

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичної роботи №4
«Методика розрахунку допоміжних пристроїв для переміщення
зварювальних апаратів»

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

Методичні вказівки до виконання практичної роботи №4 «Методика розрахунку допоміжних пристроїв для переміщення зварювальних апаратів» 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, М.І. Андрущенко, О.Є. Капустян. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2021. – 26 с.

Укладачі:

Осіпов М.Ю., канд. техн. наук, доцент
Андрущенко М.І., 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 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №10 від 23.06.2021 р.

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ	4
2.1 Підйомно-поворотні колони	4
2.2 Зварювальні візки.....	9
2.2.1 Велосипедні візки	10
2.2.2 Глагольні візки	13
2.2.3 Портальні візки	14
2.3 Напрявні для зварювальних апаратів, котучі балки.....	15
3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ	16
4 РОЗРАХУНОК ЗВАРЮВАЛЬНИХ ВІЗКІВ	16
4.1 Розрахунок механізму підймання каретки	18
4.2 Розрахунок механізму висування штанги.....	20
4.3 Розрахунок несучих конструкцій зварювальних візків.....	21
5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ	24
6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ	24
7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ	25
8 ЗМІСТ ЗВІТУ	25
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	25
Додаток А Вихідні дані для розрахунку зварювальних візків	26

1 МЕТА РОБОТИ

Вивчення конструкції, принципу дії та отримання практичних навичок з розрахунку допоміжних пристроїв для переміщення зварювальних апаратів.

2 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

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:

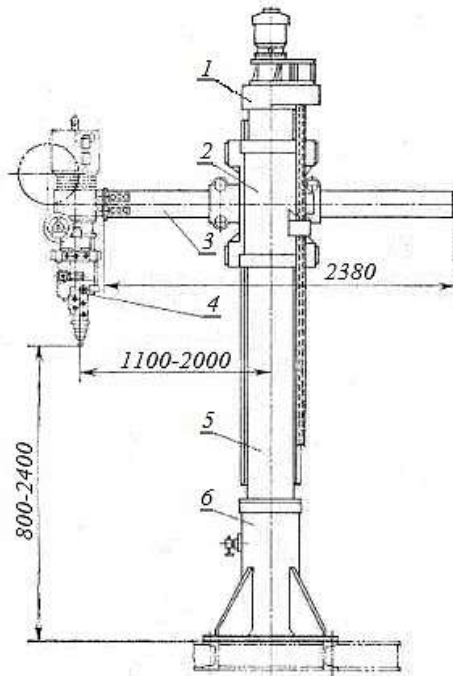
- а) підйомно-поворотні колони;
- б) візки для зварювальних апаратів;
- в) напрямні для зварювальних апаратів, котучі балки;
- г) спеціальні пристрої, які призначені для обслуговування окремих операцій.

2.1 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.

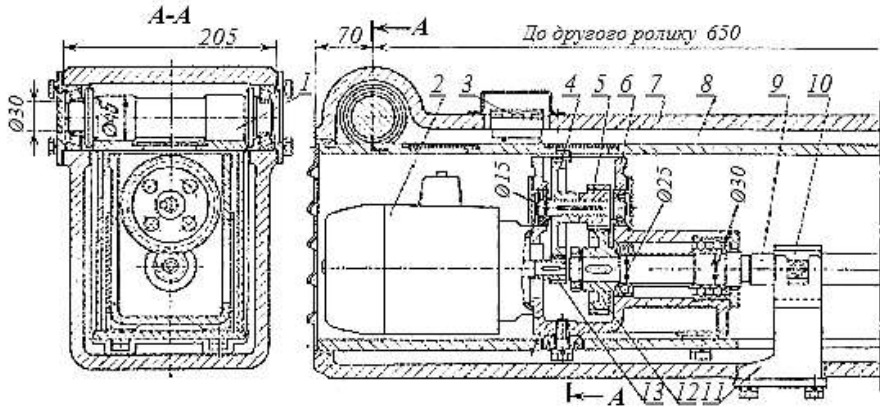
При зварюванні кільцевих швів обичайок діаметром 600-2000 мм застосовуються колони з несамохідними зварювальними апаратами, закріпленими на висувній консолі. При цьому зварюваний виріб обертається зі швидкістю зварювання за допомогою маніпулятора, обертача або роликового стенда. До таких колон належить колона типу ПК-1 (рис. 2.1).



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

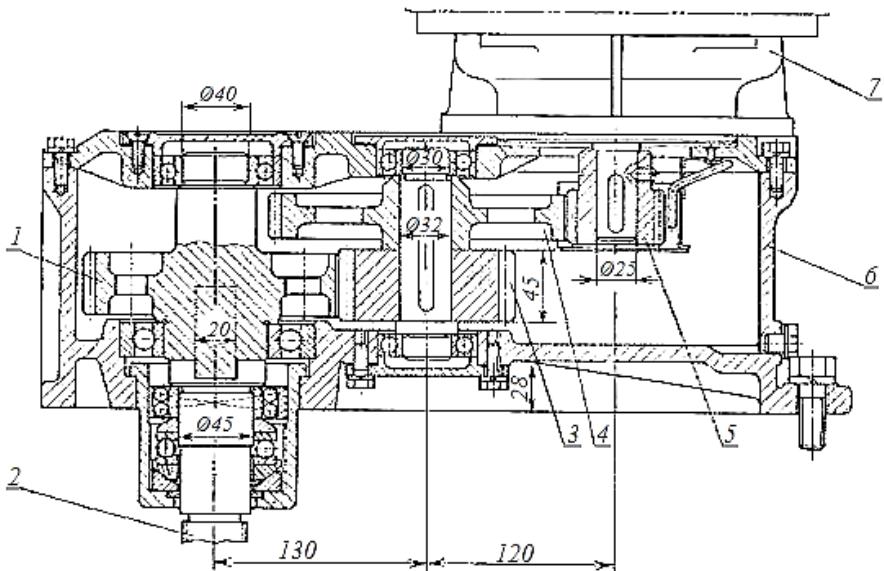
Рисунок 2.1 – Поворотна колона ПК-1 [2]

Підйом, опускання і висування штанги, виконується за допомогою відповідних електроприводів. 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. 2.2, 2.3).



- 1 – спрямувальний ролик, 2 – електродвигун, 3 – кінцевий вимикач,
4, 5, 12, 13 – шестерня, 6 – корпус редуктора, 7 – корпус каретки, 8 – штанга,
9 – ходовий гвинт, 10 – гайка, 11 – повідець гайки

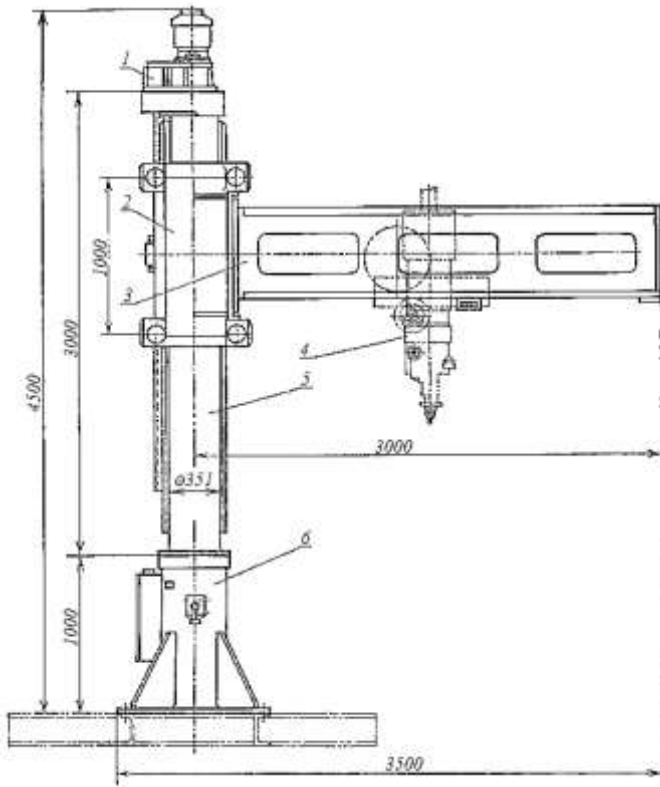
Рисунок 2.2 – Механізм горизонтального переміщення штанги в колоні ПК-1 [2]



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

Рисунок 2.3 – Механізм підйому в колонах ПК-1 і ПК-2 [2]

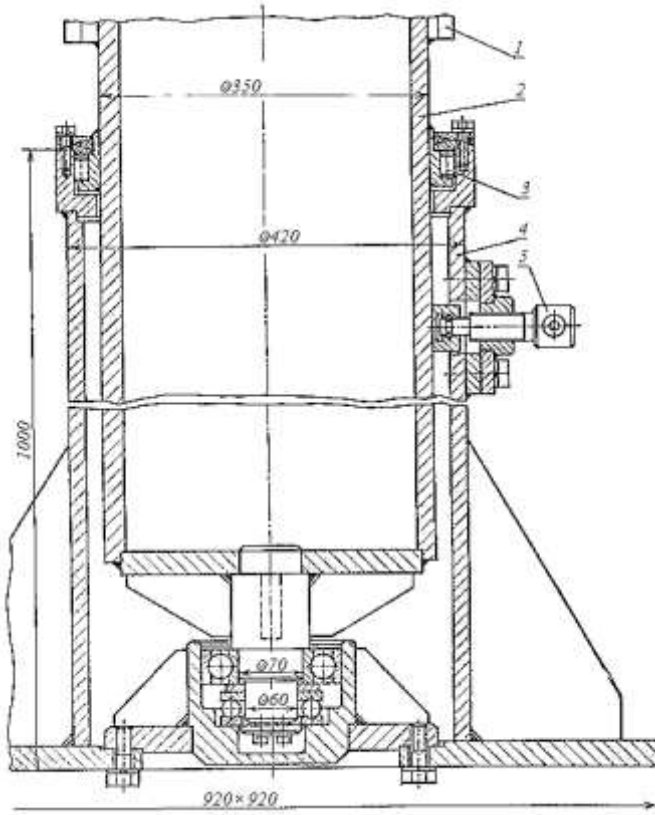
Поворотна колона ПК-2 (рис. 2.4) відрізняється від колони ПК-1 тим, що замість висувної горизонтальної штанги вона забезпечена підйомною консольною балкою, по якій пересувається самохідний зварювальний автомат.



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

Рисунок 2.4 – 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. 2.5). 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.

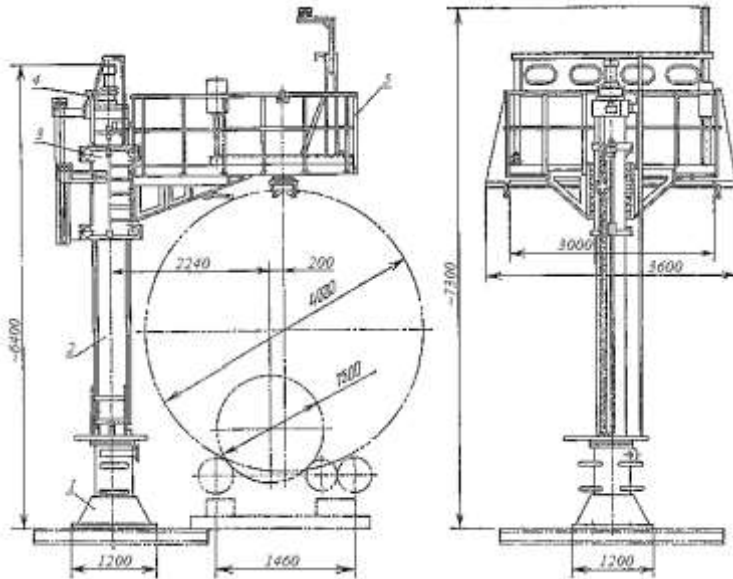


1 – клиновидна напрямна, 2 – обертальна колона, 3 – ролик, 4 – основа колони,
5 – стопор повороту

Рисунок 2.5 – Вузол повороту колон ПК-1 і ПК-2 [2]

Поворотна колона ПК-3 (рис. 2.6) 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.

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.



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

Рисунок 2.6 – Поворотна колона ПК-3 [2]

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.

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.

2.2 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 зварювальні 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;
- глгольні;
- порталні.

2.2.1 Велосипедні візки

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

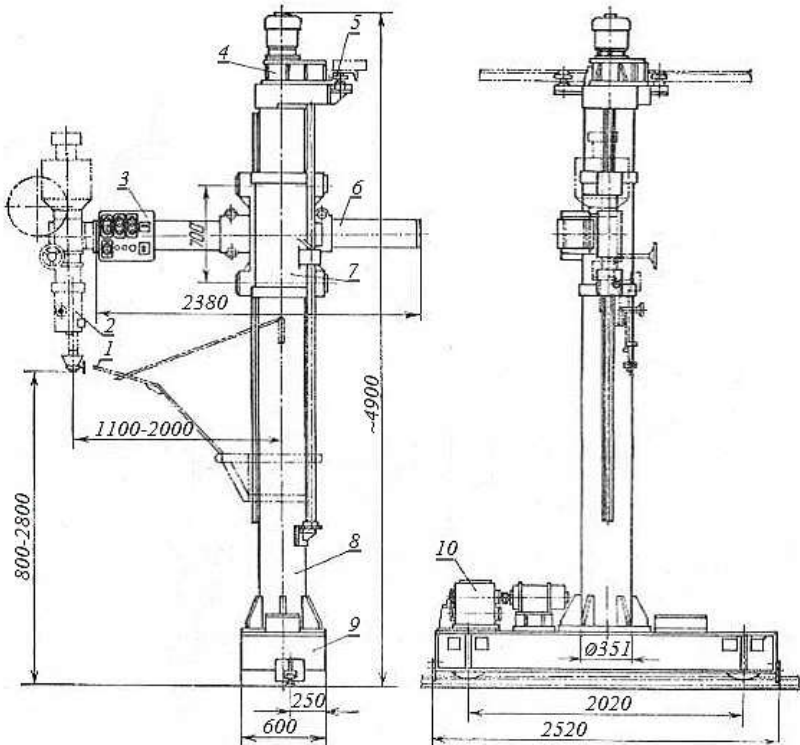
Розрізняють велосипедні візки (ВТ-1 і ТВС-3,2/2) [2, 3] для **несамохідних** зварювальних апаратів типу АБ, А-384, А-626 та інших при зварюванні прямолінійних поздовжніх та кільцевих швів, (рис. 2.7), а також велосипедні візки (ВТ-2 і ВТ-4) для **самохідних** зварювальних апаратів, призначених для зварювання прямолінійних поперечних, поздовжніх і кільцевих швів (рис. 2.8).

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.

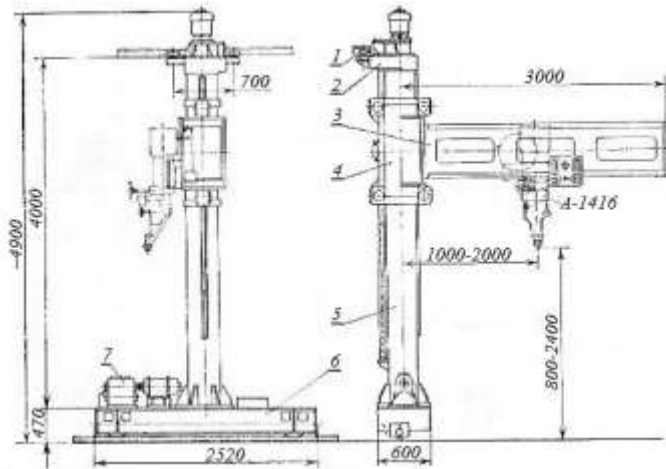


1 – столик-підлокітник, 2 – несамохідний зварювальний апарат, 3 – пульт управління, 4 – підйомний механізм, 5 – холості ролики, 6 – висувна штанга, 7 – каретка, 8 – колона ПК-1, 9 – нижнє шасі, 10 – привод візка

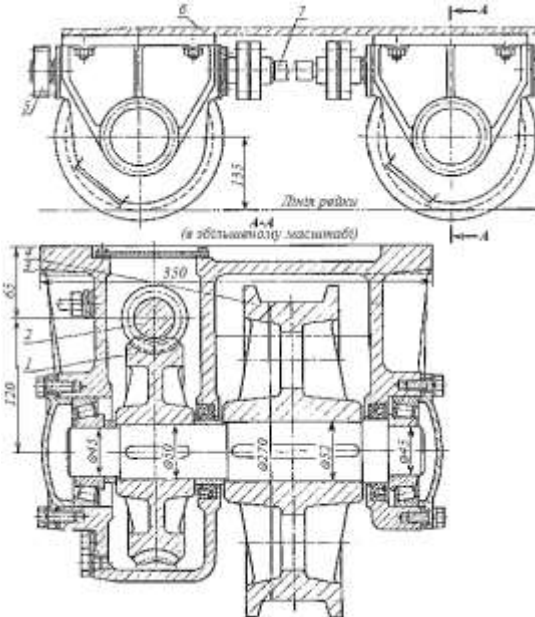
Рисунок 2.7 – Візок велосипедний ВТ-1 для несамохідних зварювальних апаратів [2]

Велосипедні візки переміщуються двома рейками: по нижній рейці на двох ходових колесах (рис. 2.9) 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.

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.



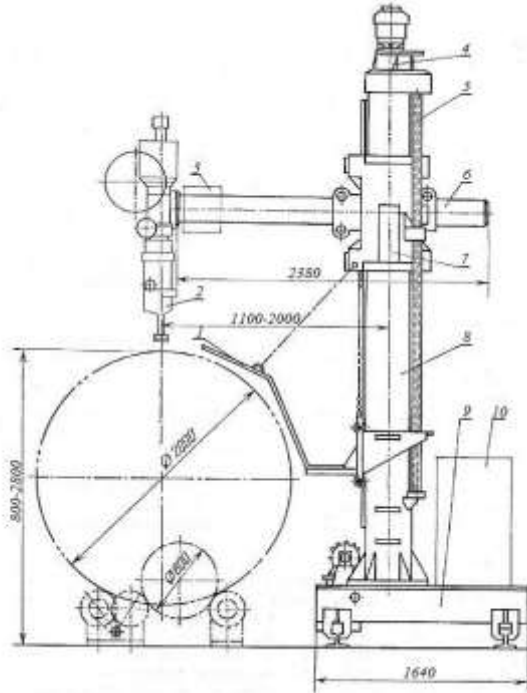
1 – верхні ролики, 2 – механізм підйому каретки, 3 – консоль з направляючими,
4 – каретка, 5 – колона ПК-2, 6 – нижнє шасі, 7 – привод візка
Рисунок 2.8 – Візок велосипедний ВТ-2 для самохідних зварювальних апаратів [2]



1 – черв'ячні колеса, 2 – черв'як одноходовий, 3 – корпус черв'ячного редуктора,
4 – ходове колесо, 5 – шестерня, 6 – шасі, 7 – з'єднувальний вал
Рисунок 2.9 – Механізм переміщення вело-візків ВТ-1 і ВТ-2 [2]

2.2.2 Глагольні візки

Візки Г-подібної конструкції (рис. 2.10) призначені для переміщення зварювальних апаратів з маршовою швидкістю або зі швидкістю зварювання при зварюванні кільцевих швів та поздовжніх швів великої протяжності.



- 1 – щиток-підлокітник, 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 2.10 – Глагольний візок ГТ-1 [3]

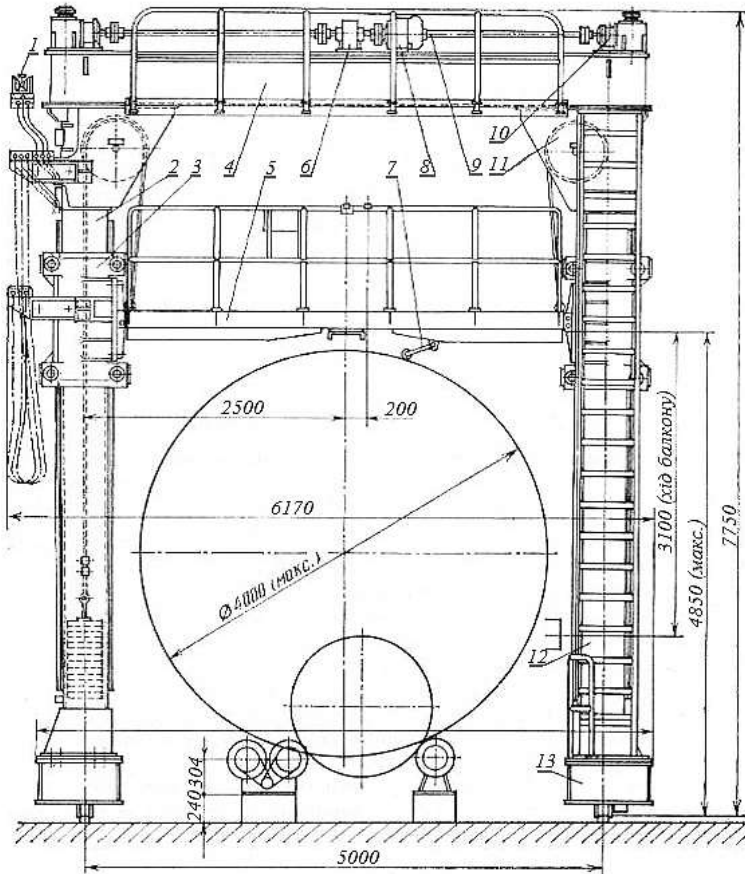
Їх відмінність від велосипедних полягає лише в тому, що візок пересувається по наземній дворейковій колії і не потребує верхньої монорейки. Однак, при великих розмірах зварюваних виробів, Г-подібні візки мають недостатню жорсткість через збільшений виліт консолі та займають велику площу у порівнянні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

2.2.3 Портальні візки

Портальні візки (рис. 2.11) [2, 3] переміщуються по рейках, розташованих з двох сторін виробу.



- 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 2.11 – Портальний візок [2]

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.

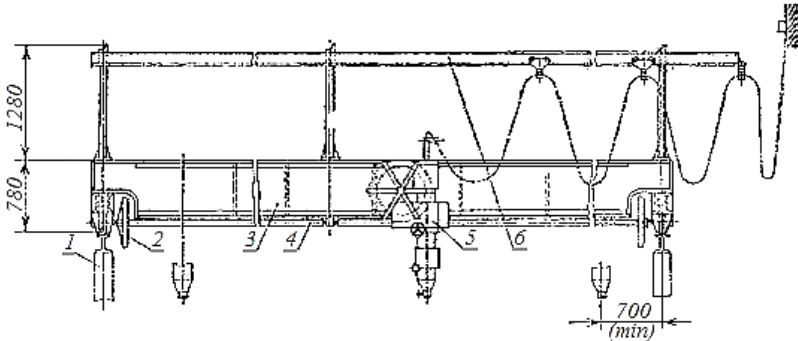
2.3 Напрявні для зварювальних апаратів, котучі балки

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.

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 піднімального механізму, встановленого на консолі велосипедного крана. Установчі переміщення у горизонтальному та вертикальному напрямках забезпечуються за допомогою велосипедного крана та підіймального механізму.

Котучі балки (рис. 2.12) призначені для переміщення самохідних зварювальних апаратів при зварюванні прямолінійних швів балок, колон, циліндричних судів та інших виробів.



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

Рисунок 2.12 – Котуча балка [2]

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

3 ЗАВДАННЯ НА ПІДГОТОВКУ ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

Перед початком виконання практичної роботи студент зобов'язаний вивчити дані методичні вказівки, ознайомитись з конструкціями та методикою розрахунку пристроїв для переміщення зварювальних апаратів [2 (розділ IV); 3 (§9)], вивчити інструкцію по техніці безпеки, відповісти на контрольні запитання викладача та отримати у нього дозвіл на виконання роботи.

4 РОЗРАХУНОК ЗВАРЮВАЛЬНИХ ВІЗКІВ

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

Розрахунок починають з визначення опорних реакцій ходових коліс за заданою вагою візка G та положенню його центра ваги (ц. в.).

Для розрахунку необхідно вибрати найбільш не вигідне його положення. Таке положення ц. в. вибирається при максимальному вильоті штанги зі зварювальною головкою.

Визначення опорних реакцій ходових коліс виконуємо на прикладі велосипедного візка (рис. 4.1).

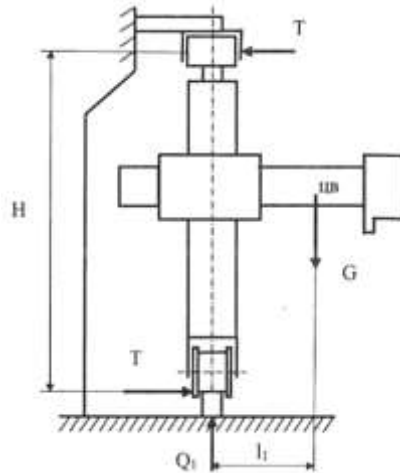


Рисунок 4.1 – Розрахункова схема велосипедного візка [3]

Від ваги візка G з'являються вертикальна Q_1 та горизонтальні T реакції. Підсумкова вертикальна реакція ходових коліс нижнього шасі:

$$Q_1 = G. \quad (4.1)$$

Зусилля Q_1 сприймається двома ходовими колесами, розташованими на одній рейці, розподіляється між ними нерівномірно і залежить від положення центра ваги візка (рис. 4.2).

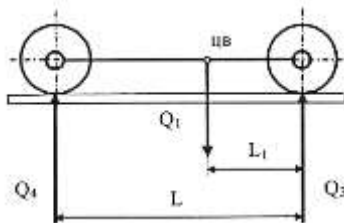


Рисунок 4.2 – Схема розподілу сил на колеса однієї рейки [3]

Сили Q_3 та Q_4 на кожному з двох коліс, які переміщуються по одній рейці, визначаємо з відповідних рівнянь моментів:

$$Q_3 L - Q_1 (L - L_1) = 0, \rightarrow Q_3 = Q_1 \frac{L - L_1}{L}; \quad (4.2)$$

$$Q_4 L - Q_1 L_1 = 0, \rightarrow Q_4 = Q_1 \frac{L_1}{L}. \quad (4.3)$$

Для розрахунків можна прийняти $L = 2,5$ м, $L_1 = 1,0$ м.

Горизонтальну реакцію коліс та верхніх опорних роликів визначаємо з рівняння моментів:

$$G L_1 - T H = 0, \quad (4.4)$$

звідки

$$T = \frac{G L_1}{H}. \quad (4.5)$$

Розрахункові схеми та приклади розрахунку опорних реакцій ходових коліс інших типів візків (глагольні, порталні, котучі балки) наведені в [2, 3].

За знайденим зусиллям, діючим на ходових колесах, визначають діаметри коліс, діаметри їх валів і вісів, користуючись методами розрахунку деталей машин [5]. Для валів проводиться перевірка на дію крутного моменту спільно зі згинаючим, а діаметри коліс і ширина обода перевіряються розрахунком на контактне напруження.

4.1 Розрахунок механізму підймання каретки

Механізм підймання призначений для підняття або опускання каретки з висувною штангою чи консоллю зі зварювальним апаратом.

Вихідними даними для розрахунку є підсумкова вага усіх конструктивних частин, що підлягають підйманню та положення їх центра ваги. Зусилля для підняття каретки буде залежати від ваги вантажу та опору обертанню напрямних роликів. Опір обертанню напрямних роликів каретки залежить від величини опорних реакцій цих роликів.

Розглянемо розрахункову схему підйимального механізму, що показана на рис. 4.3.

Опорна реакція T визначається з рівняння моментів:

$$T h = G_1 (L + l), \rightarrow T = G_1 \frac{L + l}{h}, \quad (4.6)$$

де G_1 – вага каретки, штанги та зварювального апарату, Н;

l – плече, м.

Опір обертанню ролика W_n при підйманні каретки [2]

$$W_n = T \frac{f_p d + 2\mu_k}{D_p} k_p = G_1 k_p \frac{(L+l)(f_p d + 2\mu_k)}{h D_p}, \quad (4.7)$$

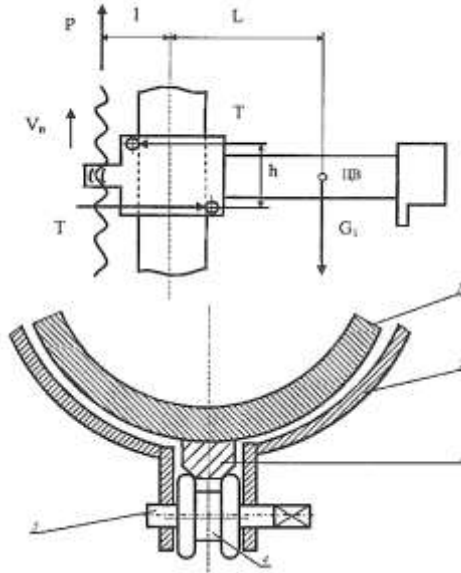
де f_p – коефіцієнт тертя в підшипниках роликів;

k_p – коефіцієнт, який враховує тертя в ребордах роликів каретки або в клиновидних напрямних (приймається $k_p = 1,5-2,0$);

μ_k – коефіцієнт тертя кочення;

D_p – діаметр ролика, м;

d – діаметр осі ролика в підшипниках, м.



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

Рисунок 4.3 – Розрахункова та конструктивна схеми механізму підймання каретки [3]

Необхідна піднімальна сила:

$$P = G_1 + 2W_n = G_1 \left[1 + \frac{2k_p(L+l)(f_p d + 2\mu_k)}{h D_p} \right]. \quad (4.8)$$

Потужність електродвигуна піднімального механізму:

$$N = \frac{P V_n}{\eta_o},$$

де N – потужність, Вт;

V_n – швидкість підймання каретки, м/с (приймають 1-2 м/хв);

P – підймальна сила, Н;

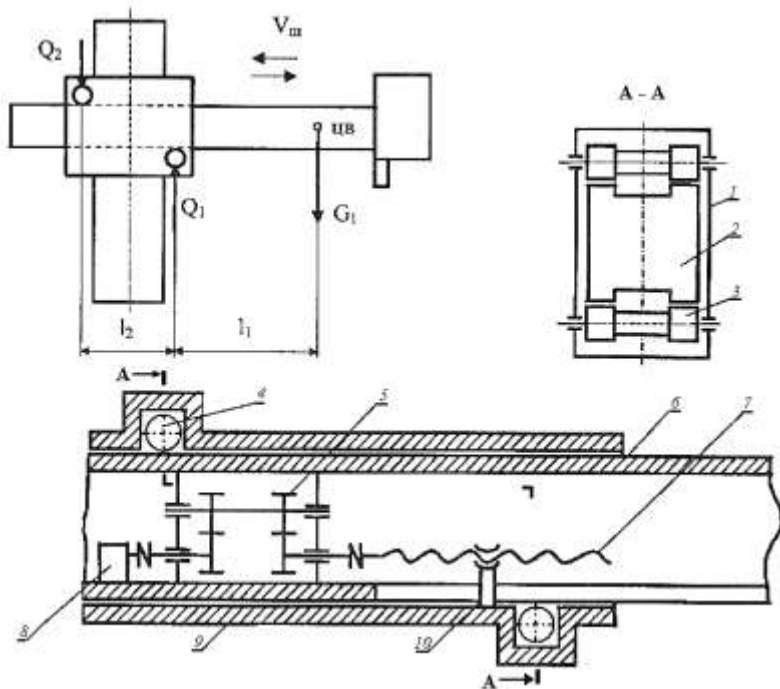
η_o – загальний ККД механізму підймання.

4.2 Розрахунок механізму висування штанги

Розрахункова схема та конструкція механізму висування штанги показані на рис. 4.4. Опорні реакції напрямних роликів визначаються з рівняння моментів:

$$Q_1 l_2 - G_1 (l_1 + l_2) = 0, \rightarrow Q_1 = G_1 \frac{l_1 + l_2}{l_2}, \quad (4.9)$$

$$Q_2 l_2 - G_1 l_1 = 0, \rightarrow Q_2 = G_1 \frac{l_1}{l_2}. \quad (4.10)$$



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

Рисунок 4.4 – Розрахункова та конструктивна схеми механізму висування штанги [3]

Сила, яка необхідна для пересування штанги напрямними роликами буде дорівнювати опору обертання роликів. При однаковому діаметрі обох роликів D_p та їх вісів d_p опір обертанню роликів визначається [2]:

$$W_{\text{ш}} = (Q_1 + Q_2) \frac{f_p d_p + 2\mu_k}{D_p} k_p = G_1 k_p \frac{(2l_1 + l_2)(f_p d_p + 2\mu_k)}{D_p l_2}, \quad (4.11)$$

де $k_p = 1,5-2,0$ – коефіцієнт, який враховує тертя в ребордах роликів;

f_p – коефіцієнт тертя в підшипниках роликів;

μ_k – коефіцієнт тертя кочення;

$W_{\text{ш}}$ – опір обертанню роликів штанги, Н;

G_1 – вага вантажу, Н;

D_p – діаметр прямого ролика, м;

d_p – діаметр осі ролика, м.

Потужність електродвигуна механізму висування штанги:

$$N = \frac{W_{\text{ш}} V_{\text{ш}}}{\eta_o}, \quad (4.12)$$

де N – потужність, Вт;

$V_{\text{ш}}$ – швидкість пересування штанги, м/с (приймають 0,8-1,2 м/хв.);

η_o – загальний ККД механізму пересування штанги.

4.3 Розрахунок несучих конструкцій зварювальних візків

Несучими конструкціями зварювальних візків є закріплені на шасі 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 [2]. У зв'язку з цим несучі конструкції візків повинні відповідати умовам міцності та жорсткості.

Розглянемо розрахункову схему несучої конструкції глального зварювального візка (рис. 4.5) з максимальними вильотом та висотою підйому штаги, навантажених зосередженою силою G_a та рівномірно розподіленим навантаженням $q = G_6/L$.

Найбільший згинальний момент консольної штанги:

$$M_3 = \left(G_a + \frac{qL}{2} \right) L = (G_a + 0,5G_6)L, \quad (4.13)$$

де G_a – вага зварювального автомата, Н;

G_6 – вага висувної консольної балки, Н;

L – максимальний виліт консольної штанги, м.

Цей згинальний момент діє також по всій висоті колони. Тому міцність штанги та колони розраховуються за загальною формулою:

$$\sigma = \frac{(G_a + 0,5G_6)}{W} \leq [\sigma], \quad (4.14)$$

де W – момент опору поперечного перерізу штанги або колони, м³.

Розрахунок на жорсткість несучих конструкцій візка необхідно розпочинати з визначення прогинів f та кутів повороту φ :

$$f_1 = \frac{M_3 H^2}{2EI_k} = \frac{(G_a + 0,5G_6)LH^2}{2EI_k}; \quad \varphi_1 = \frac{M_3 H}{EI_k} = \frac{(G_a + 0,5G_6)LH}{EI_k}; \quad (4.15)$$

$$f_2 = f_1; \quad f_3 = \varphi_1 L = \frac{(G_a + 0,5G_6)L^2 H}{EI_k}; \quad (4.16)$$

$$\varphi_2 = \frac{G_a L^2}{2EI_6} + \frac{G_6 L^2}{6EI_6} = \left(G_a + \frac{G_6}{3} \right) \frac{L^2}{2EI_6}; \quad (4.17)$$

$$f_4 = \frac{G_a L^3}{3EI_6} + \frac{G_6 L^3}{8EI_6} = \left(\frac{G_a}{3} + \frac{G_6}{8} \right) \frac{L^3}{EI_6}. \quad (4.18)$$

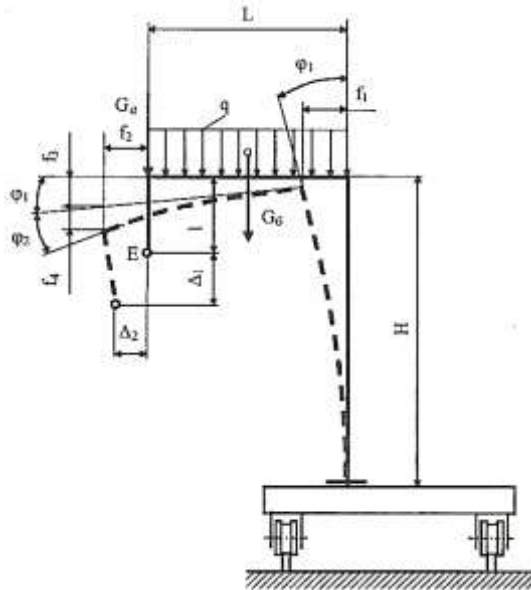


Рисунок 4.5 – Розрахункова схема несучої конструкції гідравлічного зварювального візка [3]

Внаслідок прогину колони та штанги виникає вертикальне та горизонтальне зміщення електрода:

- вертикальне зміщення

$$\Delta_1 = f_3 + f_4 = (G_a + 0,5G_6) \frac{L^2 H}{EI_k} + \left(\frac{G_a}{3} + \frac{G_6}{8} \right) \frac{L^3}{EI_6}; \quad (4.19)$$

- горизонтальне зміщення

$$\Delta_2 = f_2 - l(\varphi_1 + \varphi_2) = (G_a + 0,5G_6) \frac{LH^2}{2EI_k} - (G_a + 0,5G_6) \frac{LHl}{EI_k} - \left(G_a + \frac{G_6}{3} \right) \frac{L^2 l}{2EI_6}, \quad (4.20)$$

де l – відстань від точки закріплення зварювального автомата на штанзі до кінця електрода, м;

I_k, I_6 – моменти інерції поперечного перерізу колони та штанги, м⁴;

L – максимальний виліт консолі, м;

H – максимальна висота підймання консолі, м;

φ_1, φ_2 – кути повороту, рад;

f_1, f_2, f_3, f_4 – прогини, м.

При розрахунку на жорсткість враховуються дві умови жорсткості.

Перша умова жорсткості, що стосується технологічно допустимих відхилень електрода:

$$\Delta_1 \leq [\Delta_B], \quad \Delta_2 \leq [\Delta_r], \quad (4.21)$$

де $[\Delta_B], [\Delta_r]$ – допустимі вертикальне і горизонтальне зміщення кінця електрода, регламентованих технологією зварювання (наприклад, для автоматичного зварювання під шаром флюсу $[\Delta_B] \cong \pm 5$ мм, $[\Delta_r] \cong \pm 2,5$ мм).

Друга умова жорсткості залежить від типу зварювального візка.

Для глального візка:

$$\Delta_1 \leq \frac{H+L}{2000}, \quad \Delta_2 \leq \frac{H+L}{3000}. \quad (4.22)$$

Для консольних конструкцій візків та стаціонарних кронштейнів:

$$\Delta_1 \leq \frac{L}{1500}, \quad \Delta_2 \leq \frac{L}{2500}. \quad (4.23)$$

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

5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ І КОНТРОЛЮ ПІДГОТОВЛЕНOSTІ СТУДЕНТІВ ДО РОБОТИ

1. Яке функціональне призначення пристроїв для переміщення зварювальних апаратів?
2. Які типи підйомно-поворотних колон застосовуються у виробництві? Їх відмінність, переваги, недоліки.
3. Які типи зварювальних візків застосовуються у виробництві? Їх відмінність, переваги, недоліки.
4. Яка принципова різниця між велосипедним візком і глагольним?
5. Поясніть за допомогою ілюстративного матеріалу, як функціонують механізми висування штанги, підйому каретки, повороту колони, пересування візка.
6. Яка основна мета розрахунку несучих конструкцій зварювальних візків?

6 ВКАЗІВКИ З ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

1. До практичної роботи допускаються студенти після інструктажу з охорони праці та пожежної безпеки.
2. Забороняється вмикати електричні прилади та обладнання без дозволу завідуючого лабораторією або викладача.
3. У випадку виявлення неполадок обладнання студент повинен негайно повідомити викладача або завідуючого лабораторією.
4. У випадку виникнення пожежі або ураження електричним струмом студенти повинні діяти у відповідності із затвердженими інструкціями з охорони праці та пожежної безпеки.

7 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

1. Вивчити конструкції, принципи дії та технічні можливості пристроїв для переміщення зварювальних апаратів.

2. Визначити опорні реакції ходових коліс візка, розрахувати механізми піднімання каретки і висування штанги, виконати розрахунок несучих конструкцій зварювальних візків з використанням для цього даних, наведених в додатку А.

3. Скласти креслення механізмів візка відповідно завдання (додаток А).

3. Оформити звіт.

8 ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Мета роботи.

2. Стислий опис конструкції пристроїв для установлення та переміщення зварювальних апаратів.

3. Силові розрахунки механізмів візка з ілюстраціями.

4. Креслення візка (механізмів візка).

5. Висновки про виконану роботу.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Березін Л.Я. Засоби технологічного оснащення зварювального виробництва. Навчальний посібник / Л.Я. Березін, М.М. Хоменко, А.С. Карпенко. – Чернігів: ЧДТУ, 2003. – 142 с.

2. Севбо П.И. Конструирование и расчет механического сварочного оборудования / П.И. Севбо. – К.: Наук. думка, 1978. – 400 с.

3. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві / 2-е видання, перобл. та доповн.: Навч. посібник /

А.С. Карпенко. – К.: Арістей, 2006. – 272 с.

4. Терликова Т.Ф. Основы конструирования приспособлений / Т.Ф. Терликова, А.С. Мельников, В.И. Баталов. – М.: Машиностроение, 1980. – 119 с.

5. Решетов Д.Н. Детали машин / Д.Н. Решетов. – М.: Машиностроение, 1975. – 656 с.

6. Серенко А.Н. Расчет сварных соединений и конструкций / А.Н. Серенко, М.Н. Крумбольш, К.В. Багрянский. – К.: Вища школа, 1977. – 336 с.

7. Касаткин Б.С. Напряжения и деформации при сварке. Учеб. пособие. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1987. – 246 с.

Додаток А

Вихідні дані для розрахунку зварювальних візків

№ вар	Вихідні дані символів, позначених на рисунках														
	Рис. 4.1				Рис. 4.3				Рис. 4.4		Рис. 4.5				
	G , тс	l , м	l_1 , м	l_2 , м	G_1 , кгс	L , м	l , м	h , м	l_1 , м	l_2 , м	G_a , кгс	G_b , кгс	L , м	l , м	H , м
0	2,65	1,5	0,35	0,7	760	1,20	0,35	1,0	1,0	0,4	400	360	2,0	1,0	3,5
1	2,65	1,5	0,35	0,7	760	1,10	0,30	1,0	1,1	0,4	400	360	2,0	1,0	3,5
2	2,57	1,5	0,35	0,7	680	1,00	0,35	1,0	0,8	0,4	320	360	2,0	1,1	3,5
3	2,57	1,5	0,35	0,7	680	1,05	0,40	1,0	0,85	0,4	320	360	2,0	1,1	3,5
4	2,57	1,5	0,35	0,7	680	1,20	0,35	1,0	0,9	0,4	320	360	2,0	1,1	3,5
5	2,55	1,5	0,35	0,7	660	1,10	0,40	1,0	0,8	0,4	300	360	2,0	0,7	3,5
6	2,55	1,5	0,35	0,7	660	1,05	0,35	1,0	0,8	0,4	300	360	2,0	0,7	3,5
7	2,60	1,5	0,35	0,7	710	1,20	0,35	1,0	1,1	0,4	350	360	2,0	0,5	3,5
8	2,60	1,5	0,35	0,7	710	1,25	0,40	1,0	1,05	0,4	350	360	2,0	0,5	3,5
9	2,60	1,5	0,35	0,7	710	1,20	0,40	1,0	1,2	0,4	350	360	2,0	0,5	3,5
10	2,55	1,5	0,35	0,7	740	1,25	0,35	1,0	1,1	0,4	340	360	2,0	0,6	3,5
11	2,58	1,5	0,35	0,7	750	1,28	0,35	1,0	1,15	0,4	330	360	2,0	0,6	3,5
12	2,62	1,5	0,35	0,7	755	1,30	0,30	1,0	1,0	0,4	360	360	2,0	0,8	3,5
13	2,64	1,5	0,35	0,7	760	1,25	0,30	1,0	0,95	0,4	370	360	2,0	0,8	3,5
14	2,65	1,5	0,35	0,7	765	1,20	0,33	1,0	0,9	0,4	380	360	2,0	0,9	3,5
15	2,70	1,5	0,35	0,7	770	1,15	0,33	1,0	0,8	0,4	390	360	2,0	0,9	3,5