

PTVM forróvízkazán energiahatékonyabb megoldása füstgázhőcserélővel

Jakab Ferdinánd

Létesítménymérnök mesterképzési szak, Levelező

Műszaki Intézet / Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Hermanucz Péter, egyetemi tanársegéd

Pap Gábor, gépészmérnök, műszaki vezető

A dolgozat összefoglalása magyar nyelven

Diplomadolgozatom témája a Csepeli Erőmű Kft. területén lévő PTVM 48 MW hőteljesítményű forróvíz-kazán energiahatékonyabb üzemállapotának a kialakítása. A kitűzött célok között szerepel a kazán hatékonyságának növelése, az üzemanyag-felhasználás csökkentése, a széndioxid-kibocsátás minimalizálása és az energiaveszteség csökkentése. Ezek a célok összhangban vannak a fenntartható fejlődés elveivel, és hozzájárulnak a környezeti és gazdasági fenntarthatósághoz. A kijelölt célok elérésének feltétele a meglévő rendszerek fejlesztése. A technológia központi eleme egy füstgáz-forróvíz hőcserélő beépítése a meglévő forróvízkazán füstgázrendszerébe. A füstgáz hőhasznosító, a kazánt és a különálló vasbeton kéményt összekötő, vízszintesen kialakított füstgázcsatornába kerülne beépítésre. A füstgáz hőhasznosító a kazánból kiáramló füstgáz hőjét felhasználva a PTVM forróvíz-kazán belépő, keringtetett fűtési forróvizét melegítené elő. A kazánokból kilépő 120-140 °C-os füstgáz jelentős energiatartalommal rendelkezik. A füstgázból kinyert energiát visszavezetve a rendszerbe, javíthatja az energetikai hatékonyságot. Emellett a földgáz felhasználásának csökkentése révén a károsanyag-kibocsátás is csökkenhet. Az erőmű által használt adatgyűjtő rendszerből és az emissziós mérési jegyzőkönyv hőtechnikai adatait felhasználva egy fejlesztési tervet állítottam össze a meglévő technológiai rendszerhez, a kapcsolódó füstgáz hőhasznosító rendszer megépítésére. A számításokat megelőzően alapvető fontosságú a rendszer alapos ismertetése és azoknak a tényezőknek a felmérése, amelyek hatással lehetnek a kivitelezés folyamatára. A rendszer megértéshez elengedhetetlenül fontos bemutatni a Csepeli Erőmű Kft. fő tevékenységeit. A vállalat a hőtermelés mellett, részt vesz a FŐTÁV részére nyújtott fűtési célú forróvíz szolgáltatásában. A szolgáltatáshoz szükséges forróvíz

előállítására döntő mértékben az Alpiq Csepel II. kombinált ciklusú erőműben történik, de tartalék és csúcs üzemben a forróvíz kazánokban is történik forróvíz előállítása. A FŐTÁV felé történő forróvíz ellátást a két erőmű egy közösen használt zárt rendszerű forróvíz hálózaton képes biztosítani. A forróvíz keringtetése és elosztása a forróvíz keringtető szivattyúházban telepített három darab, egyenként 1 MW villamos teljesítményű szivattyúval, illetve nyári üzemvitelben egy darab 400 kW villamos teljesítményű szivattyúval történik. A forróvíz előállítása, hő bevitel a rendszerbe, háromféleképpen lehetséges a Csepeli Erőmű Kft.-nél:

- Az összes kért hőmennyiséget a Csepel II. állítja elő és egyedül végzi a forróvíz rendszer fűtését.
- Az összes hőmennyiséget a PTVM kazánokkal állítjuk elő.
- Csepel II. bevisz egy bizonyos hőmennyiséget a forróvíz rendszerbe és a hiányzó részt a PTVM kazánnal pótoljuk.

PTVM forróvíz-kazán fűtési hőteljesítménye, a kazánon átáramló víz mennyiségének és az üzemelő égők számának változtatásával szabályozható. A kazán üzemhez minimum két átlósan elhelyezett alapégőt kell üzemeltetni. A legkisebb, nullánál nagyobb terhelési szintet a 2 égős üzem határozza meg, ami megközelítőlegesen 15 MW-os kazán hőteljesítmény, durván 90% kazánhatásfok mellett. A Csepeli Erőmű Kft. területén lévő PTVM forróvíz-kazán hőteljesítménye csak „durva”, míg az Alpiq Csepel II. forróvíz-kazánok finom hőfokszabályozással üzemeltethetőek. Mindezek ismeretében a megfelelő működésű füstgáz hőhasznosító rendszer megtervezéséhez további feltételeknek kellett érvényesülni. Figyelembe véve a harmatpont alá hűlés veszélyének az elkerülését, továbbá a füstgáz oldali ellenállás betartását (tűztér nyomás), füstgázok hőmérsékletét, az üzemeltetési körülményeket, valamint a rendelkezésre álló beépíthető méreteket, egy egyedileg megtervezett hőcserélő megtervezése indokolt. Az egyedileg megtervezett, saválló anyagból készülő hőcserélő teljesítménye 298,22 [kW] és 100 °C-os lehűtött kilépő füstgáz hőmérsékletet biztosít (figyelembe véve a harmatponti alá hűlés elkerülését). A rendszer füstgáz oldali ellenállása igen alacsony, 30 Pa, ezért a kazán esetében jellemzően nem merül fel a füstgáz elszívásának ventilációs igénye. Egy ilyen kis teljesítményű füstgáz-hőcserélőnél különösen fontos, mivel a füstgáz-elszívó ventilátor működtetése további energiát igényelne, és így növelné a rendszer üzemeltetési költségeit. A kis hőnyereség és a kazán durva hőfokszabályozása miatt az energiamegtakarítás a finom szabályozási (Alpiq Csepel II.) oldalon

érvényesíthető, mégpedig a közösen használt zárt rendszerű forróvíz hálózatának köszönhetően. A hőcserélő által kinyert hőnyereség összességében minimális az erőmű átlagéves felhasználásához képest. Azonban jelentősége abban rejlik, hogy lehetővé teszi a primer energiaforrások hatékonyabb felhasználását. Ezáltal hozzájárul az energiatakarékossághoz és a fenntarthatóbb energiagazdálkodáshoz. A füstgázcsatornába beépített hőcserélő alkalmazásával a PTVM kazán hatásfoka 0,89%-kal növelhető, csökkentve ezzel a szén-dioxid-kibocsátást és más környezeti terheléseket. A PTVM kazán hosszabb üzemidejének kihasználásával csökkenthetőek lennének a fejlesztés beruházási költségei és kedvezőbb eredmények érhetőek el a felhasznált primer energia terén, miközben a környezeti terhelések is csökkenhetnének.

A dolgozat összefoglalása angol nyelven/Summary

The topic of my diploma thesis is the development of a more energy-efficient operating state of the PTVM 48 MW hot water boiler on the territory of Csepeli Erőmű Kft. The objectives include increasing boiler efficiency, reducing fuel consumption, minimizing carbon dioxide emissions, and reducing energy loss. These goals are in line with the principles of sustainable development and contribute to environmental and economic sustainability. A condition for achieving the designated goals is the development of existing systems. The central element of the technology is the installation of a flue gas-hot water heat exchanger in the flue gas system of the existing hot water boiler. The flue gas would be installed in a horizontal flue gas channel connecting the boiler and the separate reinforced concrete chimney, which utilizes heat. The flue gas heat recovery would use the heat of the flue gas coming out of the boiler to preheat the incoming, circulated heating water of the PTVM hot water boiler. The 120-140°C flue gas leaving the boilers has a significant energy content. Energy efficiency can be improved by feeding the energy extracted from the flue gas back into the system. In addition, by reducing the use of natural gas, harmful emissions can also be reduced. Using the data collection system used by the power plant and the thermal data of the emission measurement protocol, I compiled a development plan for the existing technological system, for the construction of the related flue gas heat recovery system.

Prior to the calculations, it is essential to thoroughly describe the system and assess the factors that may affect the construction process. To understand the system, it is essential to present

the main activities of Csepeli Erőmű Kft. In addition to heat production, the company participates in the hot water service provided to Főtv for heating purposes. The production of the hot water required for the service is crucial to the Alpiq Csepel II. it takes place in a combined cycle power plant, but hot water is also produced in hot water boilers in reserve and peak operation. The two power plants can supply hot water to FŐTÁV via a shared closed system hot water network. Hot water is circulated and distributed in the hot water circulation pump house with three pumps, each with an electric power of 1 MW, and in summer operation with one pump with an electric power of 400 kW. The production of hot water and the introduction of heat into the system are possible in three ways at Csepeli Erőmű Kft.:

- All the requested amount of heat is supplied by Csepel II. produces and alone heats the hot water system.
- All heat is produced with PTVM boilers.
- Csepel II. brings a certain amount of heat into the hot water system and the missing part is replaced with the PTVM boiler.

The heating output of the PTVM hot water boiler can be regulated by changing the amount of water flowing through the boiler and the number of burners in operation. For boiler operation, at least two diagonally placed base burners must be operated. The smallest load level, greater than zero, is determined by the 2-burner operation, which is approximately 15 MW boiler heat output, with roughly 90% boiler efficiency. The heat output of the PTVM hot water boiler on the premises of Csepeli Erőmű Kft. is only "rough", while the Alpiq Csepel II. hot water boilers can be operated with fine temperature control. Knowing all of this, additional conditions had to be met to design a properly functioning flue gas heat utilization system. Considering the avoidance of the risk of cooling below the dew point, as well as compliance with the resistance on the flue gas side (fireplace pressure), the temperature of the flue gases, the operating conditions and the available installation dimensions, the design of an individually designed heat exchanger is justified. The individually designed heat exchanger, made of acid-resistant material, has a power of 298.22 [kW] and provides a cooled exhaust gas temperature of 100°C (taking into account the avoidance of cooling below the dew point). The resistance on the flue gas side of the system is very low, 30 Pa. Therefore, in the case of the boiler, there is typically no need for ventilation to exhaust the flue gas. It is particularly important for a flue gas heat exchanger with such a small capacity, since the operation of the flue gas extraction fan would

require additional energy and thus increase the operating costs of the system. Due to the small heat gain and the rough temperature control of the boiler, energy savings can be achieved on the fine control side (Alpiq Csepel II.), namely thanks to the shared closed system hot water network. Overall, the heat gain obtained by the heat exchanger is minimal compared to the average annual use of the power plant. However, its significance lies in the fact that it enables more efficient use of primary energy sources. In this way, it contributes to energy saving and more sustainable energy management. By using the heat exchanger built into the flue gas duct, the efficiency of the PTVM boiler can be increased by 0.89%, thereby reducing carbon dioxide emissions and other environmental burdens. By taking advantage of the longer operating time of the PTVM boiler, the investment costs of the development could be reduced, and more favourable results could be achieved in terms of the primary energy used, while the environmental burdens could also be reduced.