

Akumulace elektřiny u decentralizovaných kogeneračních/trigeneračních energetických zdrojů

Jednou z dnes již takřka dostupných technologií pro akumulaci elektřiny je její akumulace ve stlačeném vzduchu. Ve Vítkovické Power Engineering a.s. probíhal v rámci grantového projektu FFR-T11/073 v letech 2009 až 2012 vývoj Flexibilního energetického systému (FES), který umožňuje využít kombinovaný PPC i při spalování uhlí. V průběhu jeho vývoje se ukázalo, že FES je s výhodou využitelný i pro akumulaci elektřiny. Pro pokračování vývoje FES získaly VPE nový grantový projekt Technologické agentury ČR TA04021687 v programu Alfa 4.

Klíčová slova: decentralizovaný zdroj, FES, akumulace elektřiny, systémy CAES.

V uvedeném ukončeném grantovém projektu si VPE ověřily na a funkčním vzorku s plynovou turbínou o elektrickém výkonu 500 kW základní princip FES, který je uveden na obrázku 1. Kromě toho byly ověřeny vlastnosti pracovního média – parovzduchové směsi (PVS), dále expanze na plynové turbíně, základní princip regulace výkonu FE ES spolu s regulací teploty směsi před turbínou.

Cílem nového grantového projektu je vývoj jednotky FE ES pro konkrétní decentralizovaný energetický zdroj s proměnlivým odběrem elektřiny, např. se základním trvalým odběrem elektřiny 30 MW, který se navýší špičkově o dalších cca 30 MW po dobu cca 30 až 60 min (doba špičkového odběru), při současné dodávce tepla – tedy decentralizovaný zdroj pracující jako kogenerační/trigenerační jednotka.

Pro vývojový projekt byl vybrán decentralizovaný zdroj s příkonem v uhlí cca 120 MW. Koncepte FES je patrná z obrázku 1. Uhlí se spaluje v klasické spalovací komoře se stěnami chlazenými vodou a zapojenými jako výparník s přirozenou cirkulací. Vzduch z kompresoru po smísení s parou vzniklou ve výparníku vytvoří PVS, která se spaliny vystupujícími ze spalovací komory ohřeje na cca 850 °C a expanduje v plynové turbíně. Teplu expandované PVS za plynovou turbínou se v HRSG kotli využije pro výrobu páry pro Rankinův parní cyklus.

Předpokládané uspořádání kotle pro takovou jednotku je naznačeno na obr. 2. Ohřívák parovzduchové směsi (OPVS) pro ohřev pracovního média plynové turbíny na cca 850 °C je rozdělen na šest dílů, sálavé díly jsou uspořádány ve vodorovném tahu za spalovací komorou, konvekční část OPVS je ve svislém spalínovém tahu.

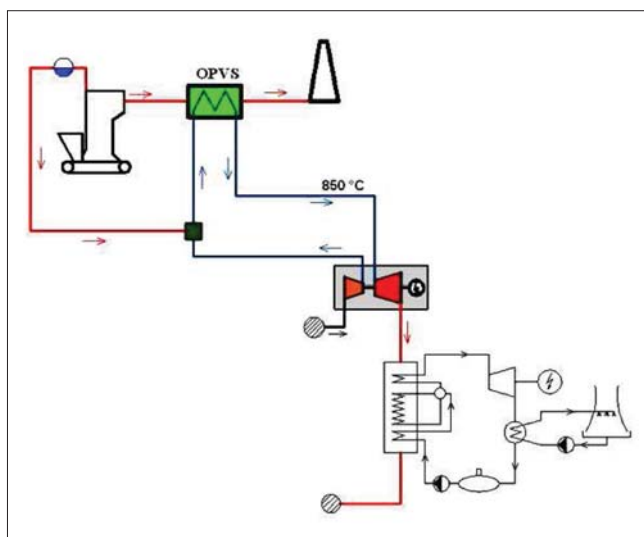
Kotel nemá ohřívák vody, poslední teplosměnnou plochou je ohřívák vzduchu. Ochrana proti nízkoteplotní korozi je zajištěna předehřevem vzduchu odpadním teplem PVS vystupujícím z kotle HRSG, bude použit nový systém regulace teploty stěny ohříváku vzduchu, což umožní snížit výstupní teplotu spalin za kotlem. Plynová turbína je v kontejneru vedle bočních stěn kotle, kotel HRSG je pod vodorovným tahem kotle, situace je znázorněna na obr. 3.

Jak je to s možností akumulace elektřiny – máme na mysli akumulaci ve stlačeném vzduchu. Uspořádání FES uvedené na obr. 3 zůstává, musí se přidat zařízení pro akumulaci. Dovolte malou poznámku k akumulaci.

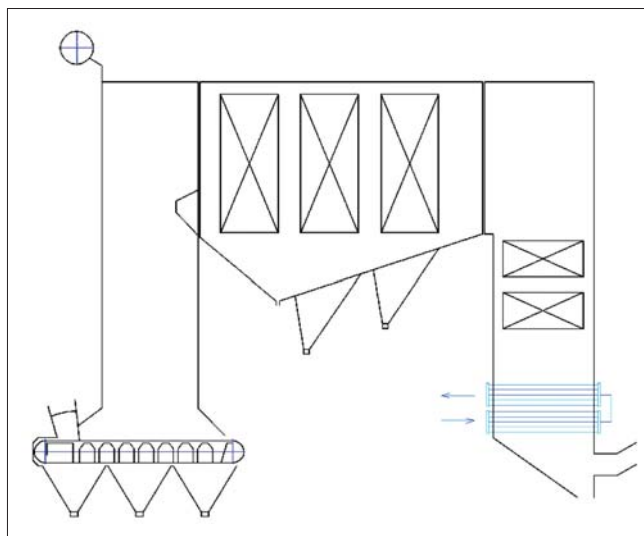
Současné problémy elektrizační soustavy souvisí s neregulovaným využíváním obnovitelných zdrojů a s chybějící komerční akumulací elektřiny na trhu – samozřejmě kromě přečerpávacích vodních elektráren. V řadě zemí se vyvíjí různé systémy akumulace, o potřebě akumulace svědčí i odborné diskuse (viz např. konference Elektrizační soustava, 28. 5. 2014 Praha a článek v časopise All for Power 3/2014).

Komerčně blízko jsou akumulační jednotky na bázi CAES (akumulace energie ve stlačeném vzduchu, Compressed Air Energy Storage), základní princip je naznačen na obr. 4. Při akumulaci se stlačený vzduch uchovává v podzemním zásobníku tlakového vzduchu, při vybíjení (při špičkovém odběru) se vzduch z tlakového podzemního zásobníku odebírá pro dodávku vzduchu pro plynovou turbínu otápenou zemním plynem.

Na základě tohoto principu bylo postaveno několik zařízení (Huntorf v Německu, Ventila v Peru, McIntosh v USA). Vyvíjí se i podobné systémy s akumulací ve zkapalněném vzduchu LAES. Při tomto zapojení je akumulace elektřiny sice funkční, ale účinnost akumulace energie je nízká (do 50 %), nevýhodou je i to, že dodávka elektřiny z akumulace je

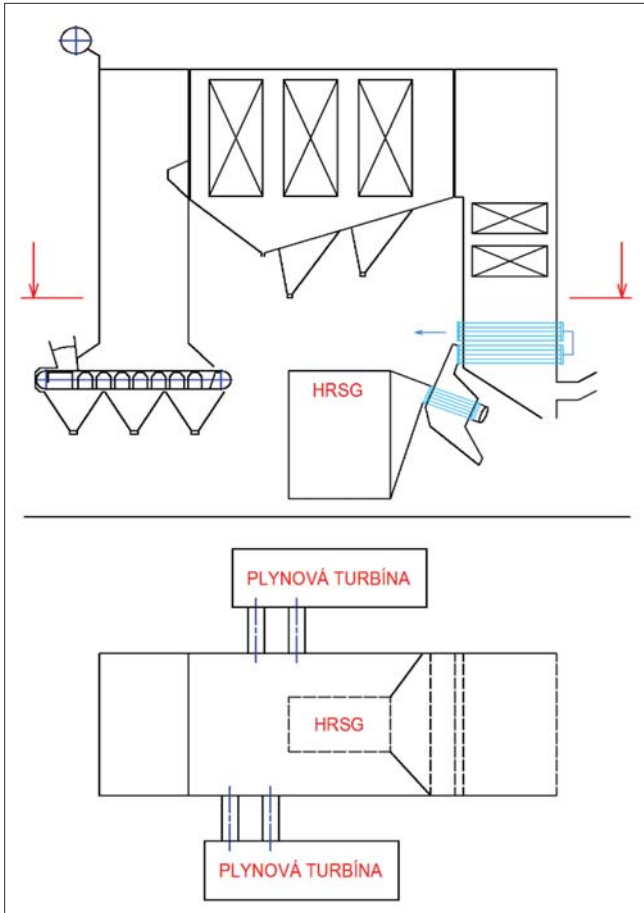


Obr. 1 – Základní princip FES



Obr. 2 – Předpokládané uspořádání kotle

podmíněna spalováním zemního plynu. Další vývoj tohoto systému je zaměřen na akumulaci energie bez provozní spotřeby zemního plynu (kromě najíždění) a na zvýšení účinnosti akumulace alespoň na účinnost 70 %, což je účinnost stávajících vodních přečerpávacích vodních elektráren. Se zaměřením na zvýšení účinnosti akumulace vznikly další systémy využívající principu CAES, zajímavé jsou systémy označované jako AA-CAES (Advanced Adiabatic CAES), využívající teplo z adiabatické komprese vzduchu pro ohřev vzduchu před plynovou turbínou při vybíjení akumulátoru. Výhodou těchto akumulačních zdrojů elektřiny je především krátká doba najíždění tohoto systému, která se uvádí v rozmezí 3 až 10 minut. Vývoj těchto systémů je zaměřen výhradně na akumulaci elektřiny vyrovnávající neřízenou výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů,

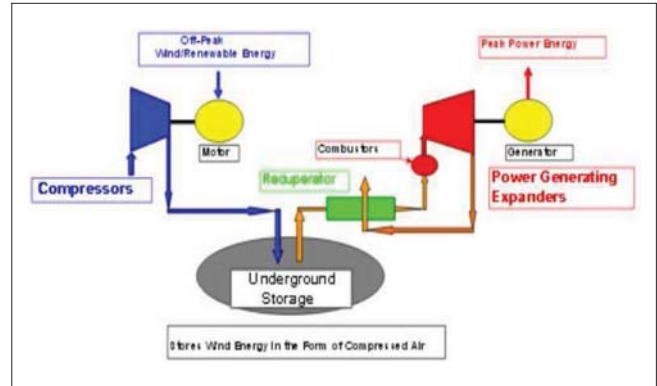


Obr. 3 – Možné uspořádání decentralizovaného zdroje

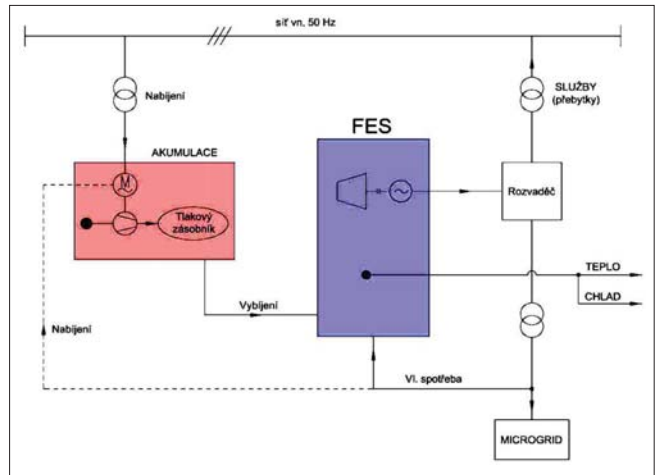
tedy především z větrných elektráren a z fotovoltaiky. Požadované zvýšení účinnosti akumulace nelze dosáhnout bez využití kompresního tepla, vyvíjí se systémy s adiabatickou i s izotermickou kompresí.

Při využití FES k akumulaci elektřiny u decentralizovaných zdrojů se pro akumulaci využívá izotermická komprese a veškeré kompresní teplo se využije k ohřevu vzduchu pro FES. Princip FES s akumulací je naznačen na obr. 5.

Zapojení decentralizované jednotky na bázi FES se nemění, připojí se samostatně zařízení pro akumulaci ve stlačeném vzduchu. Toto sestává z kompresoru s elektromotorem a z tlakového nadzemního zásobníku. Pro akumulaci elektřiny se využívá stlačený vzduch uskladněný v tlakovém zásobníku, ale při vybíjení se akumulovaná energie využívá pro výrobu elektřiny v kogeneračním/trigeneračním zdroji se spalováním uhlí, přičemž výroba špičkové elektřiny nezvyšuje spotřebu uhlí. Takový decentralizovaný energetický zdroj dodává teplo/chlad a elektřinu pro vlastní odběratele nebo do elektrizační soustavy, pro nabíjení (pohon



Obr. 4 – Princip CAES



Obr. 5 – FES s akumulací elektřiny

kompresoru) se mohou využít vlastní přebytky elektřiny nebo se využije odběr ze sítě. Tento systém nepracuje jako klasická akumulární elektrárna, ale provozuje se jako klasický kogenerační zdroj s provozním výkonem v regulačním rozsahu s tím, že dodávaný elektrický výkon se může velmi rychle (pět až deset minut) zvýšit o projektovaný špičkový elektrický výkon.

Kombinovaná výroba elektřiny a tepla a chladu umožňuje zajistit celoroční provoz energetického zdroje s vysokou účinností, tedy s nižší spotřebou uhlí – rozumným způsobem se tak sníží i produkce škodlivin i CO₂. Příspěvek vznikl v souvislosti s řešením grantového projektu TA04021687.

Doc. Ing. Ladislav Vilimec, Ing. Jiří Vátral, Ing. Nela Dobrovodská, Vítkovice Power Engineering a.s. Ing. Jaroslav Konvička, Vítkovice ÚAM

Electricity storage in decentralised cogeneration/trigeneration energy sources

One of today's virtually available technologies for electricity storage is its storage in compressed air. At Vítkovice Power Engineering a.s. the Flexible Energy System (FES) was developed as part of the FFR-T11/073 grant project in years 2009 to 2012, making it possible to utilise combined PPC in coal burning. During its development it was shown that the FES can also be utilised viably for electricity storage. VPE was awarded a new grant project TA04021687 of the Technology Agency of the Czech Republic in the Alfa 4 program.

Аккумуляция электричества у децентрализованных когенерационных/тригенерационных энергетических источников

Одной из доступных сегодня технологий аккумуляции электричества является её аккумуляция в сжатом воздухе. В компании Vítkovice Power Engineering a.s. в рамках грант-проекта FFR-T11/073 в 2009 — 2012 годах проходило развитие Флексибельной энергетической системы (FES), которое дает возможность использовать комбинированный PPC и при сжигании угля. Во время его развития оказалось, что FES можно выгодно применять и для аккумуляции электричества. Для продолжения развития FES компания Vítkovice Power Engineering a.s. получила новый грант-проект Технологической агенции ČR TA04021687 в программе Alfa 4.