

TERMOELEKTRICKÝ GENERÁTOR PŘIPRAVENÝ PRO INSTALACI DO BIOMASOVÝCH KOTLŮ

Datum dosažení výsledku: 20.12. 2024

Datum zhotovení zprávy: 20. 01. 2025

Typ výstupu: Gprot – Prototyp

Autoři: Ing. David Jecha, Ph.D., VUT v Brně
Ing. Martin Lisý, Ph.D., VUT v Brně
František Kudrna, Ekogalva s.r.o.

Identifikační číslo výstupu: TK04020183-V1

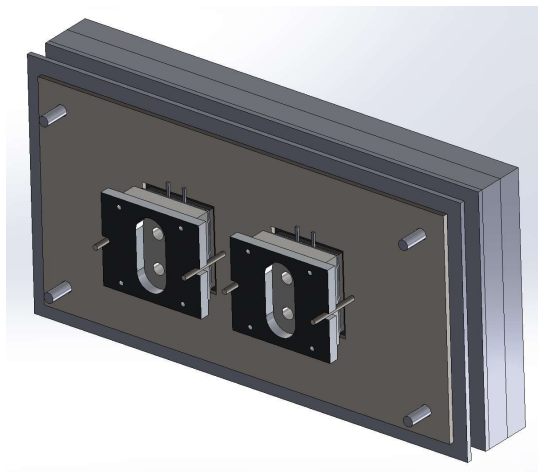
Vazba na projekt: TK04020183: Energeticky nezávislý zdroj tepla pro vytápění

1 POPIS VÝSTUPU

Výstupem je termoelektrický generátor vhodný pro implementaci do kotlů na biomasu bez automatického podávání paliva, doplněný o vhodný akumulční prvek. Generátor je navržen tak, aby po vhodných úpravách bylo možné jej implementovat do dalších kotlů, s minimem úprav konstrukčních a provozních parametrů. Pro přenesení TEG do jiného kotle bude nutné zmapování teplotního profilu ohniště nového kotle a optimalizace jeho příkonových parametrů. K tomu budou použity vyvinuté matematické modely.

2 POPIS ZAŘÍZENÍ

Sestava termoelektrických generátorů (TEG) je v prototypovém provedení umístěna v boku zplyňovacího kotle, kde byl vytvořen otvor pro montáž nosné desky.



Obr. 1 Vizualizace začlenění soustavy TEG do kotlového tělesa

V boku kotle tj, ve vodou chlazené stěny byla pro potřeby implementace sestavy TEG vytvořen otvor. Z matematických simulací a experimentálních měření vyplynulo, že pro daný typ kotle je toto umístění nejvhodnější. Z hlediska přestupu tepla a teplotního pole. Dále byla brána v úvahu montáž a vhodnost umístění z hlediska zakomponování celé technologie na daný kotel. V místě umístění sestavy TEG byl také odstraněn žárobeton.

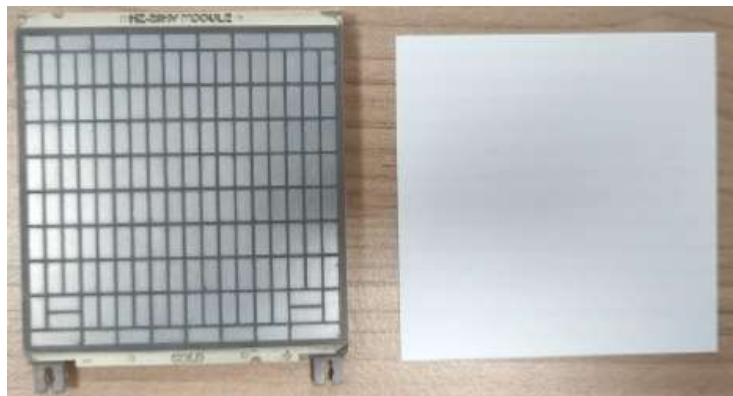
Pro výměník spalin, který zajišťuje dokonalý přenos tepla směrem k TEG modulům, byla zvolena šedá litina. Šedá litina (Unibar 250) je materiál s volně vyloučenými grafitovými lupínky v železe. Má velmi vysokou pevnost v tlaku, bohužel ostatní mechanické vlastnosti jako např. tažnost, jsou nepříznivě ovlivněny lamelárním tvarem grafitu. Grafitové lupínky v kovové matici snižují pevnost v tahu na pouhých 100 až 350 MPa. Grafit ve formě lupinek zvyšuje tepelnou vodivost. Z hlediska aplikace TEG je důležitá rovinnost připravovaných ploch, kde jsou umístěny TEG moduly. Povrch dosadacích ploch by měl mít maximálně drsnost 1,6.

Grafitové těsnění o tloušťce 2 mm slouží primárně k vyrovnání výrobních nepřesností. Stejně grafitové těsnění je použito na druhé (studené) straně TEG jen o menší tloušťce.

Korundová deska slouží k elektrickému odizolování TEG modulu. TEG modul obsahuje na studené a teplé straně můstky, které musejí být elektricky oddělené.

Pro lepší přestup tepla je plocha mezi TEG modulem a korundovou deskou natřena teplovodivou pastou.

Pro realizaci TEG byl vybrán termoelektrický modul HZ-20HV ukázán na Obr.2 od výrobce Hi-Z Technology, Inc. Výkon jednoho modulu je až 24,3 W, což je však podmíněno velkým teplotním spádem na modulu a také požadavkem na nízkou teplotu studené strany TEG modulu. Pro účely pilotní jednotky byla zvolena varianta s instalací dvou modulů, maximálně dosažitelný výkon TEG by byl na úrovni cca 40 W, což by mělo pokrývat el.nároky kotle. Specifikace pro daný modul jsou v Tab. 1.



Obr. 2 Termoelektrický modul HZ-20HV a izolační (korundová) deska

Tab 1. Parametry modulu HZ-20HV

Parametr	Označení	Jednotka	Hodnota
Teplota na teplé strany	T_h	$^{\circ}\text{C}$	250
Teplota na studené strany	T_c	$^{\circ}\text{C}$	50
Napětí v otevřeném obvodě	U	V	10,8
Napětí při deklarované zátěži	U_m	V	5,4
Vnitřní odpor	R_{in}	Ω	1,2
El. proud při deklarované zátěži	I	A	4,5
Elektrický výkon modulu	P	W	24,3

Výměník studené stravy (vodní) je vyroben z mědi pro lepší přestup tepla. Celý výměník se skládá z měděné části, těsnění (o-koužek), a připojovací desky.

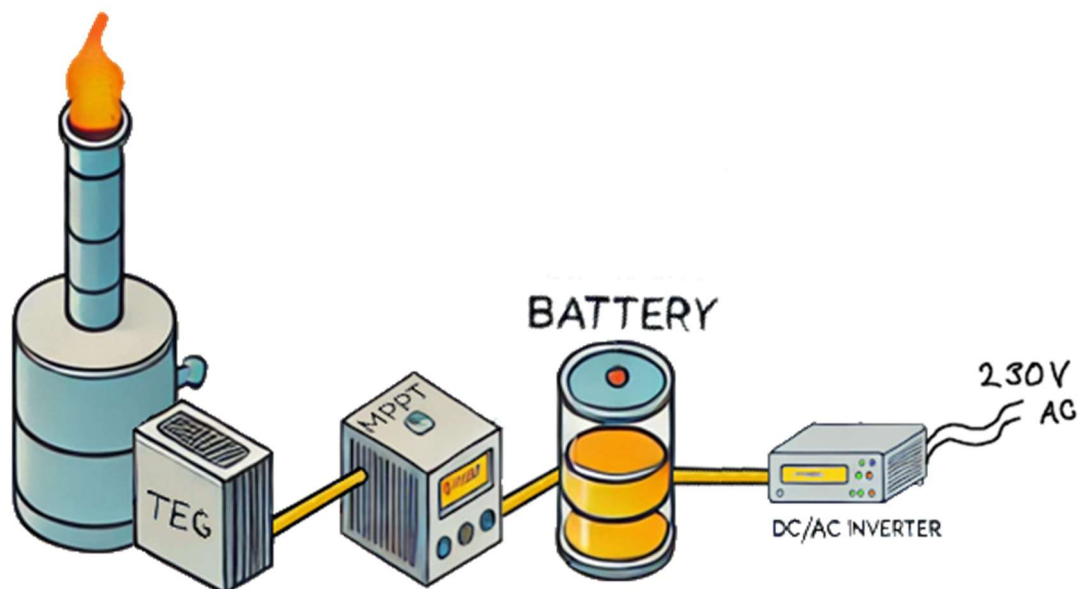
Sestava studené strany je pomocí šroubů přimontována k nosné desce. Při montáži byly použity pružiny pro dorovnání napětí na TEG modulu. Oba TEG moduly jsou navrženy tak, aby bylo možné chladit studenou stranu pomocí otopné vody. Fotografie z testování prototypové sestavy TEG modulů jsou uvedeny níže.



Obr. 4 Fotografie implantace TEG modulu do kotle

Systém akumulace a transformace energie – popis technického řešení

Úkolem systému akumulace energie je získat maximální možný výkon z TEG, efektivně jej transformovat a napájet systém kotle, nebo výkonové přebytky ukládat do baterie pro zátop v dalších dnech. Systém kotle se skládá z oběhového čerpadla a ventilátoru. Systém akumulace lze rozdělit na čtyři základní části vyobrazené na schématu níže. – viz Obr. 8.



Obr. 2 Schéma zapojení elektrické a akumulární části TEG

3 DOSAŽENÉ PARAMETRY

Prototypová jednotka byla testována po instalaci ke zplynovacímu kotli v plném provozu bez připojení do elektrické sítě. Potřebná energii pro nájezdový cyklus byla získávána z autobaterie, která posléze sloužila i pro akumulaci. Do řídicí jednotky stejnosměrného proudu byly připojeny i TEG moduly. A jednotka stejnosměrného proudu byla zapojena do střídače, který sloužil pro napájení řídicí jednotky kotle a kotlového čerpadla. Otopná soustava v rodinném domě byla simulována smyčkou otopné soustavy. Takto zapojený TEG s kotlem byl podroben testům, které měly za úkol ověřit možnost jeho dlouhodobého provozu.

Bylo dosaženo dlouhodobého průměrného výkonu přes 30 W, v případě zde uváděného testu 32,17 W. Spotřeba technologie tedy při využití nízkopříkonového ventilátoru a čerpadla nepřesáhla hodnotu cca 25-30 W při žádném z realizovaných testů. Technologie je tak schopná napájet také baterii pro akumulaci části energie ke startu technologie