

Електроматеріалознавство.

Підручник:

« Конспект лекцій з дисципліни: «Електроматеріалознавство»

Укладачі : доцент Титюк В.К., ст.. викладач Пархоменко Р.О.

Відповідальний за випуск : Титюк В.К.

Рецензент : доцент, к.т.н. Гузов Е.С.

<https://uchika.in.ua/konspekt-lekcij-z-disciplini-elektromaterialoznavstvo-dlya-stu.html?page=2>

Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство»

<https://issuu.com/kreidaros/docs/elektromaterialoznavstvo>

Тема 1.Вступ. Визначення матеріалу, матеріалознавства, електротехнічного матеріалознавства.

Урок 1.Вступ. Визначення матеріалу, матеріалознавства, електротехнічного матеріалознавства.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.3.

Домашнє завдання: письмово дати відповіді на контрольні запитання. (стор. 10(1,6,7))

Тема 2. Основні параметри електротехнічних матеріалів.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.5.

Домашнє завдання: письмово дати відповіді на контрольні запитання. (стор. 10(3,4))

Урок 2.Класифікація матеріалів, застосовуваних в електротехніці.

Опрацювати наданий нижче матеріал.

Домашнє завдання: Записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Урок 3.Електропровідність матеріалів.

Опрацювати наданий нижче матеріал

Домашнє завдання:. Записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Урок 4. Електропровідність металів.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.36.

Домашнє завдання: письмово дати відповіді на контрольні запитання. (стор. 72(1,3))

Урок 5.Електропровідність газів.

Опрацювати матеріал: Підручник: « Конспект лекцій з дисципліни: «Електроматеріалознавство»

Укладачі : доцент Титюк В.К., ст.. викладач Пархоменко Р.О.

Відповідальний за випуск : Титюк В.К.

Рецензент : доцент, к.т.н. Гузов Е.С. стор.18.

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Урок 6. Електропровідність рідин. Тематичне оцінювання.

Опрацювати матеріал стор.19. Підручник: « Конспект лекцій з дисципліни: «Електроматеріалознавство»

Укладачі : доцент Титюк В.К., ст.. викладач Пархоменко Р.О.

Відповідальний за випуск : Титюк В.К.

Рецензент : доцент, к.т.н. Гузов Е.С.

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Матеріал - це об'єкт, що володіє певним составом, структурою й властивостями, призначений для виконання певних функцій. Матеріали можуть мати різний агрегатний стан: тверде, рідке, газоподібне або плазмове.

Функції, які виконують матеріали - різноманітні. Це може бути забезпечення протікання струму - у провідникових матеріалах, збереження певної форми при механічних навантаженнях - у конструкційних матеріалах, забезпечення непротікання струму, ізоляція - у діелектричних матеріалах, перетворення електричної енергії в теплову - у резистивних матеріалах. Звичайно матеріал виконує кілька функцій, наприклад діелектрик обов'язково випробовує якісь механічні навантаження.

Класифікація матеріалів, застосовуваних в енергетиці й електротехніці.

Усі електротехнічні матеріали діляться на групи по їх електропровідності з обліком функціонального призначення.

1. Провідникові матеріали. Чисті метали і їх сплави. Вони мають низький питомий опір (високу провідність). З них виготовляють струмоведучі частини електричних машин і апаратів: обмотки, котушки, контакти, струмоведучі жили проводів і кабелів.

2. Напівпровідникові матеріали. Ця група матеріалів має керовану провідність. Тобто, прикладаючи до виробів із цих матеріалів невелику керуючу напругу можна переводити їх зі струмопровідного стану в ізолююче. До напівпровідників належать такі матеріали як кремній, германій, селенів, арсенід галію. З них виготовляють силові електронні ключі: тиристори, транзистори.

3.Магнітні матеріали. Застосовуються для створення середовища з малим магнітним опором (магнітопроводи, сердечники) тобто для концентрації енергії магнітного поля в електричних машинах, апаратах і приладах. Стосовно електричного струму більшість магнітних матеріалів є провідниками. Основу магнітних матеріалів становить залізо і його сплави. Із цих матеріалів виготовляють сердечники трансформаторів, магнітні системи електричних машин.

Після появи потужних постійних магнітів на основі неодиму з'явився великий клас синхронних машин з безконтактним порушенням від постійних магнітів. Усі електричні мікромашини виготовляються з постійними магнітами, що значно підвищує їх надійність.

4. Діелектрики. Це матеріали – антиподи провідників, вони мають високий питомий опір (низьку провідність). Діелектричні матеріали мають надзвичайно важливе значення для електротехніки. Діелектрики використовуються в різних електротехнічних пристроях для створення електричної ізоляції, яка оточує струмоведучі частини електротехнічних пристроїв, відокремлює одну від одної частини, що перебувають під дією різних електричних потенціалів.

Ще одна область застосування діелектриків – це діелектрики в конденсаторах, що служать для нагромадження енергії електричного поля й створення певного значення електричної ємності конденсаторів.

Інша назва діелектриків – електроізоляційні матеріали. Призначення електричної ізоляції – не допустити проходження електричного струму по яких-небудь шляхах, не передбачених конструкцією або схемою пристрою. Очевидно, що ніякий пристрій не може бути виконаний без застосування електроізоляційних матеріалів.

У різних випадках до електроізоляційних матеріалів пред'являють найрізноманітніші вимоги. Крім електроізоляційних властивостей велике значення мають механічні, теплові й інші фізико-хімічні властивості. Важливе значення має також вартість і дефіцитність матеріалів.

Електропровідність матеріалів.

Особливістю використання матеріалів в електроенергетиці є те, що вони експлуатуються в умовах впливу електричних полів, і в трохи меншому ступені, в умовах впливу магнітних полів. Основними процесами, що відбуваються під дією цих полів є поляризація речовини, електропровідність, намагнічування речовини.

Електропровідність – це здатність матеріалу проводити електричний струм.

Електропровідність металів

В атомах металів електрони досить слабо пов'язані з іонними залишками. Тому при утворі з атомів властиво матеріалу металу ці електрони від різних атомів як - би усуспільнюються й можуть вільно пересуватися по всьому обсягу металу. Вони і є носіями заряду.

Електропровідність газів

Гази мають винятково малу провідність. Це пов'язане з дуже низькою концентрацією носіїв заряду. Поява носіїв у газі відбувається за рахунок іонізації нейтральних молекул під дією зовнішніх факторів або при зіткненні заряджених часток з молекулами. Основним фактором, що визначають провідність газів, є космічне випромінювання.

Тема 3. Основні властивості провідникових матеріалів.

Урок 7. Електрична міцність матеріалів.

Опрацювати матеріал.

Підр. Титюк В.К., Пархоменко Р.О. Конспект лекцій з дисципліни: «Електроматеріалознавство». Стор.22.

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Урок 8. Механічні характеристики матеріалів.

Опрацювати матеріал.

Підр. Титюк В.К., Пархоменко Р.О. Конспект лекцій з дисципліни: «Електроматеріалознавство». Стор.27.

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Урок 9. Матеріали для проводів.

Опрацювати матеріал.

Підр. Титюк В.К., Пархоменко Р.О. Конспект лекцій з дисципліни: «Електроматеріалознавство». Стор.80.

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Урок 10. Матеріали для контактів.

Опрацювати матеріал.

Підр. Титюк В.К., Пархоменко Р.О. Конспект лекцій з дисципліни: «Електроматеріалознавство». Стор.82.

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Урок 11. Металеві резистивні матеріали.

Опрацювати матеріал.

**Підр. Титюк В.К., Пархоменко Р.О. Конспект лекцій з дисципліни:
«Електроматеріалознавство». Стор.85.**

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Електрична міцність матеріалів.

Діелектрик, що перебуває в електричному полі, при певному значенні напруженості електричного поля втрачає ізоляційні властивості. Це явище зветься пробій, а значення напруги при якому відбувається пробій – електричною міцністю діелектрика. Електрична міцність визначається пробивною напругою, віднесеною до товщини діелектрика в місці пробою:

$$E_{пр} = U_{пр}/h$$

На практиці звичайно вимірюють електричну міцність у кіловольтах на міліметр.

Електрична міцність суттєво залежить від відстані між електродами і їх форми, від великого числа різноманітних фізико-технічних параметрів.

При нормальних умовах електрична міцність повітря при відстані між електродами в 1 см становить 3.2 кВ/мм.

Для твердих і рідких діелектриків дуже характерна залежність електричної міцності від наявності й состава домішок. Наприклад, електрична міцність трансформаторного масла становить 4кВ/мм, але після ретельного очищення від води цей показник збільшується до 20-25 кВ/мм. Наявність твердих домішок спотворює картину поля, робить його нерівномірним, приводить до появи зон локальної перенапруги.

Реальні діелектрики відрізняються від ідеальних, насамперед наявністю в тілі діелектрика мікропор, особливо на поверхні розділу “електрод-діелектрик”. Це є одним з головних факторів погіршення властивостей електричної ізоляції в процесі експлуатації, т.зв. старіння діелектриків.

Старіння діелектриків - погіршення характеристик діелектриків при їхній експлуатації.

Основний механізм старіння діелектриків - вплив часткових розрядів. Справа в тому, що в енергетиці на діелектрики діють, як правило, змінні електричні поля. При цьому при дії змінної напруги певної амплітуди в газових або повітряних порах виникають часткові розряди.

Частковий розряд - локальний лавинний розряд у газовій порі діелектрика.

Механічні характеристики матеріалів.

Більшість електротехнічних матеріалів виконує кілька функцій, у тому числі й функції конструкційних матеріалів. Тому часто для електротехнічних матеріалів знати числові значення міцності на розрив, стиск, вигин. Багато матеріалів мають підвищену крихкість, тобто легко руйнуються динамічними навантаженнями. Для рідких діелектриків – масел, лаків важливою механічною характеристикою є в'язкість.

Матеріали для проводів. Мідь, алюміній.

Основною характеристикою провідника є його питомий опір.

Природно, чому воно нижче, тем кращим провідником є той або інший матеріал. Із провідникових матеріалів з високої тепло- і електро- провідністю самим чудовим матеріалом для проводів було б срібло. Його питомий опір при кімнатній температурі становить приблизно $1.4 \times 10^{-8} \text{ Ом} \times \text{м}$, теплопровідність 418 Вт/(м×к). Однак цей матеріал занадто дорогий і рідкий, тому срібло використовують тільки для відповідальних контактів, тому що воно не тільки ідеальний провідник, але й не окислюється в процесі

роботи, виходить, не погіршуються властивості контакту згодом. Відзначимо, що інші, більш звичні провідники, такі як мідь або алюміній окислюються киснем повітря, перетворюючись у непровідні окисли, погіршуючи або навіть запобігаючи омичний контакт. Для проводів саме їх і використовують, тому що по електропровідності їх можна поставити на 2-е й 3-є місце після срібла.

Властивості міді.

Мідь - м'який матеріал червонуватого відтінку.

Щільність при 20 °C 8.89 т/м³

Питомий опір при 20 °C $1.7 \cdot 10^{-8}$ Ом×м.

Температурний коефіцієнт опору $4.3 \cdot 10^{-3}$ 1/ДО

Застосування міді в енергетиці досить широке - різні провідники, кабелі, шнури, шини, плавкі вставки, обмотки трансформаторів і котушок.

Властивості алюмінію.

Алюміній - м'який матеріал ясно-сірого кольору.

Щільність при 20 °C 2.7 т/м³

Питомий опір при 20 °C $2.8 \cdot 10^{-8}$ Ом×м

Температурний коефіцієнт опору $4 \cdot 10^{-3}$ 1/ДО

Зіставлення цих матеріалів по найбільш важливих для практики параметрах показує, що вони сильно відрізняються по щільності, теплоємності, міцності при розтяганні. Цікаво, що добуток теплоємності на щільність - мало відрізняється в цих матеріалів (~30%) Той факт, що в алюмінію мала механічна міцність змушує армувати алюмінієві проведення сталевими сердечниками. При цьому струм протікає по алюмінію (у сталі питомий опір зразковий в 5-10 разів вище, чим в алюмінію), а механічну міцність забезпечує сталь. Для виготовлення проводів використовують алюміній, мідь, бронзу, а також комбінації цих елементів зі сталлю. При перетині до 10-15 мм² звичайно використовують однодротові проведення, при більшому перетині - багато дротові, скручені проведення. Найбільш популярні проведення для ВЛ - сталюалюмінієві марки АС, наприклад АС 95/16 означає, що в поперечному перерізі 95 мм² алюмінію й 16 мм² сталі.

Матеріали для контактів.

Провідники в місці контакту відрізняються від провідників в обсязі проводів декількома обставинами їх функціонування.

По - перше, неможливо зробити площу контакту такою ж або більшою, ніж площа перетину проводів. Тому щільність струму й енерговиділення завжди вище в області контакту.

По-друге, у місці контакту виникають мікропробої, а іноді й макропробої, що переходять у дугу (розмикання контактів вимикача) з локальним високим енерговиділенням, що призводить до деформації матеріалу в області контакту, локальному розплавлюванню й т.п.

У третіх, у контакті виникає тертя при русі однієї частини контакту об іншу.

У четвертих, контактні поверхні в розімкнутому стані не повинні взаємодіяти з навколишнім середовищем. Тому матеріали для контактів повинні мати особливі властивості. Вони повинні бути стійкими проти корозії, стійкими проти електричної ерозії й зношування матеріалу, не зварюватися, мати високу зносостійкість на стирання, легко оброблятися, притиратися один до одного, мати високу тепло й електропровідність, мати невисоку вартість.

Ідеальних матеріалів для контактів немає.

Для слабкострумових контактів звичайно використовують дорогоцінні або тугоплавкі метали: срібло, платину, палладій, золото, вольфрам і сплави на основі цих металів.

Срібло - недоліком срібла є утворення непровідних сірих плівок сульфиду срібла в результаті взаємодії з вологим сірководнем. Іншим недоліком є зварювання контактів через малу температуру плавлення срібла 960 °С. Для поліпшення властивостей у срібло додають кадмій, мідь, золото, палладій або кремній.

Золото, саме по собі, рідко використовується через його м'якість, хоча воно абсолютно не окислюється. У місці контакту через м'якість металу легко утворюється ерозія, голки з металу, знос матеріалу. Для поліпшення властивостей у золото додають срібло (до 50%), нікель, цирконій, платину. У результаті можна одержати неокислювані, тверді контакти зі слабкою ерозією.

Вольфрам є одним з розповсюджених контактних матеріалів. Він краще всіх протистоїть дуговим розрядам, практично не зварюється, (завдяки високій температурі плавлення), не зношується (завдяки високій твердості). Однак вольфрам не стійок проти корозії й окиснення, найкраще працює у вакуумі, в атмосфері водню або азоту. Крім того, для контактів з малим натисканням вольфрам не застосовуємо.

Для потужнострумових контактів чисті метали не застосовні. Для них використовують т.зв. псевдосплави, одержувані методами порошкової металургії.

Псевдосплав - спечена суміш двох порошків, один з яких є більш тугоплавким. При цьому більш легкоплавкий компонент може розплавитися в процесі роботи, але наявність каркаса з тугоплавкого компонента утримує рідину за рахунок капілярних сил. Легкоплавкий компонент звичайно є більш тепло- і електропровідним.

Використовують наступні псевдосплави:

сріблоокис кадмію, срібло-графіт, срібло-нікель, срібло-вольфрам, мідь-графіт, мідь-вольфрам.

Матеріали з малим температурним коефіцієнтом опору.

Вертаючись до температурного коефіцієнта для провідникових резистивних матеріалів, слід згадати про існування матеріалів із практично нульовим температурним коефіцієнтом опору. Це манганін, матеріал для точних прецизійних резисторів, і константан. У самій назві константану закладена інформація про сталість опору. Состав манганіну - марганець 11.5-13.5%, нікель - 2.5-3.5%, решта - мідь. Состав константану - нікель - 40%, марганець 1-2%, решта - мідь.

Металеві резистивні матеріали

З металевих матеріалів для резисторів найбільше поширення одержали матеріали на основі нікелю, хрому й заліза, т.н ніхроми, і родинні їм матеріали на основі заліза, хрому й алюмінію, т.зв. фехралі. У позначенні марки буква Х означає хром, буква Н-Нікель, буква Ю - алюміній. Цифра після кожної букви - процентний вміст цього елемента (масові відсотки). Залізо звичайне становить основу, його не позначають, а його зміст становить решта, тобто скільки потрібно, щоб доповнити до 100 %.

Застосування цих сплавів для нагрівачів і резисторів обумовлено двома головними обставинами. У перших, їх питомий опір зразковий в 40-60 раз перевищує питомий опір провідників - алюмінію й міді. Це пов'язане з порушенням структури матеріалу в сплаві декількох металів. У других, на поверхні цих матеріалів утворюється міцна, хімічно стійка плівка з окислів, що забезпечує високу жаростійкість матеріалів. Температурний коефіцієнт питомого опору ніхромів позитивний, тобто з ростом температури питомий опір збільшується. Це означає, що при використанні ніхрому як нагрівача потужність

нагрівача в міру роботи, і, відповідно прогрівання самого резистивного матеріалу, буде зменшуватися. Важливо також, що температурні коефіцієнти розширення в плівки оксиду й у металу близькі, тому плівка не відшаровується при включенні - вимиканні нагрівачів.

Урок 12/1. Лабораторно-практична робота №1. Визначення марки металів для проводів.

Урок 13/2. Лабораторно-практична робота №2. Розшифрування марок алюмінієвих і мідних сплавів.

Урок 14/3. Лабораторно-практична робота №3. Розшифрування маркування проводів. Тематичне оцінювання.

Тема 4. Основні властивості напівпровідникових матеріалів.

Урок 15. Фізичні властивості напівпровідників.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.146.

Домашнє завдання: письмово дати відповіді на контрольні запитання. (стор. 180(1))

Урок 16. Типи напівпровідників в періодичній системі елементів.

Опрацювати наданий нижче матеріал.

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Одним з найбільш вивчених напівпровідникових матеріалів є германій, існування якого передбачив Д.І. Менделєєв у 1870 році.

Чистий германій має металевий блиск, характеризується високою твердістю і крихкістю. Температура його плавлення становить 937 оС , щільність при температурі 25оС складає 5,33. У твердому стані германій є типовим ковалентним кристалом.

Германій, який застосовується у напівпровідникових приладах, має питомий опір від мільйонних часток Ом*м до значень, близьких до питомого опору власного германію. На електричні властивості германію сильний вплив робить режим термообробки.

Застосовують германій для виготовлення діодів, датчиків Холу, тензодатчиків, фото діодів, модуляторів світла, оптичних фільтрів і т.д.

Об'ємні кристали кремнію одержують шляхом вирощування з розплаву й при безтигельній вертикальній зонній плавці. Перший метод застосовують для одержання великих монокристалів з відносно невеликим питомим опором ($< 2.5 \text{ Ом}\cdot\text{м}$). Другий метод використовують для одержання високоомних монокристалів кремнію з малим вмістом залишкових домішок. Кристали кремнію n- і р-типу одержують шляхом введення при вирощуванні відповідних домішок, серед яких найбільш часто використовують фосфор і бор.

У наш час кремній є базовим матеріалом напівпровідникової техніки. Він використовується для створення інтегральних мікросхем, різного типу діодів, польових транзисторів, стабілітронів, тиристорів, фотоелементів сонячних батарей і т.д.

Урок 17. Методи отримання напівпровідників.

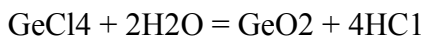
Опрацювати наданий нижче матеріал.

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

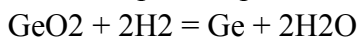
Одержання германію в елементарному вигляді викликає великі труднощі. Мінерали з великою концентрацією германію зустрічаються дуже рідко й не можуть служити сировиною для виробництва напівпровідників. В даний час основними джерелами промислового одержання германію є побічні продукти цинкового виробництва, коксування вугілля, а також германієві концентрати, що одержуються із мідно-свинцево-цинкових руд.

У результаті хімічної переробки вихідної сировини утворюється тетрахлорид германію, який являє собою рідину з невисокою (83°C) температурою кипіння.

Рідину піддають глибокому очищенню, використовуючи методи екстракції й ректифікації, після чого очищений тетрахлорид шляхом гідролізу переводять у двооксид:



Елементарний германій одержують відновленням двооксиду:



Процес водневого відновлення проводять в електричних печах при температурі 650–700°C з використанням графіту в якості тигельного матеріалу. Заключна стадія процесу суміщається з плавленням порошку германію, що утворився, і направленою кристалізацією розплаву. Виготовлені таким способом полікристалічні злитки надалі піддають зонній плавці для одержання германію особливої чистоти або використовують у якості вихідного матеріалу при вирощуванні легованих монокристалів методом витягування з розплаву.

Процес водневого відновлення проводять в електричних печах при температурі 650–700°C з використанням графіту в якості тигельного матеріалу. Заключна стадія процесу суміщається з плавленням

Урок 18. Прості напівпровідники.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.158.

Домашнє завдання: письмово дати відповіді на контрольні запитання. (стор.180(3))

Урок 19. Використання напівпровідників.

Опрацювати наданий нижче матеріал.

Домашнє завдання: записати конспект в зошит з наданого матеріалу. Тематичне оцінювання.

Напівпровідники являють собою дуже численний клас матеріалів. У нього входять сотні найрізноманітніших речовин – як елементів, так і хімічних сполук. Напівпровідниковими властивостями можуть володіти як неорганічні, так і органічні речовини, кристалічні й аморфні, тверді й рідкі, немагнітні й магнітні. Незважаючи на істотні розходження в будові й хімічному складі, матеріали цього класу ріднить одна чудова якість – здатність сильно змінювати свої електричні властивості при дії невеликих зовнішніх енергетичних впливів.

Чистий германій має металевий блиск, характеризується відносно високими твердістю й крихкістю. Подібно до кремнію він кристалізується в структурі алмазу, елементарна комірка якого містить вісім атомів. Кристалічну ґратку типу ґратки алмазу можна розглядати як накладення двох кубічних ґранецентрованих ґраток, зміщених одна щодо іншої у напрямку об'ємної діагоналі на чверть її довжини.

На основі германію випускається широка номенклатура приладів усілякого призначення і, у першу чергу, діодів і транзисторів. Особливо широке поширення одержали випрямні площинні діоди і сплавні біполярні транзистори.

Випрямні площинні діоди розраховані на прямі струми від 0,3 до 1000 А при спаданні напруги не більше 0,5 В. Недоліком германієвих діодів є невисокі допустимі зворотні напруги. Германієві транзистори можуть бути низькочастотними і високочастотними, потужними і малопотужними. Нанесення плівкової ізоляції з SiO₂ дозволяє виготовляти германієві транзистори за планарною технологією.

Германій використовується також для створення тунельних діодів, варикапів, точкових високочастотних імпульсних і НВЧ-діодів.

В імпульсних діодах для досягнення високої швидкості переключення потрібен матеріал із малим часом життя нерівноважних носіїв заряду.

Цій вимозі задовольняє германій, легований золотом. Домішки золота створюють у германії ефективні центри рекомбінації.

Завдяки відносно високій рухливості носіїв заряду германій застосовують для виготовлення датчиків Холла й інших магніточутливих приладів.

Оптичні властивості германію дозволяють використовувати його для виготовлення фототранзисторів і фотодіодів, оптичних лінз із великою світлосилою (для інфрачервоних променів), оптичних фільтрів, модуляторів світла і коротких радіохвиль, а також лічильників ядерних часток. Робочий діапазон температур германієвих приладів від -60 до $+70^{\circ}\text{C}$. Невисока верхня межа робочої температури є істотним недоліком германію.

Тема 5. Основні властивості діелектриків.

Урок 20. Різні види діелектричних матеріалів.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.73.

Домашнє завдання: письмово дати відповіді на контрольні запитання. (стор.145(1,2))

Урок 21. Загальні характеристики й застосування газоподібних діелектриків.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.89.

Домашнє завдання: письмово дати відповіді на контрольні запитання. (стор.145(4))

Урок 22. Загальні характеристики і застосування рідких діелектриків. Конденсаторне і кабельне масло.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.93.

Домашнє завдання: письмово дати відповіді на контрольні запитання. (стор.145(5,6))

Урок 23. Пластмаси.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.99.

Домашнє завдання: письмово дати відповіді на контрольні запитання. (стор.145(7,8))

Урок 24. Гума.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.115.

Домашнє завдання: письмово дати відповіді на контрольні запитання. (стор.145(11))

Урок 25. Деревина.

Опрацювати наданий нижче матеріал.

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу. Тематичне оцінювання.

Деревина.

Деревинні пластики- пластифіковані деревинні матеріали, одержувані комплексною механічною, термічною та хімічною обробкою сировини (лущеного шпону, подрібненої деревини тощо). Деревинні пластики поділяють на деревинношаруваті пластики та деревиннопластичні маси.

Деревинні пластики характеризуються значною механічною міцністю, вологостійкістю, добрими електроізоляційними властивостями та ін. Їх використовують як конструкційний, електроізоляційний, стіновий та виробний матеріал у машино- й суднобудуванні, електротехніці, будівництві тощо.

Деревинношаруваті пластики (напр., лігнофоль, дельта-деревину) виготовляють у вигляді плит із шпону, який просочують синтетичними смолами, підсушують, складають у пакети і пресують під тиском 10-17,5 МПа при t -рі 120–150° С. Довжина плит 700-5600, ширина 800–1200, товщина 1-60 мм. Плити зміцнюють сталевими сітками, фольгою, прогумованою тканиною тощо.

Дерево – один з головних матеріалів, які не проводять електричний струм. Це пов'язано зі структурою та властивостями деревини. У деревах присутня особлива структура, яка забезпечує їм механічну міцність та допомагає їм рости. Проте ця структура не здатна проводити електричний струм. Волокна та клітини, з яких складається деревина, не мають здатності до проведення електричного струму.

Хоча дерево не проводить електричний струм, його все ж можна використовувати в електротехнічних застосуваннях. Ізоляційні властивості дерева дозволяють використовувати його для електричних міцностей, ізоляційних стрижнів та інших компонентів в електротехніці.

Види діелектричних матеріалів.

У електронній техніці застосовують безліч різних діелектриків.

За функціями, що вони виконують в апаратурі і приладах, їх можна підрозділити на електроізоляційні і конденсаторні матеріали (пасивні діелектрики) і керовані матеріали (активні діелектрики).

Вакуумні, тверді тіла, рідини і гази можуть бути діелектричними матеріалами.

Деякі з прикладів твердих діелектричних матеріалів - це кераміка, папір, слюда, скло тощо.

Діелектричні матеріали можуть використовуватися в конденсаторах для накопичення енергії. Використовуються в світлочутливих матеріалах для зберігання заряду, в лазерних принтерах і копіювальних апаратах. Використовуються для механічного спрацьовування, генерації звуку, п'єзоелектрики, сенсора кришки.

У числі газоподібних діелектриків, насамперед, потрібно згадати повітря, яке мимо нашої волі входить до складу всіх електротехнічних пристроїв і виявляє свій вплив на їхню роботу.

Перевагами газів перед іншими видами електроізоляційних матеріалів є високий питомий електричний опір, малий тангенс кута діелектричних втрат. Найбільше ж цінною властивістю газів є їхня здатність відновлювати електричну міцність після розряду.

Основні характеристики газів, як діелектриків, це діелектрична проникність, електропровідність, електрична міцність. Крім того, найчастіше важливі теплофізичні характеристики, у першу чергу теплопровідність.

Основні атмосферні гази, наприклад азот, мають близькі до повітря значення електричної міцності. Азот нерідко застосовується замість повітря в газових конденсаторах, оскільки він не містить кисню, хімічно більш інертний, не окислює дотичні з ним матеріали.

Існують спеціальні види синтетичних газових діелектриків, застосовуваних для ізоляції внутрішнього простору високовольтних вимикачів, газової ізоляції кабелів.

В електротехнічних пристроях знайшли широке застосування синтетичні газові діелектрики на основі фтору.

Основні газові діелектрики – це т.зв. елегаз («електричний» газ) і фреон.

Елегаз (гексафторид сірки) має хімічну формулу SF₆. Основна область застосування – газонаповнені високовольтні вимикачі.

Свою назва він одержав від скорочення “електричний газ”.

З інших корисних властивостей відзначимо наступні:

хімічна інертність, нетоксичність, негорючість, термостійкість (до 800°C), вибухобезпечність, слабке розкладання в розрядах, низька температура скраплення.

Під час відсутності домішок елегаз зовсім нешкідливий для людини. Однак продукти розкладання елегазу в результаті дії розрядів (наприклад, у розряднику або вимикачі) токсичні й хімічно активні.

Комплекс властивостей елегазу забезпечує досить широке використання елегазовій ізоляції. У пристроях елегаз звичайно використовується під тиском у кілька атмосфер для більшої компактності енергоустановок, тому що електрична міцність збільшується з ростом тиску. На основі елегазової ізоляції створені й експлуатуються ряд електропристроїв, з них кабелі, конденсатори, вимикачі, компактні ЗРП (закриті розподільні пристрої). Найбільш широке застосування елегаз знайшов за рубежом, особливо в Японії. Наприклад, використання елегазу дозволяє в десятки раз зменшити розміри розподільних пристроїв, що дуже актуально при високій вартості землі для розміщення енергоспоживачів.

Загальні характеристики й застосування рідких діелектриків.

З електрофізичної точки зору найбільш важливими характеристиками рідин є діелектрична проникність, електропровідність і електрична міцність.

Найпоширеніший в енергетиці рідкий діелектрик - це трансформаторне масло.

Трансформаторне масло, - очищена фракція нафти, одержувана при перегонці, що кипить при температурі від 300 °C до 400 °C. Залежно від походження, нафти мають різні властивості й ці відмітні властивості вихідної сировини відбиваються на властивостях масла.

Кожний з компонентів масла відіграє певну роль при експлуатації. Парафіни й циклопарафіни забезпечують низьку електропровідність і високу електричну міцність. Ароматичні вуглеводні зменшують старіння масла й збільшують стійкість до часткових розрядів в обсязі масла. Асфальто-смолисті, сірчисті, азотисті з'єднання й нафтенові кислоти є домішками й не відіграють позитивної ролі. Асфальто - смолисті з'єднання відповідальні за виникнення осаду в маслі й за його колір. Сірчисті, азотисті з'єднання й нафтенові кислоти відповідальні за процеси корозії металів у трансформаторному маслі.

З основних характеристик масла відзначимо, що воно пальне, біорозкладаване, практично не токсичне, що не порушує озоновий шар.

Для того, щоб добре виконувати свої додаткові функції в трансформаторах (як охолодне середовище) і вимикачах (як середовище, де рухаються елементи привода), масло повинне мати невисоку в'язкість, а якщо ні, то трансформатори не будуть належним чином проохолоджуватися, а вимикачі - розривати електричну дугу у встановлене для них час.

Існує великий розрив між терміном служби трансформатора й терміном служби масла. Трансформатор може працювати без ремонту 10-15 років, а масло вже через рік

вимагає очищення, а через 4-5 років - регенерації. Заходами, що дозволяють продовжити строк експлуатації масла, є:

- 1) захист масла від зіткнення із зовнішнім повітрям шляхом установки розширників з фільтрами, що поглинають кисень і воду, а також витиснення з масла повітря;
- 2) зниження перегріву масла в умовах експлуатації;
- 3) регулярні очищення від води й шламу;
- 4) застосування для зниження кислотності безперервної фільтрації масла;
- 5) підвищення стабільності масла шляхом уведення антиокислювачів.

Антиокислювальна присадка спеціально вводиться в масло для запобігання його окислення під дією локальних високих температур і реакцій із провідниковими й діелектричними матеріалами. Звичайно в якості присадки використовують іонол, рідше застосовуються й інші добавки.

З родинних трансформаторного масла по властивостях і застосуванню рідких діелектриків варто відзначити конденсаторні й кабельні масла.

Конденсаторні масла.

Під цим терміном об'єднана група різних діелектриків, застосовувана для просочення паперово-масляної й паперово-плівкової ізоляції конденсаторів. Найпоширеніше конденсаторне масло за ДСТ 5775-68 роблять із трансформаторного масла шляхом більш глибокого очищення. Відрізняється від звичайних масел більшою прозорістю.

Касторове масло рослинного походження, його отримують з насіння рицини. Основна область використання - просочення паперових конденсаторів для роботи в імпульсних умовах. Щільність касторового масла 0,95-0,97 т/м³, температура застигання від -10 °С до -18 °С.

Кабельні масла використовуються у виробництві силових електричних кабелів.

Просочуючи паперову ізоляцію цих кабелів, вони підвищують її електричну міцність, а також сприяють відводу теплоти втрат.

Кабельні масла бувають різних типів. Для просочення ізоляції силових кабелів на робочі напруги до 35 кВ у свинцевих або алюмінієвих оболонках (кабелі із грузлим просоченням) застосовується масло марки КМ-25 з кінематичною в'язкістю не менш 23 мм²/с при 100°С, температурою застигання не вище мінус 100С и температурою спалаху не нижче +220°С. Для збільшення в'язкості до цього масла додатково додається каніфоль або ж синтетичний згущувач.

У масло заповнених кабелях використовуються менш грузлі масла. Так, масло марки МН-4 застосовується для масло заповнених кабелів на напруги 110-220 кВ, у яких під час експлуатації за допомогою підживлюючих пристроїв підтримується надлишковий тиск 0,3 - 0,4 Мпа.

Для масло заповнених кабелів високого тиску (до 1,5 Мпа) на напруги від 110-500 кВ, що прокладаються в сталевих трубах, застосовується особливо ретельно очищене масло марки З-200.

Полімери, як правило, є гарними діелектриками. Вони мають низькі діелектричні втрати, високий питомий опір, високу електричну міцність, високу технологічність і, як правило, невисоку ціну. Крім того, на основі полімерів з дисперсними добавками різної електропровідності, теплопровідності, магнітній проникності, діелектричній проникності, твердості й т.п. можна одержувати різноманітні композиційні матеріали із широким спектром властивостей.

По технологічних ознаках полімерні матеріали діляться на 2 класи - термопласти й реактопласти.

Термопластичні матеріали при підвищенні температури розм'якшуються, легко деформуються. Характерною рисою термопластичних матеріалів є те, що їх нагрівання не викликає необоротних змін їх властивостей. Термореактивні (термозатверджуючі) матеріали (реактопласти) при нагріванні здобувають необоротні зміни, вони спікаються, здобувають значну механічну міцність і твердість.

Термопласти – це в основному лінійні полімери, а реактопласти – це полімери із сильно розвинутою просторовою структурою.

Термопласти (термопластичні матеріали) - розм'якшуються при нагріванні, що дозволяє використовувати просту технологію термопресування. При цьому гранули вихідного полімеру поміщають у камеру термопласт - автомата, нагрівають до температури розм'якшення, пресують і прохолоджують. Так роблять дрібні діелектричні деталі. Для великогабаритних виробів, типу кабелів, напівтвердий розплав видавлюють через фільтру разом із внутрішнім електродом кабелю.

Найпоширенішим діелектриком цього класу є поліетилен $H-(CH_2)_{nh}$. Поліетилен роблять шляхом полімеризації газу етилену при підвищених тисках і температурах.

Поліетилен широко використовують у якості силової електричної ізоляції в кабелях, особливо т.зв. "зшитий" поліетилен.

(У закордонній літературі - cross-linked polyethylene).

Його одержують або опроміненням високо енергетичними частками (електронами, фотонами, важкими частками), або вулканізацією. При цьому утворюється просторова сітка, подібно тому, як це реалізується в гумі. Модифікований матеріал може експлуатуватися при температурі до 200 °С, крім того, він стає більш стійким стосовно агресивних середовищ і розчинникам, механічно більш міцним, його питомий опір підвищується приблизно на два порядки.

З інших термопластичних полімерів, використовуваних в енергетиці у вигляді електроізоляційних плівок відзначимо поліпропілен, полівінілхлорид, лавсан.

Інші широко застосовувані на практиці полімерні ізоляційні матеріали – полістирол, полівінілхлорид, поліметилметакрилат.

Рядом унікальних властивостей має фторопласт (політетрафторетилен) – один із представників фторорганічних полімерів.

Цей матеріал у нас називається фторлон-4 (фторопласт-4). Він хімічно інертний, не розчиняється в розчинниках, аж до температури 260 °С, абсолютно не змочується водою, не гігроскопічний.

Реактопласти (термореактивні матеріали) - при нагріванні не розм'якшуються, після досягнення деякої температури починаються руйнуватися. Вироби з них звичайно роблять різними способами. Одна з розповсюджених дешевих технологій полягає в наступному.

Спочатку готують прес-порошки полімеру. Потім прес порошок засипають у прес-форму й пресують при певному тиску й температурі. При цьому виникає зчеплення між деформованими частками, і після охолодження матеріал готовий до використання.

Першими реактопластами, отриманими близько 100 років тому, були фенолформальдегідні смоли (ФФС). Компонентами цих смол є фенол і формальдегід, реакція поліконденсації яких відбувається при нагріванні до 450 .. - 470° С.

Вихідною сировиною для ФФС є кам'яне вугілля, що й пояснює дешевину й постійне зростання виробництва, особливо у вигляді теплоізоляційних пінопластів для будівельної

промисловості. В електроніці ФФС широко застосовуються для виготовлення шаруватих пластиків, покриттів і фарб (лак на основі ФФС називається бакелітовим), деталей електроізоляційної апаратури, сепараторів акумуляторів і т.д.

Властивості епоксидних смол змінюють у широких межах, використовуючи різні добавки, які діляться на наступні групи:

- пластифікатори- органічні сполуки - олігомери, що діють як внутрішнє змащення й поліпшуючі еластичність, що й запобігають кристалізації, відокремлюючи ланцюги полімеру один від одного;
- наповнювачі-у невеликих кількостях вводяться для поліпшення міцності й діелектричних властивостей, підвищення стабільності розмірів, теплостійкості;
- каталізатори - для прискорення отвердіння;
- пігменти - для фарбування.

Недоліки реактопластів: незастосовність як діелектрики нвч - техніки; неповна відтворюваність технологічних властивостей олігомерів тому що число епоксигруп мінливо, а це позначається на температурі й тривалості затвердіння. З інших полімерів-реактопластів відзначимо діелектричний матеріал з високою механічною міцністю - капролон, з більшим діапазоном робочих температур (-100°C до $+250^{\circ}\text{C}$) - полііміди й композити на їхній основі.

Гума.

Гумою називають продукт переробки каучуків. Гума - важливий конструкційний матеріал, необхідний для виробництва різноманітних виробів - від автомобільних шин до хірургічних рукавичок.

Багато гуми використовують для виготовлення виробів електротехнічної промисловості - ізоляції кабелів, проводів, ізоляційних труб; у побуті (гумове взуття) та ін.

Існують також гуми стійкі до дії різних агресивних середовищ (кислото- і лугостійкі, озоностійкі, паростійкі і ін.). Виготовляються на основі бутілкаучука, кремнійорганічних, фторсодержащих, хлоропренових, акрілатних каучуків, хлорсульфированного поліетилену.

Виділяється окремий тип -електропровідні гуми. Для їх здобуття використовують різні каучуки, наповнені великими кількостями електропровідної (ацетиленовою) сажі.

Діелектричні (кабельні) гуми - такі, що характеризуються малими діелектричними втратами і високою електричною міцністю. Отримують їх з кремнійорганічних, етілен-пропіленових, каучуків ізопренів, наповнених світлими мінеральними наповнювачами.

Основні матеріали для виготовлення гумми.

Головним матеріалом для виготовлення гуми є каучук - тверда еластична речовина світло-сірого або коричнюватого кольору.

Природний каучук добувають із каучукового дерева (гевеї), яке росте в країнах Латинської Америки, а також в Африці. Його добувають також із молочайних рослин (тау-сагизу і кок-сагизу) у вигляді соку - латексу, але добувають надто мало, і він дуже дорогий. Тому основним матеріалом для виробництва гуми є синтетичний каучук (СК), який виготовляють переважно з нафтопродуктів.

У техніці широко застосовують основний продукт каучуку - гуму, для виготовлення якої до каучуку треба додати невелику кількість сірки (1...5 %) і підігріти цю суміш до температури $130... 140^{\circ}\text{C}$. Після короткочасного підігрівання суміш перетворюється на

вулканізований каучук або гуму. Гума набуває нових властивостей: зберігає еластичність у межах від -30 до +180 °С, стає мідною і стійкою до води і кислот.

Якщо до каучуку додати більше сірки (20...25 %) і нагрівати довше, то в процесі вулканізації утвориться рогова гума - ебоніт. Це твердий ізоляційний матеріал, який випускають у вигляді листків, трубок і дротиків різного профілю. Технологія виготовлення гумових виробів складається з таких операцій: пластифікація каучуку, додавання домішок, приготування суміші, формування або заготовка деталей, складання і вулканізація виробів.

Тема 6. Основні властивості магнітних матеріалів.

Урок 26. Класифікація магнітних матеріалів.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.181.

Домашнє завдання: письмово дати відповіді на контрольні запитання. (стор.198(1,2))

Урок 27. Порошкові матеріали. Магніти з порошків.

Опрацювати матеріал наданий нижче матеріал.

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Урок 28. Застосування магнітів.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.181-197.

Домашнє завдання: в зошиті виконайте тестове завдання стор.198.

Класифікація магнітних матеріалів.

Магнітне поле утворюється не тільки навколо провідників із струмом, а й постійними магнітами. Їх можна виготовляти тільки з небагатьох речовин. Але всі речовини, вміщені в магнітне поле, намагнічуються, тобто самі утворюють магнітне поле.

Матеріали, які в зовнішньому магнітному полі намагнічуються (тобто в них з'являється власне магнітне поле), називають магнетиками.

За магнітною проникністю і характером взаємодій з магнітним полем магнетики поділяють на:

- ☐ Діамагнетики
- ☐ Парамагнетики
- ☐ Феромагнетики.

До діамагнетиків належить більшість газів (крім кисню), вода, вісмут, цинк, свинець, мідь, срібло, золото, сірка, віск, алмаз, багато органічних сполук. Якщо зовнішнього магнітного поля немає, магнітні моменти атомів діамагнетиків дорівнюють нулю.

Парамагнітні речовини втягуються магнітним полем; їх магнітна проникність більша за одиницю. Атоми парамагнетиків мають відмінні від нуля магнітні моменти.

Парамагнетики підсилюють зовнішнє магнітне поле.

До парамагнетиків належать: кисень, марганець, хром, платина, алюміній, вольфрам, усі лужні й лужноземельні метали.

До феромагнетиків належать матеріали, які сильно взаємодіють з магнітним полем і магнітна проникність яких у певному температурному інтервалі значно більша за одиницю. Феромагнітні властивості мають тільки кристалічні тіла. У рідкому, або газоподібному стані феромагнетики стають парамагнітними.

Магнітом'які матеріали, володіючи високою магнітною проникністю, невеликою коерцетивною силою і магнітними втратами на гістерезис, використовуються в якості сердечників трансформаторів, електромагнітів, у вимірювальних пристроях та в інших

До магнітом'яких матеріалів належать різні марки заліза:
(технічно чисте залізо, низьковуглецева електротехнічна сталь листова,
електролітичне залізо,
карбонільне залізо,
кремнієва електротехнічна сталь,
пермалої, альсифери.

У випадках, де необхідно при найменшій затраті енергії досягти найбільшої індукції.
Магнітом'які феромагнітні матеріали (хімічно чисте залізо , електротехнічна сталь та ін .),
які майже втрачають намагніченість після видалення із зовнішнього поля, використовують
в тих електротехнічних пристроях , у яких відбувається неперервне перемагнічування
осердь , магнітопроводів та інших частин трансформаторів , генераторів змінного струму.

До магнітотвердих матеріалів також відносять:

леговані мартенситні сталі,
литі магнітотверді сплави,
магніти із порошків, ферити, металічні і неметалічні матеріали для звукозапису.
Магнітотверді матеріали за складом, станом й способом одержання підрозділяють на:

- 1) леговані мартенситні сталі,
- 2) литі магнітотверді сплави,
- 3) магніти з порошків,
- 4) магнітотверді ферити,
- 5) пластичні сплави, що деформуються і магнітні стрічки.

Великою магнітною енергією володіють литі магнітотверді сплави:

альні (Al-Ni-Fe),
альніко (сплав альні з добавкою кобальту),
альнісі (сплав альні з добавкою кремнію), магніко
(сплав альніко з вмістом кобальту 24%).

Магніти, які одержують методами порошкової металургії, можна поділити на
металокерамічні, металопластичні та оксидні

Металокерамічні магніти

одержують із металевих порошків пресуванням їх без матеріалу, що їх зв'язує, і спіканням
при високій температурі.

За магнітними властивостями вони лише трохи поступаються литим магнітам, але дорожчі
за останніх.

Металопластичні магніти

виготовляють, як і металокерамічні, із металевих порошків, але пресують їх разом з
ізолюючою зв'язкою і піддають нагріванню до невисокої температури, необхідної для
полімеризації речовини, що їх зв'язує.

Барієві магніти.

Промисловість випускає дві групи барієвих магнітів:
ізотропні (БИ) і анізотропні (БА).

Барієві магніти в порівнянні з вилитими мають дуже велику коерцитивну силу і малу
залишкову індукцію.

Питомий електричний опір барієвих магнітів у мільйони разів вищий, ніж металевих
матеріалів, що дозволяє використовувати барієві магніти в магнітних колах, які піддаються
впливу полів високої частоти.

До недоліків барієвих магнітів варто віднести погані механічні властивості

(високі крихкість і твердість) і, саме головне, велику залежність магнітних властивостей від температури.

Тема 7. Допоміжні матеріали.

Урок 29. Різновиди припоїв.

Опрацювати нижченаданий матеріал.

Домашнє завдання: записати в зошит конспект з наданого матеріалу.

Урок 30. Флюси для паяння.

Опрацювати матеріал: підручник Паржницький О.В. «Електроматеріалознавство» стор.128..

Домашнє завдання: замалювати в зошит таблицю 3.5 стор.129. Тематичне оцінювання.

Припої

Якість, міцність та експлуатаційна надійність паяного з'єднання в першу чергу залежать від правильного вибору припою. Не всі метали і сплави можуть бути припоями.

Припої повинні мати такі властивості:

Мати температуру плавлення нижчу за температуру плавлення матеріалів, що паяють; у розплавленому стані (у захисному середовищі, під флюсом або у вакуумі) добре змочувати матеріал, що паяється, і легко розтікатися по його поверхні; забезпечувати достатньо високі зчіплюваність, міцність, пластичність і герметичність паяного з'єднання; мати коефіцієнт термічного розширення, близький до відповідного коефіцієнта матеріалу, що паяється.

Залежно від температури плавлення припої класифікують так:

тверді (тугоплавкі) — високоміцні, що мають температуру плавлення понад 500 °С;

м'які (легкоплавкі) — менш міцні, що мають температуру плавлення нижче 500 °С.

Легкоплавкі припої широко застосовують у різноманітних галузях промисловості та побуту; вони являють собою сплав олова зі свинцем. Різні кількісні співвідношення олова зі свинцем визначають властивості припоїв.

Олов'яно-свинцеві припої порівняно з іншими мають високу змочувальну здатність, хороший опір корозії. При паянні цими припоями властивості з'єднаних матеріалів практично не змінюються.

Легкоплавкі припої служать для паяння сталі, міді, цинку, свинцю, олова та їх сплавів, сірого чавуну, алюмінію, кераміки, скла та ін.

Для одержання спеціальних властивостей до олов'яно-свинцевих припоїв додають сурму, вісмут, кадмій, індій, ртуть та інші метали.

Олов'яно-свинцеві припої виготовляють таких марок:

безсурм'яністі — ПОС 90, ПОС 61, ПОС 40, ПОС 10, ПОС 61М

ПОСК 50-18;

малосурм'яністі — ПОССу 61-05, ПОССу 50-0,5, ПОССу 40-0,5, ПОССу 35-0,5, ПОССу 25-0,5, ПОССу 18-0,5;

сурм'яністі ПОССу 95-5, ПОССу 40-2, ПОССу 35-2, ПОССу 30-2, ПОССу 25-2, ПОССу 18-2, ПОССу 15-2, ПОССу 10-2, ПОССу 8-3, ПОССу 5-1 і ПОССу 4-6.

У позначенні марки букви вказують: ПОС — припій олов'яно-свинцевий; М — мідь; К — калій; числа вказують: перше — на вміст олова, %; наступні — на вміст міді й калію, %

(решта — до 100 % — свинець). При слюсарних роботах частіше застосовують припій ПОС 40.

Тугоплавкі п р и п о ї — це тугоплавкі метали та сплави. З них широко застосовують мідно-цинкові та срібні.

Для одержання певних властивостей і температури плавлення в ці сплави додають олово, марганець, алюміній, залізо та інші метали.

Додавання у невеликій кількості бору підвищує твердість і міцність припою, але й підвищує крихкість паяних швів.

Флюси.

З підвищенням температури швидкість окислення поверхонь деталей, що паяються, значно зростає, в результаті чого припій не пристає до деталі. Для видалення оксиду застосовують хімічні речовини, які називаються флюсами.

Флюси поліпшують умови змочування поверхні металу, що паяється, розплавленим припоєм, захищають поверхню паяного металу та розплавленого припою від окислення при нагріванні та в процесі паяння, розчиняють існуючі на поверхні металу, що паяється, та припою оксидні плівки.

Розрізняють флюси для м'яких і твердих припоїв, а також для паяння алюмінієвих сплавів, нержавіючих сталей і чавуну.

Флюси для м'яких припоїв. До цих флюсів належать хлористий цинк, нашатир, каніфоль, паяльні пасти тощо.

Хлорид цинку, який називається також травленою кислотою, — дуже хороший флюсуючий засіб при паянні чорних і кольорових металів (крім цинкових та оцинкованих деталей, алюмінію та його сплавів). Приготовляють хлористий цинк розчиненням 1 ч дрібно по-трубаного цинку у 5 ч соляної кислоти.

Нашатир (хлористий амоній) — біла гірко-солонка на смак сіль. Використовується у вигляді порошку й кристалів. При нагріванні нашатир розкладається з виділенням шкідливого для здоров'я білого газу, тому при паянні слід застосовувати не чистий нашатир, а розчин, що складається з 0,5 л води, 100 г нашатирю та невеликої кількості хлористого цинку.

Каніфоль — жовтувато-коричнева смолиста речовина, яку дістають у вигляді паличок або порошку при перегонці соснової смоли. Флюсуючі властивості каніфолі значно слабші, ніж у інших флюсів, але вона не викликає корозії паяного шва. Завдяки цьому каніфоль переважно застосовують для паяння електро- і радіоапаратури.

Каніфоль застосовують у вигляді порошку, паличок або розчину в спирті. Паяльна паста — це рідина, виготовлена з хлористого цинку та амонію або хлористого цинку і крохмалю.

Для виготовлення паяльної пасти крохмаль розчиняють у воді, потім розчин кип'ятять доти, поки не зробиться клейстер. Крохмальний клейстер у холодному вигляді додають до розчину хлористого цинку або хлористого амонію, перемішуючи доти, поки не вийде ледь липка рідина.

Флюси для твердих припоїв. До цих флюсів належать бура, борна кислота та деякі інші речовини.

Буру застосовують у вигляді порошку, для чого її товчуть у ступці й просіюють. Щоб при нагріванні бура не пінилася, перед застосуванням її прожарюють. Бура легко вбирає вологу з повітря, тому її зберігають в банці з притертою пробкою. Рекомендується

застосовувати безводну буру, бо інакше флюс при нагріванні втрачає воду, набрякає й тріскається, внаслідок чого ускладнюється процес паяння

Борна кислота — це білі, жирні на дотик лусочки. За своїми флюсуючими властивостями борна кислота краща за буру, але використовується рідше, бо вартість її вища.

Флюси для паяння алюмінієвих сплавів.

Як флюси при паянні алюмінієвих сплавів застосовують складні за хімічним складом суміші: фтористого натрію, хлористих літію, калію, цинку та ін. Хлористі солі мають здатність розчиняти оксиди алюмінію, тому їх роль у флюсах є основною. Хлористі літій і калій вводять до складу флюсів для зниження температури плавлення.

Флюси для паяння нержавіючих сталей. Одним з таких флюсів є пастоподібна суміш бури й борної кислоти (порівну), замішана у насиченому розчині хлористого цинку.

Застосовують також флюс 200, який складається з 70 % борної кислоти, 21 % бури і 9 % фтористого калію. Цей флюс підходить для паяння конструкційних і нержавіючих сталей, а також жароміцних сплавів латунню з твердими припоями.

Флюсом для паяння чавуну (сірого чи ковкого) служить бура (60 %) з додаванням хлористого цинку (~38 %) і марганцевокислого калію (~2 %). До цього флюсу, крім того, входить перекис марганцю (або хлорат калію), який сприяє вигорянню графіту з поверхні металу і тим самим забезпечує одержання чистої, добре змочуваної припоєм поверхні. Флюсом для паяння свинцевих сплавів може служити стеарин.

Головні вимоги до якості флюсу для роботи з вивідними компонентами

- відсутність корозійної активності
- хороші властивості для лудження
- висока здатність зволожувати
- відсутність кипіння при нагріванні до робочої температури
- відсутність електропровідності
- легке видалення залишків
- підходять для припоїв, які містять та не містять свинець
- залишки можна не змивати
- зручність у використанні (гель, паста)
- доступна ціна.