



**ELJÁRÁS ÉS BERENDEZÉS HŐ HASZNOS ENERGIÁVÁ TÖRTÉNŐ
ÁTALAKÍTÁSÁRA SZOLGÁLÓ TERMODINAMIKAI CIKLUS GYAKORLATI
MEGVALÓSÍTÁSÁRA**

KIVONAT

A találmány tárgya eljárás és berendezés hő hasznos energiává történő átalakítására szolgáló termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósítására.

A találmány szerinti eljárás lényege, hogy külső hőforrással alacsony forráspontú komponensből és annak forráspontjánál magasabb forráspontú komponensből álló munkaközeget felmelegítünk, ezáltal felmelegített, gáznemű munkaközeget hozunk létre, majd a felmelegített, gáznemű munkaközeget első szeparátorban felmelegített, gáznemű, alacsony forráspontú komponensben gazdag közegre ("dús közegre") és alacsony forráspontú komponensben szegény közegre ("ritka közegre") választjuk szét, majd ezt követően a felmelegített, gáznemű, dús közeget expandáljuk, ezzel annak energiáját felhasználható formába alakítjuk át, miközben a dús közeget expandált, fáradt, dús közeggé változtatjuk, majd végezetül a ritka közeget és az expandált, fáradt, dús közeget egymással elegyítjük, amivel ismét a kezdeti munkaközeghez jutunk vissza.

A találmány szerinti berendezés lényege, hogy alacsony forráspontú komponensből és annak forráspontjánál magasabb forráspontú komponensből álló munkaközeget külső hőforrással felmelegítő, ezáltal a munkaközeget felmelegített, gáznemű munkaközeggé alakító melegítő egysége, a felmelegített, gáznemű munkaközeget fogadó és felmelegített, gáznemű, alacsony forráspontú komponensben gazdag közeget ("dús közeget"), valamint alacsony forráspontú komponensben szegény közeget ("ritka közeget") kibocsátó első szeparátora (S), a felmelegített, gáznemű, dús közeget fogadó, annak energiáját felhasználható formába átalakító és expandált, fáradt, dús közeget kibocsátó expandáló egysége, továbbá a ritka közeget és az expandált, fáradt, dús közeget egymással elegyítő, ezáltal a kezdeti munkaközeget újra kialakító, kimene-tével a melegítő egység bemenetére csatlakoztatott első elegyítő egysége van (1. ábra).

R:

A1

**ELJÁRÁS ÉS BERENDEZÉS HŐENERGIA HASZNOS ENERGIÁVÁ
TÖRTÉNŐ ÁTALAKÍTÁSÁRA SZOLGÁLÓ TERMODINAMIKAI CIKLUS
GYAKORLATI MEGVALÓSÍTÁSÁRA**

A jelen találmány tárgya hőenergia hasznos energiává történő átalakítására szolgáló termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósítására szolgáló eljárás és berendezés.

A hőenergia haszonnal alakítható át először mechanikai, majd ezt követően villamos energiává. Az energiafejlesztésnek lényeges területét képviselik az alacsonyhőmérsékletű hőforrások hőenergiájának villamos árammá történő átalakítására szolgáló eljárások, melyek hatékonyságán van még mit javítani.

A hőforrás hőenergiája olyan munkaközeg beiktatásával alakítható át először mechanikai, majd villamos energiává, amelyet valamilyen termodinamikai ciklust végző zárt rendszerben először expanzióra készítenek, majd ezt követően visszaviszik eredeti állapotába. Az alkalmazott munkaközeg különböző forráspontú komponensekből állhat össze, és a munkaközeg összetétele az átalakítás hatásfokának javítása érdekében a zárt rendszer bizonyos pontjain meg is változtatható. Az US-4,346,561, az US-4,489,563, az US-4,982,568 és az US-5,029,444 sz. szabadalmak alacsonyhőmérsékletű források hőenergiáját villamos árammá átalakító berendezéseket, míg az US-4,548,043, az US-4,586,340, az US-4,604,867, az US-4,732,005, az US-4,763,480, az US-4,899,545, az US-

5,095,708, az US-5,440,882, az US-5,572,871 és az US-5,469,426 sz. szabadalmak olyan berendezéseket ismertetnek, amelyeknél az alkalmazott folyékony munkaközegek több komponensből állnak.

Jelen találmánnyal célunk a napjainkban ismeretes termodinamikai ciklusoknál nagyobb hatásfokú termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósítására szolgáló eljárás és berendezés kidolgozása.

Kitűzött célunkat olyan eljárással valósítottuk meg, ahol külső hőforrással alacsony forráspontú komponensből és annak forráspontjánál magasabb forráspontú komponensből álló munkaközegget felmelegítünk, ezáltal felmelegített, gáznemű munkaközegget hozunk létre, majd a felmelegített, gáznemű munkaközegget első szeparátorban felmelegített, gáznemű, alacsony forráspontú komponensben gazdag közegre ("dús közegre") és alacsony forráspontú komponensben szegény közegre ("ritka közegre") választjuk szét, majd ezt követően a felmelegített, gáznemű, dús közeget expandáljuk, ezzel annak energiáját felhasználható formába alakítjuk át, miközben a dús közeget expandált, fáradt, dús közeggé változtatjuk, majd végezetül a ritka közeget és az expandált, fáradt, dús közeget egymással elegyítjük, amivel ismét a kezdeti munkaközeghez jutunk vissza.

A találmány szerinti eljárás lehetséges változatai a következő jellemzők közül egyet vagy többet foglalhatnak magukba.

A találmány szerinti eljárás egy lehetséges változatánál a munkaközeg az elegyítés után, de még a külső hőforrással való melegítés előtt első hőcserélőben hőenergiája egy részének alacsony hőmérsékletű forrásnak történő leadása mellett kondenzáljuk, majd ezt követően nyomását szivattyúval megnöveljük. Ezt követően a munkaközeg első expanziós lépésben és második expanziós lépésben expandáljuk, ahol az első expanziós lépés során a felmelegített, gáznemű, dús közeget részlegesen expandáljuk, amivel



részlegesen expandált, dús közeget hozunk létre, majd ezt követően a részlegesen expandált, dús közeget első részre és második részre bontjuk, továbbá az első részt a második expanziós lépésben tovább expandáljuk, amivel az expandált, fáradt, dús közeget hozzuk létre, majd végezetül, mielőtt a ritka közeget ez utóbbival elegyítenénk, a második részt a ritka közeggel elegyítjük. Továbbmenve, mielőtt a munkaközeget kondenzálnánk, hőenergiájának egy részét második hőcserélőben, nyomásának megnövelése után lévő, de a külső hőforrással való melegítése előtt álló munkaközegnek adjuk át, és a ritka közeg hőenergiájának egy részét harmadik hőcserélőben, nyomásának megnövelése után lévő, de a külső hőforrással való melegítése előtt álló munkaközegnek adjuk át. Ezt követően a munkaközeget nyomásának megnövelése után, de a külső hőforrással való melegítése előtt első részmunkaközegre és második részmunkaközegre bontjuk, majd az első részmunkaközeget a külső hőforrással felmelegítjük, miáltal felmelegített, első részmunkaközeget hozunk belőle létre, amit ezután a második részmunkaközeggel elegyítünk, minek eredményeképpen a felmelegített, gáznemű munkaközeget kapjuk.

Kitűzött célunkat a jelen találmány szerint olyan berendezéssel sikerült megvalósítanunk, amelynek alacsony forráspontú komponensből és annak forráspontjánál magasabb forráspontú komponensből álló munkaközeget külső hőforrással felmelegítő, ezáltal a munkaközeget felmelegített, gáznemű munkaközeggé alakító melegítő egysége, a felmelegített, gáznemű munkaközeget fogadó és felmelegített, gáznemű, alacsony forráspontú komponensben gazdag közeget ("dús közeget"), valamint alacsony forráspontú komponensben szegény közeget ("ritka közeget") kibocsátó első szeparátora, a felmelegített, gáznemű, dús közeget fogadó, annak energiáját felhasználható formába átalakító és expandált, fáradt, dús közeget kibocsátó expandáló egysége, továbbá a ritka közeget és



az expandált, fáradt, dús közeget egymással elegyítő, ezáltal a kezdeti munkaközeget újra kialakító, kimenetével a melegítő egység bemenetére csatlakoztatott első elegyítő egysége van.

Az általunk megvalósított berendezés lehetséges kiviteli alakjaival az alacsonyhőmérsékletű forrás hőenergiájának villamos árammá történő átalakítása során az átalakítás hatásfoka a hagyományos Rankine-ciklus hatásfokát meghaladja.

A találmány szerinti eljárás és berendezés további lehetséges kiviteli alakjait, valamint azok jellemvonásait a mellékelt rajzra hivatkozással ismertetjük részletesen, ahol az

- 1. ábra alacsonyhőmérsékletű forrás hőenergiájának hasznos energiává alakítására szolgáló termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósításának blokkdiagramja; a
- 2. ábra az 1. ábrán vázolt termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósításának egy lehetséges másik kiviteli alakja, amelynél lehetőség van arra, hogy egy kivezetett munkaközegnek, valamint egy teljesen fáradt munkaközegnek az összetétele a nagynyomású munkaközeg összetételétől lényegesen eltérő lehessen; a
- 3. ábra az 1. ábrán bemutatott termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósításának egy lehetséges újabb, leegyszerűsített kiviteli alakja, ahol egyáltalán nincs kivezetett munkaközeg; míg a
- 4. ábra a találmány szerinti termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósításának egy lehetséges újabb, még tovább egyszerűsített kiviteli alakját szemlélteti.

Az ábrákhoz kapcsolódóan megjegyezzük, hogy az egymással nem keveredő közegek útját, illetve a termodinamikai ciklusban részt vevő munkaközeg különböző típusú komponensei által bejárt utakat az egyszerűbb áttekinthetőség céljából az 1-4. ábrák mindegyikén egymástól eltérő típusú vonalakkal jelöltük.

Az 1. ábra külső hőforrás hőenergiájának hasznos (például mechanikai, majd azt követően villamos) energiává történő átala-



kítására szolgáló termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósításának blokkvázlatát mutatja be. Ezen megvalósításnál a külső hőforrás alacsonyhőmérsékletű, hulladékhőt szállító vízfolyam, amely HE-5 hőcserélő 25 első bemenete és 26 első kimenete közötti áthaladása közben felmelegíti a zárt termodinamikai ciklusban részt vevő, a HE-5 hőcserélő 117 második bemenete és 17 második kimenete között átfolyó munkaközeget. A munkaközegnek az 1. ábrán feltüntetett számokkal jelölt mérési helyeken mérhető fizikai paramétereit (nyomásának értékét, hőmérsékletét és így tovább) az 1. táblázatban foglaltuk össze. A találmány szerinti termodinamikai ciklust megvalósító berendezés 1. ábrán bemutatott kiviteli alakjával elérhető kimeneti értékeket az 5. táblázatban foglaltuk össze.

A termodinamikai ciklus 1. ábrán vázolt gyakorlati megvalósításánál a munkaközeg többkomponensű munkaközeg, amely egy alacsony forráspontú, valamint egy magas forráspontú komponensből áll. Az említett többkomponensű munkaközeg célszerűen ammónia és víz keveréke, vagy legalább két szénhidrogén együttese, vagy legalább két freon együttese, vagy szénhidrogének és freonok keverékei, illetve ehhez hasonló keverékek. Általánosságban tekintve, a munkaközeg tetszőleges számú, termodinamikai szempontból kedvező tulajdonságokkal rendelkező és megfelelő oldékonyságú összetevő keveréke lehet. A találmány szerinti berendezés egy előnyös kiviteli alakjánál munkaközegként víz és ammónia keveréket használunk. Az 1. ábrán vázolt megvalósításban az általunk használt munkaközeg összetétele 13 és 19 mérési helyek között nem változik meg.

A termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósításának az 1. ábrán bemutatott változatát a berendezés T turbinája kimenetétől indulva ismertetjük. A T turbina kimenete után beiktatott 34 mérési helyen a munkaközeget expandált, alacsony forráspontú komponensben "gazdag", fáradt munkaközegnek mérjük, melynek ala-

acsony nyomása van. Az ezen állapotában lévő munkaközeget ezt követően 12 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett, az alacsonyabb forráspontú komponensben "szegény" abszorbens munkaközeggel elegyítjük. Ezen lépés egy, a 13 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett, közbenső összetételű munkaközeget eredményez.

A 13 mérési helyen a (közbenső összetételű) munkaközeg adott hőmérsékleten alacsonyabb nyomások mellett kondenzálható, mint a 34 mérési helyen az alacsony forráspontú komponensben gazdagabb munkaközeg, ami lehetővé teszi, hogy a T turbinából nagyobb teljesítményt vehessünk ki, és ily módon a termodinamikai ciklus hatásfokát megnöveljük.

A 13 mérési helyen a munkaközeg részlegesen kondenzált állapotú. A munkaközeget ezután HE-2 hőcserélőbe vezetjük, ahol az lehűl, majd a HE-2 hőcserélőből távozik. A HE-2 hőcserélő kiemenete után beiktatott 29 mérési helyen a munkaközeg az 1. táblázat 29-es számmal jelölt sorában feltüntetett fizikai paraméterekkel rendelkezik. A munkaközeg a 29 mérési helyen csak részlegesen, és nem teljes mértékben kondenzált állapotú. A munkaközeg a 29 mérési helyet elhagyván HE-1 hőcserélőbe jut, ahol 23, 24 mérési helyek között átáramló hűtővíz hatására lehűl, minek következtében teljes mértékben kondenzálódik és 14 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel fog rendelkezni. A 14 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel rendelkező munkaközeg nyomását ezután P szivattyúval megnöveljük, azaz a munkaközeget 21 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett állapotba hozzuk. Az így megváltoztatott tulajdonságú munkaközeget ezután ismét a HE-2 hőcserélőbe vezetjük, ahol a 13 és 29 mérési helyek között átfolyó munkaközeggel visszatápláló módon melegítjük. Ennek hatására a munkaközeg 15 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett állapotúvá válik. Az így nyert munkaközeget ezután HE-3



hőcserélőbe vezetjük, ahol a munkaközeg felmelegszik és 16 mérési helyen mérhető értékekkel jellemzett állapotba kerül. A termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósítása egyik lehetséges változatánál a 16 mérési helyen a munkaközeg éppen forráspontjával megegyező hőmérsékletű, mindazonáltal nem szükséges, hogy ez minden kiviteli alaknál így legyen. A munkaközeget ezt követően két részre bontjuk: első rész munkaközegre és második rész munkaközegre. A HE-5 hőcserélő 117 második bementénél mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett első rész munkaközeget ezt követően a HE-5 hőcserélőbe vezetjük, ahol a 25 első bemenet és a 26 első kimenet között átfolyó külső hőforrás segítségével felmelegítjük azt. Az első rész munkaközeg a HE-5 hőcserélőt a 17 második kimeneten mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett állapotban hagyja el. A második rész munkaközeget ezzel egyidejűleg HE-4 hőcserélőbe vezetjük, ahol visszatápláló módon melegítjük. A HE-4 hőcserélőből kilépő második rész munkaközeg 18 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett állapotban van. A HE-4, illetve a HE-5 hőcserélőt elhagyó első, illetve második rész munkaközeget ezután egymással elegyítjük, aminek következtében 19 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett, felmelegített, gáznemű munkaközeget kapunk, amely részben – esetleg majdnem teljes egészében – gőz állapotban van. A termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósításának egyik célszerű változatánál a 19 mérési helyen a munkaközeg csak részben gőz állapotú. A 19 mérési helyen a munkaközeg összetétele megegyezik a 13 mérési helyen létrehozott, a 14 mérési helyen teljes mértékben kondenzált, a 21 mérési helyen nyomásnövelt, a 15 mérési helyen, illetve a 16 mérési helyen mérhető hőmérsékletekre előmelegített munkaközeg közbenső összetételével. A munkaközeget elegyítés után S szeparátorba vezetjük, ahol ismét két részre bontjuk: 30 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett, alacsony forrás-

pontú komponensben gazdag telített gőzre, amelyre a következőkben "felmelegített, gáznemű, dús közegként" hivatkozunk majd, valamint 7 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett, alacsony forráspontú komponensben szegény telített folyadékra, melyre a következőkben "ritka közegként" utalunk majd. A 7 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett ritka közeg (telített folyadék) ezt követően a HE-4 hőcserélőbe jut, ahol a HE-4 hőcserélőn 118 és 18 mérési helyek között átfolyó munkaközeget felmelegíti, miközben ő maga lehűl. A HE-4 hőcserélőből kilépő, és a 8 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett állapotú ritka közeget T₂ fojtószeleppel alkalmasan megválasztott nyomására fojtjuk le. A ritka közeg ezen lépésben 9 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett állapotba kerül.

Miután a felmelegített, gáznemű, dús közeg (telített gőz) elhagyja az S szeparátort T turbinába kerül, ahol térfogata megnő, nyomása lecsökken és ezenközben a villamos energiát termelő T turbinának mechanikai energiát ad át. Ezen folyamat közben egy közbenső nyomásérték mellett, amely jó közelítéssel megegyezik a 9 mérési helyen mérhető nyomás értékével, a T turbinából 32 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett állapotú, részlegesen expandált munkaközeget vezetünk ki, amit ezután a 9 mérési helyen 10 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett munkaközeg elérése érdekében a lefojtott ritka közeggel elegyítünk. A T turbinából kivezetett munkaközegre a továbbiakban részlegesen expandált dús közeg "második részeként" utalunk majd – a T turbinában maradó "első részt" tovább expandáljuk. A 9 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett ritka közeg abszorbeálja a T turbinából kivezetett második részt. Az elegyítéssel kapott és a 10 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett munkaközeg (a ritka közeg és a második rész keveréke) ezt követően a HE-3 hőcserélőbe jut, ahol 11 mérési helyen mér-

hető fizikai paraméterekkel jellemzett állapotúvá hűlése közben felmelegíti a 15 és 16 mérési helyek között átáramló munkaközéget. A HE-3 hőcserélőt elhagyó munkaközéget T_4 fojtószelepen átvezetve 34 mérési helyen mérhető nyomásúra fojtjuk le, így a munkaközeg 12 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett állapotba kerül.

Visszatérve a T turbinához, az abba bejutó munkaközegnek csak egy részét vezetjük ki részlegesen expandált állapotban. A T turbinában maradó első részt egy alkalmasan megválasztott, alacsony nyomás eléréséig expandáljuk, majd ilyen állapotában a T turbinából kivezetjük. A termodinamikai ciklus ezzel bezárult.

A találmány szerinti berendezés 1. ábrán vázolt kiviteli alakjánál a T turbinából kivezetett és a 32 mérési helyen mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett állapotban lévő második rész összetétele megegyezik a 30 és 34 mérési helyeken mérhető fizikai paraméterekkel jellemzett állapotban lévő munkaközeg összetételével.

A találmány szerinti berendezés 2. ábrán vázolt kiviteli alakjánál a T turbinát T-1 első turbinaszakaszra és T-2 második turbinaszakaszra bontottuk. Ezen kiviteli alaknál a részlegesen expandált, dús közeg a nagyobb nyomású T-1 első turbinaszakaszt 31 kimeneten keresztül hagyja el. A munkaközegnek a 2. ábrán feltüntetett számokkal jelölt mérési helyeken mérhető fizikai paramétereit a 2. táblázatban foglaltuk össze. A találmány szerinti termodinamikai ciklust megvalósító berendezés 2. ábrán bemutatott kiviteli alakjával elérhető kimeneti értékeket a 6. táblázatban foglaltuk össze.

Amint a 2. ábrán jól látható, a T-1 első turbinaszakaszról jövő, részlegesen expandált, dús közeg két részre osztjuk: egy első részre, amit az alacsonyabb nyomású T-2 második turbinaszakaszban tovább expandálunk, valamint egy második részre, amit a

9 mérési helyen a ritka közeggel elegyítünk. A részlegesen expandált, dús közeget S-2 szeparátorba vezetjük, ahol gáznemű részre és folyékony részre választjuk szét. A második rész összetételét a 32 mérési helyen oly módon állítjuk be, hogy az a munkaközeggel a 9 mérési helyen a lehető leghatékonyabban keveredhessen. Az S-2 szeparátorban a munkaközeg alacsony forráspontú komponensben olyan szegénnyé válik, amennyire a telített folyadék csak lehet az S-2 szeparátorban fennálló nyomás és hőmérséklet mellett. Ebben az esetben az S-2 szeparátorból a T-2 turbinaszakaszba jutó 33 közeg az S-2 szeparátorban fennálló fizikai paraméterekkel jellemzett, telített gőz. A 32 mérési helyet elérő munkaközeg telített folyadék, illetve telített gőz tartalmának aránya függ attól, hogy mennyi 133 munkaközeget (telített gőzt) keverünk hozzá.

A találmány szerinti berendezés 3. ábrán vázolt kiviteli alakja az 1. ábrán vázolt kiviteli alaktól mindössze abban különbözik, hogy hiányzik belőle a HE-4 hőcserélő, és a T-1 első turbinaszakaszról részlegesen expandált dús közeget nem vezetünk ki. A termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósítására szolgáló berendezés 3. ábrán bemutatott kiviteli alakjánál az S szeparátorból kilépő forró munkaközeget közvetlenül a HE-3 hőcserélőbe vezetjük. A munkaközegnek a 3. ábrán feltüntetett számokkal jelölt mérési helyeken mérhető fizikai paramétereit a 3. táblázatban foglaltuk össze. A találmány szerinti termodinamikai ciklust megvalósító berendezés 3. ábrán bemutatott kiviteli alakjával elérhető kimeneti értékeket a 7. táblázatban foglaltuk össze.

A találmány szerinti berendezés 4. ábrán szemléltetett kiviteli alakja a 3. ábrán szemléltetett kiviteli alaktól mindössze annyiban különbözik, hogy abból a HE-2 hőcserélőt kihagytuk. A munkaközegnek a 4. ábrán feltüntetett számokkal jelölt mérési helyeken mérhető fizikai paramétereit a 4. táblázatban foglaltuk össze. A találmány szerinti termodinamikai ciklust megvalósító berendezés

4. ábrán bemutatott kiviteli alakjával elérhető kimeneti értékeket a 8. táblázatban foglaltuk össze. Annak ellenére, hogy a HE-2 hőcserélő kihagyása a ciklus hatásfokát jelentős mértékben csökkenti, azokban az esetekben, amikor a HE-2 hőcserélő beépítésével elérhető teljesítmény-nyereség alatta marad a HE-2 hőcserélő beépítési, valamint gyártási költségeinek, a HE-2 hőcserélő kihagyása gazdaságilag mindenképpen megfontolandó.

Általában véve elmondhatjuk, hogy a jelen találmány szerinti termodinamikai ciklust hagyományos berendezési elemek felhasználásával valósíthatjuk meg. Ennek megfelelően, a berendezési elemek speciálisan a hagyományos Rankine-ciklusban használatos hőcserélők, tartályok, szivattyúk, turbinák, valamint szelepek és szerelvények.

A munkaközeg kiterjedésekor a találmány szerinti berendezés ismertett kiviteli alakjainál hagyományos típusú turbinát hajt meg. Mindazonáltal a munkaközegnek nagy nyomású, energiadús állapotából alacsony nyomású, fáradt állapotába való, energiafelszabadulással kísért expanziója tetszőleges, a célnak megfelelő, hagyományos eszközzel is történhet. Ezen eszközök a területen járatos szakember számára teljesen nyilvánvalók. A felszabadított energiát ugyancsak tetszőleges, hagyományos módon tárolhatjuk el vagy használhatjuk fel. Ezen módozatok a területen járatos szakember számára ugyancsak ismeretesek.

Az előbbieken bemutatott kiviteli alakoknál az elterjedten használt fajsúly szerinti szeparátorokat alkalmazzuk, mint amilyenek például a hagyományos párologtató tartályok. A folyékony halmazállapotú munkaközegből a ritka, valamint a dús közeg létrehozására bármely olyan hagyományos berendezést felhasználhatunk, amely alkalmas arra, hogy egyetlen munkaközegből legalább két, egymástól eltérő összetételű munkaközeget állítson elő.

Kondenzáló egységként tetszőleges, széles körben ismert hőleadó berendezést alkalmazhatunk. Ennek megfelelően a kondenzáló egység például lehet egy vízhűtésen alapuló hőcserélő, vagy egy attól teljesen eltérő elven működő kondenzáló szerkezet.

A találmány szerinti termodinamikai ciklus folyamatos fenn-tartására különböző típusú hőforrásokat alkalmazhatunk.

#	nyomás [psiA]	X	hőmérsék- let [°F]	H [BTU/lb]	G/G30	tömeg- áram [lb/hr]	fázis
7	325,22	0,5156	202,81	82,29	0,5978	276778	SatLiquid
8	305,22	0,5156	169,52	44,55	0,5978	276778	Liq 28°
9	214,26	0,5156	169,50	44,55	0,5978	276778	Wet .9997
10	214,26	0,5533	169,52	90,30	0,6513	301549	Wet .9191
11	194,26	0,5533	99,83	-29,79	0,6513	301549	Liq 53°
12	85,43	0,5533	99,36	-29,79	0,6513	301549	Wet .9987
13	85,43	0,7000	99,83	174,41	1	463016	Wet .6651
14	84,43	0,7000	72,40	-38,12	1	463016	SatLiquid
15	350,22	0,7000	94,83	-13,08	1	463016	Liq 73°
16	335,22	0,7000	164,52	65,13	1	463016	SatLiquid
117	335,22	0,7000	164,52	65,13	0,8955	463016	SatLiquid
17	325,22	0,7000	203,40	302,92	0,8955	414621	Wet .5946
118	335,22	0,7000	164,52	65,13	0,1045	463016	SatLiquid
18	325,22	0,7000	197,81	281,00	0,1045	48395	Wet .6254
19	325,22	0,7000	202,81	300,63	1	463016	Wet .5978
21	355,22	0,7000	73,16	-36,76	1	463016	Liq 96°
29	84,93	0,7000	95,02	150,73	1	463016	Wet .6984
30	325,22	0,9740	202,81	625,10	0,4022	186238	SatVapor
32	214,26	0,9740	170,19	601,53	0,0535	24771	Wet .0194
34	85,43	0,9740	104,60	555,75	0,3487	161467	Wet .0467
23		víz	64,40	32,40	9,8669	4568519	
24		víz	83,54	51,54	9,8669	4568519	
25		víz	208,40	176,40	5,4766	2535750	
26		víz	169,52	137,52	5,4766	2535750	

1. táblázat

#	nyomás [psiA]	X	hőmérsék- let [°F]	H [BTU/lb]	G/G30	tömeg- áram [lb/hr]	fázis
7	325,22	0,5156	202,81	82,29	0,5978	276778	SatLiquid
8	305,22	0,5156	169,52	44,55	0,5978	276778	Liq 28°
9	214,19	0,5156	169,48	44,55	0,5978	276778	Wet .9997
10	214,19	0,5523	169,52	89,23	0,6570	304216	Wet .921
11	194,19	0,5523	99,74	-29,96	0,6570	304216	Liq 53°
12	85,43	0,5523	99,53	-29,96	0,6570	304216	Wet .9992
13	85,43	0,7000	99,74	173,96	1	463016	Wet .6658
14	84,43	0,7000	72,40	-38,12	1	463016	SatLiquid
15	350,22	0,7000	94,74	-13,18	1	463016	Liq 73°
16	335,22	0,7000	164,52	65,13	1	463016	SatLiquid
117	335,22	0,7000	164,52	65,13	0,8955	463016	SatLiquid
17	325,22	0,7000	203,40	302,92	0,8955	414621	Wet .5946
118	335,22	0,7000	164,52	65,13	0,1045	463016	SatLiquid
18	325,22	0,7000	197,81	281,00	0,1045	48395	Wet .6254
19	325,22	0,7000	202,81	300,63	1	463016	Wet .5978
21	355,22	0,7000	73,16	-36,76	1	463016	Liq 96°
29	84,93	0,7000	94,96	150,38	1	463016	Wet .6989
30	325,22	0,9740	202,81	625,10	0,4022	186238	SatVapor
31	214,69	0,9740	170,63	602,12	0,4022	186238	Wet .0189
32	214,69	0,9224	170,63	539,93	0,0593	27437	Wet .1285
33	214,69	0,9829	170,63	612,87	0,3430	158800	SatVapor
34	85,43	0,9829	102,18	564,60	0,3430	158800	Wet .0294
35	214,69	0,5119	170,63	45,44	0,0076	3527	SatLiquid
23		víz	64,40	32,40	9,8666	4568371	
24		víz	83,50	51,50	9,8666	4568371	
25		víz	208,40	176,40	5,4766	2535750	
26		víz	169,52	137,52	5,4766	2535750	

2. táblázat



#	nyomás [psiA]	X	hőmérsék- let [°F]	H [BTU/lb]	G/G30	tömeg- áram [lb/hr]	fázis
10	291,89	0,4826	203,40	80,72	0,6506	294484	SatLiquid
11	271,89	0,4826	109,02	-23,56	0,6506	294484	Liq 89°
12	75,35	0,4826	109,07	-23,56	0,6506	294484	Wet .9994
13	75,35	0,6527	109,02	180,50	1	452648	Wet .6669
14	74,35	0,6527	72,40	-47,40	1	452648	SatLiquid
15	316,89	0,6527	103,99	-12,43	1	452648	Liq 64°
16	301,89	0,6527	164,52	55,41	1	452648	SatLiquid
17	291,89	0,6527	203,40	273,22	1	452648	Wet .6506
21	321,89	0,6527	73,04	-46,18	1	452648	Liq 97°
29	74,85	0,6527	100,84	146,74	1	452648	Wet .7104
30	291,89	0,9693	203,40	631,64	0,3494	158164	SatVapor
34	75,35	0,9693	108,59	560,44	0,3494	158164	Wet .0474
23		víz	64,40	32,40	8,1318	3680852	
24		víz	88,27	56,27	8,1318	3680852	
25		víz	208,40	176,40	5,6020	2535750	
26		víz	169,52	137,52	5,6020	2535750	

3. táblázat

#	nyomás [psiA]	X	hőmérsék- let [°F]	H [BTU/lb]	G/G30	tömeg- áram [lb/hr]	fázis
10	214,30	0,4059	203,40	80,05	0,7420	395533	SatLiquid
11	194,30	0,4059	77,86	-55,30	0,7420	395533	Liq 118°
12	52,48	0,4059	78,17	-55,30	0,7420	395533	Liq 32°
29	52,48	0,5480	104,46	106,44	1	533080	Wet .7825
14	51,98	0,5480	72,40	-60,06	1	533080	SatLiquid
21	244,30	0,5480	72,83	-59,16	1	533080	Liq 98°
16	224,30	0,5480	164,52	41,26	1	533080	SatLiquid
17	214,30	0,5480	203,40	226,20	1	533080	Wet .742
30	214,30	0,9567	203,40	646,49	0,2580	137546	SatVapor
34	52,48	0,9567	114,19	571,55	0,2580	137546	Wet .0473
23		víz	64,40	32,40	5,7346	3057018	
24		víz	93,43	61,43	5,7346	3057018	
25		víz	208,40	176,40	4,7568	2535750	
26		víz	169,52	137,52	4,7568	2535750	

4. táblázat

5. táblázat

A KCS34 típusú berendezés 1. kiviteli alakjának teljesítmény- adatai

Befektetett hő	28893,87 kW	237,78 BTU/lb
Leadott hő	25638,63 kW	210,99 BTU/lb
Turbina teljes entalpiaesése	3420,86 kW	28,15 BTU/lb
Turbina által végzett munka	3184,82 kW	26,21 BTU/lb
Szivattyúba táplált energia (ΔH 1,36)	175,97 kW	1,45 BTU/lb
Táplálás + hűtőszivattyú fogyasztása	364,36 kW	3,00 BTU/lb
Hasznos munka	2820,46 kW	23,21 BTU/lb
Összhozam	3184,82 kWe	
Termodinamikai ciklus hozama	3008,85 kWe	
Hasznos hozam	2820,46 kWe	
Nettó hatásfok	9,76 %	
Termodinamika második főtételéből következő korlát	17,56 %	
Termodinamika második főtétele szerinti hatásfok	55,58 %	
Fajlagos Brine fogyasztás	899,05 lb/kW hr	
Fajlagos teljesítmény hozam	1,11 Watt hr/lb	

6. táblázat

A KCS34 típusú berendezés 2. kiviteli alakjának teljesítmény-adatai

Turbina tömegárama	58,34 kg/s	463016 lb/hr
Térfogatáram a 30 sz. mérési helyen	4044,45 l/s	514182 ft ³ /hr
Befektetett hő	28893,87 kW	212,93 BTU/lb
Leadott hő	25578,48 kW	188,50 BTU/lb
Turbina teljes entalpiaesése	3500,33 kW	25,80 BTU/lb
Turbina által végzett munka	3258,81 kW	24,02 BTU/lb
Szivattyúba táplált energia (ΔH 1,36)	196,51 kW	1,45 BTU/lb
Táplálás + hűtőszivattyú fogyasztása	408,50 kW	3,01 BTU/lb
Hasznos munka	2850,29 kW	21,00 BTU/lb
Összhozam	3258,81 kWe	
Termodinamikai ciklus hozama	3062,30 kWe	
Hasznos hozam	2850,29 kWe	
Nettó hatásfok	9,86 %	
Termodinamika második főtételéből következő korlát	17,74 %	
Termodinamika második főtétele szerinti hatásfok	55,60 %	
Fajlagos Brine fogyasztás	889,65 lb/kW hr	
Fajlagos teljesítmény hozam	1,12 Watt hr/lb	

7. táblázat

A KCS34 típusú berendezés 3. kiviteli alakjának teljesítmény- adatai

Turbina tömegárama	57,03 kg/s	452648 lb/hr
Térfogatáram a 30 sz. mérési helyen	4474,71 l/s	568882 ft ³ /hr
Befektetett hő	28893,87 kW	217,81 BTU/lb
Leadott hő	25754,18 kW	194,14 BTU/lb
Turbina teljes entalpiaesése	3300,55 kW	24,88 BTU/lb
Turbina által végzett munka	3072,82 kW	23,16 BTU/lb
Szivattyúba táplált energia (ΔH 1,21)	170,92 kW	1,29 BTU/lb
Táplálás + hűtőszivattyú fogyasztása	341,75 kW	2,58 BTU/lb
Hasznos munka	2731,07 kW	20,59 BTU/lb
Összhozam	3072,82 kWe	
Termodinamikai ciklus hozama	2901,89 kWe	
Hasznos hozam	2731,07 kWe	
Nettó hatásfok	9,45 %	
Termodinamika második főtételéből következő korlát	17,39 %	
Termodinamika második főtétele szerinti hatásfok	54,34 %	
Fajlagos Brine fogyasztás	928,48 lb/kW hr	
Fajlagos teljesítmény hozam	1,08 Watt hr/lb	
Gőzfejlesztőbe kerülő hő	15851,00 kW	577,22 BTU/lb
Leadott hő	10736,96 kW	390,99 BTU/lb

8. táblázat

A KCS34 típusú berendezés 4. kiviteli alakjának teljesítmény-adatai

Turbina tömegárama	67,17 kg/s	533080 lb/hr
Térfogatáram a 30 sz. mérési helyen	7407,64 l/s	941754 ft ³ /hr
Befektetett hő	28893,87 kW	184,94 BTU/lb
Leadott hő	26012,25 kW	166,50 BTU/lb
Turbina teljes entalpiaesése	3020,89 kW	19,34 BTU/lb
Turbina által végzett munka	2812,45 kW	18,00 BTU/lb
Szivattyúba táplált energia (ΔH 0,89)	147,99 kW	0,95 BTU/lb
Táplálás + hűtőszivattyú fogyasztása	289,86 kW	1,86 BTU/lb
Hasznos munka	2522,59 kW	16,15 BTU/lb
Összhozam	2812,45 kWe	
Termodinamikai ciklus hozama	2664,46 kWe	
Hasznos hozam	2522,59 kWe	
Nettó hatásfok	8,73 %	
Termodinamika második főtételéből következő korlát	17,02 %	
Termodinamika második főtétele szerinti hatásfok	51,29 %	
Fajlagos Brine fogyasztás	1055,22 lb/kW hr	
Fajlagos teljesítmény hozam	0,99 Watt hr/lb	

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Eljárás hőenergia hasznos energiává történő átalakítására szolgáló termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósítására, *azzal jellemezve*, hogy külső hőforrással alacsony forráspontú komponensből és annak forráspontjánál magasabb forráspontú komponensből álló munkaközeget felmelegítünk, ezáltal felmelegített, gáznemű munkaközeget hozunk létre, majd a felmelegített, gáznemű munkaközeget első szeparátorban felmelegített, gáznemű, alacsony forráspontú komponensben gazdag közegre ("dús közegre") és alacsony forráspontú komponensben szegény közegre ("ritka közegre") választjuk szét, majd ezt követően a felmelegített, gáznemű, dús közeget expandáljuk, ezzel annak energiáját felhasználható formába alakítjuk át, miközben a dús közeget expandált, fáradt, dús közeggé változtatjuk, majd végezetül a ritka közeget és az expandált, fáradt, dús közeget egymással elegyítjük, amivel ismét a kezdeti munkaközeghez jutunk vissza.

2. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a munkaközeget az elegyítés után, de még a külső hőforrással való melegítés előtt első hőcserélőben hőenergiája egy részének alacsony hőmérsékletű forrásnak történő leadása mellett kondenzáljuk, majd ezt követően nyomását szivattyúval megnöveljük.

3. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a munkaközeget első expanziós lépésben és második expanziós lépésben expandáljuk, ahol az első expanziós lépés során a felmelegített, gáznemű, dús közeget részlegesen expandáljuk, amivel részlegesen expandált, dús közeget hozunk létre, majd ezt követően a részlegesen expandált, dús közeget első részre és második részre bontjuk, továbbá az első részt a második expanziós lépésben tovább expandáljuk, amivel az expandált, fáradt, dús közeget hozzuk létre, majd végezetül, mielőtt a ritka közeget ez utóbbival elegyítenénk, a második részt a ritka közeggel elegyítjük.

4. A 2. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy mielőtt a munkaközeget kondenzálnánk, hőenergiájának egy részét második hőcserélőben, nyomásának megnövelése után lévő, de a külső hőforrással való melegítése előtt álló munkaközegnek adjuk át.

5. A 2. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a ritka közeg hőenergiájának egy részét harmadik hőcserélőben, nyomásának megnövelése után lévő, de a külső hőforrással való melegítése előtt álló munkaközegnek adjuk át.

6. A 4. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a ritka közeg hőenergiájának egy részét harmadik hőcserélőben, a második hőcserélőben való hőfelvétele után lévő, de a külső hőforrással való melegítése előtt álló munkaközegnek adjuk át.

7. A 2. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a munkaközeget nyomásának megnövelése után, de a külső hőforrással való melegítése előtt első rész munkaközegre és második rész munkaközegre bontjuk, majd az első rész munkaközeget a külső hőforrással felmelegítjük, miáltal felmelegített, első rész munkaközeget hozunk belőle létre, amit ezután a második rész munkaközeggel elegyítünk, minek eredményeképpen a felmelegített, gáznemű munkaközeget kapjuk.

8. A 7. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a ritka közeg hőenergiájának egy részét továbbá negyedik hőcserélőben a második rész munkaközegnek adjuk át.

9. Az 1. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a külső hőforrással a melegítést ötödik hőcserélőben végezzük.

10. A 3. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a szétválasztás során a részlegesen expandált, dús közeget gáznemű részre és folyékony részre választjuk szét, ahol az első rész legalább részben a gáznemű részből, míg a második rész a folyékony részből áll.



11. A 10. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a gáznemű résznek legalább egy részét a folyadék résszel elegyítjük, és így a második részt hozzuk létre.

12. A 3. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy mielőtt a munkaközeget a külső hőforrással melegítenénk, hőcserélőben a ritka közegből a második résszel hőenergiát adunk át annak.

13. Berendezés hőenergia hasznos energiává történő átalakítására szolgáló termodinamikai ciklus gyakorlati megvalósítására, *azzal jellemezve*, hogy alacsony forráspontú komponensből és annak forráspontjánál magasabb forráspontú komponensből álló munkaközeget külső hőforrással felmelegítő, ezáltal a munkaközeget felmelegített, gáznemű munkaközeggé alakító melegítő egysége, a felmelegített, gáznemű munkaközeget fogadó és felmelegített, gáznemű, alacsony forráspontú komponensben gazdag közeget ("dús közeget"), valamint alacsony forráspontú komponensben szegény közeget ("ritka közeget") kibocsátó első szeparátora (S), a felmelegített, gáznemű, dús közeget fogadó, annak energiáját felhasználható formába átalakító és expandált, fáradt, dús közeget kibocsátó expandáló egysége, továbbá a ritka közeget és az expandált, fáradt, dús közeget egymással elegyítő, ezáltal a kezdeti munkaközeget újra kialakító, kimenetével a melegítő egység bemenetére csatlakoztatott első elegyítő egysége van.

14. A 13. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy az első elegyítő egység és a melegítő egység közé becsatlakoztatott, a munkaközeg hőenergiájának egy részét alacsony hőmérsékletű forrásnak való átadása mellett munkaközeget kondenzáló első hőcserélője (HE-1) és a munkaközeg nyomását ezután megnövelő szivattyúja (P) is van.

15. A 13. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy az expandáló egység a felmelegített, gáznemű, dús közeget fogadó és azt részlegesen expandált, dús közeg formájában kibo-



csátó, és ez utóbbit fogadó és első részre, valamint második részre szétválasztó munkaközegosztó egységgel is ellátott első expanziós egységből, továbbá az első részt fogadó és azt expandáló, majd expandált, fáradt, dús közeg formájában kibocsátó, és a második részt a ritka közegnek az expandált, fáradt, dús közeggel az első elegyítő egységben való elegyítését megelőzően elegyítő, második elegyítő egységgel is ellátott második expanziós egységből áll.

16. A 14. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a munkaközeg hőenergiájának egy részét a munkaközeg kondenzálása előtt, a munkaközeg nyomásának a szivattyúval (P) való megnövelése után lévő, de a melegítő egységben a külső hőforrással való melegítés előtt álló munkaközegnek átadó második hőcserélője (HE-2) is van.

17. A 14. igénypont szerinti elrendezés, *azzal jellemezve*, hogy a ritka közeg hőenergiájának egy részét a munkaközeg nyomásának a szivattyúval (P) való megnövelése után lévő, de a melegítő egységben a külső hőforrással való melegítés előtt álló munkaközegnek átadó harmadik hőcserélője (HE-3) is van.

18. A 16. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a ritka közeg hőenergiájának egy részét a második hőcserélőben (HE-2) való melegítés után lévő, de a melegítő egységben a külső hőforrással való melegítés előtt álló munkaközegnek átadó harmadik hőcserélője (HE-3) is van.

19. A 14. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy nyomásának a szivattyúval (P) való megnövelése után lévő, de a melegítő egységben a külső hőforrással való melegítés előtt álló munkaközeg első részmunkaközegre és második részmunkaközegre szétválasztó munkaközegosztó egysége, valamint harmadik elegyítő egysége is van, ahol a melegítő egység az első részmunkaközeget melegítő kialakítású, továbbá ahol a harmadik elegyítő egység a felmelegített, első részmunkaközeg a második



rész munkaközeggel elegyítő, és ezáltal a felmelegített, gáznemű munkaközegzet létrehozó kialakítású.

20. A 19. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a ritka közeg hőenergiájának egy részét a második rész munkaközegnek átadó negyedik hőcserélője (HE-4) is van.

21. A 13. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a melegítő egység ötödik hőcserélőként (HE-5) van kialakítva.

22. A 15. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a munkaközegosztó egységnek a részlegesen expandált, dús közegzet fogadó, azt gáznemű részre és folyékony részre szétválasztó második szeparátora (S_2) is van, ahol az első rész legalább részben a gáznemű részből, míg a második rész a folyékony részből áll.

23. A 22. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a munkaközegosztó egységnek a második szeparátorból (S_2) érkező gáznemű rész legalább egy részét a második szeparátorból (S_2) érkező folyékony résszel elegyítő és ezáltal a második részt kialakító negyedik elegyítő egysége is van.

24. A 15. igénypont szerinti berendezés, *azzal jellemezve*, hogy a ritka közegből a második résszel a munkaközegnek még a külső hőforrással való, a melegítő egységben történő melegítése előtt hőenergiát átadó, további hőcserélővel is rendelkezik.

mellettel:

4 db rajz (4 db ábra)

R:

A bejelentő helyett
a meghatalmazott:

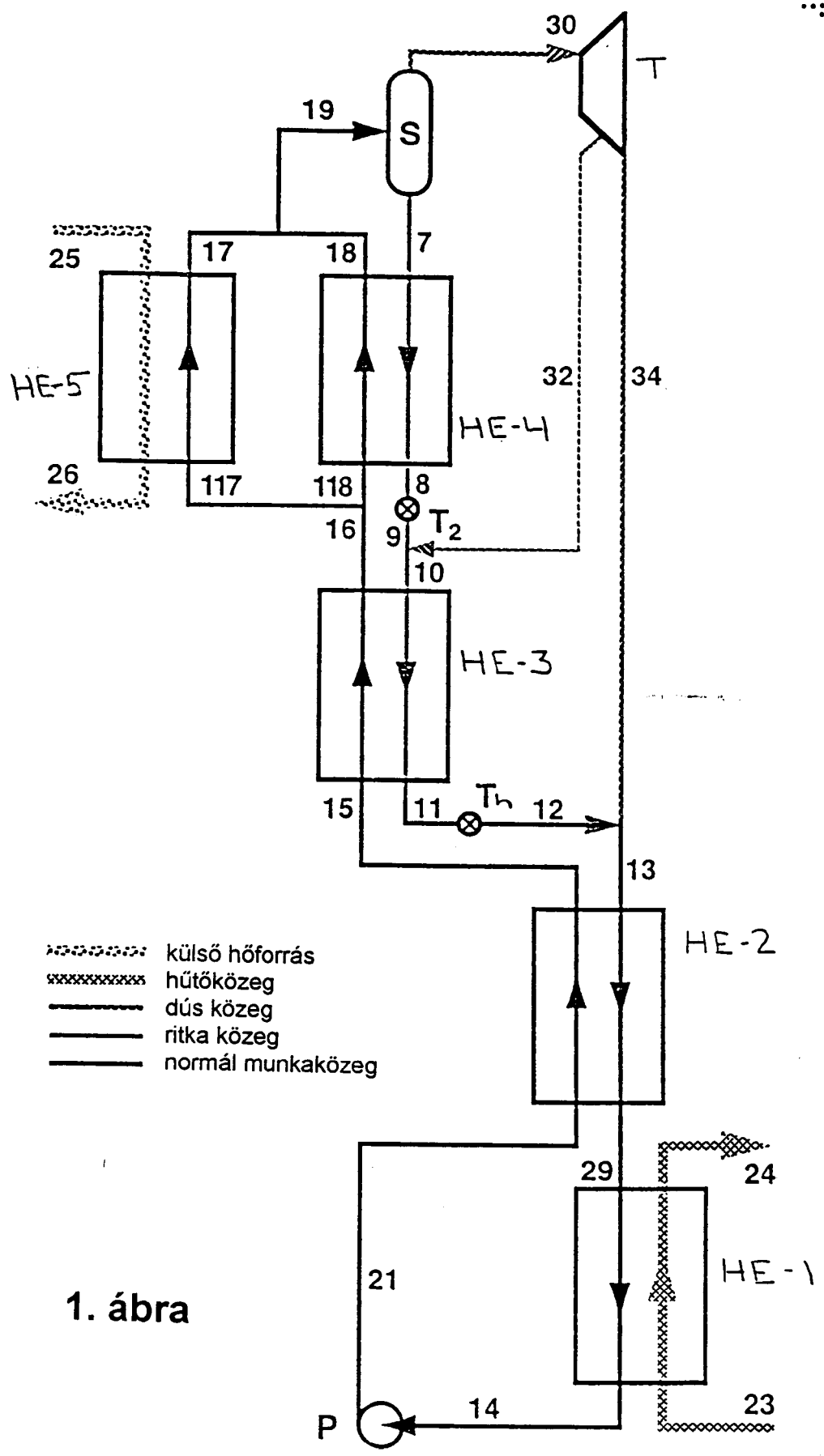
DANUBIA

Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.



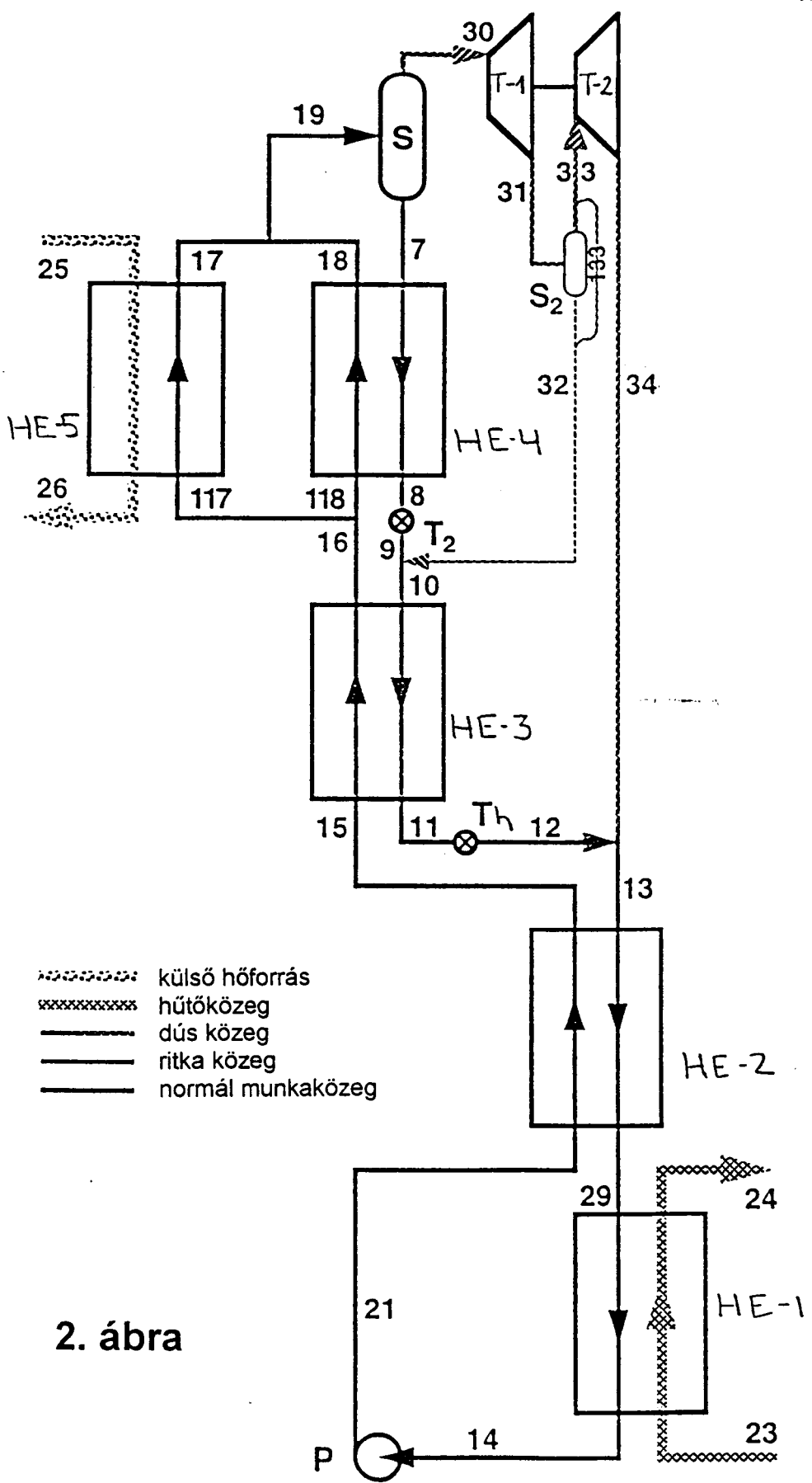
HIVATKOZÁSI SZÁMOK JEGYZÉKE

7	mérési hely
8	mérési hely
9	mérési hely
10	mérési hely
11	mérési hely
12	mérési hely
13	mérési hely
14	mérési hely
15	mérési hely
16	mérési hely
17	második kimenet
18	mérési hely
19	mérési hely
21	mérési hely
23	mérési hely
24	mérési hely
25	első bemenet
26	első kimenet
29	mérési hely
30	mérési hely
32	mérési hely
33	közeg
34	mérési hely
117	második bemenet
118	mérési hely
133	munkaközeg
HE-1	hőcserélő
HE-2	hőcserélő
HE-3	hőcserélő
HE-4	hőcserélő
HE-5	hőcserélő
P	szivattyú
S	szeparátor
S ₂	szeparátor
T ₂	fojtószelep
T ₄	fojtószelep
T	turbina
T-1	első turbinaszakasz
T-2	második turbinaszakasz



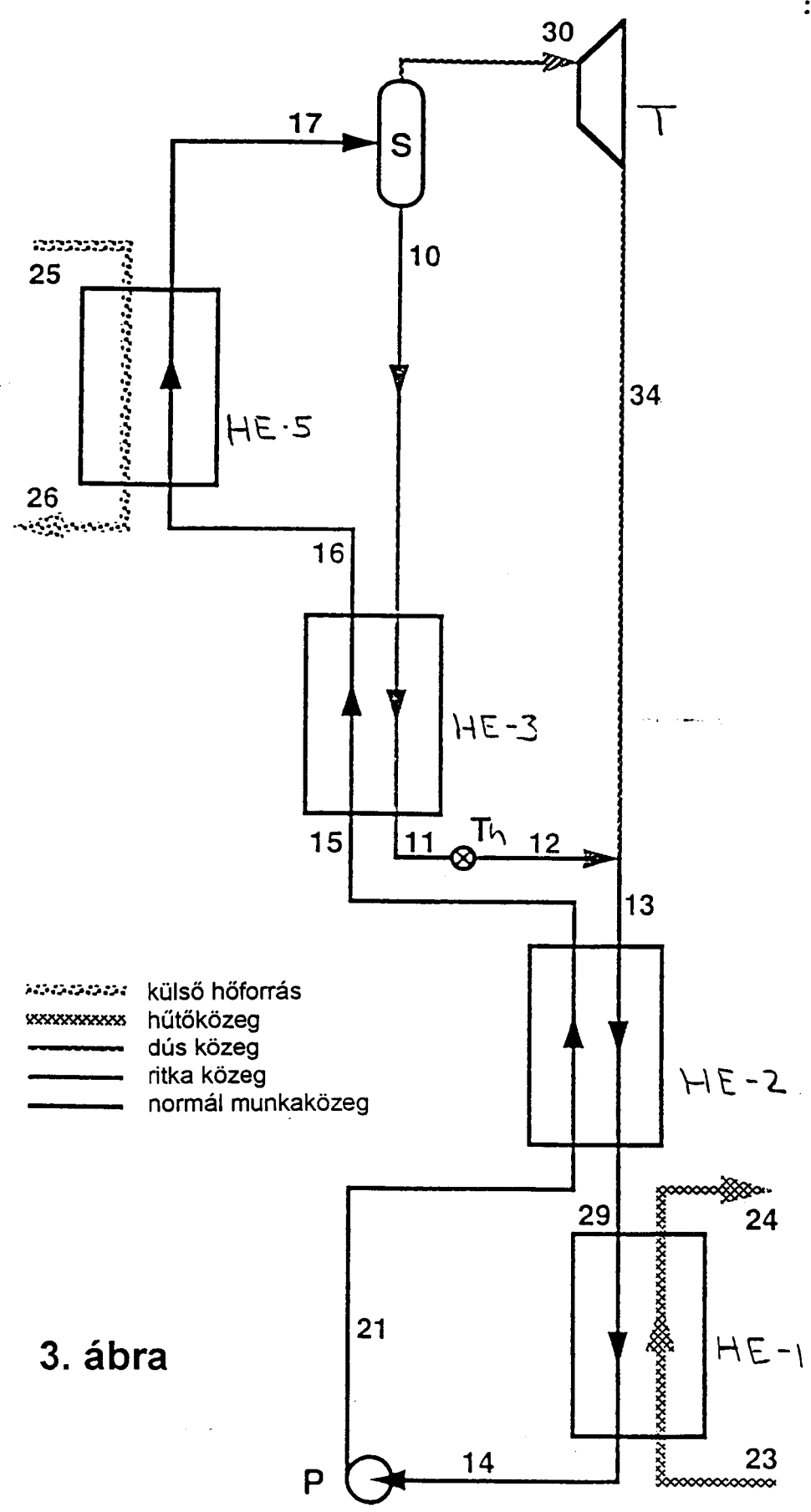
..... külső hőforrás
 xxxxxxxx hűtőközeg
 ————— dús közeg
 ————— ritka közeg
 ————— normál munkaközeg

1. ábra



- külső hőforrás
- xxxxxxx hűtőközeg
- dús közeg
- ritka közeg
- normál munkaközeg

2. ábra



3. ábra

