



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

203721

(11) (B1)

(22) Přihlášeno 23 02 79
(21) (PV 1244-79)

(40) Zveřejněno 30 06 80

(45) Vydáno 15 05 83

(51) Int. Cl.³
F 28 C 1/00

(75)

Autor vynálezu

SÝKORA DALIBOR ing., PRAHA

(54) Chladicí věž, zejména pro jaderné elektrárny středního a velkého výkonu

1

Předmětem vynálezu je chladicí věž zejména pro jaderné elektrárny středního a velkého výkonu, které jako zdroj tepelné energie používají například dnes nejrozšířenější lehkovodní heterogenní jaderný reaktor tlakovodního nebo varného typu.

Vynález řeší technickou problematiku velkých chladicích věží a tím i navazující provozně bezpečnostní problematiku jaderných elektráren. Předmětná technická úprava respektive nainstalované přídavné zařízení chladicí věže zlepšuje její parametry i pracovní charakteristiku zejména v dochlazovacím tj. minimálním, případně i v maximálním výkonovém provozním režimu dané jaderné elektrárny.

Dnešní technika odvodu nízkopotenciálního tepla představuje především u velkých jaderných elektráren významnou komplexní technickou ekonomickou, jaderně bezpečnostní i klimaticko ekologickou problematiku, vázanou tedy i na hodnoty příslušných ukazatelů či údajů o té které konkrétní lokalitě. Proto se na různých staveništích s rozdílnými podmínkami a omezeními uplatnily prakticky už všechny známé způsoby a systémy zařízení pro přenos a rozptyl nízkopotenciálního tepla do okolního prostředí. Mnohé elektrárny umístěné v blízkosti dostatečně velkých vodních toků mají průtočné

2

chlazení kondenzátorů turbin. Toto chlazení je ekonomicky nejvýhodnější. Velká většina stavenišť zejména jaderných elektráren vyžaduje ale realizaci uzavřených chladicích okruhů, ze kterých se nízkopotenciální teplo přenáší především do vzduchu prostřednictvím chladicích věží různých koncepcí a odlišných konstrukčních variant.

Některé chladicí věže nového typu pracují v kombinovaném režimu, který umožňuje rozdělovat zatížení okolního prostředí mezi atmosféru a řeku v oblastech, kde předepsané omezení teploty vody v řece dovozuje průtočné chlazení jen po část roku. Rostoucí výkony elektráren na jedné straně a stále přísnější omezení z hlediska nepříznivého ovlivňování životního prostředí na straně druhé, korigují trend vývoje tohoto odvětví chladicí techniky směrem k aplikacím i chladicích věží nekonvenčních, jakož i k využití dostatečně velkých vodních ploch s intenzifikovaným přenosem tepla z vody do vzduchu pomocí sprch. Nutno zdůraznit, že poslední způsob při aplikaci termodynamicky a hydrodynamicky optimálního desintegrčního elementu se dnes pokládá za velmi perspektivní a konkurenceschopný.

Skutečností zatím však zůstává, že převážná většina jaderných elektráren dnes už provozovaných nebo budovaných, jakož i no-

vě projektovaných, využívá respektive počítá s konvenčními mokřými věžemi s přirozeným a/nebo umělým tahem vzduchu. Vzhledem k tepelné účinnosti a výkonům jaderných elektráren a lehkovodními reaktory jsou jejich chladicí věže relativně větší a jsou na ně kladeny další a přísnější provozní požadavky než na chladicí věže klasických elektráren. Důležitým kritériem technické úrovně a jakosti provedení chladicí věže je její funkce v extrémních nenominálních provozních režimech, jimiž jsou zejména režim havarijního dochlazování a režim maximálního výkonu jaderné elektrárny v nejteplejších letních dnech. Současné chladicí věže mají potíže jednak se stabilitou minimálního provozu danou nerovnoměrností průtoku vody a tím i vzduchu při výkonech řádu několika procent výkonu jmenovitého, jednak s dosažením jmenovitého výkonu v letních teplotně respektive klimaticky extrémních dnech, což jsou jejich nevýhody.

Výše uvedené nevýhody jsou redukovány u chladicí věže s klasickým protiproudým případně křížovým průtokem vody a vzduchu, mající pod rozvodným zařízením, jímž jsou buď uzavřené trouby nebo otevřené radiální případně obvodové žlaby, chladicí systém, podle vynálezu spočívajícího v tom, že pod úrovní rozvodného zařízení, např. žlabů a nad úrovní dna je uvnitř a/nebo vně chladicí věže instalováno přídavné distribuční potrubí s tryskami napojené na vlastní nebo na základní přívod oteplené vody přímo nebo přes uzavírací armaturu. Přitom trysky jsou umístěny zejména nad pasivní částí plochy dna, případně i nad přídavnou plochou, která je buď integrální součástí chladicí věže a/nebo detašovanou bazénovou plochou hybridního chladicího systému situovanou na trase chladicí vody nebo v její blízkosti.

Technický pokrok charakterizovaný vyšším účinkem chladicí věže podle vynálezu dokládá i zřejmá převaha níže uvedených hlavních výhod nad určitými vždy existujícími nevýhodami nových technických řešení. Výhodami zde jsou tyto skutečnosti. Jednoduchým přídavným sprchovým zařízením je vyřešena problematika stabilního dlouhodobého minimálního provozního režimu chladicí věže, která pak spolehlivě zabezpečuje zejména havarijní dochlazování jaderné elektrárny. Za druhé, paralelním chodem základního a přídavného teploodvodného zařízení, zejména situovaného vně, lze dosáhnout nadjmenovitěho výkonu chladicí věže. Za třetí, přídavné sprchové zařízení je vysoce variabilní jak co do schéma napojení a členění na sekce a větve, tak z hlediska požadovaného výkonového vyložení distribučního potrubí a počtu i geometrie rozložení a nastavení trysek. Za čtvrté, k přenosu tepla z vody do vzduchu zajišťovanému přídavným sprchovým zařízením dochází především v hydraulicky nevyužitém vnitřním prostoru věže případně i v jejím okolí. Za

páté, instalace přídavného sprchového zařízení nevyžaduje jakoukoliv rekonstrukci ani větší úpravy chladicí věže. Za šesté, realizaci přídavného zařízení vyvolané investiční vícenáklady jsou minimální vzhledem jak k ceně chladicí věže, tak k významu tohoto přídavného zařízení. Za sedmé, přídavné distribuční potrubí s tryskami poskytuje cenné možnosti pokud jde o nastavení a optimální rozdělení výkonu na sekce, o vyrovnávání vlivu značně proměnných faktorů klimaticko-povětrnostních, i pokud jde o požadavky údržby. Za osmé, předmětné přídavné zařízení lze přiřadit, po účelné adaptaci jeho schéma a dispozičního řešení, k různě provedeným i různě koncipovaným chladicím věžím. Za deváté, při přímém, nebo přes stále otevřenou uzavírací armaturu provedeném napojení distribučního potrubí s tryskami na přívodní potrubí a/nebo stoupací kanál věže, pracuje toto přídavné sprchové zařízení trvale a s maximální možnou spolehlivostí, neboť neobsahuje jediný člen pracující na principu aktivní funkce. Za desáté, zařízení přídavného chladicího pod systému sprchového typu dává možnost realizovat doochlazení větší či menší části chladicí vody po průtoku věží ještě ve druhém tj. sprchovém stupni, pokud se jeho účelnost v některých zvláštních případech stane zřejmou. Za jedenácté, aplikací přídavného zařízení na suchou chladicí věž, která je atraktivní pro elektrárny s vysokoteplotním, případně rychlým reaktorem, se tato při funkci sprch stává věží polosuchou se spodním vlhčením teplosměnných ploch únosem jemné frakce vody vzduchem.

Na přiložených výkresech je velmi zjednodušeně znázorněna na obr. 1 dispozice mokré chladicí věže s přídavným sprchovým zařízením podle vynálezu a na obr. 2 a 3 půdorysná uspořádání vlastního distribučního potrubí. Na obr. 1 je stylizované nakreslen svislý řez spodní části konvenční mokré chladicí věže s přirozeným tahem vzduchu a s protiproudým průtokem vody a vzduchu. Dno 1, které tvoří základ nosné konstrukce chladicího systému, je na obvodu ohraničeno stěnou nádrže 2. Ve středu věže je stoupací kanál 3, jímž voda přitékající přívodním potrubím 4 stoupá do rozvodné komory 5. Odtud voda teče radiálně mnoha troubami nebo zde zakreslenými žlaby 6, které jsou hlavním prvkem rozvodu oteplené vody, nad blánový chladicí systém vytvořený z desek 7, uložených na trámech 8, které jsou podepřeny sloupy 9. Na stěně nádrže 2, která je zároveň obvodovým nosníkem celé věže, jsou zakotveny šikmé stojky 10 nesoucí plášť 11, který tvoří vysokou komínovou nástavbu mající tvar rotačního hyperboloidu. Přídavné sprchové zařízení sestává z distribučního potrubí 12 napojeného přímo nebo prostřednictvím uzavírací armatury 13 na stoupací kanál 3 a/nebo na přívodní potrubí 4 a z trysek 14. Tyto jsou rovnoměrně

ve skupinách rozesazeny podél distribučního potrubí 12. Při vyšších nárocích na výkon přídatného zařízení, kdy sprchy budou zasahovat respektive vystupovat do okolí věže, musí být provedeny i přídatné plochy 15. Pro zvláštní případy částečně dvoustupňového provozu nové chladicí věže má dno 1 vytvořenou přepážku 16. Mimo věž instalované pomocné chladicí čerpadlo 17 bude pomocným potrubím 18 spojeno s vnitřním vodním prostorem věže a s distribučním potrubím 12. Funkce základního zařízení chladicí věže je evidentní. Při normálním provozu stéká voda po deskách 7 a po odkápnutí z jejich spodních konců padá ve formě kapek na hladinu vody nacházející se nad dnem 1. Přitom se voda ochlazuje vzduchem proudícím dostředivě a vzhůru uvnitř chladicí věže. Funkce přídatného zařízení spočívá v současné trvalé spolupráci nebo jen v občasném odděleném provozu sprch vytvořených pomocí trysek 14, k nimž příslušné množství vody přivádí distribuční potrubí 12. Je zřejmé, že uzavírací armatura 13 vedle naznačeného samočinného ovládnutí od hladiny eventuálně od tlaku vody může být otevírána přímo nebo dálkově ručně, případně může být trvale otevřena během normálního provozu věže. Funkce dalšího přídatného zařízení, jehož případná instalace není podmíněna požadavky havarijního dochlazování reaktoru, spočívá v dodání potřebné čerpací práce pomocným chladicím čerpadlem 17 části již ve věži ochlazené vody za účelem jejího doochlazení ve stupním proudě vzduchu, případně ve vzduchu okolním a to jejím zavedením prostřednictvím pomocného potrubí 18 do distribučního potrubí 12 a tím do trysek 14. Při integrovaných řešeních distribučního potrubí

12 s chladicí věží je nezbytné rozdělit dno 1 dostatečně vysokou přepážkou 16 na dvě sousledné části, nebo alternativně instalovat zde neznázorněné vložené plovoucí bazény pro oddělený zachyt vody z trysek 14. Na obr. 2 je schematicky znázorněna radiálně uspořádaná dispozice distribučního potrubí 12, které je uzavíracími armaturami 13 rozděleno po pěti odstavitelných sekcích, z nichž každá zde má dvě větve. Napojení je provedeno na stoupač kanál 3, do něhož oteplená voda vtéká přívodním potrubím 4. Nečíslované trojúhelníčky značí přechodové kusy v místech změn průměru distribučního potrubí 12, které ve skutečnosti je sestaveno z rovných trub s mírnými místními ohyby. Na obr. 3 je schematicky znázorněno obvodové uspořádání distribučního potrubí 12. Uzavírací armatury 13 zde vytváří dvě odstavitelné sekce napojené na přívodní potrubí 4. Je evidentní, že obě varianty je možné a účelně kombinovat. Funkční popis obr. 2 a obr. 3 není nutný.

Konkrétní řešení chladicí věže podle vynálezu je rozpracováno pro jadernou elektrárnu střední velikosti se dvěma tlakovodními reaktory o tepelném výkonu 2×1375 MWt, respektive o elektrickém výkonu 2×440 MWe. Elektrárna má čtyři mokré chladicí věže konvenčního typu. Výška věže činí 120 m. Věž je navržena pro odvod cca 390 Gcal/hod. Přídatné sprchové zařízení je navrženo pro odvod cca 3,5% tepelného výkonu reaktoru, ke kterému dochází samočinně během dochlazování reaktoru.

Lze předpokládat, že využití předmětného vynálezu ve smyslu technického řešení dochlazování tlakovodních reaktorů zejména u nás budovaných jaderných elektráren má velkou naději na rychlou realizaci.

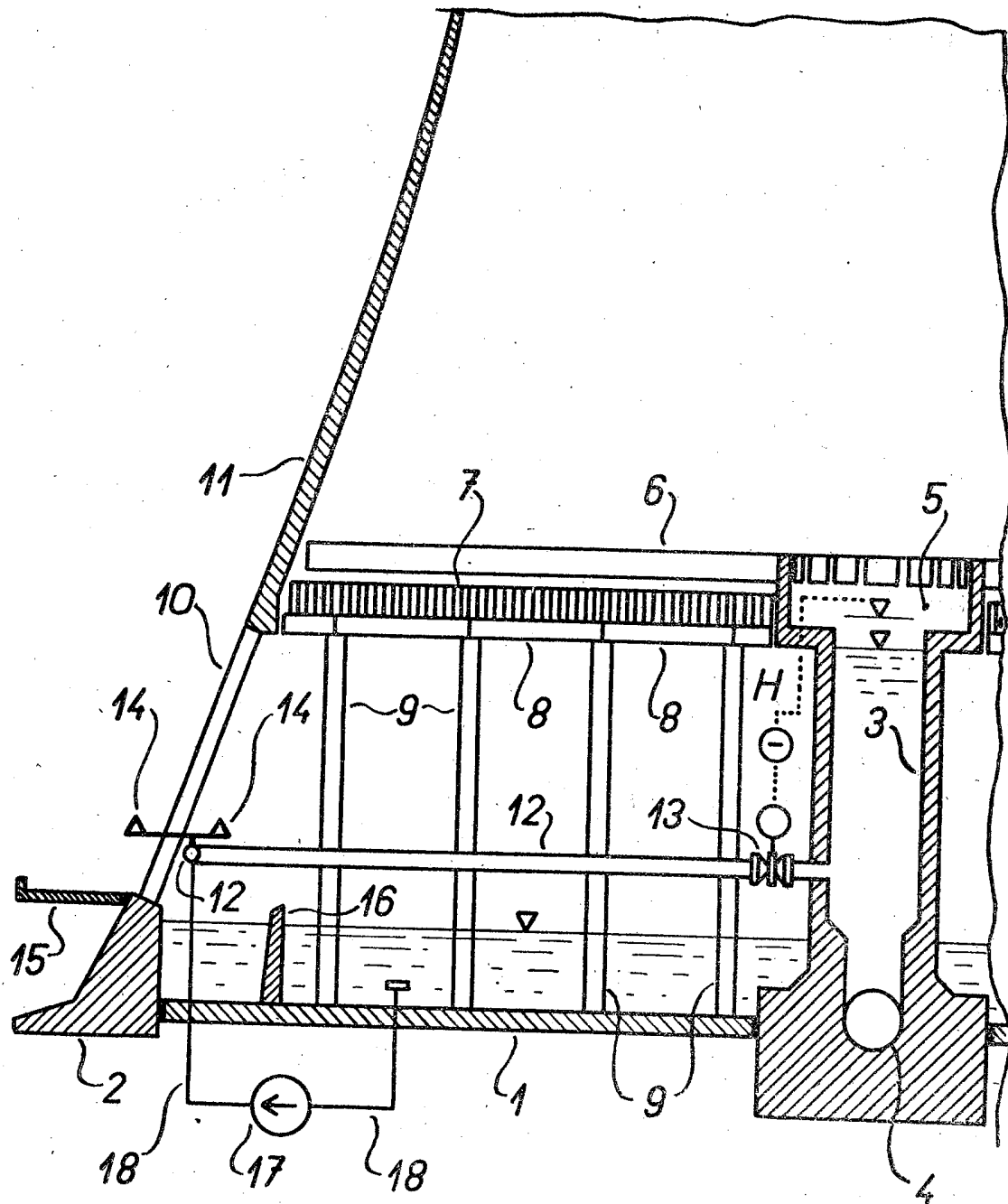
PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Chladicí věž zejména pro jaderné elektrárny středního a velkého výkonu, s protiproudým případně křížovým průtokem vody a vzduchu mající pod rozvodným zařízením, jímž jsou buď uzavřené trouby, nebo otevřené radiální případně obvodové žlaby, chladicí systém, vyznačená tím, že pod úrovní rozvodného zařízení například žlabů (6) a nad úrovní dna (1) uvnitř a/nebo vně chladicí věže je instalováno přídatné distribuční potrubí (12) s tryskami (14) napojené na vlastní nebo na základní přívod oteplené vody přímo nebo přes uzavírací

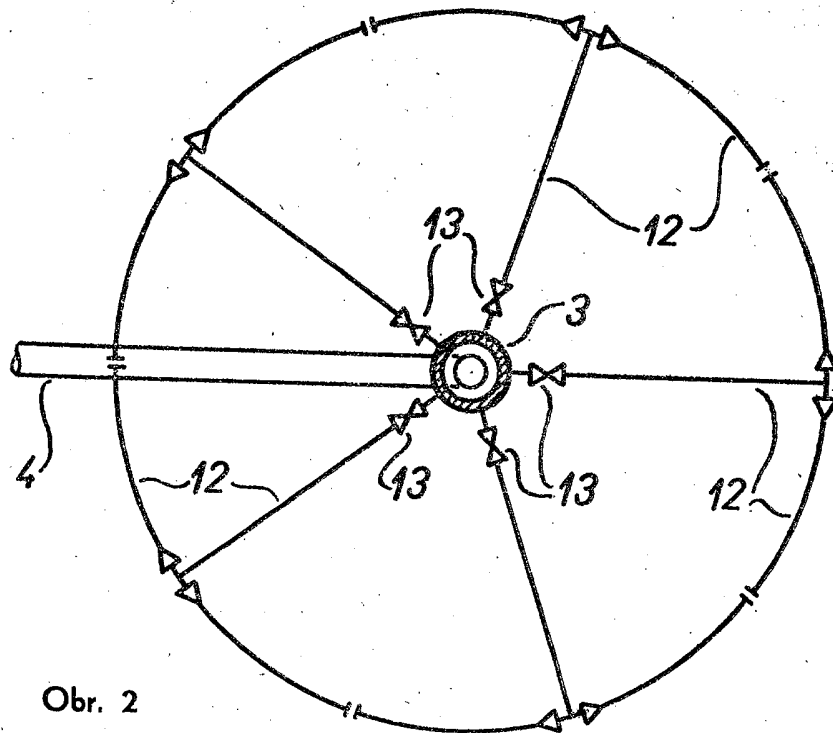
armaturu (13), přičemž trysky (14) jsou umístěny zejména nad pasivní částí plochy dna (1) případně i nad přídatnou plochou (15), která je buď integrální součástí chladicí věže a/nebo detašovanou bazénovou plochou hybridního chladicího systému situovanou na trase chladicí vody nebo v její blízkosti.

2. Chladicí věž podle bodu 1 vyznačená tím, že na dně (1) je vytvořena nad hladinu vody vyčnívající přepážka (16) pro dvoustupňové chlazení vody.

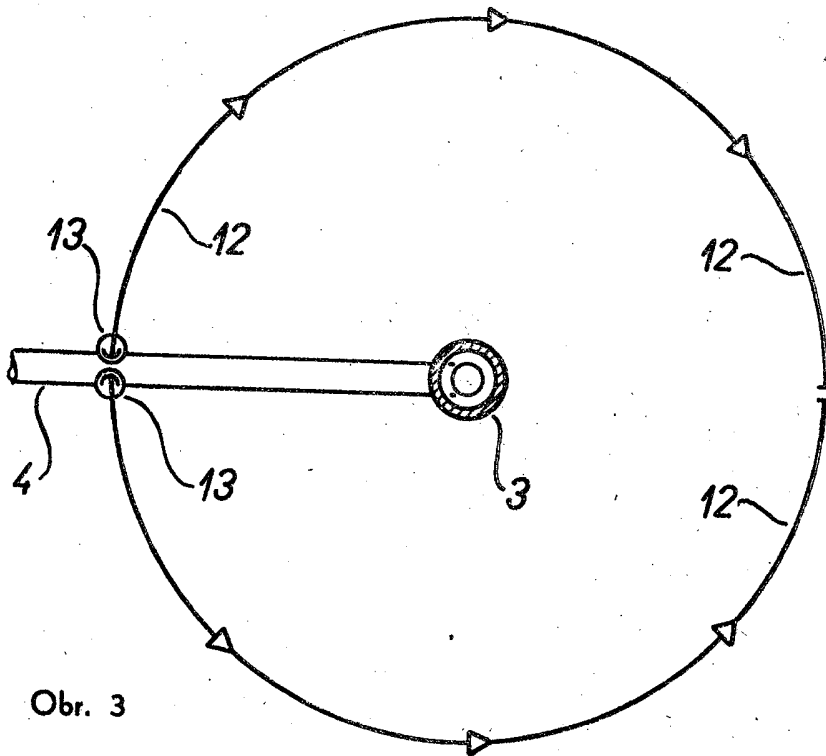
2 listy výkresů.



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3