меншим 6° , що забезпечує самогальмування притискача.



1 – корпус притискача; 2 – дуга; 3 – ролик; 4 – рукоятка; 5 – гвинт регулювальний

Рисунок 5.14 – Дуговий ексцентриковий притискач з великим робочим ходом
Криволінійні ексцентрики забезпечують постійну силу притиску, однакові гальмівні властивості в межах робочої зони та значний робочий хід. Але виготовлення таких притискачів значно складніша у порівнянні з круговими ексцентриками.

Ексцентрики виготовляють зі сталі 20Х з цементацією на глибину 0,8-1,2 мм та наступним загартовуванням до твердості HRC 55-60. Ширина робочої частини ексцентрика визначається, виходячи з напруження зминання в місці контакту його із заготовкою.

Важільні притискачі

Характеризуються достатньою швидкістю і застосовуються для збільшення сил притиснення, зміни напрямку їх дії, збільшення довжини ходу.

Самостійно важільні механізми використовуються тільки в ручному варіанті.

Найчастіше важільні притиски використовуються як проміжний елемент в комбінації з іншими силовими механізмами (пневно- і гідроциліндрами, ексцентриками, клинами, різбовими парами та іншими приводами), які передають зусилля на важелі і зберігають сталість вихідної сили.

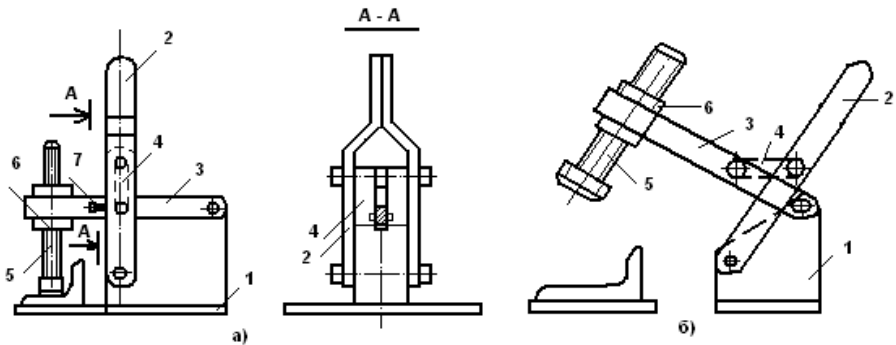
Для збільшення зусиль в 2-4 рази застосовуються прості (одноважельні) притиски, для більшого збільшення – складні багатоланкові механізми (підсилювачі), зокрема шарнірно-важільні, що збільшують зусилля в 3-7 разів.

На рис. 5.15 зображений поширений ручний шарнірно-важільний притиск, що діє за рахунок переходу важелів через «мертву точку».

При русі рукоятки вліво єднальна планка натискає на важіль і через гвинт притискає заготовку.

Надійне закріплення деталі забезпечується розташуванням рукоятки 2 під невеликим кутом до планки 4. Подальший хід рукоятки обмежується стопором 7.

Недолік: можливо мимовільне розкриття притиску при коливаннях товщини деталі.



1 – стоек, 2 – рукоятка, 3 – важіль, 4 – планка (єднальна), 5 – нажимний гвинт, 6 – регулювальні гайки, 7 – стопор

a – робоче положення; *б* – неробоче положення

Рисунок 5.15 – Схема ручного важеля шарнірного притискача [4]

Важільні механізми характеризуються швидкодією і застосовуються для збільшення сил затиску, зміни напрямку їх дії та збільшення ходу. Особливо часто вони використовуються як проміжний елемент у комбінації з іншими притискачами.

Конструктивних різновидів важільних механізмів багато, але всі вони зводяться до декількох основних силових схем, наведених, наприклад, на рис. 5.16.

Для цих механізмів треба визначити вихідну силу Q , яка забезпечила б необхідну розрахункову силу притиску заготовки W . Величину сили притиску заготовки W знаходимо з умови рівноваги моментів відносно опор і з урахуванням витрат на тертя в опорі важеля (ККД механізму $\eta = 0,85-0,95$).

Таким чином, важелі, які працюють за схемою (рис. 5.16 б, з) розвивають силу притискування приблизно у два, а важіль за схемою

(рис. 5.16 в) – у чотири рази більшу, ніж важіль, що працює за схемою (рис. 5.16 а). Перша схема (рис. 5.16 а) дає найбільш компактну конструкцію. Однак, передаюче відношення сил у ній завжди менше від одиниці.

Схеми на рис. 5.16 б, г застосовуються переважно у тих випадках, коли треба змінити напрям вихідної сили.

Схема на рис. 5.16 в, не зважаючи на те, що дає найбільший виграш у силі, у конструктивному відношенні дуже громіздка, а в експлуатації незручна, оскільки вимагає великого робочого ходу силового джерела та ускладнює завантаження заготовки під важіль.

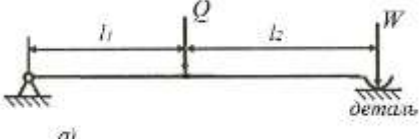
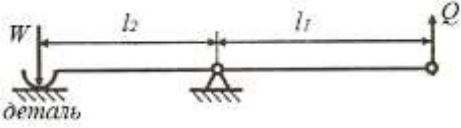
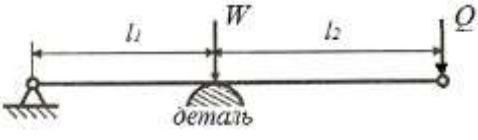
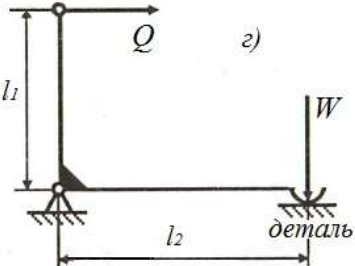
	$W = \frac{Q \cdot l_1}{l_1 + l_2} \cdot \eta,$ <p>при $l_1 = l_2$ $W = \frac{Q}{2} \cdot \eta.$</p>
	$W = \frac{Q \cdot l_1}{l_2} \cdot \eta,$ <p>при $l_1 = l_2$ $W = Q \cdot \eta;$</p>
	$W = \frac{Q \cdot (l_1 + l_2)}{l_1} \cdot \eta,$ <p>при $l_1 = l_2$ $W = 2Q \cdot \eta;$</p>
	$W = \frac{Q \cdot l_1}{l_2} \cdot \eta,$ <p>при $l_1 = l_2$ $W = Q \cdot \eta.$</p>

Рисунок 5.16 – Основні силові схеми важільних механізмів [4]

Розрахунок важільного механізму на міцність зводиться до перевірки міцності її ланцюгів (важелів), яка може бути проведена відомими методами «Опору матеріалів» та «Деталей машин» та

визначення сили притискування важелем.

Пневматичні притискачі

Пневматичні притискачі набули широкого поширення в пристроях для складання і зварювання.

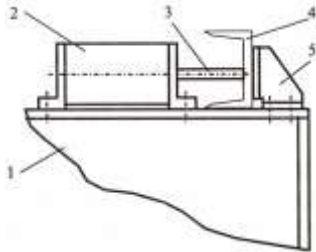
Переваги :

- а) доступність завдяки наявності на заводах мережі стисненого повітря;
- б) порівняльна простота конструкції;
- в) надійність в роботі;
- г) зручність і можливість управління з одного робочого місця (одним або декількома пневматичними пристроями);
- д) швидкодія (в порівнянні з гвинтовими притисками).

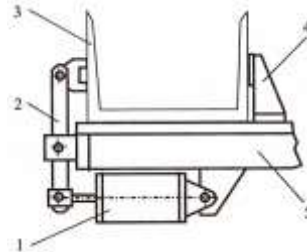
Недоліки :

- а) складність регулювання швидкості ходу притиску (ривки);
- б) потрібне добре очищення повітря від вологи для уникнення корозії циліндрів;
- в) зусилля, які створюються пневматичними притискачами обмежені величиною порядку 2000-3000 кгс (20-30 кН);
- г) підвищений рівень шуму.

У деяких випадках затиск деталі проводиться безпосередньо кінцем штока пневматичного циліндра, в інших – кінець штока діє на систему важеля, що кріпить деталі (рис. 5.17 і 5.18).



1 – рама станда;
2 – пневмоциліндр;
3 – шток; 4 – заготовка; 5 – упор
Рисунок 5.17 – Пневмоприжим
прямої дії [4]

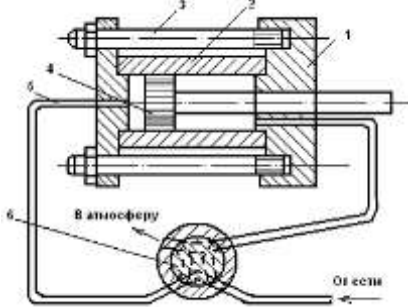


1 – пневмоциліндр;
2 – важіль ;
3 – заготовка; 4 – упор; 5 – рама
Рисунок 5.18 – Пневморичажний
притиск [4]

В якості силового вузла в притискаючі даного виду застосовують:

- поршневі пневмоциліндри (рис. 5.19);
- мембранні пневмоциліндри (рис. 5.20);

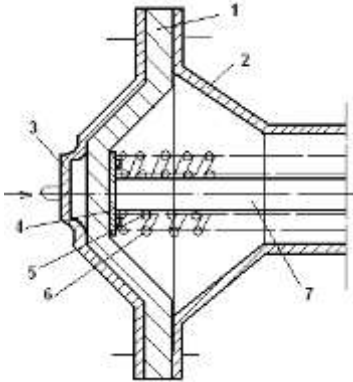
- повітряні рукави – пневмошланги (рис. 5.1).



Пневматичний агрегат
з циліндром
(схема роботи)

- 1 – фланець
- 2 – стінка
- 3 – шпилька
- 4 – поршень
- 5 – повітропровід
- 6 – розподільчий кран

Рисунок 5.19



Діафрагмова камера

- 1 – діафрагма
- 2 – чашка
- 3 – чашка
- 4 – шайба опорна
- 5 – пружина
- 6 – пружина
- 7 – шток

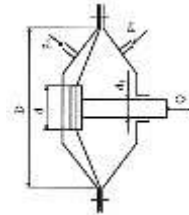
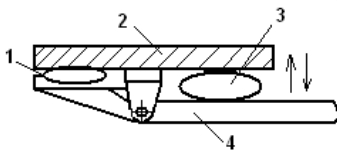


Рисунок 5.20

Притискач з пневмошлангами



- 1 – поворотний шланг
- 2 – підстава
- 3 – притисної шланг
- 4 – нажимний важіль

Рисунок 5.21

Розрахунок поршневого двостороннього приводу зводиться до визначення необхідного внутрішнього діаметру D , який знаходиться в наступній залежності від зусилля на штоку Q :

$$Q = \rho \cdot \frac{\pi D^2}{4} \eta,$$

де ρ – тиск повітря в пневмоциліндрі (в пневмосистемі);

$\eta = 0,85 - 0,9$ – коефіцієнт корисної дії.

Для орієнтовних розрахунків пневмоприводів приймають
 $\rho = 4 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} (0,4 \text{ МПа})$.

За відомим внутрішнім діаметром циліндра і необхідному ходу поршня відповідно до ГОСТ 15608-70 (стаціонарні пневмоциліндри) і ГОСТ 16683-71 (оберткові пневмоциліндри) знаходяться основні розміри циліндрів і деталей, що входять в конструктивний вузол.

Діафрагмові пневмокамери

Пневмокамери з тарілчастими гумовотканними діафрагмами також бувають односторонньої і двосторонньої дії. У порівнянні з пневмоциліндрами пневмокамери простіше у виготовленні, довговічніше і надійніше. При їх застосуванні можна використовувати повітря з меншим ступенем очищення.

Недоліки: досить малий хід штока (30-60 мм) і відносно великий діаметр в порівнянні з пневмоциліндрами того ж зусилля.

При розрахунку діафрагмових приводів повинно враховуватися також пружний опір матеріалу діафрагми, який залежить від положення її в камері.

Притискачі з пневмошлангами

Завдяки простоті, портативності і надійності в роботі пневмошлангові приводи використовують в складально-зварювальних і наплавочних пристосуваннях.

Недоліки: малий робочий хід, залежність корисної сили від ступеня стиснення пневмошлангу.

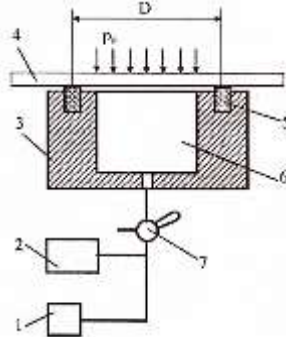
Вакуумні притискачі

Вакуумні притиски використовуються для закріплення деталей невеликої маси з будь-яких матеріалів, переважно при односторонньому доступі до заготівлі з плоскими (рис. 5.22) або криволінійними базовими поверхнями (рис. 5.23).

У таких притискачів між базовою поверхнею заготовки і порожниною корпусу створюється розрядження, і заготовка притискається до гумового ущільнювача надлишковим атмосферним тиском.

Заготовка 4 встановлюється на гумовий ущільнювач 5 корпусу притиску 3. З порожнини (камери) корпусу повітря видаляється з допомогою вакуумного насоса 1 через ресивер 2. Ресивер використовується для швидкого створення вакууму в порожнині 6,

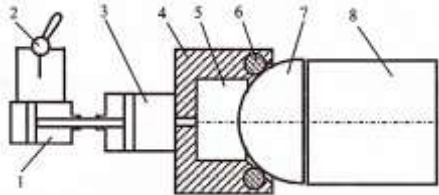
створений надлишковий атмосферний тиск рівномірно притискає заготовку 4 до корпусу притиску 3. Герметичність порожнини 6 забезпечується гумовим ущільнювачем 5. Розкріплення заготовки 4 здійснюється з'єднанням порожнини 6 з атмосферою за допомогою розподільного крана 7.



1 – вакуумний насос; 2 – ресивер; 3 – корпус вакуумного притиску; 4 – заготовка;
5 – гумовий ущільнювач; 6 – камера; 7 – розподільний кран

Рисунок 5.22 – Схема вакуумного притискача з вакуумним насосом [4]

При складанні і зварюванні обичайок з днищем виникає необхідність в односторонньому закріпленні днищ.



1 – пневмоциліндр; 2 – розподільний кран; 3 – вакуумний циліндр; 4 – корпус притиску; 5 – порожнина (вакуумна камера); 6 – гумовий ущільнювач; 7 – днище;
8 – обичайка

Рисунок 5.23 – Схема вакуумного притискача з використанням пневмоциліндра [4]

Видалення повітря з порожнини 5 корпусу 4 здійснюється за допомогою вакуумного циліндра 3, поршень якого з'єднаний зі штоком обертового пневмоциліндра 1. Розрядка в порожнині 5 призводить до виникнення надлишкового атмосферного тиску, завдяки чому днище 7 притискається до гумового ущільнювача 6 корпусу 4. Це дає можливість виконувати складальні операції днища 7 з обичайкою 8. Розкріплення зібраного або звареного вузла здійснюється за допомогою розподільного крана 2, який перемикає

стиснене повітря для зворотного руху штока поршня пневмоциліндра 1 з поршнем вакуумного циліндра 3.

Гідравлічні притискачі

Сучасне допоміжне обладнання і складально-зварювальне технологічне оснащення комплектується також гідравлічними притисками. Конструктивні схеми таких притискачів такі ж, як і схеми із пневмоприжимом.

Гідравлічні притиски забезпечують більшу силу притиску, що дозволяє їх застосовувати при складанні важких товстостілових конструкцій; плавність і безшумність в роботі; основні вузли не вимагають мастила і не схильні до корозії.

Недоліки гідропримика: мала швидкість переміщення штока; можливість забруднення поверхонь, що зварюються, робочою рідиною; коштовне обладнання насосних станцій і необхідність значних площ для їх розміщення.

Гідропримика уникають встановлювати над заготовками, що зварюються і, як правило, розміщують їх у нижній частині рами пристосування.

Якщо сила на штоку відома, то, задаючись тиском мастила в гідросистемі, визначають необхідний діаметр поршня і по відповідним стандартам вибирають необхідний гідроциліндр (табл. 7.3 і 7.4).

Таблиця 5.2 – Гідроциліндри односторонньої дії (ГОСТ 19897-74, ГОСТ 19898-74)

Діаметр D циліндра, мм	40	50	63	80
------------------------	----	----	----	----

Таблиця 5.3 - Гідроциліндри двосторонньої дії (ГОСТ 19899-74)

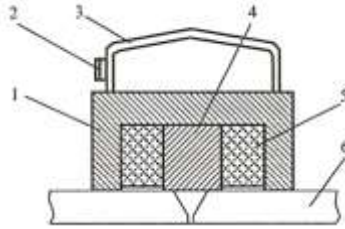
Діаметр D циліндра, мм	40	50	63	80	100
------------------------	----	----	----	----	-----

Електромагнітні притискачі

Електромагнітний притиск має котушку з сердечником, розміщеними в металевому корпусі. Управління електромагнітами здійснюється включенням і вимиканням електричного струму.

Зовнішня стінка служить полюсом притиску. Котушка електромагніту утримується на стержні гайкою, зробленої з немагнітного матеріалу. Кінці котушки виведені назовні і підключені до вимикача. Живлення здійснюється від електромережі постійного струму.

Використовуються, в основному, в якості переносного пристосування. Для зручності перенесення передбачена ручка (скоба).



1 – корпус; 2 – перемикач; 3 – скоба; 4 – сердечник; 5 – котушка; 6 – заготовка

Рисунок 5.24 – Електромагнітний притискач [4]

У зварювальній техніці магнітні притискачі використовуються:

- для вирівнювання крайок (рис. 5.25 а);
- для притиснення крайок до флюсовій подушці (рис. 5.25 б);
- як опори важеля, що підтискає деталь до поверхні (рис. 5.25 в).

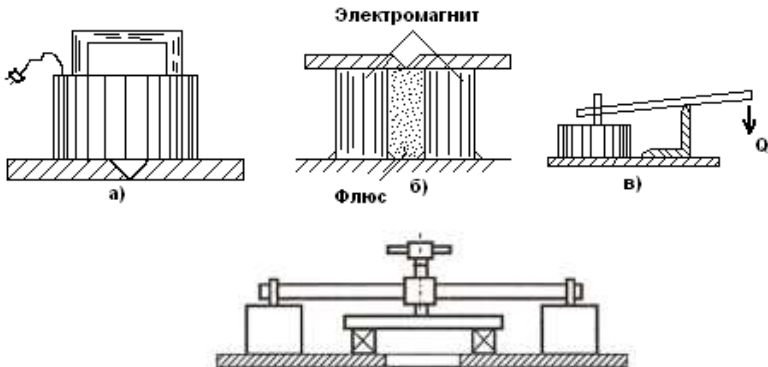


Рисунок 5.25 – Приклади застосування електромагнітних притискачів [4]

Для фіксування й утримання заготовок при виконанні кутових і таврових з'єднань використовуються універсальні електромагнітні притиски (рис. 5.26). Кут нахилу деталі в межах 30-150°.

Цей притискач складається з двох електромагнітів 3, з'єднаних шарніром 2, шарнірної системи 5, гвинта 7 і гайки 6. Шарнірна система сприяє встановленню необхідного кута між електромагнітами 3, які утримують заготовки 1. Електричний струм від випрямляча (36 В) включають перемикачем.

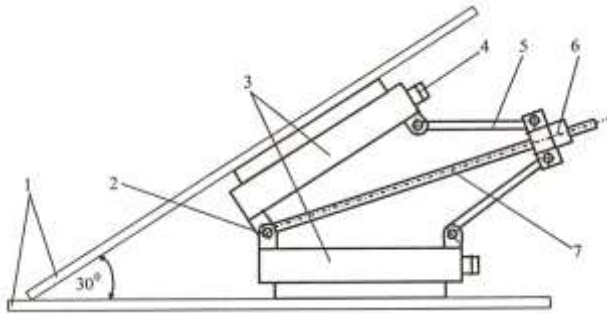
Переваги електромагнітних притисків:

- швидкодія;
- універсальність в процесі експлуатації;
- відсутність рухомих деталей і комунікаційних шлангів;

- висока чистота і культура робочих місць.

недоліки:

- потреба в постійному струмі.



1 – заготовки; 2 – шарнір; 3 – електромагніти; 4 – вимикач; 5 – шарнірна система; 6 – гайка; 7 – гвинт

Рисунок 5.26 – Універсальний електромагнітний притискач [4]

Метою розрахунків магнітних притисків є визначення геометричних параметрів електромагніту і обмотувальних даних котушки.

Приклад:

Магнітний затиск марки УЕМ для складально-зварювальних робіт:

Зовнішній діаметр	165 мм
Висота	170 мм
Вага	12 кг
Тягова сила	800 кг

Затиск працює від мережі постійного струму і розрахований на напругу 55 В і струм 1,5 А.

Комбіновані притискачі

Крім розглянутих простих притисків (клинових, гвинтових, ексцентрикових та ін.) В пристроях для складання і зварювання застосовується ряд комбінованих притискачів. Такі притиски складаються з декількох послідовно з'єднаних простих механізмів або їх елементів.

Залежно від складу ці притискачі мають і відповідну назву:

- а) важільно-гвинтові;
- б) важільно-ексцентрикові;
- в) важільно-рейкові;

- г) пневмо-важільні;
 д) пневмо-клинові і інші.

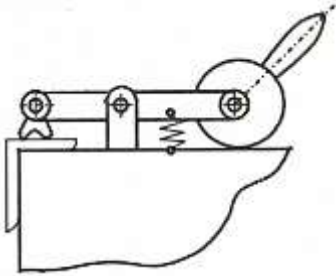


Рисунок 5.27 – Важільно-ексцентриковий притиск

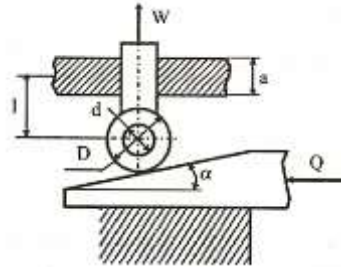
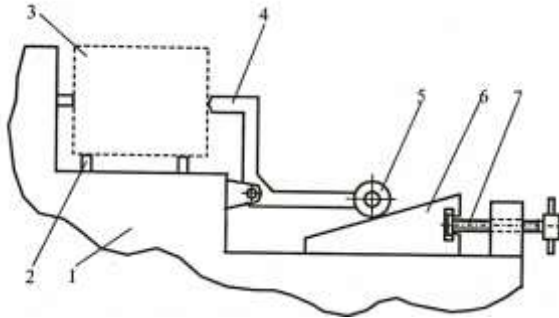


Рисунок 5.28 – Схема клино-плунжерного механізму з одним роликком



1 – корпус пристосування; 2 – опора; 3 – заготовка; 4 – важіль; 5 – ролик;
 6 – клин; 7 – гвинт

Рисунок 5.29 – Комбінований притискач [4]

Розрахунок таких устроїв виконується при безпосередньому розбитті їх на окремі механізми, методи розрахунку яких вже відомі.

Застосування притискачів

В допоміжному обладнанні і складально-зварювальних пристроях найчастіше застосовуються притиски з механічним, пневматичним, гідравлічним, магнітним або електромеханічним приводом.

В одному пристосуванні бажано застосовувати не більше двох типів притисків.

Ручні притискачі (працюють від мускульної сили робітника) рекомендується застосовувати в одиничному і дрібносерійного виробництва.

Механізовані притискачі (працюють від силового приводу,

керованого вручну), і автоматизовані притискачі (здійснюють затиск і розкріплення деталей і вузлів без участі робітника) рекомендується застосовувати в серійному і масовому виробництві.

Різні конструкції затискачів мають різний час спрацьовування і закріплення (відкріплення) деталей.

Таблиця 5.4 – Тривалість закріплення деталей

№ п/п	Вид затискного пристрою	Тривалість закріплення, с
1	Затиск плунжерного виду з пневматичним або гідравлічним приводом	0,5...1,2
2	Ручний ексцентриковий або байонетний зажим	0,7...2,0
3	Гвинтовий затиск з рукояткою або маховиком	1,5...4,2
4	Гвинтовий затиск, що обертається гайковим ключем	3...12
5	Лещата або кулачковий патрон із застосуванням ключа	6...18

6 ТИПОВІ КОНСТРУКЦІЇ ДОПОМІЖНИХ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНИХ СТЕНДІВ

6.1. Електромагнітні стени для складання та зварювання листових конструкцій

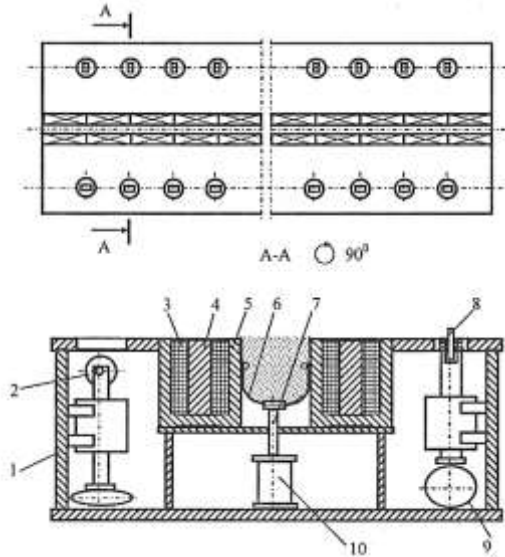
Електромагнітні стени використовуються для виготовлення резервуарів, зварних листових полотнищ у суднобудуванні, вагонобудуванні.

Суттєва перевага таких стендів - зібрані для зварювання в полотнища листи відкриті зверху і доступні для будь-якого зварювального апарату. При цьому лінії зварних швів не перетинаються з притисками.

Електромагнітний стенд (рис. 6.1) складається з рами 1, в середині якої розміщений жолоб 6 для флюсу і приводний пневмоциліндр 10 зі штоком 7 для підняття і опускання жолобу.

Уздовж жолобу розміщені електромагніти, які складаються з

катушок 3, сердечника 4 і корпусів 5. Електромагніти притягують і щільно притискають крайки листів до сердечника і сприймають реакцію від тиску флюсової подушки.



1 – рама; 2, 8 – ролики; 3 – катушка; 4 – сердечник; 5 – корпус; 6 – жолоб;
7 – шток; 9 – пневмошланг; 10 – пневмоциліндр

Рисунок 6.1 – Схема електромагнітного стелу [4]

Рама 1 також оснащена стояками з роликами для позовжнього 8 і поперечного 2 переміщення листів при складанні під зварювання. Стояки з роликами піднімаються в робоче положення за допомогою пневмошлангу 9.

На електромагнітному стелді виконуються наступні операції:

- збірка листів під зварювання;
- притиск флюсової подушки знизу до крайки зібраного стику;
- автоматичне зварювання всіх швів.

недоліки:

- велика витрата електроенергії;
- обмежений розмір листів під зварювання;
- залежність сили притиснення листів до стелду від їх товщини, величини зазору між листом і електромагнітом і від сили тиску флюсової подушки.

Чим більше зазор і менше товщина листа, тим менше сила

притиснення. При зварюванні тонких листів збільшення сили притиснення досягається за рахунок розміщення на них додаткових феромагнітних пластин.

ІЕЗ ім. Є.О. Патона розробив і впровадив у виробництво такі типорозміри електромагнітних стендів: Р-624, Р-625, Р-752.

На перших двох стендах можна зварювати полотнища з 6-8 листів товщиною 3-8 мм. За допомогою стенда Р-752 зварюють полотнища з 10 листів товщиною 3-20 мм.

6.2. Механічні стенди для складання і зварювання листових конструкцій

У порівнянні з електромагнітними механічні стенди мають переваги в тому, що вони більш надійні в експлуатації за рахунок незалежності прикладення притиснення від товщини заготовок і щільності їх прилягання до базових поверхонь від тиску флюсової подушки.

Зібрані під зварювання листи притискаються з двох сторін: зверху притисками, а знизу – опорною базою стенду.

У таких стендах листи притискаються клавішними важелями, які можуть приводитися в дію від пневматичних або гідравлічних циліндрів, діафрагмових камер і пневматичними шлангами.

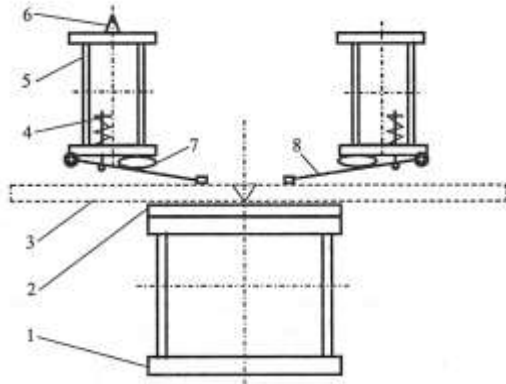
Одна з поширених схем механічного стенду для складання і зварювання листових конструкцій приведена на рис. 6.2.

У стендах для складання і зварювання листів в полотнища основними несучими конструкціями є опорна балка 1 і дві верхні опорні балки 5, до яких прикріплені клавішні притиски 8. В даній конструкції клавішні притиски приводяться в дію за допомогою пневмошланга 7.

У вихідне положення клавішні притиски 8 повертаються за допомогою зворотної пружини 4. Рівномірно розподілене навантаження кромки зварювальних листів до мідної (флюсомідної) підкладці 2, або до флюсової подушці забезпечується клавішними притисками. При цьому тиск, що створюється флюсовою подушкою сприймається верхніми клавішними притисками.

Для переміщення зварювального апарату уздовж зварюваного шва до верхньої опорної балки 5 прикріплена направляюча 6. Оскільки

верхня балка одночасно виконує функції опори для клавішних притисків і несучої конструкції для рейкового шляху зварювального автомата, то вона (верхня балка) повинна бути досить жорсткою, щоб пружна деформації не перевищувала допустимих значень точності положення електрода щодо лінії зварного шва.



1 – нижня опорна балка; 2 – підкладка; 3 – зварюване полотнище; 4 – зворотна пружина; 5 – верхня опорна балка; 6 – напрямна для зварювального апарату;
7 – пневмошланг; 8 – притиск клавішний

Рисунок 6.2 – Схема стенду для складання і зварювання полотниць [4]

6.3. Пристрої і стенди для складання та зварювання обичайок

При збиранні обичайок для вирівнювання і з'єднання крайок застосовуються важільно-гвинтові стяжки (рис. 6.3). Конструктивно вони складаються з двох шарнірно з'єднаних важелів з гвинтовими струбцинами і вертикальними і горизонтальними гвинтовими парами. Положення кромки обичайки регулюється в двох взаємно перпендикулярних площинах.

Поєднання поздовжніх крайок обичайок невеликого діаметра можна забезпечити застосуванням кільцевої стяжки (рис. 6.4).

Розпірки призначаються для:

- вирівнювання крайок обичайок при складанні;
- розтиск зварених циліндрів (усунення еліпсоїдними);
- виправлення вм'ятин і т.д.

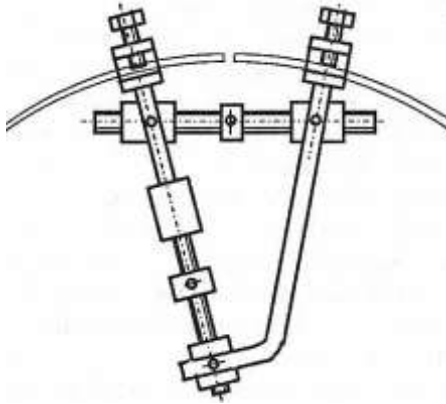


Рисунок 6.3 – Стяжка важільно-гвинтова [4]

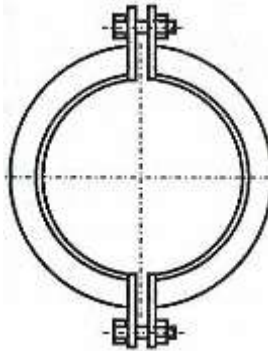


Рисунок 6.4 – Стяжка кільцева [4]

Розпірки можуть бути: стоечні, кільцеві, спеціальні.

Для вирівнювання крайок зварних обичайок може бути використана стоечна розпірка, яка складається з двох гвинтів (лівого і правого різьблення) і муфти з відповідними різьбами (рис. 6.5).

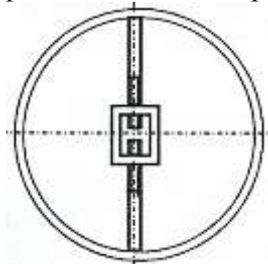


Рисунок 6.5 – Розпірка стоечна гвинтова [4]

Для усунення еліпсоїдності, вм'ятин та інших дефектів в зварених кільцевим швом обичайках доцільно застосовувати кільцеві розпірки з декількома гвинтами, розташованими радіально в жорсткому кільці (рис. 6.6).

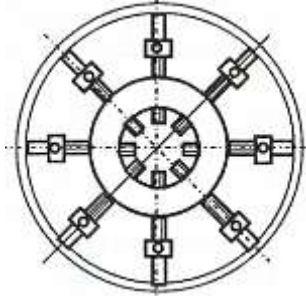


Рисунок 6.6 – Розпірка кільцева гвинтова [4]

Такі розпірки також можуть використовуватися для виправлення місцевих деформацій стінок обичайок при їх калібруванні.

Гвинти розпірок перевіряються на міцність і жорсткість.

У серійному виробництві переносні пристосування самостійно не застосовуються, але використовуються як доповнення до відповідної технологічної оснастки та допоміжного обладнання.

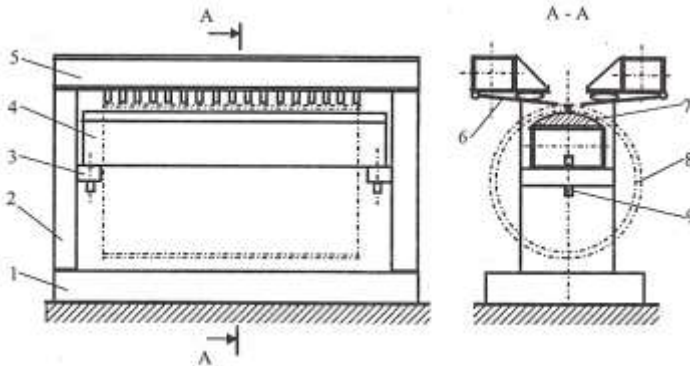
На рис. 6.7 показана схема стенду для складання і зварювання поздовжніх швів обичайок. На рамі 1 встановлені два стояка 2 з кронштейнами 3 і верхніми опорними балками 5, до яких прикріплені клавішні притиски 6. Нижня опорна балка 4 за допомогою шкворнів 9 прикріплена до кронштейнів 3.

**шкворінь – стержень шарніра поворотного з'єднання деталей машин. У більш вузькому сенсі – вісь повороту.*

Перед зварюванням один із шворнів виймають, що дає можливість повернути нижню опорну балку 4 для установки обичайки 8 поздовжніми крайками на металеву підкладку 7. Після цього балку з обичайкою повертають під верхні опорні балки 5 і закріплюють шкворнем 9.

Рівномірно розподілене навантаження від клавішних притисків 6 забезпечує притиск крайок обичайки, що зварюються до металевій підкладки. Силевим приводом клавішних притисків є пневмошланги, в яких створюється тиск від заводської системи стисненого повітря.

Несучими конструкціями в цьому стенді є нижня і верхня опорні балки.



1 – рама; 2 – стояк; 3 – кронштейн; 4 – нижня опорна балка; 5 – верхня опорна балка; 6 – клавішний притиск з пневмошланговим приводом; 7 – металева підкладка; 8 – обичайка; 9 – шворінь

Рисунок 6.7 – Схема стану для складання і зварювання поздовжніх швів обичайок [4]

При складанні кільцевих стиків тонкостінних обичайок виникає необхідність в усуненні викривлень крайок і забезпечення їх співвісності. Під час зварювання кільцевих швів повинно бути надійне притиснення підкладки до крайок.

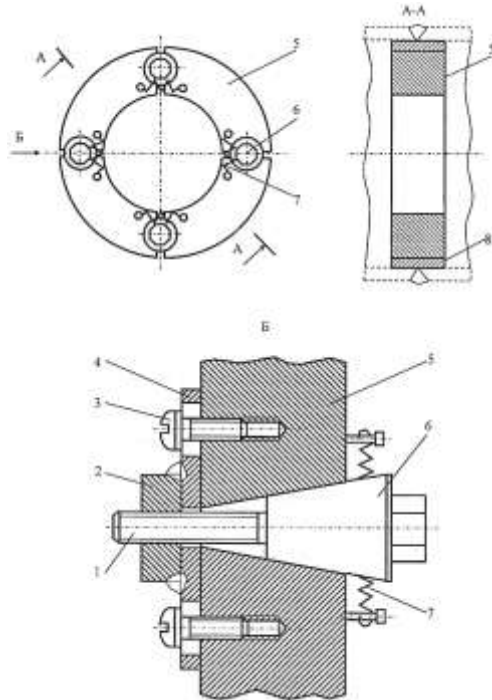
В складально-зварювальному оснащенні для збирання циліндричних обичайок і притиснення зварювальних підкладок часто застосовуються розтискні кільця (рис. 6.8).

Такі пристосування забезпечують необхідну точність зварних обичайок.

Розтискне кільце складається з чотирьох криволінійних секторів 5, з'єднаних між собою за допомогою планок 4. Планки, які мають овальні отвори, закріплені до секторів за допомогою гвинтів 3. Овальність отворів забезпечує взаємну рухливість секторів при розтиску і стисненні кільця.

Розтиск кільця здійснюється переміщенням конуса 6 в загальному для сусідніх секторів конусному отворі. Осьова сила, що забезпечує переміщення конуса, створюється гвинтом 1, зв'язаним з гайкою 2, яка приварена до сполучної планки 4. Для полегшення зворотного ходу секторів встановлені пружини 7.

Такі пристосування можуть забезпечувати зварювання кільцевих швів з попередніми навантаженням.



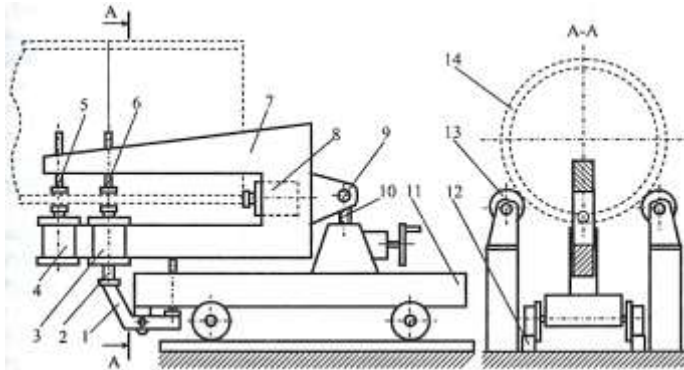
- 1 – гвинт силовий; 2 – гайка; 3 – кріпильний гвинт планки; 4 – планка сполучна;
5 – сектор кільця; 6 – конус розпірний; 7 – пружина натягу; 8 – підкладка змінна

Рисунок 6.8 – Схема розтискного кільця [4]

Оскільки криволінійні сектори кільця навантажуються значними радіально розподіленими силами, то вони повинні розраховуватися на міцність і стійкість.

Пристосування для збирання обичайок по кільцевим стиках (рис. 6.9) використовуються при складанні тонкостінних і товстостінних обичайок великого діаметру.

При складанні двох обичайок, які розташовуються на роликоопорах 13, необхідно вирівняти кромки, задати необхідний технологічний зазор і закріпити кромки прихопленнями. Збірка виконується за допомогою скоби 7, розташованої на візку 11, який пересувається по рейках 12. Скобу виставляють так, щоб упор 6 гідроциліндра 3 розмістився посередині стику. Гідроциліндром притискають одну обичайку до упору 5.



1 – опора регульована; 2 – шток; 3,4 – пневмоциліндри; 5,6 – опори регульовані; 7 – скоба; 8 – гідроциліндр; 9 – вісь; 10 – гвинт; 11 – візок; 12 – рейки; 13 – роликовий стэнд

Рисунок 6.9 – Пристосування для збирання обичайок по кільцевим стиках [4]

Після цього торцевий гідроциліндр 8 спонукає іншу обечайку до першої і встановлює необхідний зазор в стику, а гідроциліндр 3 вирівнює кромки обичайки для постановки прихоплень.

Поворот на деякий кут скріплених прихопленнями обичайок для постановки інших прихоплень вимагає відведення гідроциліндрів 3 і 4 і упорів 5 і 6. Упори відводяться шляхом невеликого повороту скоби 7 навколо осі 9 за рахунок переміщення штока 2 гідроциліндра 3.

Шток 2 рухається донизу при нерухомому циліндрі. Але, зустрівши ніжку 1, піднімає циліндр і повертає скобу. Подальша збірка стику здійснюється рухами гідроциліндра 3 і поворотами роликового стэнда. Гідроциліндри 4 і 5 використовуються при необхідності для усунення зазору в стику.

Після завершення складання стику скоба 7 відводиться, а на її місце встановлюються наступні обичайки, і операція складання повторюється в тій же послідовності.

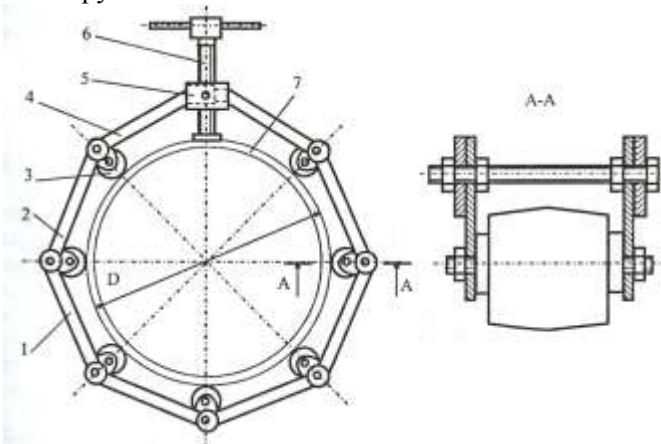
Для складання обичайок інших діаметрів скобу регулюють гвинтом 10.

Такі пристосування використовуються для складання посудин діаметром від 0,5 м до 5,0 м.

Забезпечення співвісності та суміщення торцевих крайок обичайок і труб при складанні під зварювання кільцевих швів застосовуються зовнішні і внутрішні центратори.

Зовнішній центратор (рис. 6.10) складається з декількох

зовнішніх 1 і внутрішніх ланок, які шарнірно з'єднані між собою і тим самим з накладними гачками 4 створюють замкнутий ланцюг. На внутрішніх ланках закріплені ролики 3, завдяки яким ланцюг спирається на труби 7.



1 – зовнішня ланка; 2 – внутрішня ланка; 3 – ролик; 4 – гачок; 5 – хрестовина;
6 – гвинт; 7 – труба

Рисунок 6.10 – Зовнішній центратор для труб [4]

При складанні розімкнутий ланцюг центратору підводиться під труби і замикається накладним гачком 4 з хрестовиною 5.

При цьому пластини ланок ланцюга розташовуються симетрично по обидва боки від площини стику. Радіально розподілене навантаження на кромки створюється роликами 3 завдяки натяжки ланцюга гвинтом 6. Внаслідок такого навантаження забезпечується поєднання кромки стиків обох труб, які скріплюються прихопленнями. Потім центратор знімають, а схоплені труби зварюють кільцевим швом.

Неможливість зварювання кільцевих швів без прихоплень є основним недоліком зовнішніх центраторів.

Залежно від діаметра труб використовуються наступні зовнішні центратори: ЦЗ-529, ЦЗ-720, ЦЗ-820 і ЦЗ-1020.

Однак існують конструкції зовнішніх центраторів, призначені для збірки труб декількох діаметрів. У таких центраторів зовнішні і внутрішні ланки є збірними і можуть міняти свою довжину відповідним регулюванням. Існують два типорозміри таких

центраторів для труб діаметром 478-820 мм і 920-1420 мм.

Внутрішні центратори дозволяють механізувати операцію збірки таким чином, що зібраний стик стає повністю доступним для зварювання кореневого шва без прихоплень від початку до кінця.

Разом з цим, розміщений в середині обичайки центратор дає можливість не тільки збирати, а й зварювати кільцевий шов завдяки його відкритості (доступності) зовні.

Внутрішній центратор реалізує радіально розподілене навантаження кромки труб або обичайок, які стикаються.

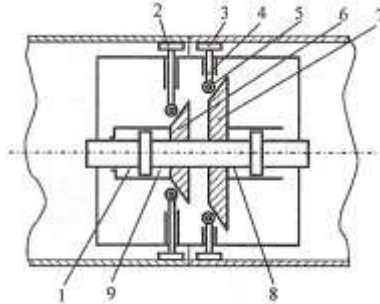


Рисунок 6.11 – Схема внутрішнього центра тору [4]

Центратор (рис. 6.11) має два ряди центруючих елементів 2 і 3, які можуть розтискатись незалежно, а стискаються одночасно. Послідовний розтиск центруючих елементів 2 і 3 досягається подачею мастила під тиском в порожнини 1 і 8. При цьому переміщення кожного з конусів 6 і 7 через ролики 5 і штовхачі 4 передаються башмакам, які в межах пружної деформації створюють радіальне розтягування крайок і забезпечують центрування труб.

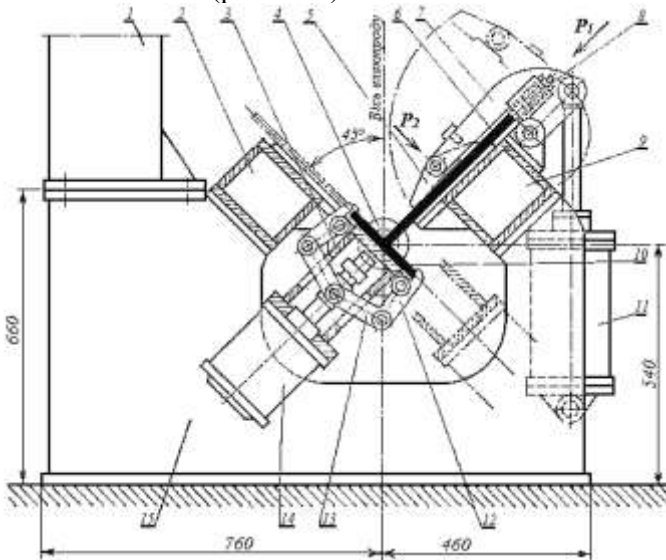
Для звільнення стику після складання і зварювання, мастило подається в порожнину 9, забезпечуючи одночасне відведення центруючих елементів. Центратор вводиться в трубу за допомогою шланга. Якщо центратор використовується в якості обертача, то шлангу закріплюють на підшипниках і надають їй обертальний рух.

6.4. Механічні стенди для виготовлення балкових конструкцій

Для поштучного механізованого складання і зварювання балок застосовуються найрізноманітніші конструкції стендів, типовим

представником яких є кондуктор-кантивач для складання і зварювання таврових балок (рис. 6.12).

Кінематичні схеми та конструкції важільних затискних пристроїв, які застосовуються в складально-зварювальних кондукторах і стендах, настільки численні та різноманітні, що неможливо дати універсальний метод їх розрахунку, котрий був би однаково придатний для усіх. З цієї точки зору найбільший інтерес представляє механізований кондуктор-кантивач, котрий оснащений важільними механізмами (рис. 6.13).



1 – колона з рейковим шляхом для зварювального автомата, 2, 9 – опорні балки кондуктора, 3 – кондуктор-кантивач, 4 – вісь повороту кантивача, 5 – шарнірний балансір, 6 – стінка балки, 7 – поворотний важіль подвійної дії, 8 – регульована пружина, 10 – поясний лист балки, 11 – хитний гідроциліндр, 12 – кліщі захвату, 13 – «ламкий» важіль, 14 – пневмоциліндр, 15 – станина

Рисунок 6.12 – Кондуктор-кантивач для складання і зварювання таврових балок [3]

Принцип дії кондуктора-кантивача – дивись [3, 4].

Розрахунок затискних пристроїв слід починати з визначення зусиль на затисках, які необхідно прикласти до балки для утримання її в прямолінійному стані, користуючись методикою, наведеною в [3, 4].

Поздовжній прогин таврової балки (рис. 6.14) утворюється від дії моменту

$$M = P_y \cdot e,$$

де P_y – усадочна сила, яка діє по осі зварного шва;

e – відстань між центрами ваги поперечного перерізу зварного шва та балки (ексцентриситет).

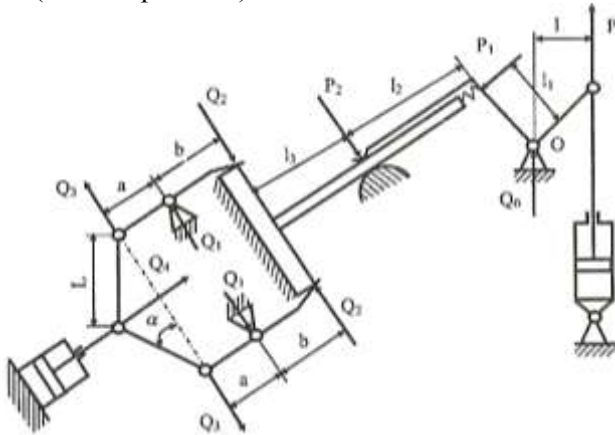


Рисунок 6.13 – Розрахункова схема важільного затискового пристрою кондуктора-кантувача [4]

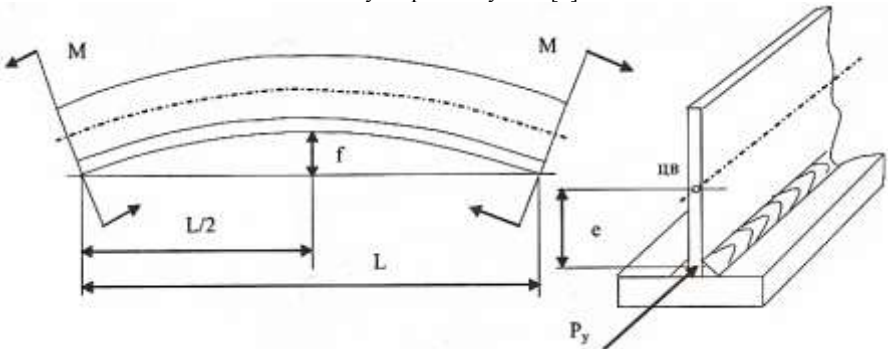


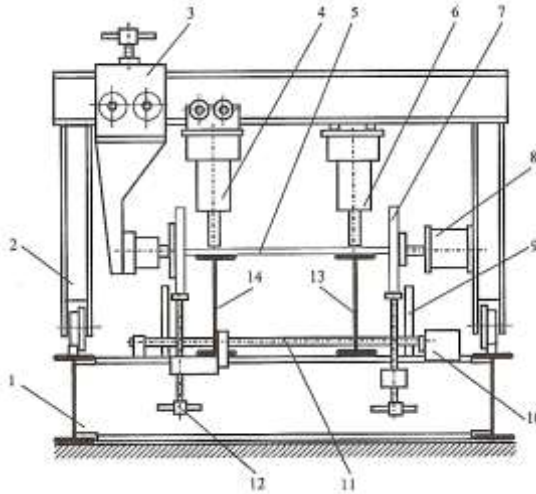
Рисунок 6.14 – Деформація таврової зварної балки [4]

Далі за розрахованими зусиллями вибираються необхідні пневмо- і гідроциліндри, розраховуються діаметри осей шарнірів [5].

У більшості випадків виготовлення зварних двотаврових балок різних типорозмірів здійснюється за допомогою стендів, обладнаних пересувними порталами [4].

Стенд (рис. 6.15) складається із рами 1, на якій змонтовані дві поздовжні балки, з яких одна 13 закріплена нерухомо, а друга 14 може переміщатися поперек рами гвинтами 11 від електропривода 10. При складанні двотавра його стінка 5 укладається в горизонтальне

положення на опорні балки 13 та 14, а полиці 7 – вертикально вздовж цих балок на опорні гвинти 12, які регулюються на відповідну висоту. Стойки 9 утримують полиці 7 у вертикальному положенні.



- 1 – рама; 2 – портал; 3 – рухомий горизонтальний пневмопритискач;
 4 – рухомий вертикальний пневмопритискач; 5 – стінка балки, що складається;
 6 – нерухомий вертикальний пневмопритискач; 7 – полиця балки, що складається;
 8 – нерухомий горизонтальний пневмопритискач; 9 – фіксатор для полиць;
 10 – електропривод; 11 – ходовий гвинт; 12 – гвинт регульовальний;
 13, 14 – поздовжні опорні балки

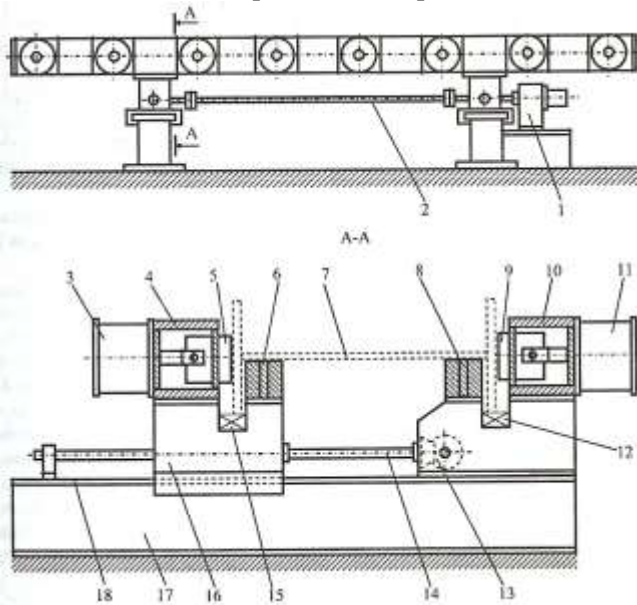
Рисунок 6.15 – Стенд для складання двотаврових балок на прихватках [4]

Самохідний портал 2 облаштовано двома вертикальними пневмоцилиндрами 4, 6 для притиску стінки 5 двотавра до опорних балок 13, 14. Вертикальний 6 та горизонтальний 8 пневмопритискачі закріплені на порталі нерухомо, а інші пневмопритискачі 3 та 4 прикріплені до кареток і можуть переміщатись по ригелю портала для установлення необхідного розміру двотавра, що складається. Портал пересувається рейками, що змонтовані на рамі. Пересуваючись вздовж виробу, портал зупиняється навпроти місць постановки прихваток. Насамперед вертикальними притискачами притискають стінку 5 до опорних балок 13, 14. Після цього вмикають горизонтальні притискачі і притискають полиці 7 до стінки 5. В місці притиску прихватують полиці до стінок електроприхватками. Для усунення можливості піднімання портала при увімкнених вертикальних пневмопритискачах у порталі передбачено спеціальні захвати. Після вивільнення двотавра

від притискачів портал пересувається на 500-700 мм вздовж балки для повторення наведеної вище операції. Послідовно пересуваючи портал та притискаючи листи, повністю складають двотаврову балку. Потім складену на прихватках балку знімають зі станда і транспортують на робоче місце для автоматичного зварювання поясних швів.

Подібні станди з пересувними порталами застосовуються також для складання коробчастих балок. Суттєвим недоліком таких стандів є те, що в них неможливо застосувати автоматичне зварювання притиснутих заготовок балки без постановки електроприхваток.

Перевагу складають станди, в яких не передбачено складання на прихватках, а зразу після затиснення заготовок складеної балки виконується автоматичне зварювання двох поясних швів. Стенд [4] для складання та зварювання балок без прихваток (рис. 6.16) компонується з двох опорних балок – рухомої 4 та нерухомої 10, на яких закріплені пневмоциліндри 3 та 11 з притискачами 5 та 9.



- 1 – електропривод; 2 – поздовжній вал; 3, 11 – пневмоциліндри; 4 – рухома опорна балка; 5, 9 – притискачі; 6, 8 – електромагніти; 7 – двотавр, що складається; 10 – нерухома опорна балка; 12, 15 – закладні сухарі; 13 – конічна передача; 14 – ходовий гвинт; 16 – супорт; 17 – фундаментна рама; 18 – напрямна

Рисунок 6.16 – Стенд для складання та зварювання двотаврових балок без прихваток

Стенд обладнаний електромагнітами 6 та 8, на які укладається стінка двотавра 7, що складається. Притискачі 5 та 9, що зв'язані з силовими пневмоциліндрами, пересуваються в напрямних, забезпечуючи вертикальність ліній притиску полиць до стінки. Пневмопритискачі, які розташовані вздовж балки, що складається, реалізують принцип еластичного притиску поясів до стінки. Це забезпечує щільне прилягання поясів до кромки стінки та відвертає утворення недопустимих зазорів в стику. Переміщення зварювального автомата відбувається по рейковому шляху, що установлюється на нерухомій опорній балці 10.

На таких стендах можна складати та зварювати балки заввишки від 600 до 2000 мм, з поясами завширшки від 160 до 600 мм та завтовшки до 50 мм.

7 КОНСТРУКЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК НЕСУЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ ДОПОМІЖНИХ СКЛАДАЛЬНО- ЗВАРЮВАЛЬНИХ СТЕНДІВ

У загальному випадку складально-зварювальні пристрої складаються з несучих елементів (корпус, каркас, рама, плита та ін.), фіксуючих (установчих) елементів, притискачів, поворотних пристроїв та допоміжних деталей і вузлів.

Несучі елементи являють собою опорні конструкції оснастки, які призначені для закріплення на них упорів та притискачів, а також для сприйняття ваги виробу та сил, які виникають в процесі складання і зварювання.

Опорні конструкції оснастки повинні мати достатню міцність, жорсткість, а також бути компактними, незначної ваги та технологічними. У зв'язку з широкою конструктивною різноманітністю їх дуже важко стандартизувати.

Для крупногабаритних пристроїв доцільно використовувати зварні опорні елементи із сортового профільного матеріалу та зі сталевих листів завтовшки 10-20 мм. Корпуси поворотних пристроїв повинні мати полиці або фланці з отворами для закріплення до планшайб обертачів, позиціонерів та кантувачів.

У стаціонарних пристроях передбачуються відкриті пази або отвори для закріплення до фундаменту або рами технологічного устаткування. Корпуси та опорні елементи стаціонарних поворотних, неповоротних та переносних пристроїв виготовляють у вигляді зварних балок, ферм і, як правило, зі сталі Ст.3. В деяких випадках, наприклад, в опорних конструкціях використовуються складальні плити з Т-подібними пазами.

Методика розрахунку складальних пристроїв на міцність та жорсткість базується на загальних принципах технічної механіки з урахуванням специфічних умов роботи пристроїв.

Каркаси для пристроїв – це багатократно статично невизначена система, тому виконати їх точний розрахунок не вдається і доводиться користуватись наближеними методами розрахунку.

Метою розрахунку на жорсткість є вибір таких перерізів і розмірів елементів каркаса, при котрих їх максимальні деформації від прикладених навантажень не перевищували б значень, які визначені технічними умовами на виріб. Вибір поперечних перерізів балок та колон з урахуванням необхідної жорсткості цих елементів цілком забезпечує їх міцність. Тому каркаси пристроїв, як правило, не розраховують на міцність, а тільки на жорсткість.

З методикою розрахунку на міцність та жорсткість опорних балок кондукторів ми детально ознайомимося при виконанні практичної роботи «Методика розрахунку механічних стендів з клавішними притискачами для листових конструкцій».

8 КОНСТРУКЦІЇ ТА РОЗРАХУНОК ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПОВОРОТУ ТА ОБЕРТАННЯ ЗВАРЮВАНИХ ВИРОБІВ

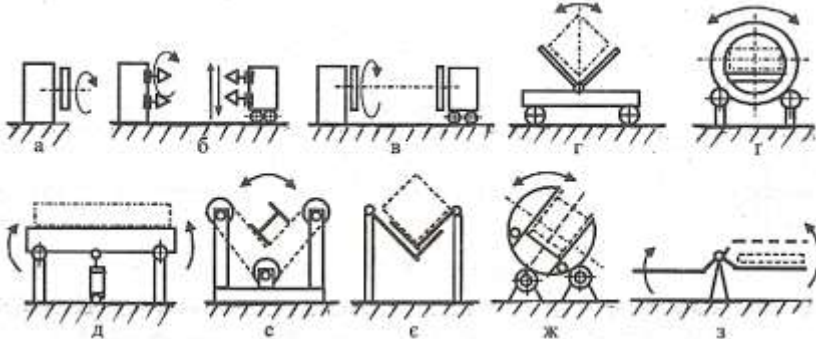
8.1. Призначення та типи зварювальних кантувачів, обертачів і маніпуляторів

Кантувачі – це стаціонарні пристрої, які дозволяють закріплювати зварювані вироби та повертати і установлювати їх в зручне для зварювання положення.

Розрізняють такі типи кантувачів (рис. 8.1).

Найбільше розповсюдження отримали двостоякові кантувачі

завдяки компактності, простоті конструкції, дешевизні та універсальності. Через те, що поворот виробу здійснюється навколо поздовжньої осі, яка проходить поблизу центра ваги, такі кантувачі потребують значно меншу потужність приводу.



а – одностоякові, б – двостоякові з рухомими центрами, в – двостоякові з нерухомими центрами, г – човникові, г' – кільцеві, д – домкратні, е – ланцюгові, е' – важільні, ж – шелепні, з – кантувачі для полотнищ

Рисунок 8.1 – Структурні схеми кантувачів [4]

Двостоякові кантувачі відрізняються від обертачів будовою приводу обертання – вони обладнані асинхронними електродвигунами.

У важільних, домкратних та в човникових кантувачах для силових приводів використовують гідравлічні циліндри та гідравлічні домкрати.

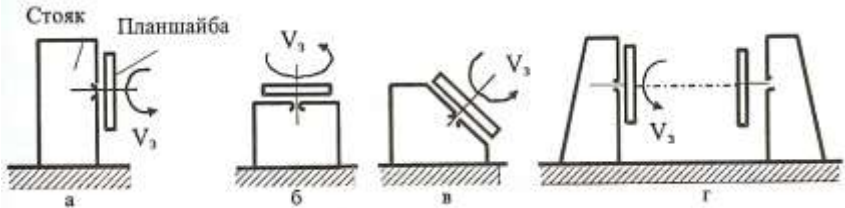
Обертачі – також стаціонарні пристрої, які призначені для обертання зварюваних виробів зі швидкістю зварювання навколо постійної осі при автоматичному та ручному зварюванні кругових і кільцевих швів, а також при наплавленні циліндричних виробів.

Як правило, обертачі складаються з одного приводного стояка, в корпусі якого розміщені привод обертання планшайби та електрообладнання. Обертачі не мають механізму нахилення планшайби, і вісь обертання займає постійне положення.

У залежності від розташування осі обертання та кількості стояків розділяють обертачі на одностоякові горизонтальні, вертикальні і нахилені, а також на двостоякові з горизонтальним шпинделем (рис. 8.2).

Механізм обертання планшайби, як правило, складається з

двигуна постійного струму, циліндричної та черв'ячної передач. Швидкість обертання планшайби плавно регулюється шляхом зміни кількості обертів електродвигуна постійного струму (рис. 8.3).



а – одностояковий горизонтальний, б – одностояковий вертикальний,
в – одностояковий нахилений, г – двостояковий горизонтальний
Рисунок 8.2 – Структурні схеми обертачів [4]

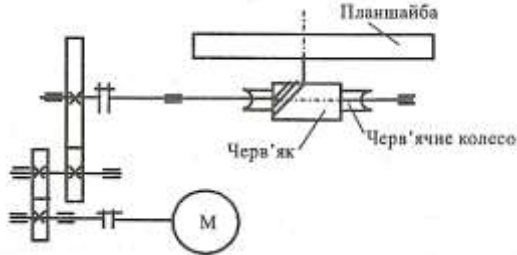
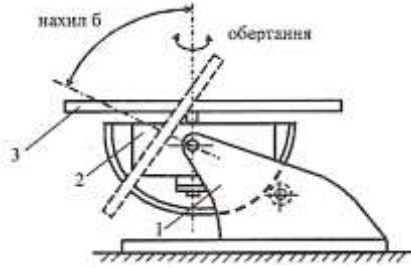


Рисунок 8.3 – Кінематична схема механізму обертання планшайби обертача [4]

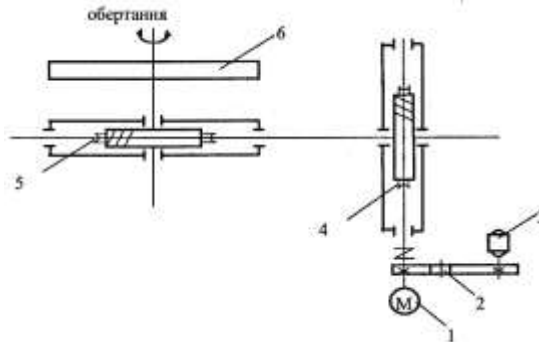
Зварювальні маніпулятори – це механічні пристрої, за допомогою яких здійснюються повороти, нахил і обертання виробів зі швидкістю зварювання при автоматичному і напівавтоматичному зварюванні кругових швів, а також при наплавленні циліндричних і конічних поверхонь. Маніпулятор виконує також функції кантувача для встановлення виробу в потрібне положення, зручне для зварювання швів: «в човник», або в горизонтальне положення.

Універсальні зварювальні маніпулятори побудовані за одним принципом і тому їх конструкції подібні між собою. Цей принцип заснований на тому, що маніпулятор, забезпечений кріпильною планшайбою або плитою, має дві взаємно перпендикулярні вісі, навколо яких планшайба із закріпленим на ній виробом може повертатися або нахилитися (рис. 8.4). Привод планшайби (рис. 8.5) забезпечує регулювання числа її обертів в необхідних для зварювання межах. У приводі нерідко передбачається також перемикання на маршову (установчу) швидкість обертання.

Позиціонери, на відміну від маніпуляторів, не розраховані на зварювальне обертання виробу і призначені тільки для встановлення і повороту (кантування) його в зручну для зварювання позицію з маршовою швидкістю. Тому схема живлення і привод позиціонера значно простіше, ніж у маніпулятора.



1 – корпус з механізмом нахилення планшайби, 2 – стіл (траверса), 3 – планшайба
Рисунок 8.4 – Схема універсального обертача (маніпулятора або позиціонера) [4]



1 – двигун простійного струму, 2 – паразитна шестерня, 3 – тахогенератор, 4, 5 – черв'ячні редуктори, 6 – планшайба

Рисунок 8.5 – Кінематична схема механізму обертання обертача [4]

У залежності від вантажопідйомності розрізняють такі маніпулятори та позиціонери:

- а) легкі – до 500 кг;
- б) середні – від 500 кг до 2000 кг;
- в) важкі – до 10000 кг і більше (до 200 т).

Об'єктами розрахунку в зварювальних маніпуляторах є:

- механізм обертання виробу відносно вісі шпинделя;
- механізм нахилу шпинделя;
- несучі конструкції його обертової і стаціонарної частин.

З конструкцією маніпулятора і методикою розрахунку

маніпулятора для зварювання швів різноманітно зорієнтованих у просторі ми познайомимося при виконання практичної роботи в лабораторії кафедри.

8.2 Ланцюгові кантувачі

Ланцюгові кантувачі зручні для переміщення довгих балкових конструкцій, профіль яких своїми зовнішніми габаритами близький до квадрата або кола. Вони дозволяють повертати зварювану балку навколо її поздовжньої осі на 360° .

Ланцюговий кантувач (рис. 8.6) складається з декількох опорних стояків 5, кожен з яких обладнаний трьома ланцюговими блоками 1, 4, 7. Через ці блоки перекинута замкнутий нескінчений ланцюг 2. Укладена на них балка 3 перекочується по ланцюгам і повертається навколо своєї горизонтальної осі.

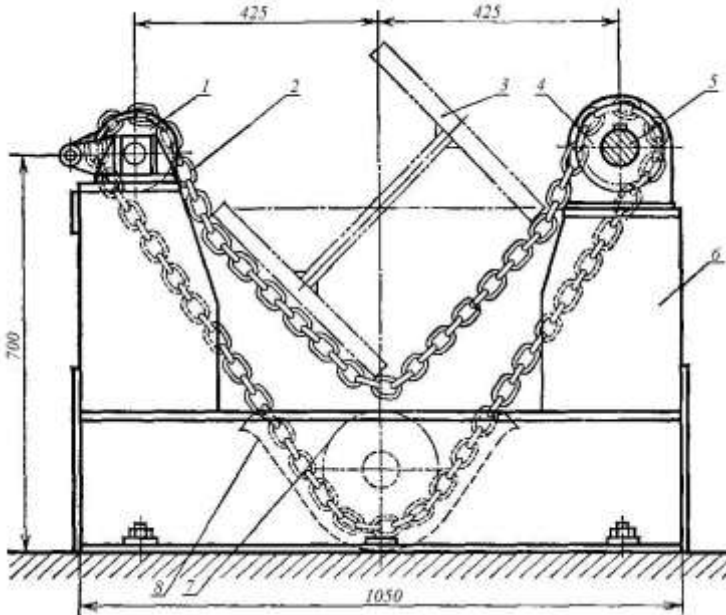


Рисунок 8.6 – Типовий стояк ланцюгового кантувача [3]

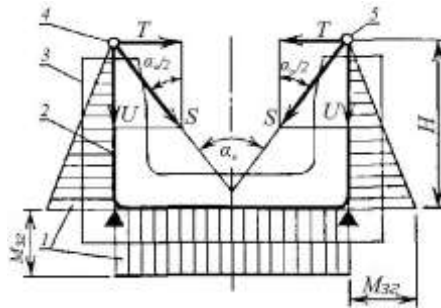
Укладання виробу в такий кантувач здійснюється за допомогою

мостового крана просто і швидко, оскільки не виникає потреби його закріплення в центрах або на планшайбах. Наявність проміжних опор сприяє запобіганню утворення значного прогину зварюваної балки.

Недоліками ланцюгового кантувача є похибка положення осі балки при кантуванні та відсутність плавності повороту, як у центрових кантувачах.

Розрахунок ланцюгового кантувача виконується за методикою, наведеною в [3, 4] і на підставі розрахункової схеми (рис. 8.7).

Сила натягу ланцюгів залежить не тільки від ваги балки та кількості опорних петель, але і від ступеню провисання петель, яка вимірюється кутом обхвату балки α_0 . Цей кут вважається одним з головних параметрів ланцюгового кантувача. Відповідно до наведеної методики розрахунку [3, 4] кут обхвату слід вибирати в межах $\alpha_0 = 60-100^\circ$.



1 – епюри згинальних моментів, 2 – розрахункова схема стояку, 3 – контур металоконструкції стояку, 4 – вісь блоку, 5 – приводний вал ведучих зірочок
Рисунок 8.7 – Схема навантаження опорного стояку ланцюгового кантувача [3]

Ланку зварного ланцюга (рис. 8.8) треба розрахувати на міцність, виходячи з величини натягу ланцюга та з урахуванням коефіцієнта динамічності, який оцінює ефект ударів та поштовхів при укладанні і поворотах балки, а також з урахуванням необхідного запасу міцності [3, 4].

Далі визначається необхідна потужність приводу ланцюгового кантувача. Виходячи зі знайденої потужності і передатних чисел механізму приводу, розраховуються всі силові елементи приводного механізму – зубчасті передачі, вали, підшипники [5].

Розрахунок поздовжнього вала кантувача і його опор, а також вісів напрямних блоків і опорних стояків здійснюється за зусиллям і моментам, діючим на ланцюгові зірочки і блоки кантувача, що

передається на поздовжній вал і осі блоків.

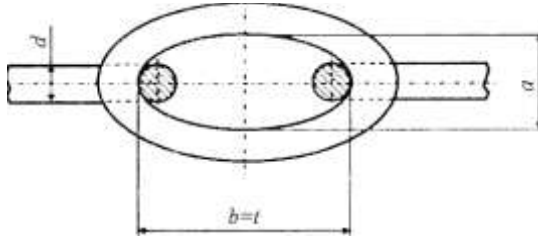


Рисунок 8.8 – Конструкція ланки зварного ланцюга [4]

8.3 Роликові стенди (обертачі)

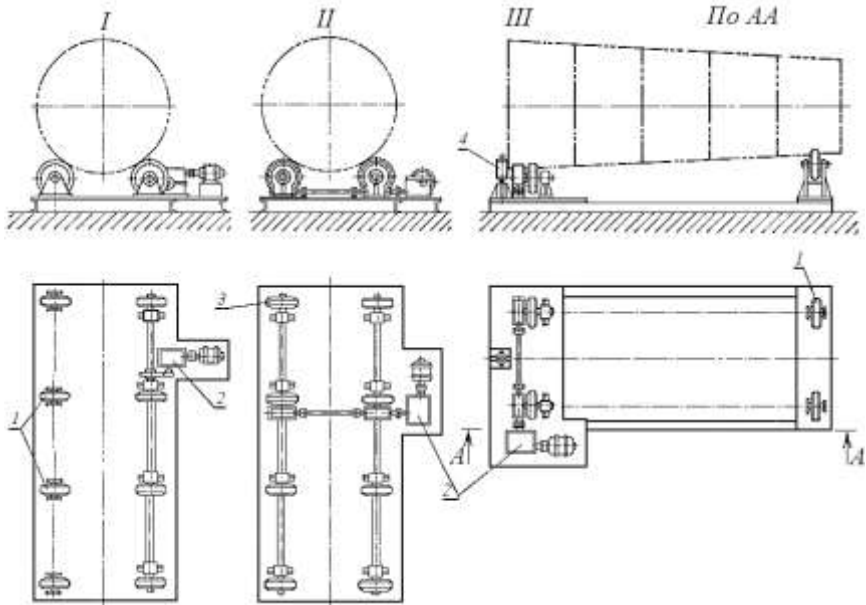
Роликові стенди (рис. 8.9) призначені для обертання циліндричних і конічних виробів зі швидкістю зварювання при автоматичному зварюванні кільцевих швів, а також для обертання виробів з маршовою швидкістю та встановлення їх у зручне положення для зварювання, складання, обробки і контролю. За допомогою роликових стендів забезпечується також зварювання поздовжніх швів обичайок з використанням зварювальних тракторів чи самохідних візків з підвісними зварювальними головками.

У залежності від вантажопідйомності роликові стенди поділяються на легкі (до 5 тс), середні (до 10 тс) та важкі (до 50 тс).

Розрізняють приводні та холості роликкоопори. Для збільшення сили зчеплення та забезпечення плавності обертання зварюваного виробу усі ролики облаштовані гумовими вантажними шинами. Кількість роликкоопор та відстань між ними вибирають у залежності від розмірів та маси зварюваного виробу.

Метою розрахунку роликових стендів є визначення зусиль на роликкоопорах при різних значеннях діаметра виробу та кута розпору, поперечної відстані між роликкооперами, діаметрів осей і приводних валів та потужності приводу роликового стенду.

Для розрахунку роликових стендів можуть застосовуватися кілька розрахункових схем в залежності від кількості рядів приводних і холостих роликів, місця їх розташування [3, 4]. На рис. 8.10, як приклад, показана розрахункова схема роликового стенда з одним рядом приводних роликкоопор (лівим, відповідно рис. 8.10).



1 – холості ролюкоопори, 2 – електропривод, 3 – приводні ролюкоопори,
4 – упорний торцевий ролик

I – схема стенда з одним рядом приводних роликів, *II* – схема стенда з двома рядами
приводних роликів, *III* – схема стенда з двома приводними роликами

Рисунок 8.9 – Типові схеми ролюкових стендів [3]

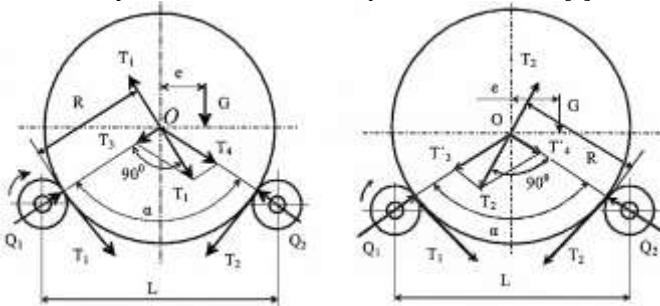


Рисунок 8.10 – Розрахункова схема ролюкового стенда [4]

8.4 Кільцеві кантувачі

Кільцеві кантувачі призначені для складання та зварювання громіздких конструкцій типу станин, просторових рам, дизельних блоків, овальних цистерн та ін. Такі кантувачі одночасно використовуються як складальні кондуктори. У разі, якщо центр ваги виробу значно зміщений від осі обертання (високий дисбаланс оберткових мас кантувача і виробу – ексцентриситет e), то є небезпека пробуксовки і ковзання опорних кілець щодо роликкоопор. В такому випадку використовується кантувач з усіма приводними роликкооперами (рис. 8.11).

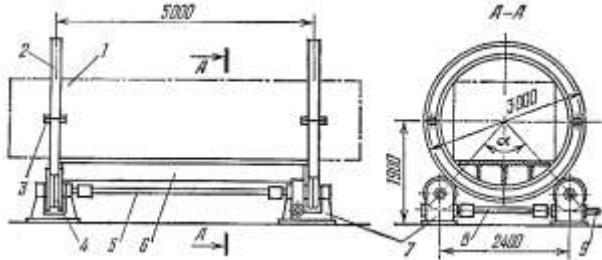


Рисунок 8.11 – Кільцевий фрикційний кантувач загального призначення з усіма приводними роликкооперами [3]

При порівняно невеликих ексцентриситетах можна забезпечити надійне зчеплення опорних роликів з кільцями за рахунок застосування найпростішого приводу з одним рядом ведучих роликів і другим рядом холостих роликкоопор.

Розрахунок фрикційних кільцевих [3, 4] кантувачів (рис. 8.12) аналогічний розрахунку роликкоопор для роликкових стэндів, однак є і відмінності.

Перш за все, необхідно враховувати, що звичайний роликковий стэнд, на відміну від кільцевого кантувача, розраховується на обертання виробів різного діаметру і, по можливості, в широкому діапазоні. У кільцевому кантувачі цей діаметр є величиною постійною, рівною конструктивному діаметру кільця. Отже, в кільцевому кантувачі і центральний кут розпору α є величиною постійною.

При розрахунку кільцевого кантувача для конкретного кута α визначаються опорні реакції Q_1 і Q_2 та окружне зусилля T .

Приводний вал ведучих роликкоопор розраховується на сукупну

дію згинального моменту, під навантаженням та крутним моментом.

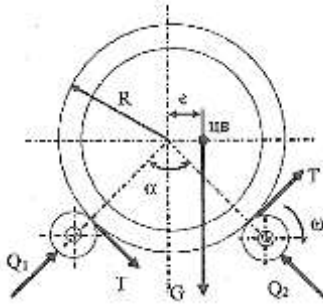


Рисунок 8.12 – Розрахункова схема кільцевого фрикційного кантувача [4]

За розрахованою величиною крутного моменту та частоті обертання кантувача визначається необхідна потужність електропривода. Але попередньо необхідно перевірити запас зчеплення роликпопоз з кільцями, який гарантував би неможливість їх пробуксовки.

8.5 Важільно-домкратні кантувачі

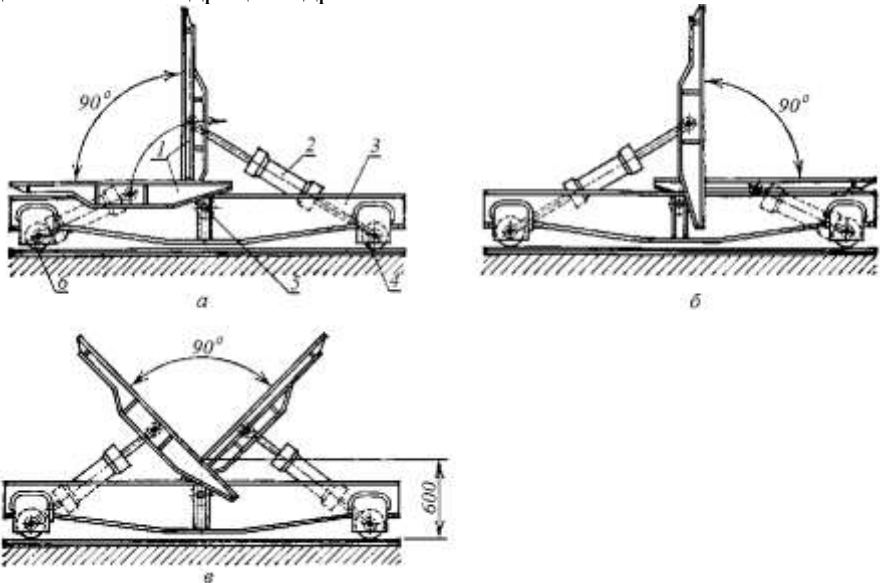
Важільно-домкратні кантувачі мають силовий привод у вигляді важільної системи повороту з підйомними домкратами – гідравлічними або пневматичними. Вони призначені для повороту громіздких об'ємних конструкцій в зручне для зварювання положення. До таких конструкцій належать рамні та корпусні вироби, зварні шви котрих розташовані у двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Кантувач, призначений для повороту громіздких об'ємних або балкових конструкцій, представлений на рисунку 8.13.

Він забезпечений гідравлічними циліндрами-домкратами 2, під дією яких крила платформи 1, на яку вкладається виріб, можуть повертатися, як важелі, на кут 90° навколо однієї горизонтальній вісі 5. Такі кантувачі встановлюють іноді на транспортних візках, що дозволяє здійснювати не тільки кантувальні, але і транспортні операції, пересуваючи виріб з одного робочого місця на інше по човниковій системі. Ці пересувні кантувачі називають іноді човниковими.

На рисунку 8.14 зображена схема важільно-домкратного

кантувача, призначеного для повороту плоских рам (наприклад, тепловозних) при їх складанні і зварюванні. Під дією гідроциліндрів 4 платформа 1 разом із закріпленим на ній виробом обертається (вправо або вліво) на кут до 90° навколо висувного центру 3 – правого або лівого, в залежності від того, який з них в даний момент включений і в який бік треба повернути виріб. Кожен центр виконаний у вигляді двох висувних піввісей, розташованих співвісно на станині 2 по її кінцях. Непіввісі висуваються, тобто включаються або вимикаються допоміжними гідроциліндрами.



a, б, в – позиції кантувача

1 – підйомно-поворотні крила платформи; *2* – гідроциліндри; *3* – рама несучого візка;

4 – привідна колісна пара візка; *5* – вісь повороту крил платформи;

6 – холоста колісна пара візка

Рисунок 8.13 – Важільний човниковий кантувач [3]

Описані вище кантувачі повертають вироби тільки в одній площині. Однак багато рамних і корпусних виробів, шви яких розташовані на двох взаємно перпендикулярних напрямках, вимагають повороту виробу також у двох взаємно перпендикулярних площинах для можливості встановлення всіх поздовжніх і поперечних швів у зручне для зварювання положення, наприклад, для установки кутових швів «у човник». Для зварювання таких виробів зручні універсальні

важільні кантувачі з підйомно-поворотною платформою і одним центральним гідродомкратом (рис. 8.15).

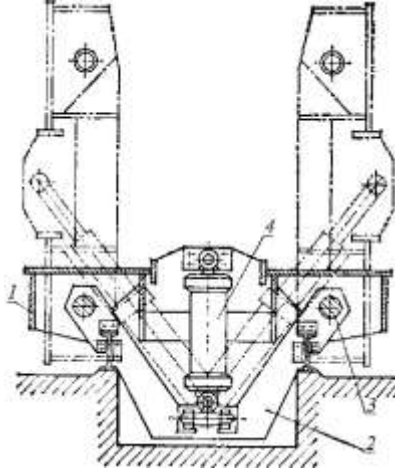
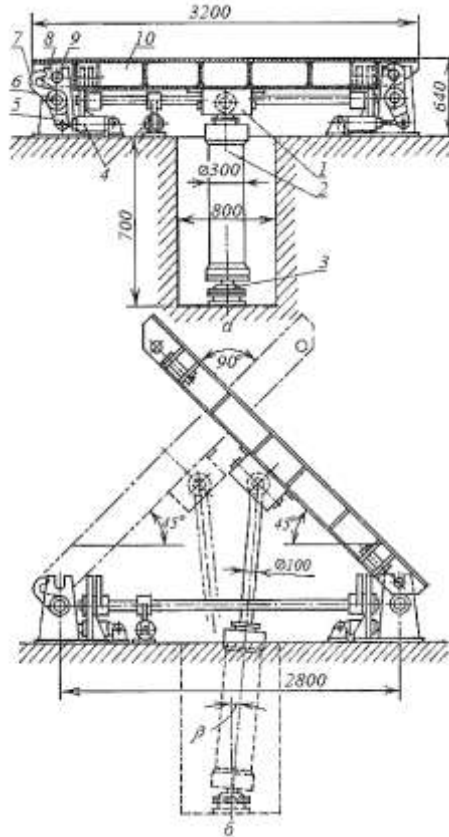


Рисунок 8.14 – Важільно-домкратний кантувач для повороту плоских рам на кут $\pm 90^\circ$ [3]

Відмінні риси таких кантувачів – можливість кантування виробу в обох вертикальних площинах навколо однієї з чотирьох осей 9, що дозволяє нахилити виріб в обидві сторони (вправо і вліво) в кожній з двох площин, і наявність тільки одного силового гідроциліндра, за допомогою якого здійснюється кантування виробу в будь-яку з чотирьох сторін.

Зображений на рисунку 8.15 кантувач забезпечений кріпильною платформою розміром 3200 мм \times 3200 мм, вантажопідйомністю до 50 тс. Квадратна платформа 10 на кожній зі своїх чотирьох сторін має два співвісне розташованих опорних пальців 9, навколо яких платформа може повертатися під дією центрального гідроциліндра 2. У горизонтальному положенні платформи всі її пальці знаходяться в опорних гніздах-вилках 8, закріплених на фундаменті кантувача. Опорні гнізда забезпечені замковим пристроєм у вигляді комбінованих захватних крюків 7. Кожні два гаки (для пари гнізд і пальців) з'єднанні між собою жорстким валом 6, при повороті якого гаки або закидаються на пальці, замикаючи гнізда зверху, або відкидаються, звільняючи пальці для підйому платформи. Вал з гаками повертається допоміжним пневмоциліндром 4, який діє на важіль 5, закріплений на цьому валу.



a – горизонтальне положення (в розрізі), *б* – нахилене положення

Рисунок 8.15 – Універсальний кантувач з центральним підйомним домкратом [3]

Для повороту платформи навколо будь-якої осі попередньо необхідно закинути гаки на пальці цієї осі, включивши відповідний пневмоциліндр 4. Всі інші гаки повинні бути відкинута для звільнення пальців інших трьох осей. Лише після цього включається центральний гідроциліндр 2 для повороту платформи навколо заданої (включеної) вісі.

У схемі управління кантувачем передбачене автоблокування, завдяки якому при включенні захоплень будь-якої однієї осі автоматично відкидаються гаки (захоплення) інших трьох осей, після чого стає можливим включення головного циліндра 2 на підйом і поворот платформи навколо заданої осі. Головний, центральний

гідроциліндр з'єднаний з платформою двовісьовим шарніром 1 і спирається на фундамент через сферичний (кульовий) шарнір 3. Така система сполучення циліндра з платформою і фундаментом дозволяє циліндру вільно нахилитися в будь-яку сторону, повертаючись навколо центру опорного кульового шарніра 3 (див. рис. 8.15).

Розрахунок сил, які діють в кантувачі, можна виконати за допомогою масштабної розрахункової схеми (рис. 8.16), на котрій графічно знаходять величину плечей усіх прикладених до них сил та по рівнянням моментів визначають значення цих сил.

Сили на штоку гідроциліндра по опорних піввісях платформи необхідно визначати при двох крайніх положеннях платформи – горизонтальному та нахиленому під кутом $\alpha = 45^\circ$, а також при двох симетричних відносно осі кантувача положеннях центра ваги.

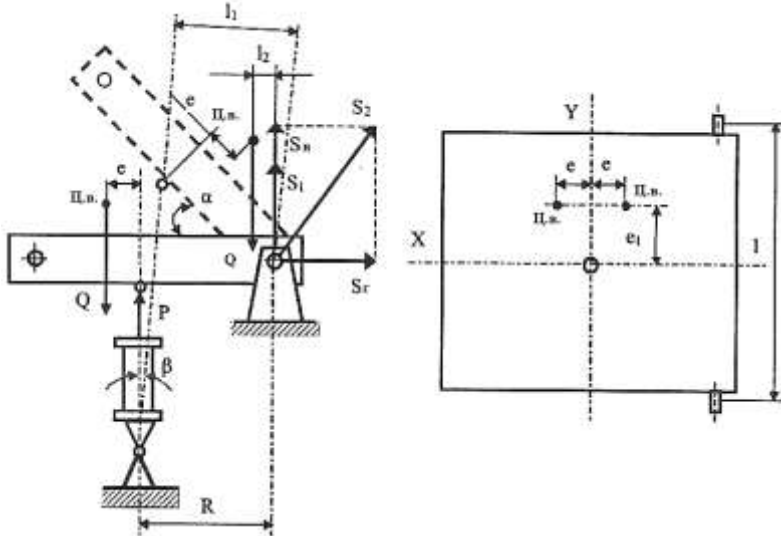


Рисунок 8.16 – Розрахункова схема універсального важільно-домкратного кантувача [4]

Розрахунок опорної піввісі виконують на згинання та зрізання, діаметр піввісі визначають, виходячи з максимального згинального моменту. Гніздо розраховується на питомий тиск.

Розрахунок важільного кантувача виконується за методикою, наведеною в [3, 4] і на підставі розрахункової схеми (рис. 8.16).

Розрахунок діаметра гідроциліндра виконують з урахуванням максимальної сили на штоку [3, 4].

8.6 Важільно-книжкові кантувачі

Особливий різновид важільних кантувачів складають так звані книжкові кантувачі, важелі яких в процесі кантування складаються і розкриваються, наче книги. Зображений на рисунку 8.17 книжковий кантувач призначений для кантування листових полотнищ або площинних секцій на 180° . Така операція необхідна для виконання зварювання листів з обох сторін. Важільний кантувач дозволяє зварювати полотнища безпосередньо в кантувачі, що скорочує цикл виробництва, а також зменшує трудомісткість допоміжних операцій і виробничу площу, яку займає автоматична зварювальна установка у порівнянні з центровими касетними кантувачами на цапфах, які для цього застосовують.

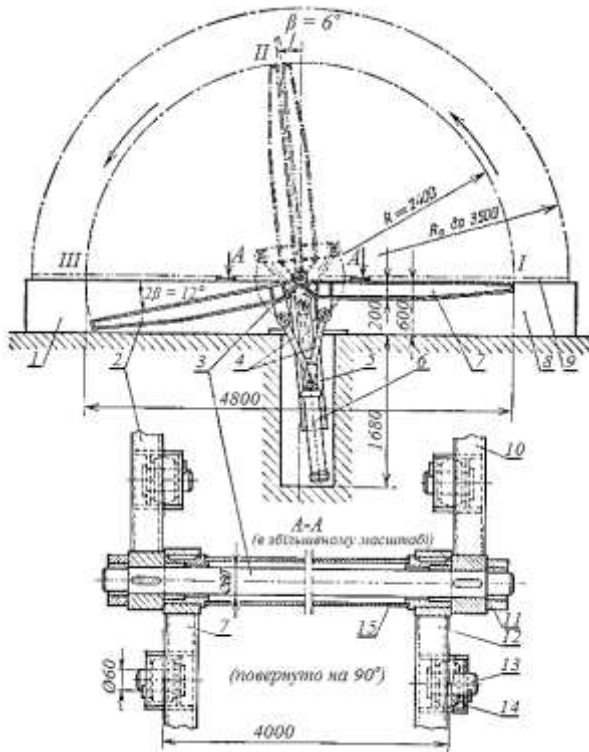
Основна конструктивна ідея важільно-книжкового кантувача (рис. 8.17) полягає в нахилі осі приводного гідроциліндру – домкрата 6 щодо вертикалі і в синхронному повороті важелів 2, 7, 10, 12 при їх складанні та розкритті. Завдяки нахилу осі гідроциліндра при повороті важелів на 90° відбувається кантування виробу на кут до 192° (практично на 180°).

Процес кантування відбувається наступним чином. При повороті правих важелів 7 і 12 з положення I в положення II виріб піднімається і повертається навколо осі 3 на кут 96° проти годинникової стрілки. Одночасно і синхронно із поворотом правих важелів повертаються за годинниковою стрілкою ліві ненавантажені важелі 2 і 10, рухаючись назустріч правим, поки не зімкнуться з ними в похилому положенні II. Цей зустрічний поворот важелів відбувається під дією гідроциліндрів 6 при русі їх штоків вгору.

Потім гідроциліндри переключаються на зворотний хід, важелі повертаються в зворотному напрямку і розкриваються. При цьому завдяки нахилу виробу вліво (в положенні II) затиснуте важелями полотнище перекидається на ліві важелі і разом з ними повертається і плавно опускається на лівий стелаж 1, де проводиться зварювання полотнища із зворотного боку.

Синхронність повороту несучих важелів кантувача (правого і лівого) забезпечується важільно-шатунним синхронізуючим механізмом, що складається з двох шатунів 4, пов'язаних внизу загальним шарніром з головкою штока циліндру і повзуном. Повзун

під дією гідроциліндра рухається по напрямних 5, розташованих строго совісно з циліндром і пов'язаних з опорною станиною кантувача.



1 і 8 – лівий і правий стелажі, 2 і 10 – ліві поворотні важелі, 3 – з'єднувальний вал, 4 – шатуни, 5 – напрямні для повзуна, 6 – гідроциліндр, 7 і 12 – праві поворотні важелі, 9 – полотнище, яке зварюється, 11 – опорні підшипники, 13 – верхня вісь шатуна, 14 – головка шатуна, 15 – з'єднувальний трубчастий вал

Рисунок 8.17 – Важільно-книжковий кантувач для листових виробів [3]

Для того щоб забезпечити одночасний і синхронний поворот обох пар важелів, розташованих на відстані 4 м між собою, кожна пара важелів має з'єднувальний вал, який жорстко їх зв'язує. Ліві важелі 2 і 10, з'єднані валом 3, праві – 7 і 12 – з'єднані трубчастим валом 15. Необхідність в такому жорсткому синхронізуючому зв'язку (валами) обумовлена неможливістю забезпечити синхронну роботу обох циліндрів без спеціального досить складного гідравлічного пристрою.

Описані вище кантувачі в більшості своїй є універсальними, типовими. На відміну від них є великий клас вузько спеціалізованих кантувачів, різноманітність яких не дозволяє дати їх вичерпний опис. Зазвичай вони застосовуються в серійному і масовому виробництві. Такі кантувачі типажем не охоплені, і тому проєктуються і виготовляються в індивідуальному порядку.

В якості прикладу спеціалізованого кантувача розглянемо важільно-книжковий кантувач з пневмоприводом для повороту двотаврових балок рами вагону (рис. 8.18). Балка лежить плазом в горизонтальному положенні I. Після зварювання швів з одного боку балку треба повернути на 180° в положення III для зварювання швів із зворотного боку. Поворот здійснюється важелем 2, що приводиться в рух поршнем пневмоциліндра 1.

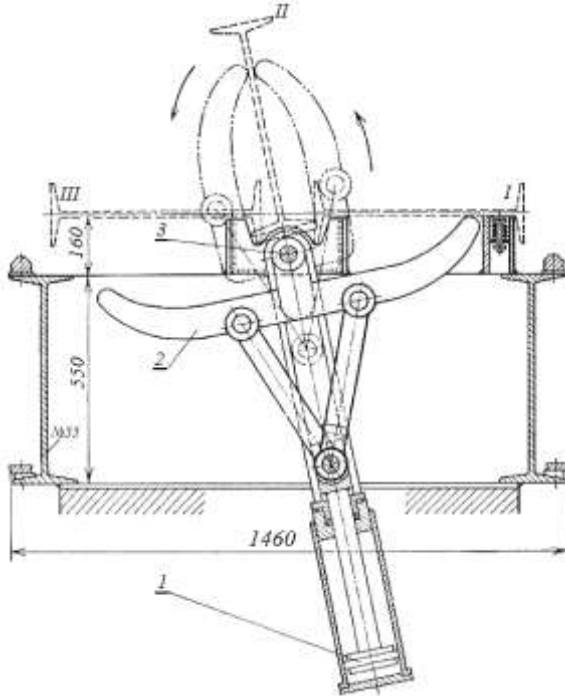


Рисунок 8.18 – Важільно-книжковий кантувач для балок [1]

При ході поршня вгору важелі піднімаються і, повертаючись навколо нерухомого шарніра 3, захоплюють між собою балку і піднімають її в положення II. Після цього стиснене повітря

випускається з циліндра і балка під дією власної ваги плавно опускається в положення III. При опусканні вона підтримується лівим важелем 2. Плавність опускання регулюється випускним повітряним краном, при цьому нижня порожнина циліндру служить повітряним демпфером.

Цей кантувач входить в комплект спеціалізованої автоматичної зварювальної установки для вагонобудівного заводу.

9 КОНСТРУКЦІЯ ТА РОЗРАХУНКИ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Пристрої для установлення та переміщення зварювальних апаратів забезпечують виконання таких функцій [1-4]:

- установлення зварювальних апаратів на початку шва;
- переміщення зварювальних апаратів в процесі зварювання;
- відведення апаратів у вихідне положення після зварювання для зняття звареного виробу та установлення нового;
- піднімання та опускання зварювальних апаратів при налагоджуванні та при зварюванні різних по висоті виробів;
- переміщення несамохідних зварювальних апаратів з робочою швидкістю зварювання;
- переміщення зварювальних апаратів від одного до іншого шва при зварюванні декількох швів на одному виробі.

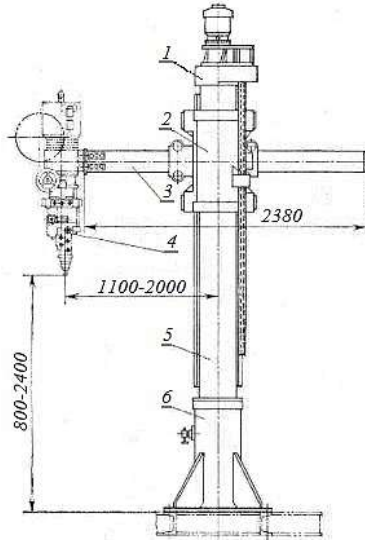
Пристрої для установлення та переміщення зварювальних апаратів включають:

- а) підйомно-поворотні колони;
- б) візки для зварювальних апаратів;
- в) напрямні для зварювальних апаратів, котучі балки;
- г) спеціальні пристрої, які призначені для обслуговування окремих операцій.

9.1 Підйомно-поворотні колони

Типові поворотні колони (ПК) випускаються чотирьох основних моделей: ПК-1, ПК-2, ПК-3 і ПК-4. Підйомно-поворотні колони застосовуються для закріплення самохідних або підвісних зварювальних апаратів при зварюванні кільцевих, кругових та прямолінійних швів завдовжки до 2800 мм.

При зварюванні кільцевих швів обичайок діаметром 600-2000 мм застосовуються колони з несамохідними зварювальними апаратами, закріпленими на висувній консолі. При цьому зварюваний виріб обертається зі швидкістю зварювання за допомогою маніпулятора, обертача або роликowego стенда. До таких колон належить колона типу ПК-1 (рис. 9.1).



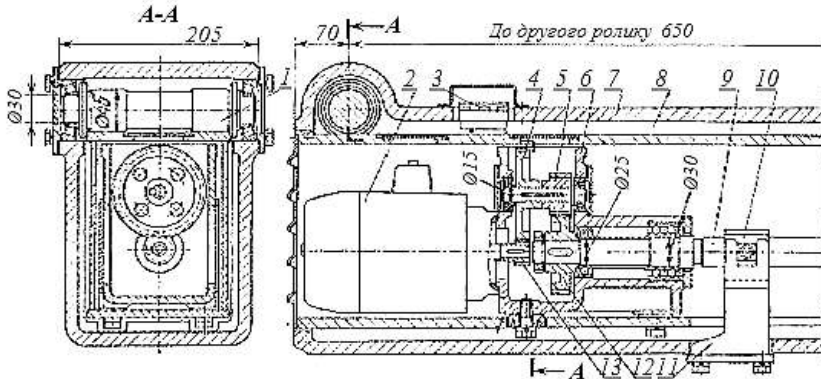
- 1 – привод підйому, 2 – каретка, 3 – консольна штанга, 4 – зварювальний апарат,
5 – поворотна частина колони, 6 – нерухома підставка

Рисунок 9.1 – Поворотна колона ПК-1 [2]

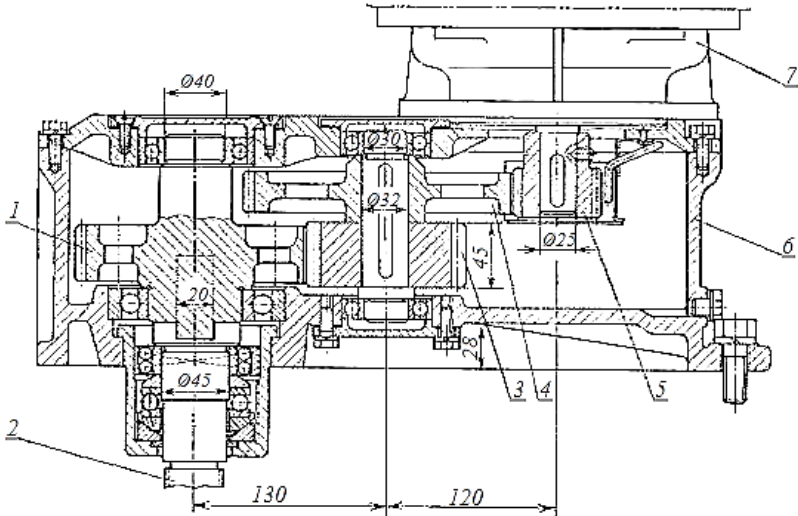
Підйом, опускання і висування штанги, виконується за допомогою відповідних електроприводів (рис. 9.2, 9.3).

Швидкість підйому 2 м/хв., швидкість висування – 1 м/хв. Обидва механізми (підйомний і висувний) ґрунтуються на застосуванні ходових гвинтів, що приводяться в обертання

електродвигуном через дві пари циліндричних зубчастих передач (рис. 9.2, 9.3).



1 – спрямувальний ролик, 2 – електродвигун, 3 – кінцевий вимикач,
4, 5, 12, 13 – шестерні, 6 – корпус редуктора, 7 – корпус каретки, 8 – штанга,
9 – ходовий гвинт, 10 – гайка, 11 – повідець гайки
Рисунок 9.2 – Механізм горизонтального переміщення штанги в колоні ПК-1 [2]

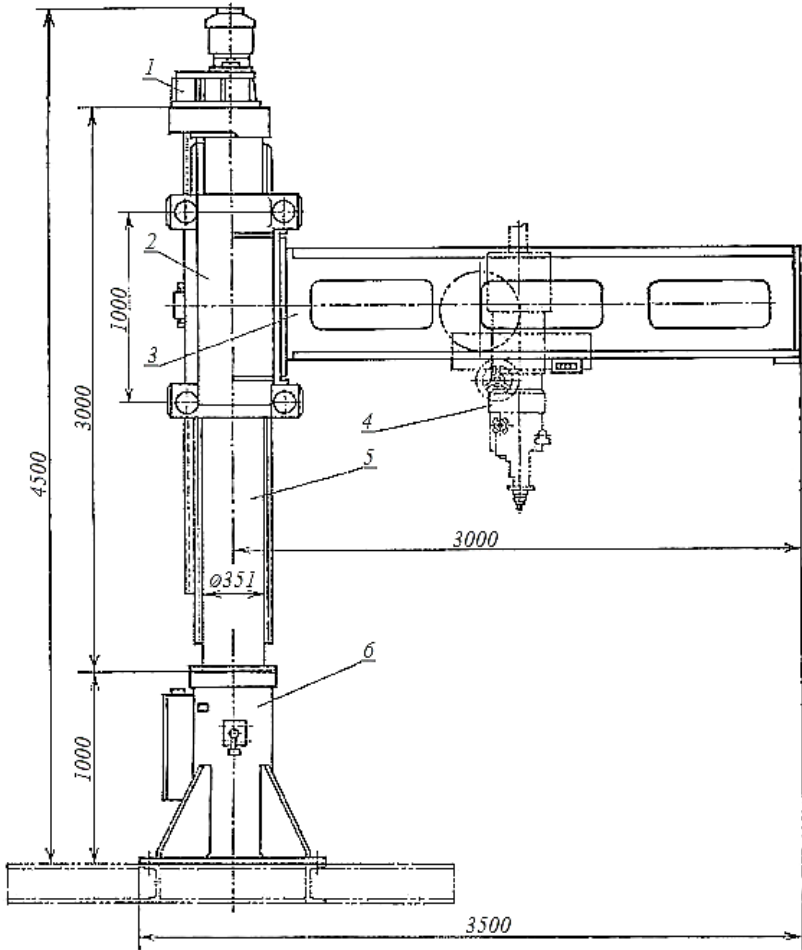


1, 4 – зубчасте колесо, 2 – ходовий гвинт, 3, 5 – шестерня, 6 – корпус редуктора,
7 – електродвигун

Рисунок 9.3 – Механізм підйому в колонах ПК-1 і ПК-2 [2]

Поворотна колона ПК-2 (рис. 9.4) відрізняється від колони ПК-1 тим, що замість висувної горизонтальної штанги вона забезпечена

підіймною консольною балкою, по якій пересувається самохідний зварювальний автомат.



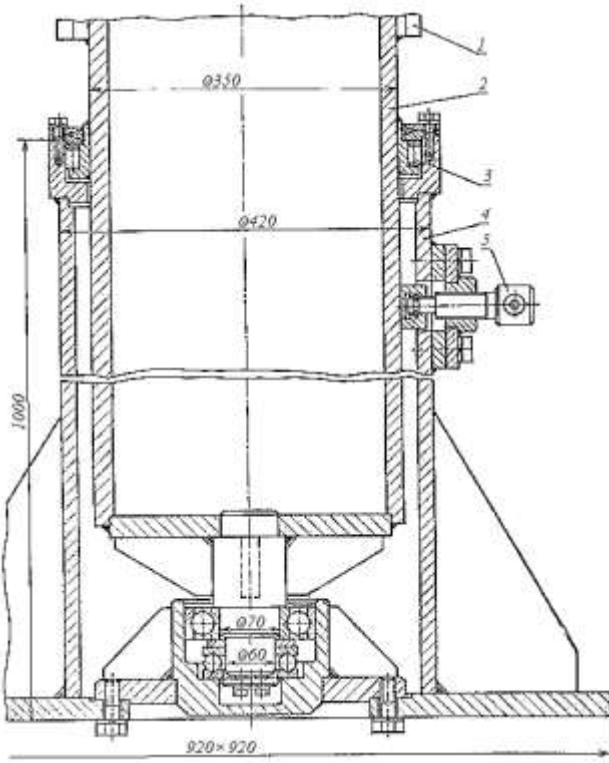
- 1 – привод підйому, 2 – каретка, 3 – консольна штанга, 4 – зварювальний апарат,
5 – поворотна частина колони, 6 – нерухома підставка

Рисунок 9.4 – Поворотна колона ПК-2 [2]

Поворот колон ПК-1 і ПК-2 здійснюється вручну. При цьому немає потреби особливих зусиль, тому що вся частина, що обертається, змонтована на підшипниках кочення (рис. 9.5). Поворотний пристрій забезпечений ручним стопором і обмежувачами

кута повороту, які регулюються. За допомогою колони ПК-2 можна зварювати прямі шви, які розташовані радіально відносно осі колони і мають довжину до 1800 мм.

Поворотна колона ПК-3 (рис. 9.6) відрізняється від ПК-1 і ПК-2 більшими розмірами, а також тим, що замість радіальної консольної балки (як в ПК-2) до каретки прикріплений балкон з поздовжніми рейками на фасадній стороні для самохідного зварювального апарату, а також з люком в підлозі для можливості роботи зварювальним трактором.



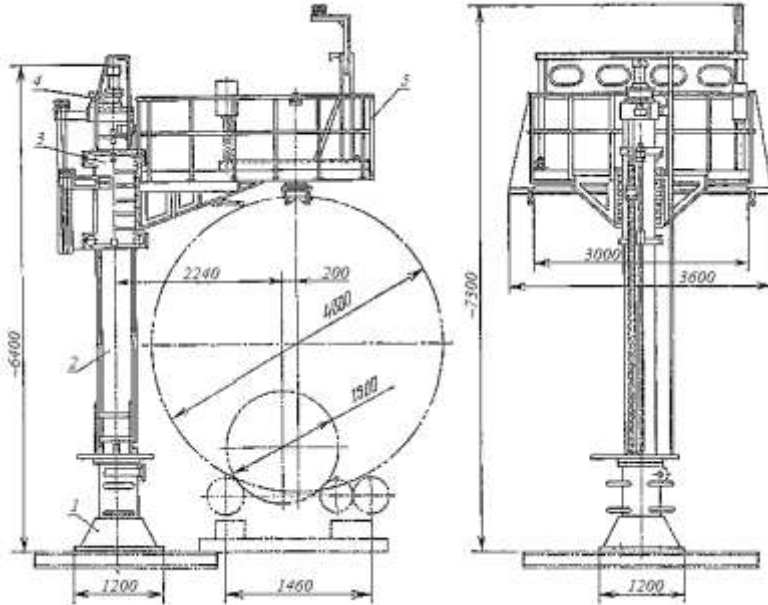
1 – клиновидна напрямна, 2 – оберտальна колона, 3 – ролик, 4 – основа колони,
5 – стопор повороту

Рисунок 9.5 – Вузол повороту колон ПК-1 і ПК-2 [2]

Наявність балкона в колоні ПК-3 замість консольної балки або штанги обумовлено неможливістю обслуговувати зварювальну апаратуру на великій висоті з підлоги і необхідністю влаштування

зручною і безпечною кабіни для зварника поблизу зони зварювання, тому що її доводиться вести на висоті до 5 м.

Колона ПК-4 змонтована з тих саме уніфікованих вузлів, як і колона ПК-3, за винятком балкона, замість якого до каретки прикріплена консольна балка, аналогічно тому, як це зроблено у колоні ПК-2. Ця балка забезпечена горизонтальними напрямними (рейками) для самохідного зварювального апарату.



1 – нерухома підставка колони, 2 – колона, 3 – каретка,
4 – механізм підйому, 5 – балкон

Рисунок 9.6 – Поворотна колона ПК-3 [2]

Колона ПК-4 відрізняється від колони ПК-2 тільки більшими розмірами. У конструкції цієї колони не передбачена спеціальна кабіна для зварника. Необхідні для її обслуговування містки або балкони споруджуються за місцем залежно від призначення зварювальної установки і розмірів виробу.

9.2 Зварювальні візки

Будь-яка з розглянутих вище типових колон може бути встановлена на самохідному візку з регульованою робочою швидкістю і в цьому випадку утворює, так званий, зварювальний візок.

Візки для зварювальних апаратів, у порівнянні з колонами, дозволяють переміщувати апарати на великі відстані при зварюванні прямолінійних швів.

Візки призначені для переміщення зварювальних апаратів з швидкістю зварювання та маршовою швидкістю. В залежності від конструктивного оформлення розрізняють такі самохідні візки:

- велосипедні;
- глагольні;
- порталні.

9.2.1 Велосипедні візки

Велосипедні візки призначені для переміщення зварювальних апаратів з маршовою швидкістю або зі швидкістю зварювання при зварюванні кільцевих та прямолінійних швів.

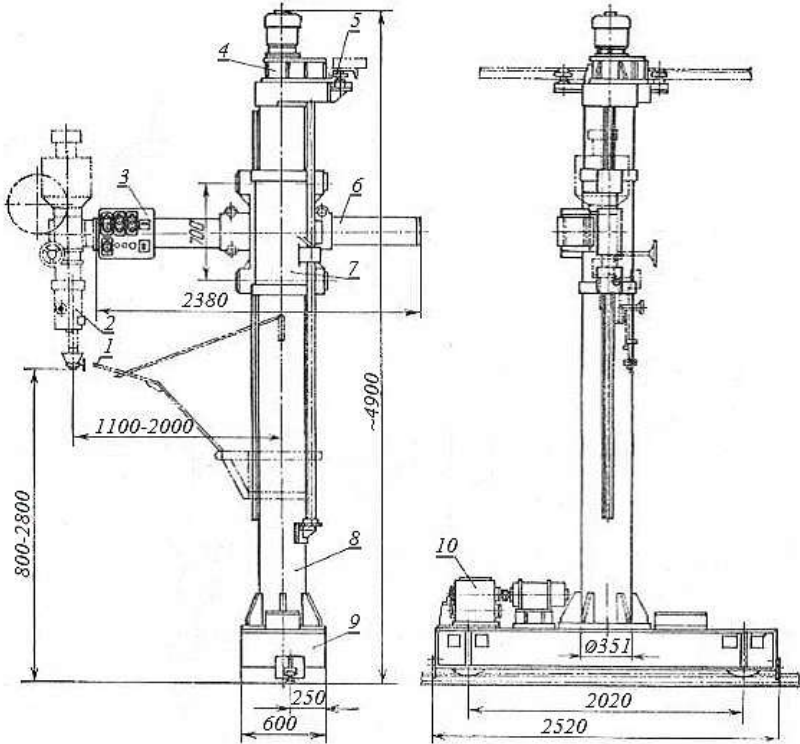
Розрізняють велосипедні візки (ВТ-1 і ТВС-3,2/2) [2, 3] для **несамохідних** зварювальних апаратів типу АБ, А-384, А-626 та інших при зварюванні прямолінійних поздовжніх та кільцевих швів, (рис. 9.7), а також велосипедні візки (ВТ-2 і ВТ-4) для **самохідних** зварювальних апаратів, призначених для зварювання прямолінійних поперечних, поздовжніх і кільцевих швів (рис. 9.8).

Візок для **несамохідних** зварювальних апаратів може переміщуватись з робочою швидкістю зварювання та з маршовою швидкістю. При нерухомому візку прямолінійні поперечні шви зварювати неможливо через те, що висувна консоль має сталу швидкість пересування. Кільцеві шви виконують при нерухомому візку шляхом обертання виробу зі швидкістю зварювання маніпулятором, обертачем або роликівим стендом.

Візок для **самохідних** зварювальних апаратів також може переміщуватись з робочою швидкістю зварювання та з маршовою

швидкістю. При нерухомому візку прямолінійні поперечні шви зварюють шляхом переміщення зварювального апарату по консолі.

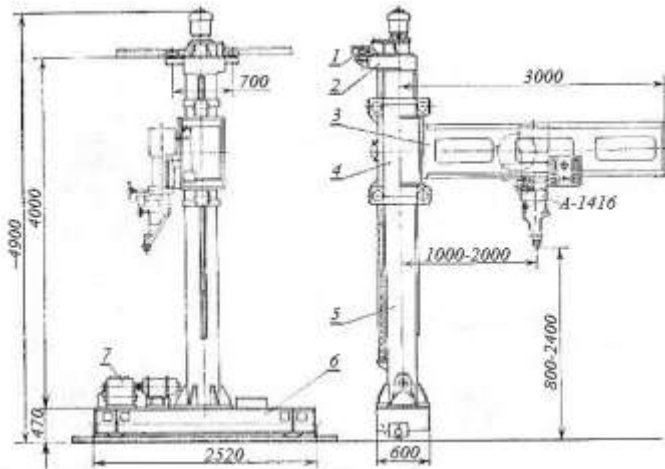
На цих візках встановлені поворотні колони ПК-1, ПК-2, ПК-3 і ПК-4 відповідно. Візок може переміщуватись з робочою швидкістю зварювання 0,3-1,3 м/хв та з маршовою швидкістю 13 м/хв. Робоча швидкість регулюється плавно за допомогою двигуна постійного струму.



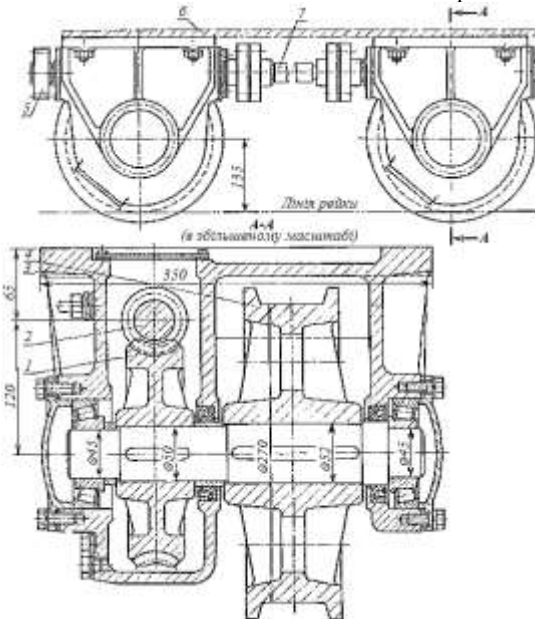
- 1 – столик-підлокітник, 2 – несамохідний зварювальний апарат, 3 – пульт управління,
 4 – підйомний механізм, 5 – холості ролики, 6 – висувна штанга, 7 – каретка,
 8 – колона ПК-1, 9 – нижнє шасі, 10 – привод візка

Рисунок 9.7 – Візок велосипедний ВТ-1 для несамохідних зварювальних апаратів [2]

Велосипедні візки переміщуються двома рейками: по нижній рейці на двох ходових колесах (рис. 9.9) та по верхній напрямній, яка закріплена на колонах цеху або біля стіни. При їх розташуванні в інших місцях необхідно мати спеціальні металоконструкції для закріплення верхньої рейки.



1 – верхні ролики, 2 – механізм підйому каретки, 3 – консоль з направляючими, 4 – каретка, 5 – колона ПК-2, 6 – нижнє шасі, 7 – привод візка
Рисунок 9.8 – Візок велосипедний ВТ-2 для самохідних зварювальних апаратів [2]

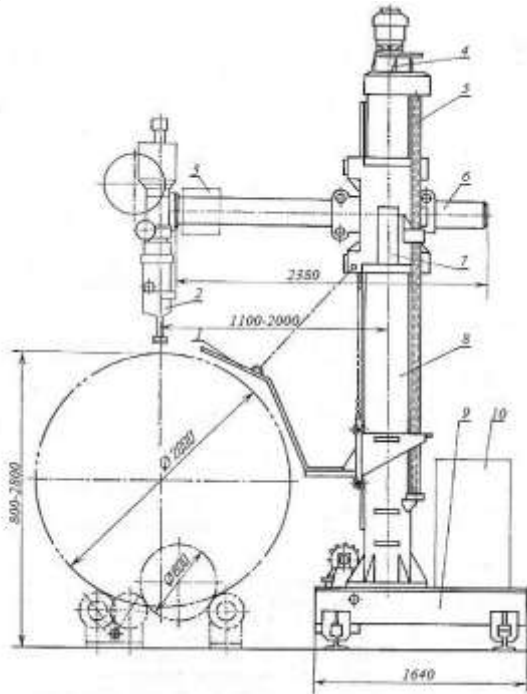


1 – черв'ячне колесо, 2 – черв'як одноходовий, 3 – корпус черв'ячного редуктора, 4 – ходове колесо, 5 – шестерня, 6 – шасі, 7 – з'єднувальний вал
Рисунок 9.9 – Механізм переміщення вело-візків ВТ-1 і ВТ-2 [2]

Велосипедні візки займають невелику виробничу площу, але при використанні цехових колон необхідно мати на увазі, що у випадку недостатньої їх жорсткості коливання, збуджені переміщенням мостового крану, можуть передаватися зварювальному апарату і впливати на якість зварного шва.

9.2.2 Глагольні візки

Візки Г-подібної конструкції (рис. 9.10) призначені для переміщення зварювальних апаратів з маршовою швидкістю або зі швидкістю зварювання при зварюванні кільцевих швів та поздовжніх швів великої протяжності.



1 – щиток-підкоітник, 2 – зварювальний апарат, 3 – пульт управління, 4 – механізм підйому каретки, 5 – підйомний гвинт, 6 – висувна штанга, 7 – каретка, 8 – колона, 9 – візок, 10 – шафа апаратури управління

Рисунок 9.10 – Глагольний візок ГТ-1 [3]

Їх відмінність від велосипедних полягає лише в тому, що візок пересувається по наземній дворейковий колії і не потребує верхньої монорейки. Однак, при великих розмірах зварюваних виробів, Г-подібні візки мають недостатню жорсткість через збільшений виліт консолі та займають велику площу у порівнянні з велосипедними.

Глагольний візок ГТ-1 має три приводи: переміщення візка, підйому та опускання каретки і висування штанги. Візок ГТ-2, в порівнянні з ГТ-1, може повертатись на 360° в основі.

9.2.3 Портальні візки

Портальні візки (рис. 9.11) [2, 3] переміщуються по рейках, розташованих з двох сторін виробу.

Портальні візки призначені для переміщення самохідних зварювальних апаратів при зварюванні зовнішніх прямолінійних і кільцевих швів виробів великих габаритів.

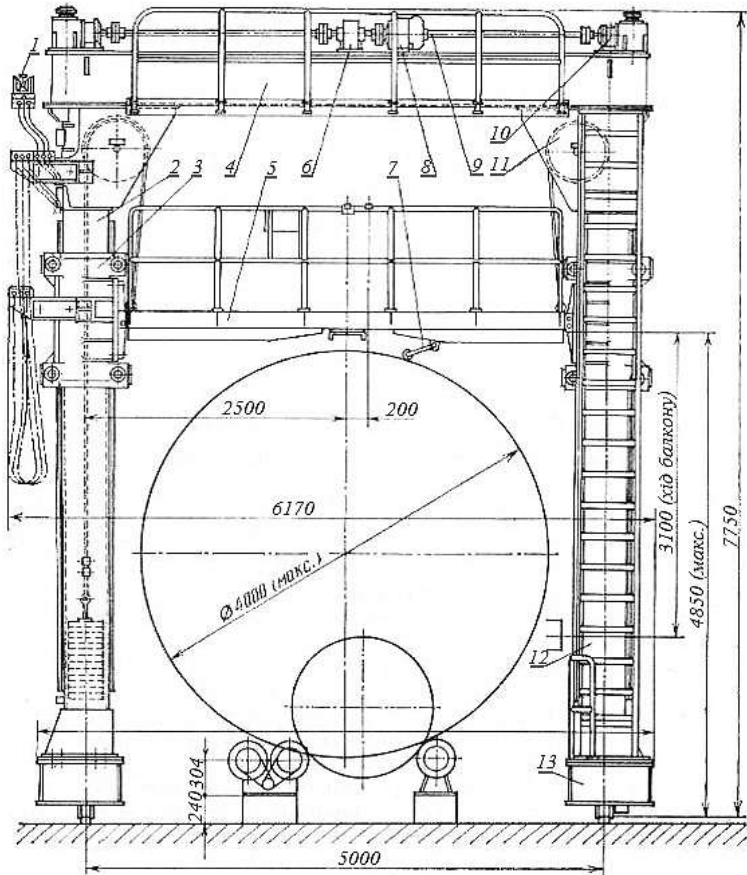
Зварювання поздовжніх швів проводиться при переміщенні зварювального автомата в межах довжини балки з напрямними. При зварюванні кільцевих швів виріб обертається на роликовому стенді, а зварювальний апарат залишається нерухомим.

Такі візки мають найбільшу жорсткість. При великих габаритах зварюваних виробів конструкція порталних візків ускладнюється через необхідність забезпечення жорсткості порталу з великим прогоном. Для зварювання застосовуються зварювальні трактори, а при додатковій установці рейкових напрямних можуть застосовуватись зварювальні головки.

9.3 Напрявні для зварювальних апаратів, котучі балки

Напрявні призначені для переміщення зварювальних апаратів при зварюванні прямолінійних швів. Як правило, напрямні є конструктивними елементами колон і самохідних візків. Однак ряд конструкцій напрямних має самостійне застосування. Розрізняють такі види напрямних:

- напрямні підвісні;
- котучі балки.



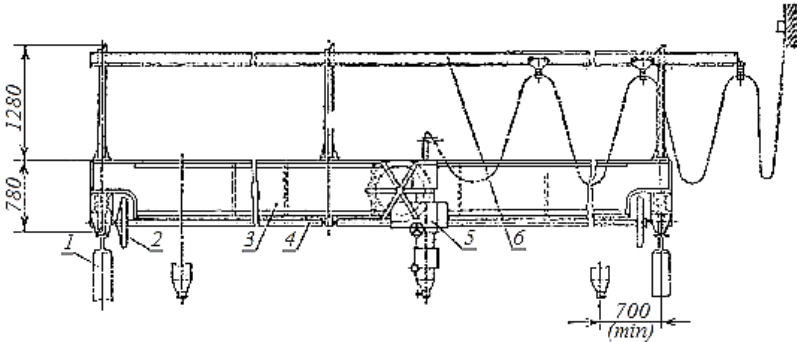
- 1 – монорейка, 2 і 12 – колони, 3 – каретка (2 шт.), 4 – ригель, 5 – робочий балкон візка, 6 – редуктор, 7 – кінцевий вимикач, 8 – електродвигун, 9 – з'єднувальний вал, 10 – канатний барабан (2 шт.), 11 – блок (2 шт.), 13 – рейкові шасі (2 шт.)

Рисунок 9.11 – Портальний візок [2]

Підвісні напрямні можуть мати різноманітну конструкцію, у залежності від завдань, що вирішуються на виробництві. Вони, як і всі інші напрямні також призначені для переміщення самохідних зварювальних апаратів при зварюванні прямолінійних швів. Такі напрямні підвішують на сталевих канатах через систему рухомих

блоків до підйомного механізму, встановленого на консолі велосипедного крана. Установчі переміщення у горизонтальному та вертикальному напрямках забезпечуються за допомогою велосипедного крана та підйомного механізму.

Котучі балки (рис. 9.12) призначені для переміщення самохідних зварювальних апаратів при зварюванні прямолінійних швів балок, колон, циліндричних посудів та інших виробів.



1 – колонада, 2 – штурвал, 3 – котуча балка, 4 – приводний вал,
5 – зварювальний автомат, 6 – монорейка

Рисунок 9.12 – Котуча балка [2]

Такі котучі балки не мають механізованого приводу для переміщення. Для фіксації балки на лінії шва передбачені стопорні пристрої [2, 3].

9.4 Розрахунок зварювальних візків

Основними об'єктами розрахунку візків є механізми пересування і ходова частина візка, механізми підймання та висування консольної штанги, несуча конструкція.

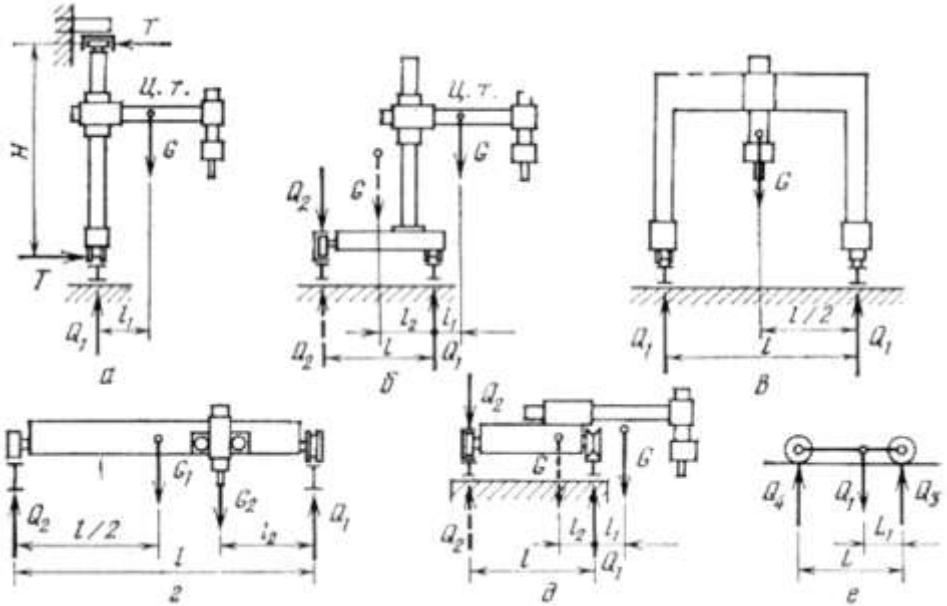
Розрахунок починають з визначення опорних реакцій ходових коліс по заданій вазі візка та положенню його центра ваги. Для розрахунку необхідно вибрати найбільш невідгідне його положення. Таке положення ц. в. вибирається при максимальному вильоті штанги зі зварювальною головою. Розрахункові схеми різних типів зварювальних візків представлені на рис. 9.13.

Методики розрахунку і перевірка запасу зчеплення коліс з

рейкою представлені в [3, 4].

За знайденим зусиллям, діючим на ходових колесах, визначають діаметри їх валів і вісів, користуючись методикою аналогічного розрахунку ролюкоопор ролюкових стелів [3, 4], а також загальними методами розрахунку деталей машин [5].

Далі слід розрахувати механізм піднімання каретки та механізм висування штанги, відповідно до методик, наведених в [3, 4]. Вихідними даними для розрахунку є підсумкова вага усіх конструктивних частин та положення їх центра ваги.



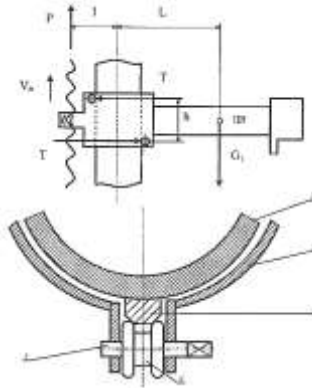
a – велосипедна, *б* – глянгольна, *в* – портална, *г* – мостова, *д* – консольна,

e – схема розподілів зусиль на колеса однієї рейки

Рисунок 9.13 – Розрахункові схеми зварювальних візків [3]

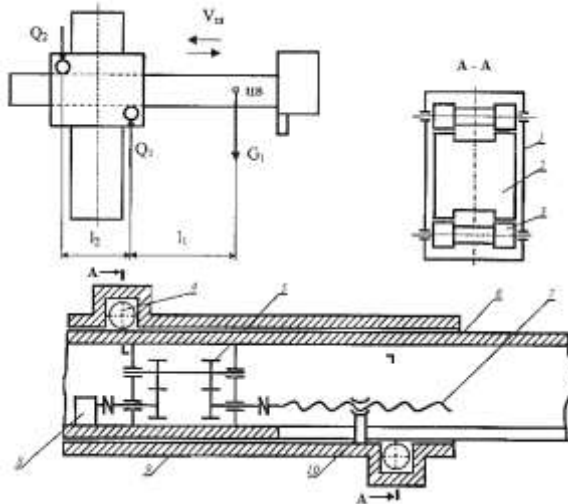
Розрахункові схеми та конструкції означених механізмів наведені на рис. 9.14 і 9.15 [3, 4].

Після завершення механічних розрахунків необхідно розрахувати потужності електродвигунів механізму підйому і механізму висування штанги, вибрати відповідні двигуни з довідкової літератури.



1 – колона, 2 – каретка, 3 – клиноподібна рейка, 4 – ролик,
5 – ексцентрична вісь ролика

Рисунок 9.14 – Розрахункова та конструктивна схеми механізму піднімання каретки [4]



1, 9 – корпус каретки, 2, 6 – штанга висувна, 3, 4 – ролик, 5 – редуктор, 7 – гвинт
ходовий, 8 – двигун, 10 – повідець гайки

Рисунок 9.15 – Розрахункова та конструктивна схеми механізму висування штанги [4]

9.5 Розрахунок несучих конструкцій зварювальних візків

Несучими конструкціями зварювальних візків є закріплені на шасі різноманітних візків колони з підйомно-висувними консолями та установленими на них зварювальними автоматами. Пружна деформація несучої конструкції не повинна викликати відхилення кінця електрода у горизонтальному й вертикальному напрямках на величину більшу від регламентованої технологією зварювання [3, 4]. У зв'язку з цим несучі конструкції візків повинні відповідати умовам міцності та жорсткості.

Розрахункова схема несучої конструкції зварювального візка представлена на рис. 9.16 на прикладі глгольного візка з максимальним вильотом та висотою підйому штанги, навантажених зосередженою силою та рівномірно розподіленим навантаженням.

У мостових візках (котучих балках) вертикальне зміщення електрода виникає внаслідок прогину балки від сумісної ваги балки з апаратом та закручування балки внаслідок ексцентричного розташування центра ваги апарата. Горизонтальне зміщення електрода виникає тільки від закруту балки (рис. 9.17).

Аналогічно проводиться розрахунок на вигин і закручування і консольних несучих балок, якщо центр ваги зварювального апарату ексцентричний по відношенню до поперечного перерізу балки (рис. 9.17).

Виходячи з умови жорсткості на закручування, усі балки для зварювальних візків виготовляють замкнутого коробчастого профілю.

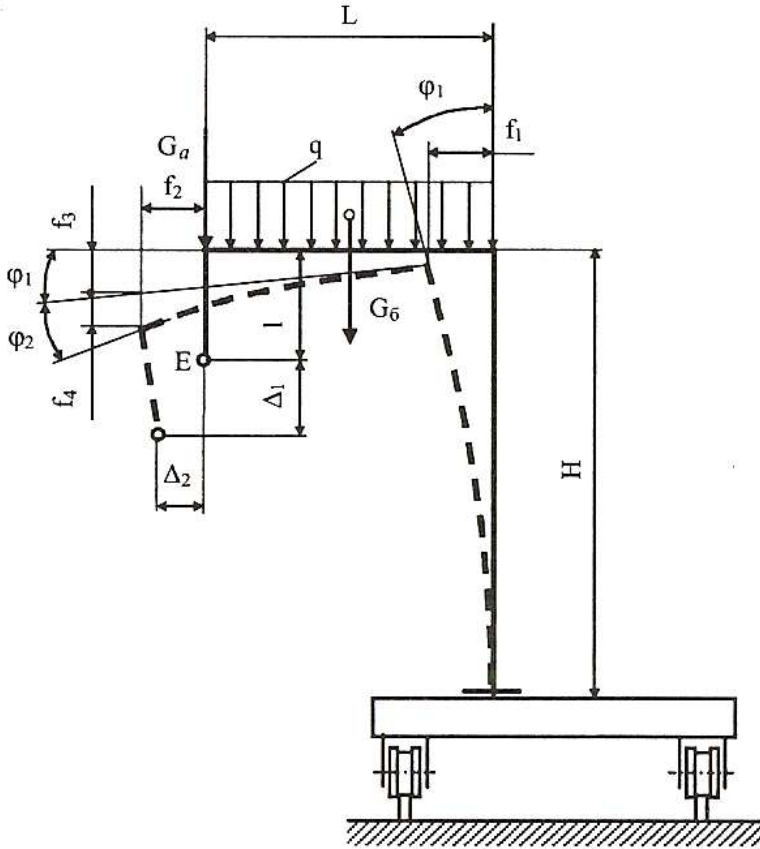


Рисунок 9.16 – Розрахункова схема несучої конструкції глального зварювального візка [4]

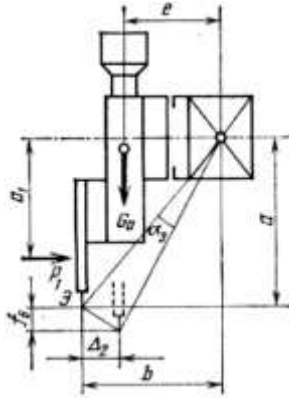


Рисунок 9.17 – Розрахункова схема закручування балки мостового візка

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
2. ДСТУ ГОСТ 3.1001:2014 Єдина система технологічної документації (ЄСТД). Загальні положення.
3. Севбо П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования / П.И. Севбо. – К.: Наукова думка, 1978. – 400 с.
4. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві / 2-е видання, переробл. та доповн.: Навч. посібник // А.С. Карпенко. – К.: Арістей, 2006. – 272 с.
5. Решетов Д.Н. Детали машин / Д.Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
6. Дарков А.В. Сопротивление материалов / А.В. Дарков, Г.С. Шпиро. – М.: Высшая школа, 1975. – 431 с.

Додаткова

7. ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380-2005. Сталь вуглецева звичайної якості. Марки – Київ. Держспоживстандарт України. – 2006.
8. Серенко А.Н. Расчет сварных соединений и конструкций / А.Н. Серенко, М.Н. Крумбольт, К.В. Багрянский. – К.: Вища школа, 1977. – 336 с.
9. Куркин С.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация и контроль качества в сварочном производстве. Учебник для вузов / С.А. Куркин, Г.А. Николаев. – М.: Высш. школа, 1991. – 398 с.
10. Александров О.Г. Проектування та експлуатація обладнання для дугового зварювання: Навчальний посібник / О.Г. Александров, Д.А. Антонюк. – Львів: Новий Світ, 2000, 2011. – 312 с.