

Állapotellenőrzés-élettartam-gazdálkodás • Condition control-service life economy

Kockázatalapú karbantartás – Új törekvések*

Fótos Réka**

Kulcsszavak: kockázatalapú karbantartás és felülvizsgálat, kockázatkezelés, kockázati mátrix, API RBI szabványok
Keywords: risk-based inspection and maintenance, assessment of risk, risk matrix, standards of API RBI project

Summary

The risk base maintenance – New endeavours. Risk-based inspection (RBI) concept is based on the application of risk analysis principles. RBI has been implemented in refineries and petrochemical plants for some time. By the application of RBI a cost-effective inspection program can be developed, and with the help of it can be assured the high reliability of the plants. The value of the risk is the multiplication of consequence and the probability of the failure. The standard of the risk-based inspection and maintenance has been developed by the result of the effort of three organizations: the API, the ASME and the EPRI. The paper gives a short description of the risk assessment procedure and the background of the API RBI project and its development tendency and the relations to different petrochemical ASME documents.

Bevezetés

A kockázatalapú karbantartás bevezetésének oka a műszaki és a gazdasági élet összefonódásának felismerése, azaz azon kérdések felvetése és megválaszolása, hogy a gazdasági hatékonyság milyen módon kapcsolható össze a magasabb fokú műszaki megbízhatósággal.

A technika és a technológiák folyamatos fejlődése a karbantartási filozófiák megújulását követelte. Továbbá nem szabad elmenünk azon tény mellett sem, hogy napjainkban a gazdasági kérdések az élet minden területén meghatározó tényezőként jelentkeznek. Nincs ez másképpen az üzleti életben résztvevő, műszaki területen dolgozó vállalatok esetén sem. A cégek tulajdonosait és vezetőit egyetlen cél vezérli: a legjobb teljesítménnyel üzemelni, a legkisebb költségek mellett. Ez az érdek azonban gyakran olyan fontos szempontokkal ütközik, mint a biztonság, a környezetvédelem vagy akár az egészség. És hogy mi a fontosabb? Az előbb felsorolt tényezők vagy a gazdaságosság? Ennek eldöntése igen szubjektív dolog. De szükséges-e választanunk? A kockázatalapú karbantartás bevezetésével lehetővé válik az üzleti életben való sikeres részvétel a környezet károsítása, az emberi élet veszélyeztetése nélkül.

Kockázatkezelés

A kockázatalapú karbantartási stratégia lényege a kockázatkezelésben rejlik. Ha egy rendszer kockázatáról beszélünk, tulajdonképpen pénzről beszélünk. Hiszen a kockázat nem más, mint a meghibásodások gyakoriságának és a lehetséges veszteség szorzata, tehát az elkerülendő költségek pénzügyi mutatója. A meghibásodás mértéke kifejezhető pénzbeli értékkel, mivel a kiesett termelés, a rendszer helyreállítása és üzembe helyezése megtérítése költséggel jár. Az egyik legfőbb probléma napjainkban, hogy nagyon sok vállalat még mindig szükséges rossznak tekinti a karbantartást, hiszen igen költséges és időigényes művelet. Ha rövid időtartamot vizsgálunk, akkor a költségek megtakarítása valóban vonzó lehet a vállalatok számára, azonban hosszabb távon nem kifizetődő. A karbantartási munkálatok elmulasztása később olyan károkat okozhatnak, melyek kiküszöbölésének és elhárításának költségei a karbantartási költségek többszöröse lehet, nem beszélve azokról a környezeti károkról, melyek helyrehozatala nem oldható meg pusztán pénzzel.

A kockázatkezelés alapvető célja az, hogy a hatékonyságot minden, még elfogadható szinten fenntartsa, a gépek, berendezések állapotát megóvja és csökkentse a kiesések által okozott veszteségeket. A kockázatalapú felülvizsgálati és karbantartási stratégia nemcsak a kockázat minimalizálása, hanem a költségek szempontjából is optimális. Azonban e rendszer bevezetése olyan széles körű, minden részletre kiterjedő munkával jár, mely a vállalatok részéről viszonylag nagy befektetést igényel mind az idő, mind az anyagiak szempontjából.

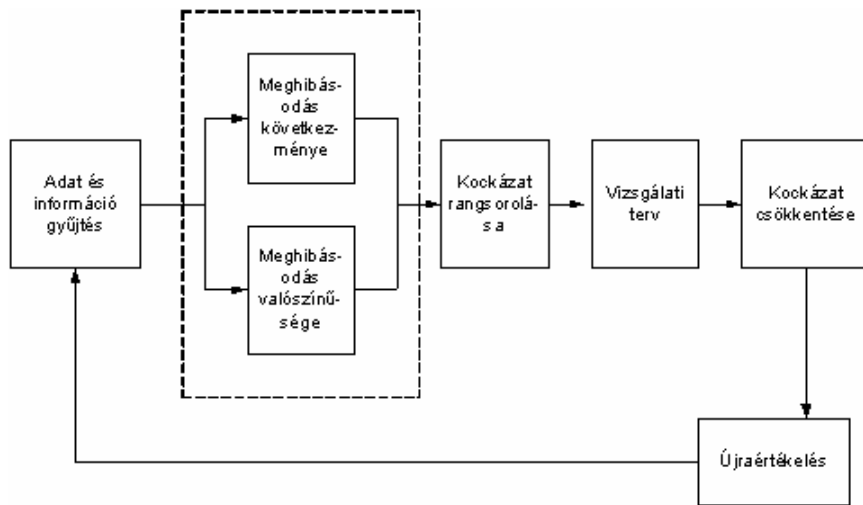
A kockázatalapú karbantartás legfőbb jellemzője, hogy a rendszerek és berendezések elemzésénél és karbantartási stratégiájának kidolgozásánál figyelembe veszi a meghibásodásával járó kockázatot. Ennek segítségével meghatározható, hogy melyik az az elem, amelynek üzemeltetése a rendszerben a legnagyobb, illetve a legkisebb kockázattal jár. Miután ez meghatározásra került, tudjuk, hogy melyek azok a részek, amelyek nagyobb odafigyelést, biztonságosabb üzemeltetést kívánnak, és melyek azok, amelyek meghibásodása nem okozza az egész rendszer leállását, és nem vezet katasztrofális következményekhez. Másik fontos előnye az, hogy a kockázat megközelítően pontos ismeretében könnyebb kidol-

*Közlésre elfogadva: 2007. április 18-án.

**Miskolci Egyetem – Konzulens: dr. Tóth László egyetemi tanár

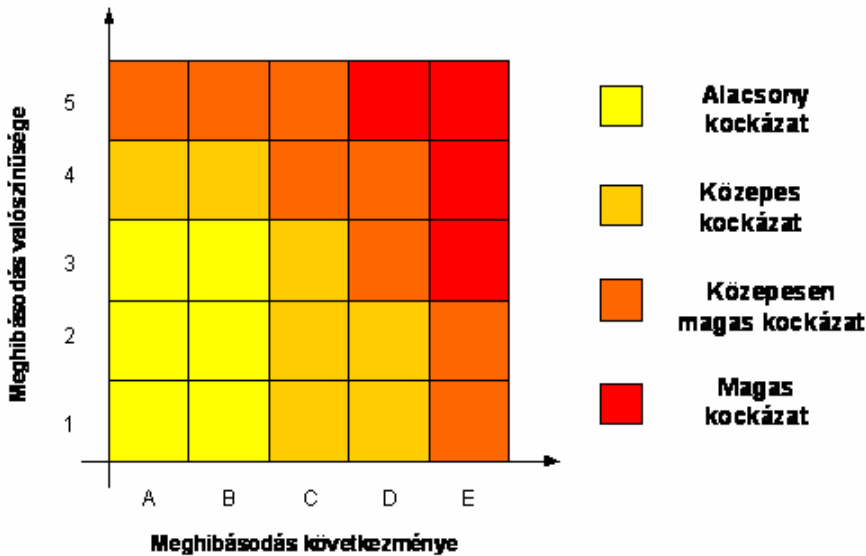
Állapotellenőrzés-élettartam-gazdálkodás • Condition control-service life economy

gozni egy hatékony kockázatcsökkentési stratégiát. E folyamatról ad áttekintést az 1. ábra.



1. ábra. A kockázatkezelés folyamata
Fig. 1: The process of the risk assessment

A következmények súlyossága és a bekövetkezés valószínűsége alapján létrehozhatunk egy, pl. 5x5-ös méretű kockázati mátrixot, mely nagy segítséget nyújthat számunkra a későbbi döntések helyes meghozatalában. Ezt szemlélteti a 2. ábra.



2. ábra. Kockázati mátrix
Fig. 2: API RBI risk matrix

Az API RBI projekt

Az API RBI szabványok a kőolajipar valamint a petrokémiai iparban tevékenykedő vállalatok számára kidolgozott kockázatalapú felülvizsgálatra és karbantartásra vonatkozó szabvány. A projekt több átalakuláson, fázison ment keresztül mire eljutott jelenlegi állapotába, de ez évben további változtatások, fejlődések várhatók. Az első lépés megtételére 1995 májusában került sor, amikor is elkészült a Kezdeti Alapvető Forrás Dokumentum (Base Resource Document) és előzetes próbaalkalmazások kezdőd-

A kockázatkezelés lényege az, hogy minden elemet az elfogadható kockázati tartomány felé kell irányítani. Ennek oka, hogy az elfogadható kockázati tartomány alá eső elemek vizsgálata során szükségtelen költségek jelennek meg, mivel elegendő lenne azokat ritkábban, hosszabb időközönként vizsgálni. Ezzel szemben az elfogadható kockázati tartomány felé eső elemek esetén azok biztonságosabbá, megbízhatóbbá tétele a központi feladat, hiszen ezek meghibásodása kedvezőtlen következményeket von maga után.

A kockázatalapú karbantartás stratégiáját először az Egyesült Államokban alkalmazták, ezért az első írásos dokumentumok, a módszerre vonatkozó előírások, szabványok is ott születtek. Mivel az eljárás még mindig viszonylag újdonságnak számít mind Magyarországon, mind világviszonylatban, az előírások, szabványok kidolgozása még napjainkban is folyik. Három amerikai szervezet (ASME – American Society for Mechanical Engineers, API – American Petroleum Institute, EPRI – Electric Power Research Institute) munkájának eredményeként egy olyan szabványcsalád jött létre (API RBI), amely mint egy útikalauz segíti az olajfinomítókat és a petrokémiai iparban dolgozó vállalatokat úgy a stratégia bevezetésében mint a végrehajtásában. A finanszírozói és felhasználói csoport több mint 25 nemzetközi vállalatot foglal magában, köztük olyan, mindenki által ismerősen csengő nevekkkel, mint például a Shell GS vagy a Repsol YPF.

tek. Az így kapott visszajelzésekből lehetővé vált a szoftverek fejlesztése és egységesítése valamint a technológia kiterjesztése és fejlesztése.

A projekt 1993 augusztusában 16 szponzor részvételével indult, melyek száma 2006 júniusára 28-ra emelkedett. A projekt szükségességét és sikerét jelzi, hogy a rendszer kidolgozásának költsége 2006-ra, tehát 13 év alatt 6.000.000 \$-ra nőtt. Az E²G (The Equity Engineering Group) 2001 novemberében, mint elsődleges kivitelező kezdte meg működését.

Állapotellenőrzés-élettartam-gazdálkodás • Condition control-service life economy

Az API RBI projekt célja a kockázatalapú felülvizsgálat módszertanának kidolgozása a kőolaj- és a petrokémiai ipar számára egy könnyen kezelhető szoftvercsomaggal, amely tartalmazza az RBI elemzést. A szoftver a felhasználói kézikönyvvel, a technikai kézikönyvvel és a megvalósítást segítő képzéssel válik teljessé, mely a vállalatok számára nyújt segítséget a jobb átláthatóság érdekében.

A folyamatos szoftverfejlesztésen túl további célként nevezhető meg:

- az operációs rendszer függőségének minimálisra csökkentése;
- az üzembe helyezés problémáinak minimalizálása;
- a szoftverfejlesztés és az új technológia megvalósításának idő- és költségigényének csökkentése;
- a szoftver tesztelésére fordított idő csökkentése;
- az üzemzavarok, meghibásodások számának csökkentése;
- a karbantartás és az elosztás elősegítése;
- az idejélmúlt és felesleges függőség kiiktatása.

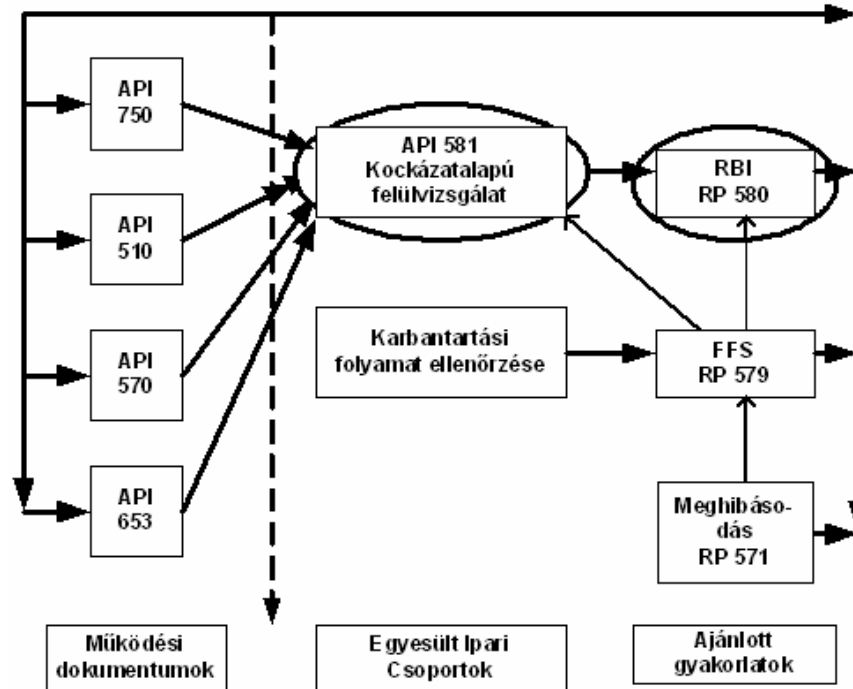
Fejlesztésének hátterében több olyan tényező is áll, melyek a vállalatokat egyre inkább karbantartási és felülvizsgálati rendszerük hatékonyságának megvizsgálására, valamint annak fejlesztésére ösztönzi. Az egyik ilyen tényező az egyre szigorodó biztonsági törvényeknek való megfelelés, amelyek be nem tartá-

sa súlyos anyagi következményeket vonhat maga után.

További tényezők:

- az üzemek biztonságának fenntartása vagy fejlesztése,
- hatékony működés az öregedő berendezésekkel és felszerelésekkel,
- biztonságos, megbízható működés fenntartása a működési idő növelésével és a leállási idők csökkentésével,
- a működés pontosságának növelési lehetőségei, az üzem erőforrásainak optimalizálása az iparban fennálló nagy verseny miatt.

Az API RBI módszerének hivatalos technikai dokumentációja az API 581, mely részletesen bemutatja az RBI szemléletet kifejezetten a kőolaj-finomító és a petrokémiai ipar számára kifejlesztett módszertan segítségével. Azáltal, hogy nagyobb figyelmet fordít a nagy kockázatú berendezésekre és „csak” megfelelő szintű figyelmet fordít a kisebb kockázatú berendezésekre, lehetővé teszi a felülvizsgálati és karbantartási erőforrások megváltoztatását. Az API 581 módszert helyesen alkalmazva a működés határfokának, valamint az üzemeltetési idő növekedése mellett a kockázati tényező csökkenése, vagy egy bizonyos szinten tartása érhető el. Az API 581 előírásrendszere a 3. ábrán látható struktúrában illeszkedik az API dokumentumainak struktúrájába.



3. ábra. Az API dokumentumok között fennálló összefüggések
Fig. 3: Relationship between API documents

A projekthez tartozó szoftver önállóan működőképes, világszintű szoftver készlettel rendelkezik és támogatja az összetett adatbázisokat.

Néhány szó a szoftver legújabb, 2006 áprilisában kibocsátott 8.0 verziójáról:

- több felhasználós képesség;
- adatbázis választási lehetőség;
- a navigáció és a számítások sebességének javítása;
- adatbázis böngésző;
- adatbázisszűrés és átfogó jelentés lehetőség;
- import/export információ feldolgozása az adatkezelés során;
- új követelmény-modellező rendszer:
 - ❖ korszerű eszköz a mennyiségi kockázatbecsléshez, amely alkalmazkodik az RBI szemlélethez;
 - ❖ több mint 100 közeg anyaggal és tulajdonságával bővült

Állapotellenőrzés-élettartam-gazdálkodás • Condition control-service life economy

- új károsodási fajtákkal történő kiegészítés:
 - ❖ szigetelés alatti korrózió;
 - ❖ talajkorrózió / földfelszín alatti korrózió;
 - ❖ hűtővíz korrózió;
 - ❖ CO₂ korrózió.

A jelenleg folyamatban lévő, és a tervezett fejlesztések központjában továbbra is a sebesség, az adatbázis, valamint a számítások fejlesztése áll.

Az E²G 2006 októberében Houstonban tartott találkozóján az API RBI projekt céljait a következőképpen fogalmazták meg:

- **rövid távú célok:** a szoftver teljesítményének fokozása a hatékonyság növelése érdekében;
- **hosszú távú célok:** egy olyan globálisan elfogadott megközelítés kialakítása, mely keresztezi az egyes iparágakat. Például: vegyi/petrolkémiai, termelés/gázüzemek;

- **nemzetközi:** a jelenlegi és a jövőbeni felhasználó-csoportok támogatása azáltal, hogy segítenek számukra elnyerni a jogi jóváhagyást.

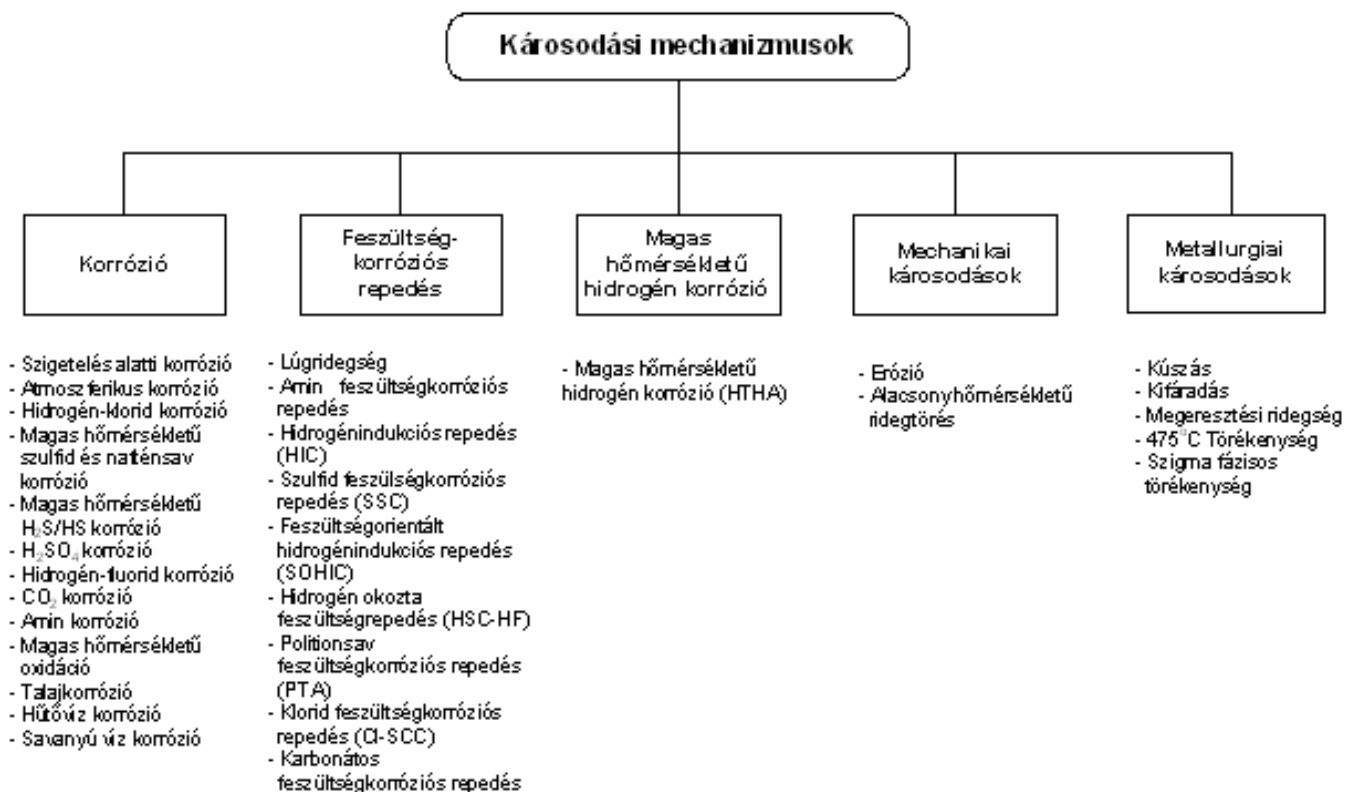
2007-es évre kitűzött további célok:

- a felhasználói interfész fejlesztése és növelése;
- navigáció fejlesztése;
- szűrés és jelentés készítés lehetőségének növelése;
- külső korróziós modul változásainak végrehajtása;
- felülvizsgálat tervezési modul fejlesztése;
- felhasználók oktatása;
- fókusz csoportok létrehozása;
- a Plug & Play lehetőségek azonosításának folytatása.

A szoftver fejlesztésén túl az elkövetkezendő évek egyik kiemelkedően fontos feladata a kockázatalapú karbantartás szemléletének világszintű terjesztése.

Károsodások és mechanizmusaik vizsgálata

Az API 581-ben részletesen bemutatásra kerülnek a petrolkémiai ipar jellegzetes és egyben sajátos károsodási típusok. Ezekről ad áttekintést a 4. ábra.



4. ábra. Az API 581 által definiált, a petrolkémiai iparban lehetséges károsodási mechanizmusok

Fig. 4: Possible damage mechanism in petrochemical industry defined by API 581

Állapotellenőrzés-élettartam-gazdálkodás • Condition control-service life economy

Az ábrán felsorolt károsodási mechanizmusok részletes és áttekinthető leírását az API 571-es szabvány tartalmazza, mely minden egyes mechanizmus ismertetésénél a következő felépítést követi.

- Károsodás leírása* – adott károsodási mechanizmus rövid ismertetése;
- Veszélyeztetett anyagok* – adott károsodási mechanizmusra hajlamos anyagok listája;
- Kritikus tényezők* – azon tényezők listája, melyek hatással vannak a károsodási mechanizmusra;
- Veszélyeztetett egységek, berendezések* – azon egységek, berendezések ahol adott mechanizmus előfordulhat;
- Károsodás megjelenése* – a károsodás leírása, néhány esetben fényképpel illusztrálva;
- Megelőzés/enyhítés* – a károsodás megelőzésének valamint hatásainak csökkentésére alkalmas folyamatok;
- Felülvizsgálat és monitoring* – a károsodás kimutatására, nyomon követésére alkalmas folyamatok, módszerek;
- Kapcsolódó mechanizmusok*;
- Referenciák*.

Az előbbieken alapján összeállítható olyan sillabusz, amely magába foglalja a következőket:

- Károsodás megnevezése;
- Károsodás jellemzése;
- Károsodás megjelenése;
- Alkalmazandó vizsgáló technika;
- Károsodás sebességét befolyásoló tényezők.

A vizsgálati módszereknél azok hatékonysága is megadható. Ez gyakorlatilag azt fejezi ki, hogy az adott károsodási mechanizmus által előidézett hiba milyen megbízhatósággal detektálható.

Összefoglalás, következtetések

A közleményben röviden áttekintett tények és az azokból kiolvasható törekvések egyértelműen utalnak a következőkre:

1. A kockázatalapú szemlélet bevezetése a mérnöki szerkezetek üzemeltetési feltételeinek kijelölésében napjaink egyik legfontosabb törekvése szerte a világon.

2. A kockázatalapú felülvizsgálat és karbantartás megvalósítása lehetővé teszi az üzemeltetés műszaki-biztonsági követelményeinek és az állapot fenntartásához szükséges gazdasági befektetések közvetlen összekapcsolását.
3. Az olaj- és gázipar, a petrokémiai ipar számára a kockázatalapú karbantartás előírásrendszere igen jelentős befektetéssel az elmúlt években kidolgozásra került (API 581), amely szervesen illeszkedik az API teljes struktúrájába.
4. Az API 581 folyamatos karbantartása, korszerűsítése megoldott, amelynek eredményeképpen szinte évente jennek meg vagy az előírások, vagy pedig azokat alkalmazó szoftverek újabb és újabb változatai.

Irodalomjegyzék

1. API 510 Pressure Vessel Inspection Code: Maintenance Inspection, Rating, Repair, and Alteration, Eighth Edition, June 1997, Addendum 1, December 1998, Addendum 2, December 2000, Addendum 3, December 2001
2. API Standard 653 Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction. Third Edition, December 2001.
3. API 570 Piping Inspection Code, Inspection, Repair, Alteration, and Rerating of In-service Piping Systems Second Edition, October 1998, Addendum 1, February 2000, Addendum 2, December 2001.
4. API 571 Recommended Practice, Damage Mechanisms Affecting Fixed Equipment in the Refining Industry. First Edition, December 2003
5. API 579 Recommended Practice, Fitness for Service, First Edition, January 2000
6. API 580 Recommended Practice, Risk-Based Inspection, First Edition, May 2002
7. API 581 Base Resource Document-Risk-Based Inspection, First Edition, May 2000
8. API 750 Management of Process Hazards, Process Safety Management for Onshore, First Edition, February 1990