

Obsah

Předmluva a vysvětlivky

11. Lopatkový stroj

— 1 — Základní rozdělení a princip činnosti; — 3 — Základní typy a aplikace lopatkových strojů; — 9 — Rozdíl mezi objemovým a lopatkovým strojem; — 10 — Rozdělení lopatkových strojů podle směru proudění; — 11 — Společné konstrukční znaky lopatkových strojů; — 11 — Lopatka, lopatkový kanál a profilová mříž; — 12 — Vnitřní výkon/příkon lopatkového stroje; — 14 — Stupeň lopatkového stroje; — 15 — Rychlostní trojúhelník; — 17 — Ztráty v lopatkových strojích; — 18 — Odkazy

12. Základní rovnice lopatkových strojů

— 1 — Síla působící na lopatky od proudu tekutiny; — 4 — Diskuze k Eulerově rovnici; — 7 — Vztah mezi střední aerodynamickou rychlostí a silou F ; — 7 — Síla na lopatku a cirkulace rychlosti; — 8 — Kroučící moment, výkon; — 9 — Diskuze k Eulerově turbínové rovnici; — 9 — Obvodová práce; — 10 — Diskuze k rovnici obvodové práce; — 10 — Spirální kanály v lopatkových strojích; — 12 — Rozložení tlaku a energie v lopatkovém stroji; — 13 — Odkazy

13. Energetické bilance lopatkových strojů

— 1 — Energetická bilance vodní turbíny; — 2 — Diskuze k energetickým rovnicím vodní turbíny; — 3 — Energetická bilance čerpadla; — 5 — Diskuze k energetickým rovnicím čerpadla; — 5 — Energetická bilance tepelné turbíny; — 6 — Adiabatická expanze v tepelné turbíně; — 7 — Polytropická expanze v tepelné turbíně; — 8 — Energetická bilance turbokompresoru; — 9 — Adiabatická komprese v kompresoru; — 10 — Polytropická komprese v kompresoru; — 11 — Energetická bilance ventilátoru; — 12 — Energetická bilance větrné turbíny; — 13 — Vrtule; — 15 — Odkazy

14. Vztah mezi obvodovou a vnitřní prací stupně lopatkového stroje

— 2 — i - s diagram stupně s přihlédnutím k ventilační ztrátě; — 3 — Ostatní ztráty stupně; — 4 — Celková energetická bilance stupně; — 5 — Účinnosti stupně; — 6 — Účinnost skupiny stupňů; — 7 — Odkazy

15. Geometrie a materiály lopatkových strojů

— 1 — Základní pojmy lopatkových mříží; — 2 — Tvar profilu lopatky; — 3 — Geometrické a aerodynamické veličiny lopatkových mříží; — 4 — Tvary vstupních a výstupních hrdel lopatkových strojů; — 5 — Tvary spirálních skříní; — 6 — Materiály lopatkových strojů; — 6 — Železné kovy; — 8 — Neželezné kovy; — 9 — Plasty a pryže; — 10 — Ostatní materiály; — 11 — Odkazy

16. Základy aerodynamiky profilů lopatek a lopatkových mříží

— 1 — Průběh tlaku a rychlosti podél profilu lopatky; — 2 — Aerodynamika osamocenému profilu; — 4 — Aerodynamika lopatkové mříže; — 6 — Vztah mezi experimentální aerodynamikou osamocenému profilu a experimentální aerodynamikou lopatkové mříže; — 7 — Stanovování aerodynamických veličin lopatkových mříží; — 9 — Aerodynamika diagonálních a radiálních lopatkových mříží; — 9 — Hustota lopatkové mříže; — 10 — Osamocení profil ve stlačitelném proudění; — 12 — Aerodynamika lopatkových mříží ve stlačitelném proudění; — 14 — Shrnutí vlivu stlačitelnosti proudění; — 15 — Odkazy

17. Ztráty v lopatkových strojích

— 2 — Profilové ztráty; — 2 — Ztráta třením v mezní vrstvě; — 3 — Ztráta vířením při odtržení mezní vrstvy od profilu; — 4 — Ztráta vířením za odtokovou hranou; — 4 — Ztráta rázem při obtékání profilu; — 5 — Stanovení profilové ztráty; — 5 — Ostatní ztráty vznikající ve stupni lopatkového stroje; — 6 — Ztráta parciálním ostřikem; — 6 — Okrajové ztráty a ztráty sekundárním prouděním; — 8 — Ztráty vnitřní netěsností stupně; — 8 — Ztráta nesprávným úhlem náběhu; — 9 — Vliv sousedních lopatkových mříží; — 9 — Ztráty vlhkostí páry; — 10 — Celkové ztráty stupně; — 11 — Ventilační ztráta rotoru; — 11 — Ztráty vznikající mimo lopatkovou část stroje; — 12 — Ztráty v hrdlech lopatkových strojů; — 12 — Ztráty netěsností; — 13 — Výkon/příkon turbosoustrojí; — 13 — Odkazy

18. Podobnosti lopatkových strojů

— 1 — Teorie podobnosti, teorie modelů; — 2 — Geometrická podobnost stupňů lopatkových strojů; — 3 — Kinematická podobnost stupňů lopatkových strojů; — 3 — Průtokový součinitel; — 4 — Tlakový součinitel; — 5 — Vztah mezi průtokovým a tlakovým součinitelem - bezrozměrové charakteristiky lopatkových strojů; — 8 — Stupeň reakce; — 9 — Rychlostní poměr; — 9 — Specifické (měrné) otáčky; — 11 — Odhad účinnosti z podobnostních součinitelů; — 11 — Podobnosti lopatkových strojů; — 12 — Pár slov na závěr; — 12 — Odkazy

19. Návrh axiálních stupňů lopatkových strojů

— 2 — Cíle a zjednodušující předpoklady návrhu; — 4 — Stupně s přímými lopatkami; — 6 — Optimální rychlostní trojúhelníky axiálních stupňů; — 7 — Návrh axiálního rovnotlakého stupně turbíny; — 9 — Návrh Curtisova stupně; — 10 — Návrh axiálního přetlakového stupně turbíny; — 12 — Návrh axiálního přetlakového stupně kompresoru; — 13 — Kuželové stupně s přímými lopatkami; — 15 — Stupně se zkroucenými lopatkami; — 16 — Obecné rovnice a předpoklady řešení prostorového proudění ve stupni lopatkového stroje; — 19 — Axiální stupeň s konstantní cirkulací; — 20 — Kuželový stupeň s konstantní cirkulací; — 23 — Odkazy

20. Návrh radiálních a diagonálních stupňů lopatkových strojů

— 1 — Radiální stupně; — 2 — Dvouzónový výpočet radiálního stupně; — 3 — Skluz obvodové rychlosti; — 5 — Obvodová práce radiálního stupně; — 6 — Stupeň reakce radiálních stupňů; — 6 — Radiální stupně turbín s přímými lopatkami; — 7 — Radiální stupně pracovních strojů s přímými lopatkami; — 8 — Radiální turbíny s axiálním výstupem; — 10 — Radiální stupně pracovních strojů s axiálním vstupem; — 11 — Diagonální stupně; — 12 — Diagonální stupně s přímými lopatkami; — 12 — Diagonální stupeň s konstantní cirkulací; — 13 — Odkazy

21. Vodní turbíny a hydrodynamická čerpadla

— 1 — Peltonova turbína; — 2 — Francisova turbína; — 4 — Kaplanova turbína; — 6 — Radiální čerpadla; — 6 — Axiální čerpadla; — 7 — Návrh vícestupňového hydrodynamického čerpadla; — 8 — Charakteristiky hydrodynamických čerpadel; — 10 — Pracovní bod čerpadla; — 12 — Výběr vhodného čerpadla; — 13 — Kavitace; — 16 — Odkazy

22. Větrné turbíny a ventilátory

— 1 — Aerodynamický návrh větrné turbíny; — 4 — Zjednodušený aerodynamický návrh větrné turbíny; — 4 — Ztráty ve větrných turbínách; — 6 — Lopatky větrných turbín; — 7 — Turbíny pro přílivové elektrárny; — 8 — Axiální ventilátory; — 10 — Radiální ventilátory; — 12 — Charakteristiky ventilátorů; — 12 — Regulace ventilátorů; — 14 — Výběr vhodného ventilátoru — Výrobci a dodavatelé větrných turbín a ventilátorů; — 14 — Odkazy

Přílohy

Rejstřík (celého webu)

Seznam článků (celého webu)

Předmluva a vysvětlivky

Teorii lopatkových strojů jsem psal pro potřeby studia pochopení principu a základního návrhu lopatkových strojů, proto tato publikace obsahuje i řešené úlohy.

Mým cílem bylo vytvořit publikaci na pomezí mezi učebnicí a populárně naučnou literaturou, což obnášelo zařadit odvozování do příloh, aby nenarušovaly plynulost textu a více klást důraz na souvislosti, které jsou při odvozování podstatné. Takový přístup je v českém technickém prostředí poněkud netradiční, ale více odpovídá potřebám současného způsobu studování.

Od počátku psaní jsem se snažil neduplikovat informace, proto jsou jednotlivé články mezi sebou propojeny odkazy, což jsou buď tučná nebo podtržená slova v textu viz níže vysvětlení.

Publikace Teorie lopatkových strojů je sice složena z 11 článků zveřejněných na webu Transformační technologie, přesto se nejedná o pouhý sborník článků, protože jednotlivé články na sebe navazují jako kapitoly v knize. Navíc tato publikace na rozdíl webové varianty obsahuje i přílohy včetně řešení úloh. Textová část je naprosto totožná s články zveřejněné na webu respektive stavu k datu vydání. To také znamená, že i princip číslování je též včetně číslování článků, proto tato kniha začíná až kapitolou číslo 11. a končí kapitolou 22., tak jak jsou číslovány v rámci webu.

Kromě číslování kapitol je převzato i další značení. U některých objektů (obrázek, rovnice, tabulka atd.) je za číslem označující polohu objektu na stránce uvedeno identifikační číslo (to číslo za tečkou), které slouží k identifikaci objektu v rámci celého webu. Je-li například pod obrázkem číslo 2.271, znamená to, že ve složce <http://www.transformacni-technologie.cz/objekty> bude tento obrázek pod označením *271.gif*. Identifikační číslo využívám i jako kotvu na stránce. Pokud chcete odkazovat na nějaké místo v Transformačních technologiích, například právě na *Obrázek 2* v článku 11. Lopatkový stroj, který má identifikační číslo 271, stačí napsat adresu skládající se z adresy článku a kotvy #271 tedy: <http://www.transformacni-technologie.cz/11.html#271>. Píšu o tom proto, aby tento způsob odkazu na konkrétní místo na stránkách mohl využít kdokoliv. Podle identifikačního čísla lze nalézt i řešení úlohy v přílohách.

Pokud odkazují na jiný článek nebo kapitolu v jiném článku, tak tento odkaz začíná číslem článku s tečkou. Například: ...jak je popsáno v kapitole 43. Konstrukce T-s a i-s diagramů reálných plynů... Tento odkaz směřuje na kapitolu s názvem "Konstrukce T-s a i-s diagramů reálných plynů" v článku 43. Technická termomechanika. Na celý článek odkazují i zkráceně, především v Rejstříku, ve formátu 43. nebo [43.], což je odkaz opět na článek 43. Technická termomechanika. Oproti formátu odkazů na články jiných autorů v seznamu odkazů (literatury) se odlišuje zmíněný formát tečkou za číslem. Například v přílohách standardně používám odkaz na objekt v Transformačních technologiích formátem [12.], [12.284] apod, a na odkazy jiných autorů nebo díla uvedená v seznamu odkazů na konci přílohy [3], [3, s. 143] apod.

V přílohách při výpočtu používám občas znak \approx . Tento znak používám k označení předběžné hodnoty, počátečního odborného odhadu při iteračních výpočtech, označuje také přibližný výsledek či vzorec.

Pokud pracujete s vytištěným článkem všimněte si slov zvýrazněných tučně a podtržením. Těmito způsoby jsou označeny důležité pojmy, které jsou uvedeny v Rejstříku (jedná se o rejstřík celého webu). Pokud je slovo zvýrazněno tučně znamená to, že okolní text obsahuje důležité informace k tomuto heslu. Právě na toto místo směřují odkazy s tímto heslem. Pokud je slovo podtržené znamená to, že někde v jiném článku jsou důležité informace k tomuto heslu, číslo článku naleznete v rejstříku.

Rejstřík často neobsahuje doslovně celý tučný nebo podtržený výraz jako v textech, ale pouze podstatná a přídavná jména. Například heslo **žárotrubný kotel** je v rejstříku pod heslem • kotel, heslo **vratný děj** je v rejstříku pod heslem • vratný apod. Ale pojem **parní turbína** je v rejstříku pod heslem • parní turbína, protože se jedná o frekventovaný výraz. Při hledání v rejstříku je tedy nutné vyzkoušet několik kombinací.

Na tomto místě bych i rád upozornil na popis symbolů a zkratk, ten totiž uvádím vždy jen při jejich prvním výskytu v textu v rámci článku, dále už předpokládám, že je čtenář zná nebo si je snadno dohledá listováním zpět.