1.03
5.06

Erőmű üzemfenntartási stratégiája és a várható élettartam növelése

Tárgyszavak: erőmű; maradék élettartam; műszaki diagnosztika; üzemfenntartási stratégia.

Erőművi berendezések összehangolt műszaki diagnosztikai vizsgálatai alapján megállapítható az elhasználódás aktuális helyzete, valamint a várható élettartamból hátralevő időszakok hossza. Ezek szabják meg azokat az üzemfenntartási stratégiákat, amelyekkel meghosszabbítható az erőmű üzemeltetési ideje.

Az üzemfenntartás szerepe az erőmű gazdálkodásában

Az erőművek számára létkérdés, hogy biztonságosan, elfogadható költségekkel és kellően nagy rendelkezésre állással működtessék a hosszú élettartamú berendezéseiket – a teljes életciklusra vonatkoztatva. Felmérések szerint egy erőmű összes költségében az üzemfenntartás ráfordításai akár 30%-kal is részesedhetnek. Előrelépés érhető el e szakterület hatékonysága és a karbantartás megbízhatósága terén a korszerű vizsgálati, diagnosztikai, valamint az ezekkel összefüggő informatikai, kommunikációs technikák alkalmazásával.

A műszaki fejlődés ellenére alig van javulás az üzemfenntartás költségeinek alakulásában. A döntés előkészítése azonban nem önmagában a költségek elemzését igényli, ezzel összefüggésben vizsgálni kell az erőmű biztonságát, rendelkezésre állását, a várható élettartam alakulását, esetleges meghosszabbíthatóságát. Ezeket a követelményeket csak valószínűségi változókkal lehet megszabni, miként az áramfogyasztók szempontjából lényeges megbízhatóságot is.

A megbízhatóság mérőszámai

Általános értelemben a megbízhatóság annak a valószínűsége, hogy a vizsgált dolog (termék, folyamat, személy) a feladatait, funkcióit a kijelölt időszakban teljesíti. Kétféle megfigyelés, becslés alkalmazható erre a „missziós” időszakra:

- a megfigyelések visszatekintő értékelésével kifejezhető a nem megfelelő események gyakorisága, tapasztalati valószínűsége,
- statisztikai módszerekkel előrejelzések is összeállíthatók az esemény (pl. hiba) bekövetkezésének valószínűségére.

Ahol többféle elemből alakul ki a sokaság (alkatrészek, folyamatok stb. adatai), ott az egyes elemek kisebb vagy nagyobb megbízhatósága szabja meg a sokaság együttes megbízhatóságát. Az erőmű és a hasonló összetett, bonyolult rendszerek megbízhatóságának megítélése minőségileg új feladat, amelyet a kezelő személyes tapasztalataira alapozva, hagyományos, kézzel végzett számítási eljárásokkal nem lehet elvégezni.

A szakértők komplex modelleket ajánlanak az erőmű karbantartási feladatainak számítógépes segítésére. A modell képes elemezni az előfordult hibák jelenségeit, okait és célszerű megelőző intézkedéseiket is. Meghatározható, hogy a rendelkezésre állás és a megbízhatóság milyen szinten alakuljon az intézkedések hatására. A modell a rendszert alkotó különféle főegységek és alkatrészeik jellegzetes hibavalószínűségei alapján állítja össze ezeket az összesített minőségi mérőszámokat.

Kulcsfontosságú ebben a vizsgálati eljárásban, hogy a még ki nem alakult rendellenességekre is következtetni lehet a folyamatok információi alapján, olyan korai időpontban, amikor elő lehet készíteni az állapottól függő karbantartás vagy javítás optimális programját, a gépek leállítása előtt. Figyelembe kell mindig venni, hogy az eszközök, folyamatok megbízhatósága, korszerű értelmezéssel viszonylagos abban az értelemben, hogy a fontosabb felhasználókkal egyeztetni kell a számukra megfelelő szinteket. Az is alakíthatja a megbízhatóság követelményeit, hogy milyenek az üzemeltetés konkrét feltételei, milyen igénybevételekkel lehet számolni az élettartam során.

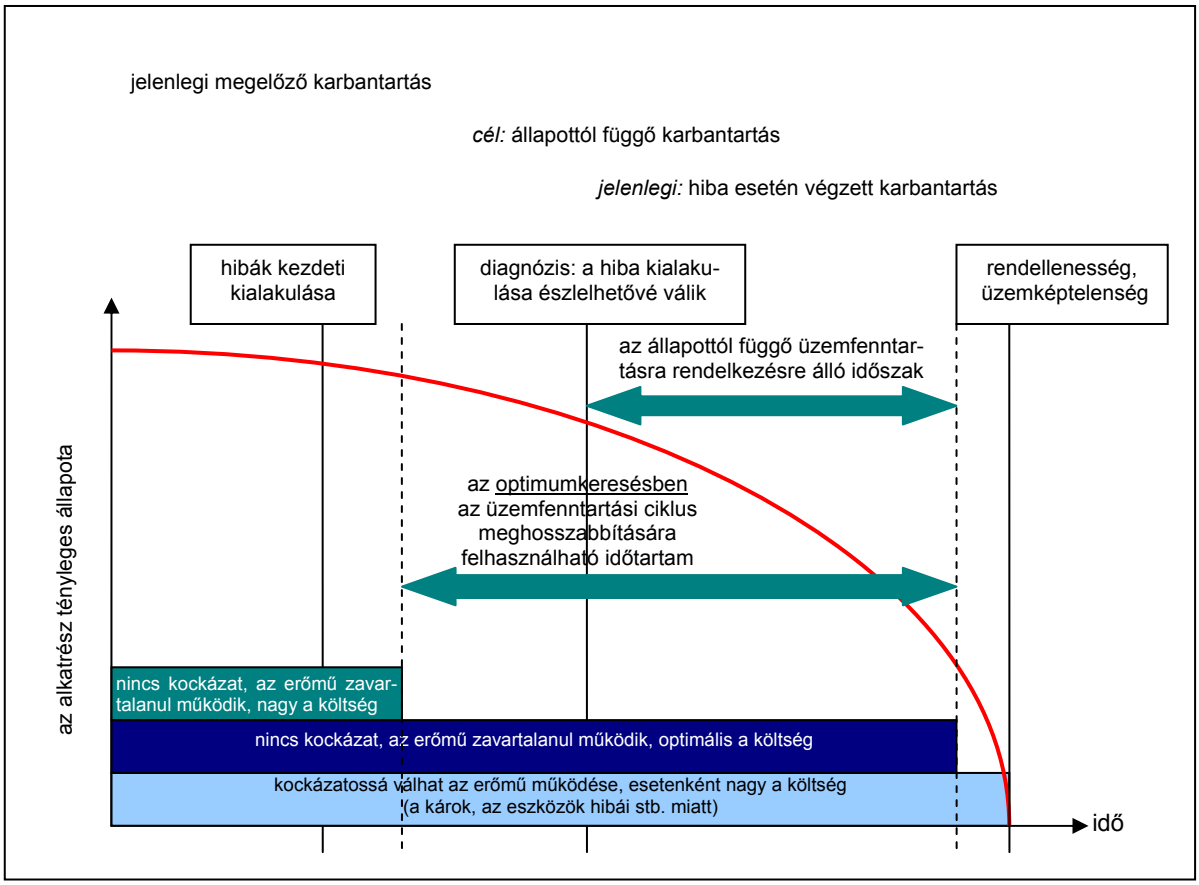
A gyakorlatban a megbízhatóság mérőszáma a két hiba közötti átlagos idő (mean time between failures – MTBF). Egyes összetett rendszerekben úgy is mérik, hogy megfigyelik az időegység alatt meghibásodott elemek számát, vagyis pl. az óránkénti hibarátát (failure rate, 1/h). A múlt tapasztalatai alapján kísérelnek meg becslést adni a hibák jövőben várható előfordulási gyakoriságára, valószínűségére. Bonyolultabb ez a becslés a véletlentől függő (sztochasztikus) folyamatokban, valamint olyan eseménysorozatok körében, amelyekre a kezelők beavatkozásai is hatással vannak. Az erőművekre éppen ilyen valószínűségi folyamatok jellemzők.

A javasolt modellek között említhető az FMEA (failure mode and effect analysis), a hiba előfordulási módjai és hatásaik elemzésére. Sok-

féle valószínűségi és statisztikai módszert alkalmaznak a számítógépes programok az optimális üzemfenntartási stratégia kialakítására.

Az üzemfenntartási stratégia optimális megközelítése

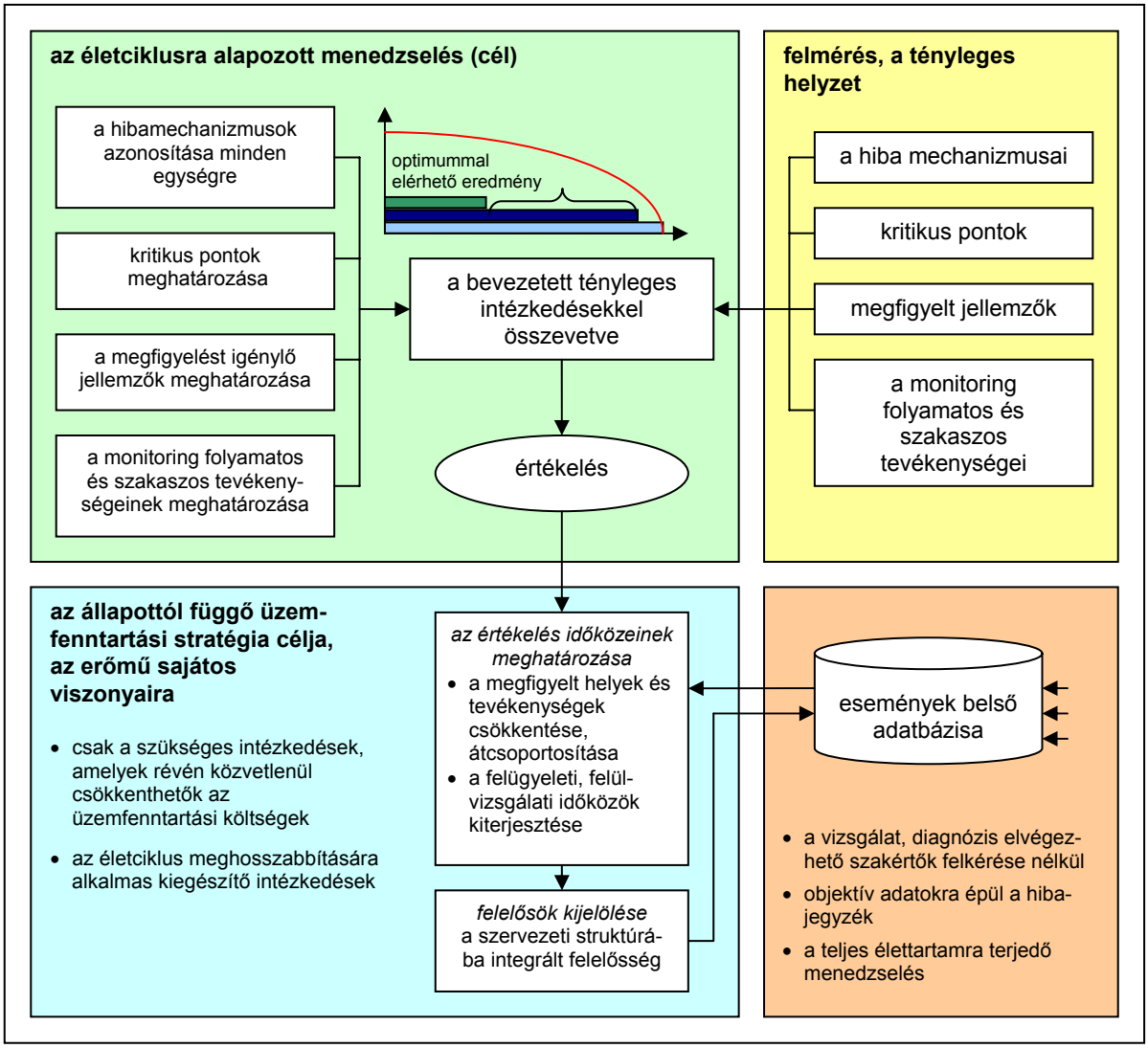
A teljes élettartamra kiterjedő optimum vizsgálati területeit az *1. ábra* foglalja össze. A megfelelő (nem eltúlzott) megbízhatóságra, biztonságra törekvő üzemfenntartási stratégia egyik alapvető kérdése a megfelelő alkatrész-cserélési ciklus. A kritikus alkatrészek biztonságára, megbízhatóságára kielégítő pontossággal kell javaslatot tenni, meghatározva, hogy várhatóan mikor válnak használhatatlanná. Ezeket az előrejelzéseket elfogadható kockázattal kell összeállítani, nehogy a helyi (pl. a generátor vagy transzformátor meghatározott főegységében mutatkozó) üzemzavar megnövelje az erőmű egészének meghibásodását kifejező kockázatot.



1. ábra Az életciklus menedzselésének alkalmazása az optimum meghatározásához

A korábbi erőművi gyakorlatra viszonylag nagy biztonsággal kijelölt karbantartási ciklusok jellemzők. Kicserélték a kijelölt (még üzemképes) alkatrészeket, ha az előírt üzemóraszámot teljesítették, nehogy a következő javításig mutatkozó hiba miatt leálljon a nagy értékű alapberendezés.

Az üzemfenntartás bővítő ismeretei lehetővé tették az állapottól függő karbantartási stratégia alkalmazását, és ezzel hosszabb cserélési ciklusokat alkalmazhattak, jobban kihasználva az alkatrészek tartalékait. Kiépültek olyan ismeretbázisok, amelyek rendszerezetten szolgáltatják a fődarabok élettartamára és jellegzetes hibáira vonatkozó tapasztalatokat, gyártók alapspecifikációit, dokumentációit *(2. ábra).*



2. ábra A teljes életciklusra alapozott menedzselés bevezetésének folyamata (elvi vázlat)

Ezekkel az ismeretekkel jobban vizsgálhatók az optimális üzemfenntartási stratégia konkrét feltételei. A cél az alkatrészek, az egyes erőművi berendezések és az erőmű egészének optimális működtetése, a teljes élettartamukra tekintettel. Az adatbázis alapján megítélhető, hogy mikor indokolt a beavatkozás és ennek során célszerű-e javításokkal helyreállítani a teljesítőképességet, vagy vége a hasznos élettartamnak és kifizetődőbb új alkatrész, készülék beszerzése és üzembe helyezése.

Az üzemfenntartást irányítók azt is meghatározhatják, mely kérdésekben indokolt speciális ismeretekkel rendelkező külső közreműködők felkérése (viszonylag nagy ráfordításokkal), és melyek azok a rutinfeladatok, amelyeket célszerűbb saját erőkkel végezni. A modellvizsgálat támpontot ad arra is, hogy milyen karbantartó kapacitásokat tartsanak fenn, milyen nagyságú legyen a fontosabb alkatrészek készlete a legkedvezőbb javítási időknek megfelelően.

Életciklusra vonatkozó üzemfenntartási stratégia

A Stuttgarti Egyetem szakértői négylépéses eljárást dolgoztak ki az erőmű belső üzemfenntartói részére, amelynek első szakaszában felmérik az üzemfenntartási stratégia szempontjából fontos adatköröket. Néhány jellegzetes adatcsoport:

- felhasznált alkatrészek, típus szerint,
- a berendezés, készülék gyártójától átvett műszaki adatok,
- az üzemeltetés alapadatai, pl. a villamos jellemzők, hőmérséklet, nyomás, rezgés stb.,
- a gépfelügyelet és felülvizsgálat adatai, eszközök, műveletek, tapasztalatok,
- az előfordult rendellenességek tünetei, okai és hatásai,
- az élettörténet, események, észlelések, az elhasználódás adatai,
- gazdasági adatok, pl. a karbantartáshoz és javításhoz felhasznált alkatrészekre, a selejtezésekre vonatkozóan,
- a munkaügyi adatok, a rendelkezésre álló személyzet jellemzése,
- az üzemfenntartás szervezeti felépítése.

Az első szakaszban összegyűjtött, sok forrásból és eltérő szerkezetben átvett adatokat a második lépésben hozzák egységes alakra, elvégzik a csoportosításokat, szűréseket, kiegészítéseket, értelmezik a fontosabb megállapítások lényegét az ismeretek felhasználási céljainak megfelelően.

A harmadik szakasz feladata a rendszerezés olyan ismérvek alapján, amelyek az üzemfenntartás helyes gyakorlatának (best practice)

megfelelnek. Minden megfigyelési egységre kialakítják a megfelelő rendezettségű ismeretanyagot, megadva az üzembe helyezés évét, azt az erőművi technológiát, amelyhez az eszközt alkalmazzák. A tárolt adatok utalnak a berendezés automatizáltságának szintjére, a mérő- és irányítórendszerek összefüggéseire, a terhelések és üzemórák adataira.

A vizsgálat negyedik részének feladata, hogy a saját üzemi gyakorlat említett alapadatait összevessék a legjobb ismert gyakorlattal. Ez alapján lehet megállapítani, hogy mely területeken indokolt javítani az üzemfenntartás kialakult gyakorlatán. Az elemzés feltárja a kritikus pontokat, és felhívja a figyelmet a rendszeres megfigyelést igénylő jellemzőkre, akár folyamatos, akár szakaszos monitoringeljárásokra alapozva.

Összeállíthatók az intézkedési tervek és kijelölhetők a prioritások, előírható a megvalósítás üteme, szervezeti háttere, felelősségi viszonya és költségelőirányzata. A végeredmény az életciklus-menedzselés strukturált rendszere, amely megalapozza az erőmű üzemfenntartási stratégiáját.

Az erőmű főegységeinek eseménytörténete

A villamosenergia-termelés fontosabb egységei a transzformátorok, a generátor, az áram kapcsolásának és elosztásának, továbbításának készülékei és a kábelek. Az említett erőművi főegységek állapotának értékeléséhez ismereteket kell gyűjteni azokról az eseményekről (az elvégzett karbantartásokról, javításokról, esetleg jelentősebb átalakításokról), üzemi igénybevételekről, amelyek üzembe helyezésük óta befolyásolták a rendelkezésre állásukat és hátralevő élettartamukat.

Példa

A németországi E.ON Energie vállalatcsoport sok elődvállalattól vett át erőművi villamos berendezéseket, készülékeket. Az egykori beruházók sokféle műszaki terv, koncepció szerint létesítették a ma is működő erőműveket. A gépvizsgálatok egyik kiinduló információja a létesítések, átalakítások részletes műszaki dokumentációja.

Vannak olyan értékes gépegységek, amelyeket eredetileg más üzemeltetőnek vásároltak, majd az elsőként felhasználó erőművi gépcsoport leállítását követően új telephelyen a főegységet ismét üzembe lehetett helyezni, pl. az általános javítást követően. A felhasznált tartalék alkatrészek is befolyásolják a berendezés jelenlegi állapotát, lényegesen meghosszabbíthatják a hátralevő élettartamot.

Az állapotfelmérés alapvető információja, hogy a berendezést milyen tényleges terhelésekkel üzemeltették. A forgógépek (pl. villamos generátor) indítása és leállítása éppen olyan fontos, mint a stabilizált üzemállapot, és ezek alakulását egyenértékű üzemórákban lehet vizsgálni. A transzformátorok élettörténete azokkal a tényleges terhelésekkel összefüggésben vizsgálható, amelyekkel az évek során a készülék elemeit igénybe vették.

A vizsgált erőmű működő főegységei között 30 évnél idősebb is található. Minden gépről pontosan ismerni kell a karbantartások, javítások, áthelyezések és átalakítások élettörténetét, üzembe helyezésüktől kezdve. Mivel sok esetben történtek átszervezések, az ilyen élettörténetek nehezen (sok esetben hézagosan) állíthatók össze.

A műszaki diagnosztika eredményei

Az erőművekben korszerű gépfelügyeleti (monitoring) rendszereket alkalmaznak, amelyek a diagnosztikai célra szükséges üzemviteli adatokat folyamatosan rögzítik. Ilyen felügyeleti rendszerek szolgáltatnak folyamatosan feljegyzett adatokat pl. a transzformátorok kapcsolásairól, a generátor tekercseléseiről, lemezcsomagjairól.

A műszaki gépvizsgálat egyik célja az, hogy megállapítsák az éppen észlelt rendellenesség helyét, tüneteit, lehetséges okait. A diagnosztizálás célja lehet továbbá a gépegység állapotának folyamatos követése még a normális üzemállapotban, hogy a legmegfelelőbb, a hibákat megelőző karbantartási időpontot kijelölhessék. Ezzel el lehet kerülni a gépek nagyobb kárait.

Bizonyos diagnosztikai méréseket csak a gép álló helyzetében lehet elvégezni. A gép éppen esedékes karbantartása, felújítása olyan összetett intézkedéseket igényelhet, amelyek csak az éppen kialakult állapotjellemzők pontos felmérése, elemzése alapján határozhatók meg. Ilyen például a generátor állapotának rendszeres felülvizsgálata. Gyakori az ilyen méréssorozat a meghibásodott villamos berendezéseken, készülékeken, így állapíthatók meg az észlelt rendellenességek, elváltozások, a hibák valószínű okai, valamint a javítás műveletei.

A gyakorlatban sokféle diagnosztikai eljárást alkalmaznak, ezek különböző eredményformákkal szolgáltatnak információkat azonos alkatrészre vagy gépre vonatkozóan is. Amikor például egy transzformátor diagnosztizálása a feladat, többek között az olaj gáztartalmát is mérik. Ennek a megállapításait vetik össze a többi (pl. villamos elven végzett) mérési eredménnyel. A hiba jelzéséhez a gázelemzés fontos és meg-

bízható információkat szolgáltat, amelyeket a többi mérés eredményei alapján lehet értelmezni.

Az erőműben bizonyos időközönként ismétlik az előírt műszaki diagnosztizálást, és a méréssorozat eredményei kimutathatják a jellegzetes hibák kialakulását. Statisztikai módszerekkel elemzik a mérési eredményeket a hasonló rendeltetésű gépek (pl. transzformátorok) hibajelenségeire vonatkozóan. Ezzel az állóeszköz-gazdálkodás támpontot nyerhet az említett eszközcsoport (pl. a transzformátorok) teljes erőművi állományára az elhasználtságának elemzéséhez. Meghatározható a felújítások és gépcserék ütemezése is.

Élettartam és kockázat

A gépdiagnózis adatait felhasználva elemzik az egyes berendezésekkel és alkatrészeikkel kapcsolatos kockázatokat. Meghatározzák, hogy milyen időtartamig lesz még várhatóan üzemeltethető a vizsgált berendezés, készülék. Ilyen elemzések céljaira rendszerezni kell a gépdiagnózissal felmért állapotjellemzőket.

Csak valószínű időadatokat lehet becsülni a várható élettartamra vonatkozóan, viszonylag nagy bizonytalansággal. Annál megbízhatóbb az előrejelzés, minél több hasonló alkatrészre állnak rendelkezésre megfigyelések, és minél megalapozottabb ezek statisztikai elemzése. A megállapítások tehát meghatározott kockázattal járnak. Nem biztos, hogy az előrejelzés helytálló lesz, pl. egy transzformátor hátralevő élettartamára vagy az olajcsere gyakoriságára vonatkozóan.

A gyakorlatban a generátorok, transzformátorok és más nagy értékű villamos főegységek folyamatos online üzemviteli méréseihez olyan küszöbértékeket rendelnek, amelyek eléréséig a normális feltételek biztosan fennmaradnak. Ezen az előre megállapított határértéken túlhaladva egyre nagyobb lesz a meghibásodások esélye, megnő a károsodás kockázata.

A gépdiagnózisok elősegítik, hogy megelőző karbantartásokat végezzenek, mielőtt a fontosabb alkatrészek üzemképtelenné válnak. Ezzel javítható a berendezések rendelkezésre állása. Gondoskodni kell arról, hogy az erőmű megfelelő tartalékokkal hidalja át az egyes főegységek leállását. A vizsgált vállalat jelenlegi szervezete korábban önálló németországi erőműveket foglal egyetlen vállalatcsoportba. Ennek megfelelően átszervezték a tartalék alkatrészek készletezését és utánpótlását.

A gazdaságosság követelménye szerint szabják meg, hogy milyen mennyiségek álljanak rendelkezésre az egyes tartalék alkatrészekből, milyen elszámolással jut el a megrendelt tétel az üzemfenntartókhoz az állóeszköz-gazdálkodás költségtakarékos rendszerében. Megszabták, hogy a helyi alkatrészraktárt mely tételekkel kell ellátni és melyeket kell központilag tárolni, egyrészt az erőművek, másrészt a villamos áramellátó hálózat céljainak megfelelően.

Az éppen előírt gépdiagnosztikai eljárás módszerének és kiterjedtségének meghatározása során a fontosabb szempontok a következők:

- az elvárt rendelkezésre állás mértéke,
- a gazdaságosság,
- a gép nagysága, konstrukciós jellemzői,
- a főegységek életkora,
- az állapotvizsgálatok korábbi eredményei és tapasztalatai.

A felmérés során a gép online állapotfelügyeleti méréseit kiegészítik pl. az álló gépen végzett diagnosztikai mérésekkel. A mérési adatok alapján megállapítható az egyes alkatrészek aktuális állapota, az elhasználódás mértéke, az esedékes üzemfenntartási intézkedés, valamint az üzemfenntartási ciklusok javasolt időadata.

Ilyen lényeges megállapítások nem vezethetők le közvetlenül a mérési adatokból, azonban a korábbi üzemfenntartási tapasztalatok felhasználásával megbízhatóan minősíthető a géppark pillanatnyi állapota. Az optimális üzemfenntartási stratégiát össze kell egyeztetni a nagyvállalat átfogó céljaival, valamint az erőmű üzemeltetőinek termelési programjaival.

Transzformátor élettartamát meghosszabbító üzemfenntartás

A felülvizsgálat és gépfelügyelet diagnosztikai mérései ismereteket szolgáltatnak a megfigyelt alkatrészek tulajdonságairól. Vannak közvetett mérések a felülvizsgálati programokban, amelyek meghatározott villamos vagy mechanikai jellemzők tényleges mérési eredményeit szolgáltatják az állapot jellemzésére. Ismerni kell ezek összefüggését a gép tényleges állapotával. Amennyiben egyre nagyobb az észlelt csapágyrezgés, ebből kiindulva kijelölhető a beavatkozás várható ideje, helye és azok a műveletek, amelyekkel az eredeti kifogástalan állapot helyreállítható.

A transzformátorok fontosabb diagnosztikai mérései a következők:

- szigetelések ellenállásmérése,

- tekercselés ellenállásmérése,
- a feszültség alakulásának mérése,
- transzformátorolaj gázelemzése,
- furánelemzés,
- szigetelőolaj kémiai, fizikai elemzése,
- aktív rész nedvességmérése,
- akusztikus és villamos mérések,
- kondenzátorok kapacitásmérése, veszteségmérése,
- cellulóz átlagos polimerizációs értékének (DP) meghatározása,
- átviteli függvény mérése,
- hőképes (termográfiás) mérés.

Az aktív részek nedvességtartalmának mérése különösen fontos, mivel ebből megállapítható hogy a víz mint a cellulóz bomlásterméke milyen elváltozásokkal járt. A víz gyorsítja az öregedés folyamatait. A mérési eredményeknek megfelelően előírják, hogy milyen mértékben végezzék el a régebben beépített aktív részek szárítását. A tényleges karbantartási módszereket, eszközeit és így a ráfordításait is megszabja a transzformátor mérete, az előfordult nedvesség mennyisége, valamint a ténylegesen rendelkezésre álló idő.

Bizonyos hibákat egyszerűbb az elhasználódott alkatrész cserélésével javítani. Sok esetben indokolt az elhasználódott olaj cseréje és a megfelelő tisztítás is. Sokféle környezeti hatás éri a transzformátorokat, pl. erős szennyeződések, rozsdásodás, a festékréteg leválása, tömítések és vezetékek elöregedése, szivárgások a hegesztési varratoknál stb.

A következő példa szerint hasznosíthatók a gépdiagnosztika eredményei. A rendszeres rutinmérések során kimutatták a szigetelőolaj összetételének változását, megnőtt a víztartalma és romlott az átütési feszültsége. A karbantartók a kiegészítő mérések és megfigyelések alapján megállapították, hogy az aktív részek nedvességtartalma közel van a tűréshatárhoz, túlzottan elhasználódott a vizsgált transzformátor. Annak érdekében, hogy ne okozzon üzemzavart, azonnali intézkedésként fokozatos szárítást írtak elő. Azzal is számolni lehet, hogy a cellulóz észlelt bomlása mind erőteljesebb lesz, azért úgy döntöttek, hogy a következő tervszerű leállás időpontjában ezt az elhasználódott és gazdaságosan nem javítható transzformátort kiselejtezik. Elvégezték a polimerizációs (DP) vizsgálatokat is, és ezek megerősítették az említett selejtezési döntés megalapozottságát.

A generátor diagnosztikai mérései – roncsolásmentes vizsgálatok

A német erőművállalat generátoraira – főegységek szerint – a következő diagnosztikai vizsgálatokat írják elő:

- A tekercselés fontosabb mérései: a szigetelések ellenállásmérése, nagyfeszültségű vizsgálatok (csak a javítás után), töltésmérések (online is lehetséges), porképződés endoszkópos megfigyelése a hidrogénnel hűtött térben és a tekercseléseken, szemrevételezéses megfigyelés stb.
- A lemezcsomag fontosabb mérései: a lemezszigetelés felülvizsgálata nagyfeszültségű és kisfeszültségű mérés alapján, lemezcsomag endoszkópos megfigyelése, szemrevételezéses ellenőrzés, a hozzáférhető részeken a támasztás és függesztés ellenőrzése.
- További ellenőrzések: folyamatos hőmérsékletmérések, többek között a tekercselésre, a hideg és a meleg gázokra, a primer kör vízbevezetési és -kivezetési pontjaira, csapágyolaj belépési és kivezetési helyeire; feszültség- és áramerősség-mérés; rezgésmérés (folyamatosan), pl. a csapágyak, a tengelyek, a házak, a tekercsfejek, a csúszógyűrűk stb. kijelölt helyein; online gázelemzés; hidrogén felhasználásának, nyomásának mérése, illetve folyamatos felügyelete; a primer kör vízének elemzése, szivárgásfelügyelete (folyamatosan).

Az előbbi villamos mérések az állórészre vonatkoznak, ezek nagy részét a generátor forgórészén is elvégzik. Mérik továbbá a polaritást, az impedanciát, a lökésimpulzusokat. Endoszkópos megfigyeléseket végeznek az üregeiben, mint pl. a gáz radiális kilépési helye, a hűtőgáz be- és kilépésének nyílása, a forgórész tekercsfejei. Így vizsgálják pl. feszültség okozta repedések keletkezését a festékbehatolásos vizsgálattal kombináltan.

Ultrahangos vizsgálatokat is végeznek, pl. a ventilátorokon. Megfigyelik a forgórész ridegtörés által veszélyeztetett részeit. Ellenőrzik a csúszógyűrűs egységet, pl. a kefék állapotát, a csúszógyűrű körkörösségét, kopását, barázdáit és hőmérsékletét pl. termográfiás eljárással.

Mágneses vizsgálatok ajánlottak az állórészlemezek öregedési folyamatainak jellemzésére. Minősítik az alkalmazott papírszigetelést, mivel a hőhatások miatt romlik a papír mechanikai szilárdsága, repedések jelenhetnek meg.

A hőmérsékletmérések feltárják a lehetséges hibahelyeket. Ezeket a túlhevült részeket rendszerint javítani kell, mielőtt tovább terjednek a rendellenességek és nagyobb károk következnének be. Az erőmű kiegészítő műszerezést végzett, és az állórész kijelölt helyein hőmérsékletmérő érzékelőket helyeztek el. A folyamatos ellenőrző mérés alapján előírhatják a generátor terheléseinek csökkentését.

Kapcsolókészülékek, kábelek

A kapcsolókészülékek diagnosztikai előírásaiban sokféle megtekintéses ellenőrzés szerepel. Megállapítható pl. a szigetelés repedése, deformálódása, törése. Ellenőrzik a vezetősín, és más szerkezeti elemek állapotát is. Sokféle méréssel állapítható meg a készülékek hőmérséklete, pl. a színüket változtató festéssel, felhelyezett csíkokkal.

A jelfogókra, kapcsoló- és átalakítókészülékekre részletes vizsgálati előírásokat dolgoztak ki. Ezekkel időben felismerhetők a kialakuló működési zavarok. A kapcsolótérben mérik a hőmérsékletet, nedvességtartalmat, a víz behatolását, füstképződést, a nyomás alakulását, hogy korai időpontban felismerjék a rendellenességeket.

A fontosabb diagnosztikai mérések a gáz- és légszigetelésekkel kialakított készülékek esetén a következők:

- kimutatják a hőmérséklet nem megengedett növekedését, amelyek oka pl. a hibás vagy meglazult kötés, hibás alkatrész, különösen a középfeszültségű kapcsolástechnikai készülékek kábelezésében, kapocslécein;
- az ívhúzás korai felismerése a kapcsolótérben, pl. fényérzékelőkkel, és azonnali beavatkozás, pl. vészkikapcsolással;
- a reakcióidők növekedésének korai felismerése pl. a szakaszoló vagy a földelés esetén, amelynek szokásos oka a hajtás lassulási hibája;
- a rugózással tárolt nyomások ellenőrzése az út–idő vizsgálat alapján, az átmeneti ellenállás romlásának korai felismerése, amelynek oka a hibás, elszennyeződött, meglazult érintkezés;
- a három fázis földelésének, szakaszolásának felügyelete, nehogy olyan kapcsolást végezzenek, amelyből valamelyik hiányzik;
- kapcsolórudak, emelők, hajtások és szigetelők felügyelete, a törések korai felismerése;
- a kioldókör hibáinak korai felismerése;
- a reteszelés hibáinak korai felismerése.

A gázszigetelésű készülékek további mérései:

- a gázveszteség korai felismerése, amelyhez a gáznyomás mérése is alkalmazható;
- a gáz minőségében bekövetkezett romlás felismerése;
- a szigetelőképesség mérése;
- a gáz harmatpontjának felügyelete.

A kapcsolástechnika készülékei műszeres és megtekintéses ellenőrzésének fontosabb lépései:

- a készülék külső szemrevételezése, pl. a túlzott alakváltozás kiszűrése;
- gyűjtősínek épségének ellenőrzése;
- szigetelők, támaszok, átvezetések épségének ellenőrzése;
- csavarkötések meghúzásának ellenőrzése az előírt meghúzási nyomatékok szerint;
- a készülékek csatlakozási pontjainál a stabilitás szemrevételezéses ellenőrzése;
- kábelkötegek és kábelfák ellenőrzése a kábelalagútban, pl. a szennyezett és sérült helyek megállapításával;
- kisfeszültségű elágazások vizsgálatai;
- a kábelvégeken tapasztalható (pl. égési stb.) sérülések megfigyelése;
- hőmérsékletmérések, szigetelésmérések.

A „tűzoltó” hibaelhárítás hátrányai

Egy erőműben katasztrofális következményei lehetnek egy villamos gépegység üzemzavarának. Képletesen szólva, amikor a riasztott „tűzoltók” a helyszínre érnek és elkezdik a beavatkozást, hatalmas visszafordíthatatlan károk keletkezhetnek. Ennek ellenére előfordul, hogy az üzemfenntartókat csak akkor hívják, ha leállt a berendezés, üzemképtelen a készülék. Olyan üzemekre jellemző az ilyen stratégia, amelyekben nem megfelelő az üzemfenntartás tervezése. Az is lehetséges, hogy nem megfelelő a munkatársak felkészültsége, nincs megfelelő adathátter, vagy elhanyagolták az üzemi tapasztalatok értékelését.

Az előbbi rendszeres mérésekkel, megfigyelésekkel megelőzhető, hogy a teljes elhasználódási tartalék elfogyjon, mielőtt a karbantartási ciklusban lehetőség nyílik az elhasználódott alkatrészek cseréjére. Erőművekben rendkívül fontos gazdasági követelmény, hogy ne következzen be nem tervezett leállás, a lehető legnagyobb legyen a gépek rendelkezésre állása. A „tűzoltó” üzemfenntartási stratégia nem felel meg

ezeknek a követelményeknek, nem lehet addig várni, amíg pl. átüt a szigetelés és leég a készülék, esetleg a környezetében levő drága berendezésekkel együtt.

Állapottól függő üzemfenntartó tevékenységek

A számítógépes eljárások segítik az erőművek állapottól függő üzemfenntartó stratégiájának kialakítását, amely a következő előnyökkel jár:

- tervezhetők az intézkedések, így csökkenthetők a gépállásidők;
- felhasználhatók az üzemszünetek vagy kisebb terhelési időszakok az álló gépek üzemfenntartási vizsgálatainak elvégzésére;
- átlátható a költségek alakulása, kisebbek a károk és veszteségek;
- a külső szakvállalatok kiválasztása, felkérése és a szakmai egyeztetés jobban előkészíthető;
- minden ismert jogszabályi előírást be lehet tartani, különösen a biztonságra, a környezet védelmére, az élet és a vagyon védelmére stb. vonatkozóan.

Fokozatosság a stratégiai döntésekben

Az üzemfenntartás költséggazdálkodásának olyan optimális helyzete alakítható ki, amely már minden, viszonylag kisebb költségű beavatkozást felhasznált, mielőtt a nagyobb egyszeri és folyamatos ráfordításokat igénylő lépésekre sor kerülne. Nyílván azok az ismeretek a legmegbízhatóbbak és egyben a legolcsóbbak, amelyek az erőmű felügyeleti rendszeréből átvehetők az üzemfenntartás állapot-ellenőrzéseihez is. Bármely monitoringintézkedés elhatározása előtt érdemes meggyőződni arról, hogy a mérés és a megfigyelés korábban alkalmazott megoldásai miként tehetők hatékonyabbá, abban az értelemben, hogy az állapot folyamatosan vagy szakaszosan rögzített adatait milyen fontosságú intézkedésekre lehet elsődlegesen vagy átcsoportosítva felhasználni.

A leggyakrabban bekövetkező és a legnagyobb káros hatású eseményekre eszerint a lehető legrészletesebb adatgyűjtés is indokolt lehet, mint amilyen pl. a szigetelés, a rezgés, a hőmérséklet stb. mérése. Ahol viszont szinte kizárt, hogy előre nem tervezett leállás bekövetkezzen, vagy ha mégis rendellenesség lenne, elhanyagolható hatása valószínű, ott viszonylag szerényebb ráfordításokkal is elvégezhetők a megfigyelések, hosszabb időközöket és olcsóbb eszközöket is megengedve. A

csapágyházról lepergett lakkréteg esztétikai szempontból kifogásolható, de az erőmű ritka látogatóit emiatt érő rossz benyomás nem indokolja, hogy pl. sűrűn végignézzék a gépterem összes festett gépalkatrészét.

Összeállította: Gittlár Ferencné

Irodalom

Gräber, U.: Advanced maintenance strategies for power plant operators – introducing inter-plant life cycle management. = International Journal of Pressure Vessels and Piping, 81. k. 10/11. sz. 2004. p. 861–865.

Paetzold, J.: Lebensdauerbewertung elektrischer Anlagen. Maßnahmen zum langfristigen Weiterbetrieb der Kraftwerke. = VGB Power Tech, 84. k. 12. sz. 2004. p. 44–48.

Schumacher, R.: Verfügbarkeit steigern. Computergestützte, zustandsorientierte Instandhaltung. = Verfahrens Technik, 11. sz. 2004. p. 72–73.

Loch, H. P.: Confused about reliability-centered maintenance? = Hydrocarbon Processing, 83. k. 7. sz. 2004. p. 11–12.

A karbantartás témakörével kapcsolatos közlemények egyéb kiadványainkban

Felületek automatikus repedésvizsgálata. = BME OMIKK ♦ Minőségirányítás – műszaki ellenőrzés, 2004. 11. sz. p. 39–44.

Meghosszabbítják a Paksi Atomerőmű Rt. üzemét. = BME OMIKK ♦ Energiaellátás, energiatakarékosság – világszerte, 2004. 12. sz. p. 42.

Hibaadatok cseréje vállalatok között. = BME OMIKK ♦ Minőségirányítás – műszaki ellenőrzés, 2004. 12. sz. p. 24–27.

Kazáncső-ellenőrző robot mágneses és ultrahang-frekvenciás roncsolásmentes vizsgálatokra. = BME OMIKK ♦ Minőségirányítás – műszaki ellenőrzés, 2004. 12. sz. p. 37–44.

Gömbrafitos öntöttvas grafitzárványainak elemzése. = BME OMIKK ♦ Minőségirányítás – műszaki ellenőrzés, 2005. 1. sz. p. 36–41.

A kamera megválasztása optikai vizsgálatokhoz. = BME OMIKK ♦ Minőségirányítás – műszaki ellenőrzés, 2005. 1. sz. p. 41–44.