

NAGY TELJESÍTMÉNYŰ ÉS NAGYFREKVENCIÁS GENERÁTOROK ILLESZTÉSI PROBLÉMÁI*

DEDINSZKY IMRE
egyetemi adjunktus
Erdészeti és Faipari Egyetem, Sopron

A generátor által a 380 V-os hálózathoz felvett összteljesítmény a következő adatokból határozható meg:

$$U_v = 380 \text{ V}; I_v = 240 \text{ A}; \cos \varphi = 0,95$$

$$P_\delta = \sqrt{3} U_v I_v \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 240 \cdot 0,95 = 150\,000 \text{ W}$$

P_δ = a hálózathoz a Δ/λ kapcsolású transzformátor által felvett összteljesítmény (a transzformátor hatásfokát, mely $\eta = 99\%$, figyelmen kívül hagyjuk).

A generátor hatásfokát első megközelítésben 50%-nak vesszük (így könnyebb számolni). A felvett összteljesítmény fele a generátorcső belső ellenállásán, valamint a rezgőköri tekercsek ellenállásán hővé alakul. Ezt a tetemes hőmennyiséget intenzív vízhűtéssel távolítják el. Ugyancsak vízhűtéssel viszik el a rezgőkör tekercsében, valamint a munkakondenzátorral párhuzamosan kapcsolt változtatható induktivitású (L_t) tekercsekben keletkező hőt is.

(A tekercsek csőből készültek és belül desztillált víz kering.)

A generátor optimális munka-ellenállása kb. 480 ohm.

A generátor belső ellenállását nem ismerjük, ez az illesztést azonban nem zavarja.

Az 1. sz. ábra a generátor kapcsolását mutatja a legfontosabb alkatrészekkel.

- L_a nagymértékű induktivitás, az anódváltófeszültséget tartja távol az egyenirányítótól (váltóáramú ellenállása igen nagy, egyenáramú ellenállása elhanyagolható),
- C_a, C_b nagymértékű kapacitások, az egyenfeszültséget választják le a rezgőkörrel (váltóáramú ellenállása elhanyagolható),
- L_r és C_r a változtatható visszacsatolást biztosítják,
- L_r rézmaggal hangolható,
- R_r rácsellenállás, értéke 193,6 ohm

* Az 1982. február 24–25-i erdészeti és faipari tudományos ülésen elhangzott előadás.

A generátor körfrekvenciája gyárilag beállítva $f = 13,56$ MHz-re. Ennek megfelelő körfrekvencia: $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2\pi \cdot 13,56 \cdot 10^6 = 8,52 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$.

Az E—D rezgőkör önfrekvenciája tehát $f_0 = 15,6$ MHz, ez megfelel $\omega_0 = 2\pi \cdot 15,6 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1}$ -nek.

Ennek értéke: $\omega_0 = 9,80 \cdot 10^7 \text{ s}^{-1}$.

A rezgőkör C_δ munkakondenzátorának kapacitása a méretek, valamint a betét villamos adatainak (ε_{rb} , $\text{tg } \delta_{\text{bet}}$) ismeretében számítható.

$$C_\delta = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{rb} \cdot \frac{A_{m2}}{d_m}$$

$$\varepsilon_{rb} = 4$$

$$A_{m2} = 3 \cdot 0,6 = 1,8 \text{ m}^2$$

$$d_m = 36 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

ezekből az adatokból

$$C_\delta = 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 4 \cdot \frac{1,8}{36 \cdot 10^{-8}} = 1,77 \cdot 10^{-9} \text{ F}$$

Kerekítésünk: $C_\delta = 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ F}$.

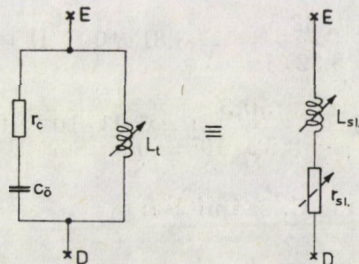
Az ω_0 ismeretében az L_t értéke számítható.

Mivel az E—D rezgőkör jósági tényezője $Q_{oED} \geq 10$, a Thomson-féle képlet használható

$$L_t = \frac{1}{C_\delta \cdot \omega_0^2} = \frac{1}{1,8 \cdot 10^{-9} \cdot (9,8 \cdot 10^7)^2}$$

$$L_t = 5,7846 \cdot 10^{-8} \text{ H.}$$

Mivel az E—D rezgőkörnél az $\frac{\omega}{\omega_0} < 1$, a generátor frekvenciáján ez a rezgőkör egy soros veszteséges tekercssel helyettesíthető. (2. ábra)
Számítsuk ki az E—D párhuzamos rezgőkör admittanciáját a generátor ω körfrekvenciáján.



2. ábra

$$\bar{Y}_{ED_p} = \frac{1}{r_c - \frac{j}{\omega C_{\delta}}} - j \frac{1}{\omega L_t} \quad 1.$$

Az 1-es egyenletet kifejtve

$$\bar{Y}_{ED_p} = \frac{r_c}{r_c^2 + \left(\frac{1}{\omega C_{\delta}}\right)^2} + j \frac{\frac{1}{\omega C_{\delta}}}{r_c^2 + \left(\frac{1}{\omega C_{\delta}}\right)^2} - j \frac{1}{\omega L_t} \quad 2.$$

$$\text{és} \quad \operatorname{tg} \delta_{ED} = \omega \cdot C_{\delta} \cdot r_c = 0,1 \quad 3.$$

A számértékeket behelyettesítve

$\bar{Y}_{ED_p}$, ebből pedig

$\bar{Z}_{ED}$, számítható.

$$\bar{Z}_{ED} = 18,77 \cdot e^{j79,48^\circ}; \text{ vagy}$$

$$\bar{Z}_{ED} = 5,35 + j \cdot 18 = r_{sI} + j\omega L_{sI}$$

Ezt az 5,35 ohm ellenállást kell egy impedancia transzformátorral a cső (generátor) optimális munkaellenállásának értékére feltranszformálni.

Az impedancia transzformátor egy „tisztá” soros induktív és egy tisztá párhuzamos kapacitív tagból áll.

Mivel a cső optimális munkaellenállását $R_{\text{opt}} = 480$ ohm-nak választottuk, az ismert összefüggések segítségével ki tudjuk számítani a soros induktív L_1 , ill. x_{L_1} és a párhuzamos C_1 tag értékét:

$$K = \omega \cdot L_{\delta} = \sqrt{r_{sI}(R_{\text{opt}} - r_{sI})} = \sqrt{5,35(480 - 5,35)}$$

$$\omega L_{\delta} = 50,5 \text{ ohm}$$

$$\omega L_1 = \omega L_{\delta} - \omega L_{sI} = 50,5 - 18 = 32,5 \text{ ohm}$$

$$L_1 = \frac{32,5}{8,52 \cdot 10^7} = 3,81 \cdot 10^{-7} \text{ H} = L_{ab}$$

$$L_{\delta} = \frac{50,5}{8,52 \cdot 10^7} = 5,93 \cdot 10^{-7} \text{ H}$$

A párhuzamos kapacitív tag C_1 számítása:

$$\frac{\omega \cdot L_{\delta}}{r_{sI}} = \omega C_1 \cdot R_{\text{opt}}$$

ebből

$$C_1 = \frac{\omega \cdot L_{\delta}}{\omega \cdot r_{sI} \cdot R_{opt}} = \frac{5,93 \cdot 10^{-7}}{5,35 \cdot 480} = 2,31 \cdot 10^{-10} \text{ F}$$

Az 1. sz. ábra A—B pontja között fekvő C_0 értéke adott.

$$C_0 = 5 \cdot 10^{-10} \text{ F}$$

$$C_0 - C_1 = 500 - 231 = 269 = 2,69 \cdot 10^{-10} \text{ F} = C_2$$

A C_2 -es kapacitású kondenzátor az L_0 jelű tekercssel alkotja a generátor alaprezgőkörét. Ennek az alaprezgőkörnek a jóssági tényezője kb. 100.

L_0 értéke számítható:

$$L_0 = \frac{1}{\omega^2 \cdot C_2} = \frac{1}{(8,52 \cdot 10^7)^2 \cdot 2,69 \cdot 10^{-10}} = 5,12 \cdot 10^{-7} \text{ H}$$

Az alaprezgőkör párhuzamos veszteségi ellenállása:

$$R_{0(AB)} = \frac{100}{\omega C_2} = \frac{100}{8,52 \cdot 10^7 \cdot 2,69 \cdot 10^{-10}} = 4400 \text{ ohm}$$

Mivel $R_{0(AB)}$ közel tízszer nagyobb mint R_{opt} , és vele párhuzamosan kapcsolódik, az $R_{opt} \approx 480 \text{ ohm}$ marad.

A 3. ábra a végleges helyzetet mutatja.

(A generátorba beépített kulcsfontosságú elemek, L_0 , C_0 , L_{ab} és L_t értékét a német fél nem árulta el.

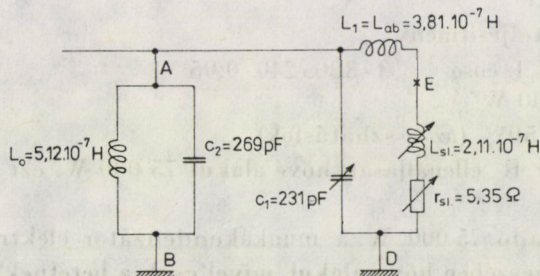
Ezen elemek valószínű értéke a következő lehet:

$$C_1 + C_2 = C_0; \quad C_1 = 160-180 \text{ pF}; \quad C_2 = 320-340 \text{ pF}$$

$$L_0 = 3-3,8 \cdot 10^{-7} \text{ H}$$

$$L_{ab} \approx 1,7-1,8 \text{ } \mu\text{H}$$

Az értékek helyességéről csak műszeres méréssel lehetne meggyőződni, erre azonban sem mód, sem alkalom nem kínálkozott.



3. ábra

Az itt felsorolt tények azonban az illesztés mikéntjét — ami a lényeg — egyáltalában nem befolyásolják.

Az illesztés ezen adatok ismerete nélkül is, a műszerek indikálásával tökéletesen végrehajtható, lásd: az „Illesztés kivitelezése” c. fejezetet.)

A 3. ábra egyenértékű az 1. sz. ábra A—B, A—D pontjai között levő ábrával.

A 3. ábra E—D pontja között levő terhelőkör jósági tényezője $Q_2 \approx \approx 9,5$; a párhuzamos terhelőellenállás

$$R_t = R_{opt} \approx 480 \text{ ohm.}$$

Ezen hővé alakul 75 kW.

Az anódváltófeszültség értéke:

$$U_{a\sim} = \sqrt{75\,000 \cdot 480} = 6000 \text{ V}$$

A C_2 és L_0 gyárilag rögzítve.

A C_1 finoman, de csak *kis mértékben változtatható*.

Az E—D pontok között levő veszteséges rezgőkör lehangolása, ill. az ebbe a körbe kerülő villamos teljesítmény értékének szabályozása, az L_{sI} , ill. az ennek megfelelő L_t tekercsek rövidrezáró tagjainak változtatásával állítható be.

A villamos teljesítmény eloszlása

Az összes felvett villamos teljesítmény a Δ/λ 11-es kapcsolású transzformátor primer tápfeszültségéből, a felvett áramból és a teljesítmény-tényezőből számítható.

U_v = a vonalfeszültség

$U_v = 380 \text{ V}$

I_v = a vonaláram

$I_v = 240 \text{ A}$

$\cos \varphi = 0,95$

az összes felvett teljesítmény:

$$P_{\delta} = \sqrt{3} \cdot U_v I_v \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 240 \cdot 0,95$$

$$P_{\delta} = 150\,000 \text{ W}$$

a hatásfok $\eta_{\delta} = 50\%$ (az összh hatásfok)

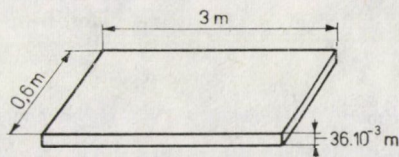
A generátor R_g ellenállásán hővé alakul 75 000 W, ezt vízhűtéssel távolítják el.

A fennmaradó 75 000 W a munkakondenzátor elektródái között levő betétben teljes egészében hővé alakul, mivel csak a betétnek tulajdonítottunk ellenállást.

Számítsuk ki a betétben felhalmozott villamos teljesítményt más úton is.
Az 1. ábra E—D pontja között levő kondenzátorra jutó feszültség:

$$U_{ED} = \frac{6000}{a} = \frac{6000}{2,8} = 2143 \text{ V};$$

adjuk meg a betét méreteit (4. ábra).



4. ábra

Most már a betétben a térerősség számítható:

$$E_{\text{betét}} = \frac{U_{ED}}{d_{\text{betét}}} = \frac{2143}{36 \cdot 10^{-3}}$$

$$E_{\text{betét}} = 5,95 \cdot 10^4 \text{ V/m}$$

A betét térfogategységében felhalmozott villamos teljesítmény számítható:

$$P_{\text{betét}} \text{ W/m}^3 = (E_{\text{betét}})^2 \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{r\text{betét}} \cdot \omega \cdot \text{tg } \delta_{\text{betét}}$$

$$P_{\text{betét}} \text{ W/m}^3 = (5,95 \cdot 10^4)^2 \cdot 8,856 \cdot 10^{-12} \cdot 4,852 \cdot 10^7 \cdot 0,1$$

$$P_{\text{betét}} \text{ W/m}^3 = 1,0693 \cdot 10^6 \text{ W/m}^3$$

dielektromos

A betét térfogata:

$$V_{\text{betét}}^{\text{m}^3} = 3 \cdot 0,6 \cdot 36 \cdot 10^{-3} = 6,48 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3$$

A betétben hővé alakuló dielektromos teljesítmény:

$$P_{\text{betét}}^{\text{W}} = V_{\text{betét}}^{\text{m}^3} \cdot P_{\text{betét}}^{\text{W/m}^3} = 6,48 \cdot 10^{-2} \cdot 1,0693 \cdot 10^6$$

dielektr.

$$P_{\text{betét}}^{\text{W}} = 69290 \text{ W}$$

dielektr.

A négy darab műgyantaréteg összvastagsága kb. 0,3 mm

A műgyantarétegre jutó térerősség ha

$$\varepsilon_{r\text{műgyanta}} = 28,8; \text{ tg } \delta_{\text{mű}} = 0,681;$$

$$\frac{E_{\text{betét}}}{E_{\text{mű}}} = \frac{\varepsilon_{\text{mű}}}{\varepsilon_{\text{fa}}} \quad \text{ebből}$$

$$E_{\text{mű}}^{V/m} = E_{\text{betét}} \cdot \frac{\varepsilon_{\text{fa}}}{\varepsilon_{\text{mű}}} = 5,95 \cdot 10^4 \cdot \frac{4}{28,8}$$

$$E_{\text{mű}}^{V/m} = 8,26 \cdot 10^3; V/m$$

A négy darab műgyantaréteg térfogategységében hővé alakuló dielektromos teljesítmény:

$$p_{\text{mű}}^{W/m^3} = (E_{\text{mű}})^2 \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_{\text{mű}} \cdot \omega \cdot \text{tg } \delta_{\text{mű}}$$

$$p_{\text{mű}}^{W/m^3} = 8,26 \cdot 10^3 \cdot 8,856 \cdot 10^{-12} \cdot 28,8 \cdot 8,52 \cdot 10^7 \cdot 0,681 = 1,01 \cdot 10^6 W/m^3$$

A műgyantaréteg hővé alakuló dielektromos teljesítmény:

$$P_{\text{mű}}^W = V_{\text{mű}}^3 \cdot p_{\text{mű}}^{W/m^3} = 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 3,0 \cdot 0,6 \cdot 1,01 \cdot 10^6 W \text{ dielektr.}$$

$$P_{\text{mű}}^W = 545 W \text{ dielektr.}$$

A négy műgyantaréteg ellenállása, ha a fajlagos vezetőképesség

$$K_{\text{mű}} = 1,37 \cdot 10^{-3} S/cm$$

$$R_{\text{mű}}^Q = \frac{d_{\text{mű}}^{cm}}{K_{\text{mű}}^{s/cm} \cdot A_{cm^2}}$$

$$R_{\text{mű}}^Q = \frac{0,3 \cdot 10^{-1}}{1,37 \cdot 10^{-3} \cdot 1,8 \cdot 10^4} = 1,2165 \cdot 10^{-3} \Omega;$$

a négy darab műgyantarétegre jutó feszültség

$$U_{\text{mű}}^V = E_{\text{mű}}^{V/m} \cdot d_{\text{mű}}^m = 8,26 \cdot 10^3 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3};$$

$$U_{\text{mű}}^V = 2,47 V$$

A négy műgyantarétegben hővé alakuló villamos teljesítmény

$$P_I^W = \frac{U_{\text{mű}}^2}{R_{\text{mű}}} = \frac{2,47^2}{1,2165} \cdot 10^3 = 5048 W \dots D$$

A műgyantarétegben hővé alakuló összes villamos teljesítmény

$$P_{\text{mű}_0}^W = P_{\text{mű}}^W + P_I^W = 545 + 5048 = 5593 W \text{ dielektr.}$$

A betétben hővé alakuló összes villamos teljesítmény

$$P_{\text{betét}_g} = P_{\text{betét}_{ja}} + P_{\text{mű}_g} = 69290 + 5593$$

$P_{\text{betét}_g} = 74883 \text{ W}$ Ez persze idealizált állapot, az anódkörben természetesen veszteségek is lesznek.

Persze a D jelű állítás támadható, de nagyfrekvenciás laboratóriumban két teljesítményméréssel eldönthető.

1. Megmérjük a generátor által felvett teljesítményt, betéttel, de műgyantaréteg nélkül.

2. Teljesítménymérést végzünk betéttel és műgyantaréteggel.

A két mérés különbsége a műgyantaréteg által elnyelt teljesítmény.

$$\begin{aligned} \text{A műgyantarétegben tehát a teljesítménysűrűség } p &= \frac{W}{\text{cm}^3} = \frac{5593}{540} = \\ &= 10 \frac{W}{\text{cm}^3} \end{aligned}$$

Kereken 10-szer nagyobb, mint a fabetétben. Ez az állapot csak 18—20 másodpercig tart, azután ha a műgyantaréteg megkötött, a teljesítménysűrűség ugyanolyan értéket vesz fel, mint a betétben.

Ha most a német műgyanta helyett magyar műgyantát használunk, amelynek ε_r -je fele, harmada — villamos vezetőképessége pedig *legalább* egy nagyságrenddel, villamos szilárdsága pedig ugyancsak kb. egy nagyságrenddel kisebb, mint a külföldi műgyantáé —, akkor a műgyantarétegre kétszer, háromszor akkora térerősség jut, amely a hazai műgyantaréteget átüti, ez a folyamat azután láncreakciószerűen áttérjed a többi rétegre, és a betétre is. Az eredmény égés és tűzijáték.

Ennek dacára a hazai műgyantával is elvégezhető a kötés, nyilván csökkentett feszültség, ill. áram mellett.

A betétre jutó feszültség csökkentése az L_t jelű tekercs rövidrezáró tagjainak a változtatásával lehetséges.

A rövidrezáró tagokat olyan irányban kell elmozdítani, hogy az L_t értéke csökkenjen, ezzel az áttételt növeljük, illetve a betétre és persze a műgyantarétegre jutó feszültséget csökkentjük. Az L_t -t addig kell változtatni (csökkenteni) amíg az átütések meg nem szűnnek.

Az illesztés kivitelezése

Szép az elmélet, de az üzemi szakembert mindig az érdekli, hogyan lehet az elméleti megfontolásokat üzemi körülmények között végrehajtani, illetve milyen indikátorok és hogyan jelzik azt a ténnyt, hogy az illesztés *jó irányban* halad és tévedésmentesen végrehajtható.

Négy indikátor áll rendelkezésünkre:

1. az anódárammérő,
2. a rácsárammérő,
3. egy termoelemes kézi hőmérő (ez a műgyantaréteg hőmérsékletét méri) és végül
4. az emberi fül.

Az átütéseket, ill. ezek sorozatát halljuk — történetesen külföldi műgyanta helyett hazai gyártású műgyantára térünk át —, nyilván be kell avatkozni, hogy megszűnjenek.

Amint már említettem az L_t jelű tekercs rövidrezáró tagjait elmozdítjuk, úgy, hogy az L_t értéke csökkenjen.

Ha nem tudjuk eldönteni, hogy melyik irányban mozgósítjuk el a rövidrezáró tagokat, akkor a következőképpen járunk el: még a beavatkozás előtt felírjuk az anódáram és a rácsáram értékét a sajtolás, ill. a „ragasztás” kezdetén.

Miután a betét kiszaladt, feszültségmentes állapotban egy rövidrezáró tagot elmozdítunk valamilyen irányban 3—4 mm-rel óvatosan.

Újabb betétet engedünk a hőprésbe, a munkamenet kezdetén felírjuk az anódáram és a rácsáram értékét.

Ha a rácsáram (továbbiakban I_g) növekedett és az anódáram (továbbiakban I_a) csökkent, akkor jó irányban haladunk. (Ellenkező esetben nem.)

Ezt a műveletet nem csak egy tekercsnél, hanem a három méter hosszú elektróda mentén méteres sávokban kétoldalt elhelyezett két-két, azaz 12 tekercs esetében meg kell ismételni. A műveletet nehezíti, hogy mindegyik tekercsnek két-két rövidrezáró tagja, a 12 tekercsnek összesen 24 rövidrezáró tagja van.

A rövidzárak csavarjait megoldjuk néhány mm-rel elmozdítjuk (egyenként), utána a csavarokat ismét meghúzzuk, figyelve a műszereket, hogy helyes irányban történik-e a mutatók elmozdulása.

Tekercsenként ezeket a műveleteket elvégezve fokozatosan csökkentjük a feszültséget, amíg az átütések megszűnnek. (Ha naponként egy-két átütést észlelünk, az nem veszedelmes, anyaghibára vall.)

A műveletek közben ügyelünk arra, hogy a rácsáram (I_g) értéke egy meghatározott érték fölé ne emelkedjen, és egy meghatározott érték alá ne csökkenjen.

Az I_g értéke 2,8 és 7 amper között mozoghat.

Ha I_g értéke valamilyen oknál fogva felugrik, a megengedett 7 amper fölé, akkor a rácskörbe épített túláramrelé lekapcsolja a csövet a tápfeszültségről.

Fontos, hogy az I_g értéke 2,8 A alá ne csökkenjen, 2,7—2,8 A-nál kisebb I_g esetén fennáll a lehetősége annak, hogy az oszcilláció leszakad, ami a cső pusztulását eredményezi. Ha I_g értéke közeledne a megengedett 7 amper felé, ajánlatos I_g értékét csökkenteni a visszacsatolás csökkentésével.

Az induktív kapacitív feszültségosztó induktív tagjának értékét rézmaghangolással csökkentjük. A rézmagot egy szervómotor lánchajtás segítségével mozgatja.

Ha a rézmag felső szintjét a tekercs alsó szintjéhez közelítjük (függőleges síkban), a tekercs induktivitása csökken, ezzel a rácsra jutó feszültség is, ami a rácsáram csökkenését eredményezi.

Ügyelnünk kell még arra a tényre is, hogy a visszacsatolás frekvenciafüggő.

Ha L_t értékét nagymértékben (pl. 30—50%-kal) csökkentettük, akkor a generátor frekvenciáját kb. 0,7 MHz-el emeltük (13,6 MHz-ről 14,3 MHz-re).

Ez visszahat az induktív kapacitív feszültség osztás arányára, amennyiben a kapacitív tag impedanciája csökken, az induktív tag impedanciája pedig nő. Az eredmény rácsáram-csökkenés.

Ha a rácsáram 3 amper alá csökkenne, a szervómotoros rézmaghangolással megnöveljük értékét 3—3,2 A-re.

Ha az átütések megszűntek és I_g 3 A, I_a pedig 8—10 A körül mozog, abbahagyjuk az L_t tekercs értékének csökkentését, az illesztést tulajdonképpen befejeztük.

Hátra van még egy utolsó munkafolyamat, mégpedig a műgyantaréteg hőmérsékletének a lehető legegyszerűsebb értékre való beállítása.

Ezt a célt szolgálja, ill. ezt a tényt jelzi a speciális termoelemes hőmérő.

A sajtóból kikerült betétet egy méteres sávonként három helyen, azaz összesen kilenc helyen megfúrjuk és mérjük a műgyantaréteg hőmérsékletét. Ha a középső és a két szélső méteres sáv pontjai között 6—10 °C-os hőmérsékletkülönbség van, ez már igen jó eredmény.

Ha történetesen az egyik sáv hőmérséklete túl magas (pl. 90—95 °C), akkor a hőmérsékletet csökkenteni kell.

Ismét az L_t tekercs rövidrezáró tagjaival — *de most már csak a kérdéses magasabb hőmérsékletű sáv négy darab tekercsének rövidrezáró tagjaival* — kell manipulálni.

A műveletet a következőképpen hajtjuk végre:

A kérdéses sáv L_t tekercsének (két oldalt) rövidzárjait olyan irányban mozgatjuk el, hogy L_t értéke csökkenjen. Ha nem tudjuk az irányt, akkor a műszerek — I_g — I_a -mérők — adnak útbaigazítást.

Felírjuk a műszerkitéréseket a sajtolási folyamat kezdetén. Két sajtolási periódus között, feszültségmentes állapotban a kérdéses sáv L_t tekercsének rövidzárjait finoman, 1—3 mm-rel elmozdítjuk, a csavarkötéseket ismét meghúzzuk, indítjuk a következő betétet. A sajtolási folyamat megkezdésekor ismét felírjuk az ampermérők állását. Ha I_a értéke csökkent az I_g értéke növekedett, akkor jó irányban mozgattuk a rövidzárat, ellenkező esetben nem.

A rövidzárak elmozdítása a kérdéses sáv hőmérsékletének csökkenését

eredményezi. (Kevesebb energiát nyel el ez a sáv.) Csakhogy a rövidzárok elmozdítása a generátor frekvenciájának a megváltozását (jelen esetben kis mértékű növekedését) eredményezi. Vagy másként fogalmazva, az E—D pontok között levő rezgőkör önfrekvenciáját megváltoztattuk a generátor frekvenciájához képest. Az E—D pontok között levő rezgőkört kis mértékben elhangoltuk. Ennek kompenzálására két-két szomszédos tekercs rövidzárjait egy kissé (1—2 mm) ellentétes irányban mozgatjuk el, ezzel visszaállítottuk az E—D rezgőkör önfrekvenciáját, azaz az E—D rezgőkört a generátorra hangoltuk. A hangolással és persze az illesztéssel kapcsolatban tudnunk kell, hogy az E—D rezgőkör önfrekvenciája a generátor frekvenciájához képest mindig kb. 1,8—2,5 MHz-el magasabb.

$$\text{az } \frac{\omega}{\omega_0} \text{ arány} < 1; \frac{\omega}{\omega_0} = 0,88 - 0,85$$

ω = a generátor körfrekvenciája

ω_0 = az E—D rezgőkör önfrekvenciája.

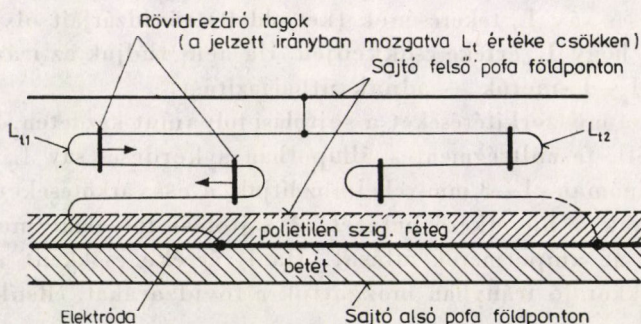
A generátor frekvenciája 13—15 MHz között az E—D rezgőkör önfrekvenciája kb. 15—17,7 MHz között változhat.

Az 5. sz. ábra az elektródarendszer egy részét mutatja a vele párhuzamosan kapcsolt L_{t1} , L_{t2} jelű tekercsekkel, valamint a négy darab változtatható rövidzárral.

Az ábra tanúsága szerint az L_{t1} , L_{t2} tekercsek, az elektróda két oldalán, az elektróda hosszabbik oldalának függőleges síkjában helyezkednek el, a jobb helykihasználás miatt.

Az ábra az elektróda és a vele párhuzamosan kapcsolt L_t tekercsek egy részét mutatja.

Az eddig elmondottakat néhány mondatban összefoglalva: az *energia-kivétel nagyságát és a lehangolást is csak az E—D pontok között levő rezgőkör L_t tekercsének változtatásával érjük el.*



5. ábra

A C'_0 jelű változtatható kondenzátorral a frekvencia csak kis mértékben szabályozható.

Ha a kivett energiát növelni akarjuk, akkor a rövidzárat *rácsáram csökkentő* és *anódáram növekvő* irányban, ha az energiát csökkenteni akarjuk, akkor ellentétes irányban mozgatjuk. Természetesen mindig ügyelve arra, hogy sem az I_g sem az I_a a megengedett alsó és felső határt ne lépje túl és átütések se keletkezzenek, a műgyantaréteg hőmérséklete pedig a kívánt határok, 74—82 °C között legyen.

A generátor hatásfoka. A kötéshez szükséges villamos teljesítmény számítása

Az önregző trióda „C” osztályú üzemmódban dolgozik (rácsáram folyik), a hatásfok optimális esetben 80% is lehet. Azonban a cső mostoha körülmények között üzemel, anyaghiba miatt átütések léphetnek és lépnek fel, a kezelő személyzet nincs mindig kellően felkészítve a helyes üzemeltetésre, célszerű a csövet, ill. áramkörét úgy beállítani, hogy teljesítményének ne a legszélső határán üzemeljen.

Mivel sem a cső adatait, sem jelleggörbéit nem ismerjük, csak becslésekre vagyunk utalva a hatásfokát illetően. (A cég nem adta meg annak értékét.)

Talán nem tévedünk nagyot, ha 68—70%-os hatásfokot veszünk. Ebben az esetben a felvett összteljesítmény 30%-a vész el a cső belső ellenállásán, 70%-a az anódkörbe kerül. Az anódkör hatásfoka:

$$\eta_a = \frac{Q_0 - Q_2}{Q_0} = \frac{100 - 10}{100} \cdot 100 = 90 \%$$

Az anódkörbe került teljesítmény 10%-a az L_0 , L_{ab} és L_t tekercsek ellenállásain vész el.

Számokkal:

A felvett összteljesítmény P_δ

$$P_\delta = 150000 \text{ W}$$

A generátor belső ellenállásán hővé alakuló veszteségi teljesítmény:

$$P_b = 0,3 \cdot P_\delta = 0,3 \cdot 150000 = 45000 \text{ W}$$

Az anódkörbe kerülő teljesítmény:

$$P_{\text{anód}} = 0,7 \cdot 150000 = 105000 \text{ W}$$

Az anódkör veszteségi teljesítménye:

$$P_{av} = P_{\text{anód}} \cdot 0,1 = 105000 \cdot 0,1 = 10500 \text{ W}$$

A betétben hővé alakuló teljesítmény:

$$P_{\text{betét}} = P_a - P_{av} = 105000 - 10500 = 94500 \text{ W}$$

Az eredő hatások:

$$\eta_e = \eta'_{cső} \eta_{anód} = 0,70 \cdot 0,90 \cdot 100 = 63\%$$

Kicsit alacsonynak látszik, de ha meggondoljuk, hogy a cső és a rezgőkör hűtőrendszerének teljesítménye kb. 90000 W teljes üzemben, és a generátor névleges teljesítménye $P_n = 250000$ VA, akkor $\cos \varphi = 0,96$ mellett a hatásfok

$$\eta_e = \frac{P_n \cos \varphi - P_{hűtő}}{P_n \cos \varphi} \cdot 100$$

$$\eta_e = \frac{240\,000 - 90\,000}{240\,000} \cdot 100 = 63\%$$

A kötéshez szükséges teljesítmény a következő gyakorlati képlettel számolható:

$$P^W = \frac{5 \cdot M \cdot C \cdot (T_2 - T_1)}{t}$$

A betűk jelentése a következő:

M = a betét tömege g-okban

C = a betét fajhője; $\frac{\text{cal}}{\text{gr} \cdot \text{K}}$ -ben

T_2 = a betét vég hőmérséklete K-ben

T_1 = a betét kezdő hőmérséklete K-be

t = a hevítés időtartama s-ban

Az így számított teljesítmény a generátor kimenetre vonatkozik, amely a bemenő teljesítmény 50%-a.

Esetünkben az egyes mennyiségek a következő értékekkel rendelkeznek:

$$M = 3 \cdot 0,6 \cdot 36 \cdot 10^{-3} \cdot \rho^{\frac{t}{m^3}} = 3 \cdot 0,6 \cdot 36 \cdot 10^{-3} \cdot 0,8 = 5,184 \cdot 10^{-2} \text{ tonna}$$

$$C = 0,45 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{K}}$$

$$T_2 = 353$$

$$T_1 = 293$$

$$t = 60 \text{ secundum}$$

$$P^W = \frac{5,184 \cdot 10^4 \cdot 5 \cdot 0,45 \cdot 60}{60} = 117000 \text{ W}$$

Ha a kötési időt 74 secundumra emeljük, akkor a teljesítmény:

$$P = 11700 \frac{60}{74} = 95000 \text{ W}$$