

Využití energie stlačeného zemního plynu v expanzní turbíně s přehřevem nad 150°C

V tomto článku se chci zaměřit na možnost využití energie stlačeného zemního plynu (dále ZP) k výrobě elektrické energie. ZP je dopravován na delší vzdálenosti plynovody při tlaku až 6 MPa. ZP se pro transport stlačuje na tento tlak, z důvodu menších tlakových ztrát a menší dimenze potrubí při zachování průtočného množství. Pro distribuci ke konečným zákazníkům, se musí snížit jeho tlak na požadovanou hodnotu.

STANDARDNÍ REDUKČNÍ STANICE ZP - REDUKCE TLAKU ŠKRCENÍM

Pro redukci tlaku na požadované hodnoty odběratele máme dvě možnosti. První možností redukce tlaku ZP je škrcení, bez využití tlakové energie stlačeného plynu. Druhou možností redukce tlaku je s využitím expanzních strojů pro transformaci tlakové energie ZP na mechanickou práci popřípadě výrobu elektrické energie. V současné době se k dané redukci tlaku používají v převážné míře redukční stanice využívající metodu škrcení.

Výhody regulace škrcením:

- Automatický chod.
- Nízké pořizovací náklady.
- Nízkonákladový provoz.
- Nedochází k velkému ochlazení regulovaného plynu.
- Jednoduchá konstrukce.

Nevýhody regulace škrcením:

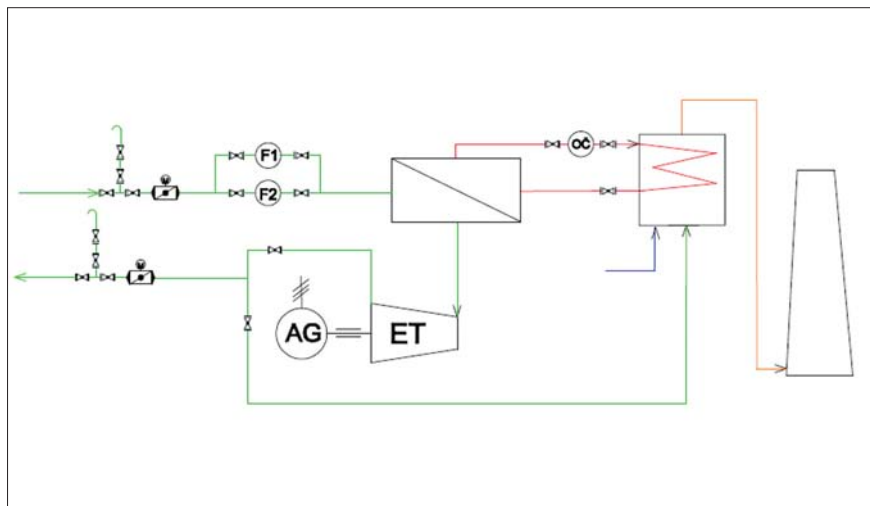
- Nevyužití energie stlačeného plynu.
- Nutnost nenávratně dodávat energii k přehřevu plynu.

REDUKČNÍ STANICE ZP - REDUKCE TLAKU S PŘEHŘEVEM DO 150°C

Při snižování tlaku zemního plynu škrcením, nelze využít tlakové energie zemního plynu k výrobě elektrické energie. Při použití expanzních strojů v redukčních stanicích, lze při požadovaném poklesu tlaku zemního plynu transformovat tlakovou energii plynu na mechanickou energii a tu pomocí generátoru na elektrickou energii.

Nevýhodou této redukce tlaku plynu je, že při adiabatické expanzi plynu dojde k jeho prudkému ochlazení pod teplotu kondenzace vodních par a tím možnému nebezpečí zamrznutí důležitých částí rozvodu. Pro omezení tohoto negativního vlivu redukce tlaku v redukční stanici i rozvodné sítě, je nutno zemní plyn ještě před expanzí zahřát na teplotu, která zaručí, že výstupní teplota plynu z expanzní turbíny bude vyšší než +5 °C. Výstupní teplota zemního plynu je závislá na adiabatické účinnosti expanzní turbíny.

Takto vyrobenou elektrickou energii lze považovat za čistou energii, která nemá negativní vliv na životní prostředí. K ohřevu zemního plynu před vstupem do expanzního stroje, můžeme použít centrální zdroj teplé vody nebo teplo z výroby elektrické energie. Také lze využít teplo z termické likvidace odpadu, popřípadě částečným spalováním dopravovaného zemního plynu.



Obr. 1 – Schéma redukční stanice ZP s přehřevem do 150°C

Možnosti regulace tlaku plynu s využitím energie

- Pistový expanzní stroj.
- Šroubový expanzní stroj.
- Expanzní turbína.
- Redukční stanice s možností zkapaňování zemního plynu.

Výhody regulace tlaku plynu expanzní turbínou

- Využití energie stlačeného regulovaného plynu.
- Výroba špičkové elektrické energie.
- Energetická soběstačnost redukční stanice.
- Ekonomická návratnost investice.
- Není nutné nakupování energie na přehřev.

Nevýhody regulace tlaku plynu expanzní turbínou

- Vyšší pořizovací náklady.
- Vyšší teplota přehřevu ZP.
- Složitější konstrukce.
- Výkon turbíny je závislý na průtoku ZP.

Tyto redukční stanice ZP s využití energie jsou částečným Braytonovým cyklem bez kompresoru, protože již využívám stlačené medium, které se před expanzí ohřeje na požadovanou teplotu. Výhodou této technologie využití energie je, že mechanická práce expanzní turbíny se přemění v generátoru na elektrickou energii. Nevýhodou standardního Braytonova cyklu je, že značná část výkonu expanzní turbíny je spotřebovaná kompresorem.

Při výrobě této energie vznikají minimální škodlivé látky v závislosti na zdroji tepla, pro

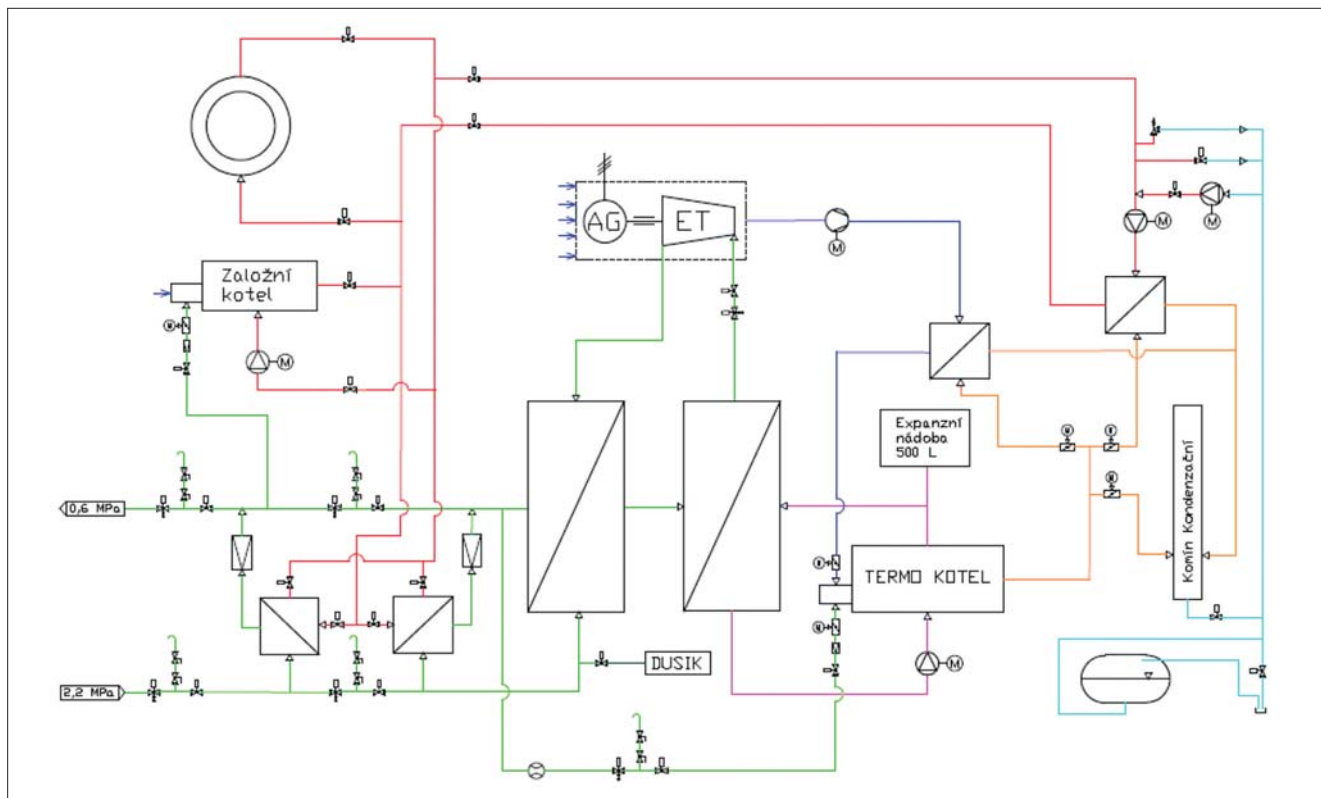
přehřev plynu na požadovanou teplotu. Doposud navrhované technologie využívající tlakovou energii zemního plynu pracovaly s přehřevem kolem 100°C. Při vyšším přehřevu je i vyšší teplota výstupního regulovaného zemního plynu a nevyužitím tohoto tepla se snižovala celková účinnost oběhu.

REDUKČNÍ STANICE ZP - REDUKCE TLAKU S PŘEHŘEVEM NAD 150°C

S rostoucí teplotou přehřevu při konstantním průtoku zemního plynu roste i množství vyrobené elektrické energie. Aby se zabránilo snižování celkové účinnosti oběhu s rostoucí teplotou přehřevu, je vhodné do oběhu zařadit rekuperativní výměník. ZP vstupuje do redukční stanice o teplotě kolem 10°C. Pro ohřev ZP na požadovanou teplotu se využije v rekuperativním výměníku teplo expandovaného plynu za turbínou a na požadovanou teplotu se dohřeje v externím zdroji tepla. Použitím rekuperativního výměníku se ochladí výstupní expandovaný ZP na požadovanou teplotu rozvodné sítě a současně se sníží potřeba přívodu tepla pro ohřev ZP před expanzní turbínou na požadovanou teplotu. Externím zdrojem pro dohřátí ZP mohou být různé zdroje tepla. Například kotel spalující ZP, biomasu, odpady, spalínový kotel a podobně.

Výhody jednotlivých zdrojů tepla

- zdroj spalující ZP - při výrobě této elektřiny vznikají minimální škodlivé látky pro životní prostředí. Tento zdroj tepla je v nákladech na palivo nejnákladnější,



Obr. 2 – Schéma redukční stanice ZP s předehřevem nad 150°C

- zdroj spalující biomasu – takto vyrobená elektrická energie je v současné době státem dotována, což má kladný vliv na návratnost investice,
- zdroj spalující odpady – při předehřevu do 300°C se zabrání chloridové korozi kotle.

ZP s požadovanou vstupní teplotou je přiveden k expanzní turbíně, kde expanduje na požadovaný tlak rozvodné sítě. Výstupní teplota plynu je závislá na účinnosti turbíny. Tato teplota je ale vyšší, než na kterou je dimenzovaná rozvodná síť. Ochlazení na požadovanou teplotu dojde v rekuperativním výměníku, který tímto teplem předehřívá vstupní zemní plyn.

Nejpravděpodobnějším místem možného úniku plynu v této redukční stanici je ucpávka na hřídeli turbíny. Pro zamezení úniku se používá dusíková ucpávka. Při této variantě je pravděpodobné, že část dusíku se dostane do

dopravovaného ZP. Dalším řešením zamezení úniku do okolí je turbínu včetně generátoru umístit do protihlukového boxu, přes který bude nasáván spalovací vzduch do externího zdroje tepla. Tímto řešením se zajistí, že veškerý možná unikající plyn shoří. Redukční stanice je vybavena dvěma měřicími přístroji průtok ZP. Rozdíl mezi průtoky jednotlivými měřicími přístroji je vlastní spotřeba redukční stanice.

Celková účinnost transformace tepla z paliva na elektřinu je závislá na účinnosti kotle. V případě, že tato stanice bude sloužit i jako zdroj tepla v teplé vodě, nebo využitím tepla spalin k předehřevu spalovacího vzduchu se pohybuje celková účinnost transformace tepla z paliva na elektrickou energii kolem 60 %. Množství vyrobené elektrické energie je závislé na průtočném množství ZP, které je v průběhu roku i dny kolísavé. Denní graf průtoků redukční

stanice je podobný grafu spotřeby elektrické energie. V době největší spotřeby elektrické energie je i největší průtok a tím i nejvyšší elektrický výkon redukční stanice ZP. Dá se říct, že křivka výroby je podobná křivce spotřeby elektrické energie.

S použitím turbíny společnosti Siemens lze v současné době ZP předehřát na vstupní teplotu 250°C. Výstupní teplota expandovaného plynu z redukční stanice je 30°C. Tato teplota je vyhovující pro rozvody zemního plynu.

Návrhem redukční stanice ZP s předehřevem nad 150°C se v současné době zabývá v disertační práci a je chráněn užitým vzorem číslo - 27 275.

**Ing. Libor Pilch,
doc. Ing. Jiří Míla, CSc.,
Vysoká škola Báňská
– Technická univerzita Ostrava**

Utilisation of compressed natural gas energy in an expansion turbine preheated to over 150°C

In this article I want to focus on the possibility of utilising compressed natural gas energy (NG) for the generation of electrical energy. NG is transported over longer distances by gas pipelines at a pressure of up to 6 MPa. NG is compressed to this pressure for transport due to smaller pressure losses and the smaller size of the piping while maintaining the once-through amount. It pressure must be reduced to the required value for distribution to end customers.

Использование энергии сжатого природного газа в расширительной турбине с разогревом более 150°C

В этой статье рассказывается о возможностях использования энергии сжатого природного газа (далее ЗП) для производства электрической энергии. ЗП транспортируется на большие расстояния при помощи газопроводов под давлением до 6 Мпа. Такое давление необходимо для меньших затрат и меньшего износа трубопровода при сохранении необходимой пропускности. Для дистрибуции к конечному заказчику давление газа должно быть снижено до необходимого уровня.