

Különböző teljesítményű rövidhullámú adóberendezések hűtőrendszerének fejlődése

DÓSA GYÖRGY

A cikk a HTE megalakulásának 60. évfordulója tiszteletére készült.

Kulcsszavak: AM-adók, elektroncső, léghűtés, vízhűtés, elgőzöltetési hűtés

Az AM-műsorszórás hőskorában egyre nagyobb teljesítményű adóberendezésekre volt szükség.

A nagyteljesítményű elektroncsöves adók hűtése kiemelten fontos fejlesztési területté vált. Ez az írás a hűtőrendszerek fejlődését foglalja össze részletesen a léghűtéstől kezdve a vízhűtésen át az elgőzöltető hűtésig, néhány hazai példa említésével.

1. Bevezetés

A korai időkben a kifejlesztett és gyártott elektroncsövek elektródarendszerének fokozott tökéletesítésével párhuzamosan haladt az adócsövek fejlesztése, gyártása, mert elvi működésük lényegileg megegyezett. Kezdetben az adóállomások kis teljesítménnyel üzemeltek és az adócsövek szerkezeti felépítésében csak igen kis mértékben tértek el a vevőcsövektől, csak méretükben haladták meg a vevőcsöveket. A mind jobban növekvő rádiózás nagyobb teljesítményű adóberendezések üzembe állítását igényelte, tehát nagyobb teljesítményű csövek kerültek kifejlesztésre, gyártásra és az adóberendezésekbe történő beépítésre.

Ezeknél már lényegesebb szerkezeti eltérések jelentkeztek. Az egyik probléma az izzókatód anyagának gazdaságos kialakítása a nagy teljesítmény biztosítására, a másik pedig az adócsövek hűtésének megoldása. Az adócsövek gyártásánál tehát struktúrában és az alkalmazott gyártási módszerekben jelentős változás jött létre. A megfelelő hűtési rendszer kialakítása igen fontos tényező volt; egyrészt a megbízható üzemeltetés érdekében, másrészt az adóberendezés összhatásfokát jelentősen módosította.

A kezdeti időszakban tehát az adócsőtípusok a kis teljesítményekre vevőcsövekből fejlődtek ki, majd a különböző nagy világcégek kifejlesztették a nagy teljesítményű adócsöveket, melyek általában triódák és pentódák voltak és alkalmazták azokat nagyteljesítményű adóberendezéseknél. A nagyteljesítményű adócsövek ez időben közvetlen fűtéssel készültek, tehát maga a fűtőszál volt a katód. A fűtőszál anyaga tiszta wolfram volt, majd később tóriumozott wolfram. Ezáltal lényegesen kisebb fűtőteliesség mellett ugyanakkora emissziót lehetett elérni, mint a tiszta wolfram esetében. Nagyobb teljesítmények elérésére nagyobb anódfeszültséget kellett biztosítani, amelyek 10-20 kV nagyságrendűek voltak. A nagyteljesítményű adócsövek méretei is jelentősekké váltak, hosszirányban elérték az 1-1,5 métert, átmérőben pedig a 15-30 cm-t. A hűtésnél figyelembe kellett venni, hogy az anódlemez nem csak az anódvesztesség,

hanem a rács és a fűtőszál sugárzó hője is melegíti. Anódvesztesség az a hővesztesség, amelyet a cső anódja vesz fel. Ez a veszteség úgy jön létre, hogy a katódból az anódra repülő elektronok nagy sebességgel ütköznek az anódlemezzel és ezáltal az anód felmelegszik. Az adóberendezések üzem alatt keletkező veszteségek miatt egyrészt a csövek anódján felszabaduló hőmennyiséget – hogy az túl ne melegedjen – másrészt a rácsnak és a fűtőszálnak a sugárzó hőjét is el kell vezetni. Ezt az adóberendezés hűtőrendszerének kell biztosítania.

Az adóberendezések üzem közbeni hőelvonása tehát a káros túlmelegedés megakadályozása miatt szükséges. A túlmelegedés a megbízható üzemet veszélyezteteti, üzemzavarokat okoz, a cső élettartamát csökkenti (az üvegballon meglágyulása, a vákuum romlása). Már a kezdeti időszakban a nagyteljesítményű adócsöveknél vörösréz anódköpenyt használtak. Ez két okból volt jelentős: egyrészt, mert a hővezetése nagyon jó, így a felszabaduló meleget jól továbbítja a hűtőközeg felé, másrészt pedig a vörösréz anód és az üvegbúra légmentesen összeforrasztható. Ez pedig az adócsőben megkívánt magas vákuum miatt volt szükséges.

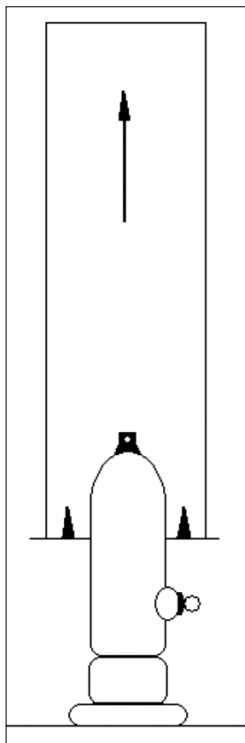
Attól függően, hogy a hőelvonás milyen módszerrel történik, az alábbi módszerek alakultak ki:

- léghűtéses,
- vízhűtéses és
- elgőzöltetési (Vapotron) hűtési módok.

Az alábbiakban a rádióadó-berendezések hűtőrendszerének fejlődését, alakulását vizsgáljuk összefoglalóan, figyelembe véve az egyes rendszerek előnyeit és hátrányait.

2. Léghűtéses hűtőrendszerek

A kezdeti időszakban a kisteljesítményű adóberendezéseknél (valamint a hordozható adóberendezéseknél) a természetes hűtés került alkalmazásra, ahol a felmelegedett levegő felfelé áramlása vagy az úgynevezett kéményhatás felhasználásával történt az adócső hűtése (1. ábra).



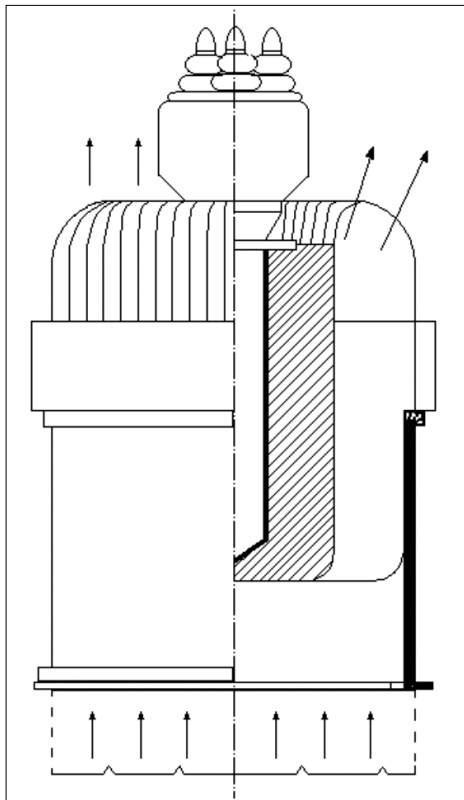
1. ábra
Adócső hűtése
a kéményhatás elvén

Ez a hűtési mód csak körülbelül 0,5 kW alatti anódvesztésű üvegburás elektroncsövek-nél volt alkalmazható.

Ezen megoldásoknál a légáram biztosítására az adóberendezésnél az adószekrény alján és a felső részén szellőzőnyílásokat kellett kialakítani, hogy a felmelegedett levegő el tudjon távozni. A hűtés még növelhető volt azáltal, hogy az adószekrény felső részébe kis elszívó ventilátort is alkalmaztak. Ilyen esetben, miután sok levegő áramlik keresztül a szekrényen, a beáramló nyílásoknál fém vagy textil szitát alkalmaznak a szűrés céljából.

Ezen hűtési mód kialakítását hozzávetőlegesen max. 2 kW adóteljesítményig lehetett alkalmazni. A nagyteljesítményű adócsöveknél a sugárzó vagy a forszírozott kéményhatású hűtési mód már nem volt elegendő erjű, ezért új megoldást kellett kitalálni az anód hatékonyabb hűtésére. Így alakultak ki a nagyteljesítményű lég-hűtéses adócső típusok.

2. ábra
Lég-hűtéses nagyteljesítményű trióda adócső



A nagyteljesítményű lég-hűtéses adócsöveknél a csövek vörösréz anódja, a hűtőfelület növelése miatt hűtőbordákkal került kialakításra. A hűtőbordák függőleges vagy vízszintes kialakításban készültek az anód tengelyéhez képest. A hűtőlevegő a hűtőköpenyen keresztül a hűtőbordák között áramolhatott.

Egy lég-hűtéses nagy teljesítményű trióda adócső kialakítását a 2. ábra szemlélteti. A hűtőlevegő biztosítására, azaz szállítására az adócsövek részére az alábbi megoldások alakultak ki:

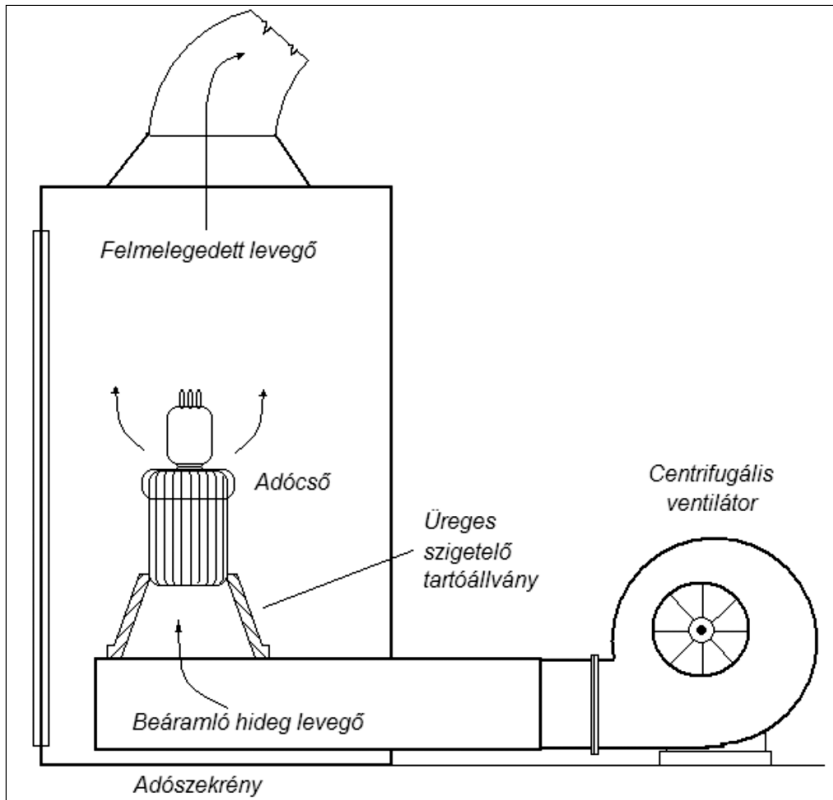
- túlnyomásos lég-hűtési rendszer,
- elszívásos lég-hűtési rendszer,
- kevert lég-hűtéses rendszer.

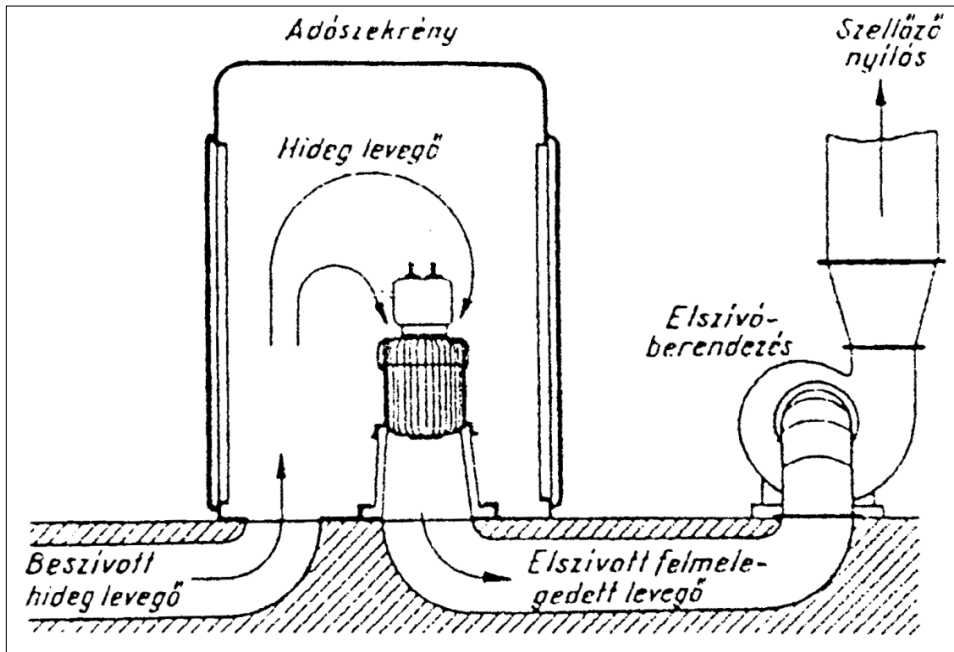
A túlnyomásos hűtési rendszer elvi kialakítását és működését a 3. ábra, az elszívásos hűtési mód kialakítását és működését pedig a 4. ábra szemlélteti. Az elszívásos rendszer több szempontból is előnyösebb a túlnyomásos rendszerhez képest.

Az adócső és a szekrény ugyanis mindig hideg levegőt kap és az alkatrészek hűtése is kedvezőbb, továbbá a felmelegedett levegő az adótermet nem melegíti. Hát-rányként jelentkezik, hogy a beszívott levegő nedves-ségtartalma változó, például esős időben kedvezőtlen lehet az alkatrészek elszigetelésére, valamint télen a nagy hideg miatt a beszívott levegő károsodást okozhat az adócsöveknél.

Az elszívásos hűtési rendszer hibáit megszünteti, illetve csökkenti a kevert lég-hűtéses rendszer alkalmazása, amelyet az 5. ábra mutat be. Ennél a kialakításnál egy nyomóventilátor (V1) és egy szívóventilátor (V2) kerül alkalmazásra. A nyomóventilátor biztosítja a hideg

4. ábra
Elszívásos hűtési rendszer elve





4. ábra Elszívós hűtési rendszer elve

levegő beszívását a szabad térből kellő szűrés után és légcsatornákon keresztül az adócsövekre fújja a levegőt. A szívóventillátor a csőszekrényben összegyűlt meleg levegő elszívását és a szabadba való kifúvását biztosítja.

A léghűtés előnye:

- aránylag olcsón kialakítható megfelelő anyagokból.

A léghűtés hátrányai:

- a léghűtési rendszereknél a hűtött adócsövek egyes pontjain 180 fok hőmérséklet is felléphet a nyári időszakban,
- sok, nagy helyet elfoglaló légcsatorna és forgógép szükséges,
- jelentős akusztikai zaj keletkezik, amelyet megfelelő kialakítással és módszerekkel csökkenteni lehetett, de teljesen megszüntetni nem.

3. Vízhűtés

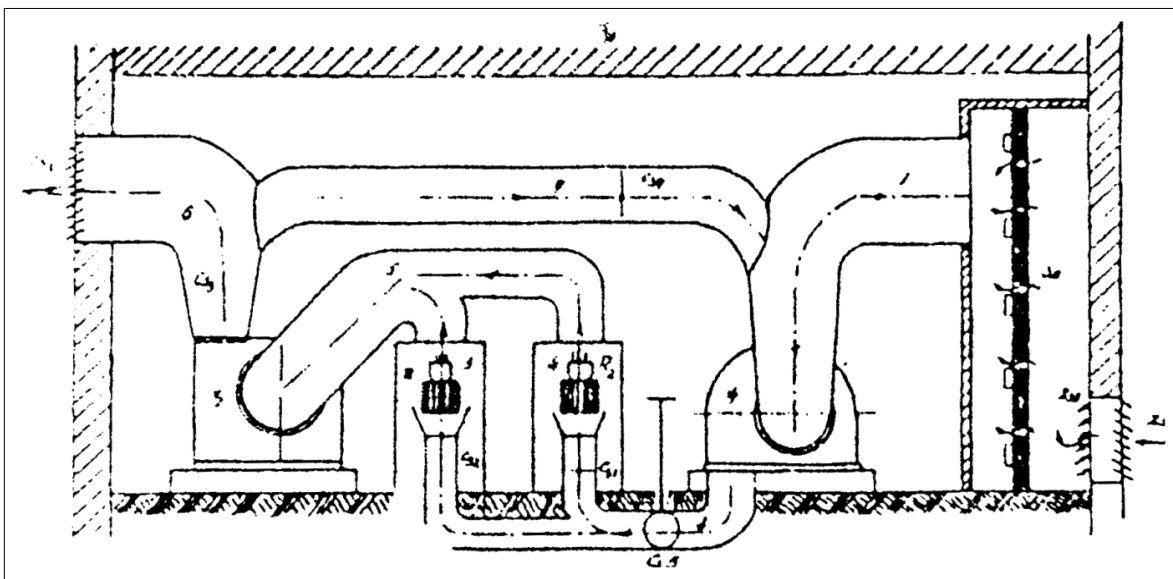
A húszas évek végén, a harmincas évek elején a nagyteljesítményű műsorszóró adóberendezések elterjedésével (de a kommunikációs adóknál is) a teljesítménycsövek hűtése – nemzetközi szinten is – túlnyomórészt vízzel történt. A vízhűtéses hűtési rendszert kedvezően és aránylag megbízhatóan lehetett alkalmazni, továbbá a műszaki megoldások is rövid idő alatt kialakultak.

Ez időszakban a nagy világcégek kifejlesztették a különböző kialakítású nagyteljesítményű vízhűtéses adócsöveket. Az adócső anód

teste szintén vörösrézből készült, a foglalat (hűtőköpeny) pedig úgy lett kialakítva, hogy az alsó csatlakozáson történt a hűtővíz bevezetése. Az anód felületén felfelé haladva a felső csatlakozón történt a hűtővíz kivezetése, tehát az átfolyó vízzel történt a hűtés. Figyelembe véve, hogy a hűtendő adócsövek több kV nagyfeszültség alatt állnak, gondoskodni kellett arról, hogy azok megfelelően legyenek szigetelve az esetleges leszivárgó áramvesztések csökkentésére is.

A vörösrézről történt hűtőberendezés és az adócsövek közé szigetelőanyagból készített, desztillált vizet vezető csövek beépítésére volt szükség. Azt azonban figyelembe kellett venni a tervezésnél, hogy a szigetelőanyagból készült cső belsejében áramló vízoszlopnak is megfelelő ellenállásúnak kellett lennie, hogy a leszivárgó áram kicsi legyen.

Ezen probléma megoldására alapvető követelmény volt, hogy az adócsövekkel közvetlen érintkező hűtővíz csak desztillált víz lehet, minimum 30-40.000 Ohm cm



5. ábra Kevrt léghűtési rendszer

fajlagos ellenállással. A szigetelő csőtoldatok hosszát tehát úgy kellett megválasztani, hogy az áramló vízszlop ellenállása megfelelően nagy lehessen és megszüntethető legyen az elektrolízis káros hatása.

A nagyteljesítményű műsorszóró és kommunikációs adóberendezéseknél (az 50-100-200 kW-os tartományban) kétféle irányzat alakult ki az idők folyamán a vízűtéses rendszerre, a környezeti adottságok figyelembe vételével:

- ellenáramú vízűtő rendszer (hőcserélős rendszer, desztillált víz-nyersvíz),
- levegőűtéses primer desztillált víz rendszer.

Egy nagy teljesítményű adóberendezés ellenáramú vízűtő rendszerének működési elvét a 6. ábra mutatja be. A primer desztilláltvíz-rendszer, amely az adócsöveket és adott esetekben a műantennát hűti, zárt cirkulációs rendszerben üzemel. A desztillált vizes centrifugás szivattyúk a desztillált víz tartályából szívják az adócsövektől és a műantennáról érkező felmelegedett desztillált vizet és a léghűtőn keresztül kerül az ellenáramú hűtőműbe. Az ellenáramú hűtőrendszer szekunder körében nyersvíz áramlik (például kútvíz), amelyet szintén szivattyúk biztosítanak.

A levegőűtéses primer rendszer működési elve a 7. ábrán látható. A primer desztillált vízűtési rendszer működése azonos az ellenáramú hűtési kialakítással. A különbség az, hogy a felmelegedett desztillált víz egy hűtőradiátor-rendszerbe jut, amelyeket légfűvő ventilátorok által befűtött hideg levegő hűt le.

Ezen hűtési kialakításnál problematikus lehet, hogy a nagyon meleg nyári időszakokban az adócsövek hűtővize az 54-56 fokot is elérheti, ami veszélyeztetheti a csö-

vek üzemét. Ennek elkerülésére tartalék befűvőventilátor alkalmazása válik szükségessé.

A vízűtéses rendszernél nagyon fontos volt, hogy a csőrendszer és a hűtőmű (tartályok, szivattyúk stb.) csak vörösrézből, esetleg rozsdamentes acéلبól készülhettek. Réz-vasanyag, illetve alumínium párosítását alkalmazni nem volt szabad a korróziós problémák miatt.

A vízűtés előnyei:

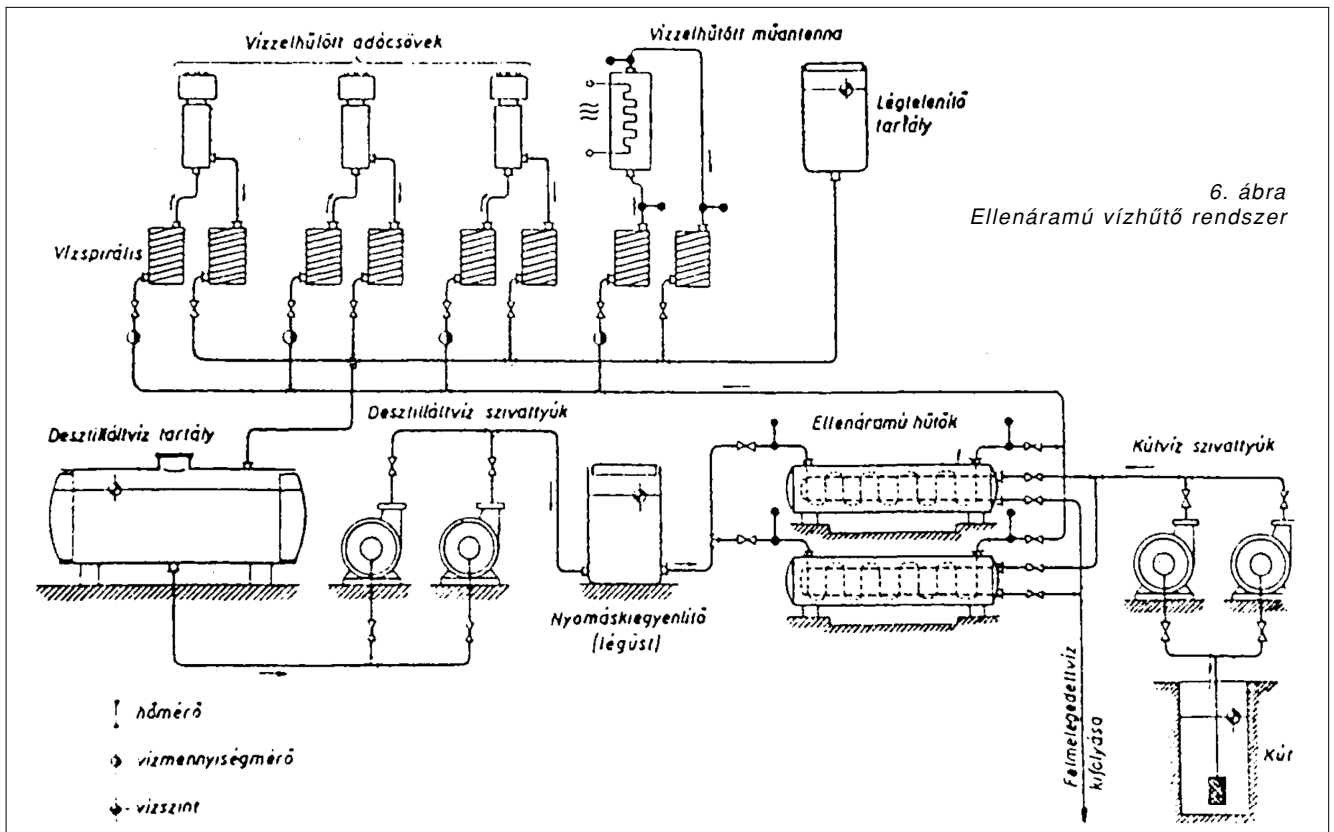
- az adócsövek aránylag alacsony hőmérsékleten üzemelnek, ami a csövek szempontjából kedvező,
- zajtalan működés.

A vízűtés hátrányai:

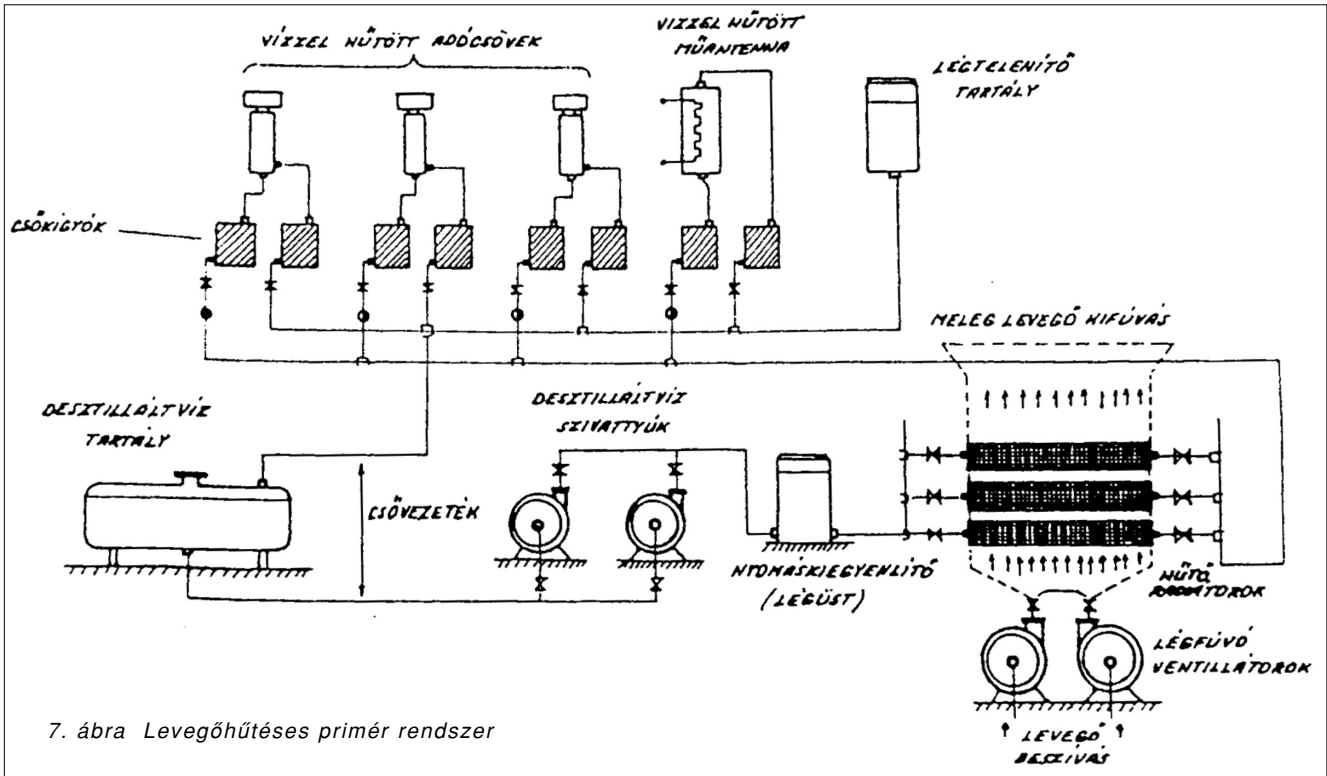
- a hűtőmű nagy és súlyos gépegységeket tartalmaz, így nagy a területi igény,
- gondoskodni kell a megfelelő minőségű desztillált víz pótlásáról,
- fokozottabb üzemellenőrzést kíván a rendszer (például tömítési problémák miatt),
- kiépítési, megvalósítási költségek magasak,
- csak helyhez kötött, nagy teljesítményű adóberendezéseknél alkalmazható.

4. Elgőzölögtetési alapú hűtés

Az ötvenes évek közepétől mind nagyobb teljesítményű műsorszóró adóberendezések kerültek üzembe világviszonylatban is (megjelentek az 500 kW-os egyedi adóegységek). Így mind a léghűtés, mind a vízűtés alkalmazása a nagy teljesítmények miatt gondokat jelentett (nagyobb és több forgógép – helyszükséglet növekedése – fokozott ellenőrzési és karbantartási igény miatt stb.)



6. ábra
Ellenáramú vízűtő rendszer



7. ábra Levegőhűtéses primér rendszer

A nagy adóberendezések vizsgálatánál megállapítható volt, hogy a hűtőberendezés költsége szempontjából az adó árának körülbelül 20%-át, helyszükséglet szempontjából pedig a teljes helyszükséglet 25-30% részét foglalja le.

Látható tehát, hogy a konzervatív hűtési módoknál komoly gépészeti berendezések (szivattyúk, ventillátorok stb.) szükségesek. Ezek üzeméhez kiterjedt indító és jelzőáramkörök tartoznak, növelve a hibalehetőségeket; azon kívül a forgó gépek még jelentős zajforrások is. A hűtőberendezések gépeinek működtetése miatt az energiafogyasztás is nagyobb. Mindkét hűtési módnál a hulladékmeleg felhasználása csak korlátozott mértékben és rossz hatásfokkal lehetséges.

A felsorolt körülmények és problémák késztették a szakembereket egy új hűtési módszer kidolgozására. Ennek a kutatómunkának az eredménye az elgőzöltetési alapú hűtés volt. Az elgőzöltetési alapú hűtés alkalmazására az első kísérletek már 1918-ban megtörténtek, azonban a gyakorlati megvalósulása csak 1950-ben vált lehetségessé, amikor a francia Thomson-Houston cég az erre megfelelő eljárást kidolgozta, majd Vapodyn néven szabadalmaztatta. Emiatt az itt alkalmazott különleges adócsöveket Vapotronnak nevezték el.

Az adócsövek hűtése során a hőátadási folyamatra a Newton-féle törvény érvényes.

Ez a következő:

$$Q = \alpha F (\tau_1 - \tau_2) t;$$

- ahol Q az átáramló hőmennyiség,
- α a hőátadási tényező,
- F a hőátadásban résztvevő fal felülete,
- τ_1 az adócső falának hőmérséklete,
- τ_2 a hűtőközeg közepes hőmérséklete,
- t az időtartam.

A konzervatív hűtési módszereknél az áramló hőmennyiség növelése – az adott hőátadási tényező értékét figyelembe véve – a többi komponens fizikai meghatározottsága miatt nem lehetséges. A konzervatív hűtési elvekhez képest rohamos fejlődést csak az olyan új hűtési mód jelenthetett, amelynél a hőátadási tényező sokkal magasabb a régihez képest. A hőátadási tényező az anyagra jellemző, de magában foglalja a hűtőközeg mozgásállapotára vonatkozó jellemzőket is.

A hőátadási tényező dimenziója: kcal/m²*°C

Elméletileg meghatározott értékek: α

áramlásnál	normális	kényszer
gázok	3-20	10-100
víz	100-600	500-10000
forrásban lévő víz	10000-20000	—

A fentiekből látható, hogy a forrásban levő víznél legmagasabb az α értéke. A gőzhűtéses rendszer elterjedése és alkalmazása e magas hőátadási tényező miatt vált lehetségessé, ez viszont egyedül a forrásban lévő vízre jellemző. A konzervatív eljárásoknál az anódelemez felületére vízhűtésnél 75-120 W/cm³, valamint a léghűtésnél 20-50 W/cm³ maximális teljesítmények engedhetők meg.

A kísérletek bebizonyították, hogy ha egy vízűtéses adócsövet vízzel telt edénybe állítottak, majd 120 W/cm³ értéken túl terheltek, nem ment tönkre. Minden károsodás nélkül bírta a terhelést, egészen 135 W/cm³ értékig. Ennél az értéknél az anódfal hőmérséklete 25 °C-kal volt magasabb, mint az adócsövet körülvevő, forrásban lévő víz hőmérséklete. Ebben az esetben az elgőzöltetés 540 kcal-t jelent vízliterenként.

A hőtermelés további növelése a Leidenfrost-féle jelenséget eredményezi, ami a cső meghibásodását idézi elő. A Leidenfrost-féle jelenség lényege az, hogy na-

gyobb hőterhelésnél a forrásnál keletkező gőzbuborékok átmérője hirtelen megnövekszik és rövid idő alatt homogén gőzhártyát képez az anód felületén. Ezáltal a hőátadási képesség rohamosan csökken, az anódfelület hőmérséklete pedig rohamosan emelkedik.

Megállapítható volt tehát, hogy az anódfelület hevítésével egy meghatározott pontot túllépni nem szabad, mert hirtelen bekövetkezik az instabil állapot, azaz hirtelen homogén gőzhártya képződik és a cső tönkremegy.

A további kísérletek is egybehangzóan megállapították, hogy a megengedhető maximális hőterhelés az atmoszférikus nyomásnál 135 W/cm^3 -nél van. A hőmérsékletkülönbség ilyenkor 250°C . Ha a hőmérsékletkülönbség növekszik, a hőátvitel rohamosan csökken.

A további kutatás és kísérletezés az anód falvastagságának növelésével és a felület kedvezőbb kialakításával azt eredményezte, hogy a homogén gőzhártya hátrajárását sikerült magasabbra eltolni. Ezáltal a maximális hőterhelés is nagyobb lehet. Megállapították azonban, hogy az anód falvastagságának önmagában való növelése nem célravezető, mert csak kis mértékű az a változás, amit így a hőterhelhetőségben el lehet érni. Azonban az anódfal vastagítása a hirtelen túlmelegedésekkel szemben jelent előnyt, mert így nagyobb a hőterhelhetőség. A tartós üzem esetén azonban az anódfal külső és belső hőmérséklete között fellépő nagy hőfokkülönbség nem kedvező, sőt, hátrányos.

Jelentős eredményt azzal értek el, hogy az anód felületén speciálisan kiálló fogazással vagy kis csatornákkal képezték ki. A kiálló fogazást a francia Vapodyn rendszernél (úgynevezett „ananász megoldásként”) alkalmazták. A német Telefunken cég az anódhenger felületére a tengelyével párhuzamos csatornákat készített (csatorna-anód kialakításban). Az így egyenetlenné tett anód nagy felülettel érintkezik a vízzel, ugyanakkor az anódfalon belüli hőfokesés nem növekszik. A fogazott vagy csatorna-anódfelület megakadályozza az egybefüggő homogén gőzhártya keletkezését.

Az anódfal fogazott kiképzése erőteljes víz-gőz keveredést biztosít és állandó radiális irányú impulzus mozgást is létrehoz, ami megakadályozza a gőzhártya létrejöttét. A csatorna-anód kiképzésnél szintén erőteljes víz- és gőzkeveredés jön létre a csatornában, azonban ebben az esetben nem keletkeznek radiális folyadék és gőzmozgások, mert a lökötések a csatornákon oszlanak szét.

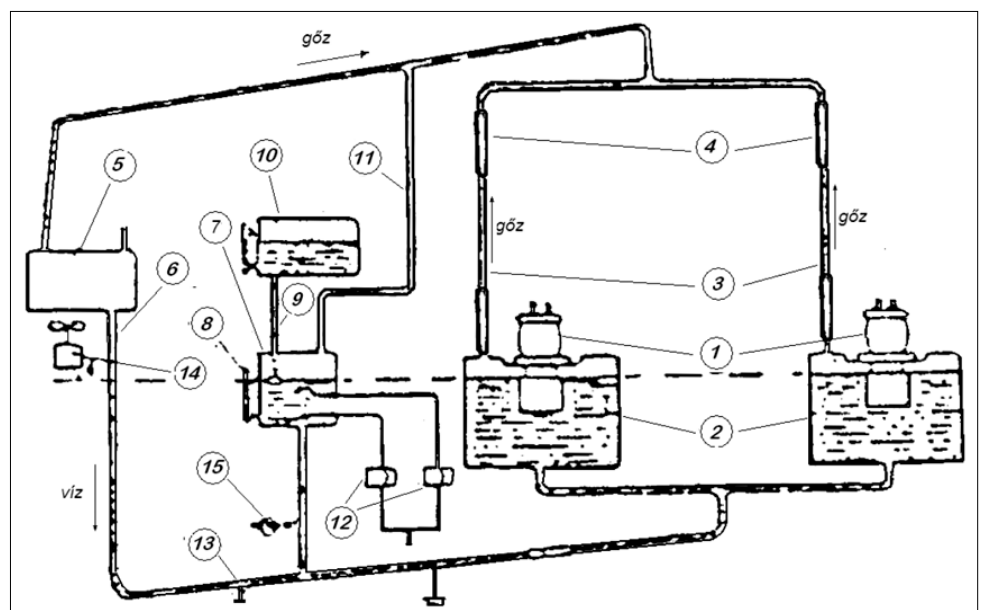
A fent vázolt és látható anódkiképzések esetén a felületi hőterhelést 500 W/cm^3 -re lehetett emelni, és a hűtőfogak csúcsain és a belső végeken a Leidenfrost-féle jelenséget előidéző hófok nem jön létre. A fogazott felületű, illetve csatorna-anód alkalmazása tehát a legkedvezőbb hőátadási rendszer. Az elgőzöltetési alapú hűtési rendszer elvi vázlata és működése a 8. ábrán látható.

Az adócsövek az elgőzöltető tartályban helyezkednek el, a tartályban állandó szintű desztillált víz van. Üzem alatt, azaz terhelés alkalmával az anód felmelegszik, a vizet forrásba hozza, miáltal gőz keletkezik. A keletkezett gőz a gőzvezető csövön távozik, miközben megszabadul a magával ragadott vízcseppektől, közben pedig az üvegcsövön keresztül a gőzkondenzátorokba jut. A gőz itt lecsapódik, a kondenzvíz pedig saját súlyánál fogva visszafolyik az elgőzöltető tartályba. Az üvegcső és a gumiszigetelés feladata, hogy a nagyfeszültséget elszigetelje, miután az anódon rajta van az anódfeszültség, valamint a rádiófrekvenciás feszültség is.

A gőzoszlopnak, valamint a kis keresztmetszeten viszszafele vezető desztillált vízoszlopnak nagy az ellenállása, tehát kicsi a szivárgási áram. A vívíkiegyenlítő edény automatikusan gondoskodik arról, hogy a hűtendő csövek anódjai állandóan víz alatt legyenek. A biztonságos hűtésről kétfokozatú riasztó áramkör gondoskodik. Ezek az áramkörök a vívíkiegyenlítő tartályban lévő érintkezőkhöz csatlakoznak. Ha a vízszint a normális víz alatti szint alá süllyed, akkor erre egy akusztikus jelzés figyelmeztet. Ha a vízszint tovább tart – tehát már veszélyezteteti a normális üzemet –, a biztonsági áramkör második fokozata lekapcsolja az adóberendezést.

8. ábra
Az elgőzöltetési alapú hűtési rendszer

- 1 adócső
- 2 elgőzöltető tartály
- 3 gőzvezető üvegcső
- 4 összekötő szerelvények
- 5 gőzkondenzátor
- 6 kondenzvíz-vezeték
- 7 vízszint-szabályozó edény
- 8 vízszintmutató
- 9 pótvíz-vezeték
- 10 pótvíz-tartály
- 11 nyomáskiegyenlítő vezeték
- 12 riasztókör és jelfogók
- 13 vízleeresztő csap
- 14 kis ventilátor
- 15 vízbetáplálás



A hűtési folyamat teljesen önmagától zajlik és az elgőzölgő víz mennyisége a mindenkori disszipált teljesítménytől függően változik. A rövidhullámú adóknál, amelyek végfokozata általában földelt rácsú kapcsolásban üzemel, a gőzelvezetésnek előnyösebb formája az alulról való elvezetés. Ennél a megoldásnál duplafalú hűtőedény szükséges a csövek részére és egy további kis szivattyú a hűtővíz számára.

Az elgőzölgtetéses alapú hűtési rendszer előnyei a konzervatív hűtési módokkal szemben a következők:

- kis helyszükséglet,
- egyszerűbb csökeképzés (a hűtési folyamat normál atmoszférikus nyomáson megy végbe, az adócsövek saját súlyuknál fogva helyezkednek el az elgőzölgtető edény karimáján),
- minimális zaj,
- kis hűtőanyag szükséglet (vízhűtésnél kW-onként és percenként körülbelül 1 liter hűtőanyag szükséges, az elgőzölgtető hűtéshez kW-onként és percenként csak mintegy 0,03 liter desztillált víz szükséges),
- egyszerűbb kivitelezés,
- egyszerűbb üzemeltetés és karbantartás,
- gazdaságosabb hulladék hő-felhasználás.

5. Hazai tapasztalatok

Hazai vonatkozásban az 1928. április 29-én, a lakihegyi rádióállomáson üzembe állt Telefunken gyártmányú 20 kW-os adóberendezés már vízűtéses rendszerben üzemelt. 1933. december 2-án került üzembe Lakihegyen a nagyon korszerű, 120 kW-os középhullámú nagyadórendszer, amely szintén vízűtéses kialakításban, primer desztillált vízrendszerben készült, ellenáramú hűtővel. A szekunder hideg vizet szivattyúk útján egy nagy szívókútból nyerték és a hűtőtartályon való vezetés után a felmelegedett víz három darab emésztőkútba jutott. Az egész hűtőmű vörösréz-ből készült. A földhöz képest 20 kV feszültségen lévő anódhoz a hűtővíz megfelelő hosszú kerámia spirálon jutott el, illetve tért vissza az ellenáramú hűtőbe.

A székesfehérvári rádióállomáson 1932-ben üzembe helyezett rövidhullámú táviró és műsorszóró 20 kW-os Telefunken és Standard gyártmányú adóberendezéseknél az első fokozat adócsövei sugárzó léghűtésűek voltak, a végcsövek pedig vízűtéses kialakításban üzemeltek. A háború után, 1948-ban üzembe lépett lakihegyi 135 kW-os, 1949-ben az új szolnoki 135 kW-os középhullámú adóberendezések és az 1953-ban üzembe állt Balatonszabadiban telepített 135 kW-os adóberendezés, valamint az 1950 júniusában elkészült és üzembe lépett diódsi 100 kW-os rövidhullámú adóberendezések már korszerűbb kialakítású vízűtéses rendszerben készültek és üzemeltek.

Itt kell megemlíteni, hogy a balatonszabadi rádióállomáson került alkalmazásra Magyarországon először az a kialakítás, hogy az ellenáramú hűtőrendszer szekunder meleg vizét kis beton hűtőtóba vezették, majd

porlasztással hűtötték le. A kedvezőtlen üzemi tapasztalatok miatt ez a megoldás azonban megszüntetésre került. A lakihegyi 135 kW-os adóberendezésnél egy igen értékes tapasztalat bizonyította a kóboráram káros hatását a rossz földelés miatt. Az adócsövek felszálló vezetékében a desztillált víz áramlásában elhelyezett vörösréz lemez hosszabb üzemeltetés után eltűnt és az adócső utáni leszálló vezeték egyik ólomtömítésén galvanikus lerakódásként jelent meg újra.

Ezen adóberendezésnél körülbelül hatéves üzemeltetés után az ellenáramú hűtő csőnyalábjai több helyen kilyukadtak. A tűhegyi nagyságú lyukak oldalai kráter-szerű kialakulásokat mutattak, amely a kóboráram tény-szerű hatására mutatott. Az ellenáramú hűtőberendezés szétszerelésénél bebizonyosodott, hogy azoknak a belső csőnyalábjai az alkalmazott gumigyűrűs tömitések miatt nem voltak kellően leföldelve. Magyarországon az első elgőzölgtetéses alapú hűtéssel ellátott adóberendezés 1961 tavaszán Székesfehérvár-Sóstó rádióállomáson kezdte meg üzemét. Az átalakított adóberendezés 30 kW teljesítményű, hosszúhullámú kommunikációs adóberendezés volt, melynek végfokozatába 2 db elgőzölgtetéses alapú – hazai fejlesztésű és gyártású – cső került beépítésre, a 4G10T típus formájában.

Az elgőzölgtetéses alapú rendszer kialakítási munkálatait az adóberendezésnél a BHG Adógyártó szakosztályának szakemberei végezték nagyon nagy szakértelemmel. Az alkalmazott új elgőzölgtetéses alapú csöveket a Magyar Adócsőgyár fejlesztette ki és gyártotta le. Ezen első magyar elgőzölgtetéses alapú hűtő adóberendezés nagy üzemidővel, rendkívül gazdaságosan és nagyobb kedvező eredménnyel üzemelt 1986-ig.

A későbbi évek folyamán üzembe állt 2 db jászberényi 250 kW-os rövidhullámú adóberendezés és a solti 2x1 MW-os, valamint a marcali 2x500 kW-os középhullámú adóegységek, a székesfehérvári és diódsi 2-2 db 100 kW-os rövidhullámú berendezések a legkorszerűbb elgőzölgtetéses alapú hűtéssel készültek.

A szerzőről



(1930–2009)

DÓSA GYÖRGY a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki karán 1955-ben szerzett oklevelet, 1970-ben pedig Rádióműsorszóró és Hírközlő Szakmérnöki oklevelet. 1955-től a Posta Rádióműszaki Hivatalban, illetve a Posta Rádió és Televízió Műszaki Igazgatóság Műszaki Osztályán kezdett dolgozni. Munkaterülete közép- és rövidhullámú műsorszóró, valamint hosszú- és rövidhullámú kommunikációs adóberendezések és antennarendszerek üzemeltetése, korszerűsítése, valamint új adóberendezések és antennarendszerek telepítése volt. 1962-től a PRMIG (1992-től Antenna Hungária Rt.) fejlesztési osztályvezető-helyettese 1996 júliusáig. Ezen időszakban a hazai közép- és rövidhullámú adó- és antennahálózat fejlesztési, beruházási valamint rekonstrukciós munkálataival, valamint hullámterjedési és hálózatfejlesztési vizsgálatokkal foglalkozott. 1962-től tagja volt a Híradástechnikai Tudományos Egyesületnek és ezen belül esetenként részt vett a hazai rádióműsor-sugárzási kérdések vizsgálatában. Tagja volt a HTE Szenior klubjának, 1996-ban HTE ezüst jelvény, 2007-ben HTE arany jelvény kitüntetéssel. Számtalan szakcikk szerzője, illetve társszerzője volt.