

5.2. Hegesztőtranszformátorok

A hegesztőtranszformátorok nem önálló egységek, hanem mindig valamilyen készülék vagy berendezés alkotórészei. Ezért tárgyalásukhoz a készülék működés módjának ismertetése is szükséges.

Hegesztési teljesítményük legtöbb esetben jóval meghaladja a kis-transzformátorok teljesítményhatárait, méreteiket tekintve legtöbbjük ebbe a tartományba sorolható.

A fémhegesztés két fémrész oldhatatlan kötése, amit hő, nyomás vagy mindkettő alkalmazásával állítunk elő. Eszerint a hegesztési eljárások két csoportját különböztetjük meg: sajtoló és ömlesztő hegesztéseket. E két csoport (DIN 1910 német szabvány alapján):

Sajtolóhegesztések

- Hidegsajtolásos hegesztés
- Ultrahang-hegesztés
- Tűzi (kovács-) hegesztés
- Alutermikus sajtolóhegesztés
- Gáz-sajtolóhegesztés
- Ellenálláshegesztés
- Sajtoló ívhegesztés

Ömlesztőhegesztések

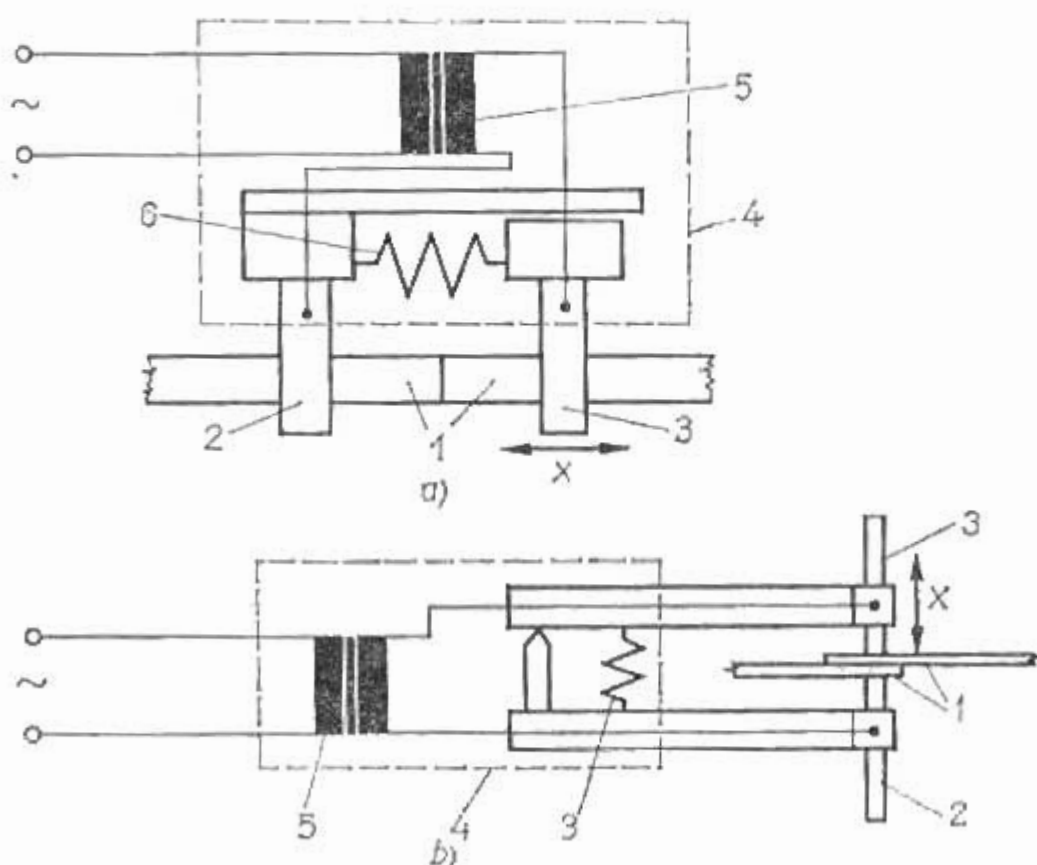
- Alutermikus ömlesztőhegesztés
- Gázhegesztés
- Ellenállásos ömlesztőhegesztés
- Ívhegesztés
- Plazmahegesztés
- Elektronsugaras hegesztés.

A transzformátor szempontjából a sajtolóeljárások közül az ellenálláshegesztést és a sajtoló ívhegesztést, az ömlesztőhegesztések közül pedig az ellenállásos ömlesztőhegesztést és az ívhegesztést azonosnak tekinthetjük. Így tárgyalásunk két alaptípus, az ellenálláshegesztés és az ívhegesztés transzformátoraira szorítkozhat. Ezek egyébként a gázhegesztésen kívül a leggyakoribb hegesztési eljárások.

Ellenálláshegesztő transzformátorok

Az ellenálláshegesztő gépek az összekötésre szánt munkadarabok érintkező felületeinek átmeneti ellenállásán nagy áramokkal tetemes hőt hoznak létre, majd az így felizzított fémrészeket nagy nyomással összesajtolják. Az áramerősség 1...100 kA, a nyomóerő 50...100 000 kp nagyságrendű.

A munkadarabok alakja szerint kétféle ellenálláshegesztést különböztetünk meg. Rudak, szalagok, huzalok homlokfelületét tompahegesztéssel köthetjük össze. A készülék elvi működését az 5.12a ábrán láthatjuk. Az 1 munkadarabokat a 2 álló és 3 mozgó elektródba fogjuk be, amelyeken keresztül az 5 transzformátor árama a hegesztési helyhez folyik.



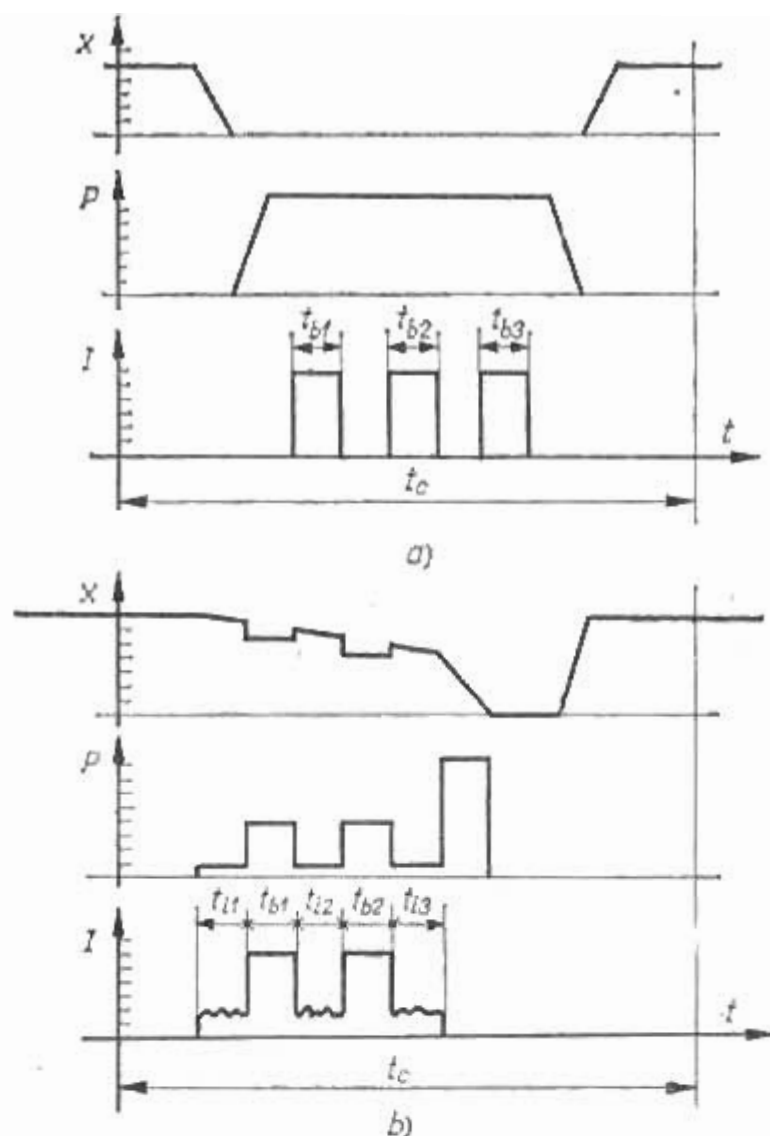
5.12. ábra. Ellenálláshegesztő gépek felépítési vázlatai

a) tompahegesztő gép; b) ponthegesztő fogó

1 munkadarabok; 2 álló elektród; 3 mozgó elektród; 4 tartószerkezet; 5 transzformátor; 6 szorítóerő

A szükséges sajtolóerőt a 6 szorítóerő biztosítja. A mozgó elektróddal együtt az egyik munkadarab is mozog.

A hegesztés művelete egy t_c ciklusidő folyamán az 5.13a ábrán példaképpen felrajzolt jelleggörbék szerinti. Az áram és a szorítóerő kapcsolási gyakorisága és nagysága készülékenként változik. Külön kell azonban



5.13. ábra. Ellenálláshegesztő gépek elektródtávolsága (x), az összeszorító erő (P) és a hegesztőáram (I) az idő függvényében

a) tompahegesztés esetén; b) ponthegesztés esetén; t_c ciklusidő; t_b bekapcsolási idő; t_i ividő

választani a zömítő és az ömlesztő (leolvasztó) tompahegesztést. Előbbinél a ciklusidő folyamán a munkadarabok állandóan egymáshoz vannak szorítva, t_i ividő nincs. Utóbbinál az áramkör állandóan bekapcsolva marad, míg a munkadarabokat ismételtlen összeérintve és széthúzva a t_i ividő alatt kialakuló ív a felületek felmelegedését gyorsítja. A tompahegesztés ciklusának végén alkalmazott nagy nyomóerő leolvasztó eljárás esetén egyúttal a keletkező salakot is kiszorítja a hegesztési helyről.

Az ellenálláshegesztés lemezek, szalagok, huzalok átlapolt összeerősítésére használt másik formája a ponthegesztés. Elvi működési vázlat

az 5.12b ábrán szerepel. Elrendezésbeli különbsége a tompahegesztéssel szemben, hogy itt csak a 3 elektród mozog, az összeillesztett munkadarabok nem. Működésére az 5.13b ábrán példaképpen rajzolt diagramok jellemzők. Legtöbbször csak egy t_b bekapcsolási szakasz van.

A ponthegesztés speciális fajtái a *vonalhegesztés* (varrathegesztés), ahol az elektródok tárcsa alakúak, és a munkadarabon legördülnek, továbbá a *dudorhegesztés*, ahol a munkadarabok (lemezek) kiképzésével (pontszerű kinyomásával) jelöljük ki az érintkezés, azaz hegedés helyét. Vannak egyidőben több pontszerű varratot adó, ún. többpont-hegesztőgépek is.

Az ellenálláshegesztő gépek transzformátorai leginkább szekunder tekercsükben különböznek a normál teljesítménytranszformátoroktól. Az egy- vagy néhány menetes szekunder kör anyaga rézsin, rézszalag-köteg vagy öntött réztömb. A nagy igénybevételek miatt a szekunder tekercset sokszor vízűtéssel látják el. Az üzemmód szakaszos jellegében tér el az egyéb transzformátorok üzemétől. Ez határozza meg a teljesítményviszonyokat is.

A hegesztőüzem teljes műveleti időtartama a t_c ciklusidő, amelyben a terhelés és a kikapcsolt állapot egymást szakaszosan követi. Ponthegesztés esetén ennek csak egyféle összetevője van (t_b), tompahegesztésnél viszont a t_i ívídőt is magában foglalja. Erre az általánosabb esetre a ciklusidő egy része a t_{b0} bekapcsolási összidő:

$$t_{b0} = \sum_n t_{bn} + t_{in}.$$

Ennek a ciklusidőhöz viszonyított százalékos értéke a *viszonylagos bekapcsolási idő*:

$$bi = \frac{t_b}{t_c} 100\%.$$

Szokásos értékek: $bi = 5...80\%$.

Egy ciklusidőn belül tehát t_b ideig melegszik, $t_c - t_b$ ideig hűl a transzformátor. Az egymást követő ciklusidők folyamán állandósult hőmérsékletek a szigetelés hőállósági osztálya által az F1.9. táblázat szerint korlátozva vannak. Ha a 100% bekapcsolási időtartam mellett meghatározzuk azt az I_{all} állandó áramot, amely a megengedett melegedést idézi elő, ebből a bi időhöz tartozó névleges hegesztőáram az

$$I_n = I_{\text{all}} \sqrt{\frac{100}{bi}} \quad (5.10)$$

képlettel számítható át. Ugyanígy teljesítményekre:

$$P_n = P_{\text{all}} \frac{100}{bi}, \quad (5.11)$$

Az I_{all} állandó áramot a $Z_{\bar{0}}$ szekunder köri impedanciából és az U_{20} szekunder üresjárású feszültségből számíthatjuk, ahol $Z_{\bar{0}}$ magában foglalja a tekercs, a hozzávezetések impedanciáját és a hegesztési hely átmeneti ellenállását. Nagyságrendje $10^{-3} \dots 10^{-5} \Omega$, de számítása rendszerint igen pontatlan, ezért ajánlatos az I_{all} áramot kísérlettel meghatározni.

Ha bi értéke nincs megadva, az I_n névleges hegesztőáram az 50% viszonylagos bekapcsolási időre vonatkozik. (Pl. a VDE 0545-ben ez a szabványos I_n .)

Ellenálláshegesztő transzformátorok szekunder feszültsége kicsi, néhány V nagyságrendű, míg százalékos rövidzárási feszültsége $100e_x = 70 \dots 95\%$, ami igen nagy érték. Ezért a rövidzárási teljesítményt a

$$P_z = I_z U_{20}$$

összefüggésből számíthatjuk. A maximális hegesztési teljesítményt a német szabványok ennek alapján

$$P_{\text{max}} = 0,8P_z$$

értékben adják meg.

A hegesztőüzemi áram nem sokkal kisebb a rövidzárási áramnál. A rövidzárási-jellegű üzemiállapot miatt a vasvesztések elhanyagolhatók.

Az 5.14. ábrán egy jó és egy gyenge minőségű ponthegesztés jellemzőit tüntettük fel a lemezzvastagság függvényében.

5.3. példa

Számítsuk ki egy ponthegesztőgép adott transzformátorának hegesztőáramát és megengedhető viszonylagos bekapcsolási idejét. A transzformátor felépítése a 2.3b ábra szerinti.

A vasmag adatai: vaskeresztmetszet $F_v = 33,8 \text{ cm}^2$, M-6X jeű irányított szemcséjű vágott szalagmag. Névleges indukció $B_n = 1,9 \text{ Vs/m}^2$.

A szekunder áramkör adatai: a kétmenetű szekunder tekercshez csatlakozó hegesztőgép alkatrészei (elektród, kar, csatlakozások stb.) $q_2 = 200 \text{ mm}^2$ keresztmetszetű, $l_2 = 0,6 \text{ m}$ hosszú rézvezetőnek tekinthetők, a szigetelés hőállósági osztálya E. A szórásreaktancia $2 \cdot 10^{-3} \Omega$. Fajlagos ellenállás $\rho_{110} = 0,024 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$. A hegesztési hely ellenállása $1,3 \cdot 10^{-3} \Omega$.

A szekunder ellenállás:

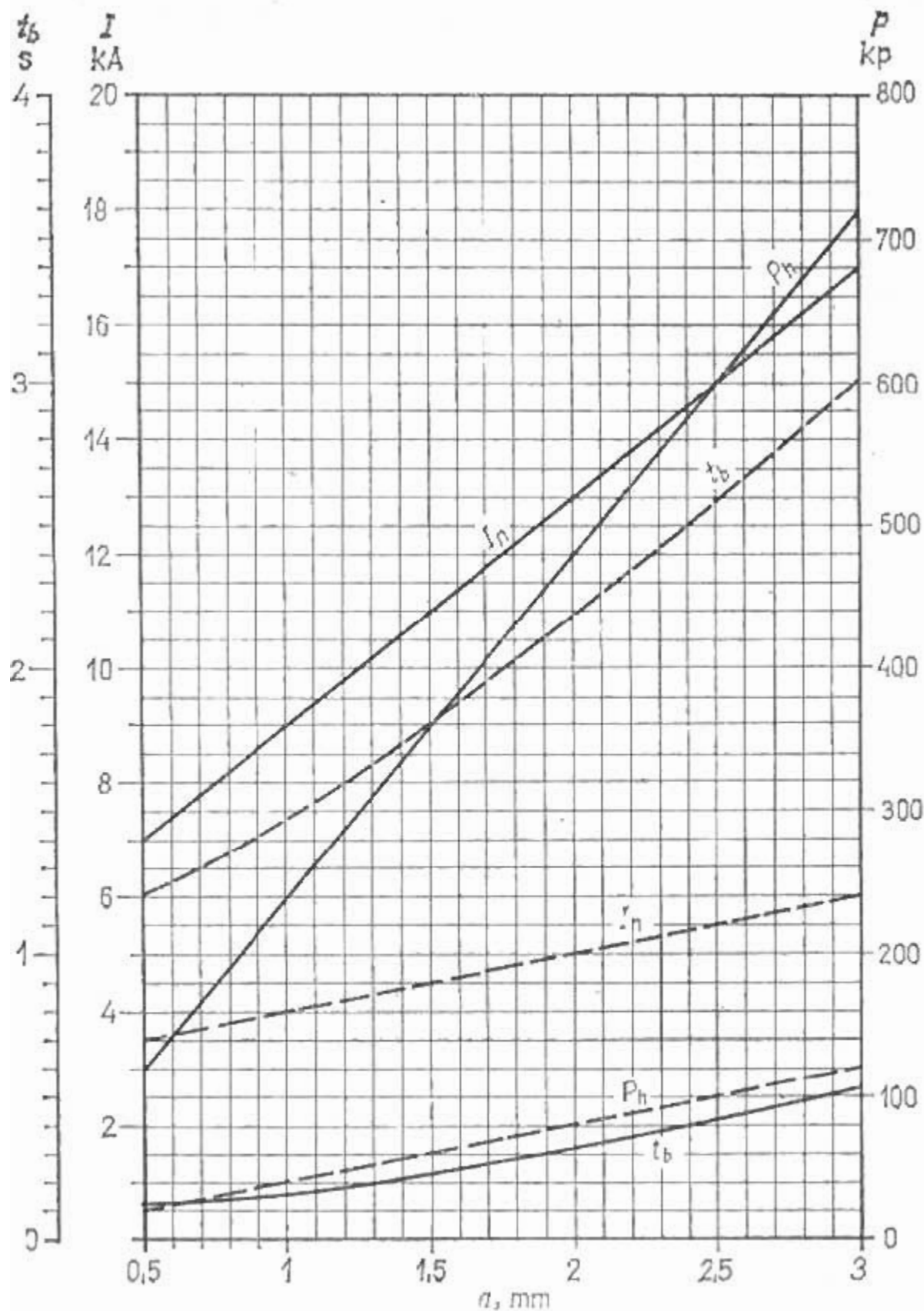
$$R_2 = 0,024 \frac{0,6}{200} = 7,2 \cdot 10^{-5} \Omega,$$

az összegezett szekunder impedancia pedig

$$Z_{\bar{0}} = \sqrt{(7,2 + 130)^2 + 200^2} \cdot 10^{-5} = 2,42 \cdot 10^{-2} \Omega,$$

A szekunder tekercsben indukált feszültség:

$$U_2 = 220 \cdot 10^{-4} \cdot 33,8 \cdot 1,9 \cdot 2 = 2,85 \text{ V}.$$



5.14. ábra. Hegesztőáram, hegesztési idő és a szükséges nyomóerő a lemezvastagság függvényében ponthegesztésnél
 — jó minőségű, --- rossz minőségű varrat

Ezzel a hegesztőáram:

$$I_2 = \frac{2,85}{2,42} \cdot 10^3 = 1180 \text{ A,}$$

és a szekunder kör teljesítménye

$$P_2 = 1180 \cdot 2,85 = 3360 \text{ VA.}$$

Méréssel megállapítjuk, hogy a megengedett melegedési határt $P_{\text{all}} = 1600 \text{ VA}$ -nél érjük el. Ebből a viszonylagos bekapcsolási idő az (5.11) képlettel:

$$b_i = \frac{1600}{3360} 100 = 22,7\%.$$

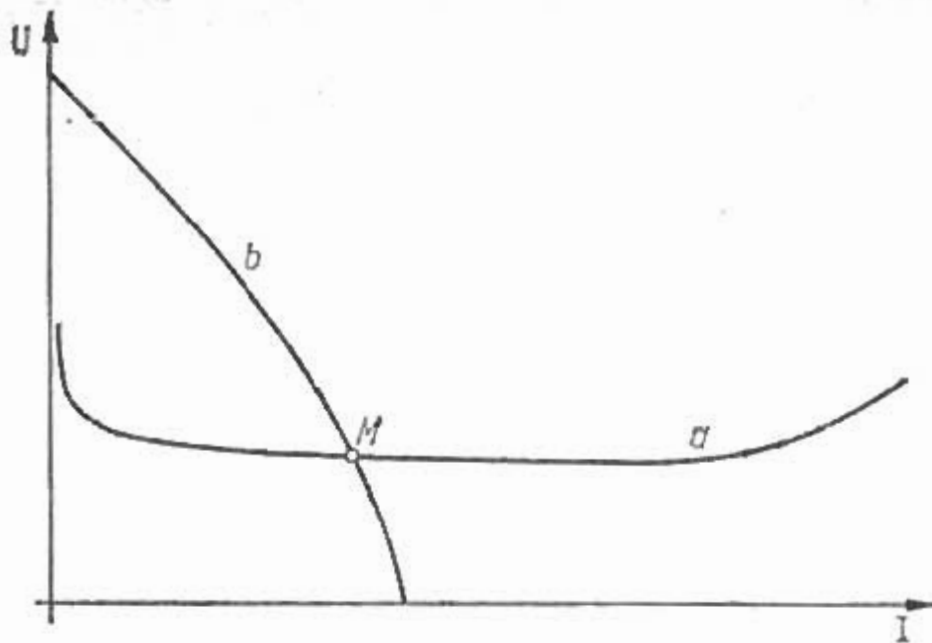
A megengedhető bekapcsolási időt ennek alapján 20%-nak választjuk.

Ívhegesztő transzformátorok

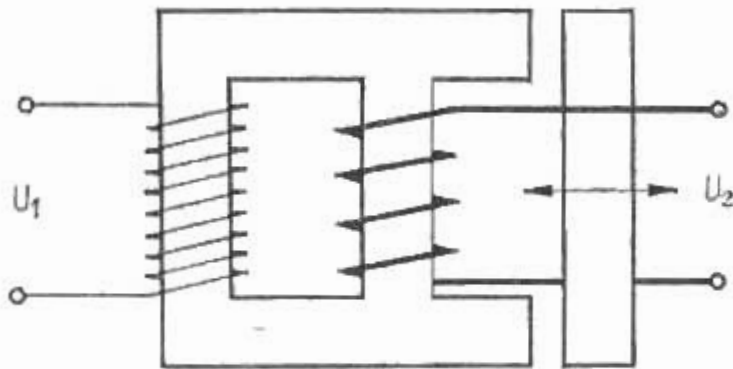
Az ömlesztőhegesztések egyik leggyakoribb fajtája az ívhegesztés. Az ellenálláshegesztéssel ellentétben itt nyomásra nincs szükség, a hőenergiát a bekapcsolt hegesztőtranszformátor szekunder körében levő elektródok összeérintése, majd széthúzása által keltett *villamos ív* adja, és a munkadarab anyagával azonos *adalékanyag* (hegesztőpálca) biztosítja a kötést. A munkadarabok ellenálláshegesztésnél csak izzásig, itt olvadásig hevülnek fel.

Az ívhegesztő transzformátorok teljesítménye 1...100 kVA nagyságrendű, így nem tartoznak egyértelműen a kistranszformátorok témakörébe. Ezért részletesen nem foglalkozunk velük. Elvi tárgyalásuk azonban részint az ellenálláshegesztő transzformátorok üzemmódjának hasonlósága, részint a jóval kisebb teljesítményű, de azonos jellegű, gázkisüléses világítótesteket (higanygőzlámpa, neoncső, kvarclámpa stb.) tápláló transzformátorok szempontjából szükséges.

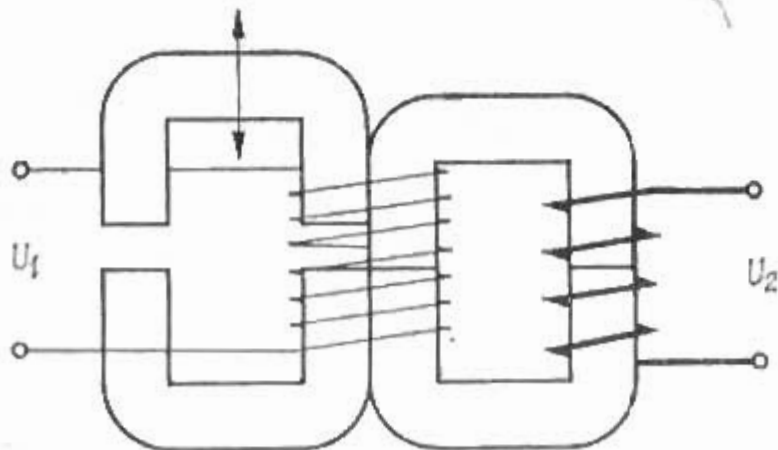
Az ív gyújtásához legmegfelelőbb feszültség 60...70 V, ezért az ívhegesztő transzformátor üresjárású feszültsége 60...80 V értékű. Az ív kifejlődése, azaz áramának növekedése során — azonos ívhossz feltételezésével — feszültsége, az *ívfeszültség* az 5.15 ábra *a* görbéje szerint változik. Egyenletes hegesztési minőséghez (egyenletes világításhoz is) az ív áramának állandónak kell lenni, az állandó feszültséget szolgáltató áramforrás tehát nem felel meg. A követelményt kielégítő áramforrás jelleggörbéje az 5.15. ábrán látható. Ez esetben az íváram (lámpaáram) megnövekedése a tápfeszültség csökkenésével, csökkenése pedig feszültségnövekedéssel ellensúlyozódik. Ilyen jelleggörbéjű áramforrás a nagy feszültségű transzformátor. Ugyancsak az ív jelleggörbéjéből láthatjuk, hogy a munkadarab, ill. hegesztőpálca által megkövetelt hegesztőáramhoz 20...30 V feszültség szükséges, ami 65...75%-os feszültség-



5.15. ábra. Állandó ívhosszúságú ív (a) és az ívhegesztő transzformátor (b) feszültség—áramerősség-jelleggörbéje



a)



b)

5.16. ábra. Ívhegesztő transzformátorok és gázkisüléses világítótésték transzformátorainak kialakítása mágneses sönttel

a) lemezelt; b) tekercselt vasmag

esést, vagyis közel rövidzárást jelent. A százalékos rövidzárási feszültség szokásos értéke $100\varepsilon_z = 35...80\%$. Ezért az üresjárási veszteséget elhanyagolhatjuk.

A transzformátor nagy feszültségesését — a nagy veszteségek és ezek hőhatása miatt — nem célszerű az ohmos ellenállás növelésével biztosítani. Ezért a szórési reaktanciákat kell nagyra választani. Így a teljesítménytényező $\cos \varphi = 0,3...0,5$ lesz.

A nagy reaktancia biztosítására számos megoldás ismeretes. A primer és szekunder tekercsek külön oszlopra való elhelyezése, a mágneses kör mozgatható vagy állandó légrésű kialakítása mágneses sönttel (l. 5.16. ábra) ezt a célt szolgálja. Használható a szokásos felépítésű kis reaktanciájú erőátviteli transzformátor is, megfelelő fojtótekercs beiktatásával.

Az ívhegesztő transzformátorok üzemmódja az ellenálláshegesztő transzformátorokéhoz hasonlóan szakaszos jellegű. Ezért az állandó és névleges áram értelmezése és az (5.10) összefüggés változatlanul érvényes. Ezzel szemben a gázkisüléses világítótestek transzformátorait állandó üzemre kell tervezni.