

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА
ПОЛІТЕХНІКА»**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни
“Обладнання та технології енергоємних виробництв”
для студентів всіх форм навчання спеціальності
141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка,
освітня програма – Електромеханічне обладнання енергоємних
виробництв

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни “Обладнання та технології енергоємних виробництв” для студентів всіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітня програма – Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв / Укл.: В. І. Осинська, В. В. Василевський. – Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка”, 2019. – 42 с.

Укладачі:	В. І. Осинська, ст. викладач, В. В. Василевський, ст. викладач, к.т.н.
Рецензент:	О. В. Близняков, доцент, к.т.н.
Відповідальний за випуск:	Р. Е. Мохнач

Затверджено
на засіданні кафедри
“Електричні і електронні апарати”.
Протокол № 3
від 11 листопада 2019 р.

Рекомендовано до видання
НМК ЕТФ.
Протокол №4
від 21 листопада 2019 р.

ЗМІСТ

1 Мета і завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі...	4
1.1 Мета викладання дисципліни.....	4
1.2 Задачі вивчення дисципліни.....	4
2 Програма та методичні вказівки до вивчення тем курсу.....	5
2.1 Організація виробництва.....	5
2.2 Металургійні технології.....	6
2.3 Технологія прокатування металів.....	7
2.4 Технологічні процеси електролізних виробництв.....	7
2.5 Металургія кольорових металів.....	7
2.6 Технологічні процеси в електроапаратобудуванні.....	8
3 Матеріали до вивчення тем курсу.....	9
3.1 Металургійні технології.....	9
3.1.1 Методи виробництва чавуну.....	9
3.1.2 Методи виробництва сталі.....	14
3.1.3 Електрометалургія сталі.....	17
3.1.4 Спеціальні методи перетоплювання сталі.....	20
3.2 Технологія прокатування металів.....	24
3.3 Металургія кольорових металів.....	28
3.3.1 Печі для виплавки дрібнодисперсних матеріалів.....	28
3.3.2 Агломераційні (обпалювальні) апарати.....	30
3.3.3 Шахтні плавильні печі.....	31
3.3.4 Високопродуктивні плавильні печі.....	32
3.3.5 Обертаві полум'яневі печі.....	33
3.3.6 Конвертери.....	34
3.3.7 Горни.....	35
3.3.8 Плавильні посудини.....	35
3.3.9 Електричні печі.....	38
3.4 Технологічні процеси електролізних виробництв.....	40
4 Навчально-методичні матеріали з дисципліни.....	42
4.1 Перелік основних підручників та навчальних посібників....	42
4.2 Перелік методичних вказівок.....	42

1 МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 Мета викладання дисципліни

Метою викладання дисципліни “Технологічні процеси енергоємних виробництв” є формування у студентів знань, навичок та умінь згідно ОКХ, які дозволяють здійснювати системні функції спеціаліста, а саме: науково-дослідницькі, проектно-конструкторські, пусконаладжувальні та експлуатаційні роботи з технічного обслуговування енергетичного та електротехнологічного обладнання і систем багаторівневої автоматизації технологічних процесів.

Вивчаючи дисципліну “Технологічні процеси енергоємних виробництв”, студенти знайомляться з технологічними процесами виробництва на підприємствах чорної та кольорової металургії, на електромашинобудівних та електроапаратних підприємствах.

Дисципліна “Технологічні процеси енергоємних виробництв” базується на таких попередніх дисциплінах: фізика, хімія, електроматеріалознавство, конструкційні матеріали, вища математика, теоретична та прикладна механіка, теоретичні основи електротехніки, електричні апарати, електричні машини, електроніка та мікросхемотехніка, електричне обладнання енергоємних виробництв, елементи та системи автоматики.

Матеріал дисципліни використовується також при дипломному проектуванні, тому його вивчення потребує великої самостійної роботи з рекомендованою літературою та періодичними виданнями в означеній галузі.

1.2 Задачі вивчення дисципліни

Основними задачами дисципліни є вивчення теоретичних та технологічних основ виробництва чорних та кольорових металів і їх сплавів, їх обробки, а також виробництва електромеханічного обладнання.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен знати:

– особливості організації та технологічної підготовки виробництва на підприємствах;

- основні вимоги, пред'являемі до технічної документації, матеріалів, виробів;
 - основи проектування технологічних процесів;
 - основи металургійного виробництва в чорній та кольоровій металургії (доменне, сталеплавильне, прокатувальне, ливарне виробництво та обробка металів і сплавів), термічної обробки металів та металургійної продукції;
 - основи технології виготовлення типових деталей та вузлів електромеханічного обладнання;
 - основи організації технічного контролю та випробувань на підприємствах електромашинобудування.
- В результаті вивчення дисципліни студент повинен вміти:
- розробляти перспективні проекти електроенергетичних установок різного призначення;
 - розробляти нові технологічні процеси та обладнання;
 - визначати оптимальні виробничо-технологічні режими роботи об'єктів електроенергетики;
 - проводити експертизу запропонованих проектно-конструкторських рішень і нових технологічних рішень.

2 ПРОГРАМА ТА МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ КУРСУ

2.1 Організація виробництв

Різноманітність електромеханічного обладнання енергоємних виробництв. Особливості різних видів виробництв. Загальні поняття та визначення, які характеризують технологічні процеси виробництв. Виробничий процес та його складові. Типи виробництва: масове, серійне та одиничне. Типова структура виробництва. Служби та цехи, їх взаємодія.

Технічна підготовка виробництва та її складові: конструкторська і технологічна підготовка. Етапи конструкторської розробки, їх задачі та зміст. Складові технологічної підготовки виробництва: вихідні дані, послідовність розробки технологічного процесу, технологічна документація. Сутність та задачі єдиної

системи технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ). Єдина система технологічної документації (ЄСТД), єдина система конструкторської документації (ЄСКД), їх використання в ЄСТПВ. Основні задачі та організація служб технологічної підготовки виробництва. Стандартизація, нормалізація та уніфікація.

Література, що рекомендується: [8], с. 5...7, с. 32...40; [9], с. 4...14; [10], с. 5...23, с. 50...59.

2.2 Металургійні технології

Загальні уявлення про металургійні процеси. Класифікація металургійних процесів : за типом вироблюваних матеріалів, за видом технології. Пірометалургійні методи. Гідрометалургійні методи. Методи порошкової металургії. Електрометалургія.

Методи виробництва заліза та сталі, загальні уявлення: класифікація, особливості основних процесів виробництва чавуну та сталі. Загальна схема виробництва. Тенденції розвитку.

Метод виробництва чавуну. Класифікація чавунів та їх властивості. Металургійні реакції в доменній печі. Початкові матеріали та кінцеві продукти доменного процесу. Пірометалургія чавуну. Улаштування домни.

Методи виробництва сталі. Класифікація сталей та їх властивості. Металургійні реакції при виробництві сталі. Класифікація процесів виробництва сталі. Киснево-конвертерний процес. Бесмерівський та томасівський процеси. Мартенівський процес. Улаштування мартенівської пічі.

Електрометалургія сталі. Класифікація електропечей. Дугові печі, улаштування та робота. Індукційні печі. Печі спротиву з графітовими нагрівачами. Методи перетоплювання. Вакуумна дугова піч. Вакуумна індукційна піч. Електронно-променева піч. Устаткування електрожувільного перетоплювання. Процеси вакуумної обробки рідкої сталі. Розливання сталі.

Література, що рекомендується: [1], с. 398...402, с. 405...419, с. 424...430; [2], с. 6...17, с. 226...238; [3], с. 18...26, с. 284...294, с. 333...345, с. 360...370; [4], с. 66...77, с. 162...168, с. 241...270, с. 286...315.

2.3 Технологія прокатування металів

Улаштування прокатувального стану. Класифікація прокатувальних станів. Види прокатування. Поздовжнє прокатування. Поперечне прокатування. Поперечно-гвинтове прокатування.

Виготовлення штаби гарячовикатаної та штаби холодновикатаної. Виготовлення листа тонкого та листа товстого. Виготовлення профілів.

Прокатування труб. Виготовлення безшовних труб: виготовлення порожнистих заготовок, розкатування, розтягування. Способи розкатування. Способи розтягування.

Виготовлення зварових труб. Технологія виготовлення гарячовикатаних труб. Технологія виготовлення холодновикатаних труб.

Виготовлення дроту гарячим прокатуванням. Виготовлення дроту протяганням.

Література, що рекомендується: [1], с. 450...465; [5], с. 7...40, с. 560...673; [12], с. 158...163, с. 183...213, с. 255...275, с. 275...285, с. 285...300.

2.4 Технологічні процеси електролізних виробництв

Сутність та закони електролізу. Технічне застосування електролізу. Електролітичний метод виробництва чистих металів.

Гальваностегія. Види покриттів. Вимоги до покриттів. Основні операції технологічних процесів отримання покриттів. Обладнання для гальваностегії. Гальванопластика. Технологічний процес гальванопластики та його операції. Обладнання для гальванопластики.

Література, що рекомендується: [1], с. 443...444; [7], с. 326...330; с. 644...663.

2.5 Металургія кольорових металів

Метали та їх класифікація. Сировина та паливо для отримання кольорових металів. Методи збагачення руд кольорових металів. Зневоднення продуктів збагачення.

Задачі металургійного виробництва. Класифікація металургійних процесів. Пірометалургійні та гідрометалургійні

процеси, їх сутність та різновиди. Структура сучасного металургійного процесу. Продукти та напівпродукти металургійного виробництва. Підготовка сировини до металургійної переробки.

Апаратура для виготовлення кольорових металів, класифікація за конструкцією та за видом обробки матеріалу, що завантажується. Печі для випалювання дрібнодисперсних матеріалів. Агломераційні (обпалювальні) апарати. Шахтні плавильні печі. Високопродуктивні плавильні печі. Стаціонарні полум'яневі печі. Обертаві полум'яневі печі. Конвертери. Горни. Плавильні посудини. Електричні печі: дугові печі, печі спротиву, індукційні печі.

Металургія міді. Застосування міді. Сировина для отримання міді. Окислювальне обпалення мідних концентратів. Плавлення міді на штейн. Конвертування мідних штейнів. Вогневе рафінування чорнової міді. Електролітичне рафінування міді.

Металургія алюмінію. Застосування алюмінію. Сировина для отримання алюмінію. Сучасний стан алюмінієвої промисловості. Виробництво глинозему. Електролітичне отримання алюмінію. Рафінування алюмінію.

Література, що рекомендується: [1], с. 433...443; [6], с. 9...96, с. 112...185, с. 294...339; [11], с. 60...70, с. 300...303, с. 374...384.

2.6 Технологічні процеси в електроапаратобудуванні

Механічна обробка матеріалів та деталей електричних апаратів. [9], с. 15...81; [10], с. 114...137, 163...200.

Технологія виготовлення пружин. [9], с. 82...91; [10], с. 200...210.

Технологія виготовлення магнітопроводів і котушок. [9], с. 34...37, 138...167; [10], с. 210...267, 280...303.

Технологія виготовлення струмоведучих деталей, контактів та контактних матеріалів. [8], с. 172...224; [9], с. 104...115; [10], с. 210...228.

Технологія виготовлення електроізоляційних та керамічних деталей. [8], с. 254...287; [9], с. 129...137, 168...175; [10], с. 303...373.

Технологія виготовлення резисторів. [10], с. 268...280.

Технологія захисних покриттів. [9], с. 116...128; [10], с. 373...396.

Технологія виготовлення печатних плат. [9], с. 176...188.

Технологія складання та види взаємозамінності. [8], с. 309...313; [9]; с. 189...210; [10], с. 396...439.

Література, що рекомендується: [8, 9, 10].

3 МАТЕРІАЛИ ДО ВИВЧЕННЯ ТЕМ КУРСУ

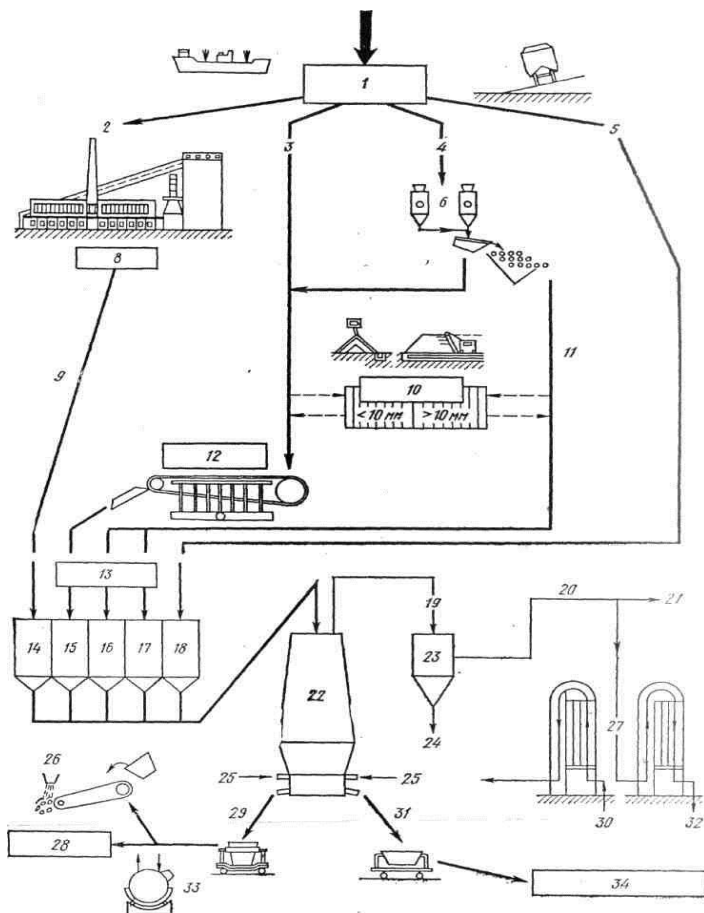
В цьому розділі наведені ілюстративні матеріали за допомогою яких вивчаються основні теми курсу. Це зокрема технологічні схеми виробництва та їх апаратне оформлення. Написи на рисунках дані мовою оригіналу. Назви матеріалів співпадають з назвами тем курсу.

3.1 Металургійні технології

В цьому підрозділі представлені матеріали для вивчення однойменної теми курсу. Це зокрема споруди для отримання чавуну та сталі різними методами, споруди для спеціального перетоплювання сталі.

3.1.1 Методи виробництва чавуну

Наведені матеріали дають уявлення про доменний процес та улаштування і принцип дії домни.



1 – заводская пристань и железнодорожная станция; 2 – уголь; 3 – мелкая руда и присадки (<10 мм); 4 – кусковая руда и присадки (>10 мм); 5 – окатыши; 6 – установка дробления и грохочения; 7 – мелкая руда и присадки (<10 мм); 8 – коксовальная установка; 9 – кокс; 10 – смеситель; 11 – сортированные руда и присадки (~ 10 — 50 мм); 12 – агломерационная установка; 13 – составление шихты; 14 – кокс; 15 – агломерат; 16 – присадки; 17 – руда; 18 – окатыши; 19 – доменный газ и пыль; 20 – чистый доменный газ; 21 – газовый двигатель и сжигание; 22 – доменная печь; 23 – газоочистка; 24 – доменный газ; 25 – горячее дутье; 26 – разливочная машина; 27 – воздухонагреватель; 28 – сталеплавильный завод; 29 – чугун; 30 – холодный воздух; 31 – шлак; 32 – отходящий газ в дымовую трубу; 33 – металлоприемник; 34 – реализация шлака

Рисунок 3.1 – Схема производства чугуна

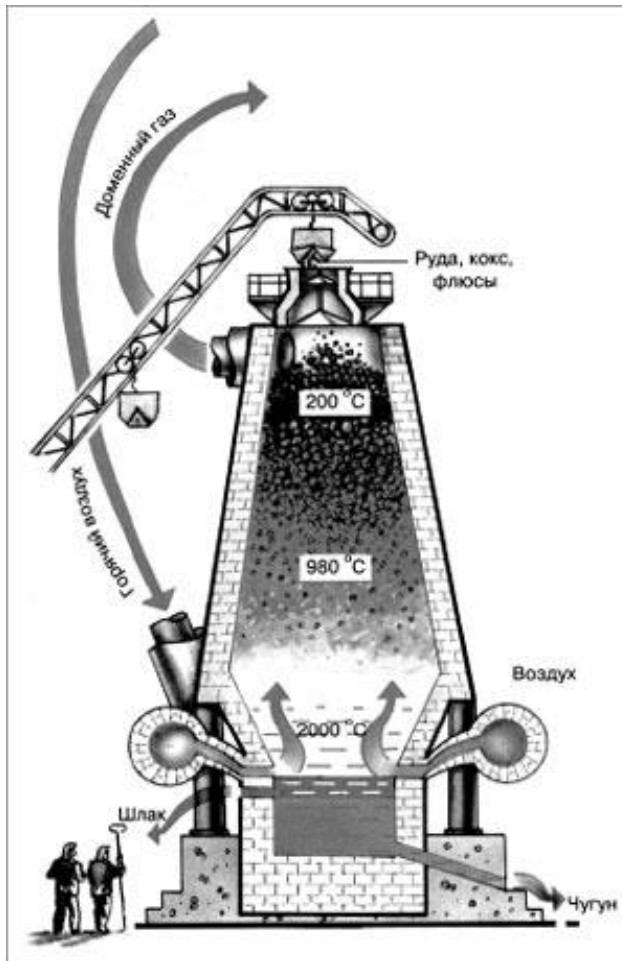
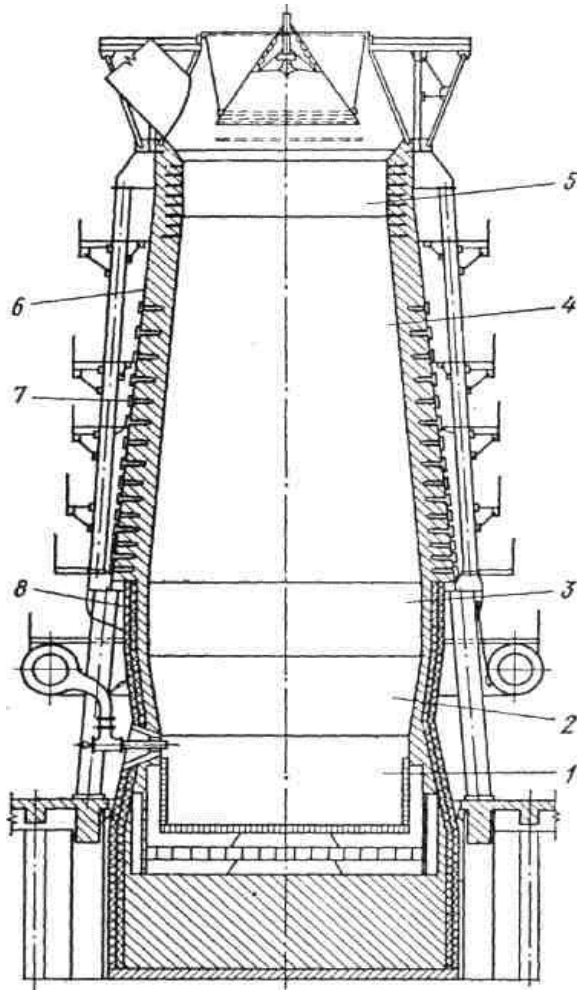


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд доменної печі



1 – горн; 2 – заплечики; 3 – распар; 4 – шахта; 5 – колошник; 6 – кожух из листовой стали; 7 и 8 – холодильники

Рисунок 3.3 – Схема доменной печи

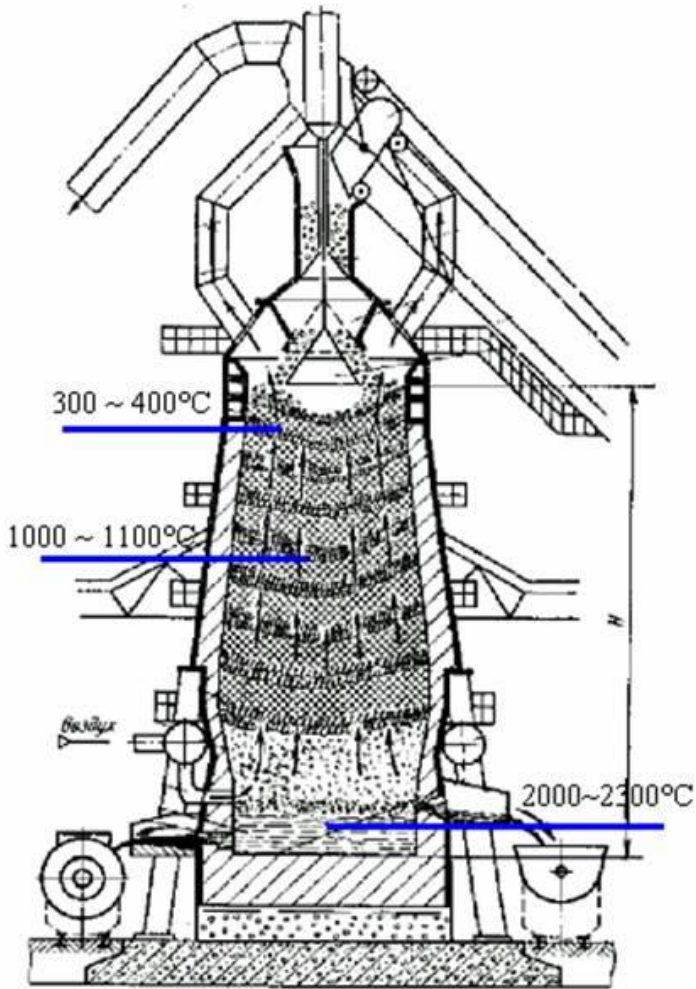
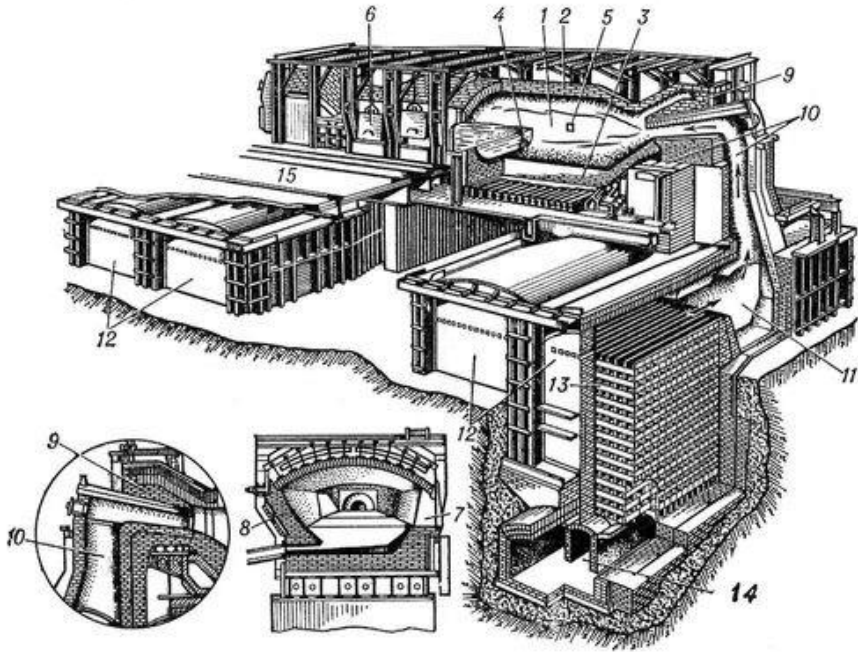


Рисунок 3.4 – Температурний розподіл у доменній печі

3.1.2 Методи виробництва сталі



1 – робоче пространство; 2 – свод; 3 – подина; 4 – сталевипускне отверстие; 5 – отверстие для спуска шлака; 6 – завалочные окна; 7 – передняя стенка; 8 – задняя стенка; 9 – головки; 10 – вертикальные каналы; 11 – шлаковик; 12 – регенераторы; 13 – насадка регенераторов; 14 – борова; 15 – рабочая площадка

Рисунок 3.5 – Улаштування мартенівської печі

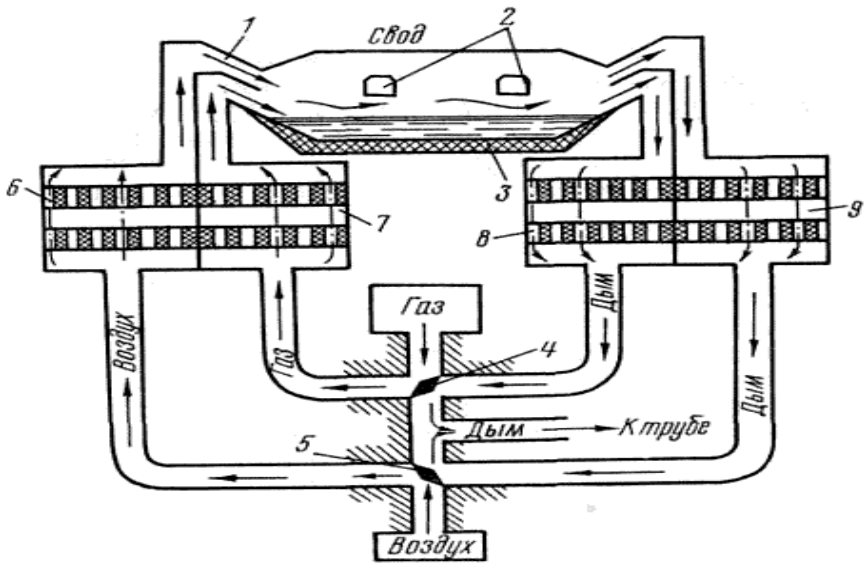
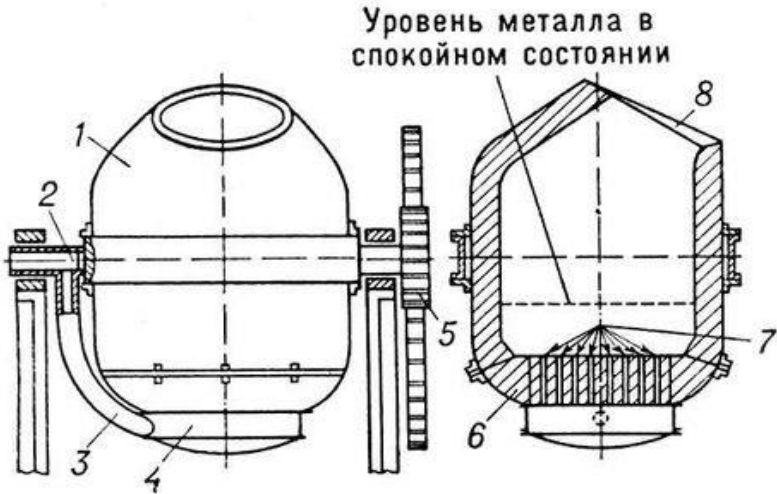
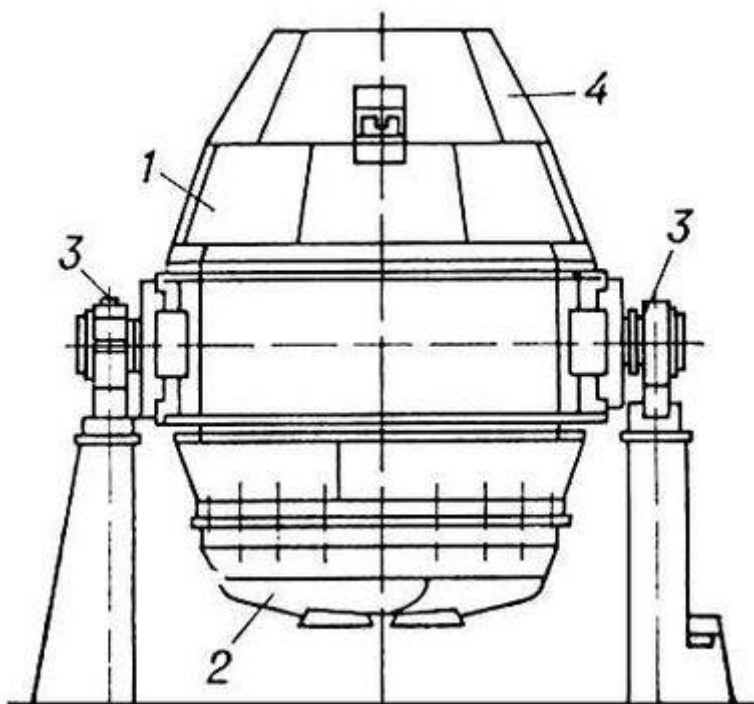


Рисунок 3.6 – Схема мартенівської печі



1 – корпус; 2 – пустотелая цапфа; 3 – патрубок; 4 – воздушная коробка; 5 – редуктор; 6 – днище; 7 – фурмы; 8 – горловина

Рисунок 3.7 – Схема бесмерівського конвертера



1 – корпус; 2 – днище; 3 – опорные подшипники; 4 – шлем.

Рисунок 3.8 – Улаштування кисневого конвертера

3.1.3 Електрометалургія сталі

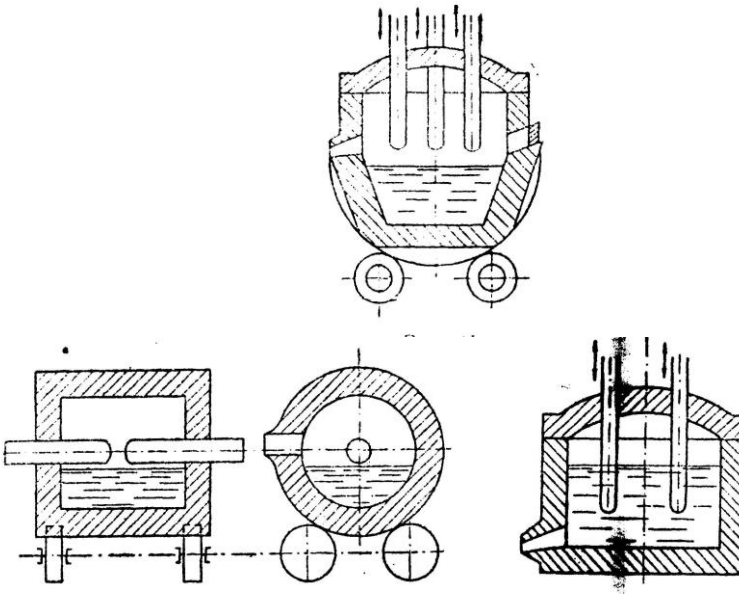
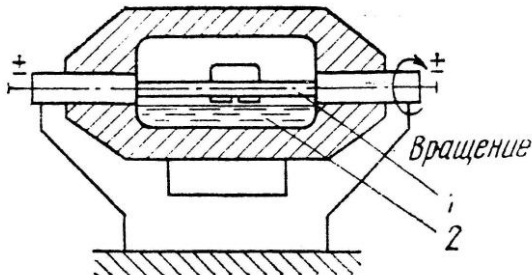
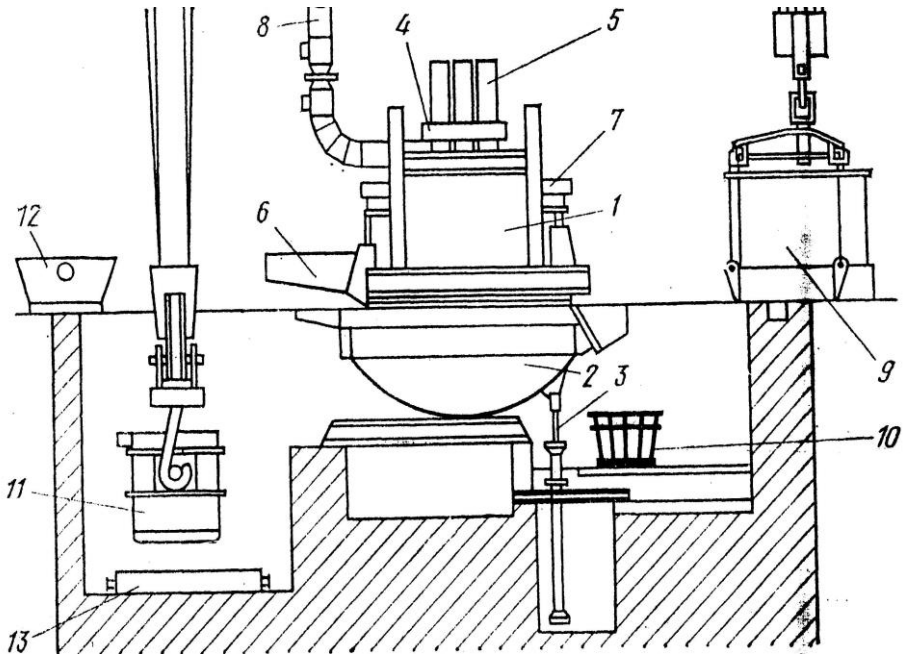


Рисунок 3.9 – Дугові печі



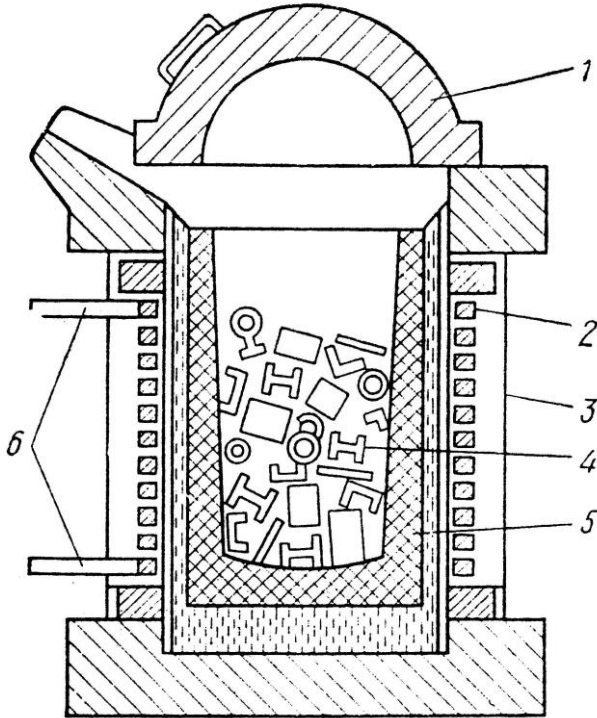
1 – графітовий стрижень; 2 – расплав

Рисунок 3.10 – Піч спротиву з графітовими нагрівачами



1 – рабочая камера печи 2 – опорный сектор; 3 – гидравлический привод механизма наклона; 4 – электрододержатели; 5 – электроды; 6 – сливной носок; 7 – сводовое кольцо; 8 – установка пылеулавливания; 9 – загрузочная бадья; 10 – короб для печного шлака; 11 – разливочный ковш; 12 – короб для шлака из ковша; 13 – короб для мусора

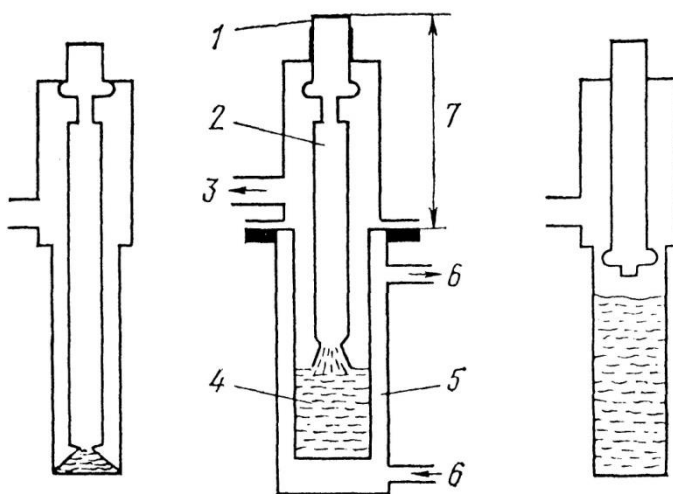
Рисунок 3.11 – Дугова піч



1 – свод печи; 2 – индуктор; 3 – кожух; 4 – шихта (вторичная обмотка); 5 – огнестойкая футеровка; 6 – подвод электроэнергии и охлаждающей воды

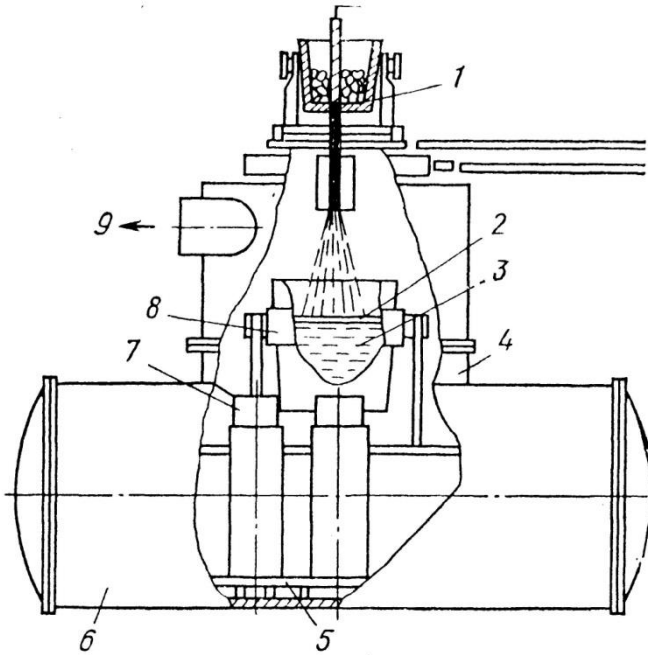
Рисунок 3.12 – Індукційна піч

3.1.4 Спеціальні методи перетоплювання сталі



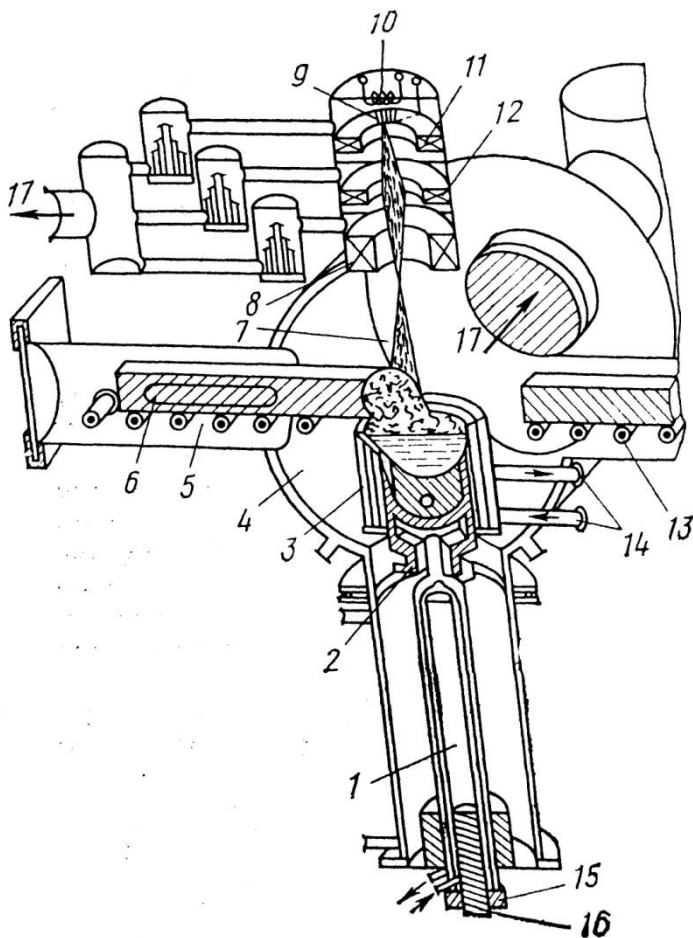
1 – электрододержатель; 2 – саморасплавляющийся электрод; 3 – к вакуумному насосу; 4 – слиток; 5 – тигель; 6 – вода; 7 – электрическое напряжение

Рисунок 3.13 – Вакуумна дугова піч



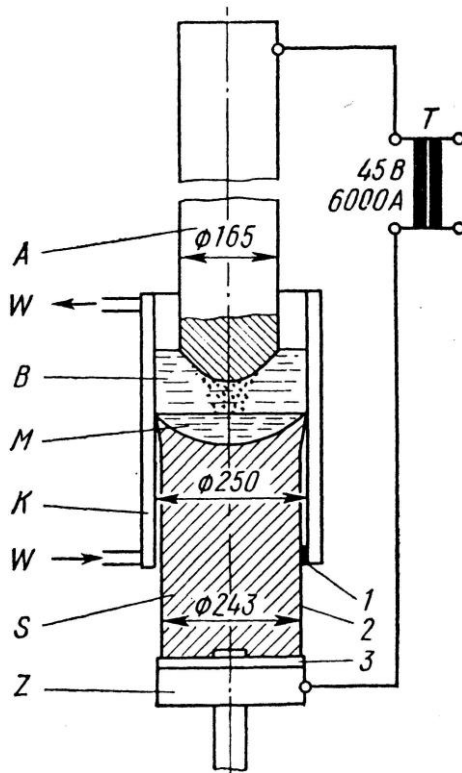
1 – выпускной ковш; 2 – шлак; 3 – жидкая сталь; 4 – вакуумная камера; 5 – разливочная тележка; 6 – кокильный туннель; 7 – кокили; 8 – индукционная печь; 9 – отходящий газ

Рисунок 3.14 – Вакуумна індукційна піч



1 – механизм вытягивания слитка; 2 – головка стойки (медная); 3 – медный кристаллизатор; 4 – приемник; 5 – механизм подачи переплавляемой заготовки; 6 – переплавляемая заготовка; 7 – электронный луч; 8 – отклоняющая система; 9 – вольфрамовый катод; 10 – излучатель; 11 – анод; 12 – магнитные линзы; 13 – подающие ролики; 14 – водяное охлаждение; 15 – гайка; 16 – шпindel; 17 – откачка

Рисунок 3.15 – Електронно-променева піч



А – оплаваемый электрод; В – жидкий шлак; К – водоохлаждаемый медный кристаллизатор; М – ванна жидкого металла; S – затвердевший слиток; W – охлаждающая вода; Z – водоохлаждаемый поддон; 1 – усадочный зазор между слитком и кристаллизатором; 2 – корочка затвердевшего шлака на слитке (не в масштабе); 3 – «затравочная» пластина

Рисунок 3.16 – Устатковання електрожувільного перетоплювання

3.2 Технологія прокатування металів

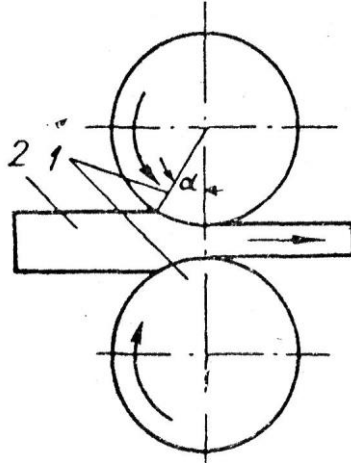


Рисунок 3.17 – Повздовжнє прокатування

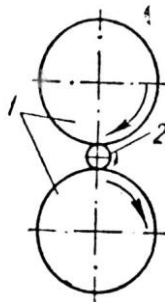


Рисунок 3.18 – Поперечне прокатування

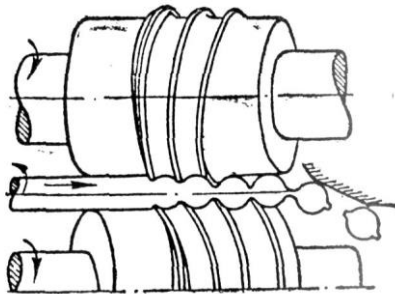


Рисунок 3.19 – Поперечно-гвинтове прокатування

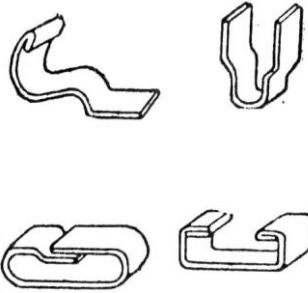


Рисунок 3.20 – Гнуті профілі

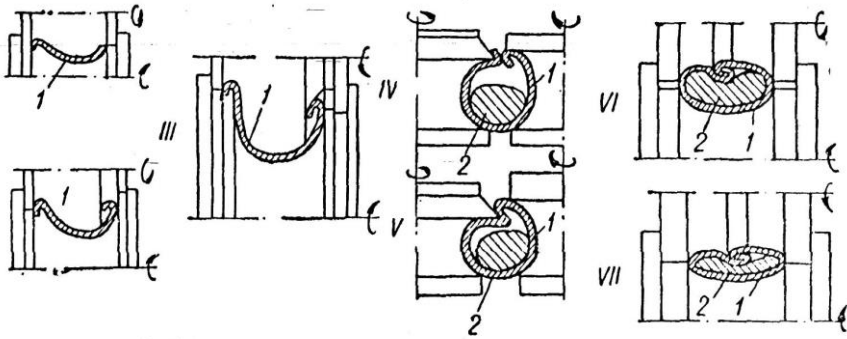


Рисунок 3.21 – Виготовлення гнутих профілів

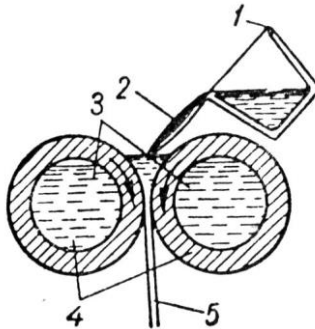


Рисунок 3.22 – Безвиливкове прокатування

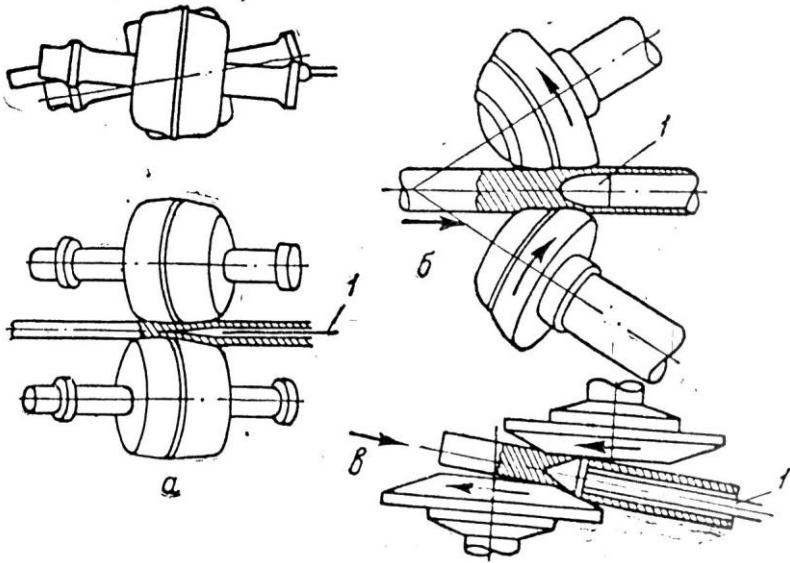
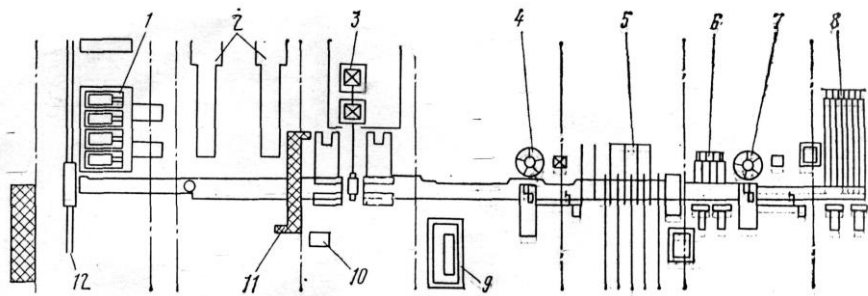
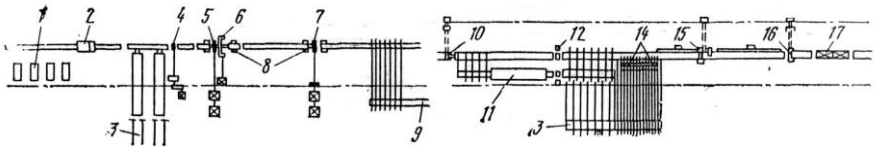


Рисунок 3.23 – Прокатывания труб



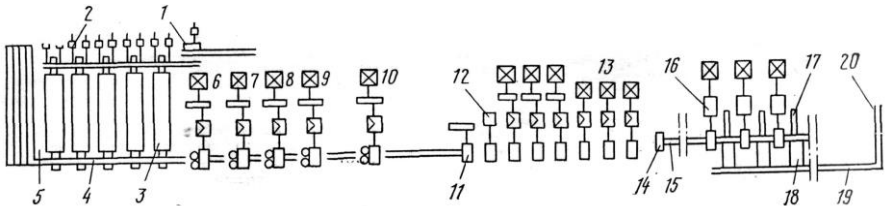
1 – печи большого объема; 2 – методические печи; 3 – привод; 4 – ножницы; 5 – отводящий шлеппер; 6 – решетка для слябов; 7 – ножницы; 8 – пакетирующий рольганг; 9 – маслоцентральный (насосная станция); 10 – прокатная клеть; 11 – пульт управления; 12 – слитковоз

Рисунок 3.24 – Прокатный стан



1 – нагревательные колодцы; 2 – тележка для перевозки слябов; 3 – методические печи; 4 – окалиноломатель; 5 – обжимная клеть; 6 – эджерная клеть; 7 – чистовая клеть с эджерными валками; 8 – направляющая линейка; 9 – установка кислородной резки; 10 – ножницы для обрезки концов раската и деления раската; 11 – печи для отжига; 12 – правильная машина; 13 – холодильник; 14 – кантователь листов; 15 – дисковые ножницы; 16 – отделочные ножницы; 17 – весы

Рисунок 3.25 – Виготовлення товстого листа



1 – склад слябов; 2 – задающее устройство; 3 – методические толкательные печи; 4 – печной рольганг; 5 – стеллаж для охлаждения проката; 6 – окалиноломатель двухвалковый; 7–10 – четыре клетки черновой группы четырехвалковые (эджерные валки); 11 – ножницы для обрезки концов полосы; 12 – гидросбив окалины; 13 – клетевая чистовая группа; 14 – бесконтактный прибор для измерения толщины и ширины полосы; 15 – отводящий рольганг; 16 – приводные ролики; 17 – подземные моталки (ниже уровня пола); 18 – опрокидыватель рулонов; 19 – транспортер рулонов; 20 – кантователь рулонов

Рисунок 3.26– Виготовлення гарячовикатаної штаби

3.3 Металургія кольорових металів

3.3.1 Печі для виплавки дрібнодисперсних матеріалів

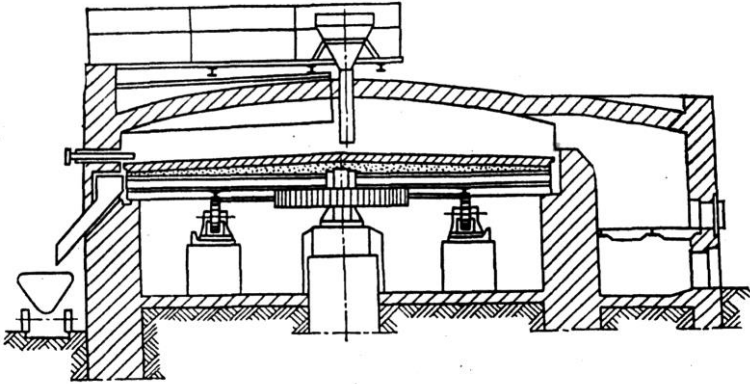


Рисунок 3.27 – Піч з обертавим подом

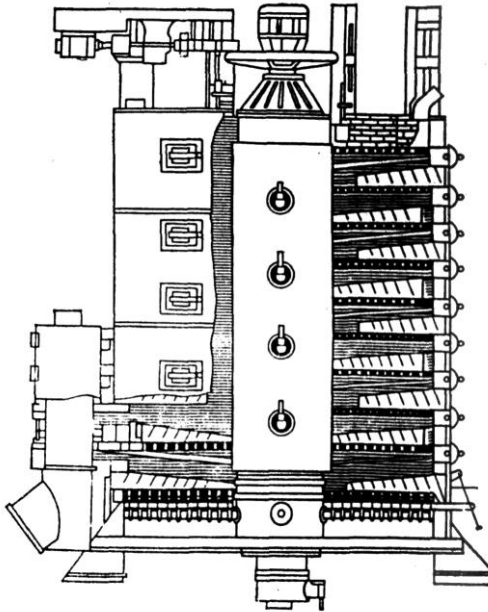


Рисунок 3.28– Механічна багатоподова піч

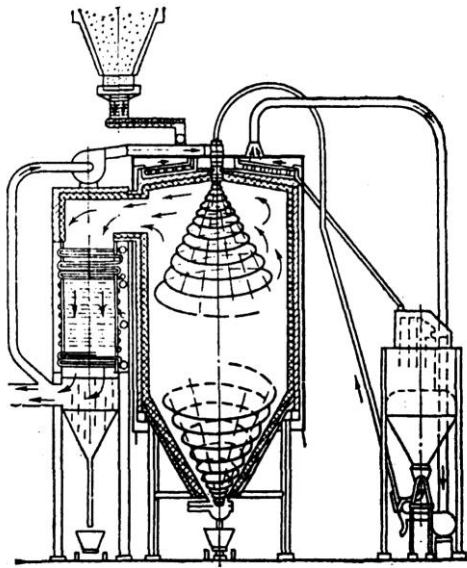


Рисунок 3.29 – Печі для випалювання у звисеному стані

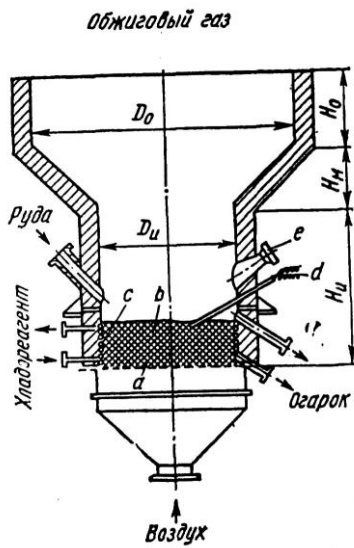
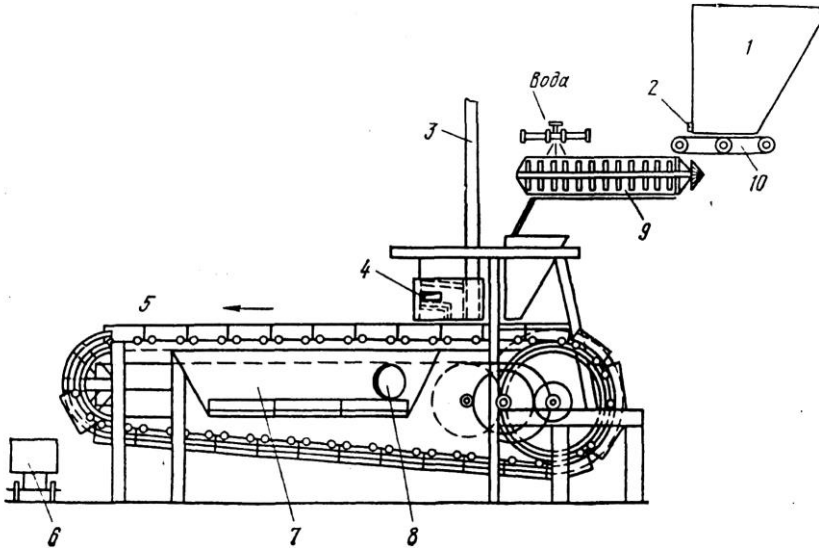


Рисунок 3.30 – Печі для випалювання в киплячому шарі

3.3.2 Агломераційні (обпалювальні) апарати



1 – бункер; 2 – заслонка; 3 – дымовая труба; 4 – камера зажигания; 5 – паллеты; 6 – вагонетка; 7 – камера разрежения; 8 – регулировка разрежения; 9 – смеситель; 10 – ленточный питатель

Рисунок 3.31 – Стрічкова агломераційна піч

3.3.3 Шахтні плавильні печі

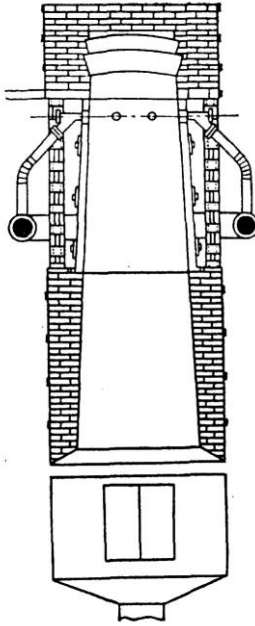
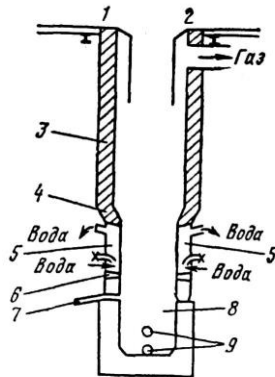


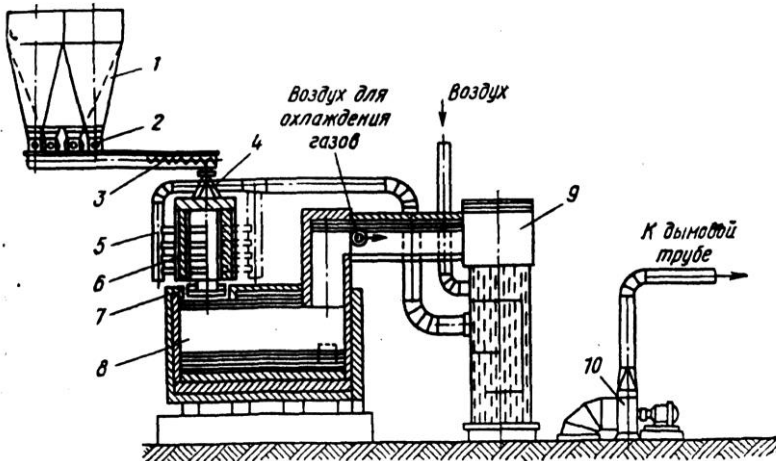
Рисунок 3.32 – Кругла шахтна піч



1 – загрузочная площадка; 2 – загрузочная воронка; 3 – шахта с огнеупорной кладкой; 4 – заплеки; 5 – водоохлаждаемые кессоны; 6 – воздушные фурмы; 7 – шлаковая летка; 8 – огнеупорный горн; 9 – летка для выпуска металла

Рисунок 3.33 – Піч для виробництва свинцю

3.3.4 Високопродуктивні плавильні печі



1 — бункер; 2 — заслонка; 3 — шнековый питатель; 4 — циклонная горелка; 5 — воздухораспределительный коллектор; 6 — сопла; 7 — корпус печи; 8 — отстойная камера; 9 — рекуператор; 10 — дымосос

Рисунок 3.34 — Циклонна плавильна піч

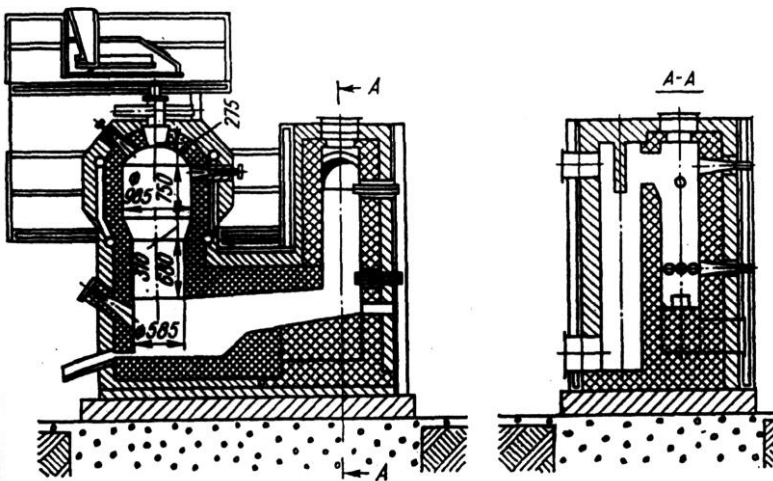
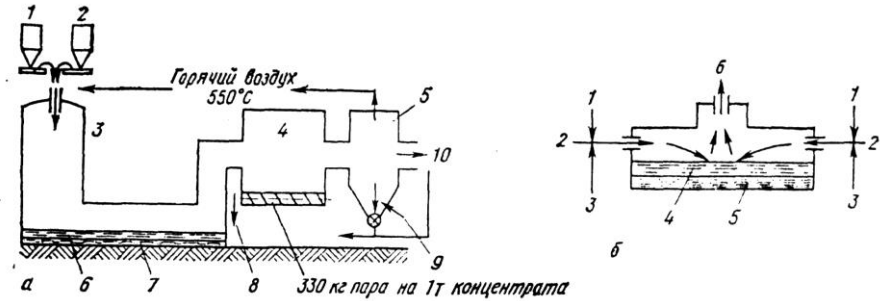


Рисунок 3.35 — Піч для топлення у зв'язаному стані



а – по Оутокумпу (1 – сульфидные концентраты; 2 – присадки; 3 – горелка для концентрата; 4 – котел-утилизатор; 5 – рекуператор; 6 – шлак; 7 – штейн; 8 – удаленная пыль; 9 – холодный воздух; 10 – газы на производство H_2SO_4); б – INCO (1 – сульфидный концентрат и присадки; 2 – воздух; 3 – кислород, 33 % от массы руды; 4 – шлак; 5 – штейн; 6 – отходящий газ, 75% (по объему) SO_2)

Рисунок 3.36 – Піч для переробки сульфідних, мідних концентратів за фінським (а) та канадським (б) методами

3.3.5 Обертаві полум'яневі печі

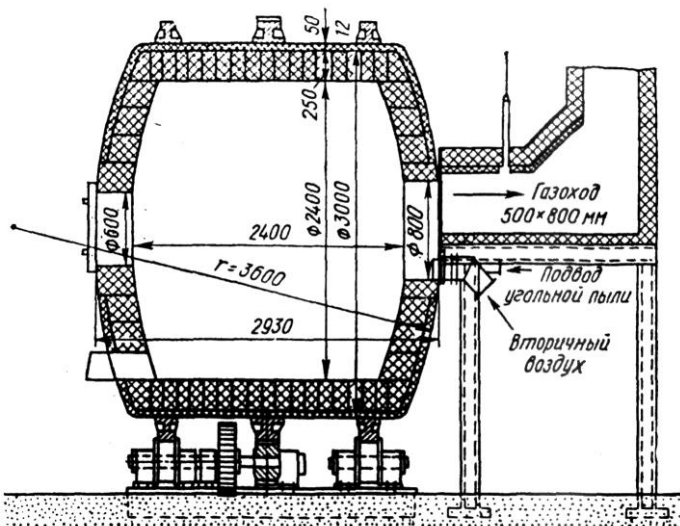
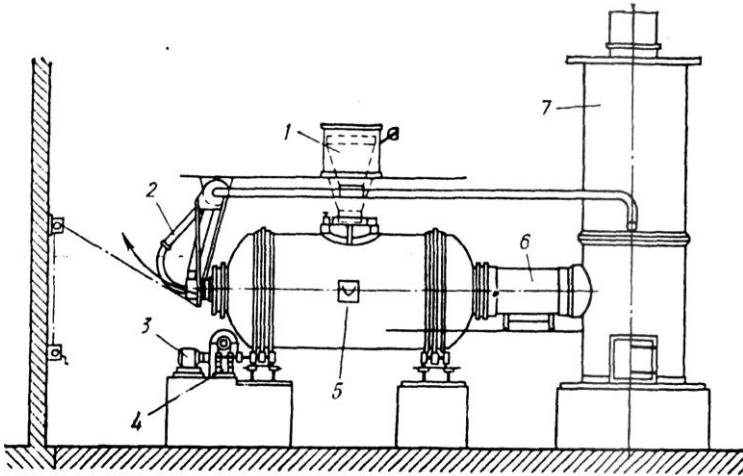


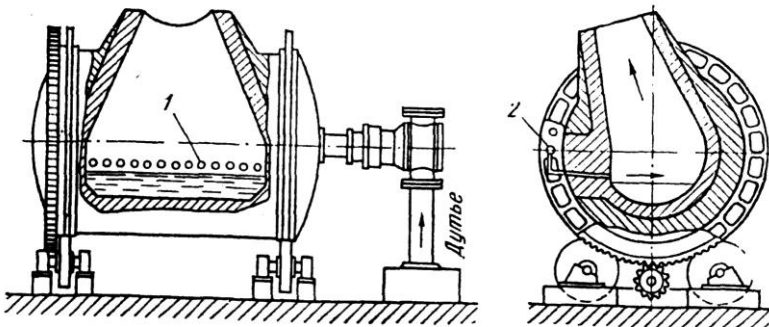
Рисунок 3.37 – Короткобарабанна піч



1 – погружающаяся загрузочная воронка; 2 – откидная горелка; 3 – двигатель привода; 4 – привод; 5 – летка; 6 – подвижная головка для отходящих газов; 7 – воздухонагреватель

Рисунок 3.38 – Піч Дершеля

3.3.6 Конвертеры



1 – фурмы; 2 – воздухопровод

Рисунок 3.39 – Конвертер

3.3.7 Горни

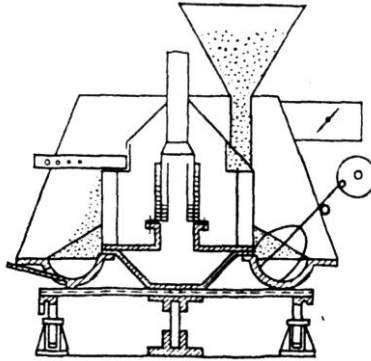


Рисунок 3.40 – Горн для виробництва свинцю

3.3.8 Плавильні посудини

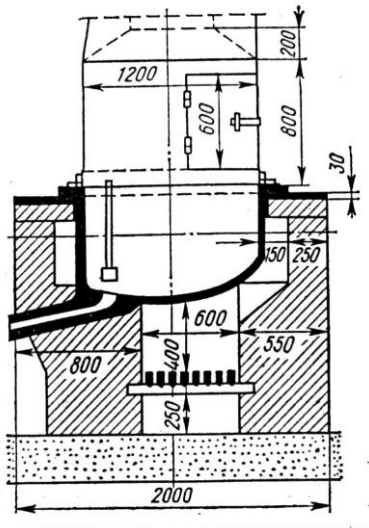
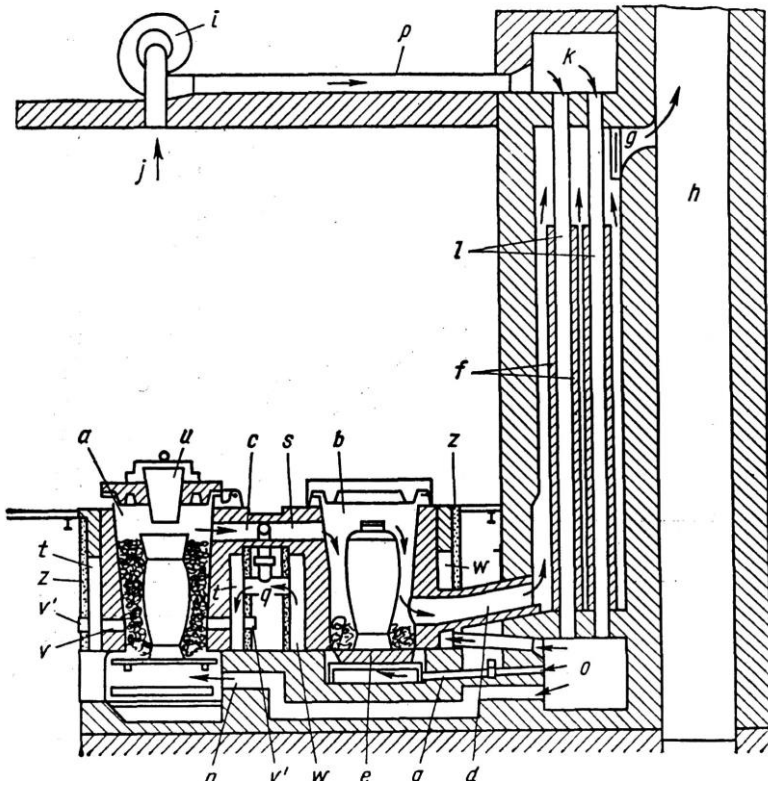


Рисунок 3.41 – Плавильний котел з донним вентилям



а – плавильная камера; б – камера подогрева; с, d, g – каналы для отвода газов; е – решетка; f – рекуператорные трубы; h – дымовая труба; i, j – вентилятор; k – воздушная камера; l – рекуператор; o, n – воздушная камера и клапан; p – воздуховод для предварительного подогрева; s – газовый канал; t, w – воздушная рубашка; u – загрузочная воронка; v – канал дутья; v' – клапан; z – стальной наружный кожух

Рисунок 3.42 – Стационарна піч з рухомим тиглем

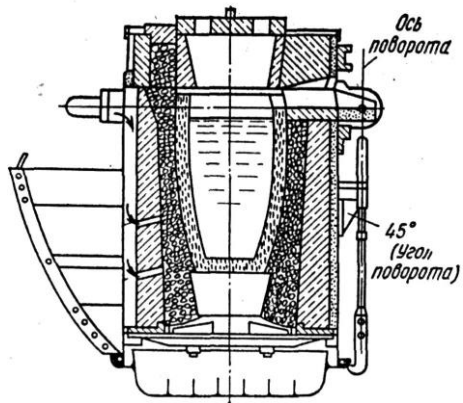
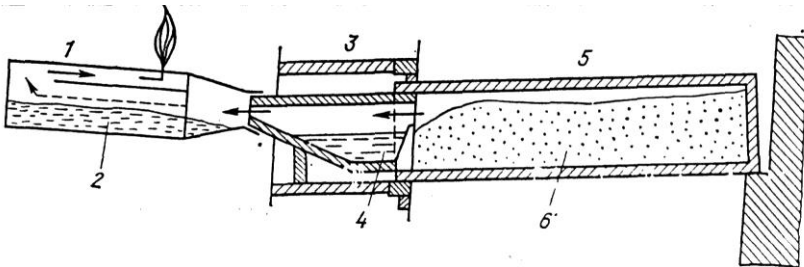


Рисунок 3.43 – Поворотна піч з вертикальним тиглем



1 – аллонжа; 2 – пущєра; 3 – конденсатор; 4 – жидкий цинк; 5 – реторта; 6 – шихта

Рисунок 3.44 – Піч з горизонтальними ретортами

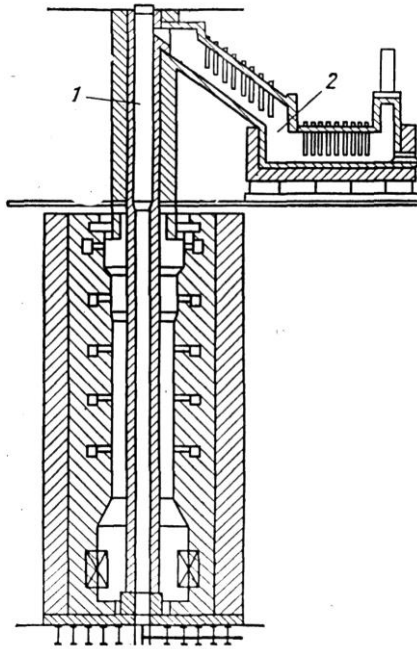
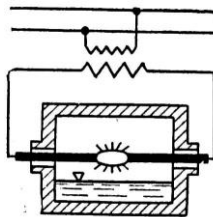
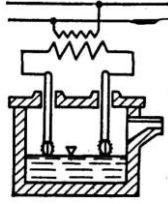


Рисунок 3.45 – Піч з вертикальними ретортами

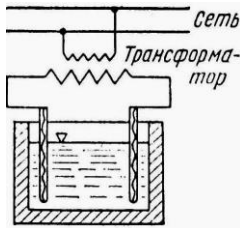
3.3.9 Електричні печі



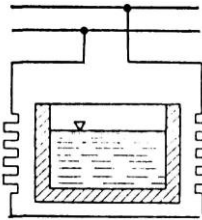
а – дугова піч з непрямым нагрівом



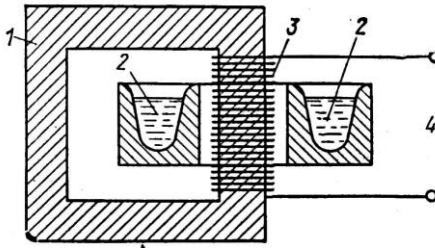
б – дугова піч з прямим нагрівом



в – піч спротиву с прямим нагрівом



г – піч спротиву з непряним нагрівом



1 – залізне осердя; 2 – розтоплений метал; 3 – первинна обмотка; 4 – вторинна обмотка (~9–50 Гц)

д – індукційна піч з осердям

Рисунок 3.46 – Електричні печі

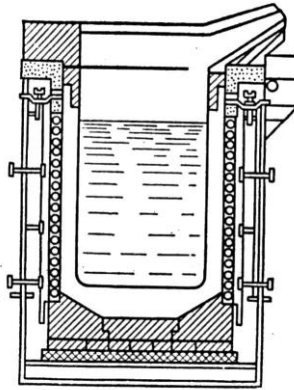
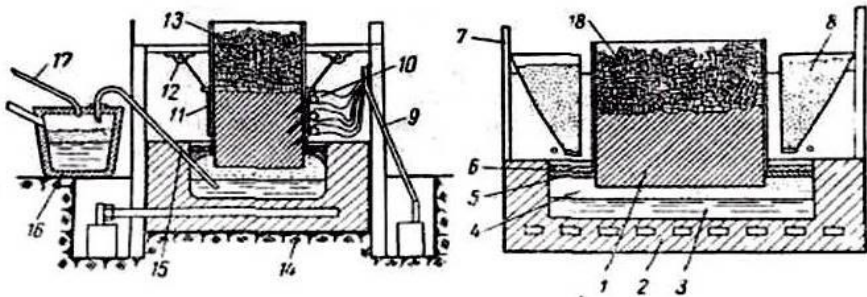


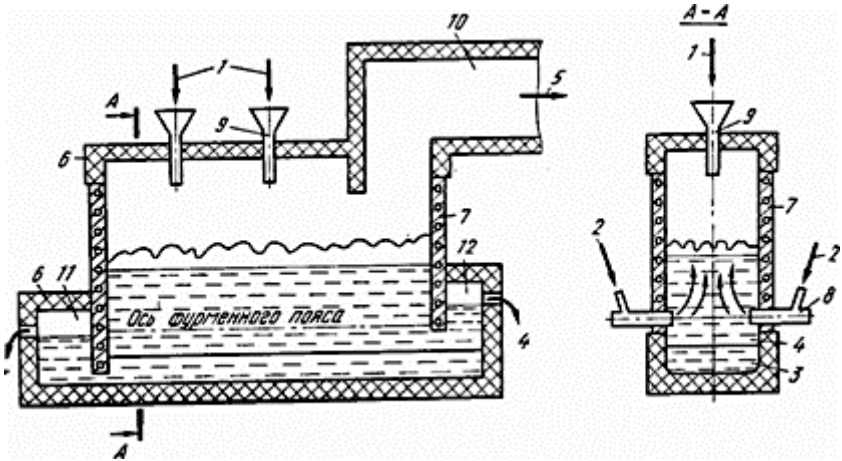
Рисунок 3.47 – Безстрижева індукційна піч

3.4 Технологічні процеси електролітичних виробництв



1 – угольний анод; 2 – угольна футеровка; 3 – рідкий алюміній; 4 – розплавлений електроліт; 5 – корка електроліта; 6 – глинозем; 7 – катодні шини; 8 – бункера для завантаження глинозему в ванну; 9 – анодна шина; 10 – катоди (стержни) для підводу струму до анода; 11 – анододержатель; 12 – механізм опускання і підйому анода; 13 – кожух; 14 – корпус ванни; 15 – труба для відбору алюмінію з ванни, 16 – вакуумний ковш; 17 – труба до вакуумного насоса; 18 – анодна вуглеродиста маса

Рисунок 3.48 – Електронна ванна для електролізу глинозему



1 – шихта; 2 – дутье; 3 – штейн; 4 – шлак; 5 – газы; 6 – кладка печи; 7 – медные литые кесоны; 8 – фурмы; 9 – загрузочная воронка; 10 – аптейк; 11 – штейновый сифон; 12 – шлаковый сифон

Рисунок 3.49 – Топлення в рідкій ванні

4 НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

4.1 Перелік основних підручників та навчальних посібників

1. Циммерман, Р., Гюнтер К. Металлургия и материаловедение [Текст] / Р. Циммерман, К. Гюнтер; пер. с нем. под ред. П. И. Полухина и М. Л. Берштейна. – М.: Металлургия, 1982. – 480 с.
2. Ефименко, Г. Г. Металлургия чугуна [Текст] / Г. Г. Ефименко. – К.: Вища школа, 1988. – 350 с.
3. Бигеев, А. М. Металлургия стали [Текст] / А. М. Бигеев. – Челябинск.: Металлургия, 1988. – 479 с.
4. Каблуковский, А. Ф. Производство электростали и ферросплавов [Текст] / А.Ф. Каблуковский. – М.: Металлургия, 1991. – 335 с.
5. Полухин, П. И. Прокатное производство [Текст] / – М.: Металлургия, 1991. – 335 с.

6. Уткин, Н. И. Производство цветных металлов [Текст] / Н. И. Уткин. – М.: Интермет Инжиниринг, 2002. – 442 с.
7. Ажогин, Ф. Ф. Гальванотехника [Текст] / Ф. Ф. Ажогин. – М.: Металлургия, 1987. – 736 с.
8. Технология электроаппаратостроения [Текст] / под ред. Ю. А. Филиппова. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 360 с.
9. Зайцев, И. В. Технология электроаппаратостроения [Текст] / И. В. Зайцев. – М.: Высшая школа, 1982. – 215 с.
10. Сахаров, П. В. Технология и оборудование производства электрических аппаратов [Текст] / П. В. Сахаров, В. И. Селянин. – М.: Энергия, 1972. – 464 с.

5.2 Перелік додаткових підручників та навчальних посібників

11. Кипарисов, С. С. Порошковая металлургия [Текст] / С. С. Кипарисов. – М.: Металлургия, 1991. – 432 с.
12. Суворов, И. К. Обработка металлов давлением [Текст] / И. К. Суворов. – М.: Высшая школа, 1973. – 384 с.
13. Беняковский, М. А. Технология прокатного производства [Текст]: в 2 т. / М. А. Беняковский. – М.: Металлургия, 1991. – 440 с.
14. Уткин, Н. И. Цветная металлургия. Технология отрасли [Текст] / Н. И. Уткин. – М.: Металлургия, 1991. – 448 с.
15. Чернега, Д. Ф. Основы металургійного виробництва металів і сплавів [Текст] / Д. Ф. Чернега, В. С. Богушевський, Ю. Я. Готвянський, С. Г. Грищенко, В. М. Шифрін, В. Я. Шурхало. – Київ: Вища школа, 2006. – 503 с.

4.2 Перелік методичних вказівок

1. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни “Обладнання та технології енергоємних виробництв” для студентів всіх форм навчання спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка, освітня програма – Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв / Укл.: В. І. Осинська, В. В. Василевський. – Запоріжжя: НУ “Запорізька політехніка”, 2019. – 34 с.