

PRECESNÍ ODVALOVACÍ TURBÍNA – VYNÁLEZ ČESKÝCH VĚDCŮ

Precesní odvalovací turbína – patentovaný vynález českých vědců prof. Františka Maršíka z Ústavu termomechaniky AV ČR a dr. Miroslava Sedláčka z ČVUT v Praze a jejich slovenského spolupracovníka doc. Stanislava Hostinu z Univerzity sv. Cyrila a Metoda v Trnavě – představuje významné zdokonalení tzv. odvalovacího tekutinového stroje. Ten může fungovat jako turbína generující mechanický výkon z pohybující se tekutiny nebo jako čerpadlo přenášející mechanický výkon do tekutiny. Stroj je v praxi rozšířen pod názvem mikroturbína Setur.

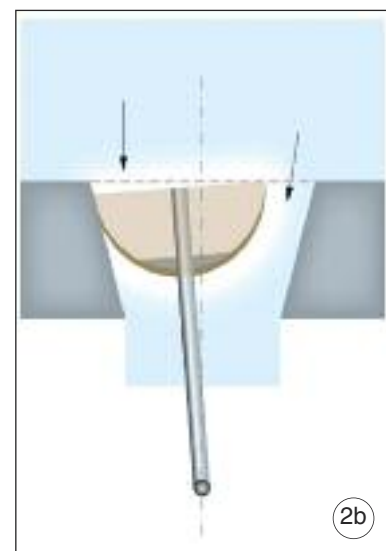
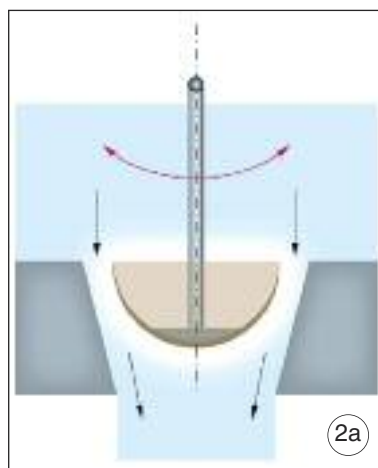
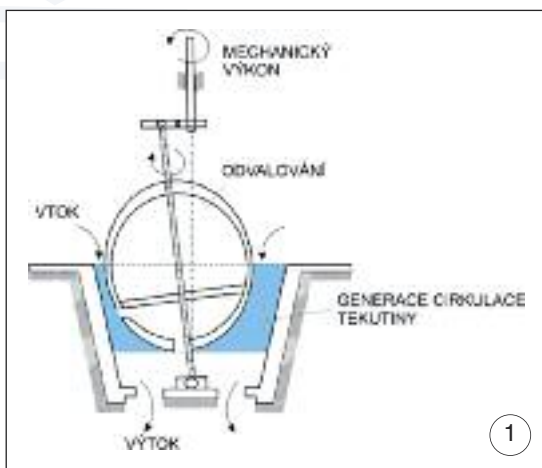
Možná uchycení rotoru odvalovací turbíny. Výkon je odváděn přímo z obíhání rotoru – z precesního pohybu (obr. 1). Lze jej odebrat i z otáčení osy rotoru.

Ve výtokovém konfuzoru dochází k nestabilitě proudící tekutiny, která uvede do rotačního pohybu veškerou protékající tekutinu. Energie rotující tekutiny se přenáší na rotor turbíny a při jeho odvalování generuje mechanický výkon. Ten lze odebrat přímo z osy rotoru (obr. 2a a 2b).

Badatelé z ÚT AV ČR její původní řešení zdokonalili o možnosti efektivnějšího fungování na velmi nízkém a nestabilním spádu. Zdokonalená podoba odvalovacího stroje, která je předmětem uděleného českého patentu číslo 302 361, jehož je ústav majitelem, vznikala postupně a v několika etapách. Výchoiskem tohoto zdokonalení se stala teoretická analýza prof. F. Maršíka o základních souvislostech fungování odvalovacího principu, který nastává jako důsledek spontánně generované nestability (cirkulace) tekutiny ve vhodně tvarovaném výtokovém konfuzoru, jak je schematicky znázorněno na obr. 1. Prostřednictvím této cirkulace se odvaluje těleso osově symetrického tvaru po vnitřní stěně konfuzoru a energii pohybující se tekutiny se transformuje v energii rotujícího tělesa.

Síly, jimiž proudící tekutina působí na těleso a opačně pohybující se těleso na tekutinu, mají svůj původ ve viskozitě tekutin. Ke kvantitativnímu vyhodnocení těchto sil lze využít alternativní formulaci bilance hybnosti (rovnováhy sil), tzv. Croccovu větu. Z této věty je možno přímo vyvodit, že proudící tekutina působí na obtékané těleso pouze tehdy, je-li proudové pole vířivé, tj. jestliže integraci rychlosti tekutiny po nějaké uzavřené křivce vně obvodu tělesa (vně mezní vrstvy)

dostaneme nenulovou hodnotu, tzv. cirkulaci rychlosti. Tato cirkulace však může vzniknout pouze ve viskozitě tekutině, ve které se na povrchu obtékaného tělesa tvoří tenká smyková vrstva, tzv. mezní vrstva. Ta vznikne jen díky viskozitě tekutiny, neboť jen viskozita zajišťuje, že tekutina na povrchu tělesa vždy ulpí. Díky existenci této mezní vrstvy může na povrchu docházet k odpovídajícímu rozložení tlaku a třecích sil, jejichž výslednicí je vzájemná silová interakce tekutiny a obtékaného tělesa. Je tudíž zřejmé, že síla působící na těleso vzniká jen v důsledku toho, že část mechanické energie tekutiny se v mezních (obecně smykových) vrstvách přemění na teplo – disipuje – a produkuje entropii. Mírou přeměny jedné formy energie na druhou je obecně entropie a rozhodujícím parametrem kvantifikujícím silovou interakci tekutiny a obtékaného tělesa je právě gradient entropie. Obecně může být gradient entropie vyvolán v tekutině i chemickými reakcemi (hořením paliva) anebo fázovými přechody (např. kondenzací). I takto vzniklý gradient entropie generuje objemové síly (analogicky síle gravitační či Coriolisové). Typickým příkladem takových procesů jsou např. tropické cyklóny a tornáda, jejichž mechanická energie je získávána z kondenzace vodní páry v atmosféře, tedy obecně z gradientu entropie.





Nejmenší testovaná odvalovací turbína měla průměr rotoru 6 mm – vlevo (obr. 3).

byl prakticky testován, měl průměr 6 mm, jak dokládá obr. 3. Největší odvalovací stroj, který vědci prozatím sestavili a prakticky vyzkoušeli, měl rotor s průměrem 600 mm, pracoval s průtokem v řádech stovek litrů za sekundu a byl instalován na řece Berounce, jak zachycuje obr. 4. Jeho elektrický výkon se pohyboval okolo 0,8 kW.

Zatím největší testovaná turbína (na řece Berounce) měla průměr rotoru 600 mm, průtok stovky litrů za sekundu (nebylo přesně měřeno) na spádu 1,0–1,3 m a výsledný elektrický výkon byl 0,6–0,8 kW (obr. 4).

Teoretická analýza odvalovacího jevu ukázala možnost alternativního uspořádání soustavy rotor-stator a specifikovala, které geometrické parametry mají rozhodující vliv na účinnost turbíny. Správnost této analýzy byla ověřena praktickými pokusy na prototypch. Výsledky výzkumu prokázaly reálnou možnost praktického uplatnění odvalovacích turbín i při velmi nízkých spádech, které se prozatím k energetickým účelům téměř vůbec nevyužívají. Přitom právě nízké spády by mohly s pomocí odvalovacích turbín poskytnout užitečné a dostatečně efektivní výstupy nejen na říčních tocích, ale také v oblasti mořských proudů, které nedosahují vyšších rychlostí než 2–3 m/sec.

V poslední době byly doma i v zahraničí nejčastěji instalovány precusní odvalovací stroje s průměrem rotoru 126 mm, které velmi efektivně pracují s průtoky 6–12 litrů vody za sekundu na spádech 3–6 metrů. Jejich mechanická účinnost obvykle překračuje 50 % a soustrojí dodává napětí 24 voltů. Získaná energie se akumuluje a následně využívá prostřednictvím měniče 24 V/230 V s běžnými elektrickými spotřebiči. Dlouhodobým testováním badatelé ověřili, že tento typ odvalovacích miniturbín může fungovat i s částečně znečištěnou vodou a nemá negativní vliv na životní prostředí. Praxe také potvrdila, že využívání uvedené miniturbíny v ostrovním provozu, kdy se veškerá vyrobená elektřina spotřebuje v místě výroby, může znamenat naprostou nezávislost takové instalace na dodávkách elektrické energie zvenčí. Například při průtoku 10 litrů vody za sekundu na spádu pěti metrů dokáže miniturbína s průměrem rotoru 126 mm vyrobit (naakumulovat) za jeden den (24 hod.) až 4 kWh elektrické energie. Na obr. č. 5 je zachycena instalace tohoto typu miniturbíny v německém Tannenbergu. Lze předpokládat, že s dalším zdokonalováním strojů, především cestou optimalizace tvarů rotoru a výtakového konfuzoru, se odvalovací turbíny uplatní v praxi mnohem více než doposud.

Z principiálního hlediska, jak potvrdila vypracovaná teorie, funguje obtékání rotoru odvalovací turbíny ve výtakovém konfuzoru téměř se stejnou účinností při spádu 0,3 m nebo 0,6 m. Je tedy možné očekávat, že především teoreticky navržené tvary rotorů a výtakových konfuzorů odvalovacích turbín se v blízké budoucnosti intenzivněji prakticky uplatní. Potvrdilo se to jak na mezinárodním veletrhu Hannover Messe v dubnu tohoto roku, kde byla precusní odvalovací turbína v modelové podobě předváděna, tak i následně při návštěvě odborníků z významné energetické firmy Vattenfall v červnu v Praze.

Co se týče praktické podoby odvalovacích strojů, jejich uspořádání odpovídá dvěma základním koncepcím. Při první je rotor v konfuzoru podepřen a při druhé je zavěšen, jak názorně ukazuje obr. 1. Možnost provozovat odvalovací stroj (obecně turbínu či čerpadlo) ve verzi s podepřeným rotorem vyplynula jako důsledek hydrodynamické analýzy. Tato varianta nabízí odebírání výkonu dvěma způsoby. Buď přímo z rotující hřídele, anebo pomocí převodu z obíhajícího rotoru uvnitř konfuzoru, tedy z precusně se pohybujícího hřídele, jak je schematicky zobrazeno na obr. 1. Jednou z výhod obou uvedených uspořádání je relativně malá výrobní a materiálová náročnost (rotor i stator mohou být zhotoveny z laminátů odolných vůči korozi) a k převodu mechanické energie na elektrickou je možné využít standardní zařízení používaná pro větrné elektrárny.

Dosavadní zkušenosti s fungováním odvalovacího principu prokázaly, že se uplatní ve velmi široké škále spádů a průtoků. Například nejmenší rotor, který

FRANTIŠEK MARŠÍK,

Ústav termomechaniky AV ČR, v. v. i.



Instalace odvalovací miniturbíny s rotorem 126 mm v německém Tannenbergu

VŠECHNA FOTA: ARCHIV ÚT AV ČR