



Duřák V.

Obsah zbylé vody vzduchosuchých vzorků

Provozně vývojové práce ORGREZ, seřit 49, str. 1

Článek uvádí první výsledky stanovení obsahu vody v uhlí s použitím důsledně hodnot obsahu vody zbylé, stanovené v laboratorním vzorku změna pod 3 mm — na rozdíl od běžných stanovení a výpočtů obsahu vody, které se denně provádějí v laboratorních dolech i energetiky.

Fandl E.

Postádenie materiálu parovodu po 180 000 h prevádzky

Provozně vývojové práce ORGREZ, seřit 49, str. 9

Hodnocení vybraných rozhodujících vlastností materiálu parovodu ostré páry. Zkoumaným materiálem je parovod z kotle K 1 elektrárny Hodonín po 180 000 hod. provozu.

Blecha K., Jura P.

Nasazení systému SM 53/20 pro řízení energetiky

Provozně vývojové práce ORGREZ, seřit 49, str. 16

Popis aplikace systému SM 53/20 pro řízení činného systému ES ČSSR, navrhovaného pro oblast působnosti ČSED Praha. Jsou však naznačeny možnosti jeho obecnějšího rozšíření.

Vick I.

3. európska výstava o nedeštruktívnom skúšaní materiálu

Provozně vývojové práce ORGREZ, seřit 49, str. 23

Autor seznamuje s náplní a programem 3. evropské výstavy o nedeštruktivním zkoušení materiálu, která se konala 15.—16. října 1964 ve Florencii.

Hrška P., Běřák J.

Nové způsoby najíždění vysokotlakých parních kotlů

Provozně vývojové práce ORGREZ, seřit 49, str. 25

Na základě osvětlení podstaty a přičiny výskytu poruch silnostěnných částí tlakového celku a vypracování výpočtové metody určování doby do vzniku defektů a jejich šíření v závislosti na provozních podmínkách byly realizovány nové způsoby najíždění vysokotlakých parních kotlů.

Trávníček J.

Zkoušky čerpadel chladičů vody JE Dukovany

Provozně vývojové práce ORGREZ, seřit 49, str. 33

Článek popisuje zkoušky čerpadel chladičů vody JE Dukovany, jejich rozsah a cíle. Rovněž jsou uvedeny provozní charakteristiky čerpadel.

Faltejšek M., Burian M.

Současný technický stav a diagnostika kotlových těles koncernu ČEZ

Provozně vývojové práce ORGREZ, seřit 49, str. 37

Článek podává hodnocení současného technického stavu kotlových těles kotlů instalovaných v koncernu ČEZ. Současně informuje o systému sledování technického stavu, systému evidence, interpretace výsledků výpočtu životnosti kotlových těles a technologii oprav.



Zkoušky čerpadel chladicí vody JE Dukovany

Ing. Jaroslav Trávníček,
odbor provozních analýz

1. Centrální čerpací stanice

Jaderná elektrárna Dukovany je složitý technologický komplex, sestávající z mnoha projektových souborů. Projektový soubor č. 16 zahrnuje centrální čerpací stanici. Tato je situována u chladicích věží v objektu jaderné elektrárny a sdružuje větší počet funkčně souvisejících i samostatných zařízení, sloužících k dopravě vody různého charakteru a důležitosti. Hlavním účelem centrální čerpací stanice je zajistit odvod tepla z kondenzátorů turbín a z ostatních míst primárního i sekundárního uzavřeného okruhu a doplňování ztrát výparem, únosem a průsakem. Odvod tepla se provádí v takové míře, aby byl zajištěn bezporuchový provoz elektrárny při maximální účinnosti.

Centrální čerpací stanice splňuje tyto funkce:

1. Čištění veškeré cirkulující vody strojně stíranými česlemi. Výjimkou je přídavná voda přiváděná z číření.
2. Čerpání chladicí vody na kondenzátory TG a na chladicí věže.
3. Čerpání vody do sítě technické vody důležité i nedůležité.
4. Čerpání požární vody do požární sítě.
5. Čerpání doplňovací vody do požární sítě při menším odběru a současně pro ostřik česlí.
6. Vyčerpání a odvodnění všech prostorů centrální čerpací stanice.

Protože zkoušky ORGREZu se zabývaly chladicími čerpadly, bude další popis věnován chladicímu okruhu. Ostatní zařízení centrální čerpací stanice budou pomínuta.

Ochlazená voda je přiváděna z chladicích věží do sacích jímek čerpadel dvěma zakrytými navzájem propojenými kanály. Jednotlivé kanály je možné zahradit. Čerpadla (4 kusy pro 2 reaktorové bloky) dopravují vodu potrubím Js 3200 do hlavního výrobního bloku ke kondenzátorům turbín. Oteplená voda je odváděna zpět na chladicí věže.

Přívod el. energie pro pohon motorů čerpadel je proveden odběrem z rozvodny HVB.

Cirkulaci chladicí vody zajišťují vertikální diagonální čerpadla 1600 BQDV, vyráběná v k. p. Sigma Lutín. Výkon každého čerpadla lze měnit natáčením lopatek oběžného kola el. servomotorem umístěným ve spojkové části hřídele čerpadla. Do výtlačného potrubí každého čerpadla je zabudován řízený klapkový uzávěr Js 1800 se současnou funkcí zpětné klapky.

Výtlačky čerpadel jsou napojeny do dvou výtlačných řádů Js 3200, které je možno vzájemně propojit přes uzavírací armaturu. Celá situace je přehledně znázorněna na obr. 1.

Čerpadla 1600 BQDV mají tyto parametry:

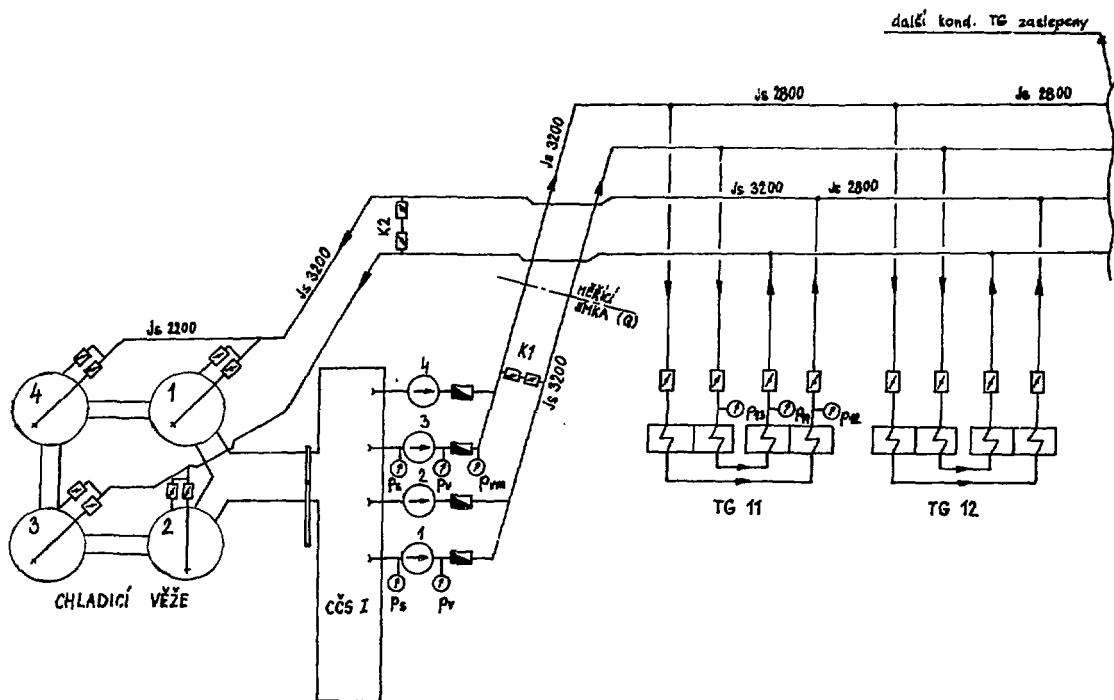
- jmenovitě dopravované množství : $Q_{jm} = 10\,300 \text{ l/s}$
- jmenovitá měrná energie čerpadla : $Y_{jm} = 255 \text{ J/kg}$
- jmenovitě otáčky čerpadla : $n_{jm} = 370 \text{ ot/min}$

Pohon čerpadla obstarává trojfázový asynchronní elektromotor, tvar M 823, typ 2 V — 328 — 16 V. Je konstruován pro stálý chod. S čerpadlem je spojen přes pružnou spojku. Má jmenovitý trvalý výkon 4800 kW, jmenovitě napětí 6000 V a otáčky 370/min.

2. Rozsah a cíle zkoušek

Byla zkoušena čerpadla chladicí vody s označením Č1 a Č3. Voda byla čerpána oběma výtlačnými řády. Na čerpadlech byla proměřena charakteristika v povolené pracovní oblasti, byly měřeny body pod touto oblastí a byl ověřen garantovaný pracovní bod. Z naměřených podkladů byly vyčísleny i účinnosti čerpadel.

Další skupinou zkoušek bylo proměřování přechodových stavů čerpadel a na ně navazujícího chladicího okruhu. Jednalo se zejména o najetí čerpadla, jeho zastavení, chod a výpadek jedno-



Obr. 1

Schéma měřené části chladicího okruhu

ho ze dvou čerpadel. Při těchto zkouškách se sledoval časový průběh zkoušených pochodů a zejména tlakové poměry v hydraulickém obvodu. Činnost čerpadla a v jeho výtlaku umístěné klapky musí být při zastavování soustrojí taková, aby nedošlo ke vzniku vodního rázu, který je pro zkoušené technologické zařízení nebezpečný.

Zkoušky čerpadel 1600 BQDV byly využity i ke zjišťování některých provozně zajímavých jevů na zařízeních hlavního výrobního bloku. Šlo zejména o ověřování tlakové ztráty v kondenzátoru turbíny TG 11, dále pak o zjišťování funkce chlazení elektromotoru napaječky této turbíny při různých provozních stavech čerpadel hlavního chladicího okruhu.

Měření v objektu hlavního výrobního bloku měla význam zejména pro provozovatele JE Dukovany, jemuž pomohou při důkladném poznávání funkce jednotlivých komponent technologického zařízení.

Výsledky zkoušek čerpadel 1600 BQDV umožňují posouzení provozních vlastností chladicích při jejich zapojení do chladicího okruhu. Zároveň umožňují provozovateli upřesnit provozní předpisy podle skutečných poměrů a jsou prospěšné i pro projektanty.

Zkoušky řídil zástupce provozovatele JE Dukovany. Manipulace s čerpadly prováděli zkušební technici Sigmy Lutín. Dále byli přítomni zainteresovaní zástupci Sigmy Olomouc, EGP Praha a Škody Plzeň.

3. Provozní charakteristiky čerpadel

Důkladně byla provozní charakteristika proměřována na čerpadle Č 1. Bylo měřeno celkem 31 bodů odpovídajících 31 provozním stavům. Na čerpadle Č 3 bylo provedeno pouze ověřovací měření, které zahrnovalo 7 bodů.

Manipulací s armaturami (viz obr. 1), nastavením chladicích věží a škrcením průtoků byla nastavována žádaná měrná energie čerpadla, případně průtok. Měrná energie čerpadla byla během manipulací i během vlastního měření průběžně vyhodnocována programovatelným měřicím systémem s řídicí jednotkou tvořenou stolním počítačem M3T 300.2. Tento systém registroval a zpracovával veškeré hodnoty měřené ve strojovně centrální čerpací stanice. Velikiny měřené v hlavním výrobním bloku byly registrovány šer-tikanálovým zapisovačem Servogor 960.

Čerpadla byla proměřována při různých otevřeních oběžného kola.

Pro ověření charakteristiky $Q - Y$ a pro výpočet účinnosti čerpadla bylo třeba měřit tyto veličiny:

- Otáčky soustrojí — fotoelektrickým snímačem.
- Otevření oběžného kola čerpadla — provozním odporovým snímačem. Kontinuální měření nebylo z provozních důvodů možné.
- Otevření klapky ve výtlaku čerpadla — snímáno přesným potenciometrem. Toto měření mělo význam zejména při dále uváděných zkouškách přechodových stavů.
- Tlak vody v sání čerpadla — manometrem s odporovým vysílačem.
- Tlak vody ve výtlaku čerpadla — snímačem Rosemount 1151 DP, jehož rozsah byl vhodně upraven zavedením protitlaku na jeho nízkotlaký vstup.
- Tlak ve výtlaku za klapkou — manometrem s odporovým vysílačem. Měl význam při zkouškách přechodových stavů.
- Emise kavitačního šumu — piezoelektrickým snímačem na plášti čerpadla v blízkosti oběžného kola. Byl snímán šum o frekvenci 200 kHz a 300 kHz.

V hlavním výrobním bloku byl při těchto zkouškách měřen příkon elektromotorů čerpadel. Byl použit převodník činného výkonu NC 90/040.

Průtok dodávaný měřenými čerpadly do výtlacného potrubí byl měřen v obou řádech hydrometrováním. Pro měření průtoku je vybudována zvláštní měřicí jímka. Hydrometrické komponentní vrtné byly v potrubích umístěny na měrných křížích, jejichž montáž i demontáž je možná bez vypuštění potrubí. Tento systém je předmětem ZN pracovníků VÚV Praha, kteří toto měření průtoku zajišťovali.

Další zjišťovanou veličinou byla výška hladiny v sací jínce měřeného čerpadla.

Naměřené zkušební hodnoty byly pro další zpracování přepočteny na jmenovité, tj. při otáčkách čerpadla 370 ot/min. Výsledky byly zpracovány do grafických závislostí $Q - Y$, $Y - \eta$, $Y - P$, $Q - P$, otevření oběžného kola — kavitace.

Proměřování charakteristik chladicích čerpadel turbín 220 MW bylo prováděno v takovém rozsahu v ČSSR poprvé. Výsledky byly výrobcí i provozovateli předány ve formě technické zprávy. Protože naměřené hodnoty množství dodávaného čerpadly a tím i účinnosti nespĺnily do všech podrobností očekávání, není diskuze o provedeném měření charakteristik dosud ukončena. Bylo totiž zjištěno, že pro dosažení garantovaného průtoku je třeba oběžné kolo čerpadla otevřít na 5° — $5,5^{\circ}$ místo stanovených 3° .

4. Zkoušky přechodových stavů

Při těchto zkouškách byly kromě veličin uvedených v předcházejícím odstavci měřeny i tlaky na vstupu a výstupu vnitřní části kondenzátoru turbíny TG 11. Jedná se o tlaky p_{13} a p_{14} na obr. 1. Zejména byly sledovány jejich změny a případné rázy při výpadku čerpadla. Proto byla zvýšená pozornost věnována seřízení doby závěru klapky umístěných ve výtlacném potrubí čerpadel. Zkoušeno bylo i najetí čerpadla, případně dvou čerpadel. Tyto zkoušky ověřily schopnost rychlého nasazení čerpadel.

Průběh veličin měřených při zastavení čerpadla je na obr. 2. Otevření oběžného kola čerpadla bylo při této 2,0, 5,5°.

Závěrem zkoušek byly konstatovány, že časové průběhy zkoušených pochodů i tlakové průběhy jsou uspokojivé.

5. Další zkoušky

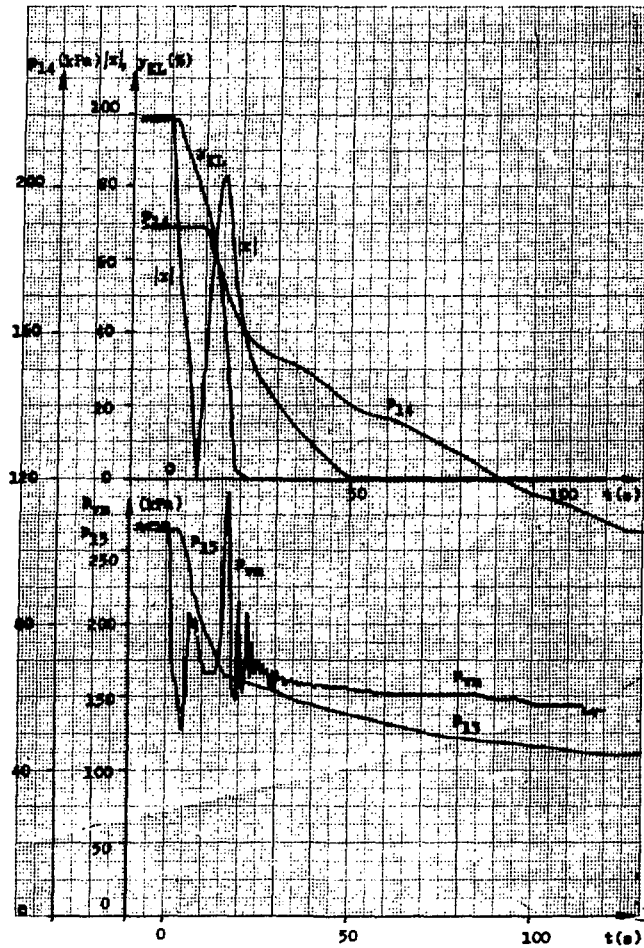
Instalace měření tlaků na vstupu a výstupu vnitřní části kondenzátoru TG 11 byla využita k ověření tlakové ztráty Δp_K této části kondenzátoru. Byly stanoveny rozdíly tlaku před a za kondenzátorem v takových případech, kdy vhodnými manipulacemi bylo dosaženo stavu, že veškeré množství dopravované čerpadlem procházelo jedním potrubím a šlo přes vnitřní část kondenzátoru. Pak bylo možné dopravované množství přesně hydrometrovat a stanovit závislost $Q - \Delta p_K$.

Ztráty v kondenzátoru se pohybovaly v předpokládaných mezích.

Současně se zkouškami výpadků čerpadel byl měřen i tlak a průtok chladicí vody na vstupu do chladiče elektromotoru napaječky turbíny TG 11. Tlak byl měřen manometrem s odporovým vysílačem. Tlaková diference na měřící cloně zabudované do přívodního potrubí chladiče byla snímána snímačem $\sqrt{\Delta p}$ Rosemount 1151 DP — 4c.

Tyto zkoušky měly ověřit průtok chladicí vody zejména při výpadku jednoho čerpadla ze dvou paralelně pracujících. Proto pro vyhodnocení byla brána pouze měření imitující požadovaný stav. Podle provozních předpisů JE Dukovany se jedná o přechod z provozního stavu č. 11 na provozní stav č. 13.

Projektovaný průtok chladičem elektromotoru napaječky 16 m³/h nebyl v některých zkoušených případech dosažen. Je větší projektantův zařízení aby posoudili, zda změněné hodnoty průtoku (v nejhorsím zjištěném případě 10,8 m³/h) jsou pro spolehlivý provoz napaječky dostačující.



Obr. 2

Zastavení čerpadla
 x — absolutní hodnota otáček
 y_{KL} — otevření klapky ve výtláčném potrubí
 p_{v11} — tlak ve vřtaku za klapkou
 p_{13} — tlak na vstupu do kondenzátoru
 p_{14} — tlak na výstupu z kondenzátoru

6. Závěr

Zkoušky provozních stavů chladicích čerpadel 1600 BQDV hlavního chladicího okruhu 1. bloku JE Dukovany měly charakter zkoušek ověřovacích, respektive přejímacích. Srovnání výsledků s hodnotami udanými výrobcem má význam hlavně z hlediska provozovatele pro řízení a optimalizaci budoucího provozu měřeného technologického zařízení.

Zkoušky čerpadel tohoto typu a určení byly v takovém rozsahu prováděny v ČSSR poprvé. Jejich uskutečnění si vynutila složitost problematiky uvedení JE Dukovany do skutečně kvalitního a spolehlivě zvládnutého provozu.

Literatura:

- 1) Trávníček, Šamánek: Zkoušky čerpadel chladicí vody JE Dukovany — PS 16, techn. zpráva ORGREZ, 553037/64, 15. 12. 84
- 2) Trávníček: Čerpadla chladicí vody JE Dukovany — PS 16, Zkoušky přechodových stavů, techn. zpráva ORGREZ, 553042/64, 8. 2. 85
- 3) Šamánek, Němec: Zkoušky provozních stavů velkého chladicího okruhu 1. bloku v JE Dukovany — Metodika zkoušek, techn. zpráva ORGREZ, 553017/64, 29. 12. 82
- 4) —: Projektová dokumentace provozního souboru 16 — JE Dukovany, Sigma Lutín, 81