

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту з дисципліни
"Допоміжне обладнання для зварювання
та інженерії поверхні"
для студентів спеціальності 131 Прикладна механіка освітніх програм
"Технології та устаткування зварювання" і "Відновлення та
підвищення зносостійкості деталей і конструкцій"
усіх форм навчання

2018

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни "Допоміжне обладнання для зварювання та інженерії поверхні" 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: ЗНТУ, 2018. – 58 с.

Укладачі:

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

Рецензент:

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

Редактор:

Аверченко І.П., ст. лаб.

Відповідальний за випуск:

Осіпов М.Ю., канд. техн. наук, доцент

Розглянуто

на засіданні НМК кафедри ОТЗВ

Затверджено

на засіданні кафедри ОТЗВ

Протокол №10 від 18.05.2018 р.

Рекомендовано

до видання НМК ІФФ

Протокол №10 від 12.06.2018 р.

ЗМІСТ

1 Мета і задачі курсового проекту.....	4
2 Завдання на курсовий проект	5
3 Організаційні вказівки	5
4 Методичні вказівки до виконання курсового проекту.....	5
4.1 Механічні стенди і кондуктори з клавішними притискачами для складання та зварювання листових конструкцій.....	6
4.2 Кондуктори-кантувачі для складання і зварювання балкових конструкцій.....	8
4.3 Одностоякові консольні кантувачі та обертачі.....	11
4.4 Двостоякові центрові кантувачі та обертачі	14
4.5 Безцентрові кантувачі-обертачі.....	15
4.5.1 Ланцюгові кантувачі.....	15
4.5.2 Роликові стенди (обертачі)	18
4.5.3 Кільцеві кантувачі	20
4.6 Важільно-домкратні кантувачі.....	21
4.7 Важільно-книжкові кантувачі	24
4.8 Універсальні зварювальні обертачі.....	26
4.9 Підйомно-поворотні колони.....	29
4.10 Зварювальні візки	33
4.10.1 Велосипедні візки	33
4.10.2 Глагольні візки.....	35
4.10.3 Портальні візки	37
4.10.4 Напрямні для зварювальних апаратів	38
4.10.5 Розрахунок зварювальних візків та несучих конструкцій.....	39
4.11 Висновки.....	43
5 Вказівки щодо оформлення і захисту кп	44
5.1 Вимоги до оформлення курсового проекту	44
5.2 Захист проекту	44
Рекомендована література	45
Основна.....	45
Додаткова	46
Додаток А Теми курсових проектів і вихідні дані для розрахунку.....	47
Додаток Б Лист завдання та Календарний план	56
Додаток В Титульний лист	58

1 МЕТА І ЗАДАЧІ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Метою виконання курсового проекту (КП) з дисципліни "Допоміжне обладнання для зварювання та інженерії поверхні" є формування у студентів базових теоретичних знань з конструктивних особливостей, переваг та недоліків допоміжного обладнання для складання і зварювання та отримання практичних навичок з розрахунку при його проектуванні.

Основними задачами при виконанні даного курсового проекту є вивчення методів визначення необхідних сил для закріплення деталей, опанування методиками конструювання, розрахунку силових приводів та функціональних елементів і вузлів складально-зварювальних стендів, кондукторів, пристроїв для переміщення зварювальних виробів та зварювальних апаратів.

Курсовий проект по розрахунку допоміжного обладнання і пристроїв сприяє закріпленню, поглибленню і узагальненню студентами знань, отриманих зі зварювальних дисциплін, а також використання цих знань для комплексного розв'язування інженерних задач по виготовленню зварних конструкцій.

Курсове проектування має велике значення у розвитку практичних навичок самостійної творчої роботи студентів, виховує відповідальність за виконану роботу, прищеплює навички науково-дослідницької роботи, раціоналізації, винахідливості.

З метою полегшення роботи студентів при виконанні курсового проекту у даних методичних вказівках наводяться основні принципи розрахунку і конструювання механічного зварювального устаткування і його головних вузлів і механізмів (складально-зварювальних пристроїв, кантувачів, обертачів, маніпуляторів, позиціонерів, роликів стендів, зварювальних візків і колон і ін.). Також надаються вказівки і посилання на керівні матеріали щодо оформлення пояснювальної записки та креслень.

Дані методичні вказівки можуть знайти використання у дипломному проектуванні.

2 ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

Тему курсового проекту і вихідні дані для розрахунку кожному студенту визначає керівник згідно Додатку А.

Завдання на курсовий проект розроблені керівником проекту і оформлюється студентом згідно Додатку Б.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНІ ВКАЗІВКИ

Над виконанням курсового проекту слід працювати систематично на протязі усього семестру, згідно календарного плану з визначеними термінами виконання етапів проекту (Додаток Б).

На початковому етапі роботи над курсовим проектом важливо уважно розібратися з конструктивними особливостями і принципом роботи того типу обладнання, яке зазначено в завданні до проекту. Складальне креслення або загальний вид обладнання в двох проєкціях і з технічними вимогами до нього відображається на листі 1 формату А1. Далі необхідно визначити схему навантаження обладнання, яка і буде базовою для його інженерного розрахунку. Результати розрахунків повинні бути представлені у пояснювальній записки, а на листі 2 курсового проекту – розрахункова схема і заключні формули.

Контроль за планомірністю роботи студента здійснює керівник.

4 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ

Через велику різноманітність допоміжного механічного обладнання, що використовується у виробництві зварних виробів, в цих методичних вказівках представлені лише загальні відомості по методам розрахунку. У загальному випадку об'єктами конструювання і розрахунку механічного зварювального обладнання є:

- приводи затискних пристроїв;

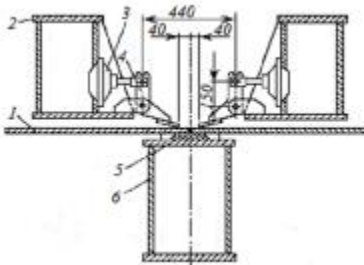
- затискні пристрої і механізми, які є виконавчими органами складальних стендів і кондукторів;
- несучі конструкції;
- механізми повороту, обертання або лінійного руху виробів у тих кондукторах, які здійснюють не тільки збирання виробу, але також його кантування або зварювальний рух.

Методи розрахунку цих силових елементів наводяться в [3, 4].

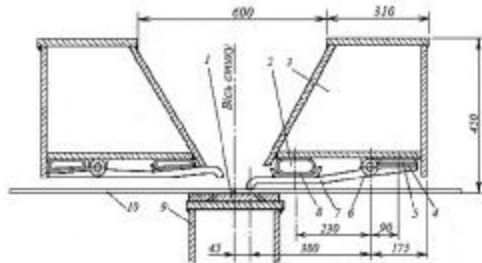
Для якісного і глибокого опрацювання заданої теми курсового проекту студент зобов'язаний максимально використовувати інформацію, наявну в літературних джерелах, Інтернеті.

4.1 Механічні стенди і кондуктори з клавішними притискачами для складання та зварювання листових конструкцій

Серед різних затискних пристроїв, механічні притискачі найбільш досконалі і надійні в експлуатації. Одна з найбільш поширених конструкцій механічного затискного пристрою – клавішний притискач. У таких пристроях листи притискаються до складальної плити клавішними важелями, які перебувають під дією силових пневмо- або гідроциліндрів, діафрагмових пневматичних камер (рис. 4.1) або прогумованих шлангів (рис. 4.2).



1 – зварювані листи, 2 – верхня несуча балка, 3 – діафрагмова пневмокамера, 4 – притискний важіль–клавіша, 5 – мідна підкладка, 6 – нижня опорна балка
Рисунок 4.1 – Клавішний притискач з діафрагмовими камерами [3]



1 – мідна підкладка, 2 – притискний шланг, 3 – верхня балка, 4 – підкладка для шлангу, 5 – шланг звороту, 6 – шарнір клавіші, 7 – притискна клавіша, 8 – підкладка для притискного шлангу, 9 – нижня балка, 10 – листи для зварювання
Рисунок 4.2 – Клавішний притискач з пневмошланговим приводом [3]

Пневмошлангові клавішні пристрої відносно портативні і при порівняно невеликих розмірах можуть розвивати дуже великі зусилля на притисках (до 20 кН (2 тс) на 1 пог. м при тиску повітря в шлангу до 0,5 МПа (5 атм).

На таких стендах і кондукторах виконується також і їх зварювання. Тому несуча конструкція стендів оснащена рейковим шляхом для зварювального автомата, змонтованим паралельно осі стику на верхній балці клавішного затискного пристрою (на рисунках не вказано).

При роботі над даною темою курсового проекту необхідно виконати розрахунки на міцність і жорсткість конструкцій складально-зварювального пристрою по затискному зусиллю, яке також потрібно розрахувати згідно методики, наведеної в [3, 4] і схемою на рис. 4.3.

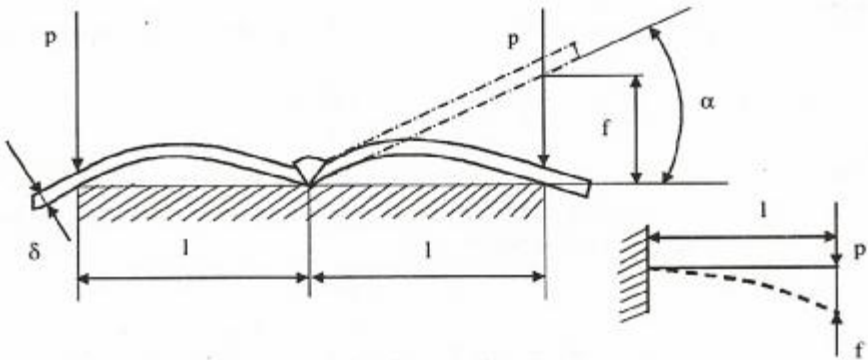
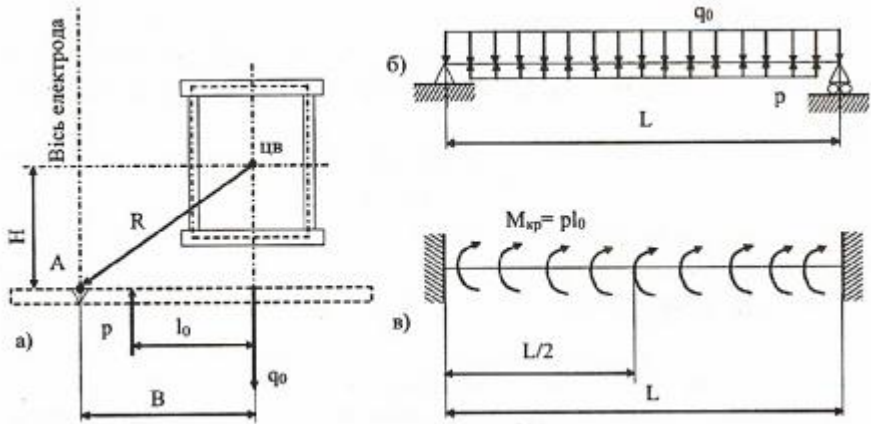


Рисунок 4.3 – Схема визначення сили притиску зварюваних листів при кутових деформаціях [4]

Схеми навантаження (рис. 4.4, 4.5) і методики розрахунку обладнання для складання і зварювання листових конструкцій наведені в [3, 4]. Вихідні дані – в Додатку А, табл. А.1.

В результаті розрахунку має бути визначено сумарне відхилення електрода в горизонтальній і вертикальній площинах через пружну деформацію (прогин) і скручування несучих конструкцій стенду.

Ці відхилення мають бути не вище допустимих по технології зварювання. Зазвичай ця величина для дугового зварювання дротом, що плавиться коливається в межах $\pm 1,5-2$ мм по горизонталі і $\pm 5-8$ мм по вертикалі.



а – схема сил в поперечному перерізі балки, б – згинання балки, в – кручення балки
Рисунок 4.4 – Схема навантаження верхньої опорної балки [4]

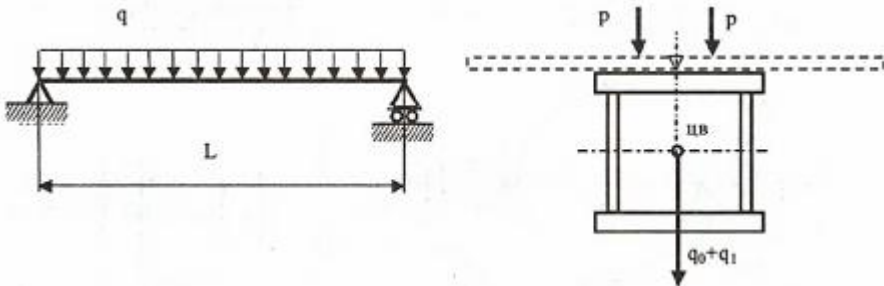


Рисунок 4.5 – Розрахункова схема опорної балки станда [4]

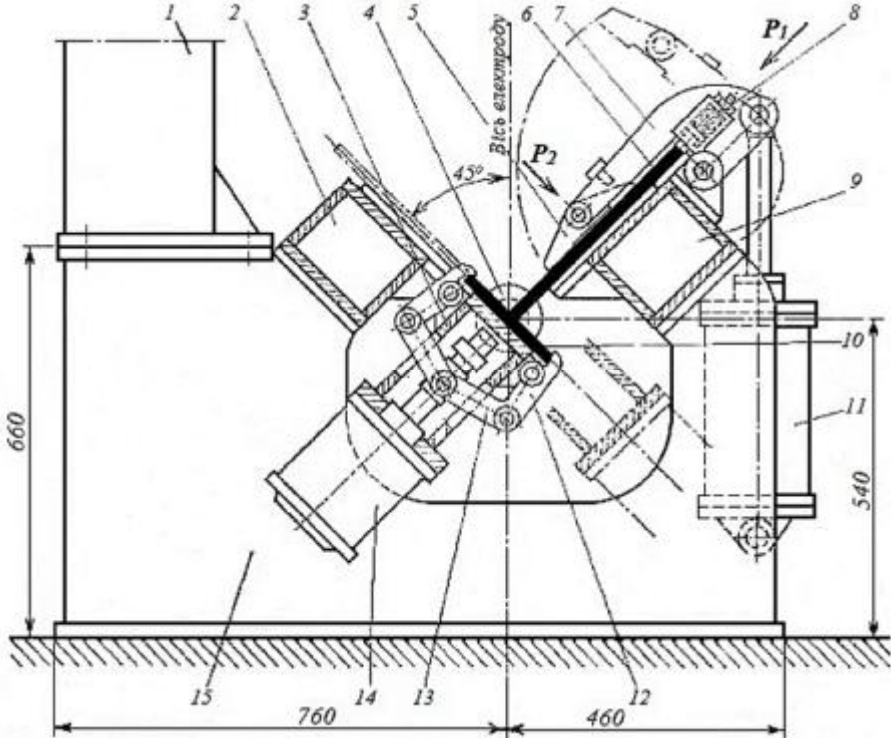
4.2 Кондуктори-кантувачі для складання і зварювання балкових конструкцій

Для поштучного механізованого складання і зварювання балок застосовуються найрізноманітніші конструкції стандів, типовим представником яких є кондуктор-кантувач для складання і зварювання таврових балок (рис. 4.6).

Кінематичні схеми та конструкції важільних затискних пристроїв, які застосовуються в складально-зварювальних кондукторах і стандах, 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-кантувач, котрий оснащений важільними механізмами (рис. 4.7).

Вихідні дані – в Додатку А, табл. А.2.



1 – колона з рейковим шляхом для зварювального автомата, 2, 9 – опорні балки кондуктора, 3 – кондуктор-кантувач, 4 – вісь повороту кантувача, 5 – шарнірний балансир, 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 4.6 – Кондуктор-кантувач для складання і зварювання таврових балок [3]

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. 4.8) утворюється від дії моменту

де – усадочна сила, яка діє по осі зварного шва;
 – відстань між центрами ваги поперечного перерізу зварного шва та балки (ексцентриситет).

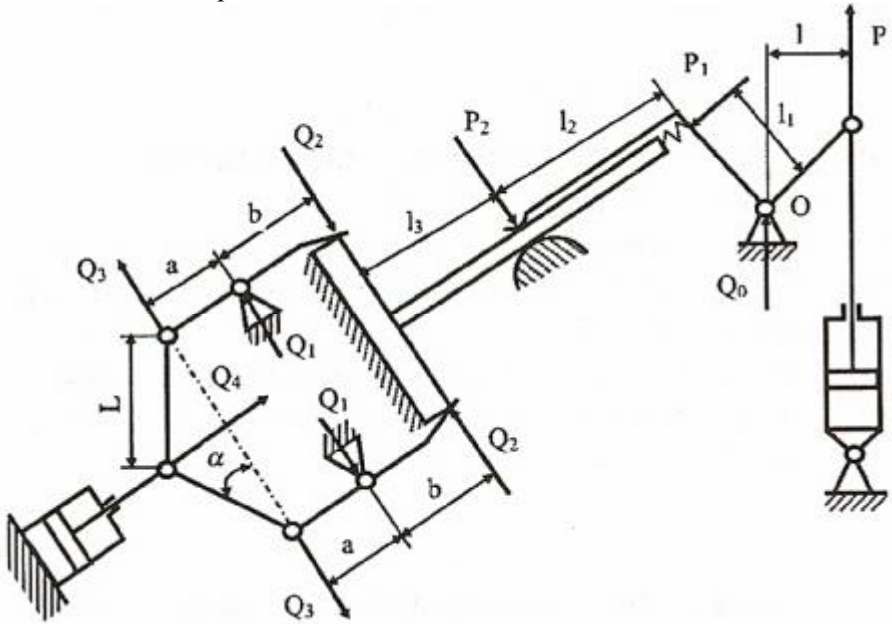


Рисунок 4.7 – Розрахункова схема важільного затискного пристрою кондуктора-кантивача [4]

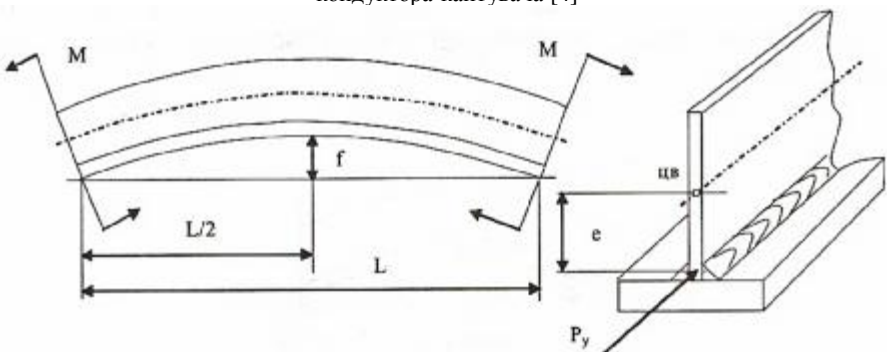
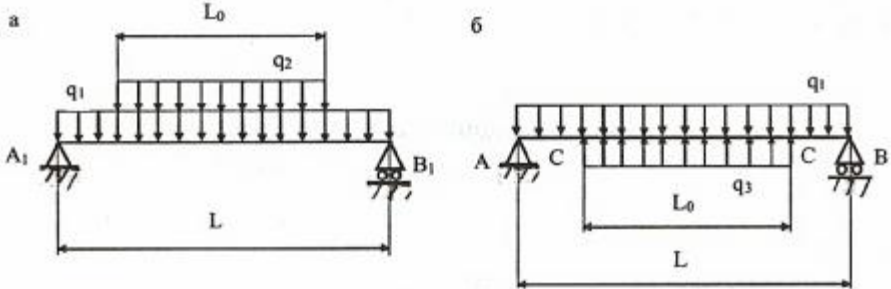


Рисунок 4.8 – Деформація таврової зварної балки [4]

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

В даному курсовому проєкті необхідно виконати розрахунки на міцність і жорсткість опорної балки кондуктора. Схема навантаження (рис. 4.9) і методи розрахунку обладнання для складання і зварювання балочних конструкцій наведені в [3, 4].



а – при складанні виробу, б – після зварювання виробу

Рисунок 4.9 – Схема навантаження опорної балки кондуктора-кантувача [4]

4.3 Одностоякові консольні кантувачі та обертачі

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

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.

Розрізняють кантувачі і обертачі з горизонтальною, нахиленою і вертикальною віссю обертання [3, 4]. Конструктивно вони виконані однаково (рис. 4.10).

Мета розрахунку: визначення максимальних згинальних моментів та крутних моментів, а також навантаження в опорах для розрахунку діаметра шпинделя в небезпечних перерізах, вибір підшипників та потужності приводу обертача (кантувача).

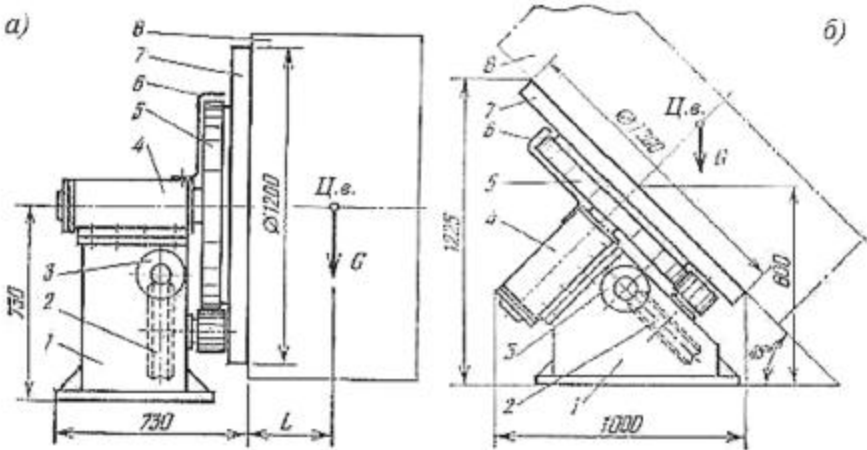
Вихідні дані для розрахунку: конструктивна, кінематична та розрахункові (рис. 4.11-4.14) схеми, розміри та вага зварювального виробу, положення центра ваги (Додаток А, табл. А.3, А.4, А.5).

Розмір діючих на шпиндель моментів, а також опорних реакцій

значною мірою залежить від розташування відомого зубчастого вінця на шпинделі. Кожна розрахункова схема представлена в двох варіантах:

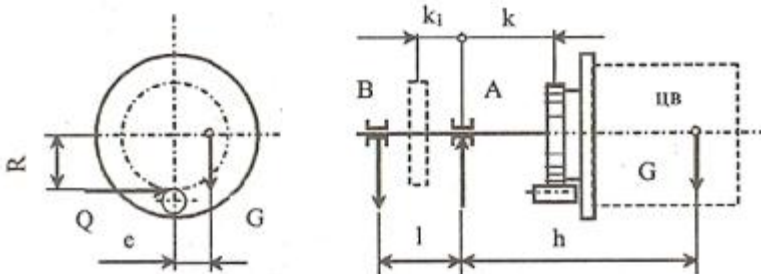
1 – зубчасте колесо або зубчастий вінець закріплене на передній консольній частині шпинделя і навіть може бути зв'язане безпосередньо з планшайбою;

2 – зубчасте колесо розташовано на шпинделі між опорами (показано на схемах штриховою лінією).



1 – станина, 2 – черв'ячний редуктор, 3 – електродвигун, 4 – корпус шпинделя,
5 – зубчастий вінець, 6 – захисний кожух, 7 – кріпильна планшайба,
8 – виріб, що зварюється

Рисунок 4.10 – Одностоякові кантувачі з горизонтальною (а) і нахиленою (б) віссю обертання [3]



G – вага виробу, Q – окружна сила на зубчастому вінці, R – радіус початкового кола зубчастого вінця, e – ексцентриситет, А і В – реакції в опорах підшипників

Рисунок 4.11 – Розрахункова схема одностоякового обертача з горизонтальним шпинделем [4]

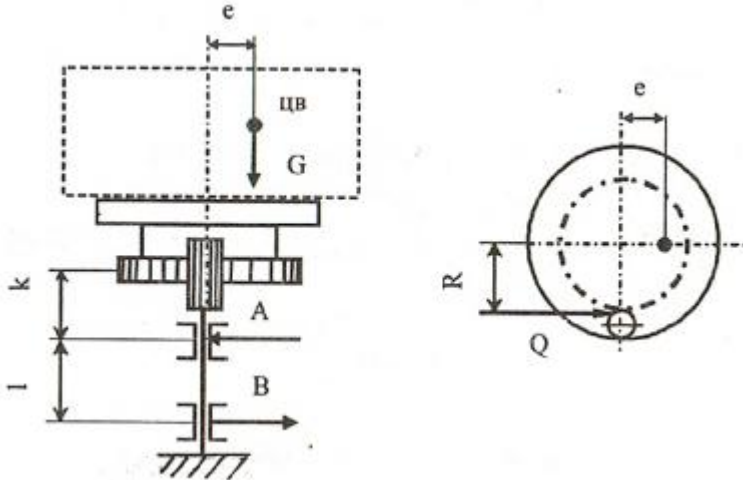


Рисунок 4.12 – Розрахункова схема обертача з вертикальним шпинделем [4]
(позначення ті ж, що і на рис. 4.11)

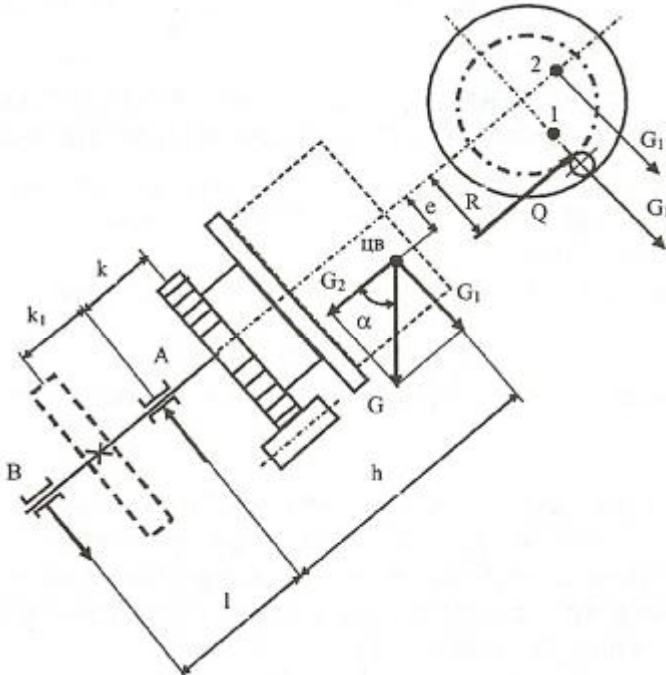


Рисунок 4.13 – Розрахункова схема одностяжкового обертача з нахиленим шпинделем [4] (позначення ті ж, що і на рис. 4.11)

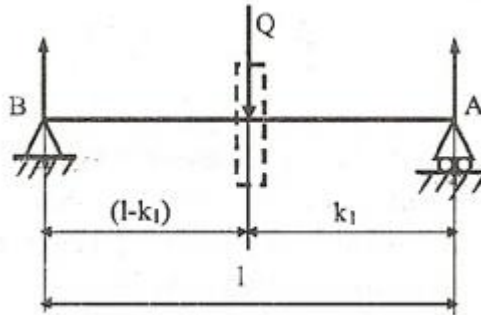


Рисунок 4.14 – Схема навантаження шпинделя окружною силою [4]
(позначення ті ж, що і на рис. 4.11)

Розрахунок одностоякових обертачів та кантувачів з горизонтальним, нахиленим і вертикальним шпинделем виконується, користуючись методикою, наведеною в [3, 4].

4.4 Двостоякові центрові кантувачі та обертачі

Конструктивна схема двостоякового кантувача складена з двох опорних бабок: передньої приводної у вигляді одностоякового кантувача з доповненням шарнірного кріпильного пристрою та задньої холостої рухомої бабки з кріпильним самовстановлюваним центром. Принцип самовстановлюваності в даному прикладі реалізований за допомогою шарніра.

Шарнірне або інше самовстановлюване спряження кріпильних пристроїв зі шпинделем передньої та задньої бабок дозволяє розглядати закріплений в них виріб як балку, вільно оперту по кінцям, а реакції опор, котрі сприймають вагу виробу, прикладеними до центрів шарнірів. Якщо ж кріплення виробу в передній і задній бабках кантувача буде жорстким, то на кріпильних планшайбах і шпинделях крім реактивних опорних зусиль в місцях кріплення виникнуть і реактивні згинальні моменти, які можуть виявитися досить значними і при обертанні виробів навіть загрожувати поломкою кантувача.

Розрахункова схема кантувача з шарнірами показана на рис. 4.15.

Вихідні дані для розрахунку: розміри та вага зварювального виробу, положення центра ваги (Додаток А, табл. А.6).

ланцюг 2. Укладена на них балка 3 перекочується по ланцюгам і повертається навколо своєї горизонтальної осі.

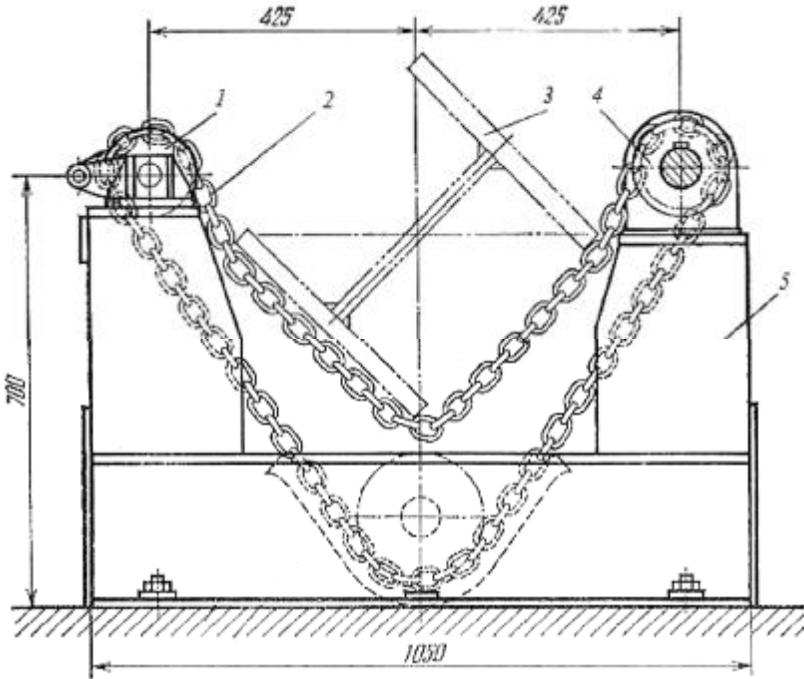


Рисунок 4.16 – Типова стойка ланцюгового кантувача [3]

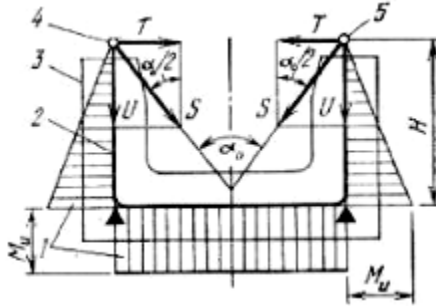
Укладання виробу в такий кантувач здійснюється за допомогою мостового крана просто і швидко, оскільки не виникає потреби його закріплення в центрах або на планшайбах. Наявність проміжних опор сприяє запобіганню утворення значного прогину зварюваної балки.

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. 4.17). Вихідні дані – в Додатку А, табл. А.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. Цей кут вважається одним з головних параметрів ланцюгового кантувача. Відповідно до наведеної

методики розрахунку [3, 4] кут обхвату слід вибирати в межах $60-100^\circ$.



1 – епюри згинальних моментів, 2 – розрахункова схема стойки, 3 – контур металоконструкції стойки, 4 – вісь блоку, 5 – приводний вал ведучих зірочок
Рисунок 4.17 – Схема навантаження опорної стойки ланцюгового кантувача [3]

Ланку зварного ланцюга (рис. 4.18) 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].

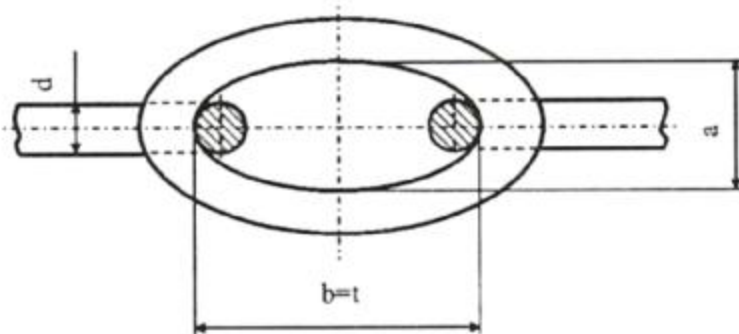


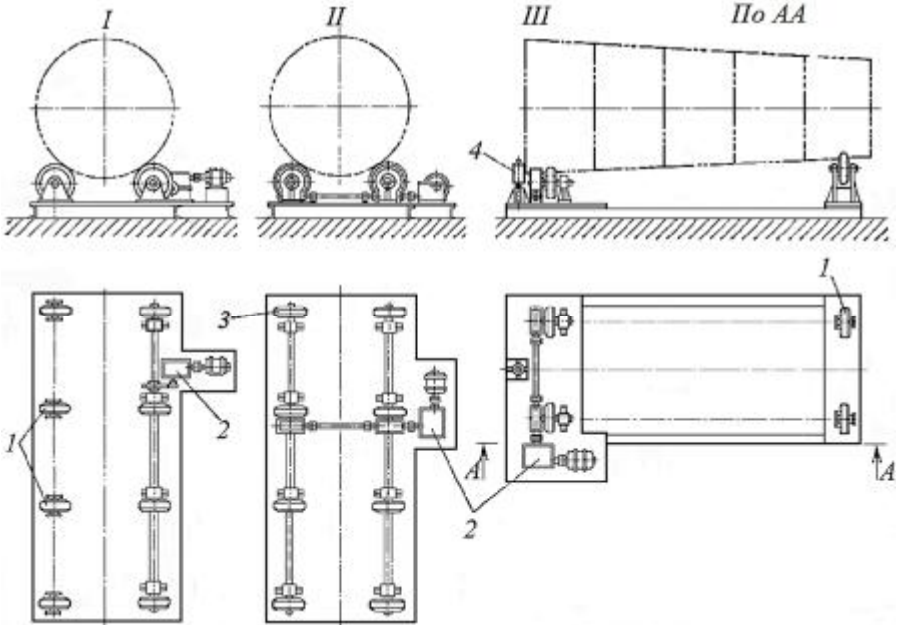
Рисунок 4.18 – Конструкція ланки зварного ланцюга [4]

Далі визначається необхідна потужність приводу ланцюгового кантувача. І, 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 стоек здійснюється за зусиллям і моментам, діючим на ланцюгові зірочки і блоки кантувача, що передається на поздовжній вал і осі блоків.

4.5.2 Роликові стенди (обертачі)

Роликові стенди (рис. 4.19) 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.



- 1 – холості роликоопори, 2 – електропривод, 3 – приводні роликоопори,
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 4.19 – Типові схеми роликових стендів [3]

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 роликоопори. 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 роликкових стелів 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 роликкового стелу. Вихідні дані – в Додатку А, табл. А.8.

Для розрахунку роликкових стелів можуть застосовуватися кілька розрахункових схем в залежності від кількості рядів приводних і холостих роликів, місця їх розташування [3, 4]. На рис. 4.20, як приклад показана розрахункова схема роликкового стелу з одним рядом приводних роликкоопор (лівим, відповідно рис. 4.20).

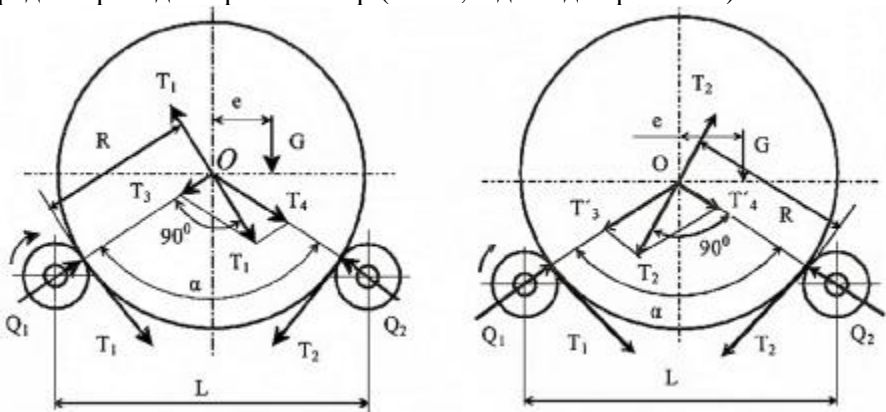


Рисунок 4.20 – Розрахункова схема роликкового стелу [4]

В даному проекті необхідно виконати розрахунок:

– вала приводної роликкоопори з черв'ячним редуктором. Як приклад, можна використовувати розрахункову схему вала [3, рис. 113].

– потужності приводного двигуна за відомими методиками дисципліни "Деталі машин" [5] і перевірити запас зчеплення приводних роликів з виробом.

4.5.3 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 обертових мас кантователя і виробу – ексцентриситет e), то є небезпека пробуксовки і ковзання опорних кілець щодо ролюкоопор. В такому випадку використовується кантувач з усіма приводними ролюкооперами (рис. 4.21).

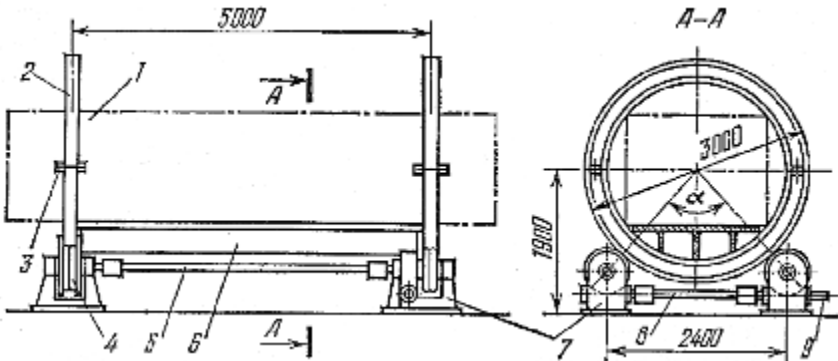


Рисунок 4.21 – Кільцевий фрикційний кантувач загального призначення з усіма приводними ролюкооперами [3]

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 ролюкоопор.

Розрахунок фрикційних кільцевих [3, 4] кантувачів (рис. 4.22) аналогічний розрахунку ролюкоопор для ролюкових стендів, однак є і відмінності.

Перш за все, необхідно враховувати, що звичайний ролюковий стенд, на відміну від кільцевого кантователя, 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 є величиною постійною.

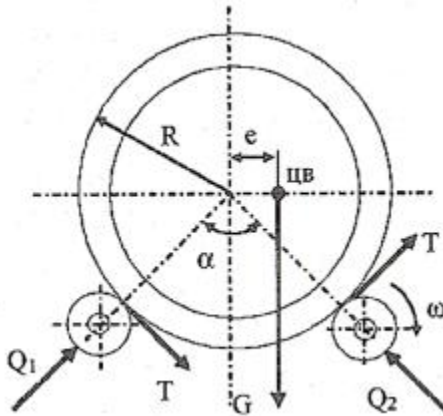


Рисунок 4.22 – Розрахункова схема кільцевого фрикційного кантувача [4]

При розрахунку кільцевого кантувача для конкретного кута 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.

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

Вихідні дані для розрахунку – в Додатку А, табл. А.9.

4.6 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.

Універсальні важільно-домкратні кантувачі мають таку конструкцію (рис. 4.23).

графічно знаходять величину плечей усіх прикладених до них сил та по рівнянням моментів визначають значення цих сил.

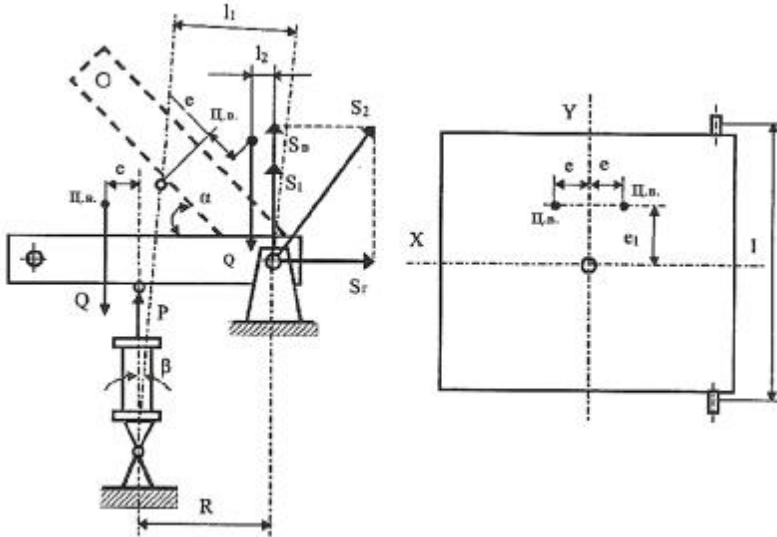


Рисунок 4.24 – Розрахункова схема універсального важільно-домкратного кантувача [4]

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.

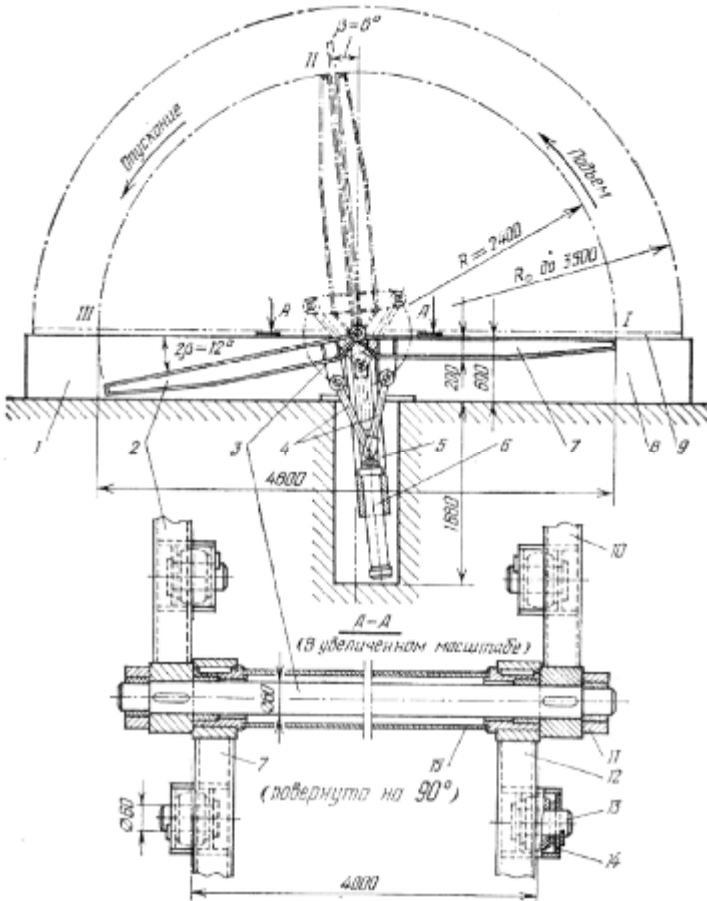
Розрахунок опорної піввісі виконують на згинання та зрізання, діаметр піввісі визначають, виходячи з максимального згинального моменту. Гніздо розраховується на питомий тиск.

Розрахунок важільного кантувача виконується за методикою, наведеною в [3, 4] і на підставі розрахункової схеми (рис. 4.24). Вихідні дані – в Додатку А, табл. А.10.

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

4.7 Важільно-книжкові кантувачі

Основна конструктивна ідея важільно-книжкового кантувача (рис. 4.25) полягає в нахилі осі приводного гідроциліндра – домкрата 6 щодо вертикалі і в синхронному повороті важелів 2, 7, 10, 12 при складанні на $\beta = 96^\circ$ та розкладанні.



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 4.25 – Важільно-книжковий кантувач для листових виробів [3]

4.8 Універсальні зварювальні обертачі

Універсальність таких обертачів полягає в тому, що вони можуть використовуватись в якості обертачів, маніпуляторів, кантувачів та позиціонерів.

До складових частин універсального обертача входять (рис. 4.27) корпус 1 з механізмом нахилення планшайби, стіл (траверса) 2 з планшайбою 3 і механізмом обертання.

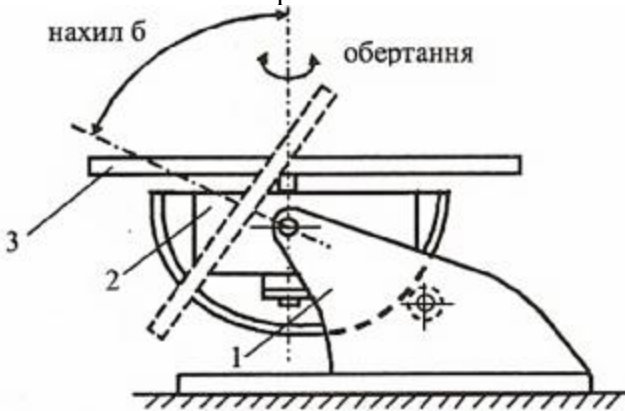


Рисунок 4.27– Схема універсального обертача [4]

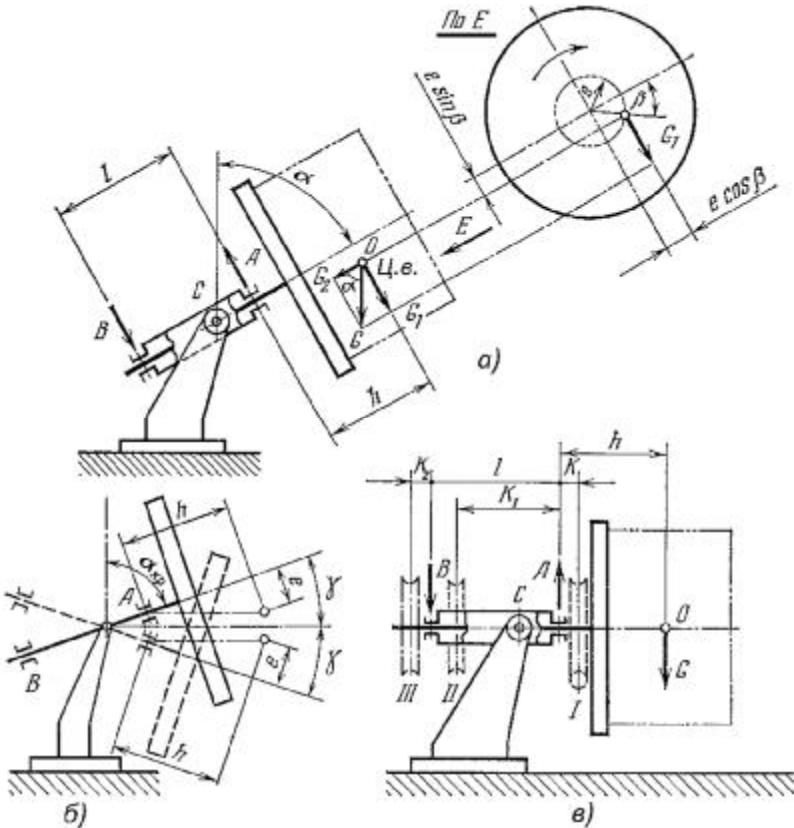
Універсальні обертачі (маніпулятори) і позиціонери конструктивно не відрізняються, тому що виготовляються з уніфікованих функціональних вузлів. Вони мають два механізми: для обертання планшайби та для її нахилу під відповідним кутом. Як правило, механізми нахилу планшайби забезпечують нахил з постійною швидкістю і обладнані електроприводом змінного струму з асинхронним двигуном.

Об'єктами конструювання та розрахунку в зварювальних маніпуляторах є:

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

Розрахункова схема механізму обертання планшайби маніпулятора наведена на рис. 4.28.

Вихідні дані – в Додатку А, табл. А.12.



a – нахилене положення під довільним кутом α , *б* – нахилене положення під кутом $\alpha_{сп}$, *в* – горизонтальне положення при $\alpha = 0$

Рисунок 4.28 – Розрахункові схеми механізму обертання маніпулятора

Механізм обертання планшайби універсального обертача (маніпулятора) обладнаний електроприводом постійного струму з електромашинним підсилювачем і забезпечує обертання зварюваного виробу в широкому діапазоні зварювальних швидкостей.

У залежності від вантажопідйомності розрізняють такі маніпулятори та позиціонери:

- а) легкі – до 500 кгс;
- б) середні – від 500 кгс до 2000 кгс;
- в) важкі – до 10 000 кгс і більше.

Виходячи з розрахункової схеми, максимальний еквівалентний згинальний момент у найбільш небезпечному перерізі шпинделя – в підшипнику A :

$$M_{e\max} = G\sqrt{h^2 + e^2}$$

Розташування ведучої і веденої зубчастих шестерень на валу в положеннях I , II або III (рис. 4.28 *в*) впливає на величину діючих на шпиндель моментів та опорних реакцій. Ведучу шестерню, як правило, розміщують унизу. В залежності від положення зубчастих шестерень необхідно розрахувати діаметр шпинделя і перевірити його на міцність і витривалість, а також перевірити на жорсткість – згинальну (Δ) і крутильну (φ).

Потім по крутному моменту та максимальній частоті обертання шпинделя із урахуванням витрат на тертя в підшипниках та загального ККД приводного механізму треба визначити потужність привода N .

За потужністю обраного електродвигуна і кінематичної схеми приводного механізму визначаються розміри всіх елементів механізму (валів, зубчастих передач, підшипників та ін.) методами розрахунку деталей машин [5].

Для визначення розрахункового навантаження механізму нахилення необхідно розглянути два небезпечних положення: горизонтальне (рис. 4.29 *а*) та нахилене (рис. 4.29 *б*, *в*).

Найбільший вантажний момент відносно осі нахилення буде у другому (нахиленому) положенні, при якому плече дії вантажного моменту досягає максимального значення $\sqrt{h_1^2 + e^2}$, а максимальний вантажний момент:

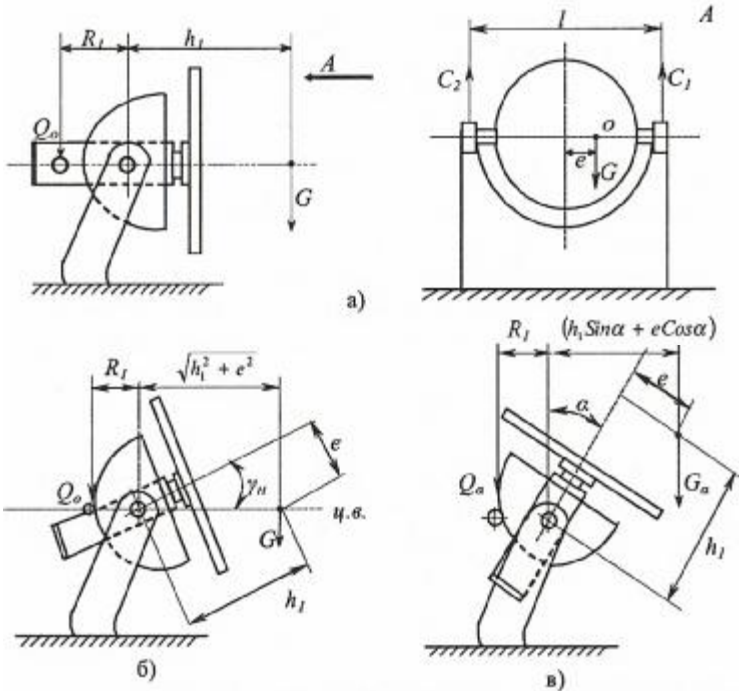
$$M_{вт} = G\sqrt{h_1^2 + e^2}.$$

Виходячи з цього визначається потужність приводу і окружне зусилля на зубчастих секторах.

Розрахункові формули для визначення силового навантаження механізму нахилу зварювального обертача і методика його розрахунку наведені в [3, 4].

Підшипники для цапф поворотної траверси вибираються з урахуванням опорних реакцій. Для підшипників ковзання розрахунок

виконується через допустимий питомий тиск, а для підшипників кочення - з урахуванням діаметра цапфи або шпинделя та допустимих навантажень, наведених у каталогах шарико- і роликопідшипників.



а) – горизонтальне положення при куті α та β ; б) – нахилене положення під кутом α та β ; в) – нахилене положення під довільним кутом α

Рисунок 4.29 – Розрахункові схеми механізму нахилення універсального обертача [4]

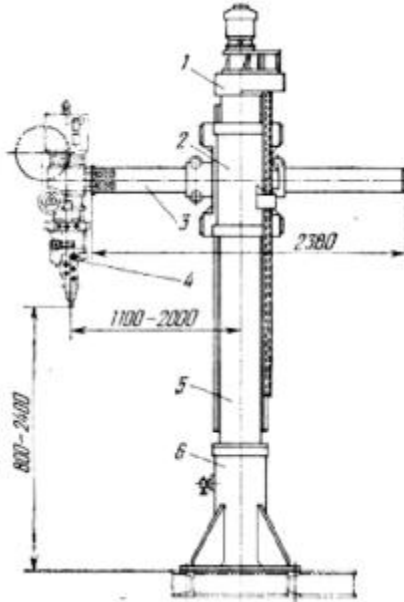
Поворотна траверса універсального обертача аналогічна балці на двох опорах, навантаженої згинальним та крутним моментами. Розрахунок такої траверси на міцність та жорсткість виконується за формулами курсів "Опір матеріалів" і "Деталі машин" [5, 6].

4.9 Підйомно-поворотні колони

Типові поворотні колони (ПК) випускаються чотирьох основних моделей: ПК-1, ПК-2, ПК-3 і ПК-4. Кожна з них являє собою пристрій для настановних переміщень зварювального апарату за трьома взаємно

перпендикулярними напрямками: два – прямолінійні (вертикальне і горизонтальне) і одне – кругове, поворотне навколо осі колони.

При зварюванні кільцевих швів діаметром 600-2000 мм може застосовуватися колона ПК-1 (рис. 4.30) з несамохідними зварювальними апаратами, закріпленими на висувній консолі.

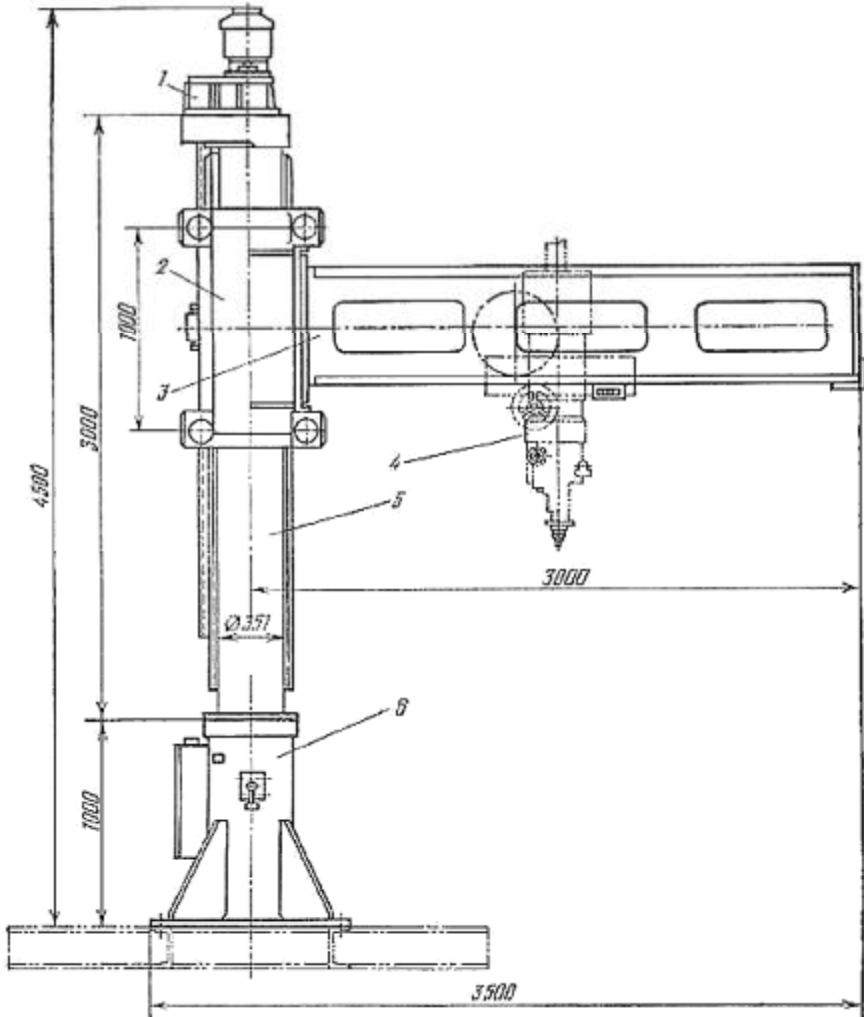


- 1 – привід підйому, 2 – каретка, 3 – консольна штанга, 4 – зварювальний апарат,
5 – поворотна частина колони, 6 – нерухома підставка

Рисунок 4.30 – Поворотна колона ПК-1 [3]

При цьому зварюваний виріб обертається з швидкістю зварювання за допомогою маніпулятора, обертача або роликового стенда. Підйом, опускання і висунення штанги, виконується за допомогою відповідних електроприводів. Швидкість підйому 2 м/хв, швидкість висунання – 1 м/хв. Обидва механізми (підйомний і висувний) ґрунтуються на застосуванні ходових гвинтів, що приводяться в обертання електродвигуном через дві пари циліндричних зубчастих передач. Поворот колони здійснюється вручну. При цьому немає потреби особливих зусиль, так як вся частина що обертається змонтована на підшипниках кочення. Поворотний пристрій забезпечений ручним стопором і обмежувачами кута повороту, що регулюються.

Поворотна колона ПК-2 (рис. 4.31) відрізняється від колони ПК-1 тим, що замість висувної горизонтальної штанги вона забезпечена підйомною консольною балкою, по якій пересувається самохідний зварювальний автомат.

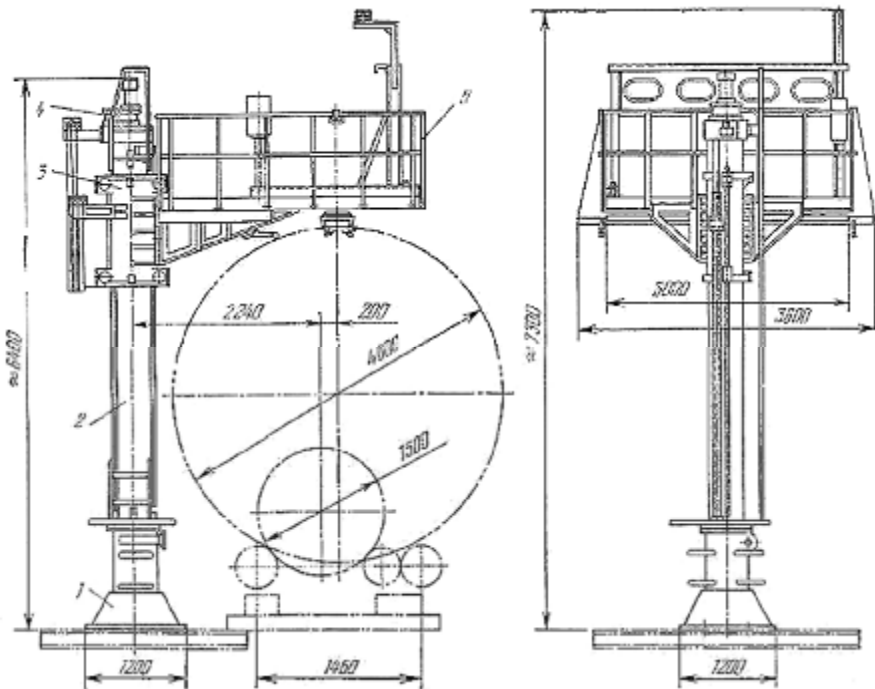


1 – привод підйому, 2 – каретка, 3 – консольна штанга, 4 – зварювальний апарат,
5 – поворотна частина колони, 6 – нерухома підставка

Рисунок 4.31 – Поворотна колона ПК-2 [3]

Завдяки цьому за допомогою колони ПК-2 можна зварювати не тільки кругові шви діаметром 600-2000 мм, а й прямі, які розташовані радіально щодо осі колони і мають довжину до 1800 мм. В іншому ця колона складається з тих же уніфікованих вузлів, що і ПК-1.

Поворотна колона ПК-3 (рис. 4.32) відрізняється від ПК-1 і ПК-2 більшими розмірами, а також тим, що замість радіальної консольної балки (як в ПК-2) до каретки прикріплені балки з поздовжніми рейками на фасадній стороні для самохідного зварювального апарату, а також з люком в підлозі для можливості роботи зварювальним трактором.



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

Рисунок 4.32 – Поворотна колона ПК-3 [3]

Наявність балкона в колоні ПК-3 замість консольної балки або штанги обумовлено неможливістю обслуговувати зварювальну апаратуру на великій висоті з підлоги і необхідністю пристрою зручною і безпечною кабіни для зварника поблизу зони зварювання,

так як її доводиться вести на висоті до 5 м.

Колона ПК-4 змонтована з тих же уніфікованих вузлів, що 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 направляючими (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.

4.10 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 переміщати зварювальні апарати на великі відстані при зварюванні прямолінійних швів.

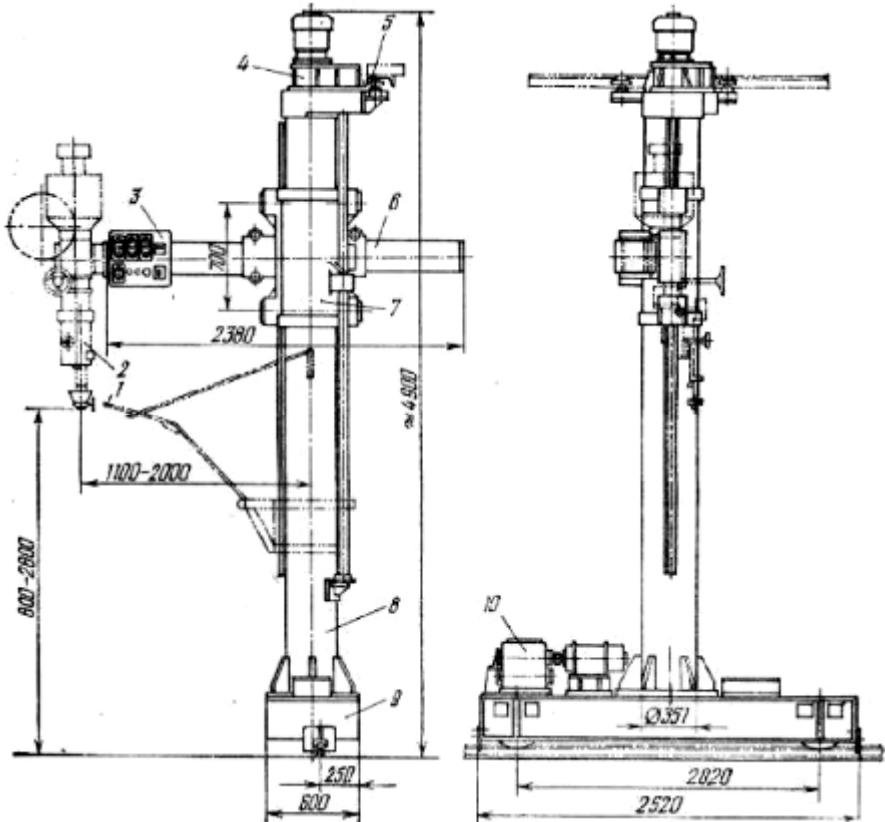
Візки призначені для переміщення зварювальних апаратів з швидкістю зварювання та з маршовою швидкістю. В залежності від конструктивного оформлення розрізняють такі самохідні візки:

- велосипедні;
- глагольні;
- портальні;
- спеціальні, які призначені для обслуговування окремих операцій.

4.10.1 Велосипедні візки

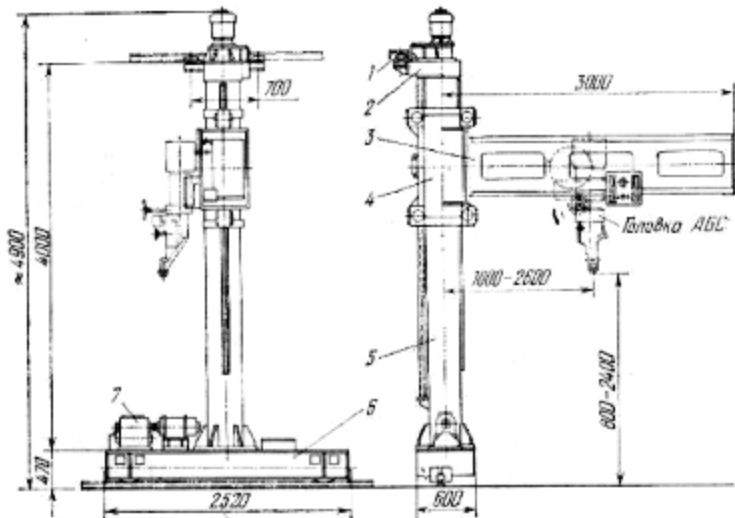
Велосипедні візки призначені для переміщення зварювальних апаратів з маршовою швидкістю або зі швидкістю зварювання при зварюванні кільцевих та прямолінійних швів.

Розрізняють велосипедні візки (ВТ-1 і ТВС-3,2/2) [3, 4] для несамохідних зварювальних апаратів типу АБ, А-384, А-626 та інших при зварюванні прямолінійних та кільцевих швів (рис. 4.33), а також велосипедні візки (ВТ-2 і ВТ-4) для самохідних зварювальних апаратів, призначених для зварювання прямолінійних поперечних, поздовжніх і кільцевих швів (рис. 4.34). 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 – привід візка

Рисунок 4.33 – Візок велосипедний ВТ-1 для несамохідних зварювальних апаратів [3]



- 1 – верхні ролики, 2 – механізм підйому каретки, 3 – консоль з направляючими,
4 – каретка, 5 – колона ПК-2, 6 – нижнє шасі, 7 – привід візка

Рисунок 4.34 – Візок велосипедний ВТ-2 для самохідних зварювальних апаратів [3]

Велосипедні візки переміщуються двома рейками: по нижній рейці на катках та по верхній напрямній, що закріплена на колонах цеху або біля стіни. При їх розташуванні в інших місцях необхідно мати спеціальні металоконструкції для закріплення верхньої рейки.

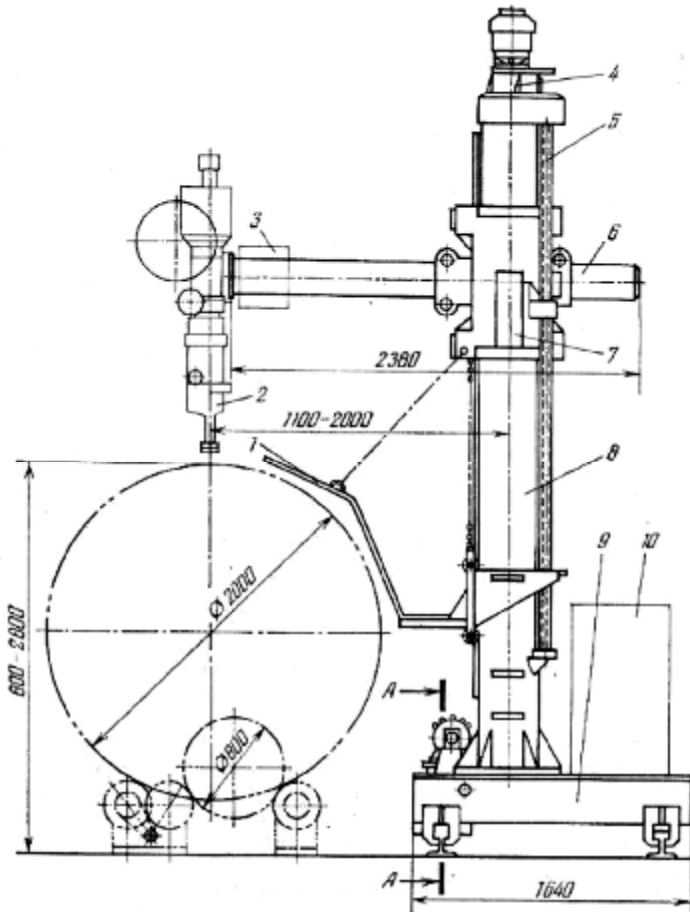
Велосипедні візки займають невелику виробничу площу, але при використанні цехових колон необхідно мати на увазі, що у випадку недостатньої їх жорсткості коливання, збуджені переміщенням мостового крану, можуть передаватися зварювальному апарату і впливати на якість зварного шва.

4.10.2 Глягольні візки

Візки Г-подібної конструкції призначені для переміщення зварювальних апаратів з маршовою швидкістю або зі швидкістю зварювання при зварюванні кільцевих швів та поздовжніх швів великої протяжності. 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 (рис. 4.35). Візок ГТ-2, в порівнянні з ГТ-1, може повертатись на 360° в основі.



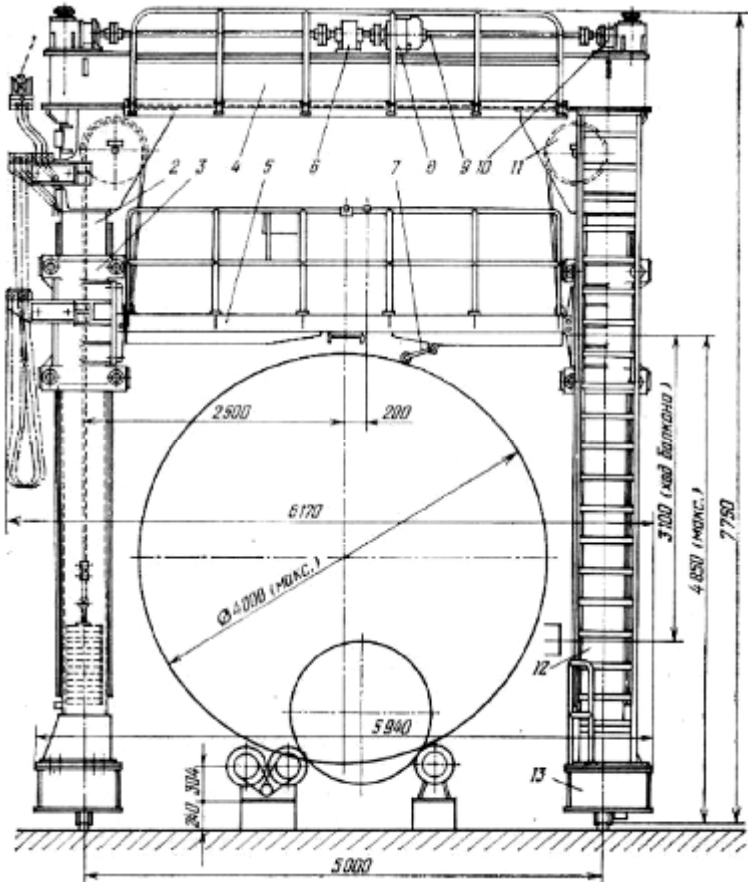
1 – щиток-підлокітник, 2 – зварювальний апарат, 3 – пульт управління, 4 – механізм підйому каретки, 5 – підйомний гвинт, 6 – висувна штанга, 7 – каретка, 8 – колона, 9 – візок, 10 – шафа апаратури управління

Рисунок 4.35 – Глагольний візок [3]

4.10.3 Портальні візки

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

Портальні візки (рис. 4.36) [3, 4] переміщуються по рейках, розташованих з двох сторін виробу.



- 1 – монорейка, 2 і 12 – колони, 3 – каретка (2 шт.), 4 – ригель, 5 – робочий balkon 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 4.36 – Портальний візок [3]

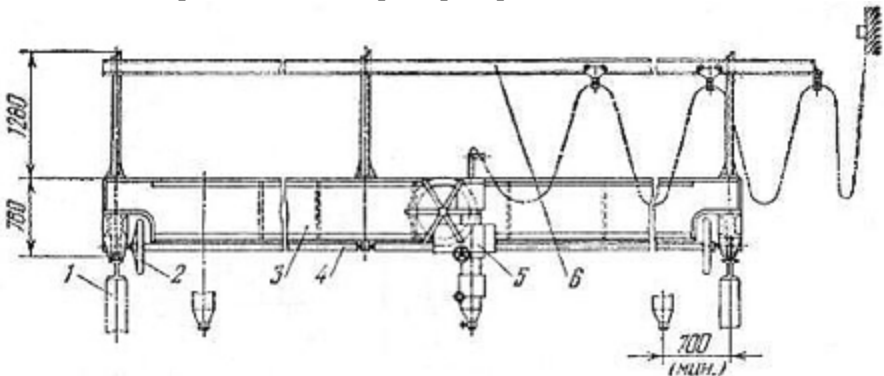
Такі візки мають найбільшу жорсткість. При великих габаритах зварюваних виробів конструкція порталних візків ускладнюється через необхідність забезпечення жорсткості портала з великим прольотом. Для зварювання застосовуються зварювальні трактори, а при додатковій установці рейкових напрямних можуть застосовуватись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

4.10.4 Напрявні для зварювальних апаратів

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.

Котучі балки (рис. 4.37) призначені для переміщення самохідних зварювальних апаратів при зварюванні прямолінійних швів балок, колон, циліндричних посудів та інших виробів. Такі котучі балки не мають механізованого приводу для переміщення. Для фіксації балки на лінії шва передбачені стопорні пристрої [3, 4].



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

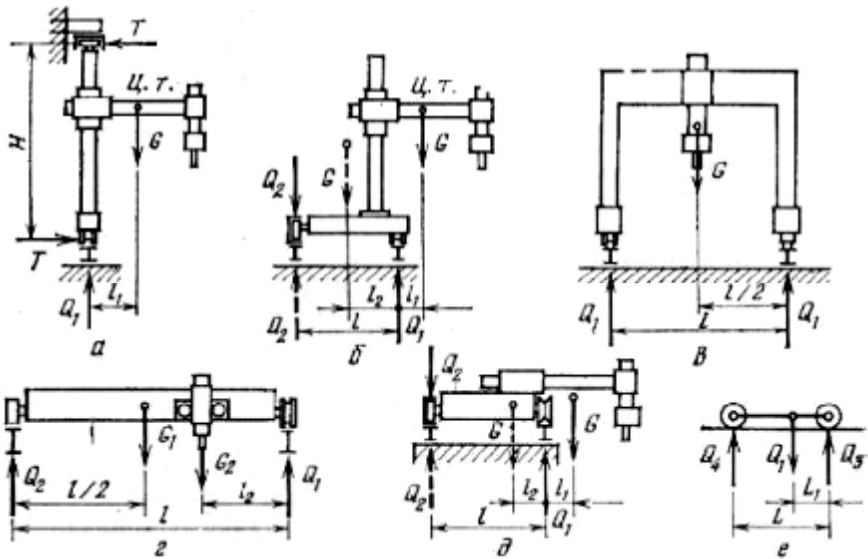
Рисунок 4.37 – Котуча балка [3]

4.10.5 Розрахунок зварювальних візків та несучих конструкцій

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 колів по заданій вазі візка та положенню його центра ваги. Для розрахунку необхідно вибрати найбільш невідне його положення. Таке положення ц. в. вибирається при максимальному вильоті штанги зі зварювальною головою. Розрахункові схеми різних типів зварювальних візків представлені на рис. 4.38.

Вихідні дані для розрахунку візків наведені в додатку А (табл. А.13, А.14, А.15, А.16)



а – велосипедна, *б* – глгольна, *в* – портална, *г* – мостова, *д* – консольна,

е – схема розподілів зусиль на колеса однієї рейки

Рисунок 4.38 – Розрахункові схеми зварювальних візків [3]

Методики розрахунку і перевірка запасу зчеплення коліс з рейкою представлені в [3, 4].

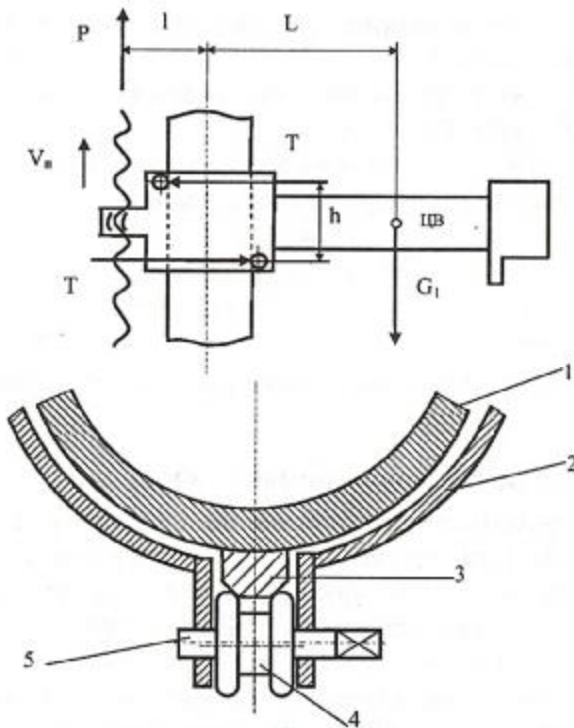
За знайденим зусиллям, діючим на ходових колесах, визначають діаметри їх валів і вісів, користуючись методикою аналогічного

розрахунку ролюкоопор ролюкових стендів [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.

Розрахункові схеми та конструкції означених механізмів наведені на рис. 4.39 і 4.40 та в [3, 4].

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

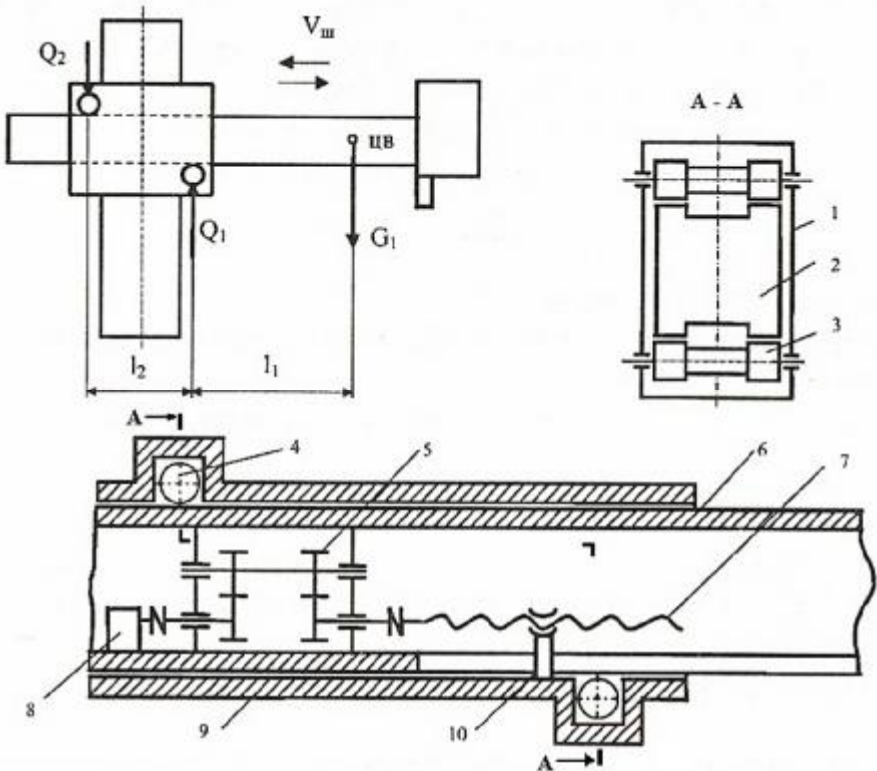


1 – колона, 2 – каретка, 3 – клиноподібна рейка, 4 – ролик, 5 – ексцентрична вісь ролика

Рисунок 4.39 – Розрахункова та конструктивна схеми механізму піднімання каретки [4]

4.10.6 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.



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

Рисунок 4.40 – Розрахункова та конструктивна схеми механізму висування штанги [4]

Розрахункова схема несучої конструкції зварювального візка

представлена на рис. 4.41 на прикладі глягольного візка з максимальним вильотом та висотою підйому штанги, навантажених зосередженою силою та рівномірним розподілим навантаженням.

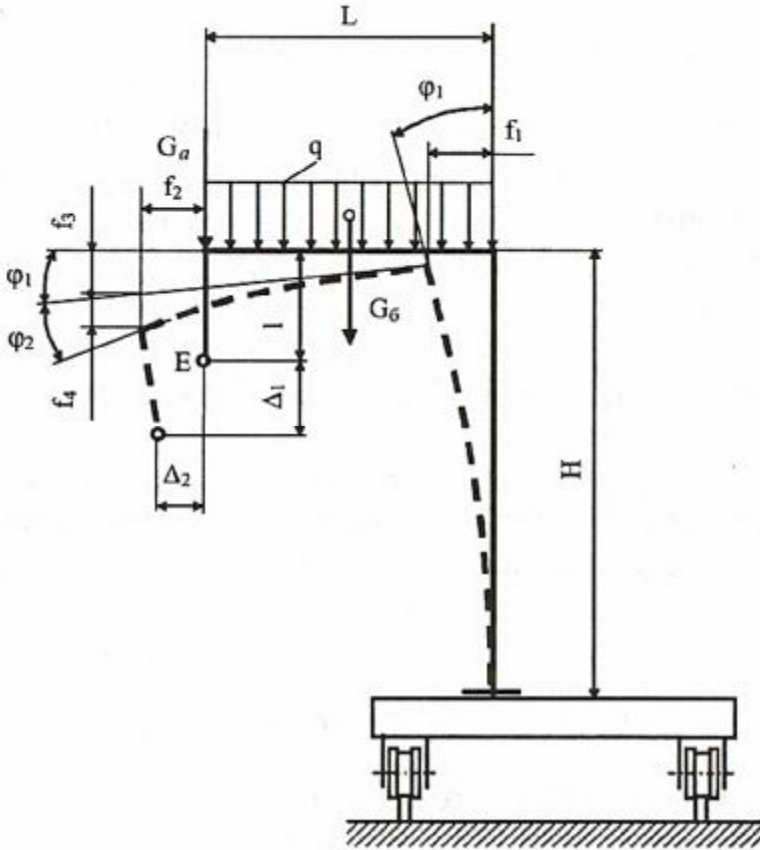


Рисунок 4.41 – Розрахункова схема несучої конструкції глягольного зварювального візка [4]

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. 4.42).

Аналогічно проводиться розрахунок на вигин і закручування і консольних несучих балок, якщо центр ваги зварювального апарату

ексцентричний по відношенню до поперечного перерізу балки (рис. 4.42).

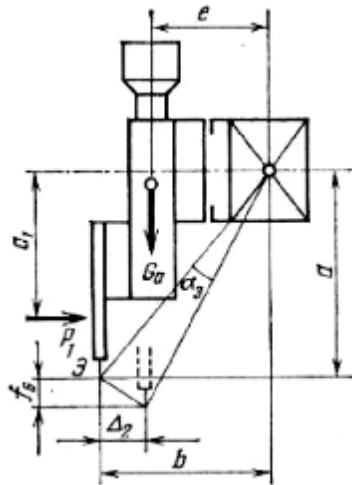


Рисунок 4.42 – Розрахункова схема закручування балки мостового візка

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

4.11 Висновки

Дати стислу характеристику методики розрахунку, що використовується в курсовому проекті і оцінку результатів розрахунку з точки зору їх відповідності вимогам завдання.

5 ВКАЗІВКИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ І ЗАХИСТУ КП

5.1 Вимоги до оформлення курсового проекту

Оформлення та нумерація сторінок пояснювальної записки повинно виконуватися згідно з вимогами ДСТУ 3008:2015 [1] та ДСТУ ГОСТ 3.1001:2014 (ЄСТД) [2].

Пояснювальна записка (ПЗ) має бути на аркушах одного сорту білого паперу формату А4 (210×297). З усіх чотирьох сторін аркуша повинні залишатися поля. Розмір поля не менш: лівого – 25 мм, правого – 10 мм, розмір верхнього і нижнього – 20 мм.

Текст ПЗ друкують шрифтом Times New Roman чорного кольору прямого накреслення через півтора міжрядкові інтервали кеглем 14. Вирівнюють текст по ширині. Розмір шрифту для написання заголовків у рядках, колонках таблиць і пояснювальних даних на рисунках, в таблицях встановлюється студентом самостійно.

Титульний лист курсового проекту є першим аркушем і оформлюється за формою (Додаток В).

Всі сторінки курсового проекту мають бути скріплені.

Конструкторська частина проекту виконується згідно ДСТУ.

Креслення зварних конструкцій та вузлів виконується на листі А1 (594×841 мм) з щільного білого паперу і надаються у такому об'ємі, щоб було повне і чітке їх зображення з усіма необхідними проекціями і зі специфікацією на деталі, які входять до їх складу. Основні надписи на кресленнях виконуються згідно з ДСТУ. Специфікація виконується згідно з ДСТУ 3008:2015 на окремому аркуші і підшивається до ПЗ, як додаток.

Нормативний контроль правильності дотримання вимог ДСТУ, СТП здійснює керівник.

5.2 Захист проекту

Захист проекту є завершальним етапом роботи і проводиться перед комісією у складі 2-3 викладачів кафедри, в тому числі і керівника курсового проекту, із запрошенням студентів.

До захисту подається повністю завершена робота, яка підписана автором, керівником проекту. Загальний час, який відводиться для захисту проекту складає 20-25 хвилин, з яких 8-10 хвилин надається студенту для виступу, а решта часу – для відповідей на запитання.

Оцінка за проект ставиться у стобальній системі. При цьому враховується:

- повнота, якість і самостійність виконання поставленої задачі;
- оформлення пояснювальної записки, графічної частини проекту (згідно нормам ГОСТ, ДСТУ та СТП);
- чіткість виступу студента та його відповіді на запитання;
- планомірність роботи над проектом;
- робота з літературою.

Студент, що не подав курсовий проект у зазначений термін, або не захистив його без поважної причини, вважається таким, що має академічну заборгованість. При одержанні незадовільної оцінки студент за рішенням комісії виконує курсовий проект за новою темою або переробляє попередню роботу в термін, визначений деканом факультету.

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 (ЕСТД). 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-ге 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.

Додаток А

Теми курсових проектів і вихідні дані для розрахунку

1. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати механічний стенд для складання і зварювання поздовжніх стиків сталевих полотен на мідній підкладці із клавішним притискним пристроєм і зворотною пружиною".

Таблиця А.1 – Вихідні дані для розрахунку клавішних притискачів

№ вар.	Розміри сталевих листів, мм			Параметри кутової деформації, рис. 4.3		Рекомендована література
	δ	b	L	$l, \text{мм}$	tga	
0	4	300	4000	40	0,021	[3] с. 34-41, 82-87, 120-132 [4] с. 58-63, 65-70, 105-112, 175-178
1	4	600	5000	50	0,112	
2	4	800	6000	60	0,105	
3	5	1000	4000	40	0,085	
4	5	1200	5000	50	0,078	
5	5	1200	6000	60	0,061	
6	6	800	3000	40	0,052	
7	6	1000	4000	50	0,045	
8	8	1200	5000	60	0,039	
9	8	1500	6000	70	0,027	

2. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати кондуктор-кантувач для складання і зварювання таврових балок".

Таблиця А.2 – Вихідні дані для розрахунку важільних кондукторів-кантувачів

№ вар.	Розміри таврової балки, мм			Катет шва, мм	Розмір e , рис. 4.8, мм	Вид зварювання
	стінка	пояс	довжина			
0	400×10	200×16	6000	8	106	АЗФ
1	400×10	200×16	6000	8	106	РДЗ
2	400×10	200×16	5000	8	106	АЗФ
3	400×10	200×16	5000	8	106	РДЗ
4	400×10	200×16	4000	8	106	АЗФ
5	400×10	200×16	4000	8	106	РДЗ
6	450×12	200×16	5000	8	119	АЗФ
7	450×12	200×16	5000	8	119	РДЗ
8	450×12	250×16	6000	8	119	АЗФ
9	450×12	250×16	6000	8	119	РДЗ

Рекомендована література: [3] с. 49-56, 88-92, 140-151; [4] с. 65-66, 170-175

3. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати одностояковий консольний обертач з горизонтальною віссю обертання".

Таблиця А.3 – Вихідні дані для розрахунку

№ вар.	Діаметр виробу, мм	Вага виробу, G , кгс	Ексцентриситет, e , мм	Плече, h , мм	Відстань мм		Відстань, l , мм	Радіус зубчаст. колеса, R , мм	Матеріал шпинделя
					k	k_1			
0	900	200	25	200	40	-	200	225	сталь 45
1	1000	230	30	230	40	-	200	250	40Х
2	1100	250	30	250	40	-	200	275	30ХГТ
3	760	170	20	190	40	-	200	190	20Х
4	600	100	17	160	40	-	200	150	Ст 5сп
5	900	200	20	200	-	40	200	225	20Х
6	1000	230	30	230	-	40	200	250	30ХГТ
7	1100	250	25	250	-	40	200	275	40ХН
8	760	170	20	190	-	40	200	190	20Х
9	600	100	15	160	-	40	200	150	18ХГТ

Рекомендована література: [3] с. 156-168; [4] с. 179-183.

4. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати одностояковий консольний обертач з похилою віссю обертання".

Рекомендована література: [3] с. 156-168; [4] с. 185-190.

Таблиця А.4 – Вихідні дані для розрахунку одностоякових консольних обертачів з похилою віссю

№ вар.	Діаметр виробу, мм	Вага виробу, G, кгс	Ексцентриситет, e, мм	Плече, h, мм	Відстань, мм		Відстань, l, мм	Радіус зубчаст. колеса, R, мм	Матеріал шпинделя
					k	k ₁			
0	900	200	25	200	40	-	200	225	сталь 45
1	1000	230	30	230	40	-	200	250	40X
2	1100	250	30	250	40	-	200	275	30XГТ
3	760	170	20	190	40	-	200	190	20X
4	600	100	17	160	40	-	200	150	Ст 5сп
5	900	200	20	200	-	40	200	225	20X
6	1000	230	30	230	-	40	200	250	30XГТ
7	1100	250	25	250	-	40	200	275	40XH
8	760	170	20	190	-	40	200	190	20X
9	600	100	15	160	-	40	200	150	18XГТ

Примітка: кут нахилу для вар. №1-4 – $\alpha = 75^\circ$, для вар №5-9 – $\alpha = 105^\circ$

5. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати одностояковий консольний обертач з вертикальною віссю обертання".

Рекомендована література: [3] с. 156-168; [4] с. 184-185.

Таблиця А.5 – Вихідні дані для розрахунку одностоякових консольних обертачів з вертикальною віссю

№ вар.	Діаметр виробу, мм	Вага виробу, G, кгс	Ексцентриситет, e, мм	Плече, h, мм	Відстань, k, мм	Відстань, l, мм	Радіус зубчаст. колеса, R, мм	Матеріал шпинделя
0	900	200	25	200	40	200	225	сталь 45
1	1000	230	30	230	40	200	250	40X
2	1100	250	30	250	40	200	275	30XГТ
3	760	170	20	190	40	200	190	20X
4	600	100	17	160	40	200	150	Ст 5сп
5	900	200	20	200	40	200	225	20X
6	1000	230	30	230	40	200	250	30XГТ
7	1100	250	25	250	40	200	275	40XH
8	760	170	20	190	40	200	190	20X
9	600	100	15	160	40	200	150	18XГТ

6. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати двостояковий центровий кантувач з шарнірними кріпильними пристроями".

Рекомендована література: [3] с. 168-173; [4] с. 190-195.

Таблиця А.6 – Вихідні дані для розрахунку двостоякових центрових кантувачів з шарнірними кріпильними пристроями

№ вар.	G , кгс	e , мм	l_1 , мм	a_1 , мм	h_1 , мм	l_2 , мм	a_2 , мм	h_2 , мм	k , мм	k_1 , мм	r , мм	Матеріал шпинделя
0	400	25	700	100	150	300	100	250	50	-	225	сталь 45
1	460	30	700	100	180	300	100	280	50	-	250	40Х
2	500	30	700	100	200	300	100	300	50	-	275	30ХГТ
3	340	20	700	100	120	300	100	220	50	-	190	20Х
4	200	17	700	100	80	300	100	120	50	-	150	Ст 5сп
5	400	20	700	100	170	300	100	270	-	90	225	20Х
6	460	30	700	100	200	300	100	300	-	90	250	30ХГТ
7	500	25	700	100	220	300	100	320	-	90	275	40ХН
8	340	20	700	100	140	300	100	240	-	90	190	20Х
9	200	15	700	100	100	300	100	140	-	90	150	18ХГТ

7. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати ланцюговий кантувач для зварювання балок двотаврового та коробчастого перерізу; розрахувати зварні ланцюги".

Таблиця А.7 – Вихідні дані для розрахунку ланцюгових кантувачів

№ вар.	Розміри балки, мм					Тип перерізу балки*	Відстань між стінками балки, мм
	Пояс		Стінка		Довжина, L		
	δ_{II}	B	δ_C	H			
0	12	500	8	500	5000	I	-
1	12	600	8	600	6000	II	524
2	12	700	8	700	7000	I	-
3	16	800	10	800	8000	II	720
4	16	900	10	900	10000	I	-
5	16	950	10	950	12000	II	870
6	20	500	12	500	7000	I	-
7	20	600	12	600	8000	II	516
8	20	700	12	700	10000	I	-
9	24	800	12	800	12000	II	716

* – I – двотаврова балка; II – коробчаста балка

Рекомендована література: [3] с. 185-192; [4] с. 199-204

8. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати роликовий стенд з одним рядом приводних роликів для обертання сталевих циліндричних обичайок при зварюванні кільцевих швів".

Таблиця А.8 – Вихідні дані для розрахунку роликових стендів

№ вар.	Діаметр виробу, D , мм	Довжина виробу, E , мм	Вага виробу, G , кгс	Ексцентриситет, e , мм	Центр. кут, α , град.
0	1050	3000	380	20	75
1	1050	3500	440	30	80
2	1050	4000	500	30	80
3	1350	4000	790	40	85
4	1350	4500	890	45	85
5	2400	4000	1870	50	90
6	2400	5000	2340	60	90
7	3500	6000	5125	70	95
8	3500	7000	5980	80	95
9	3500	8000	6830	90	100

Рекомендована література: [3] с. 207-234; [4] с. 223-232

9. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати кільцевий кантувач з двома рядами приводних роликів для кантування несиметричних виробів".

Таблиця А.9 – Вихідні дані для розрахунку кільцевих кантувачів

№ вар.	Радіус кільця, R , мм	Довжина між кільцями, E , мм	Центральна сила, G , кгс	Ексцентриситет, e , мм	Центр. кут, α , град.
0	1200	2000	580	120	90
1	1200	2500	640	130	
2	1200	3000	800	130	
3	1300	2000	700	140	
4	1300	2500	890	145	
5	1500	2000	1870	150	
6	1500	2500	2340	160	
7	1500	3000	3120	170	
8	1600	3000	3980	180	
9	1600	3500	4530	190	

Рекомендована література: [3] с. 179-185; [4] с. 195-199

10. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати важільно-домкратний кантувач з центральним гідравлічним домкратом".

Таблиця А.10 – Вихідні дані для розрахунку важільно-домкратних кантувачів

№ вар.	Вага виробу, G_0 , кгс	Вага платформи, G_1 , кгс	Ексцентриситет, мм		Розміри, мм (див. рис. 4.23)	
			поздовж., e	попереч. e_1	R	l
0	600	1500	40	40	1400	2800
1	850		50	60		
2	900		55	70		
3	1000		65	95		
4	1200		80	55		
5	1350		50	110		
6	1400		60	60		
7	1700		120	100		
8	2100		135	180		
9	2500		150	250		

Рекомендована література: [3] с. 193-200; [4] с. 204-208

11. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати важільно-книжковий кантувач для зварювання листових полотнищ".

Таблиця А.11 – Вихідні дані для розрахунку важільно-книжкових кантувачів для зварювання листових полотнищ

№ вар.	Вага виробу, G_0 , кгс	Відстань Ц. в. від вісі, H , мм	Відстань між опорами вісі, L , мм
0	1000	1750	90
1	600	1200	
2	650	1280	
3	700	1300	
4	750	1350	
5	800	1400	
6	850	1450	
7	900	1500	
8	950	1600	
9	1100	1700	

Рекомендована література: [3] с. 200-207; [4] с. 208-212

12. Тема КП: "Розрахувати і сконструювати універсальний зварювальний маніпулятор".

Рекомендована література: [3] с. 235-250, 278-297; [4] с. 212-223.

Таблиця А.12 – Вихідні дані для розрахунку універсальних зварювальних маніпуляторів

№ ва р.	Швидкість зварюв., м/мін.	Діаметр виробу, мм	Вага виробу, G, кгс	Ексцентриситет, e, мм	Плече, h, мм	Відстань, мм (рис. 4.28)				Радіус зубчастого колеса, R, мм	Матеріал шпинделя
						l	K	K ₁	K ₂		
0	0,3	900	200	25	200	200	40	-	-	225	40X
1	0,2	1000	250	45	230	200	40	-	-	250	сталь 45
2	0,2	1100	300	55	250	200	40	-	-	275	30XГТ
3	0,4	760	155	18	190	200	40	-	-	190	20X
4	0,5	600	110	20	160	200	-	160	-	150	Ст 5сп
5	0,3	900	170	28	200	200	-	160	-	225	20X
6	0,3	1000	200	30	230	200	-	160	-	250	30XГТ
7	0,2	1100	400	40	250	200	-	-	40	275	40XH
8	0,5	760	200	40	190	200	-	-	40	190	20X
9	0,6	600	140	35	160	200	-	-	40	150	18XГТ

13. Тема КП: "Спроекувати зварювальний візок велосипедного типу ВТ-1 із підйомно-поворотною колоною ПК-1 та розрахувати ходову частину і механізми пересування, підйому і висування штанги та несучи конструкції візка".

Рекомендована література: [3] с. 306-323, 338-350; [4] с. 233-257.

Таблиця А.13 – Вихідні дані для розрахунку велосипедних візків

№ вар.	Вихідні дані символів, позначених на рисунках												
	Рис. 4.38, а			Рис. 4.39				Рис. 4.40			Рис. 4.41		
	G , тс	l_1 , м	H , м	G_1 , кгс	L , м	l , м	h , м	l_1 , м	l_2 , м	G_a , кгс	G_0 , кгс	L , м	l , м
0	2,5	1,2	4,5	760	1,2	0,35	1,0	1,0	0,4	400	360	2,0	1,0
1	2,5	1,2	4,5	760	1,1	0,30	1,0	1,1	0,4	400	360	2,0	1,0
2	2,42	1,0	4,5	680	1,0	0,35	1,0	0,8	0,4	320	360	2,0	1,1
3	2,42	1,0	4,5	680	1,05	0,40	1,0	0,85	0,4	320	360	2,0	1,1
4	2,42	1,0	4,5	680	1,2	0,35	1,0	0,9	0,4	320	360	2,0	1,1
5	2,4	1,1	4,5	660	1,1	0,40	1,0	0,8	0,4	300	360	2,0	0,7
6	2,4	1,15	4,5	660	1,05	0,35	1,0	0,8	0,4	300	360	2,0	0,7
7	2,45	1,15	4,5	710	1,2	0,35	1,0	1,1	0,4	350	360	2,0	0,5
8	2,45	1,2	4,5	710	1,25	0,40	1,0	1,05	0,4	350	360	2,0	0,5
9	2,45	1,2	4,5	710	1,2	0,40	1,0	1,2	0,4	350	360	2,0	0,5

14. Тема КП: "Спроекувати зварювальний візок глагольного типу ГТ-1 із підйомно-поворотною колоною ПК-1 та розрахувати ходову частину і механізми пересування, підйому і висування штанги та несучі конструкції візка".

Рекомендована література: [3] с. 306-325, 338-350; [4] с. 233-257.

Таблиця А.14 – Вихідні дані для розрахунку глагольних візків

№ вар	Вихідні дані символів, позначених на рисунках														
	Рис. 4.38, б				Рис. 4.39				Рис. 4.40		Рис. 4.41				
	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_6 , кгс	L , м	l , м	H , м
0	2,65	1,5	0,35	0,7	760	1,2	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	1,1	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	1,0	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	1,2	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	1,1	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	1,2	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	1,2	0,40	1,0	1,2	0,4	350	360	2,0	0,5	3,5

15. Тема КП: "Спроекувати порталний зварювальний візок ПТ-1 та розрахувати ходову частину і механізм пересування та несучі конструкції візка".

Рекомендована література: [3] с. 306-329, 338-350; [4] с. 233-257.

Вихідні дані для розрахунку порталного візка ПТ-1 (див. рис. 5.40, в): вага $G = 14,0$ т; відстань $l = 5,0$ м.

16. Тема КП: "Спроекувати мостовий візок (котучу балку КБ-1) та розрахувати ходову частину і механізм пересування та несучі конструкції візка".

Рекомендована література: [3] с. 306-331, 338-350; [4] с. 233-257.

Вихідні дані для розрахунку мостового візка КБ-1 (див. рис. 5.40, г, 5.44):

- вага візка $G_1 = 24,0$ т;

- проліт візка $l = 10,0$ м;

- G_2 – вага зварювального автомата А-1416;

- інші розміри (рис. 5.44) – виходячи з конструкції автомата і балки візка.

Додаток Б

Лист завдання та Календарний план

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерно-фізичний
 Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва
 Дисципліна – Допоміжне обладнання для зварювання та інженерії поверхні
 Освітня програма "Технології та устаткування зварювання"
 Курс III, група ІФ-... _____, семестр VI

ЗАВДАННЯ

на курсовий проект студенту

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: "Розрахувати і сконструювати роликівий стенд з одним рядом приводних роликів для обертання сталевих циліндричних обичайок при зварюванні кільцевих швів" (*наприклад*)
2. Термін здачі студентом закінченого проекту: 30.05.201__
3. Вихідні дані до проекту: табл. 8, вар. 1. (*наприклад*)
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік основних питань, які потрібно розробити):
 - **функціональне призначення зазначеного обладнання, конструкції і типи, переваги і недоліки;**
 - **опис принципу роботи обладнання;**
 - **інженерний розрахунок обладнання, визначеного темою курсового проекту.**
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
 - Лист 1** – загальний вид обладнання, установки, яке підлягає розрахункам;
 - Лист 2** – розрахункова схема обладнання і основні формули розрахунку.
6. Дата видачі завдання: _____ / Осіпов М.Ю.
 (керівник проекту)

№ з/п	Назва етапів курсового проекту	Термін виконання етапів проекту, тиждень	Прим.
1	Вступ. Ознайомлення з функціональним призначенням обладнання, його перевагами та недоліками.	2	
2	Опис роботи обладнання, його конструктивних особливостей.	3	
3	Визначити розрахункові навантаження.	4	
4	Визначити розрахункову схему обладнання.	5	
5	Опанувати методику розрахунку обладнання.	7	
6	Виконати інженерний розрахунок обладнання.	8	
7	Виконати креслення обладнання згідно із завданням до курсового проекту (лист 1).	10	
8	Виконати креслення розрахункової схеми обладнання і основні формули розрахунку (лист 2).	11	
9	Висновок. Реферат. Зміст. Література. Додатки.	12	
10	Захист проекту.	до 30.05.20__	

Студент _____ / _____

Керівник _____ М.Ю. Осіпов

"__" _____ 20__ р.

Додаток В
Титульний лист

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з дисципліни "Допоміжне обладнання для зварювання та інженерії
поверхні"
на тему: "Розрахувати і сконструювати роликівий стенд з одним
рядом приводних роликів для обертання сталевих циліндричних
обичайок при зварюванні кільцевих швів" (*наприклад*)

Студента (ки) III курсу групи ІФ-___
спеціальності 131 Прикладна механіка
освітньої програми "Технологія та
устаткування зварювання"

(прізвище та ініціали)

Керівник доц., канд. техн. наук,

Осіпов М.Ю.

Національна шкала _____

Кількість балів: ___ Оцінка: ECTS ___

Члени комісії _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) (прізвище та ініціали)

_____ (підпис) (прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя
20___ рік