

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
НТУ "Дніпровська політехніка"

Електротехнічний
(факультет)

Кафедра Електропривода
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

галузь знань 0507 електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва галузі знань)

напрямок підготовки 6.05070204 «Електромеханіка»
(код і назва напряму підготовки)

освітній рівень бакалавр
(назва освітнього рівня)

кваліфікація фахівець у галузі електромеханіки
(код і назва кваліфікації)

на тему Електропривод установки відцентрового лиття

Виконавець:

студент 4 курсу, групи ЕМ-14-1

(підпис)

Розовенко Б.О.

(прізвище та ініціали)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
проекту	<i>Худолій С.С.</i>		
розділів			
<i>Спеціальна частина</i>	<i>Худолій С.С.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>Голінько В.І.</i>		
<i>Економіка</i>	<i>Тимошенко Л.В.</i>		
Рецензент			
Нормоконтроль	<i>Казачковський М.М.</i>		

Дніпро
2018

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
НТУ «Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:

Завідувач кафедри

електроприводу

(повна назва)

_____ Казачковський М.М.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« 29 » _____ 01 _____ 2018 року

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект

бакалавр

(назва освітньо-кваліфікаційного рівня)

студенту ЕМ-14-1 Розовенко Б.О.

(група)

(прізвище та ініціали)

Тема дипломного проекту Електропривод установки відцентрового лиття

затверджена наказом ректора ДВНЗ НТУ "Дніпровська політехніка" від
07.05.2018 № 568-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Спеціальний	Розробка системи керування установки відцентрового лиття на базі асинхронного двигуна.	29.01 – 27.05
Охорона праці	Аналіз шкідливих і небезпечних факторів, заходи щодо їх усунення та розрахунок системи заземлення.	28.05 – 3.06
Економічний	Розрахунок основних техніко-економічних показників впровадження дипломного проекту.	4.06 – 10.06

Завдання видав _____

(підпис)

Худолій С.С.

(прізвище, ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Розовенко Б.О.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі завдання: 29.01.2018

Термін подання дипломного проекту до ДЕК 22.06.2018

РЕФЕРАТ

Всього у дипломі: сторінок 63 таблиць 5 рисунків 15 формул 45 схем 3 графіків 7

У даному дипломному проекті розглядається процес модернізації установки відцентрового лиття. До модернізації була тиристорна система керування, після – перетворювач частоти з векторним керуванням. Сутність відцентрового лиття полягає в тому, що заповнення форми розплавом і формування виливки відбувається при обертанні форми навколо горизонтальної, вертикальної, похилій осі або при складному обертанні форми. Це забезпечує додатковий вплив на розплав і затвердіння виливок поля відцентрових сил. Процес реалізується на спеціальних відцентрових машинах і столах.

ЕЛЕКТРОПРИВОД МАШИНИ ВІДЦЕНТРОВОГО ЛИТТЯ

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						3
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Всего в дипломе: страниц 63 таблиц 5 рисунков 15 формул 45 схем 2 графиков 5

В данном дипломном проекте разглядается процесс модернизации установки центробежного литья. К модернизации была тиристорная система управления, после - преобразователь частоты с векторным управлением. Сущность центробежного литья заключается в том, что заполнение формы расплавом и формирование отливки происходит при вращении формы вокруг горизонтальной, вертикальной, наклонной оси или при сложном вращении формы. Это обеспечивает дополнительное воздействие на расплав и затвердевания отливок поля центробежных сил. Процесс реализуется на специальных центробежных машинах и столах.

ЭЛЕКТРОПРИВОД МАШИНЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

Total in the diploma: pages 63 tables 5 figures 15 formulas 45 schemes 2 charts

5

This graduation project is devoted to the process of modernization of the installation of centrifugal casting. Upgrading was a thyristor control system, followed by a vector-controlled frequency converter. The essence of centrifugal casting is that filling the mold's shape and forming the casting occurs when the shape is rotated around a horizontal, vertical, inclined axis, or with a complicated rotation of the mold. This provides additional influence on the melt and hardening of the cast of the field of centrifugal forces. The process is realized on special centrifugal machines and tables.

ELECTRIC MOTORS OF THE CENTRIFUGAL CASTING

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ЗМІСТ

Вступ.....	7
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	8
2.1.Сутність способу лиття, основні операції. Область використання.....	8
2.2. Технологія виготовлення відливок.....	11
2.3. Машини і автоматизація відцентрового лиття.....	26
2.4. Проектування технологічного процесу.....	31
РОЗДІЛ 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	35
3.1 Розрахунок електропривода.....	35
3.2 Розробка системи керування.....	39
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	46
4.1 Розрахунок капітальних затрат.....	46
4.2. Розрахунок експлуатаційних витрат.....	48
4.2.1. Розрахунок амортизаційних відрахувань.....	48
4.2.2. Розрахунок річного фонду заробітної плати.....	50
4.2.3. Розрахунок відрахувань на соціальні заходи.....	51
4.2.4. Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт.....	51
4.2.5. Розрахунок вартості спожитої електроенергії.....	52
4.2.6. Визначення інших витрат.....	52
РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	54
5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників проектованого технологічного процесу.....	54
5.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці.....	54
5.3 Пожежна профілактика.....	57
5.4. Заходи з ергономіки.....	58

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вступ

У даному дипломному проєкті розглядається процес модернізації установки відцентрового лиття. До модернізації була тиристорна система керування, після – перетворювач частоти з векторним керуванням. Сутність відцентрового лиття полягає в тому, що заповнення форми розплавом і формування виливки відбувається при обертанні форми навколо горизонтальної, вертикальної, похилій осі або при складному обертанні форми. Це забезпечує додатковий вплив на розплав і затвердіння виливок поля відцентрових сил. Процес реалізується на спеціальних відцентрових машинах і столах.

У теоричній частині розглядалися такі питання, як сутність способу лиття, основні операції, область використання, технологія виготовлення відливок машини і автоматизація відцентрового лиття, проектування технологічного процесу, вимоги до електроприводу та доведення доцільності модернізації.

В спеціальній частині був викладений розрахунок електропривода, часу роботи установки та був проведений вибір асинхронного двигуна, був вибраний АИР 80 А2. Також була розроблена модель керування двигуна для забезпечення всіх норм технічного процесу.

У даному розділі була розроблена економічна модель у якій розглядалась доцільність модернізації з фінансової точки зору. Також був розглянутий об'єм затрат на зарплату як тому персоналу який встановлює та налагоджує обладнання так і тому персоналу який працює на ньому і слідкує за його станом і ремонтує при необхідності.

В розділі з техніки безпеки були розглянуті такі питання відносно даної установи відцентрового лиття аналіз небезпечних і шкідливих чинників проєктованого технічного процесу інженерно-технічні заходи з охорони праці, пожежна профілактика та заходи з ергономіки.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

2.1. Сутність способу лиття, основні операції. Область використання

Сутність відцентрового лиття полягає в тому, що заповнення форми розплавом і формування виливки відбувається при обертанні форми навколо горизонтальної, вертикальної, похилій осі або при складному обертанні форми. Це забезпечує додатковий вплив на розплав і затвердіння виливок поля відцентрових сил. Процес реалізується на спеціальних відцентрових машинах і столах.

Найчастіше використовують два варіанти способу, при яких розплав заливається в форму з горизонтальною віссю обертання або з вертикальною віссю обертання. У першому випадку отримують виливки - тіла обертання малої і великої протяжності, у другому - тіла обертання малої протяжності і фасонні виливки.

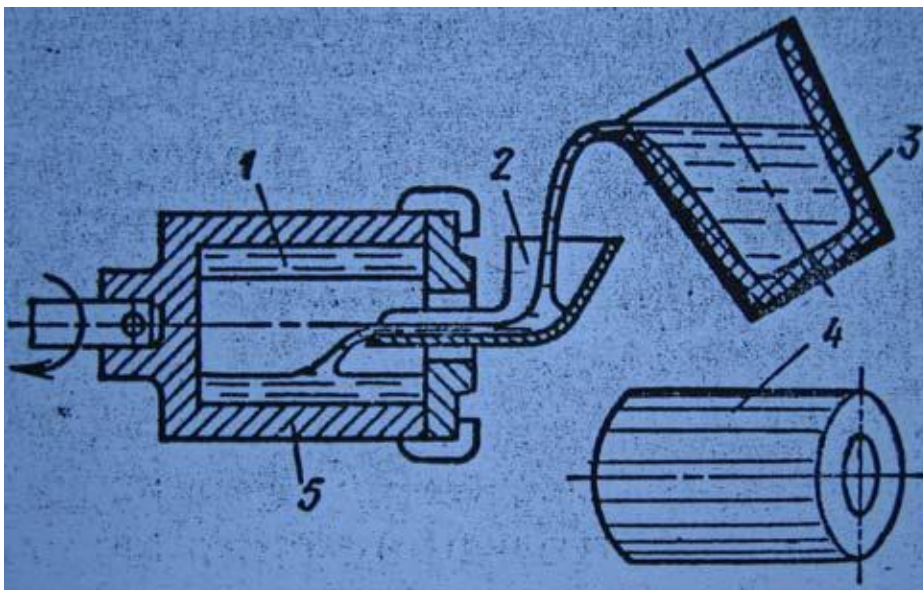


Рис. 2.1. Схема отримання виливки при обертанні форми навколо горизонтальної осі. 1 - розплав, 2 - заливний жолоб, 3 - ківш, 4-виливок, 5 - форма.

Найбільш поширений спосіб лиття під обертові металевої форми з горизонтальною віссю обертання пустотілих циліндричних виливків. За цим

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

способом (рис. 2.1) вилівок формується в полі відцентрових сил з вільною циліндричною поверхнею, а формотворною поверхнею служить внутрішня поверхня виливниці. Розплав з ковша 3 заливають у обертову форму 5 через заливний жолоб 2. розплав 1 розтікається по внутрішній поверхні форми, утворюючи під дією поля відцентрових сил порожнистий циліндр. Після затвердіння металу і зупинки форми відбувається вилучення виливки 4. Такий спосіб характеризується найбільш високим технологічним виходом придатного (ТВГ ~ 100%), так як не витрачається метал на литникову систему.

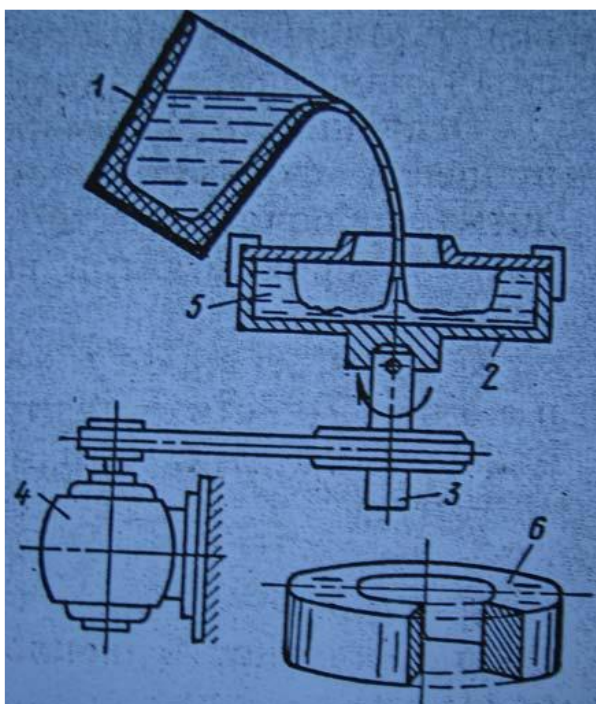


Рис. 2.2. Схема отримання виливки при обертанні форми навколо вертикальної осі: 1-ківш, 2 - форма, 3 - шпиндель, 4 - електродвигун, 5 - розплав, 6 - вилівок.

При отриманні виливків з вільною параболічною поверхнею при обертанні форми навколо вертикальної осі (рис. 2.2) розплав з ковша 1 заливають у форму 2, закріплену на шпинделі 3, що наводиться в обертання електродвигуном 4. Розплав 5 під дією відцентрових і гравітаційних сил розподіляється по стінках форми 2 і твердне, після цього обертання форми припиняють і витягують з неї затверділу вилівок 6.

									ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
										9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Виливки з внутрішньою поверхнею складної конфігурації отримують з використанням стрижнів (рис. 2.3, а) в формах з вертикальною віссю обертання. Так відливають вінці зубчастих коліс. Розплав з ковша через заливальний отвір і стояк 1 надходить в центральну порожнину 2 форми, виконану стрижнями 3 і 4, а потім через щілинні живильники (під дією відцентрових сил) в робочу порожнину форми. Технологічний вихід придатного тут менше, ніж у попередньому способі. Надлишок 5 розплаву (понад маси виливків) в центральній порожнини 2 форми служить прибутком і живить виливки при затвердінні.

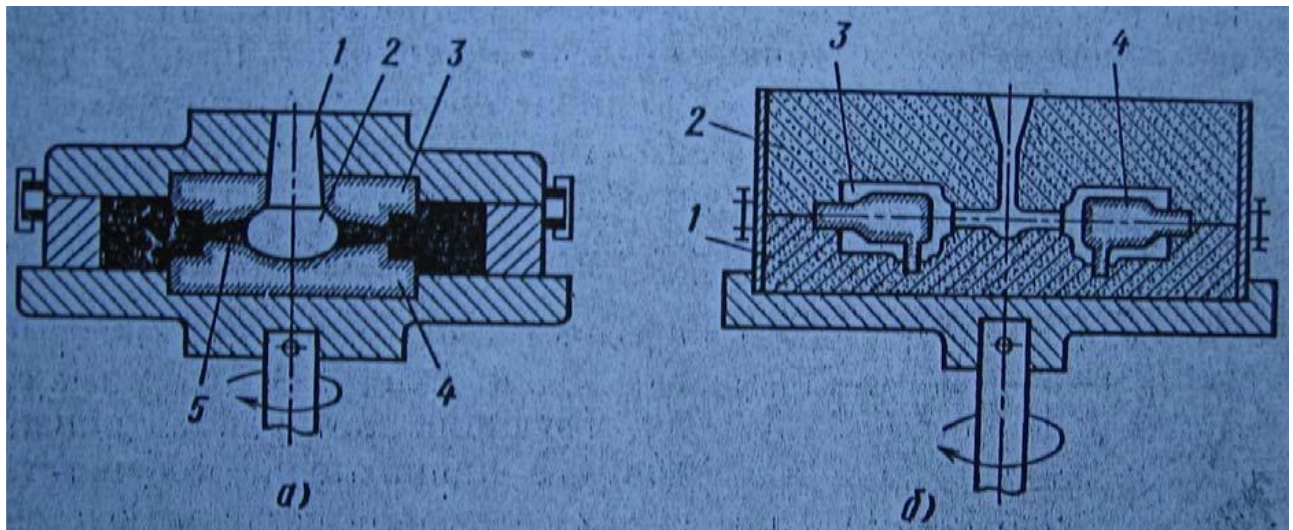


Рис. 2.3. Схема отримання фасонних виливків: а - вінців шестерень, 1 - стояк, 2 - центральна порожнина форми, 3 і 4 - стрижні, 5 - прибуток; б - дрібних фасонних виливків, 1 - нижня півформа, 2 - верхня півформа 3 - робоча порожнину форми, 4 - стрижень.

Дрібні фасонні виливки виготовляють за спрощеним варіантом (рис. 2.3, б), в якому застосують, наприклад, піщану форму. Частини форми 1 і 2 встановлюють на відцентровий стіл і кріплять на ньому. При необхідності використовують стрижні 4. Робочі порожнини 3 повинні розташовуватися симетрично щодо осі обертання для забезпечення балансування форми. Розплав заливають через центральний стік, з якого по радіальних каналах він потрапляє в порожнині форми. ТВГ при такому способі лиття наближається до виходу придатного при лиття в піщані форми. При відцентровому литті можна

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

використовувати піщані, металеві, оболонкові і об'ємні керамічні, комбіновані форми.

2.2. Технологія виготовлення відливок

Форми. Для виготовлення виливків відцентровим способом застосовують різні ливарні форми: металеві, піщані, комбіновані (металеві з піщаними стрижнями), керамічні, оболонкові по виплавлених моделях і ін. Форми можуть бути призначені для виготовлення виливків на машинах з горизонтальною і вертикальною віссю обертання форми, для довгих або коротких виливків циліндричної форми, для отримання фасонних виливків; конструкція форми залежить також від характеру виробництва (одиничне, серійне, масове).

Металеві форми. Такі форми для виготовлення виливків відцентровим способом зазвичай називають виливницями.

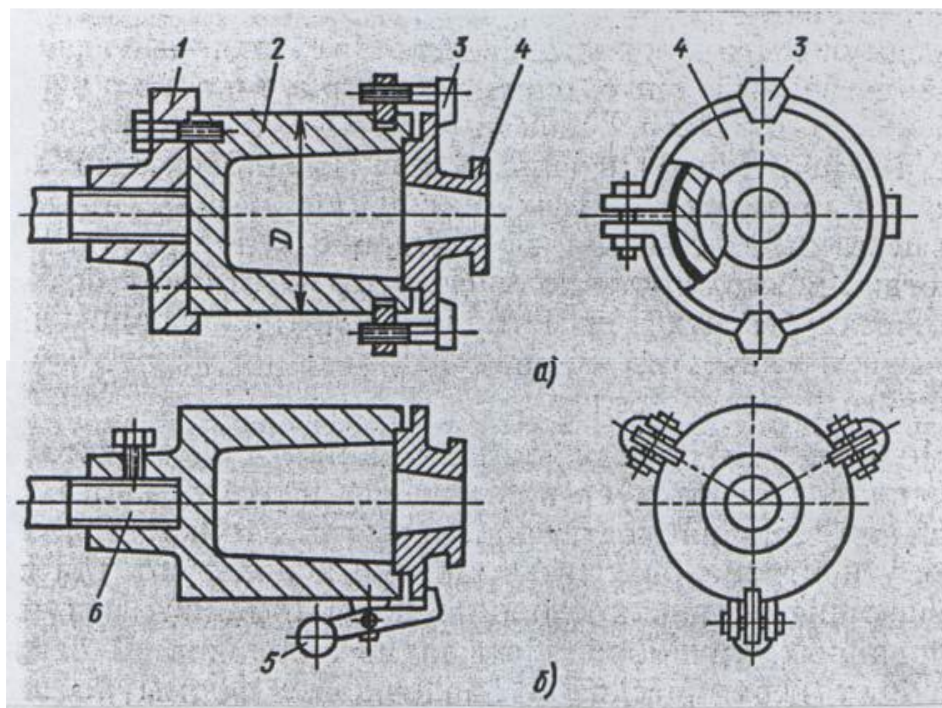


Рис. 2.4. Способи кріплення кришок на виливницях. 1 - план шайба, 2 - форма, 3 - болт, 4 - кришка, 5 - відцентровий затиск, 6 - шпindelь.

Форми з горизонтальною віссю обертання. Залежно від призначення і конфігурація виливків застосовують короткі і довгі виливниці. Короткі

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

виливниці 2 кріплять на план-шайбі 1 (рис. 2.4, а) або на шпинделі 6 (рис. 2.4, б) машини для відцентрового лиття. Ці виливниці використовують для лиття коротких втулок, кілець, гільз. При установці виливниці на шпинделі її стопорять болтом. При установці на план-шайбі машини виливницю центрують по діаметру D , для чого на план-шайбі є спеціальна проточка. Виливницю кріплять до план шайби болтами з тильного його боку.

Для запобігання вібрації при обертанні, заготовки виливниць піддають механічній обробці по внутрішньої і зовнішньої поверхонь з однієї установки, а при необхідності, балансуванню. Внутрішня поверхня виливниці повинна мати ухил, тим менший, чим більше діаметр виливка. При діаметрах виливки більше 300 мм ухилу не роблять, так як виливок легко витягається внаслідок утворення зазору при усадки.

Кришки 4 кріпляться до таких ізложниць болтами 3 або відцентровими зажимами 5 (див. рис. 2.4). Кріплення кришки болтами використовують при виготовленні невеликих серій виливків. Відцентрові затискачі застосовують в умовах автоматизованого серійного і масового виробництва виливків. Затискні пристрої кришок конструюють і розраховують на міцність з урахуванням дії відцентрових сил як на розплав, так і на інші частини цієї системи. Мінімальна кількість болтів для кріплення кришки - два, а відцентрових затискачів - три. У деяких конструкціях при використанні болтів для кріплення кришки передбачають температурні компенсатори, що виключають зім'яття різьблення при розігріві виливниці і кришки. Конфігурація кришки повинна виключати вихлюпування розплаву при заливці, наприклад, бути такою, як це показано на рис. 2.4. Розплав не повинен потрапляти на пристрій для кріплення кришки, для чого остання забезпечується циліндричним виступом. Діаметр отвору в кришці повинен бути достатнім для введення в виливниці заливного жолоби.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

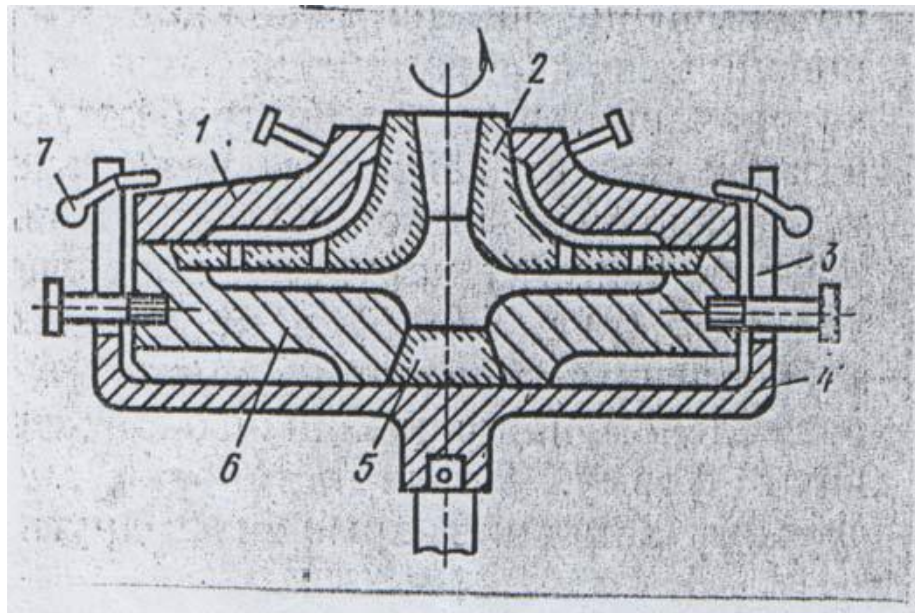


Рис. 2.5. Металева форма з піщаним стрижнем для отримання фасонних виливків. 1 - верхня півформа, 2 - піщаний стрижень, 3 - прорізи, 4 - планшайба, 5 - піщана вставка, 6 - нижня півформа, 7 - відцентровий затиск.

Для виготовлення фасонних виливків також використовують металеві форми (див. рис. 2.5). На шпинделі машини закріплюють планшайбу 4, в яку встановлюють нижню напівформи 6 з піщаною вставкою 5. Порожнина в литві виконують піщаним стрижнем 2. Збірку форми завершують установкою верхньої напівформи 1. При обертанні планшайби прослизання форми виключається внаслідок того, що її цапфи проходять в прорізи 3 в планшайбе. Верхня півформа 1 притискається до нижньої напівформи відцентровими зажимами 7.

Тепловий режим металевих форм, застосування захисних покриттів. Виливниці для відцентрового лиття, так само як і кокілі, перед заливкою розплаву підігрівають, на їх робочу поверхню наносять шар вогнетривкої покриття, призначений для регулювання швидкості охолодження виливки і захисту виливниці від впливу розплаву. При необхідності форми охолоджують повітрям або водою. Тому все, що викладено з питань теплових режимів форми в розділі 2.3 в рівній мірі відноситься і до форм при їх відцентровій заливки. Крім того, при відцентровому литті широко використовують сипучі

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

матеріали для покриття поверхні форм. Покриття наносять на поверхню обертається форми за допомогою жолоби або совка так, щоб воно рівномірно розподілилося по поверхні форми. В одиничному виробництві операцію нанесення покриття виконують вручну, а в серійному або масовому - за допомогою спеціальних механізмів або автоматичних пристроїв. Частинки покриття міцно утримуються на поверхні форми під дією відцентрових, сил.

Склад сипучих покриттів залежить від їх призначення. Розрізняють покриття теплоізоляційні, призначені для регулювання швидкості охолодження виливки і захисту виливниці від розплаву (дрібний кварцовий пісок, пилоподібний кварц) і хімічно активні, які взаємодіють з розплавом (феросиліцій, графіт, алюмінієвий порошок і т. Д.), Що змінюють властивості поверхневого шару виливка. Однак використання сипучих покриттів неможливо для виливниць з фасонної поверхнею, а також при литті на машинах з вертикальною віссю обертання. Тому до складу покриття часто вводять невелику кількість сполучного, наприклад, пухвер бакеліта ПК104.

Матеріали для металевих форм. Стінки виливниці в процесі роботи піддаються циклічному впливу механічних і термічних навантажень. Робота виливниці при циклічних теплових, відцентрових навантаженнях створює в її стінці значні напруги. Тому для виготовлення виливниць часто використовують сталі, леговані хромом, молібденом, наприклад 25Х2НМ, 34ХМ. Однак це доцільно лише в умовах великосерійного і масового виробництва виливків, так як сталеві виливниці дороги. Тому в дрібносерійне виробництво, особливо виливків невеликих розмірів з чавуну, використовують виливниці з сірих чавунів СЧ20, СЧ25.

Футеровані форми. Такі форми застосовують у виробництві виливків, у яких зовнішня поверхня має виточки, буртики, пояски. Наприклад, гільзи двигунів внутрішнього згорання. В цьому випадку металеву форму футерують зсередини піщано-глинистої або піщано-смоляний сумішшю.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Футерування наносять на поверхню форми формуванням по моделі або накаткою роликком.

Для нанесення облицьовування моделі виливницю знімають з машини, потім з неї знімають передню і задню кришки, витягають виливок і очищають її поверхню від залишків суміші. Процес нанесення облицьовувати рознімною або нероз'ємною моделі аналогічний тому, який використовується, наприклад, для виготовлення сирих піщано-глинистих форм. Після вилучення моделі на изложницю встановлюють кришки і кріплять готову до заливки форму на машині. Після заливки виливниці і охолодження виливки до температури вибивання процес повторюється. Такий технологічний процес використовується для виготовлення гільз з двома зовнішніми пасками для великих дизелів.

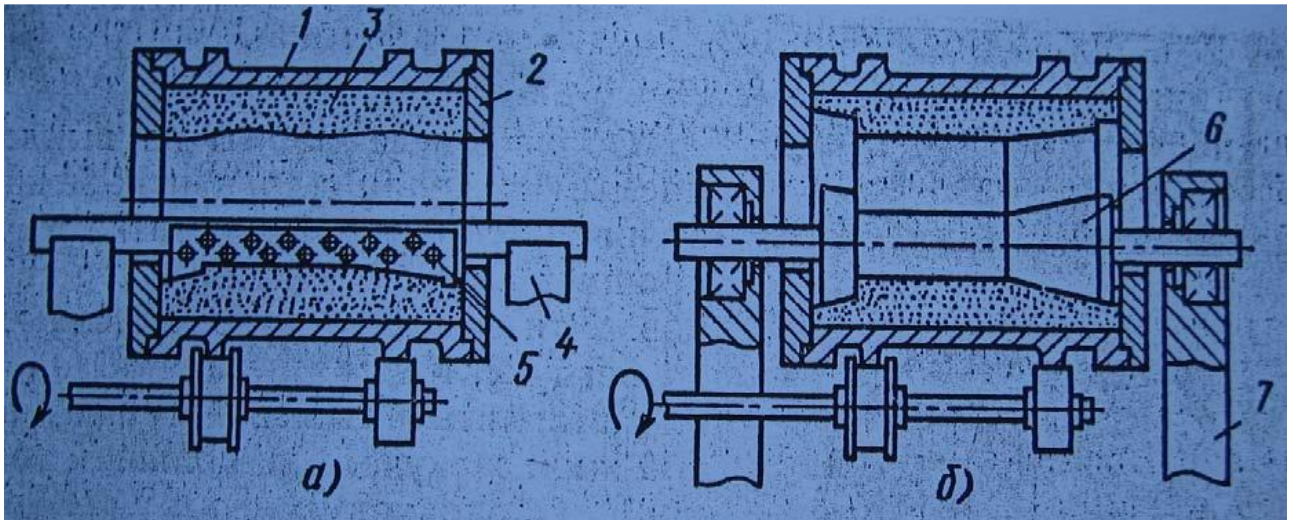


Рис. 2.6. Футеровка форм накаткою. 1 - Виливниці, 2 кришка, 3 формувальна суміш, 4 опора шаблону, 5 шаблон, 6 ролик, 7 опора ролика, а - шаблоном, б - роликком.

При нанесенні футерування накаткой роликком изложницю 1 закривають кришками 2 і приводять в обертання на відцентровій машині (рис. 2.6, а). У обертову изложницю насипають дозу формувальної суміші 3, яка притискається відцентровими силами до стін-кам виливниці і під їх дією кілька ущільнюється. Шаблоном 5, встановленим на опорах 4, суміш розподіляють і

профілюють по контуру зовнішньої поверхні виливки. Потім шаблон видаляють (рис, 2.6, б) і на його місце встановлюють ролик 6, закріплений в опорах 7. Ролик 6 з опорами 7 переміщують в радіальному напрямку і остаточно профілюють і ущільнюють форму. Після зупинки машини ролик виймають з форми, замінюють кришки 2 іншими, з отворами менших розмірів, закріплюють кришки на формі і виробляють заливку. Аналогічно футерують форми і на шпindelних машинах, закріплюючи накатної ролик консольно на спеціальній опорі. При використанні піщано-смоляних сумішей після їх нанесення футеровку для полімеризації нагрівають електронагрівачем, що вводитьсся всередину форми.

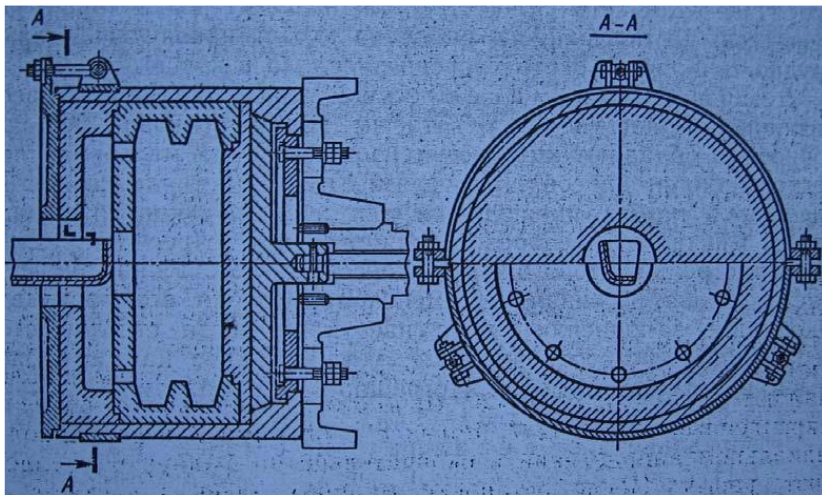


Рис. 2.7. Форма для відцентрової виливки, зібрана зі стрижнів.

Неметалеві форми. Піщані форми найчастіше застосовують для виготовлення фасонних виливків з бронз і сталей. Як формувальних сумішей застосовують піщано-глинисті і швидкоотверднучі суміші зі сполучною (6,5 ... 7,5% рідкого скла). Наприклад, корпуса бурових шарошок, вінці черв'ячних коліс відливають в виливницях (рис. 2.7) з горизонтальною віссю обертання, для чого в її порожнину встановлюють піщані стрижні відповідної конфігурації.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

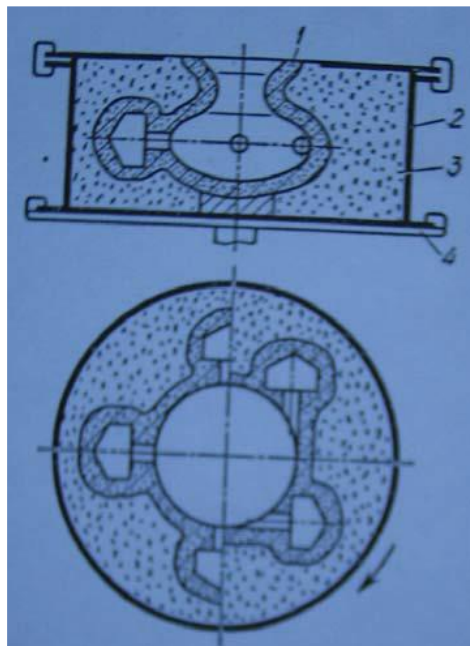


Рис 2.8 оболонкові керамічна форма для відцентрової заливки. 1 оболонкові форми, 2 контейнер, 3 опорний матеріал, 4 - відцентровий стіл.

Об'ємні керамічні та оболонкові форми по виплавлених моделях для відцентрової заливки використовують при литті жароміцних сплавів, титану і сплавів на його основі. Ці сплави легко окислюються на повітрі, до того ж вони володіють поганими ливарними властивостями (низької жидкотекучестью, великий усадкою). Оболонкову форму 1 (рис. 2.8) виготовляють по виплавлених моделях, формують в контейнері 2 сипучим або міцним опорним матеріалом 3, встановлюють на відцентровий стіл 4 і заливають розплавом. Заливку виробляють зазвичай в вакуумній плавильно - заливальній установці.

Дозування при відцентровому литті істотно впливає на точність маси і товщини стінок виливків з вільною поверхнею. При роботі з нерухомим заливальним пристроєм розплав дозують за об'ємом, масою, переливу надлишку металу і виміром положення рівня вільної поверхні. Дозування за об'ємом проводиться мірними ковшами, Футеровані за шаблоном. Необхідний рівень розплаву в ковші визначається міткою або уступом в футеровці. Цей спосіб не відрізняється точністю, так як футеровка ковша руйнується, на

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

поверхні розплаву може перебувати шлак і важко точно встановити рівень розплаву в ковші.

Дозування за масою здійснюють за допомогою ваг різної конструкції, до яких підвішений ківш. Хорошою точністю володіють кранові тензоваги. У них маса розплаву реєструється перетворювачами-тензосопротивленнями, наклеєними на скручується або розтягується пружний валик. Сигнал від перетворювача подається на реєструючий прилад, який фіксує зміна маси ковша, починаючи з моменту заповнення його розплавом. Похибка зважування розплаву на тензоваги становить 0,1 ... 1%.

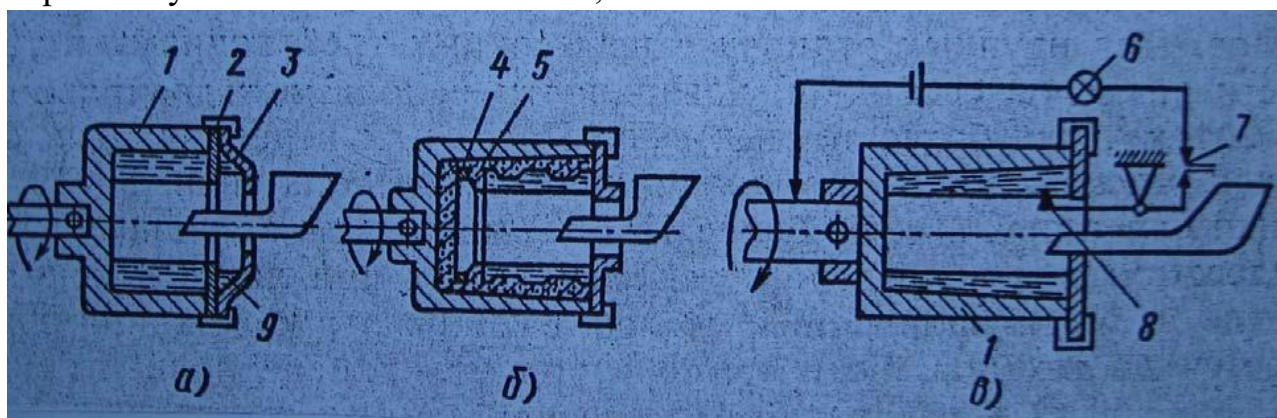


Рис. 2.9. Способи дозування розплаву. 1 форма, 2 шайба, 3 кришка, 4 надлишок розплаву, 5 кільцевий виступ, 6 сигнальна лампа, 7 контакт, 8-поплавок, 9 порожнину для зливу надлишків розплаву, а, б - варіанти дозування по переливу надлишків розплаву; в - дозування по положенню рівня вільної поверхні.

Дозування по переливу надлишку розплаву здійснюється так, як це зображено на рис 2.9, а, б. Між формою 1 і кришкою 3 встановлюють шайбу 2, діаметр отвору якої дорівнює внутрішньому діаметру виливки. Надлишок 4 розплаву виливається через отвір в цій шайбі або через каліброване отвір 5, виконане в футеровці форми, в порожнину форми 9 для зливу надлишків розплаву.

Дозування виміром положення рівня вільної поверхні розплаву в формі здійснюється за допомогою спеціального пристрою (рис 2.9, в). У форму 1 вводиться поплавок 8 і встановлюється на потрібний розмір по товщині стінки

виливки. При заливці рівень розплаву досягає поплавка і переміщує його, контакт 7 замикається (загоряється лампа 6), що є сигналом на припинення заливки.

З розглянутих способів найбільшою точністю володіє спосіб дозування за масою.

Лиття чавунних втулок в металевих формах. Для виготовлення невеликих за масою і розмірами (діаметром до 500мм) виливків використовують універсальні шпиндельні машини, для більш масивних (масою понад 100 кг) - роликові відцентрові машини.

Зазвичай використовують сипучі теплоізоляційні покриття. Перед заливкою форму очищають від залишків теплоізоляційного покриття стисненим повітрям і нагрівають до 150 ... 200°C. Таку температуру виливниці підтримують і при наступних зливках. Потім форму закривають кришкою, включають двигун машини і за допомогою лотка засипають в изложницю сипучий теплоізоляційний матеріал - сухий пісок, просушений і просіяний через сито № 0063, 005. Товщина шару залежить від товщини стінки виливки:

Товщина стінки виливки, мм до 10	10...15	15...20	св. 20
Товщина теплоізоляційного шару, мм ... 1,5	2,5	4,0	5,0

Перед заливанням жолоб нагрівають і вводять в изложницю так, щоб розплав, що заливається в виливницю, падав на її стінки з мінімальної висоти. Спосіб дозування розплаву вибирають в залежності від маси виливки і вимог до точності її розмірів. Для великих виливків з невисокими вимогами до точності розмірів вільної поверхні використовують дозування за обсягом, для більш точних - по масі або переливу. Для виливків масою до 10 кг тривалість заливки 5 ... 10 с, а для більших не більше 15 с. Температура заливки чавуну витримується в межах, рекомендованих при литті в кокіль.

Після заливки заливний жолоб висувають; Виливниці обертається до тих пір, поки температура виливки не знизиться до 600 ... 700°C. Для прискорення охолодження виливки після затвердіння її обдувають стисненим повітрям,

включають систему охолодження виливниці і зупиняють машину. Потім відкривають кришку виливниці і механізмом вилучення виштовхують виливок на приймальний лоток.

Для лиття втулок, кілець, вінців з мідних сплавів застосовують металеві і рідше піщані форми. Втулки невеликих і середніх розмірів з мідних сплавів відливають у форми, робоча поверхня яких покрита ацетиленового сажею або графітової фарбою. Форму перед заливкою нагрівають до температури 80 ... 400°C. Однак, наприклад, відливки з мідних сплавів, схильних до ліквідації (високосвинцовиста бронза), щоб уникнути ліквідації відливають при частоті обертання виливниці менш критичною, в режимі намораживання, при інтенсивному охолодженні виливниці.

Невеликі втулки і кільця з кольорових сплавів виготовляють на багатошпindelних машинах з вертикальними осями обертання изложниц.

Особливості виготовлення товстостінних і довгомірних циліндричних порожнистих заготовок. Такі заготовки зазвичай виготовляють зі сталі, чавуну, мідних сплавів. Виливки можуть мати діаметр більше 1000 мм, товщину стінки до 300 мм, довжину понад 8000 мм і масу до 60000 кг. Це, наприклад, пустотілі валки папероробних машин, деталі хімічних агрегатів, нафтового і вугільного машинобудування, гільзи великих дизелів і т. П.

При виготовленні таких виливків виникає ряд проблем, головними з яких є заповнення форми та отримання виливків без ливарних дефектів: поздовжніх і поперечних усадочних тріщин, рихлоти, неметалевих включень,

Для запобігання дефектам в литві, пов'язаних з розвиненою поверхнею потоку в формі, необхідно, щоб заливальне пристрій забезпечувало мінімальні втрати розплавом теплоти і захист його від окислення. Для цього використовують литнікові пристрої закритого типу, що забезпечують при литті заготовок зі сталі довжиною до 10 м наростння швидкості в залежності від товщини шару розплаву (3,3 ... 5,0) 10-4 м / с. Оскільки через великої товщини стінки виливки гравітаційний коефіцієнт на зовнішній поверхні значно більше,

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

ніж на вільній, створюється небезпека появи напружень у твердій скоринці металу, що твердіє на стінці виливниці. Це може привести до утворення поздовжніх тріщин в литві. Тому для запобігання тріщин частоту обертання виливниці збільшують поступово, погоджуючи швидкість її наростання з затвердінням виливки.

Усадка довгою виливки в поздовжньому напрямку велика (при усадці 1% і довжині відливання 10 м вона складе 0,10 м). Навіть якщо форма не буде гальмувати усадку, то тільки під дією власної маси в литві виникнуть значні напруги в результаті її тертя об стінки виливниці. Для зменшення небезпеки виникнення тріщин в деяких випадках "допомагають" переміщенню виливки при усадці уздовж її осі шляхом підпресування за допомогою спеціальних механізмів.

При виготовленні порожнистих заготовок з великою товщиною стінки (100 ... 300 мм) виникає проблема запобігання утворенню фронту кристалізації з боку внутрішньої, вільної поверхні виливки. Це призводить до утворення дефектів усадочного походження в зоні стику двох фронтів кристалізації виливка, в зв'язку з чим необхідно призначати дуже великі припуски на обробку різанням по внутрішній поверхні. Розташування усадочних дефектів в стінці виливки залежить від співвідношення коефіцієнтів тепловіддачі від зовнішньої і внутрішньої поверхонь. Усунути усадочні дефекти можна одночасним впливом: охолодженням зовнішньої поверхні виливки і утепленням, наприклад шаром шлаку (після заливки), вільної поверхні. Крім перерахованих способів застосовують глухі торцеві кришки у формі, повністю екранують вільну поверхню виливків від потоків повітря, що різко обмежує конвективну тепловіддачу від вільної поверхні виливки. У центрі передньої кришки виконується отвір, до якого щільно прилягає стаціонарний литник заливного пристрою.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У практиці відцентрового лиття одношарових і багатшарових труб і заготовок застосовують обробку розплавів флюсами. Така обробка проводиться безпосередньо в виливниці.

Синтетичний флюс при заливці розплаву в форму дозують в изложницю у вигляді легкоплавких або екзотермічних сумішей. Флюс захищає розплав від окислення, ефективно рафінує його в формі від неметалічних включень і газів, утеплює вилівок з боку внутрішньої, вільної поверхні, створюючи умови спрямованого затвердіння виливки. В результаті покращується якість макро- і мікроструктури, підвищується щільність і механічні властивості виливків.

Виготовлення валків прокатних станів. Литі валки прокатних станів мають високу стійкість під час гарячої прокатки металів, а вартість їх виготовлення нижче вартості кованих.

Форма для виготовлення валків є чавунну изложницю, в яку з обох сторін встановлені металеві стакани, футеровані формувальною сумішшю, службовці для отримання шийок і цапф валків. На внутрішню поверхню виливниці наносять два шари сипучого вогнетривкої покриття - кварцового піску (товщиною до 3 мм) і протипригарного - двоокису цирконію (товщиною 0,8 ... 1 мм). При заливці, затвердінні і охолодженні виливки форма інтенсивно охолоджується водою.

Для отримання суцільний (без отвору) виливки метал заливають через спеціальну литниково пристрій, який впритул примикає до кришки обертається виливниці.

Виготовлення спеціальних виливків. Біметалічні виливки можна виготовляти відцентровим способом шляхом армування, наварюванням розплаву, послідовної заливкою різних сплавів.

Армування виливків здійснюють заливанням рідким металом окремих металевих частин, виконаних з інших матеріалів. Ці частини (арматура) фіксують у формі при її складанні. При заливці арматура частково заливається

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

розплавом і міцно скріплюється з основною масою виливки. Зв'язок арматури з основним металом має, як правило, механічний характер.

Армування застосовують при виготовленні фасонних виливків і тіл обертання. Прикладом може служити технологія виготовлення виливки гальмівного барабана з чавуну (рис. 2.10). У форму 1, футеровану сумішшю 2 накаткой, встановлюють сталевий штампований диск 3 і фіксують його пневмозажимом 4. Зібрану форму заливають відцентровим способом до рівня а-а. Для більш міцного з'єднання диска з матеріалом виливки його краю мають спеціальну оброблення у вигляді хвоста. З метою запобігання отбела на торці виливки в кришці 6 форми використовують кільцевий паз 5, що заповнюється шамотної сумішшю.

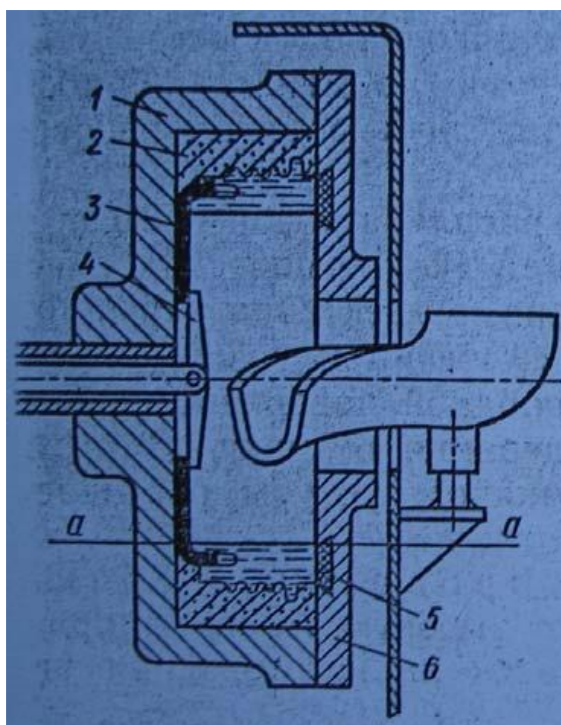


Рис. 2.10. Схема отримання армованого чавунного гальмівного барабана. 1 - форма, 2 - футерування, 3 - арматура, 4 - пневмозажим, 5 - паз, заповнений шамотної сумішшю, 6 - кришка.

Наварку рідкого металу на тверду металеву основу порізводять шляхом заливки розплаву всередину заздалегідь відлитою або виготовленої іншим способом і встановленої в изложницю втулки. При наварки зв'язок розплаву з втулкою-твердою основою здійснюється в результаті утворення хімічних або механічних зв'язків по всій поверхні зіткнення.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Наварюванням розплаву на тверду металеву основу виготовляють підшипникові втулки, вкладиші, гальмівні барабани. При наварки легкоплавких підшипникових сплавів на сталеву або бронзову основу підготовчі операції зводяться до механічного очищення (в окремих випадках до механічної обробки) внутрішньої поверхні втулки, знежирення, травленню, промиванні і флюсування. Підготовлені таким чином втулки або вкладиші вставляють в форму відцентрової машини і заливають необхідною сплавом. В окремих випадках, головним чином при виготовленні великогабаритних підшипників, металеву основу підлягають попередньому луженню. Лудить можна здійснювати на тій же відцентрової машині, яка служить для заливки, але при меншій кутовій швидкості обертання.

Послідовна заливка у обертову форму двох металів для виготовлення біметалевих виливків запропонована інж. П. Е. Лямінім. Другий з металів, який утворює внутрішню частину виливки, починають заливати, коли закінчується затвердіння зовнішнього шару і тільки на його вільної поверхні залишається трохи рідини. При цьому на кордоні дотику зовнішньої і внутрішньої частин утворюється шар проміжного сплаву товщиною в кілька міліметрів, що обумовлює міцне з'єднання частин виливки. Цим методом можна з'єднувати сплави з різною щільністю і температурами плавлення незалежно від того, який з них утворює зовнішню або внутрішню частину виливки.

Отримання абразивного інструменту методом відцентрової просочення. Метод виготовлення абразивного інструменту заснований на просочуванні металевими сплавами твердих пористих тіл під дією відцентрових сил.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

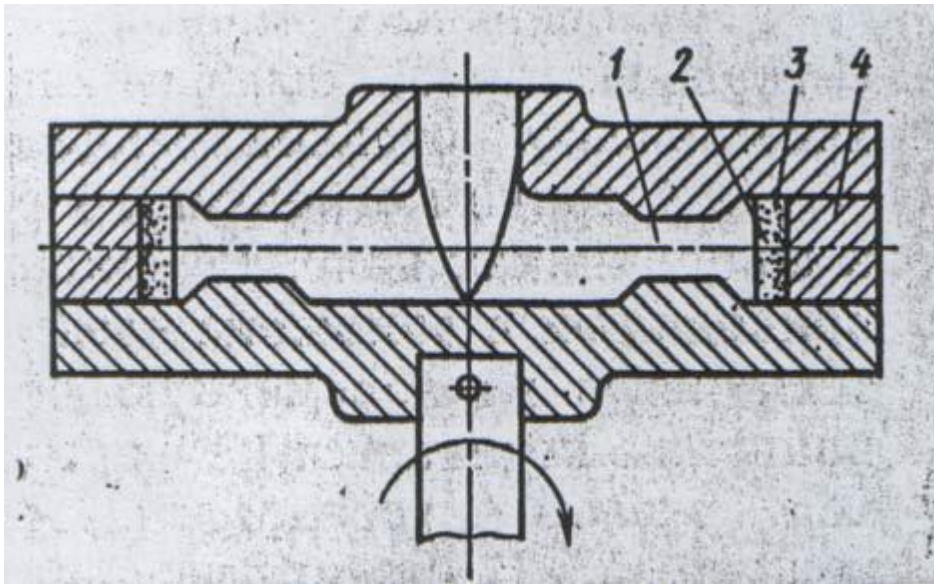


Рис. 2.11. Схема отримання абразивного інструменту методом відцентрової просочення. 1 форма, 2 сполучний матеріал, 3-шар абразиву, 4 вставка.

Кола, що застосовуються для плоского і кругового шліфування, виготовляють в металевій формі 1 (рис. 2.11), в яку засипають порцію абразивного матеріалу. Зерна абразиву при обертанні форми розподіляються рівномірним шаром 3 по циліндричній поверхні вставки 4 і притискаються до неї відцентровими силами. Форму нагрівають індуктором до температури приблизно 600 0С і заливають в неї порцію сплаву, службовця для зв'язування зерен абразиву. Шар сполучного 2 щільно притискається до абразиву, але не проникає в його пори, так як форма обертається з недостатньою для цього швидкістю. Потім в робочу півстіни форми заливають алюмінієвий сплав, призначений для утворення корпусу інструменту. При подальшому різкому збільшенні швидкості обертання під дією збільшеного тиску зв'язка заповнює пори між зернами абразиву, після чого обертається форма охолоджується разом з відливанням.

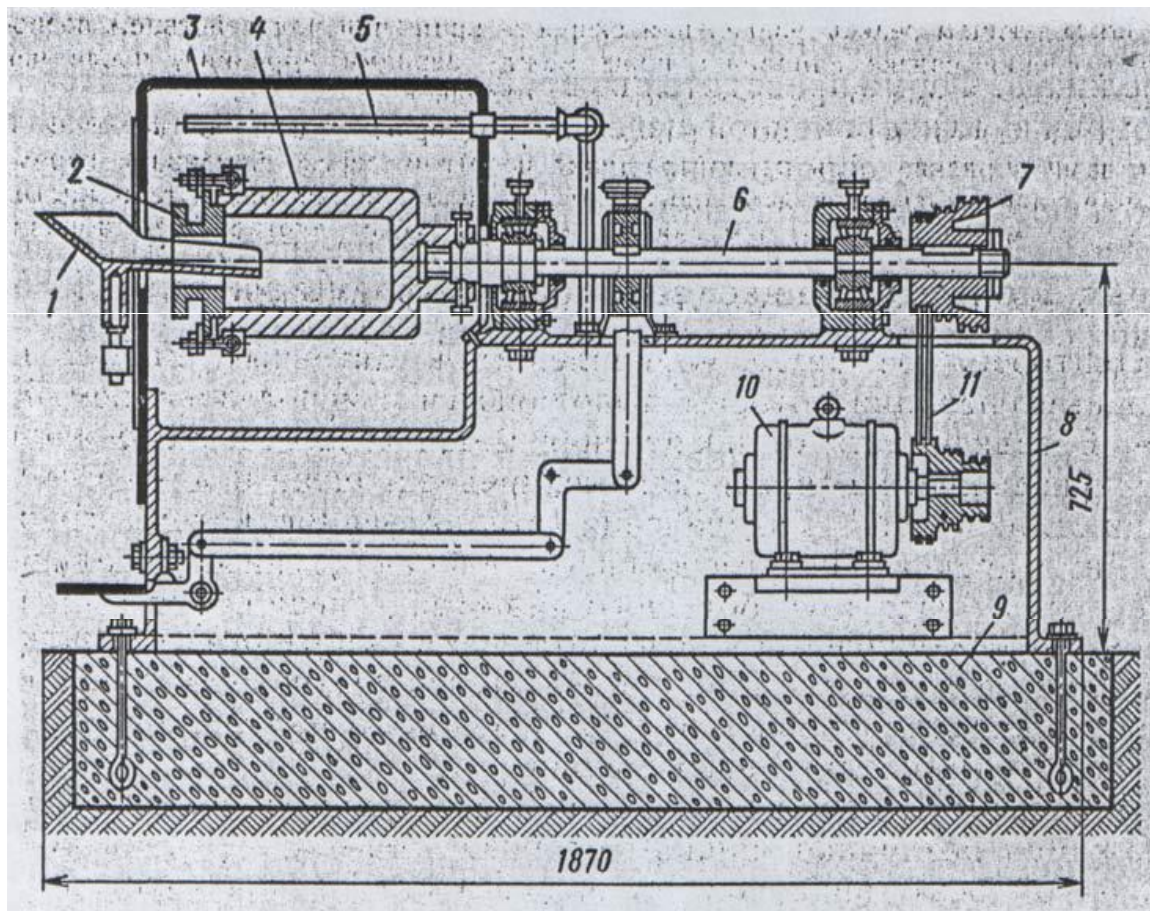
Склад зв'язки може бути різним і підбирається відповідно до властивостей абразиву. Для запобігання переміщення зерен абразиву, залитих розплавом, необхідно, щоб утворює тіло інструмента сплав був менш щільним, ніж зв'язка, а зв'язка меншої щільності, ніж абразив.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2.3. Машини і автоматизація відцентрового лиття.

Відцентрове лиття належить до ливарним процесам, основні операції яких виконуються з використанням машин. Залежно від призначення машини для відцентрового лиття поділяють на універсальні, призначені для виготовлення виливків загального призначення, труболivarного, призначені для виготовлення чавунних і сталевих труб, в тому числі труб великого діаметра, спеціального призначення, призначені для виготовлення однотипних виливків в масовому виробництві (гільзи двигунів внутрішнього згорання, біметалічні виливки і т. д.), а також валків прокатних станів і бумаго - діяльною машин. До останнього типу можна віднести і багатошпindelні машини для виготовлення дрібних виливків з кольорових сплавів.

Залежно від розташування в просторі осі обертання виливниці розрізняють машини з горизонтальною, вертикальною і похилою віссю обертання. Залежно від конструктивного виконання розрізняють шпindelні, роликові машини і відцентрові столи.



					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Рис.2. 12. Шпиндельна машина для виливків загального призначення. 1 - жолоб, 2 - кришка, 3 - захисний кожух, 4 - форма, 5 - система охолодження, 6 - шпиндель, 7 - шків, 8 - станина, 9 - бетонну основу, 10 - електродвигун, 11- клінореміна передача.

Машина повинні забезпечувати обертання форм з необхідною кутовий швидкістю, зміна числа обертів форми в даних умов технологічного процесу межах, необхідні розгінні і гальмівні характеристики, крім того, вони повинні працювати плавно, без вібрацій, мати міцні і зручні пристрої для кріплення і фіксації форм, пристрої підігріву та охолодження виливниць. Незалежно від типу і конструктивного виконання машини для відцентрового лиття мають наступні основні вузли: привід обертання форми, опорні пристосування для кріплення (або фіксації) форми. Крім того, різні машини можуть оснащуватися пристроями введення і виведення залитого лотка, механізмом виштовхування виливків, кожухами, що служать для забезпечення умов безпечної роботи.

Універсальні машини. Шпиндельні машини з горизонтальною віссю обертання (рис. 2. 12) використовують при виготовленні виливків загального призначення, наприклад втулок.

На бетонній основі 9 розташована станина 5, на якій в підшипниках кочення обертається горизонтальний шпиндель 6, що приводиться в рух електродвигуном 10. Від електродвигуна через клиноремennу передачу 11 і ступінчастий шків 7 обертання передається на форму 4 з кришкою 2. Розплав заливають через жолоб 1, встановлений на поворотній кришці захисного кожуха 3. з метою збільшення продуктивності машини і запобігання надмірного нагрівання форму охолоджують водою, для чого стожить труба 5 з просвердленими в ній отворами. Шпиндельні машини прості в обслуговуванні, надійні в роботі, можлива швидка заміна форм, що важливо при великій номенклатурі виливків Недоліком таких машин є обмежена маса одержуваних

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виливків (до 120 кг), для виливків більшої маси консольне кріплення форми недостатньо надійно.

Роликові машини з горизонтальною віссю обертання використовують для виготовлення масивних втулок, кілець (рис. 2.13). Форма 5 закривається кришками 2 і 3. Форма має на зовнішній поверхні два кільцевих виступу, якими спирається на чотири ролика 6. Форма приводиться в обертання від електродвигуна 7 за допомогою клинопасової передачі 8, що приводить в рух один з роликів, що сидять на валу 9. Від ролика рух передається формі. Для усунення вібрації при роботі форма зверху притискається роликами 4, укріпленими, на пружних опорах. Це запобігає заклинювання форми при її тепловому розширенні в процесі заливки. Розплав заливають по жолобу 1, укріпленого на візку 10. Під час роботи форму закривають захисним кожухом 11.

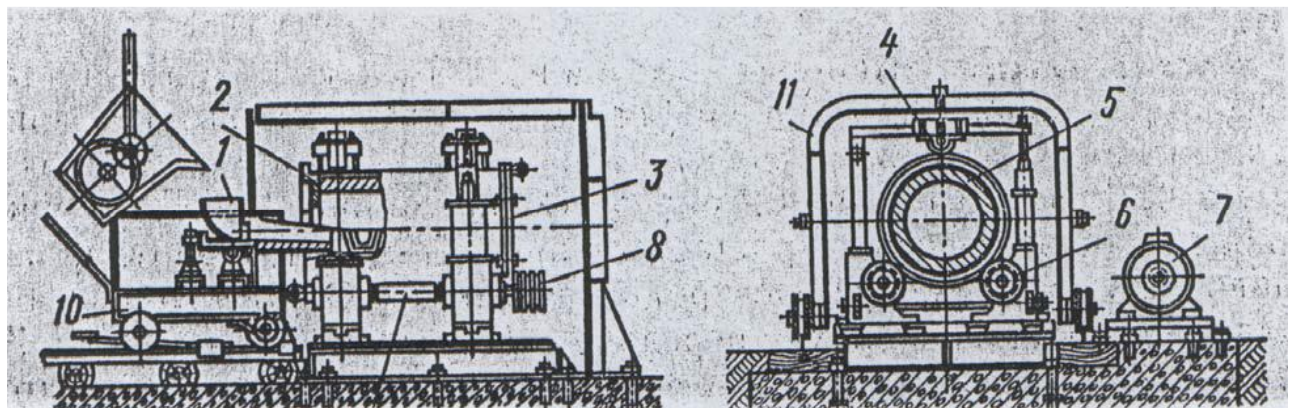


Рис. 2.13. Роликова відцентрова машина. 1 - жолоб, 2 - передня кришка, 3 - задня кришка, 4 - притискні ролики, 5 - форма, 6 - опорні ролики, 7- електродвигун, 8 - Кліноременная передача, 9 - приводний вал, 10 - візок, 11- захисний кожух .

Перевагою роликових машин є можливість виготовлення на них виливків різних розмірів і маси. Це досягається зміною форм і відповідної перестановкою опорних роликів на фундаментної плити. Діаметр роликів виконують таким, щоб при сполученні ролика з формою виходила пара з необхідним передавальним числом. При збільшенні діаметра форми

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

передавальне число автоматично збільшується. Це дозволяє виключити з приводу машини редуктор, спрощуючи конструкцію машини. Недоліками роликкових машин є складність балансування рухомих частин, складність переналагодження при зміні форм, сильний шум при роботі.

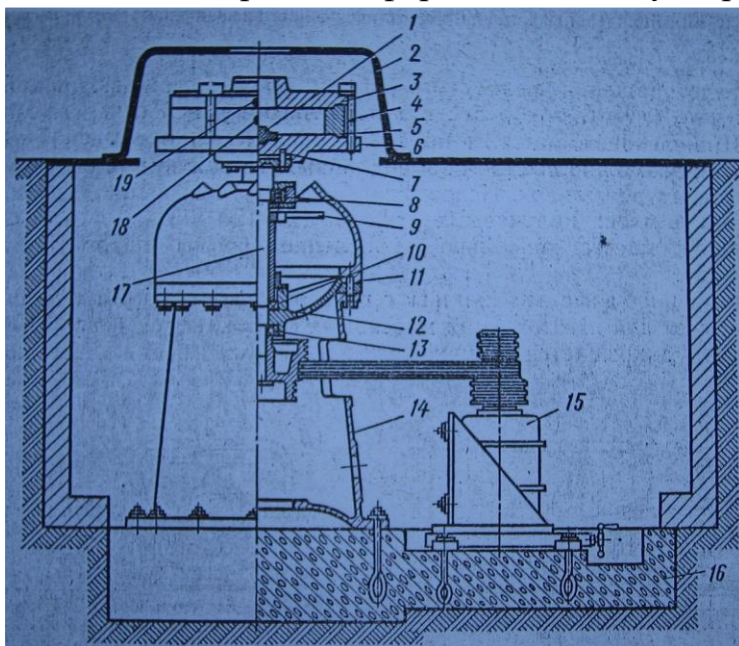


Рис. 2.14. Машина з вертикальною віссю обертання. 1 розсекатель, 2 захисний кожух, 3 кришка, 4 болти, 5 корпус форми, 6 піддон, 7 прокладка, 8, 12, 13- підшипники, 9 вентилятор, 10 опорне кільце, 11, 14 - корпус машини, 15- електродвигун, 16- бетонну основу, 17- шпindelь, 18, 19- цапфи.

Машини з вертикальною віссю обертання (рис. 2.14) використовують при виготовленні фасонних виливків. На бетонній основі 16 встановлена нижня частина 14 збірного корпусу машини. У верхній частині 11 корпусу в опорному кільці 10 і підшипниках 8, 12, 13 встановлено шпindelь 17. На верхньому торці шпindelя змонтована форма, що складається з піддону 6 корпусу 5 і кришки 3, скріплена болтами 4.

Верхню частину шпindelя щоб уникнути заклинювання підшипника відокремлюють від форми теплоізоляційною прокладкою 7; під час роботи шпindelь охолоджують за допомогою вентилятора 9. Розсікач 1 форми також захищає шпindelь від перегріву. Форма обертається від електродвигуна 15,

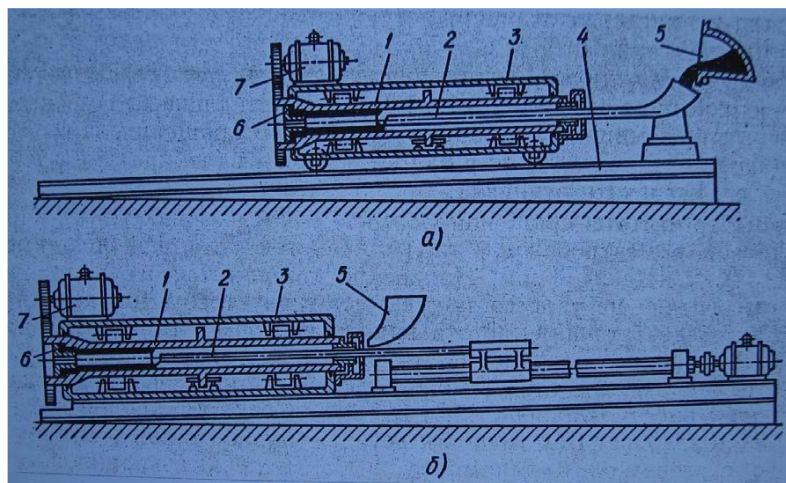
					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

з'єднаного з шпинделем клиноремінною передачею. Форма при заливці закрита захисним кожухом 2. Для зручності збирання і розбирання форми корпус і кришка забезпечені цапфами 18 і 19.

У багатьох конструкціях машин з вертикальною віссю обертання виключається необхідність застосування зовнішніх заливальних пристроїв, так як такі пристрої входять до складу плавильно - заливного агрегату, розташованого усередині камери агрегату для вакуумної плавки і заливки сплавів.

Труболиварного машини. Литі водопровідні та каналізаційні труби діаметром 50 ... 1200 мм і довжиною до 7000 мм є типовими представниками виливків масового виробництва, одержуваних відцентровим способом. Литі труби не піддаються обробці різанням.

Для виготовлення труб з сірих чавунів застосовують інтенсивно охолоджуються металеві форми замість футерованих. Це дозволяє усунути з технологічного процесу лиття футеровку форм піщаними сумішами, поліпшити умови праці в ливарних цехах. Отбел на відливання запобігають використанням вогнетривких покриттів з низькою теплопровідністю і чавунів, що мають низьку схильність до відбілити. Так, наприклад, вміст кремнію не повинно перевищувати 2,4%, а сірки 0,08%. Причому більш високий вміст сірки впливає не тільки на схильність чавуну до відбілити, але і призводить до зниження жидкотекучести і підвищенню красноломкості.



					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Рис. 2.15. Схема отримання труб на труболиварного машині. 1 Виливниці, 2 жолоб, 3 корпус машини, 4 рейкові шляхи, 5 дозуючий-заливальне пристрій, 6 стрижень, 7 електродвигун, а - з рухомою виливниці, б - з рухомим заливальним жолобом.

Найбільшого поширення набули в промисловості машини з рухомою виливниці (рис. 2.15). Вони мають менші розміри, у них відсутня вібрація довгого заливного жолоби, виключається торкання жолобом обертається форми.

Ухил машини $3 \dots 5^\circ$ в сторону розтрубної частини форми покращує відтік розплаву з жолоба в изложницю.

Виливниці 1 встановлена в корпусі 3 машини на роликових опорах і приводиться в обертання електродвигуном 7. В розтрубної частини форми встановлюють стрижень 6. Розплав з дозуюче - заливного пристрою 5 по жолобу 2 надходить у обертову изложницю. При заливці машина переміщається по рейковому шляху 4 з рівномірною швидкістю.

Такі машини дозволяють виготовляти труби діаметром 50 ... 300 мм, довжиною до 6000 мм з продуктивністю 15 ... 40 труб на годину.

2.4. Проектування технологічного процесу.

Положення осі обертання форми і виливки призначають з урахуванням зміни вільної поверхні розплаву в поле дії відцентрових сил, особливостей затвердіння і харчування виливки в цих умовах.

Виливки, які відповідно до креслення повинні мати правильну циліндричну внутрішню поверхню, можуть бути отримані незалежно від їх довжини при горизонтальній осі обертання форми. При нахилі осі обертання під будь-яким кутом до горизонту вільна поверхня розплаву має конфігурацію параболоїда обертання, виливки набувають разностенность. При нахилі $3 \dots 5^\circ$

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

разностенность невелика, такий стан обертається форми застосовують в машинах для виготовлення труб великої протяжності (3 ... 8 м).

Кільця, бандажі можна отримувати в формах з горизонтальною і вертикальною осями обертання. При виборі положення осі обертання форм для таких виливків слід враховувати фактори, що впливають на якість виливки, а також зручність складання-розбирання форми, видалення виливки.

Фасонні виливки, виготовлені в піщаних (керамічних, оболонкових по виплавлених моделях, металевих) формах, отримують на машинах з вертикальною віссю обертання. При цьому зручніше монтувати форму на столі машини (збирати, і розбирати її, отримувати виливки).

Вибір швидкості обертання форми. Одним з найбільш важливих питань в відцентровому литті є розрахунок необхідної кількості оборотів форми. При недостатній кутовій швидкості обертання форм нерідко не вдається отримати виливок необхідної конфігурації, розплав погано очищається від неметалічних включень. Надмірно висока швидкість обертання також може погіршити якість виливків і умови роботи машини. В результаті зростання тиску розплаву підвищується ймовірність утворення в виливках тріщин; пригару (в разі використання піщаних або футерованих форм); ликвации компонентів сплаву по щільності. При високій швидкості обертання підвищуються вимоги до точності деталей і вузлів машин, виконання статичної та динамічної балансування обертових частин для зменшення вібрації.

Тому при розробці технологічного процесу і при конструюванні машин слід прагнути до того, щоб забезпечити отримання виливків необхідної якості при мінімальній швидкості обертання форми.

Розрахункові залежності для визначення необхідного числа обертів ливарної форми найбільш повно розроблені для випадку отримання порожнистих циліндричних виливків.

Швидкість заливки - важливий параметр технологічного процесу, що впливає на якість виливки. При невеликій масовій швидкості заливання в литві

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

можливе виникнення дефектів - спаев, що не слітин. Для отримання якісних виливків з вільною поверхнею в усіх випадках необхідно, щоб в процесі заливки товщина затверділої шару була менше товщини шару залитого металу. З метою виключити перше і забезпечити друга умова на початку форму заливають з високою швидкістю, а в подальшому її знижують. Це створює умови для спрямованого затвердіння виливки, знижує тиск на оболонку, що затвердіває і інтенсивність ліквационних процесів.

На основі теорії, що наведена вище до електроприводу висунені такі вимоги для якісної роботи:

- плавний пуск;
- точність роботи по часу та швидкості;
- висока якість передачі моменту від двигуна до виливниці з урахуванням ремінної передачі.

До початку модернізації установок відцентрового лиття на них була встановлена тиристорна система керування, причини модернізації:

- моральне застаріння обладнання;
- внаслідок жорсткого зв'язку з живлячою мережею усі коливання напруги в мережі передаються прямо в систему привода, а поштовхи при навантаженні на вісь двигуна викликають коливання струму у мережі;
- низький коефіцієнт потужності при регулюванні напруги в бік зниження;
- генерація вищих гармонік, що завантажують мережу.

Після модернізації на даних установках відцентрового лиття встановлюється система керування яка використовує перетворювач частоти з векторним керуванням, що має такі переваги:

- більш плавна робота двигуна і як результат підвищення якості відливки і зменшення припуску на обробку металу;
- зменшення шансів виникнення які можуть призвести до нещасливих випадків внаслідок виплеску металу з виливниці при заливці;

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

- розширює діапазон і точність керування асинхронного двигуна за швидкістю;

- відсутність ривків при роботі внаслідок перепадів напруги у мережі.

На основі вище наведеної теорії можна зробити висновок, що спроектована установка відцентрового лиття відповідає сучасним стандартам якості і її можна впевнено використовувати на сучасному виробництві.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

РОЗДІЛ 3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок електропривода

Об'єм корпусу виливниці, V_1

$$V_1 = L_{vi} \cdot H_1 \cdot D_{vi} \quad (3.1)$$

де L_{vi} – внутрішня довжина виливниці;

H_1 – товщина стінок виливниці;

D_{vi} – внутрішній діаметр виливниці;

$$V_1 = 140 \cdot 10^{-3} \cdot 34 \cdot 10^{-3} \cdot 105 \cdot 10^{-3} = 4.99 \cdot 10^{-4}$$

Об'єм кришки виливниці, V_2

$$V_2 = (D_{vi} - D_1) \cdot H_1 \quad (3.2)$$

де D_1 – діаметр отвору для заливки металу до виливниці;

$$V_2 = (105 \cdot 10^{-3} - 60 \cdot 10^{-3}) \cdot 34 \cdot 10^{-3} = 1.53 \cdot 10^{-3}$$

Загальна маса виливниці, M_{izl}

$$M_{izl} = (V_1 + V_2) \cdot \rho_{st} \quad (3.3)$$

де ρ_{st} – густина матеріалу з якого виконана виливниця (сталь);

$$M_{izl} = (4.998 \cdot 10^{-4} + 1.53 \cdot 10^{-3}) \cdot 7800 = 15.8$$

Об'єм заливаемого металу, V_{zav}

$$V_{zav} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot (D_{vi}^2 - D_{vd}^2) \cdot L_{vi} \quad (3.4)$$

де D_{vd} – внутрішній діаметр заготовки;

$$V_{zav} = \left(\frac{\pi}{4}\right) \cdot ((105 \cdot 10^{-3})^2 - (70 \cdot 10^{-3})^2) \cdot 140 \cdot 10^{-3} = 6.74 \cdot 10^{-4}$$

Маса заливаемого металу, M_{zav}

$$M_{zav} = \rho_{br} \cdot V_{zav} \quad (3.5)$$

де ρ_{br} – густина матеріалу який заливається до виливниці (чавун);

$$M_{zav} = 8500 \cdot 6.735 \cdot 10^{-4} = 5.73$$

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Загальна маса механізму, M_{mex}

$$M_{mex} = M_{izl} + M_{zav} \quad (3.6)$$

$$M_{mex} = 15.8 + 5.73 = 21.55$$

Момент сили тертя об повітря при заливці металу до виливниці, M_{pov1}

$$M_{pov1} = 23.5 \cdot 10^{-6} \cdot (L_{vi} + H_1 \cdot 2) \cdot (D_{vi} + H_1 \cdot 2) \cdot n_1^2 \quad (3.7)$$

де n_1 – кількість обертів двигуна при заливці металу до виливниці;

$$M_{pov1} = 23.5 \cdot 10^{-6} \cdot (140 \cdot 10^{-3} + 34 \cdot 10^{-3} \cdot 2) \cdot (105 \cdot 10^{-3} + 34 \cdot 10^{-3} \cdot 2) \cdot 750^2 = 0.476$$

Момент сили тертя в підшипниках для завантаженої виливниці, M_{tzav}

$$M_{tzav} = 4.9 \cdot f \cdot M_{mex} \cdot D_3 \quad (3.8)$$

де D_3 – діаметр вала на якому закріплена виливниця;

f – частота обертання підшипників кочення;

$$M_{tzav} = 4.9 \cdot 0.04 \cdot 21.55 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0.114$$

Момент сили тертя в підшипниках для порожньої виливниці, M_{tper}

$$M_{tper} = 4.9 \cdot f \cdot M_{izl} \cdot D_3 \quad (3.9)$$

$$M_{tper} = 4.9 \cdot 0.04 \cdot 15.8 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0.083$$

Механічний момент виливниці, M_{cmex}

$$M_{cmex} = M_{tpov1} + M_{tzav} + M_{tper} \quad (3.10)$$

$$M_{cmex} = 0.476 + 0.114 + 0.083 = 0.673$$

Момент інерції завантаження, J_{zav}

$$J_{zav} = \left(\frac{\pi}{32}\right) \cdot \rho_{br} \cdot (D_{vi}^4 - D_{vd}^4) \cdot L_{vi} \quad (3.11)$$

$$J_{zav} = \left(\frac{\pi}{32}\right) \cdot 8500 \cdot ((105 \cdot 10^{-3})^4 - (70 \cdot 10^{-3})^4) \cdot 140 \cdot 10^{-3} = 0.011$$

Момент інерції шківів двигуна, $J_{\omega dv}$

$$J_{\omega dv} = \left(\frac{\pi}{32}\right) \cdot \rho_{st} \cdot (D_{sh1}^4 - D_{sh2}^4) \cdot D_2 \quad (3.12)$$

де D_{sh1} – діаметр першого шківів;

D_{sh2} – діаметр другого шківів;

$$J_{\omega dv} = \left(\frac{\pi}{32}\right) \cdot 7800 \cdot (160 \cdot 10^{-3} - 63 \cdot 10^{-3}) \cdot 60 \cdot 10^{-3} = 0.029$$

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Момент інерції шківів виливниці, $J_{\omega izl}$

$$J_{\omega izl} = \left(\frac{\pi}{32}\right) \cdot \rho_{st} \cdot D_3^2 \quad (3.13)$$

$$J_{\omega izl} = \left(\frac{\pi}{32}\right) \cdot 8500 \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 0.689$$

Загальний момент інерції усього механізму, J_{mexi}

$$J_{mexi} = J_{\omega dv} + \frac{J_{\omega izl} + J_{\omega dv} + J_{zav}}{3^2} \quad (3.14)$$

$$J_{mexi} = 0.029 + \frac{0.689 + 0.029 + 0.011}{3^2} = 0.11$$

Сумарний момент інерції привода, J_{mex}

$$J_{mex} = J_{mexi} + J_{zav} \quad (3.15)$$

$$J_{mex} = 0.11 + 0.011 = 0.121$$

Момент сили тертя о повітря на етапі застигання металу, M_{pov2}

$$M_{pov2} = 23.5 \cdot 10^{-6} \cdot (L_{vi} + H_1 \cdot 2) \cdot (D_{vi} + H_1 \cdot 2) \cdot n_2^2 \quad (3.16)$$

де n_2 – кількість обертів двигуна при застиганні металу у виливниці;

$$M_{pov2} = 23.5 \cdot 10^{-6} \cdot (140 \cdot 10^{-3} + 34 \cdot 10^{-3} \cdot 2) \cdot (105 \cdot 10^{-3} + 34 \cdot 10^{-3} \cdot 2) \cdot 1600^2 = 2.165$$

Статичний момент на валу ротора, M_c

$$M_c = M_{cmex} + M_{pov2} \quad (3.17)$$

$$M_c = 0.673 + 2.165 = 2.838$$

Момент двигуна номінальний, M_n

$$M_n = \frac{M_c}{0.8} \quad (3.18)$$

$$M_n = \frac{2.838}{0.8} = 3.547$$

Кутова швидкість обертання статора при заливці металу, ω_1

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} \quad (3.19)$$

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot 750}{30} = 78.54$$

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Кутова швидкість обертання статора при застиганні металу, ω_2

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} \quad (3.20)$$
$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot 1600}{30} = 166.552$$

Максимальна кутова швидкість двигуна, ω_0

$$\omega_0 = \frac{\pi \cdot n_0}{30} \quad (3.21)$$

де n_0 – максимальна кількість обертів двигуна;

$$\omega_0 = \frac{\pi \cdot 3000}{30} = 314.159$$

Номінальна кутова швидкість двигуна, ω_n

$$\omega_n = \omega_0 \cdot (1 - 0.05) \quad (3.22)$$

$$\omega_n = 314.159 \cdot (1 - 0.05) = 298.451$$

Номінальна потужність двигуна, P_n

$$P_n = \frac{M_n \cdot \omega_n}{1.05} \quad (3.23)$$

$$P_n = \frac{3.547 \cdot 298.451}{1.05} = 1008$$

Розгін порожньої виливниці до зниженої швидкості, t_1

$$t_1 = \frac{J_{mex} \cdot (\omega_1 - 0)}{M_n - M_c} \quad (3.24)$$

$$t_1 = \frac{0.121(78.54 - 0)}{3.547 - 2.838} = 13$$

Заливка металу до виливниці на зниженій швидкості, t_2

$$t_2 = 4$$

Розгін виливниці до максимальної швидкості, t_3

$$t_3 = \frac{J_{mex} \cdot (\omega_2 - \omega_1)}{M_n - M_c} \quad (3.25)$$

$$t_3 = \frac{0.121(167.552 - 78.54)}{3.547 - 2.838} = 15$$

Застигання металу на максимальній швидкості, t_4

$$t_4 = 25$$

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						38
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гальмування привода виливниці до нульової швидкості, t_4

$$t_5 = \frac{J_{mex} \cdot (\omega_2 - 0)}{M_n - M_c} \quad (3.26)$$

$$t_5 = \frac{0.121(167.552 - 0)}{3.547 - 2.838} = 29$$

Загальний час роботи системи для отримання одиниці готової продукції

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 \quad (3.27)$$

$$t = 13 + 4 + 15 + 25 + 29$$

На основі розрахунків був вибраний асинхронний двигун АИР 80 А2 з такими параметрами:

Електро двигун	Рн, кВт	Об/хв	I, А при U=380V	η, %	cosφ	I _n / I _н	M _n / M _н	M _m / M _н	Момент, Н·м	Момент инерции кгм ²	п, кг
АИР80А2	1.5	2850	3.2	78.5	0.84	7.0	2.2	2.3	4.9	0.0011	13.3

3.2 Розробка системи керування

На основі отриманих при розрахунку даних та теоретичних відносно процесу відцентрового лиття, була спроектована система керування для асинхронного двигуна з урахуванням потреб технічного процесу. Таким чином була створена система яка забезпечує на початку керування плавний пуск, для стабільної роботи і зниження зносу двигуна.

Принцип векторного керування полягає у роздільному керуванні магнітним потоком і моментом АД за допомогою незалежних складових струму статора, які відповідають проекціям вектора струму на осі системи координат dq , орієнтованої по напрямку вектора магнітного потоку ротора.

Отже, якщо задати значення поздовжньої складової струму, що відповідає необхідному магнітному потоку, а поперечної – необхідному моменту на валу, то тим самим буде визначено вектор струму статора в системі координат dq . Після цього здійснюється перетворення системи координат dq у нерухому і

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						39

розкладання вектора струму на фазні проекції, у результаті чого утворюються синусоїдальні сигнали, що відповідають фазним струмам які потрібно сформувати в обмотках статора, щоб одержати заданий електромагнітний момент.

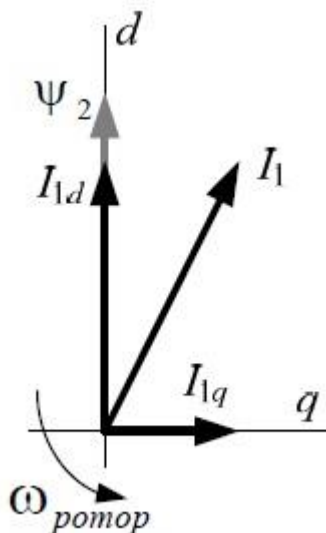


Рис 3.1 - Вектори, які визначають електромагнітний момент асинхронного двигуна у системі координат dq

Система синтезована за принципом підпорядкованого регулювання. Система має 2 канали регулювання прямий та квадратурний з регуляторами синтезованими в координатній системі. Прямий канал складається з регулятора потокозчеплення та підпорядкованого йому регулятора прямого струму. Вхідним сигналом керування є різниця сигналів завдання та реального значення потокозчеплення що визначається за наступними залежностями:

$$\Psi_r = \sqrt{\Psi_{r\alpha}^2 + \Psi_{r\beta}^2} \quad (3.28)$$

$$\Psi_{r\alpha} = \frac{1}{p} \cdot \frac{L_r}{L_\mu} \cdot (u_{s\alpha} - R_s \cdot i_{s\alpha} - \sigma \cdot L_r \cdot \frac{di_{s\alpha}}{dt}) \quad (3.29)$$

$$\Psi_{r\beta} = \frac{1}{p} \cdot \frac{L_r}{L_\mu} \cdot (u_{s\beta} - R_s \cdot i_{s\beta} - \sigma \cdot L_r \cdot \frac{di_{s\beta}}{dt}) \quad (3.30)$$

де $\Psi_{r\alpha}$ - проекція вектора потокозчеплення на вісь нерухомої системи координат α ;

$\Psi_{r\beta}$ - проекція вектора потокозчеплення на вісь нерухомої системи координат β ;

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

u_{sa} та u_{sb} - проекції векторів напруг на відповідні осі;

i_{sa} та i_{sb} - проекції векторів струмів на відповідні осі;

R_s - активний опір статора;

L_r - індуктивність ротора;

L_r^{\wedge} - уточнене значення індуктивності контуру намагнічування;

σ - коефіцієнт розсіювання;

Різниця вихідною сигналу регулятора потокозчеплення та реальне значення струму (отриманого за допомогою датчиків струму та блока перетворення координат) є вхідним 25 сигналом для регулятора струму прямого каналу. Квадратурний канал складається з двох регуляторів: швидкості та підпорядкованого йому регулятора прямого струму. Працює за тим же принципом, що і прямий канал.

Всі регулятори розташовані в квадратурному каналі, мають пропорційно-інтегральну структуру та такі передаточні функції:

$$W_{PC(p)} = k_p + \frac{k_i}{p}; k_p = \frac{\sigma \cdot L_s}{2 \cdot T_{KC} \cdot k_{\Pi} \cdot k_{\delta C}}; k_i = \frac{R_s}{2 \cdot T_{KC} \cdot k_{\Pi} \cdot k_{\delta C}}; \quad (3.31)$$

$$W_{PII(p)} = k_{p\omega} + \frac{k_{\omega i}}{p}; k_{p\omega} = \frac{J \cdot L_r \cdot k_{\delta C}}{3 \cdot Z_p \cdot L_{\mu}^{\wedge} \cdot k_{\delta C} \cdot T_{КШ}}; k_{\omega i} = \frac{J \cdot L_r \cdot k_{\delta C}}{12 \cdot Z_p \cdot L_{\mu}^{\wedge} \cdot k_{\delta C} \cdot T_{КШ}^2}; \quad (3.32)$$

$$W_{P\Psi(p)} = k_{ep} + \frac{k_{ei}}{p}; k_{ep} = \frac{k_{\delta C} \cdot T_r}{2 \cdot T_{KE} \cdot L_{\mu}^{\wedge} \cdot \omega_{\Psi max}}; k_{ei} = \frac{k_{\delta C}}{2 \cdot T_{KE} \cdot L_{\mu}^{\wedge} \cdot \omega_{\Psi max}}; \quad (3.33)$$

Схеми моделей працюючої системи були отримані за допомогою системи Mathcad.

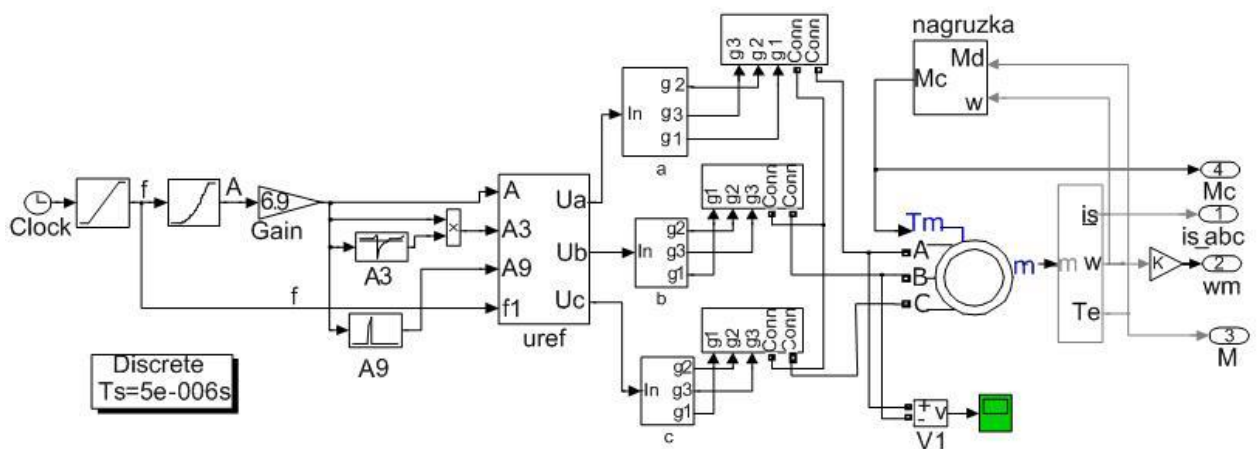
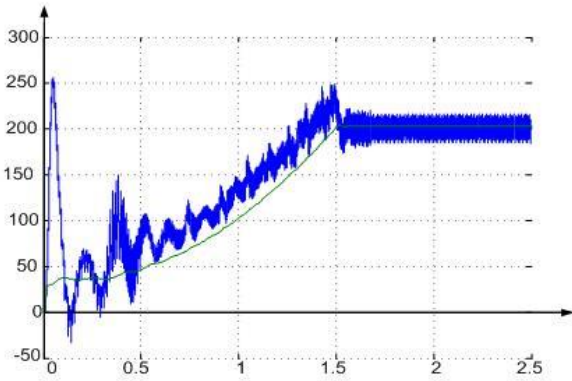
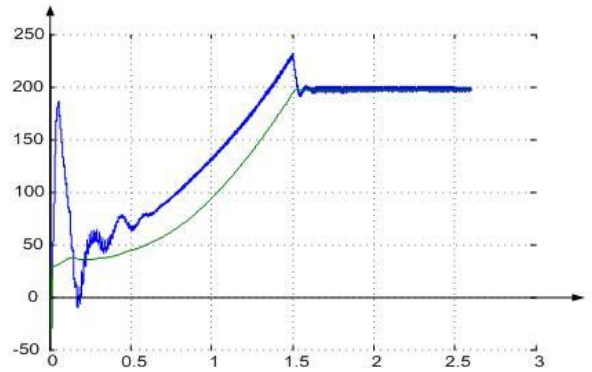


Рис. 3.1 – Плавний пуск АД



а)



б)

Рис. 3.2 – Перехідні процеси при плавному пуску

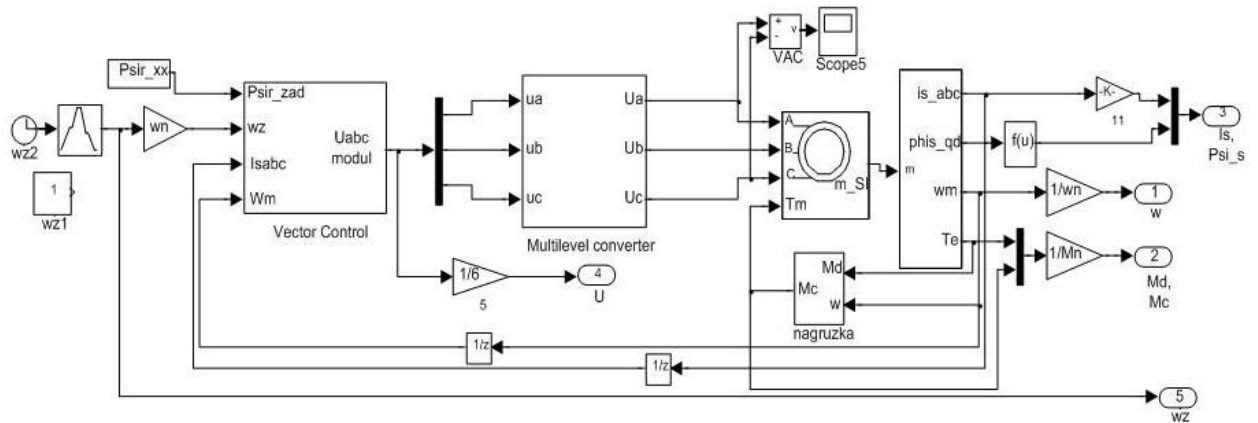
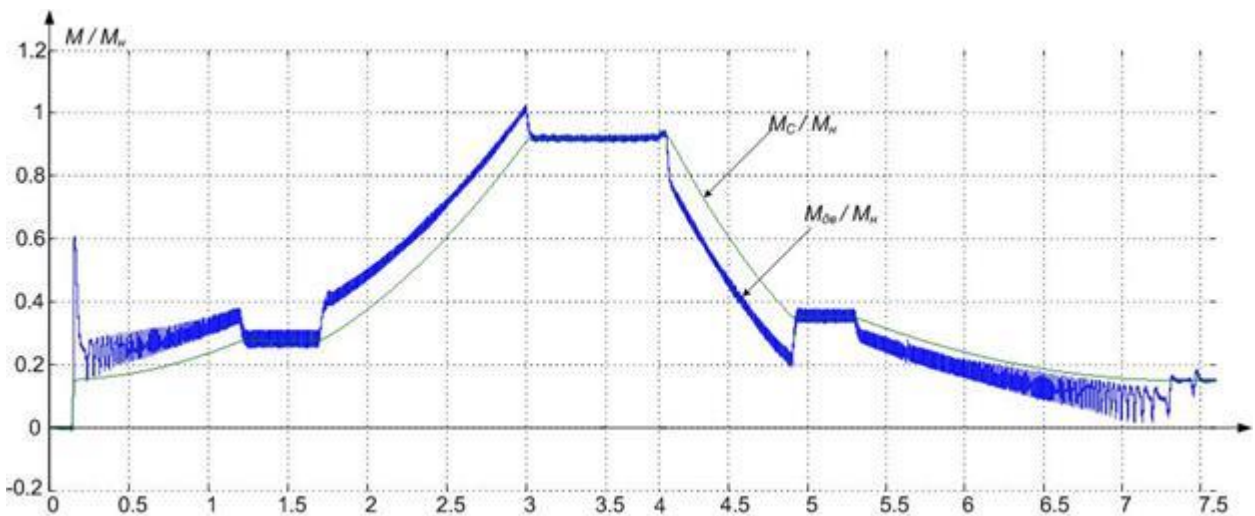
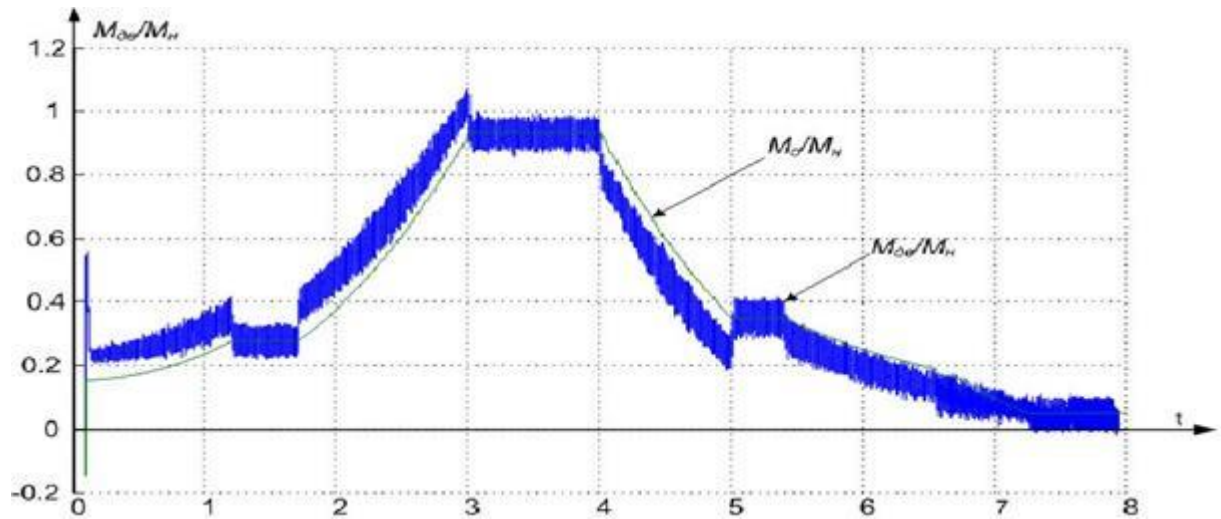


Рис. 3.3 - Модель електропривода з системою векторного керування



а)



б)

Рис. 3.3 – Перехідний процес по моменту

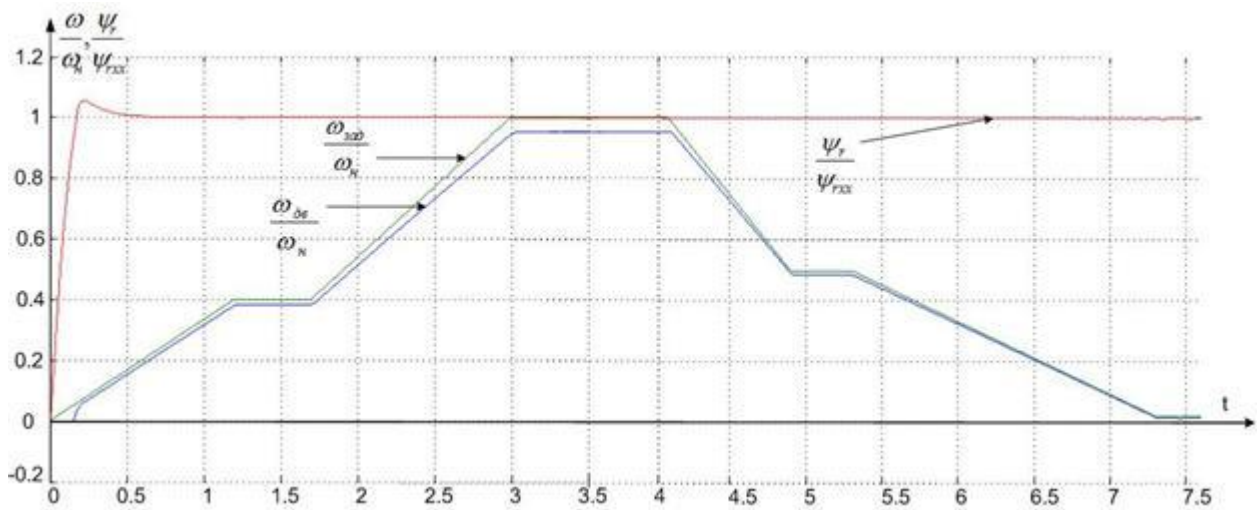


Рис. 3.4 - Перехідні процеси по швидкості та потокозчеплення двигуна

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

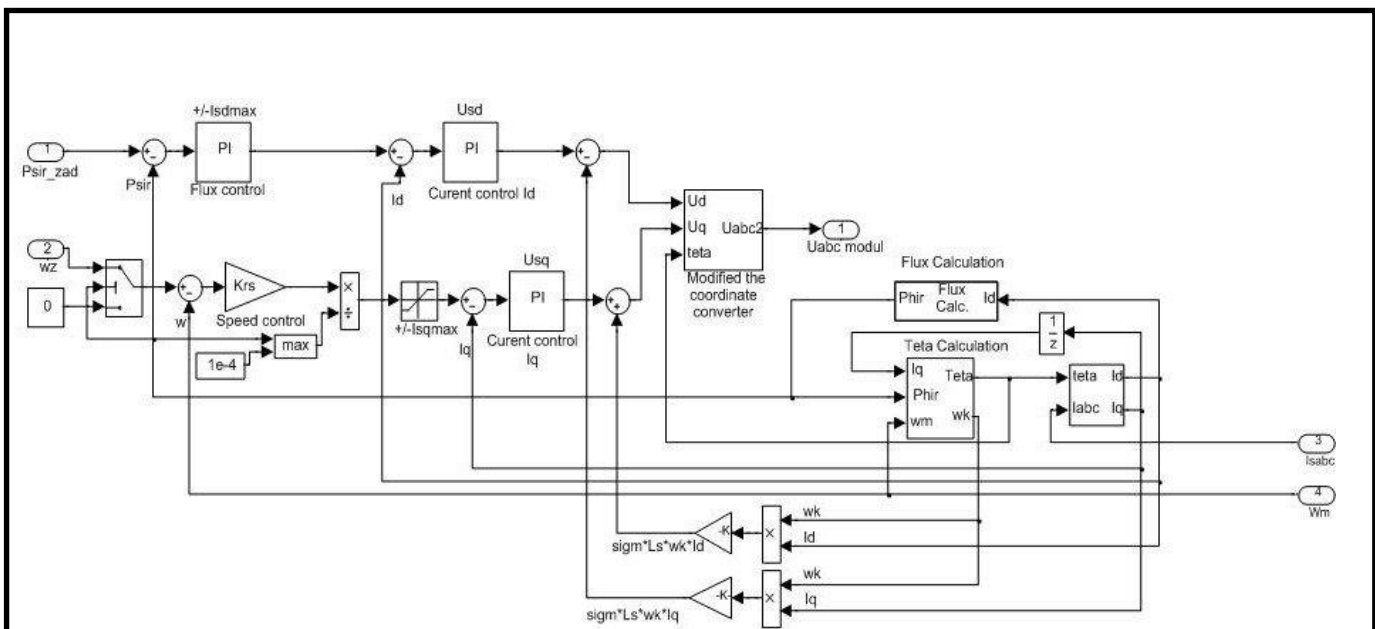


Рис 4.5 - Модель системи векторного керування АД

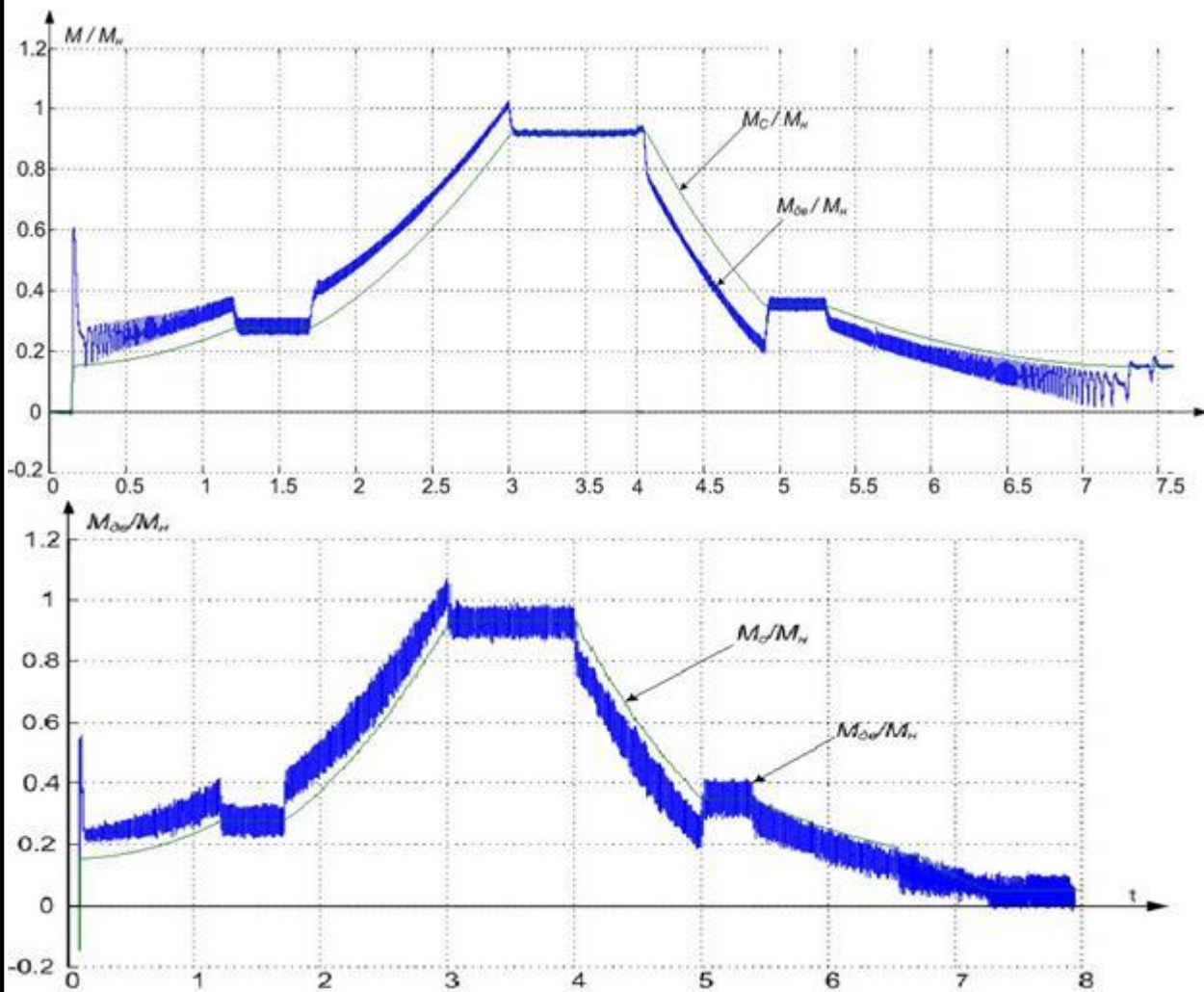


Рис 4.6 – Перехідний процес по моменту

В цьому розділі був представлений розрахунок електроприводу відцентрового лиття з урахуванням усіх вимог та стандартів відносно даного технічного процесу. Також була створена модель керування на основі перетворювача частоти з векторним керуванням так, як якісніше всього забезпечує роботу устаткування.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даній частині диплома розглядається фінансово-економічна частина модернізації цеху відцентрового лиття. При розрахунку цього розділу були віднайдені капітальні затрати на модернізацію, у які входять загальна вартість всього обладнання та вартість його монтажу та наладки на місці роботи з урахуванням витрат на доставку та зберігання на складу.

У другій частині даного розділу були розраховані експлуатаційні витрати до яких відносять: амортизаційні відрахування, заробітна плата обслуговуючого персоналу, відрахування на соціальні заходи від заробітної плати, витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання, вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування, інші експлуатаційні витрати.

4.1 Розрахунок капітальних затрат

Капітальні вкладення – це грошові засоби, призначені для створення і придбання основних фондів, і нематеріальних активів, що підлягають амортизації.

Витрати на придбання технічних засобів або комплектуючих виробів представлено у вигляді таблиці по капітальним витратам.

№ п/п	Назва технічних засобів (комплектуючих виробів)	Кількість	Вартість за одиницю, грн [prom.ua]	Сума, грн
1	Виливниця	10	9000	90000
2	Кришка пневматичним затвором	10	4500	45000
3	Шків	20	2000	40000
4	Ремінь передаточного механізму	10	600	6000

										ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							46

сумарна вартість комплектуючих елементів і - го виду, необхідних для реалізації прийнятого технічного рішення;

k - кількість необхідних комплектуючих елементів;

Z_{mzc} – транспортно-заготівельні і складські витрати;

Z_{np} – інші однократні вкладення грошових засобів.

$$K_{np} = 436700 + 6508 + 3514.03 + 1872.88 + 8000 = 456,595 \text{ грн}$$

4.2. Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати - це поточні витрати на експлуатацію та обслуговування об'єкта проектування за певний період (рік), виражені в грошовій формі.

До основних статей експлуатаційних витрат електротехнічного устаткування відносяться:

- амортизаційні відрахування (C_a);
- заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_3);
- відрахування на соціальні заходи від заробітної плати (C_c);
- витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання (C_m);
- вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування (C_e);
- інші експлуатаційні витрати (C_{np}).

4.2.1. Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Строк корисного використання (експлуатації) об'єктів основних засобів і нематеріальних активів визначається підприємством самостійно, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання. Для даного обладнання вибраний строк амортизації 7(сім) років так, як саме за такий час технології розвиваються далі і приходять нове покоління обладнання.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Амортизована вартість основних фондів, грн

$$\Phi_a = \Phi_n - L, \quad (4.4)$$

де Φ_n - початкова (або переоцінена) вартість об'єкта основних засобів;

L - розрахункова ліквідаційна вартість основних засобів.

$$\Phi_a = 456595 - 15000 = 441,595 \text{ грн}$$

Норма амортизації H_a , %

$$H_a = \frac{\Phi_n - L}{\Phi_n \cdot T_n} \cdot 100\% \quad (4.5)$$

де T_n - строк корисного використання (амортизаційний період);

$$H_a = \frac{456595 - 15000}{456595 \cdot 5} \cdot 100 = 19.34\%$$

Тоді річні амортизаційні відрахування АО

$$AO = \frac{\Phi_n \cdot H_a}{100} \quad (4.6)$$

$$AO = \frac{456595 \cdot 19.34}{100} = 88306 \text{ грн}$$

Річний фонд амортизаційних відрахувань визначається за видами основних фондів і нематеріальних активів по розділах зведення капітальних витрат для проектного варіанту і за даними підприємства про балансову вартість замінного обладнання для базового варіанту. результати розрахунків заносяться в табл. 4.2.

№ п/п	Найменування показників	Капітальні затрати, грн.	Норма амортизації, %	Сума амортизації, грн
1	Проектний варіант	456595	19.34	88306

Таблиця 4.2 - Розрахунок амортизаційних відрахувань

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

4.2.2. Розрахунок річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної плати здійснюється за категоріями персоналу (робітники, РСС), який обслуговує об'єкт проектування, в відповідності до їх чисельністю, режимом роботи, вартовими тарифними ставками, посадовими окладами, що застосовуються на підприємстві формами і системами оплати праці та преміювання.

Основна заробітна плата працівників - це винагороди за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці (норми часу, виробітку, обслуговування, посадові обов'язки), вона визначається тарифними ставками і відрядними розцінками для робітників, посадовими окладами для фахівців, службовців і керівників.

Додаткова заробітна плата - це винагорода за працю понад встановлених норм, за особливі умови праці. До додаткової заробітної плати відносяться премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій, доплати і надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством.

Номінальний річний фонд робочого часу одного працівника (з оплатою по кількості зробленого або почасового) визначається відповідно до режиму роботи (кількістю робочих днів, числом і тривалістю змін). Розрахунок номінального річного фонду робочого часу повинен бути приведений в пояснювальній записці.

Результати розрахунку основної заробітної плати обслуговуючого персоналу представляються у вигляді табл. 4.3.

Таблиця 4.3

№ п/п	Найменування професій робітників	Списочний штат, чол	Часова тарифна ставка, грн..	Номінальний річний фонд робочого часу, год.	Всього, основна зарплата по тарифу, грн.
1.	Майстер сталевар	5	30.48	2080	316,992
	ВСЬОГО	5	-	-	316,992

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу визначається в розмірі 10-15% від основної заробітної плати. Таким чином, загальна величина річного фонду заробітної плати становить:

$$C_3 = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \quad (4.7)$$

де $Z_{\text{осн}}$, $Z_{\text{доп}}$ - основна і додаткова заробітна плата відповідно, грн.

$$C_3 = 316,992 + 31699.2 = 348691 \text{ грн}$$

4.2.3. Розрахунок відрахувань на соціальні заходи

Відрахування на соціальні заходи (єдиний соціальний внесок) визначаються на підставі встановленого чинним законодавством відсотка від суми основної та додаткової заробітної плати, для данного проекту вибирається у розмірі

$$C_c = C_3 \cdot 0.22 \quad (4.8)$$

$$C_c = 348691 \cdot 0.22 = 76712 \text{ грн}$$

4.2.4. Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання включають витрати на матеріали, запасні частини, заробітну плату ремонтним робітникам і можуть визначатися по фактичними даними підприємства.

Витрати на поточний ремонт апаратури автоматики і системи автоматизації

$$Z_{\text{т.р}} = \sum_{i=1}^n \left(R_i \cdot t_i \cdot m_i \cdot R_{\Sigma i} + \frac{S_i \cdot \Pi_i}{T_i} \cdot T_{\Phi} \right) \quad (4.9)$$

де n - число пристроїв автоматики, що підлягають ремонту;

R_i - годинна ставка робітників, що виконують ремонт, грн;

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

t_i - трудомісткість одного ремонту при категорії складності ремонту в одну ремонтну одиницю в залежності від виду ремонту, для даної установки цей коефіцієнт складає 7.0, так як ремонт є середнім;

m_i - число ремонтів за рік, 1 (один) для середнього ремонту;

R_{Σ} - сумарна категорія складності ремонту в залежності від виду електрообладнання, для даного виду складає 1.3;

S_i - вартість однотипних змінних елементів, грн .;

Π_i - кількість однотипних змінних елементів;

T_i - середній термін служби деталей даного типу, год.;

T_{ϕ} - число годин роботи апаратури в рік, год.

$$Z_{т.р} = 10 \cdot \left(32.49 \cdot 7.0 \cdot 1 \cdot 1.3 + \frac{3500 \cdot 2}{4000} \cdot 1708 \right) = 37956.59 \text{ грн}$$

4.2.5. Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року

$$C_e = W_r \cdot C_e \quad (4.10)$$

$$W_r = (1.5 + 2 + 0.35) \cdot 2080 = 8008$$

де W_r - кількість спожитої за рік електроенергії, кВт · год;

C_e - тариф на електроенергію станом на конкретну дату, 2.2 грн. / кВт · год;

$$C_e = 8008 \cdot 2.2 = 17617.6 \text{ грн}$$

4.2.6. Визначення інших витрат

Інші витрати по експлуатації об'єкта проектування включають витрати з охорони праці, на спецодяг та ін. Відповідно до практики, ці витрати визначаються в розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$C_{\text{пр}} = 0.04 \cdot C_3 \quad (4.11)$$

$$C_{\text{пр}} = 0.04 \cdot 348691 = 13947.64 \text{ грн}$$

Таким чином, річні експлуатаційні витрати складають, грн:

- проектні

$$C = C_{\text{аб}} + C_3 + C_c + C_T + C_e + C_{\text{пр}} \quad (4.12)$$

$$C = 88306 + 348691 + 76712 + 37956.59 + 63879.2 + 13947.64 = 583,230 \text{ грн}$$

У даному розділі була розроблена економічна модель у якій розглядалась доцільність модернізації з фінансової точки зору. Також був розглянутий об'єм затрат на зарплату як тому персоналу який встановлює та налагоджує обладнання так і тому персоналу який працює на ньому і слідкує за його станом і ремонтує при необхідності.

В результаті була доведена економічна доцільність не тільки модернізації даного участку цеху, а й його робота так як за період роботи він повністю окуповується і приносить достатній прибуток для подальшої модернізації при моральній застарілості обладнання.

На основі вище викладеного, можна сказати, що розроблений проект є економічно доцільним.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників проектованого технологічного процесу

При роботі з установкою відцентрового лиття є достатньо небезпечним технічним процесом, внаслідок контакту з розплавленим та розпеченим металом, при самому контакті з установкою при неправильно встановленій або при не якісно виконаному заземленні можливе ураження електричним струмом у випадку порушення, пробою ізоляції.

Метеорологічні умови на даній ділянці відповідають усім нормам і стандартам ISO, для цього типу виробництва, тобто підтримання у приміщенні температури у $+18^{\circ}\text{C}$ у будь-яку пору року за рахунок припливно витяжної вентиляції в літку та індукційного опалення взимку.

Аналогічним чином до стандартів ISO був приведений рівень шуму та вібрації.

Серед можливих джерел забруднення пил у мінімальній кількості відповідно до міжнародних стандартів та при неправильному виконанні дій, що прописані у бланку технічного процесу залишки шлаку від процесів лиття.

5.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці

Технологічний процес виконується на спеціалізованому обладнанні – відцентровій машині з горизонтальною віссю обертання форми (виливниці). Характерною особливістю цього метода лиття є застосування металевих форм, які схильні до нагрівання, до високих (понад 500°C) температур.

Відцентрове лиття супроводжується інтенсивним виділенням тепла від роздавальних печей розплаву, гарячих форм і виливків, а також утворенням парів води в процесі охолодження гарячих форм, так як виливниця охолоджується водою.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поліпшення умов праці при відцентровому литті забезпечується досить потужною механічною і природною вентиляцією. На робочих місцях встановлюється місцева вентиляція, здійснювана через кожуха, обладнання, роздаткові печі з розплавом, місця зберігання та переміщення гарячих виливків обладнуються укриттям. Зниження температури повітря в робочих зонах до встановлених санітарних норм досягається пристроєм систем душировання. Поліпшення умов праці забезпечується також теплоізоляцією роздавальних печей, системами повітряного і водяного охолодження металевих форм.

Для забезпечення безпеки праці операторів відцентрові машини повинні мати не тільки захисні кожухи на рухомих і обертових деталях, але й огороження небезпечних зон. До найбільш небезпечних зон відцентрових машин відносяться торці виливниць з боку заливальної воронки. Торці виливниць повинні перекриватися спеціальними кожухами.

При наявності на ділянці декількох машин між ними повинні бути встановлені захисні щити з листової сталі по довжині, що дорівнює довжині машини, і висотою не нижче 2 м. Відстань між щитом і машиною з боку обслуговування повинна бути не менше 2 м. У конструкцію машин вбудовуються блокуючі пристрої та системи автоматичного управління. Щоб запобігти падінню виливниць з роликів опор, вони при обертанні повинні притискатися зверху запобіжними роликами. Конструкції пристроїв для виштовхування виливків повинні забезпечувати їх легке вилучення з форм без застосування ломиків або інших інструментів.

Щоб уникнути вибуху водоохолоджувані системи виливниць повинні бути герметичними, при цьому повинно забезпечуватися надійне з'єднання їх з підводящими і відводящими воду трубами.

Виливниці перед установкою їх на відцентрову машину повинні бути збалансовані, про що складається відповідний акт. Установка виливниці на машину без акту про їх балансування не допускається.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Перед початком роботи необхідно перевірити надійність закріплення кокілів, прес-форм і виливниць на машинах, особливу увагу звернути на щільність з'єднання матриць форм, надійність заземлення корпусу електродвигуна, захисних кожухів пускових пристроїв та іншого обладнання.

Перевірку технічного стану обладнання необхідно починати з контролю справності його деталей і механізмів, вентиляційних і душируючих пристроїв і закінчуватися випробуванням устаткування на холостому ході; при цьому особливу увагу необхідно звернути на технологічну послідовність і чіткість виконання машинних операцій. При відцентровому литті необхідно контролювати характер обертання виливниці (наявність або відсутність биття), роботу ручного гальма і системи заливки розплаву (закріплення жолоби в центрі виливниці по вертикалі, відкривання і надійність фіксації дверцята в робочому положенні засувкою).

При виготовленні виливків робітник повинен дотримуватися таких правил безпеки праці:

- перевірити наявність під виливницею короба для зберігання виливків, короб повинен мати огороження, що виключає випадковий дотик робочих до гарячих відливок;
- при заливці форм розплавом необхідно працювати в захисних окулярах;
- заливати розплав слід тільки в підігріті форми, порушення цього правила може призвести до викиду з форм розплаву;
- заливаючи розплав в форму, мірну ложку або ківш необхідно тримати зліва від себе, при цьому рекомендується стояти в безпечній зоні, т. е. перед машиною при відцентровому литті;
- при відцентровому литті дверцята кожуха з заливальним жолобом повинна відкриватися тільки після повного зупинення виливниці ручним гальмом і припинення подачі води для її охолодження.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

5.3 Пожежна профілактика

При визначенні вогнестійкості будівель і його елементів, а також при планувальних рішеннях всередині будівлі враховується ймовірність виникнення пожежі для даного типу виробництва. Пожежна небезпека виробничих будівель визначається пожежною небезпекою технологічного процесу і конструктивно-планувальними рішеннями будівлі. Виходячи з пожежонебезпечних властивостей речовин і умов їх застосування або обробки будівельні норми і правила приміщення цеху де розташовується дільниці відцентрових машин належить до категорії Г.

До пожежонебезпечної категорії Г належать виробництва, пов'язані із застосуванням негорючих (вогнетривких) речовин і матеріалів в гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променевої теплоти, іскор або полум'я; твердих, рідких або газоподібних речовин, які спалюються або утилізуються як паливо. До категорії Г відноситься велика частина підрозділів ливарних цехів, включаючи цехи з відцентровим литтям.

Вогнестійкість будівельних конструкцій проявляється в здатності їх чинити опір дії вогню або високої температури і зберігати при цьому свої експлуатаційні функції, вона відноситься до числа основних характеристик конструкцій і регламентується будівельними нормами і правилами. Час, після закінчення якого конструкція втрачає несучу або огорожувальну здатність, називається *пределом вогнестійкості* і вимірюється в годинах від початку випробувань конструкції на вогнестійкість до виникнення одного з наступних ознак: поява в конструкції наскрізних отворів або тріщин, через які проникає полум'я або продукти згоряння; втрата конструкцією несучої здатності, тобто її обвалення; підвищення температури на що не обігрівається поверхні конструкції в середньому більше ніж на 140°C , або в будь-якій точці цієї поверхні більше ніж на 180°C у порівнянні з температурою конструкції до випробування, або більше ніж на 220°C незалежно від температури конструкції до випробування.

					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Успіх ліквідації пожежі на виробництві залежить перш за все від швидкості оповіщення про його початку, тому цех обладнають пожежною сигналізацією. Пожежна сигналізація для даного виду приміщень електрична сигналізація та складається з сповіщувачів, які встановлені на видних місцях у виробничих приміщеннях, а також і поза ними, для того щоб виникла поблизу пожежа не могла перешкоджати підходу до сповіщувача.

5.4. Заходи з ергономіки

Все обладнання розташовано відповідно до стандартів техніки безпеки, тобто все обладнання для мінімізації ризиків травматизму та ергономічності розташовано в одну лінію. Для кожного робочого місця відведено по 1м з кожної сторони від установки та відповідно до розділу 5.2 встановлені захисні щити. У кожного робітника власний комплект інструментів для роботи. Виходячи з усього вище сказаного можна зробити висновок, що на кожному робочому місці працівникові буде комфортно працювати.

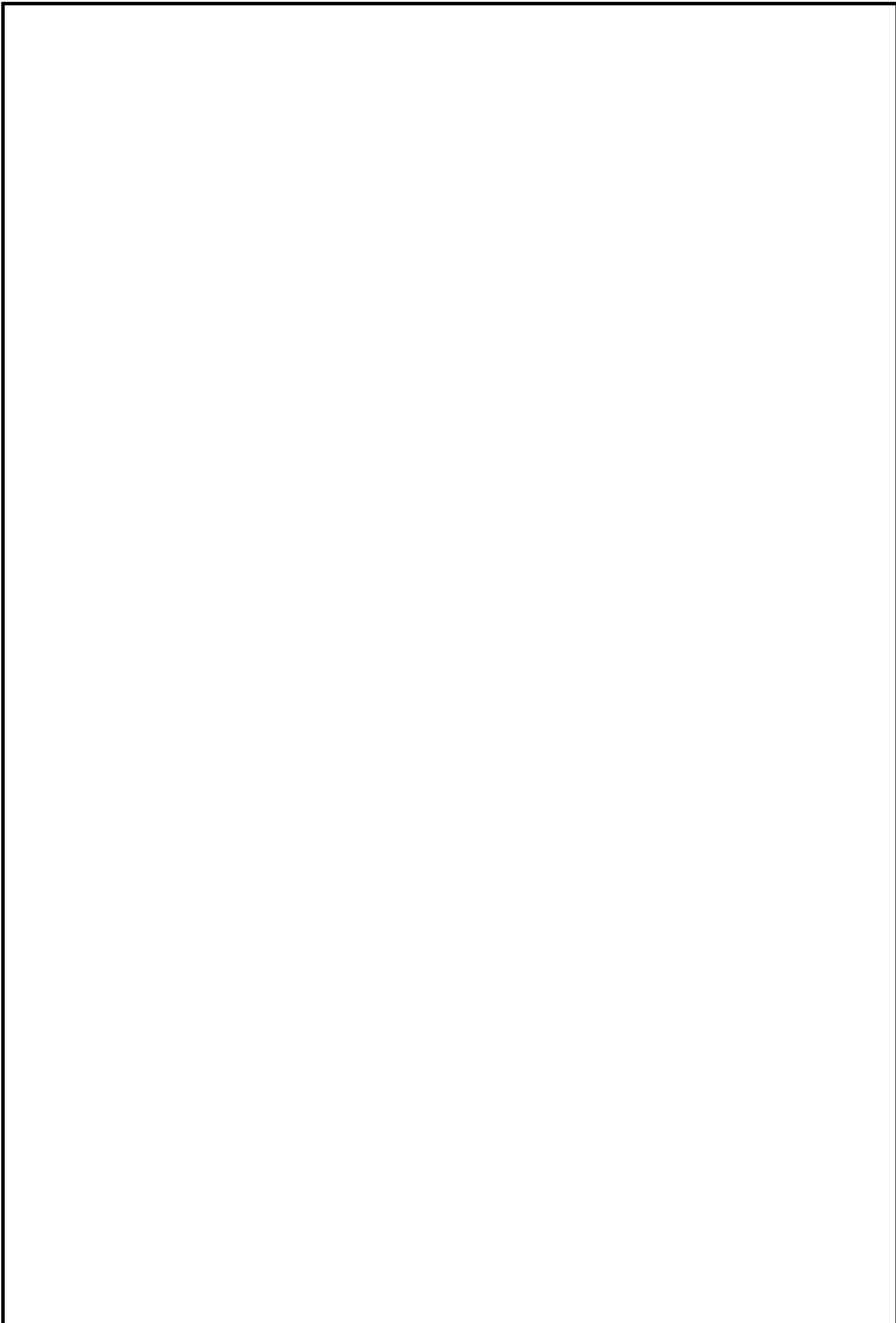
Усі інформаційно-довідкові стенди які роз'яснюють техніки безпеки та технічний процес роботи розташовані таким чином аби їх можна було прочитати з будь-якого робочого місця.

На основі вище викладених теоретичних відомостей можна зробити висновок, що даний цех являється достатньо безпечним для роботи для усього персонала, який не тільки задіяний у роботі на машинах відцентрового лиття, а й при їх обслуговуванні, при умові що працівники не тільки пройшли інструктаж з техніки безпеки і кожні півроку підтверджують це профільним екзаменуванням, а й виконують при роботі усі необхідні вимоги.

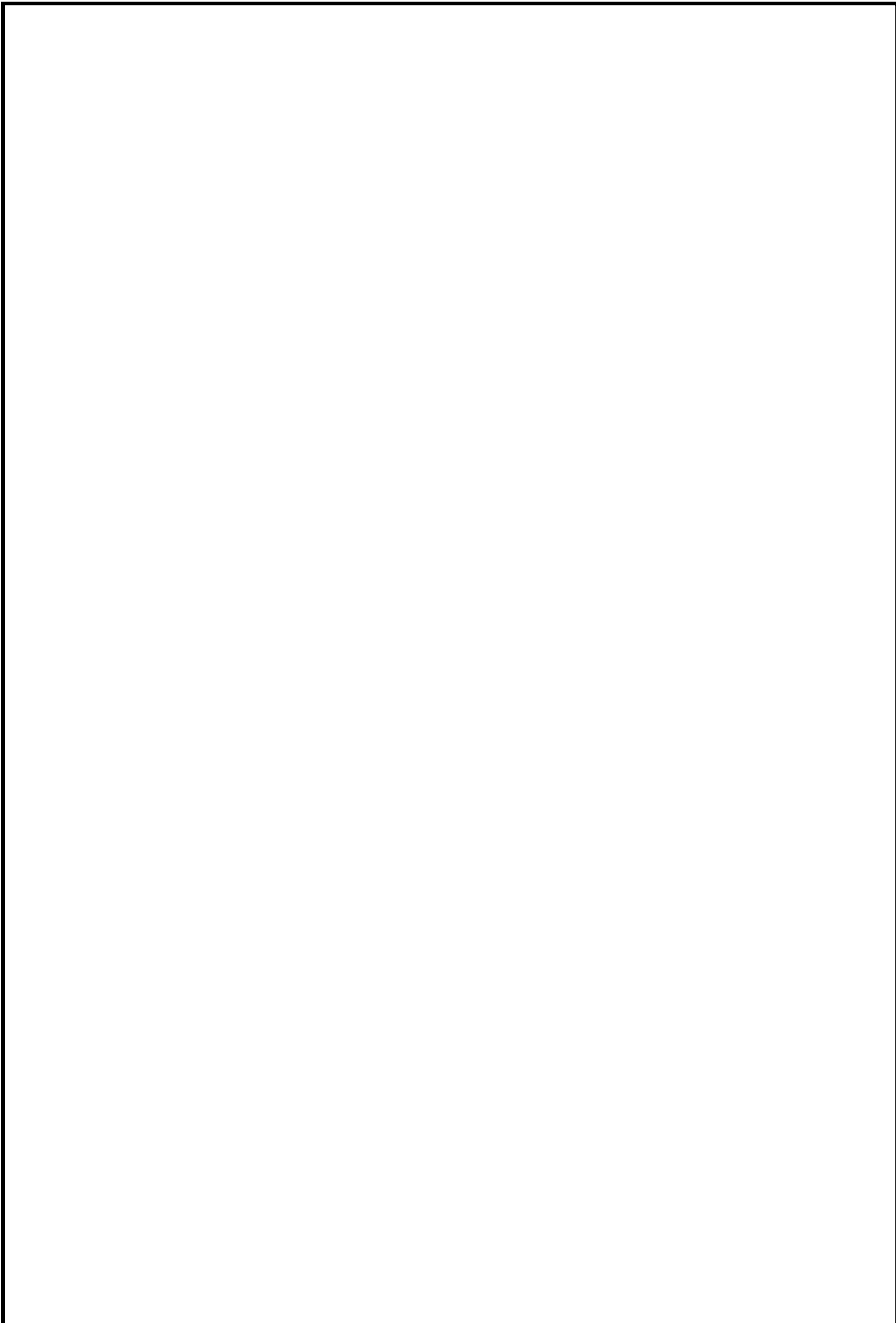
					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
						58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рецензія

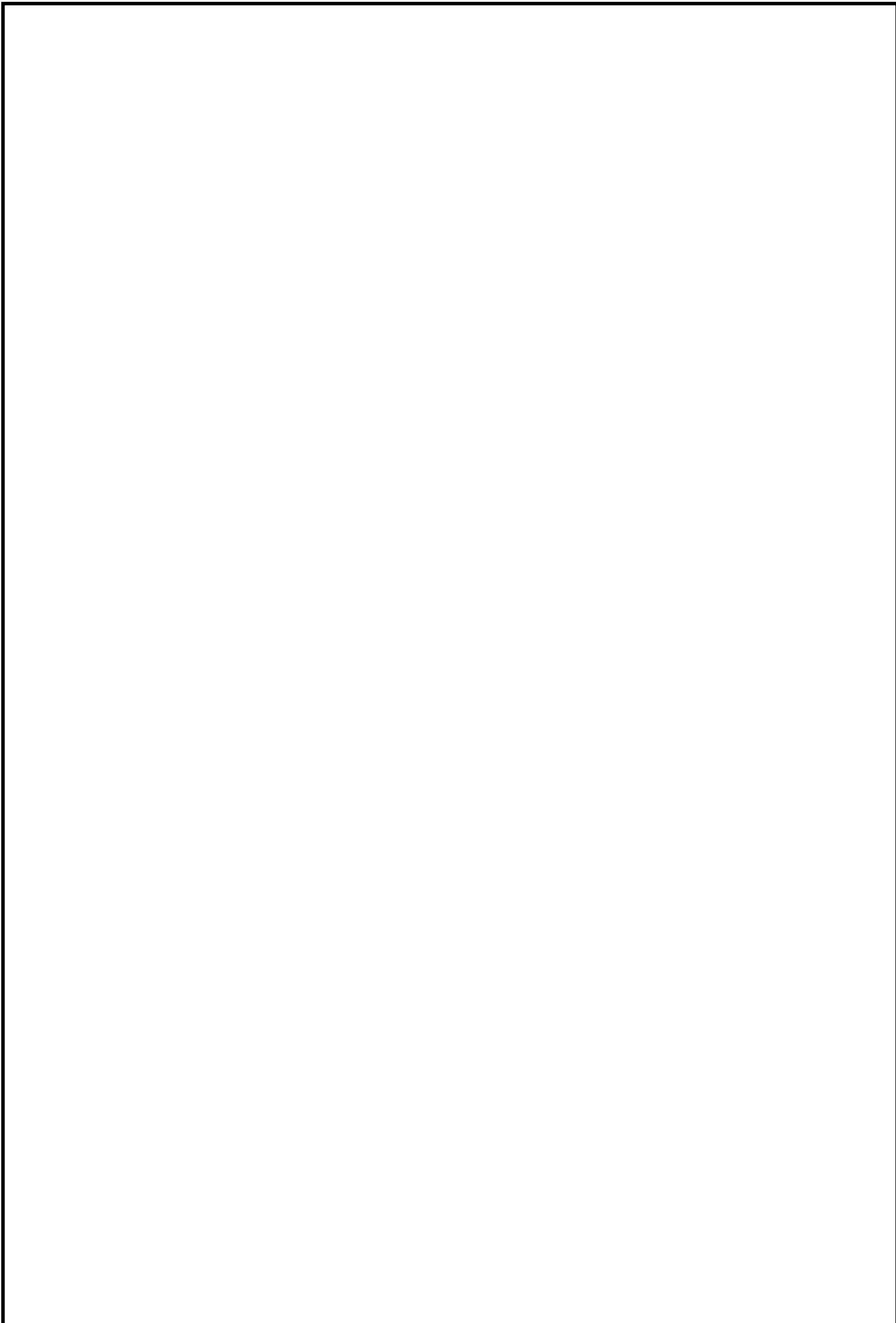
					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59



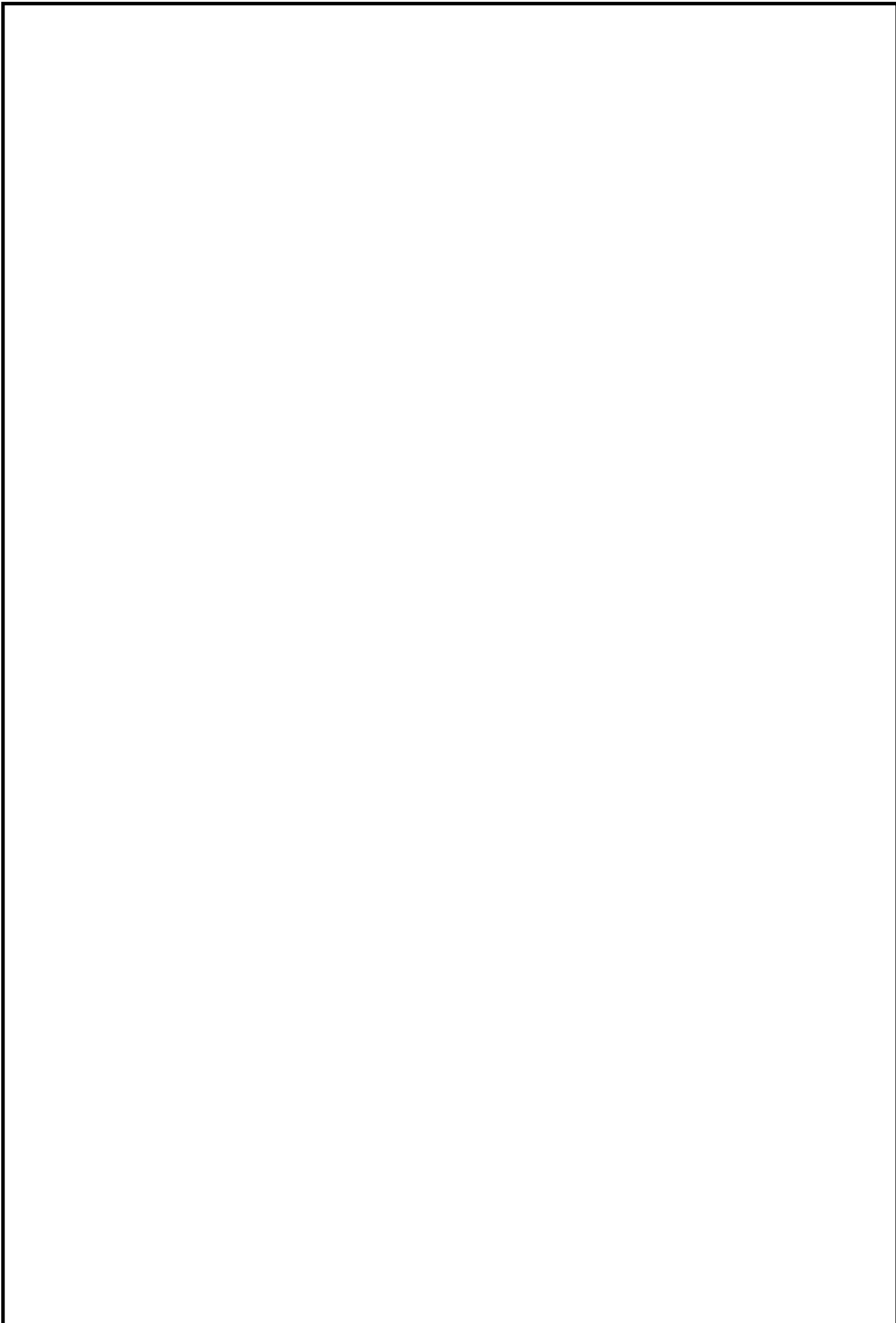
					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60



					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61



					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62



					ЕП.ЕД.17.01.01.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63