

## Вступ

У 1831 році англійським фізиком Майклом Фарадеєм при проведенні ним основоположних досліджень було відкрите явище електромагнітної індукції, що лежить в основі принципу роботи електричного трансформатора.

Вперше трансформатори, як такі були продемонстровані в 1882 році, хоча ще в 1876 році Яблочков П. М. запатентував (патент Франції № 115793 від 30 листопада 1876 року) аналогічний пристрій для створених ним освітлювальних пристроїв — «свічок Яблочкова». Це був трансформатор з розімкнутим сердечником, у вигляді стрижня, на який намотувались обмотки. У 1885 р. угорські інженери фірми «Ganz factory» Отто Блаті, Карл Зіперновскі і Мікша Дері винайшли трансформатор із замкнутим магнітопроводом, що зіграло важливу роль у подальшому розвитку конструкцій трансформаторів.

Велику роль для підвищення надійності трансформаторів зіграло застосування масляного охолодження (кінець 1880-х років, Джордж Свінберн). Свінберн розташовував трансформатори у керамічних посудинах, заповнених оливою, що суттєво підвищувало надійність ізоляції обмоток.

Винахід трансформатора був важливим фактором у так званій війні струмів — конкурентній боротьбі за те, який електричний струм, постійний чи змінний ефективніший для масового користування.

З винайденням трансформатора виник технічний інтерес до змінного струму. Електротехнік російського походження М. О. Доліво-Добровольський у 1889 р. розробив для німецької фірми «Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft» перший трифазний трансформатор. На електротехнічній виставці у Франкфурті-на-Майні у 1891 р. Доліво-Добровольський демонстрував дослідну високовольтну електропередачу трифазного струму на відстань 175 км. Трифазний генератор мав потужність 230 кВт при напрузі 95 В.

У 1891 році Нікола Тесла винайшов резонансний трансформатор для генерування високої напруги при високій частоті.

## 1.1. Організація робочого місця монтажника радіоапаратури

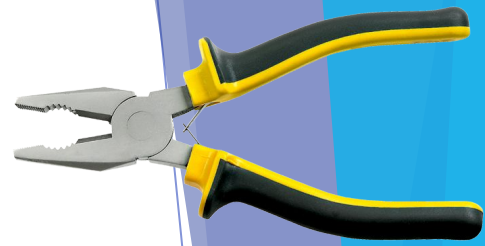
Типове робоче місце монтажника радіоапаратури і приладів в умовах одиничного дрібносерійного виробництва включає в себе: одностумбовий стіл; гвинтовий стілець; забирається підвіску для креслень; регульований по висоті і по горизонталі світильник; ящик для відходів, що кріпиться на шарнірах; введення для електропаяльника і обжигалки; газопріємник місцевого відсмоктування; панель для включення контрольно-вимірювальних приладів з клемою для заземлення. Верхня кришка столу покривається жароміцним пластиком. При необхідності регулювання температури нагріву електропаяльника і обжигалки робоче місце оснащується автотрансформатором або автоматичним пристроєм для регулювання температури жала електропаяльника.

Комплектування робочого місця приладами, пристроями та інструментом за номенклатурою і розмірами визначається складністю монтажних робіт і технологією монтажу. При великосерійному і масовому виробництві набір інструменту визначається за технологічними картами кількістю операцій, що їх виконує монтажник.

Робоче місце треба обладнати витяжною вентиляцією для видалення шкідливих випарів і продуктів горіння, що утворюються в процесі паяння. Ізоляцію з кінців монтажних проводів слід знімати за допомогою опалювання тільки на спеціальних місцях, обладнаних витяжною вентиляцією.



**Плоскогубці** -ручний слюсарно -монтажний інструмент з губками пірамідальної форми і прямокутного перерізу з насіченими внутрішніми плоскими поверхнями. Плоскогубці застосовуються для захоплення і вигинання дрібних металевих деталей та інших робіт.



**Кусачки** - різальний інструмент, в якому використовується принцип важеля для того, щоб збільшити зусилля, що додається для перерізання матеріалу. Якщо ріжучі кромки ( губки) знаходяться в одній площині з ручками, або під невеликим кутом , такі кусачки називаються бічними або бокорезами . Якщо губки поперечній площинах рукояток , то - торцевими . На відміну від ножиць, кусачки мають змикаються ріжучі губки.



**Пінцет** — інструмент, пристосування для маніпуляції невеликими предметами, які неможливо, незручно, або небажано або небезпечно брати незахищеними руками.



**Викрутка** — інструмент, призначений для відгвинчування і загвинчування гвинтів, шурупів та інших деталей з різьбою, на головці яких є шліц. Діаметр рукоятки знаходиться зазвичай в межах від 10 до 40 мм. Оскільки залежність між діаметром рукоятки і крутним моментом, що видається на деталь, пряма, — то зазвичай діаметр тим більше, чим більше розмір деталей, під шліц яких розрахована викрутка.



**Паяльник** - ручний інструмент, застосовуваний при лудінні і пайку для нагріву деталей, флюсу, розплавлення припою та внесення його до місце контакту спаюється деталей. Робоча частина паяльника, звичайно звана жалом, нагрівається полум'ям (наприклад, від паяльної лампи) або електричним струмом.



## 1.2. Призначення, конструкція та класифікація трансформаторів

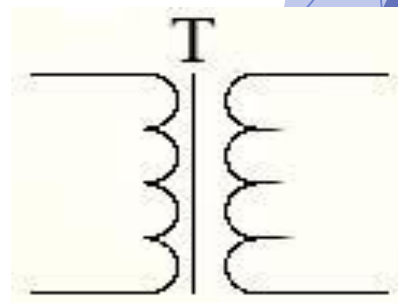
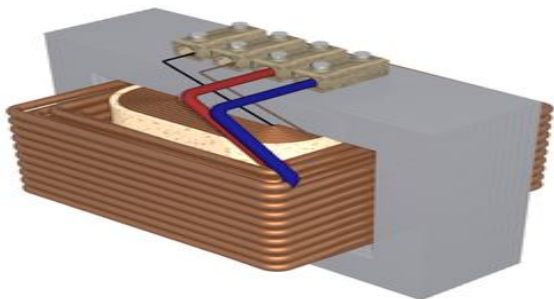
**Трансформатор** — пристрій, який служить для перетворення параметрів (амплітуд і фаз) напруг і струмів.

Трансформатор — статичний електромагнітний пристрій, що має дві або більше індуктивно зв'язані обмотки і призначений для перетворення за допомогою електромагнітної індукції однієї або кількох систем (напруг) змінного струму в одну або декілька інших систем (напруг) змінного струму без зміни частоти системи (напруги) змінного струму

Трансформатори широко застосовуються в лініях електропередач, в розподільних та побутових пристроях. При високій напрузі й малій силі струму передача електроенергії відбувається з меншими втратами. Тому, зазвичай лінії електропередач є високовольтними. Водночас побутові й промислові машини вимагають великої сили струму й малої напруги, тому перед споживанням електроенергії перетворюється в низьковольтну. Трансформатори знайшли застосування також у різних випрямних, підсилювальних, сигналізаційних та інших пристроях.

### Конструкція трансформаторів.

Найпростіший трансформатор складається з обмоток на спільному осерді. Одна з обмоток під'єднана до джерела змінного струму. Ця обмотка називається первинною. Інша обмотка, вторинна, служить джерелом струму для навантаження. Створений струмом у первинній обмотці змінний магнітний потік викликає появу е.р.с. у вторинній обмотці, оскільки обидві обмотки мають спільне осердя. Таким чином, перетворення напруги й сили струму в трансформаторі визначається кількістю витків у первинній та вторинній обмотках. Напряга пропорційна кількості витків, тоді як сила струму обернено пропорційна їй.





# Класифікація трансформаторів по конструкції

## Типи сердечників

## Зовнішній вигляд сердечників

### Броньовий трансформатор

Броньовий тип сердечника буквенне позначення БТ, виготовляється навивкою стрічки на оправку



### Стержневий трансформатор

Силовий трансформатор - стаціонарний прилад з двома або більше обмотками, який за допомогою електромагнітної індукції перетворює систему змінної напруги і струму в іншу систему змінної напруги і струму, як правило, різних значень при тій же частоті з метою безпечної електроенергії без зміни її переданої потужності.

Також силовим трансформатором називають трансформатор, що входить до складу вторинних джерел електроживлення різних пристроїв та апаратури, що забезпечує їх живлення від електромережі, незалежно від його потужності.

Стержневий тип сердечника, буквинне позначення СТ



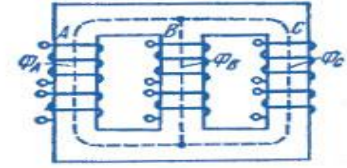
### Тороїдальний трансформатор

Тороїдальний трансформатор має ідеальний дизайн, на відміну від трансформаторів іншої конструкції. Фактично, перший трансформатор, розроблений Фарадеєм являв собою трансформатор на тороїдальному ядрі. Тороїдальні осердя зроблені з магнітної рулонної трансформаторної сталі з дуже низькими рівнями втрат і високої індукцією насичення. Це досягається шляхом нагрівання тороїдального каркаса до високої температури, а потім його охолодження за спеціальною. Тороїдальний тип сердечника, буквенне позначення ТТ

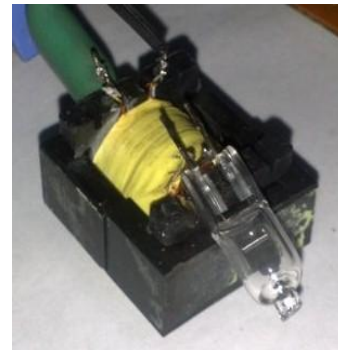
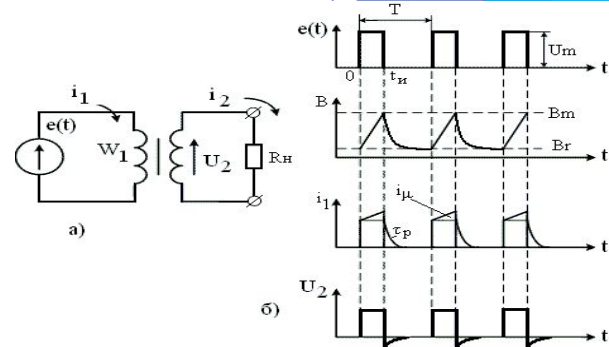


# Класифікація трансформаторів по призначенню

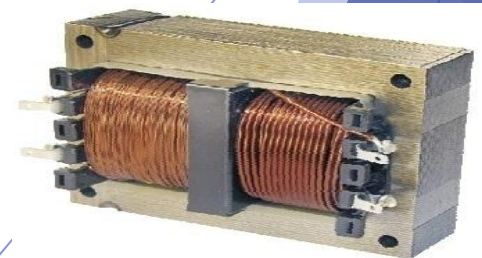
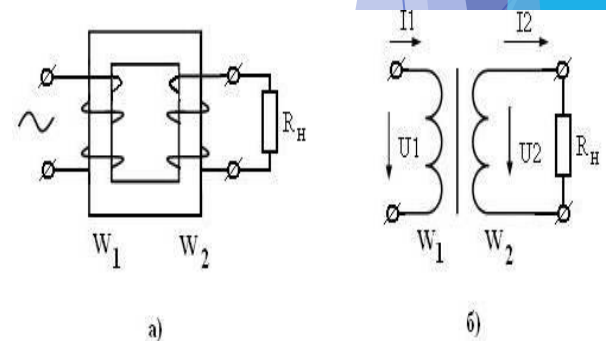
**1. Силловий трансформатор** — стаціонарний прилад з двома або більше обмотками, який за допомогою електромагнітної індукції перетворює систему змінної напруги та струму в іншу систему змінної напруги та струму, як правило, різних значень при тій же частоті з метою передачі електроенергії без зміни її потужності при передаванні.



**2. Імпульсний трансформатор** — трансформатор з феромагнітним осердям, служить для перетворення імпульсів електричного струму або напруги з тривалістю імпульсу до десятків мікросекунд з мінімальним спотворенням форми імпульсу. Імпульсні трансформатори в радіолокації, імпульсному радіозв'язку, автоматичі і обчислювальній техніці служать для узгодження джерела імпульсів з навантаженням, зміни полярності імпульсів, розділення електричних кіл по постійному і змінному струму, додавання сигналів, запалювання імпульсних ламп тощо.

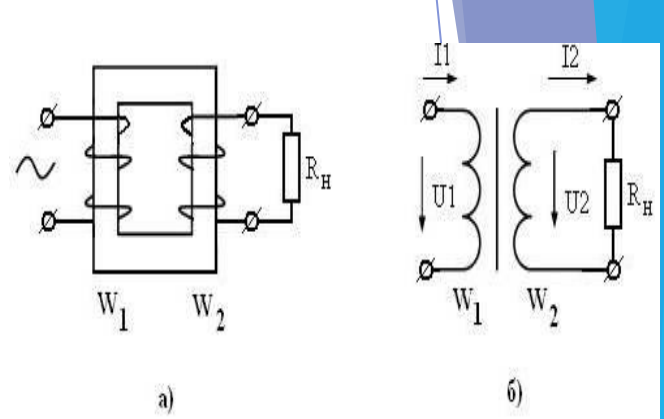
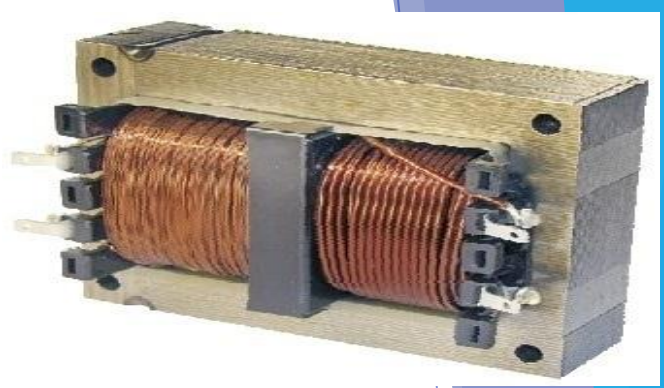


**3. Вихідний трансформатор** — є згладжуючим елементом між анодним ланцюгом електронної лампи кінцевого каскаду підсилювача низької частоти і навантаженням. З його допомогою змінному струму звукової частоти передається в анодному ланцюзі навантаженні. Навантаженням підсилювача низької частоти радіоприймача, телевізора, програвача, магнітофона служить гучномовець або акустика з декількох гучномовців.



#### 4. Вхідний трансформатор —

призначений для узгодження вхідного опору підсилювача з внутрішнім опором джерела сигналів. Недоліком їх є чутливість до зовнішніх магнітних полів, створюваних розташованими поблизу силовими трансформаторами, електромагнітними стабілізаторами напруги. Зовнішні магнітні поля можуть наводити у вхідних трансформаторах значне напруження перешкод, в результаті чого на виході, наприклад радіоприймачів або підсилювачів, з'являється фон змінного струму.



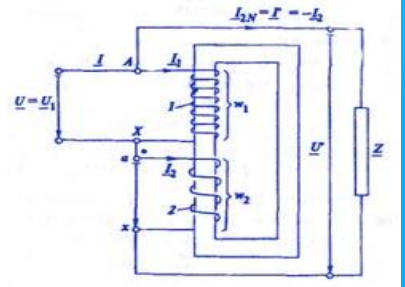
#### 5. Міжкаскадний трансформатор —

призначений для узгодження каскадів на високочастотних транзисторах і застосовуються в одно і двотактних каскадах низької частоти. Максимальна амплітуда змінної вхідної напруги може дорівнювати 1 В для вхідних, 5 В для міжкаскадних і 300 В для вихідних трансформаторів. Випробувальна напруга постійного струму на обмотках трансформаторів по відношенню до магнітопроводу в діапазоні частот 300-10 000 Гц не повинно перевищувати 70 Гц.

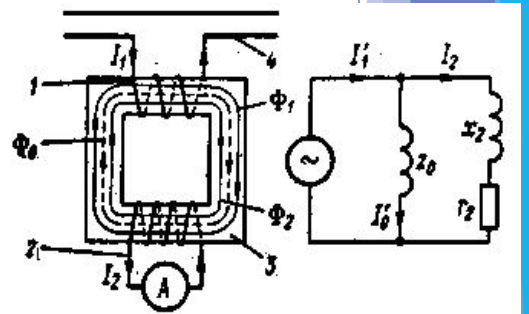




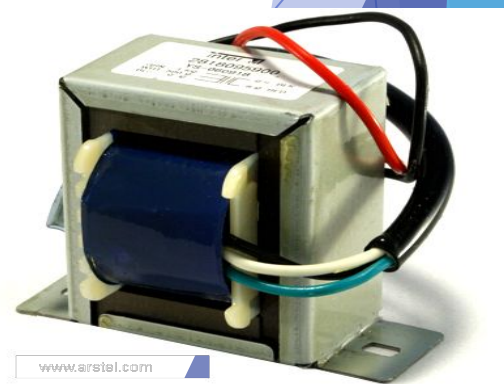
**6. Автотрансформатор** - це трансформатора, в якому первинна та вторинна обмотки сполучені безпосередньо, і мають за рахунок цього не тільки електромагнітний зв'язок, але й електричну енергію. Обмотка автотрансформатора має кілька висновків, підключаючись до яких, можна отримувати різні напруги. Перевагою автотрансформатора є більш високий ККД, оскільки лише частина потужності піддається перетворенню - це особливо істотно, коли вхідна і вихідна напруги відрізняються.



**7. Трансформатор струму** - трансформатор, первинна обмотка якого живиться від джерела струму. Типове застосування - для зниження струму первинної обмотки до зручної величини, використовуваної в ланцюгах вимірювання, захисту, кирування та сигналізації, крім того, трансформатор струму здійснює гальванічну розв'язку (на відміну від шунтових схем вимірювання струму). Первинна обмотка трансформатора струму включається послідовно в ланцюг з навантаженням, змінний струм який необхідно контролювати, а у вторинну обмотку включаються вимірювальні прилади або виконавчі та індикаторні пристрої, наприклад, реле.



**8. Узгоджувальний трансформатор** - трансформатор, застосовується для узгодження опору різних частин (каскадів) електронних схем при мінімальному спотворенні форми сигналу. Одночасно узгоджувальний трансформатор забезпечує створення гальванічної розв'язки між ділянками схем.





# Матеріали для виготовлення трансформаторів

## Вимоги до матеріалів

## Конструктивні особливості

### Сердечник

Сердечник служить для ефективної передачі енергії з первинної обмотки у вторинну через магнітне поле, яке практично повністю концентрується усередині сердечника. Без сердечника велика частина магнітного поля первинної обмотки даремно розсіялася б у просторі, не прийнявши участі в індукції струму у вторинній обмотці. Виготовляється із електротехнічної сталі.



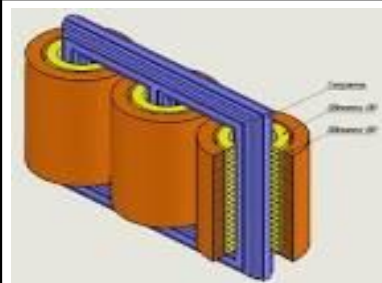
### Магнітопровід

Магнітопровід являє собою магнітний ланцюг трансформатора, по якій замикається основний магнітний потік. Одночасно магнітопровід служить основою для встановлення та кріплення обмоток, відводів, перемикачів та інших деталей активної частини трансформатора. Виготовляють із пластин електротехнічної сталі.



### Обмотки

основним елементом обмотки є виток - електричний провідник, або ряд паралельно з'єднаних таких провідників (багатодротяна жила), одноразово охоплюють частину магнітної системи трансформатора, електричний струм якого спільно з струмами інших таких провідників та інших частин трансформатора створює магнітне поле трансформатора і в якому під дією цього магнітного поля наводиться електрорушійна сила. Виготовляється із міді високої електропровідності.



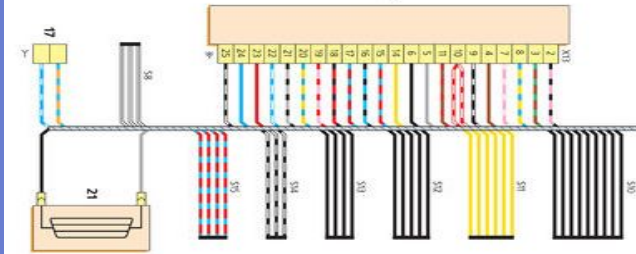
**Ізоляційний папір** використовується в трансформаторі для того, щоб ізолювати від зовнішнього середовища і попадання бруду та вологи.



# 1.3. Технологічний процес монтажу трансформаторів

## Методи монтажу та кріплення трансформаторів

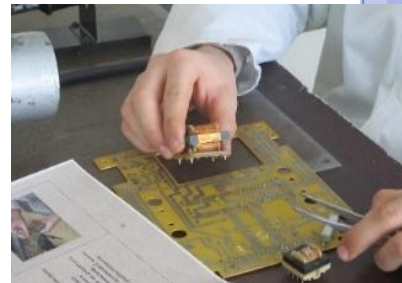
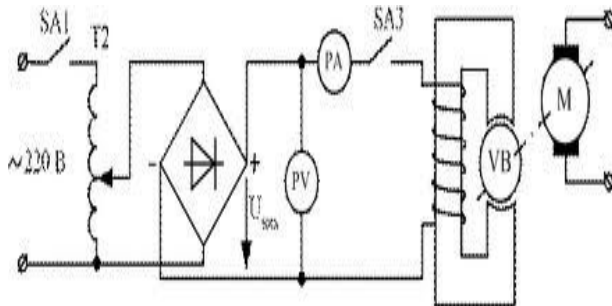
Розпайка проводів на контакти в трансформаторах виконується з допомогою схеми з'єднань



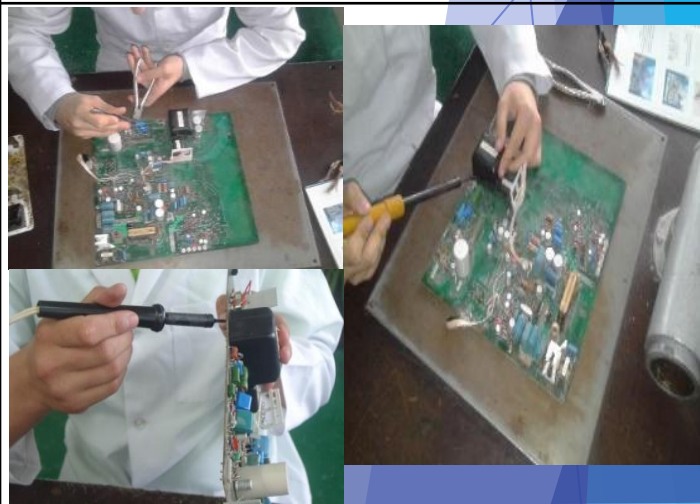
## Види робіт



Установка трансформатора на друковану плату. Роботу виконуємо згідно схеми електричної принципової.



Пайку виконуємо припоєм ПОС-40%, температура жала паяльника 250 °С, час пайки до 5 сек.



Трансформатор з допомогою різьбового з'єднання кріпимо до шасі виробу, звертаючи увагу на те, щоб не було перекосу. Трансформатор повинен щільно прилягав до друкованої плати.



Механічне кріплення проводів до контактів трансформатора: кількість обертів 0.5; 1; 1.5.

Відстань від паяного контакту до ізоляції 2 мм

Дозволяється потемніння ізоляції до 1 мм

Час пайки 1 – 3 сек.

Температура жала паяльника 180-220 °С



Після монтажу з допомогою тестера перевіряємо цілісність монтажного з'єднання та правильність розпайки проводів на контакти згідно схеми з'єднань.





Установка трансформатора виконується згідно нумерації виводів. Звертаємо увагу на те, щоб при установці трансформатора не було перекосу і його корпус щільно прилягав до друкованої плати. Не допускається механічне кріплення виводів



Після монтажу необхідно промити місця пайки за допомогою пензлика змоченого спирто – бензиною сумішшю



Виготовлена друкована плата з установкою трансформатора





## 1.4. Правила техніки безпеки при виконанні монтажних робіт

1. Одягніть і приведіть в порядок спецодяг, головний убір (застебніть всі гудзики, заховайте волосся під берет або косинку, зав'язану без звисаючих кінців,
2. Одержавши інструмент, переконайтеся:
  - а) у надійності кріплення всіх різьбових з'єднань;
  - б) у легкості й плавності руху всіх ходових частин;
  - в) в правильності напрямку обертання різального інструменту;
  - г) у справності струмоведучого шлангового кабелю і захисного заземлення;
  - д) у надійності роботи вимикача.
3. Не виконуйте робіт, що не входять до прямих обов'язків без дозволу майстра.
4. Вивчіть правила надання першої допомоги і практичного застосування штучного дихання при ураженні електричним струмом.

Під час роботи.

1. Стежте за тим, щоб на оброблюваному матеріалі не було цвяхів та інших металевих предметів.
2. Не допускайте потрапляння на електроінструмент волог», бруду, стружок та інших сторонніх предметів.
3. Стежте за справністю захисного заземлення інструмента.
4. Вмикайте електроінструмент тільки після установки оброблюваної деталі на верстаку або іншому робочому місці, подавайте (натискуйте) його так, щоб не було різкого руху або поштовху.
5. Не працюйте під час вібрації електроінструмента.
6. Обробляйте деталі тільки в спеціальних пакетах (шаблонах) або надійно закріплених.
7. Якщо необхідно відійти від робочого місця, обов'язково вимкніть електроінструмент з мережі.
8. Кладіть інструмент у безпечному положенні.

9. Під час роботи переносним електроінструментом стежте за кабелем живлення (не допускайте його скручування, завалу та інших механічних впливів).

10. Не виконуйте часткового розбирання і регулювання різальної частини інструмента, не вимкнувши електроінструмент з мережі живлення.

11. Не переходьте з однієї ділянки роботи на іншу з не вимкненим інструментом.

Після закінчення роботи.

1. Вимкніть електроінструмент з мережі, роз'єднайте заземлення і почистіть його від пилу і бруду. Очищайте щіткою.

2. Здайте інструмент майстрові.

3. Приведіть себе в порядок.

Дії аварійних ситуаціях.

1. Про загрозу виникнення аварійної ситуації негайно повідомте учителя.

2. При пошкодженні електропроводки негайно припиніть роботу і відключіть електроінструмент (мережу). У випадку загорання електропроводки приступіть до гасіння пожежі вуглекислими або порошковими вогнегасниками. При необхідності зателефонуйте до пожежної охорони (тел. 101).

3. У разі ураження працівника електричним струмом:

- терміново звільніть потерпілого від дії електричного струму (виключення на електрощиті або іншим способом);
- викличте швидку медичну допомогу (тел. 103);
- надайте першу медичну допомогу потерпілому.

## Висновок

Працюючи над темою: «Монтаж трансформаторів» я дізнався багато цікавої інформації. Мені стало відомо, що їх використовують в усіх галузях народного господарства. Без трансформаторів не можливо живлення усіх пристроїв радіоапаратури і не тільки. З винаходом трансформатора виник технічний інтерес до змінного струму. Трансформатори широко застосовуються при передачі електричної енергії на великі відстані, розподілі її між приймачами, а також в різних випрямних, підсилювальних пристроях і сигналізаціях. Важливе значення для роботи трансформаторів мають їх виготовлення та монтаж. Тому монтажник радіоапаратури повинен мати високу кваліфікацію та дотримуватися виконання технологічного процесу при монтажі трансформаторів. Необхідно враховувати, що трансформатори створюють магнітне поле і тому бажано розташовувати напівпровідникові радіоелементи на відстані від самих трансформаторів. Також необхідно приділяти увагу контролю та самоконтролю виконаної роботи.

