

AZ ÜZEMFENNTARTÁS MŰKÖDÉSI FELTÉTELEI

2.09 | A kazánbiztonság feltételei

Tárgyszavak: kazánüzemeltetés; kazánhibák; biztonságtechnika.

Kazánok üzemeltetése és karbantartása maximális felelősségtudatot követel meg nemcsak a beosztott dolgozóktól, de a vezetőktől is. Eltekintve egy esetleges kazánkiesés jelentős anyagi kihatásaitól, még egy részleges kazánrobbanás is emberéleteket veszélyeztethet. Helyénvaló tehát időnként áttekinteni, hogy mivel lehet elkerülni a robbanásveszélyt és a kisebb üzemzavarokat.

Ipari termelőberendezések tervezésekor, gyártásakor, üzemeltetésekor és karbantartásakor a személyi biztonság a fő szempont. Esetenként súlyos, sőt halálos balesetet idézhet elő egy olyan berendezés meghibásodása, amelyet éveken keresztül elhanyagoltak, gondatlanul üzemeltettek és a karbantartását is hanyagul végezték.

Az ipari termelőberendezések közül talán a legsúlyosabb következményekkel járhat a nem megfelelő módon üzemeltetett és karbantartott energiatermelő berendezések katasztrófális meghibásodása. A kazán gyakran a legnagyobb, legköltségesebb és potenciálisan a legveszélyesebb egység, ha nem gondoskodnak a szigorúan szakszerű üzemeltetéséről és karbantartásáról.

Még a legbonyolultabb magas hőmérsékletű és nagynyomású vízcsöves kazán is lényegében nagynyomású gőzt és vizet tároló, túlnyomásos rendszerként fogható fel. A csöveken kívül, szabályozottan elégetett tüzelőanyag adja át a hőt a cső belsejében áramló víznek. A tűzcsöves kazán ennek a fordítottjaként működik, hiszen a tüzelőanyag a cső belső felületét hevíti.

Kazánmeghibásodás

A kazán katasztrófális meghibásodása veszélyezteti az üzemeltetők biztonságát. A meghibásodás leggyakrabban két okra vezethető vissza:

- Rövid távon az üzemeltetés vagy a karbantartás hibái. Az ilyen tévedések következménye azonnali katasztrófális tönkremenetel vagy baleset.

- Hosszú távon hibás üzemeltetési és karbantartási gyakorlat, ami egy idő után olyan körülmények kialakulását eredményezi, ami katasztrófális tönkremenetellel vagy balesettel jár együtt.

Általában tüzelőanyag-robbanásra vagy a tápvíz rossz minőségére vezethető vissza a kazán meghibásodása.

Tüzelőanyag-robbanás

Kazán üzemeltetésekor a legveszélyesebb körülményeket a tüzelőanyagnak a tüztérben bekövetkező robbanása hozza létre. A tüzelőanyag-robbanás általában üzemeltetési vagy karbantartási problémára vezethető vissza. Amennyiben a kazánt megfelelően üzemeltetik és a karbantartása is gondosan történik, ha a szükséges rutinszerű megelőző karbantartási műveleteket elvégzik, akkor gyakorlatilag kizárt a tüzelőanyag-robbanás lehetősége.

Alacsony vízszint

Könnyen belátható, hogy az alacsony vízszint milyen súlyos, sőt katasztrófális meghibásodást idézhet elő, ha meggondoljuk, hogy amennyiben a kemence hőmérséklete meghaladja a 980 °C-ot, ennek mi lesz a következménye a szerkezeti anyagokra, hiszen a szénacél mechanikai tulajdonságai 454 °C fölött drasztikusan megváltoznak.

A kazán csupán azért képes elviselni ilyen magas hőmérsékleteket, mert tűz jelenlétében a kemence valamennyi csövében víz van. Amennyiben a vízszint alacsony, folytatva a tüzelést, gyakorlatilag megolvad a kazáncsövek acélanyaga.

Az ipari kazánok általában nem szivattyúval, hanem természetes cirkulálással áramoltatják a vizet a csöveken keresztül. Ezt a hatást a gőz és a víz eltérő sűrűsége idézi elő. A vízszint magassága alapkövetelmény, mert fontos, hogy az ejtőcső vízellátása biztosított legyen (1. ábra).

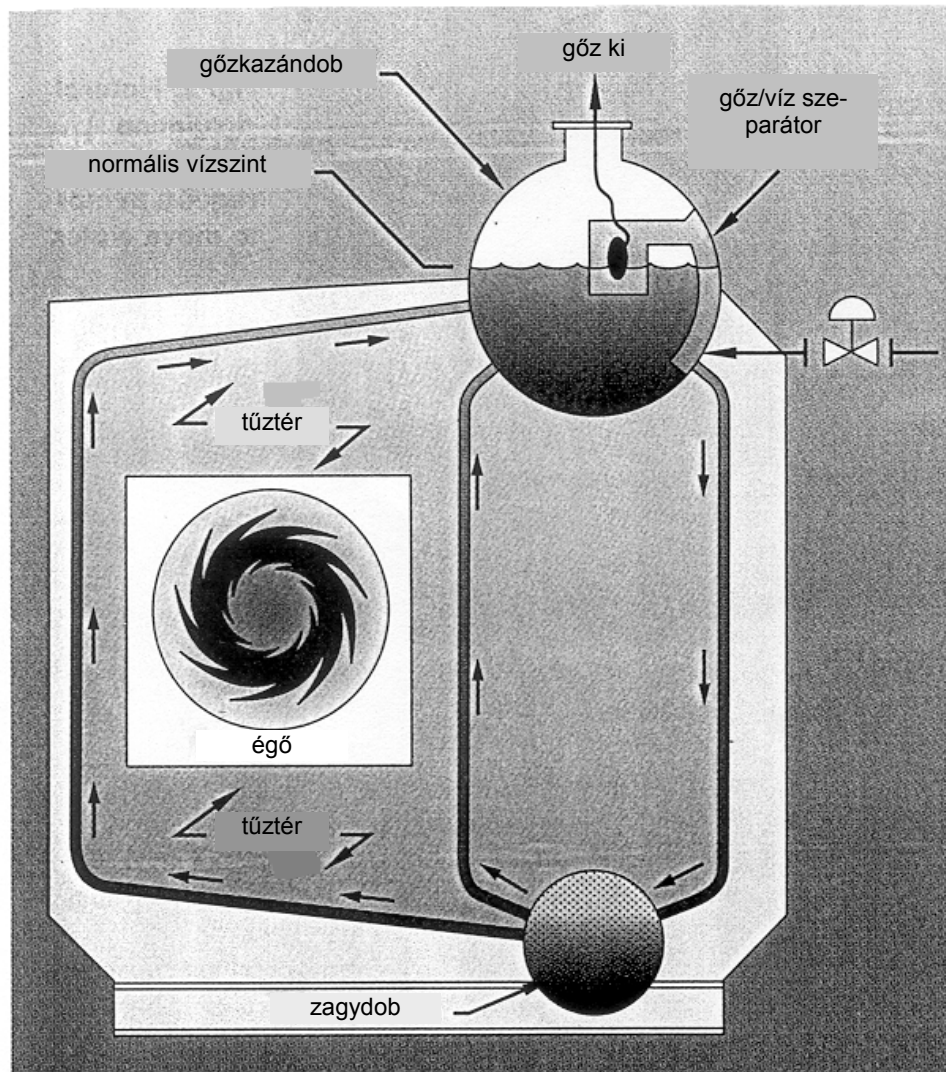
Feltétlenül biztosítani kell, hogy elegendő legyen a vízszint magassága. Éppen ezért a korszerű kazánok alacsony vízszintet érzékelő automatikus kapcsolóval vannak ellátva.

Ez a készülék a kazán túlnyomás alatt lévő elemeit védi azzal, hogy lekapcsolja a tüzelőanyag égési folyamatát és ezzel megakadályozza, hogy a természetes cirkulációs hűtési folyamat megszűntekor a tüztér túlhevüljön.

A kazándobban a szintmagasság ellenőrzése bonyolult feladat és még a legjobban beállított szabályozórendszer sem tudja mindig megakadályozni a vízszint lesüllyedését. A gőzkazánban a vízszint eléggé instabil, miután a víz és a gőzbuborékok összenyomható keverése a nyomásváltozás függvényében

zsugorodhat és tágulhat, amikor változik a tüzelési viszonyok módosulásakor, vagy amikor hidegebb tápvíz is kerül a kazánba.

Minden megfelelő kazánkonstrukciót – akár gázt/olajat, akár szilárd tüzelőanyagot használ fel – túlbiztosított elrendezésben, különböző, ellenállós és úszóval működtetett vízszintre érzékeny kapcsolóautomatával el kell látni. Sajnos évente aggasztó számú, vízszintre érzékeny kapcsolóautomatával rendelkező kazán megy tönkre.



1. ábra Cirkuláció szokványos kazánban

Az alacsony vízszintre érzékeny kapcsolóautomaták meghibásodásának oka különböző lehet.

A kapcsoló áramkör működésének kimaradása

Gyakori eset, hogy a kapcsoló áramkörét rövidre zárják, és ezzel szünetik meg a nem megfelelően beállított automatika felesleges kapcsolásait, amikor a biztonsági eszköz meghibásodik stb. Az ilyesmi az igazi probléma szőnyeg alá söprése és soha sem szabad megengedni, hogy ez előfordulhasson.

Az úszós kapcsoló nem működik

Az úszós kapcsolókat rendszeresen le kell fúvatni, hogy működésbe lépjenek, valamint, hogy az esetleges zagyszennyezést eltávolítsák. A megfelelően megtervezett szerkezet esetében a lefúvatás minden műszakban elvégezhető anélkül, hogy ezzel a kazánt leállítsák. A lefúvatás tisztán tartja és működés szempontjából ellenőrzi az alacsony vízszint ellen védő és riasztó rendszert.

A tüzelőanyag-robbanások gyakori okai

- *Tüzelőanyaggal dúsított* keverék bármikor létrejöhet, amikor nem az elégetéshez használt tüzelőanyagnak megfelelő mennyiségű a levegő-adagolás. Sosem szabad a levegőadagolást növelni, ha a tüztér sötét, füstös. Először le kell állítani a berendezést, meg kell szüntetni az égést, alaposan át kell öblíteni, majd ki kell javítani a hibát. A tüzelőanyagban szegény, „sovány” keverék, amelyekben a szükségesnél több a levegő, nem eléggé hatékony, de nem is veszélyes.
- *A rosszul porlasztott* olaj felhalmozódhat a tüztérben és helyileg elégetlen, illékony tüzelőanyag-keverék alakulhat ki, ami robbanáshoz vezethet. Ennek megakadályozása érdekében az olajporlasztóról el kell távolítani a szennyezéseket és megfelelőre kell beállítani a levegő, valamint a tüzelőolaj nyomását.
- *A nem megfelelő öblítés* következtében gyúlékony keverék maradhat a kazánban. Sokszor olyankor kerül sor robbanásra, amikor a valamilyen egyéb ok miatt lekapcsolt égőt megkísérlik újragyújtani. Az őrláng ilyenkor meggyújtja a tüztérben felhalmozódott nagy mennyiségű gyúlékony gázt, ami robbanást idéz elő.

Ez a helyzet elkerülhető, ha megvizsgálják a lekapcsolás okát és lehetővé teszik a tüztér alapos átöblítését, mielőtt megkísérelnék az újragyújtást. Újragyújtás előtt ÖBLÍTENI, ÖBLÍTENI, ÖBLÍTENI.

A tápvíz rossz minősége

A vízelőkészítésre két alapvető probléma kiküszöbölése miatt van szükség: a csövek vízzel érintkező felületein lerakódás képződik. A másik ok a korrózió.

A kazánba kerülő víz elgőzölög és reve vagy kicsapódás formájában viszsza marad a leghatékonyabb hőátadási helyeken.

A kazáncsőveken lerakódó reve olyan szigetelőréteget alkot, amelyik megakadályozza, hogy a víz elvezesse a hőt a csőfelületről. Ha ez a folyamat eléggé erőteljes és folytatódhat, akkor a cső helyileg túlhevülhet és esetleg meghibásodik.

Függetlenül attól, hogy az alacsony vízszint vagy a kedvezőtlen vízminőség okozza, a túlhevült túlnyomásos elem a nagy nyomás hatására hirtelen meghibásodik és esetleg veszélyes gőzrobbanásra kerül sor. A kazánházban végbemenő gőzrobbanás másodpercek alatt tűrhetetlen forróságot és csökkentett oxigénszintet idéz elő.

A csőveken képződő lerakódás megakadályozására a kazántápvízben elfogadható szinten kell tartani a szilárdanyag-koncentrációt. Minél nagyobb az üzemi nyomás és a kazánhőmérséklet, annál szigorúbb követelményeket kell támasztani a tápvízkezeléssel szemben.

Eltekintve az erőművi turbinaüzemtől, vagy ha a nyers víz minősége különösen kedvezőtlen, legtöbb ipari kazán elég kis nyomáson működik ahhoz, hogy a tápvízkezeléshez elegendő legyen az egyszerű nátrium-zeolitos vízlágyító.

Ha nagyobb nyomású turbinák, valamint túlhevítők üzemeltetéséről van szó, bonyolultabb tápvízkezelésre, például ellenirányú ozmózisra és demineralizáló rendszerre van szükség.

A kazáncsővek vízdali korrózióját általában kazántápvízben lévő szennyezők okozzák, amelyek a kondenzvízből is visszakerülhetnek.

A tápvíz szennyezője lehet oxigén, felesleges tápvízkezelő vegyszer, olaj, különböző fémek, vegyi anyagok, műgyanták.

A kazáncsővek épségét általában veszélyezteti az oldott oxigén. A korszerű, magas színvonalú kelátos vízkezelési megoldás tette lehetővé a kazánok hőátadó felületeinek fokozott tisztán tartását, mégpedig oly mértékben, hogy lényegében tiszta fémes felületűek maradnak a csövek.

Mivel a kazán fémfelületein csupán egy vékony mágneses oxidréteg alakul ki, rendkívül fontos az oxigén szabályozása. A kazánberendezésekben általában légtelenítő tápvíz-előmelegítő van, amely eltávolítja az oxigén legnagyobb részét. A kb. $2,2 \text{ kg/cm}^2$ nyomás alatt (1000 psig) működtetett kazánok esetében az oxigénes deionizálót, a nátrium-szulfidot folyamatosan adagolják a légtelenítő tárolótartályába, hogy biztosítsák a szabad oxigéntől való mentesítést.

Az oxigénes korrózió egyik legveszélyesebb változata az oxigénes pontkorrózió, ami egy igen kis területre koncentrálódik. Ilyenkor a túlnyomásnak kitett elemek meghibásodhatnak annak ellenére, hogy a korrózió mértéke és a fémvesztés viszonylag szerény volt.

De ha a kelátos kazántápvíz-kezelésnél nem gondoskodnak a kelátos vegyi anyag megfelelő adagolásáról, problémákat okozhat a túlادagolás.

Csak akkor jön létre kelátos korrózió, ha hosszabb ideig lényegesen a megszabott szint fölött marad a nátriumsók koncentrációja. Ennek eredményeként a fém oldódik, elvékonyodik. A hatás a kazán belsejében, a feszültségkoncentrációs helyeken érvényesül elsősorban, például a behengerelt csővégeken, csőhegesztési helyeken, menetes részeken és más, nem feszültségmentesített területeken.

Savak és marónátron véletlen adagolása következtében azonnal, súlyos károsodás érheti a kazánt. Az ilyen vegyi anyagok a legkülönbözőbb korrodáló és fémroncsoló hatásokat fejthetik ki.

Ezek a vegyi anyagok különböző okoknál fogva jutnak a kazánba:

- *A berendezés meghibásodása vagy hibás működése.* Jellegzetes probléma a leválasztó szelepek szivárgása, vagy egy automatikus szabályozó meghibásodása, aminek következtében az öblítési ciklus nem lesz megfelelő.
- *A vízelőkészítő rendszer rossz konstrukciója.* Amennyiben regeneráló vegyi anyagokat adagolnak a tápvízbe, kettős szeleprendszert kell alkalmazni a szelepmeghibásodás elleni védelem céljából.
- *Nem megfelelően betanított vízelőkészítő személy és helytelen működtetés.* Ha az operátort nem oktatták megfelelően és nem ismeri kellőképpen ezeknek a gyakran igen bonyolult rendszereknek az üzemi sajátosságait, előfordulhat, hogy koncentrált savat és marónátront juttat a kazánba. Kevésbé gyakori az a probléma, hogy a vízelőkészítő berendezés regenerálását nem megfelelően végzi, például helytelenül öblíti ki a maradék savat és marónátront.

A kazántápvíz szennyeződését okozó gyakori probléma, hogy a kondenzvízzel észrevétlenül szennyező kerülhet vissza a kazánba. A szennyező lehet fém, például réz és vas, vagy akár olaj és a kezeléshez felhasznált vegyi anyag.

A nehézfém-szennyezés általában a berendezés, valamint a kondenzvízrendszer szerkezeti anyagaiból származik.

Olaj és technológiai vegyi anyag a hőcserélők, szivattyúk, tömszelencék stb. meghibásodása, illetőleg korrózió okozta szivárgása folytán juthat a kondenzvízbe.

Katasztrofális meghibásodást vonhat maga után a berendezés valamilyen elemének tönkremenetele és ezáltal jelentős mennyiségű nemkívánatos vegyi anyag bejutása a kazánba. Éppen ezért az értelmes kazánüzemvitel megköveteli a visszatérő kondenzvíz folyamatos ellenőrzését és annak szennyezettsége esetén automatikus elvezetését.

Időnként kazánhibát idézhet elő, ha ioncserélő műgyanta kerül a kazántápvíz-rendszerbe. Gyakran okozhatja ezt az ioncserélő tartály belső csőrendszerének vagy oldalsó szűrőrácsának meghibásodása.

A kazán üzemi nyomásától és a műgyanta típusától függően a kazánfelületeken vastag gyantabevonat képződhet. Olcsó és igen praktikus módszer az

ilyen jellegű szennyeződés megakadályozására a műgyantacsapda szerelése az ioncserélő tartályok kimenetére. A csapda nemcsak a kazánt védi meg az elszennyeződéstől, hanem megakadályozza a rendkívül drága műgyanta veszteségét is.

A kazántápvíz szennyeződése és az általa előidézett korrózió lehet lassú vagy hirtelen, katasztrofális esemény is. A rendszeres és hatékony karbantartás nagymértékben csökkenti mindkét lehetőség bekövetkezésének valószínűségét. A kazánvíz és a tápvíz minőségének folyamatos ellenőrzése nemcsak a trendekről ad felvilágosítást, hanem időben felhívja a figyelmet a tápvíz bármilyen gyors minőségi változására.

Helytelen lefúvatás

A helyesen végrehajtott lefúvatással fenn lehet tartani a kazántápvíz jó minőségét. A kazánvízben a nemkívánatos szilárd szennyezők koncentrációját a folyamatos öblítéssel és a szakaszos lefúvatással lehet csökkenteni.

A nátrium-zeolitos vízlágyítás olyan ioncserélő művelet, amelynek során végbemegy a káros, reveképző kalcium- és magnéziumionok nátriumionokra való cseréje.

A lefúvatás fő célja, hogy a kazánvízben a megengedhető határok között lehessen tartani a szilárd szennyezők koncentrációját. A lefúvatás gyakoriságát a teljes oldott szilárd alkotók, a szuszpendált szilárd részecskék, a szilícium-dioxid és a lúgosság figyelembevételével kell meghatározni (1. táblázat).

1. táblázat

Az ABMA által javasolt maximális koncentrációhatár
egy működő kazán vizében

Működési nyomás, psig (font/hüvelyk ²)	Szilárd alkotók teljes oldott mennyisége, ppm	Teljes lúgosság, ppm	Szilícium-dioxid, ppm	Szuszpendált szilárd alkotók teljes mennyisége, ppm
0– 300	3500	700	150	15
301– 450	3000	600	90	10
451– 600	2500	500	40	8
601– 750	1000	200	30	3
751– 900	750	150	20	2
901–1000	625	125	8	1

A lefúvatási gyakoriságot úgy kell megválasztani, hogy az ABMA által javasolt megengedhető elfogadható határok között maradjon a kazánvíz minősége. Egy jól megtervezett folyamatos lefúvatási rendszer állandóan ellenőrzi a kazánvíz vezetőképességét (szilárdanyag-koncentrációját) és a lefúvatás gyakoriságát ennek megfelelően szabályozza.

Ha a kazántápvíz meghaladja a javasolt határértéket, problémák merülhetnek fel, beleértve a reve- és zagyképződést, a korróziót, habosodást és a gőzszeparátor gyenge működését. A habosodás és az ezzel egyidejű nagy vezetőképesség a vízszint magasságának instabilitását, kellemetlen vízszintriasztást és a kazánműködés lekapcsolását okozhatja.

A lefúvatás végrehajtása rendkívül fontos mind a szilárd szennyezők koncentrációjának csökkentése, mind pedig az áramló vizet szennyező, képződött zagy eltávolítása érdekében. A lefúvatást azonban nem szabad olyankor végezni, amikor fennáll annak veszélye, hogy a vízcsövek túlhevülhetnek. Erre csak a tüzelés leállítása után, amikor a berendezés még nyomás alatt áll, kerülhet sor. Arra is ügyelni kell, hogy a kazán vízmagassága ellenőrizhető legyen a figyelőüvegen. A lefúvatás elengedhetetlen az alacsony vízszint ellenőrző automatikus kapcsoló működőképességének biztosítása érdekében.

Gazdaságos kazánüzem és -karbantartás

- Gyakran figyelni kell az égőfej lángját, különösen olajtüzelés esetében, hogy észre lehessen venni a fúvóka eldugulását és egyéb égési problémákat. Ezzel időben fel lehet figyelni a problémákra.
- Minden automatikus lekapcsolás okát meg kell vizsgálni és tisztázni kell, mielőtt újra megkíséreljük a gyújtást.
- Kazán begyújtása előtt mindig alaposan át kell öblíteni a tűzteret.
- Az égőfejkezelési rendszert és az égésszabályozást rendszeres karbantartásnak kell alávetni, el kell végezni a kalibrálásukat és ellenőrzésüket. Különösen a biztonsági és a jeladó egységek kívánnak rendkívüli gondos kezelést.
- Ellenőrizni kell, hogy a vízelőkészítő rendszer megfelelően működik-e, az üzemeltetési hőmérsékletnek és nyomásnak megfelelő minőségű tápvizet állít-e elő. Bár a nulla keménység mindig abszolút kritérium, azonban a pl. ABMA által javasolt, az üzemi nyomásnak és hőmérsékletnek megfelelő többi vízminőségi előírást is figyelembe lehet venni. Előkészítés nélküli vizet *soha* sem szabad kazánban felhasználni.
- Rendszeresen végezzünk részleges lefúvatást, hogy a kényes helyeken megakadályozzuk a zagyképződést, ami helytelen működést idéz elő. Semmi körülmények között se engedjük meg, hogy az alacsony vízszintet ellenőrző kapcsoló működésképtelenné váljon.
- Ellenőrizzük, hogy a légtelenítőt elhagyó víz mentes-e az oxigéntől, hogy a légtelenítő elegendő nyomáson működött-e, és hogy a tárolótartályban lévő víz a telítési hőmérsékleten van-e. A légtelenítő folyamatos szellőzését biztosítani kell, hogy a nem kondenzálódó gázok eltávozhassanak.

- A visszaérkező kondenzvíz minőségét folyamatosan ellenőrizni kell, hogy azt a berendezés katasztrofális meghibásodása esetében el lehessen vezetni.
- A folyamatos lefúvatást a kazánvíz üzemeltetésének megfelelő vezető-képességen tartjuk, és rendszeresen végezzük el a zagytartály lefúvatását. A lefúvatást sohase a kazán működése közben végezzük el.
- A kazánnak a vízzel érintkező felületeit rendszeresen ellenőrizzük. Ha a reveképződés vagy szilárd részek felhalmozódásának jeleit észleljük a csöveken, helyesbíteni kell a vízelőkészítést. A kazánt esetleg mechanikusan vagy vegyi úton tisztítani kell.
- A légtelenítő tartályt és a belső felületeket rendszeresen ellenőrizni kell korrózió szempontjából. Ez biztonsági okoknál fogva fontos, mert a légtelenítő az oxigénes korróziós károsodás következtében tönkremehet. Az ilyen jellegű károsodás a leggyakoribb előidézője a kazánházon belüli, halálosan végződő gőzrobbanásoknak.

A gyenge tápvízminőség gyakori okai

- A tápvízszivattyú meghibásodása,
- a szabályozószelep meghibásodása,
- a légtelenítő vagy a vízelőkészítő rendszer vízvesztése,
- a kazándob vízszint-ellenőrzésének meghibásodása,
- a kazándob szintmagasság-ellenőrzőjét véletlenül „kézi” helyzetben hagyták,
- levegőnyomás csökkenése a szabályozószelep működtetőjénél,
- a biztonsági szelep felemelkedett, majd visszaült helyére,
- a gőzterhelés, ill. a tüzelési sebesség nagy, hirtelen változása.

(Dr. Barna Györgyné)

Reevs, W. L.: Maintaining boiler safety. = Plant Engineering, 55. k. 4. sz. 2001. p. 32–38.

Justin, A. W.: Boiler safety tips can save lives. = HPAC Engineering, 73. k. 3. sz. 2001. p. 78–79.