

Meghibásodások kivizsgálásának szerepe a műszaki biztonság szolgálatában.

Egy vegyipari üzemben, ahol több 10 t/h -ás anyagforgalom van, egyetlen perc üzemzavar okozta termelés kiesés is komoly veszteséget okoz. A nagy értékű egyedi gépek, csővezetékek, üzemzavara, esetleges meghibásodása üzemi gazdálkodást tekintve, katasztrofális következményekkel járnak.

Ebből következik, hogy az üzemzavar elhárítása, a termelés indítása, az első számú feladat. Ilyenkor a javítás csupán a régi paraméterek mielőbbi visszaállítására korlátozódik. Ez természetesen magában hordozza az újbóli meghibásodási lehetőséget, de a gazdasági megfontolás elsőbbséget élvez. A csupán műszaki megfontolásokat figyelembe vevő szakemberek számára ez elfogadhatatlan. Tudni kell azonban azt is, hogy ha a nagyobb kapacitású üzemek közül csupán egyetlen egy is kiesik, akkor másodpercenként 3 – 3,5 EUR a veszteségünk!

Ezt követően azonban – ha van rá lehetőségünk – célszerű a meghibásodás elemzését elvégezni.

Ebben nyújt nagy segítséget a korszerű diagnosztikai módszerek alkalmazása

A műszaki diagnosztika területünkön egy vegyipari gép, készülék, műszaki állapotának a meghatározását jelenti, különféle paraméterek elemzése alapján.

Ezek a paraméterek alkalmasak a gépállapot jellemzésére üzemelés közben, általánosságban a készülék megbontása, szétszerelése nélkül.

Egy gép üzemelése közben számtalan üzemi paramétert mérhetünk, figyelhetünk, viszont a mérés feltételeinek megteremtése, a mérőkör karbantartása, kalibrálása költséges.

A gép üzemelés közben elhasználódik, az üzemvitel paraméterei változnak, és idővel eljutunk a teljes működésképtelenségig.

Ezt az utóbbi állapotot természetesen el kell kerülnünk!

Lényeges tehát, hogy olyan jellemzők mérését, időbeni változását kövessük, amely az elhasználódás mértékének növekedésével valamilyen irányban - lehetőleg monoton - változik. Ilyen paraméterek lehetnek, pl. egy forgógép olajkörének nyomása, rezgéstani jellemzők, stb.

Egy-egy diagnosztikai paraméter megváltozását természetesen több üzemi jellemző kedvezőtlen alakulása is okozhatja. A megváltozott jellemzők egymásra is hatással vannak, erősíthetik, vagy gyengíthetik egymást.

A fentiek alapján elmondhatjuk, hogy egy gép állapotának megítéléséhez, az időbeni változások követéséhez, körültekintően kell kiválasztani a szükséges és elégséges paramétereket. Minden esetben célszerű, már a tervezési fázisban meghatározni ezeket.

A tapasztalatok azt mutatják, hogy nem kellő mélységű üzemtani vizsgálatok esetén csak a "sötétben tapogatás" című fejezetig lehet eljutni.

A gépet el kell helyezni az üzemelési környezetébe és a technológiai folyamattal együtt kell kezelni. A mért paraméterek meghatározásában a diagnosztikának együtt kell működnie a vegyipari folyamatot irányító technológiával.

Egy korszerű vegyipari üzemben a technológiai folyamatokat számítógép vezérli, és a működési paramétereket percenként, másodpercenként rögzíti, amelyek visszakereshetők, elemezhetők. Így tehát nincs különösebb akadálya a meghibásodás kivizsgálásának.

A meghibásodások elemzése természetesen pénzbe kerül! Addig, amíg egy vállalkozás csak a saját erőforrásait veszi igénybe, a kivizsgálás költsége még elfogadható. Ha azonban külső szakértő bevonása is szükséges, akkor ez a költség több millió forint is lehet.

Ebben az esetben a műszaki vezetésnek komolyan indokolni kell a megbízás szükségességét. Hatásos, ha az indoklásban a kivizsgálásnak a műszaki biztonságra, a folyamatos üzemvitelre gyakorolt hatása ki van emelve.

A következőkben egy káreset ismertetésével mutatnám be a kivizsgálás szükségességét.

Technológiai gőzfejlesztő berendezés meghibásodása

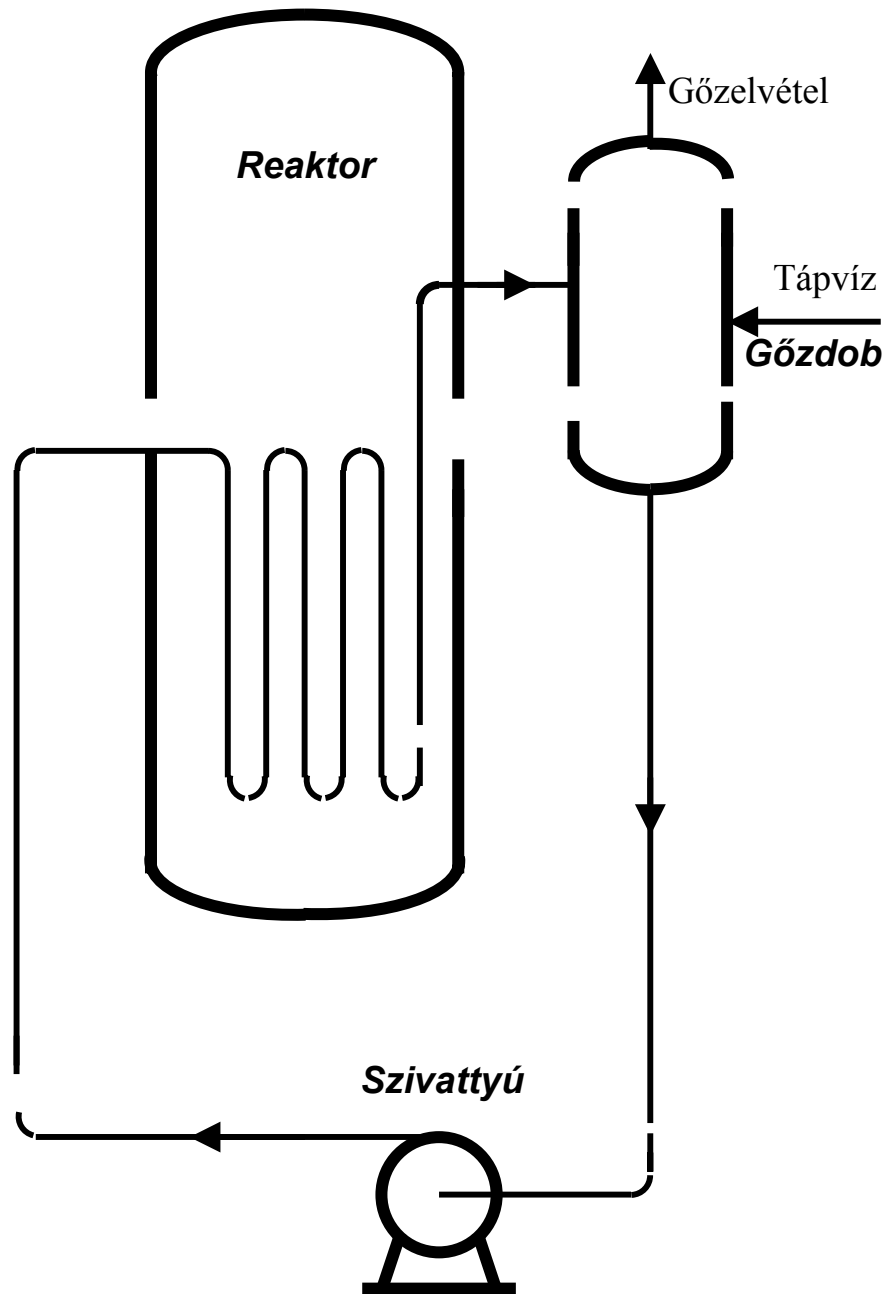
A kémiai reakciók, átalakulások kézbe tartásához, befolyásolásához megfelelő nyomás és hőmérséklet tartása szükséges. Egyes reakciók végbemenetele után, pedig a számunkra kedvezőtlen folyamatok megállításához gyors hűtés vagy egyszerűen hűtés szükséges. A komplex hőhasznosítás elvét követve az így felszabaduló hőmennyiséget vagy a reakcióban résztvevő anyagáram előmelegítésére, vagy gőztermelésre használjuk.

A BC Rt. technológiai folyamatai között számtalan hasonlóval találkozunk. A gőzfejlesztők időnként meghibásodnak, amelyet elsősorban vízdali korrózió okoz.

A vízgőz korróziós hatása nem olyan agresszív, mint a savaké, gyakorlati jelentőségük mégis nagy. Mivel többnyire igen nagy anyagáramokkal dolgozunk, így a termelés kieséséből származó elmaradt bevétel nagyságrendekkel több, mint a javítás vagy egy új készülék ára. A korrózióval gyakran együtt jelenik meg az erózió, amelyek együtt szinergikus folyamatot alkotnak.

A korróziós termékek sok esetben jól tapadó, tömör védőréteget képeznek a felületen, ami a további tönkremenetelt gátolja. Ha azonban a korróziót erózió is követi, akkor ez a védőbevonatot eltávolítja és a korrózió sebessége fokozottan nő.

A meghibásodott gőzfejlesztő folyamatábráját a következő képen láthatjuk:



A reaktorban lévő csőkégyő feladata a reakcióhő elvonása.

A keletkező hőmennyiség átadása 200 m³/h hűtővíz /kazántápvíz/ betáplálásával csak úgy lehetséges, hogy a víz párolgási hőjét is kihasználjuk. A gőzdob nyomásának szabályozásával az elvont hőmennyiség változtatható, ami a reaktor terhelésével arányos.

A fentiekből következik, hogy a csőregiszterek belépő zónájában egyfázisú áramlás van.

Előre haladva a kilépés felé megjelenik a forrási folyamattal együtt a kétfázisú áramlás.

A csőígyó alsó 180° – os csőíve kilyukadt!

A gyors leállítás után az alábbi vizsgálatokat végeztük el:

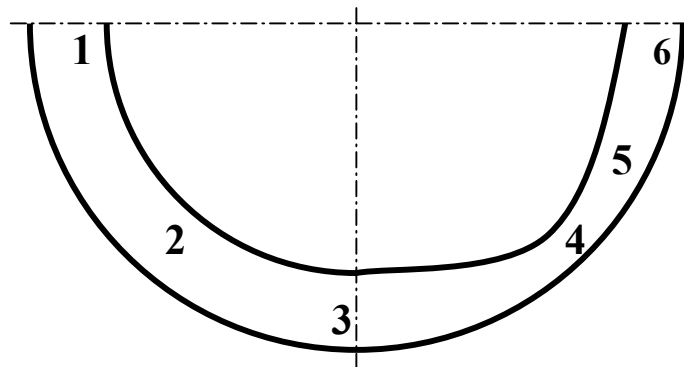
1. Szemrevételezés:

- Külső felületen minimális elváltozás
- Külső \varnothing ellenőrzése – gyártási tűréshatárok közötti eredmények

2. Falvastagságmérés:

- Az alsó íveken találtunk kritikus értékeket
- A felső íveken kisebb mértékű a fogyás

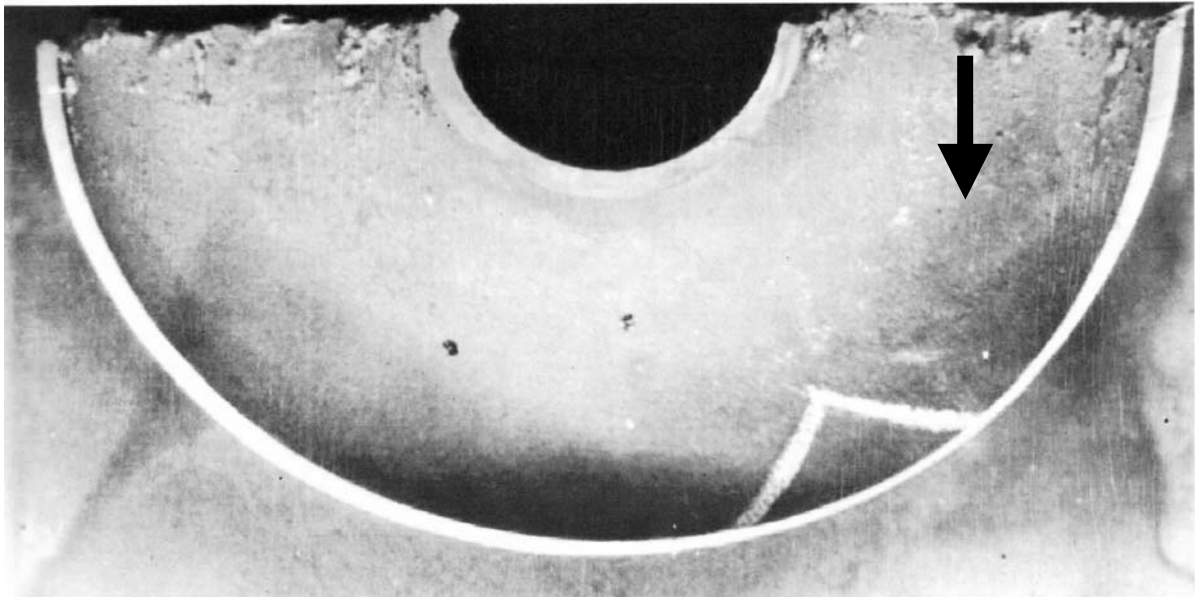
A falvastagság csökkenés karakterisztikája és néhány eredmény az alábbi ábrán látható:



Mh. s.sz.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
1.	8,8	6,0	2,7	1,7	2,5	7,9
2.	8,5	3,3	4,2	1,4	5,7	7,6
3.	9,0	5,0	2,0	1,6	3,9	8,9
4.	7,5	4,5	3,8	1,8	2,5	7,6
5.	8,0	4,2	3,0	1,7	4,1	7,6

A mérési eredmények elemzése után 8 db csőív ki lett cserélve, a kivágottakat további vizsgálatra a laboratóriumba szállítottuk.

A csőívek kettévágása után az alábbi jellegzetes képet láthattuk:



Jól látható a falvastagság csökkenés helye. A képen fekete nyíl jelzi az áramlás irányát.

A belső felületről készült felvétel a következő képen látható:



A felületen nagy mértékű kagylósodás észlelhető.

A meghibásodás környezetéből a szövetszerkezet vizsgálatához mintát vettünk. A vizsgálat során megállapítottuk, hogy fimon szemcsés ferrit-perliten kívül mást nem láthatunk.

A továbbiakban a falvastagság mérési eredményit vizsgáltuk.

A hűtő csőrendszere több regiszterből áll. A mérési eredmények akkor adták számunkra a legértékesebb információt, amikor a tápvíz belépéstől indulva a gőz kilépésig egymás után sorba rendeztük a mért értékeket. Lásd a következő táblázatot:

Alsó szint

F 1	7,1	7,0	6,5	4,2	4,2	3,3	G 1
F 2	6,5	4,5	3,9	3,3	--	--	G 2
F 3	8,0	8,6	6,5	5,7	2,8	3,0	G 3
F 4	8,4	7,5	6,6	3,0	2,5	2,6	G 4
F 5	7,0	7,5	6,6	3,3	3,6	3,2	G 5
F 6	7,7	8,3	8,2	4,0	7,5	2,5	G 6
F 7	8,6	8,5	7,1	5,3	6,1	2,6	G 7
F 8	8,6	7,8	6,8	5,5	2,8	5,6	G 8
F 9	7,9	7,8	7,8	6,0	2,0	3,6	G 9
F 10	8,8	7,8	7,8	6,5	2,4	4,2	G 10
F 11	8,3	7,9	7,5	5,3	3,0	3,3	G 11
F 12	7,6	7,1	5,1	4,0	--	--	G 12
F 13	8,0	7,5	7,1	6,3	3,0	2,0	G 13
F 14	8,9	8,1	6,7	4,6	2,1	∅	G 14

Magyarázat:
Fxx tápvíz belépés
Gxx gőz kilépés

Megállapítható, hogy a károsodás mértéke a csőregiszterek belépő ágától a kilépés felé haladva folyamatosan növekszik.

Néhány ívre elvégeztük a falvastagság értékek idő szerinti elemzését is, amely a következő táblázatban van összefoglalva:

Alsó ívek:

Ssz	Csőív	93	92	91	90	89	88	87	86	85	84	83	82	81	79
1	58	0	4,9	5,7	7,3	7,3	7,9	9,1	10,0	8,4	9,1	8,7	8,1	9,1	9,5
2	52	2,0	3,9	9,0	9,3	7,8	8,4	9,0	9,5	8,0	9,5	9,2	8,9	9,0	9,3
3	68	3,3	5,3	9,2	9,4	6,7	7,3	8,4	9,8	8,8	9,5	9,2	9,3	8,6	9,1
4	74	2,6	4,4	9,2	9,3	6,6	9,5	8,7	9,6	9,1	10	9,2	9,0	8,9	9,0
5	7	2,5	3,5	8,5	9,3	7,7	9,0	8,5	9,7	7,7	9,8	8,6	9,1	9,0	9,6
6	18	2,6	5,3	7,5	8,5	7,5	8,6	9,0	9,7	8,7	9,1	9,4	8,8	8,9	8,8
7	30	3,6	5,4	8,9	9,3	8,6	8,9	8,7	9,9	8,9	9,3	9,5	9,2	8,4	9,3
8	37	3,3	4,9	7,8	8,7	8,4	9,4	-	9,4	9,0	9,7	8,6	8,5	9,2	9,1

Az üzemelés első tíz évében elfogadható mértékű, magyarázható falvastagság csökkenés tapasztalható. Az 1989-90-es évektől a károsodási folyamat felgyorsul, ami esetünkben lyukadáshoz is vezetett.

A fentiek alapján az alábbi lényeges megállapításokat tehetjük:

- A csőívek külső felületén elhanyagolható mértékű az elváltozás
- A nagymértékű falvastagság csökkenés a belső felület eróziós kopásából adódik.
- A meghibásodás mértéke az alsó csőíveken nagyobb, mint a fentiekben.
- Az üzemelés első tíz évében elfogadható mértékű, magyarázható falvastagság csökkenés tapasztalható. Az 1989-90-es évektől a károsodási folyamat felgyorsul, ami esetünkben lyukadáshoz is vezetett.
- Megállapítható, hogy a károsodás mértéke a csőregiszterek belépő ágától a kilépés felé haladva folyamatosan növekszik.
- A meghibásodás okozója szinte kizárólag a nagymértékű eróziós falvastagság csökkenés.

Összefoglalás:

A reaktor csőkígyó feladata a reakcióhő elvonása.

A csőregiszterek belépő zónájában egyfázisú áramlás van. Előre haladva a kilépés felé megjelenik a forrási folyamattal együtt a kétfázisú áramlás. Az intenzív forrás lényegében kavitációs jelenség, hisz kavitáción a folyadékokban keletkező buborékok növekedésének és összeroppanásának folyamatát értjük. Meg kell említenünk a folyadék áramlásából adódó eróziós jelenséget. Ez különösen nagy mértékű lehet a különböző ütközési felületeken, így a csőíveken is.

Esetünkben az eróziós korrózió különleges fajtájával, az ütközési korrózióval állunk szemben. A kétfázisú áramlás miatt a gőzfázissal elragadott folyadékcseppek erősítik az áramló közeg ütközésének hatását.

Szintén ide tartozik az ún. forróvíz korrózió. Még megfelelő tápvíz előkészítés esetén is felléphet.

A lejátszódó reakció:



Ennek eredményeként a cső felületén tömör védőréteg / magnetit / alakul ki.

Ez a magnetit réteg kialakult és meg is található a szétvágott ívek belső felületén. Ha ez a védőréteg a mechanikai igénybevétel hatására megsérül, akkor fokozott mértékű károsodással kell számolni.

Amennyiben az előzőekben említett áramlásból adódó ütközési korrózió, valamint a forrás miatt fellépő kavitációs korrózió egy bizonyos mértéket meghalad, úgy a magnetit védőréteget károsíthatja. Ilyenkor a felület eldurvul, érdessé válik, ún. kagylós felület alakul ki, amit esetünkben a csőívek károsodott zónájában láthatunk.

Kiszámoltuk a csövekben áramló folyadék sebességét, ami 0,54 m/s -ra adódott. Ez a szakirodalomban található ajánlott áramlási sebesség határok között van.

Önmagában tehát az áramlásból adódó erózió nem számottevő.

Szükségesnek tartottuk, hogy a reaktor üzemi paramétereiben történt változás, elemzésre kerüljön!

Itt különösen az 1989-90-es éveket kellett vizsgálni, hisz a falvastagság csökkenés ebben a periódusban növekedett meg.

Az üzemi paraméterek felülvizsgálata alapján megállapítottuk, hogy a reaktor terhelését 1989-től 20%-kal megnövelték. Ebből arra következtettünk, hogy ezt a terhelést a reaktor csőkiújója már nem tudja elviselni.

Ezt követően az éves nagyjavítás alkalmával a csőíveket kicseréltük, a továbbiakat, pedig falvastagság méréssel ellenőriztük. Tapasztalatunk az volt, hogy a meghibásodás után beépített új csőívek 10 hónapi üzem után átlagosan 0,9 mm-es falvastagság csökkenést mutattak.

A mai rohanó világban a vállalatok vezetői egyre kevesebb időt biztosítanak a karbantartásra, és a költségeket is jelentősen csökkentik. Ebből következően az üzemeltetés kockázata nő.

Azt is meg kell azonban jegyezni, hogy a vezetők a biztonság növelésében elkötelezettek!

E két ellentétes irányzat között meg kell találnunk, az arany középutat.

Ebben javaslatainkkal, megfelelő indoklással, nekünk karbantartással, műszaki diagnosztikával foglalkozó szakembereknek van jelentős szerepünk, hogy a biztonságra való törekvés, és a költségtakarékos gazdálkodás elve is megvalósuljon