

Ömlesztett áruk kezelésének korszerű technológiái

Az ömlesztett formában érkező alapanyagok kezelése az erőművekben, illetve a hajók kirakodásánál olyan speciális terület, ahol a fejlett rakodási technológiák alkalmazása jelentős költségmegtakarítást eredményezhet. A különféle ömlesztett áruk rakodására, kezelésére alkalmas eszközök számítógépes irányításával jelentős mértékben növelhető e berendezések teljesítménye.

A korszerű elektronikai megoldások és az új technológiák alkalmazása révén a berendezések várható meghibásodása előre jelezhető, ami hozzájárulhat a gépek karbantartási, fenntartási rendszerének fejlesztéséhez. A kezelőszemélyzet is biztonságosabb körülmények között végezheti munkáját, ha távolról, a veszélyes munkakörnyezettől elkülönítve irányítja a rakodógépeket. Ezeknek a fejlesztéseknek az eredménye elsősorban a végrehajtói szinten okoz változásokat. Minden alkalommal, amikor a technológiai újítások a fizikai munkafolyamatok fejlesztését célozzák, figyelmet kell fordítani e technológiák alkalmazóira, a gépek és berendezések kezelőire is.

Tárgyszavak: ömlesztett áru; kanalas rakodógép; maróhengeres rakodógép; marótárcsás rakodógép; programozható logisztikai vezérlés; ember-gép kapcsolat; boronarendszer; karbantartás; szénerőmű.

SBHM

A Svedala Bulk Materials Handlig (SBMH), nagy teljesítményű rakodógépeket gyártó vállalat minden évben konferenciát szervez, amelyen általában több mint 200 partnercég képviselteti magát. A program célja, hogy tájékoztassa a felhasználókat a legújabb technológiai újításokról, valamint a már gyakorlatban évek óta alkalmazott berendezések esetében felmerült problémák lehetséges megoldásairól.

A konferencián felszólalnak mind az SBMH szakértői, mind a rakodógépek üzemeltetői. Az új technológiák ismertetése mellett a résztvevők megvitatják az ömlesztett anyagok rakodógépei alkalmazásának jövőbeni kérdéseit is. A konferencia résztvevőinek lehetősége van egymással, illetve az SBMH kép-

viselőivel kötetlen formában is találkozniuk, ami lehetőséget teremt a speciális, egyedi problémák megvitatására is. A következőkben a konferenciákon elhangzott anyagból adunk összefoglalót.

Korszerű technológiák alkalmazása a kanalas rakodógépeknél

A gyakorlatban a vízi szállítás jelenti a leghatékonyabb megoldást az ömlesztett anyagok szállítására. A kanalas rakodógépek pedig a hajók kirakására leginkább megfelelő eszközök. Napjainkban több mint 130, az SBMH által gyártott kanalas rakodógép üzemel világszerte. Ezek a 3400 tonna/óra rakodási kapacitású gépek dolgoznak pl. erőművekben, kikötőkben, átrakó terminálokban és acélgyárakban. A kanalas rakodógépek alkalmasak szén, koks, vas- és egyéb fémércek, mészkő, bauxit, kén és foszfát rakodására.

A ma üzemelő gépek többsége 1970 és 1980 között készült. Építésük idején e rakodógépek a legkorszerűbb technológiai megoldások alkalmazásával készültek. Mára a 70-es években készült berendezések teljesítményét elsősorban a beépített irányító rendszer korlátozza.

Míg az elektromos berendezések élettartama a végéhez közeledik, a mechanikai alkatrészek még évekig üzemképesek maradhatnak. Ezért az új rakodógép vásárlása helyett a szakértők az elektronikus rendszer megújítását javasolják a hatékonyság növelése érdekében.

Digitális vezérlőberendezések alkalmazása

A korszerű digitális, mikroprocesszor alapú vezérlés növeli a gépek megbízhatóságát, egyszerűsíti a karbantartási rendszert és növeli a rakodógép teljesítményét is. A digitális vezérlés segítségével pontosan beállíthatóak a rakodógép üzemeltetési paraméterei. A digitális vezérlés biztosítja a rakodókanál megfelelő gyorsulását és a visszajelzést a kezelőnek, ami elengedhetetlen feltétele a hatékony üzemeltetésnek. Az állásidő szintén csökkenthető, mivel a digitális rendszer moduláris felépítése révén gyorsan elvégezhető az egyes elemek cseréje. Továbbá a korszerű vezérlő rendszer figyelmeztető jelzést tud küldeni a kezelőnek a potenciális problémákról, ezzel segítve a karbantartást végző szakembereket a hibák okainak feltárásában, ami szintén hozzájárul az állásidő csökkentéséhez.

Programozható Logikai Vezérlés (PLC – Programmable Logic Controllers)

Napjainkban a PLC-rendszerek sokkal több műveletet képesek azonos idő alatt végrehajtani, mint a kanalas rakodógépek eredeti vezérlő rendszerei. Az új PLC-rendszerek alkalmazásával növelhető a rakodógépek teljesítménye. A berendezések megbízhatósága is növelhető azáltal, hogy a logikai vezérlést elektronikus úton továbbítják, a hagyományos relés vezérlés helyett.

Így a téves vezérlőjelekből adódó hibák kiküszöbölhetők. A PLC-technológia alkalmazásával a vezérlési folyamat minden részlete nyomon követhető. A rendszer alkalmas továbbá a működés közbeni hibák okainak pontos feltárására is.

A PLC-rendszer segítségével megvalósítható a rakodás félautomata üzemeltetése, mivel a rendszer szabályozni tudja a markolókanál telítődését. A markolókanál pályája (az ürítőgaratig és vissza) szintén szabályozható. Sőt a logikai vezérlés csak a megfelelő pozícióban engedi kiüríteni a markolókanalat.

Ember–gép kapcsolat (Human Machine Interface – HMI)

A HMI alkalmazásának célja, hogy rakodógép működéséről minden szükséges információt, könnyen értelmezhető formában megjelenítsen a gépkezelő előtt elhelyezett monitoron. A HMI meg tudja jeleníteni a rakodógép összes alrendszerével kapcsolatos információt. Ezáltal a rakodógép kezelője minden berendezésről folyamatos visszajelzést kap, meghibásodás esetén pedig meg tudja állapítani a hiba pontos okát is.

A rendszer a rakodógép működését grafikus szimulációval jeleníti meg. A képernyőn megjelennek a kézi vezérléshez szükséges nyomógombok is, amelyekkel a rakodókanál emelése és süllyesztése, nyitása és zárása vezérelhető. Külön szabályozható a markolókanálba fogott anyagmennyiség is. A HMI pontosan jelzi a markolókanál pillanatnyi helyzetét, valamint az ürítőgaratban és a szállítószalagon lévő anyag mennyiségét.

Egy amerikai példa a kanalas rakodógépek fejlesztésére

A napjainkban üzemelő rakodógépek átlagéletkora 19–20 év. Mindegyik gép egyedi vezérlőberendezéssel és irányító rendszerrel készült. Ezért a gépek karbantartását, javítását végző cégek szakembereit minden egyes gép javítására külön-külön kellett felkészíteni. További nehézséget jelentett a cserealkatrészek beszerzése, ami gyakran teljesen lehetetlen vagy csak nagyon drágán megoldható feladat volt. A problémák megoldása érdekében a rakodógépek karbantartására, javítására szakosodott szolgáltató vállalat elhatározta, hogy felújítja négy markolókanalas rakodógép vezérlő és PLC-rendszerét. A fejlesztés fő célja az volt, hogy minden egyes gép esetében egységes elektronikus rendszert alkalmazzanak, csökkentve ezzel a fenntartási költségeket és egyszerűsítve az alkatrészcserét.

Mindegyik rakodógépbe azonos, egyazon cég által gyártott vezérlőrendszert építettek be. Ezzel a fenntartási rendszer is egyszerűsödött, mivel a javításokat végző személyzetet csak egyféle technológia alkalmazására kellett betanítani, így minden dolgozó alkalmassá vált arra, hogy bármelyik gép javítását elvégezze. Ezek a fejlesztések lehetővé tették a karbantartási és javítási munkákat végző vállalat számára, hogy a hatékonyság növelése mellett csökkentse költségeit.

Ömlesztett anyagok elegyítése maróhengeres rakodógép segítségével

Ha a különféle ömlesztett anyagok elegyítésére van szükség, ésszerű választás lehet a maróhengeres rakodógépek alkalmazása. Ha összehasonlítjuk ezeket a gépeket más rendszerű nagy teljesítményű rakodógépekkel a szállítási és az elegyképzési teljesítmény szempontjából, akkor a maróhengeres rakodógépek előnyei egyértelműen megmutatkoznak.

Különbéle ömlesztett anyagok elegyítése

Az ömlesztett anyagok elegyítése jelentheti kettő vagy több anyagféleség gyártási eljárásnak megfelelő arányú keverékének előállítását (pl. a meghatározott kémiai összetételű keverékek előállítása), de ebbe a feladatkörbe tartozik az ömlesztett anyagok szemcseméret szerinti szétválogatása is. Az elegyképzés minőségét úgy mérhetjük, ha összehasonlítjuk az ömlesztve tárolt anyagok felhasználás előtti összetételét és szemcseméretét a későbbi eljárások során megkövetelt összetétellel és szemcsemérettel. Az elegyképzés két egymástól elkülönülő folyamata az ömlesztett anyagok betárolása, illetve kitermelése a tárolóból.

A kitárolás során az elegy összetétele nem változhat. A rakodógépek az ömlesztve tárolt anyagot a szállítószalagra rakják, amely a felhasználási helyre továbbítja azt. Az eredeti összetétel megőrzése érdekében általában elfogadott az az eljárás, melynek során az anyaghalmoz legfelső rétegéből mind szélesebb részt termelnek ki egyszerre annak érdekében, hogy a betároláskor kialakult elegy összetétele ne változzon. A boronakarokkal felszerelt gépek segítségével az anyaghalmoz felszínének nagy felülete megmozgatható, ami jelentős mértékben hozzájárul az anyag eredeti összetételének megtartásához. A boronakarokkal felszerelt gépek előnye különösen az egymás mellett kialakított anyaghalmoz kitermelésénél mutatkozik meg. A maróhengeres rakodógépek alkalmasak az anyaghalmoz teljes felületének egyidejű megmozgatására, így a lehető legkisebb mértékben változik meg az ömlesztve tárolt anyagok elegyítési aránya. Van azonban e rendszer alkalmazásának néhány hátrányos vonatkozása is. Egyik ezek közül a jelentős beszerzési költség. Továbbá a marótárcsás rakodógépekkel összehasonlítva a maróhengeres berendezés kevésbé rugalmas a kitermelendő anyaghalmozok térbeli elhelyezését illetően.

Maróhengeres rakodógépek

A maróhengeres rakodógépek az anyaghalmoz felszínéről a gravitáció hatására leomló anyag rakodására alkalmasak. A forgó henger palástján több sorban elhelyezett rakodókanalak továbbítják az anyagot a szállítószalagra. A hengerben elhelyezett terelőlapok irányítják az anyagot a rakodókanalaktól a szállítószalag felé, amely a henger belsejében halad hosszanti irányba. Innen

kerül a kitermelt anyag a rakodógéptől független üzemi szállítószalagra. A rakodógépet önjáró szerkezetre építik, ami lehetővé teszi a maróhenger folyamatos előrehaladását az anyaghalomban. A gép előrehaladása történhet kis sebességgel a kitermelés ütemének megfelelően, illetve nagyobb sebességgel a rakodás kezdetén, amikor a maróhenger pozicionálása a feladat. Egy időben két anyaghalmoz kitermelése is lehetséges, de ehhez különleges alakú rakodókanalakra van szükség.

A boronarendszer

A maróhengeres rakodógépnek több részegysége is kapcsolatban áll az ömlesztve tárolt anyaggal. Ezek egyike a boronarendszer, amely a boronakarokból, a tartósodronyokból, a mozgató és a meghajtó mechanikából áll. A boronakarok fellazítják az anyagot, formálva ezzel az anyaghalom felszínét. Ezzel a módszerrel szabályozható a lejtő oldaláról lecsúszó anyag mennyisége, amely a maróhenger rakodókanalaiba kerül. A lejtőről lecsúszó anyag mennyisége növelhető, a boronakarok mélyebbre engedésével, illetve azok függőleges irányú mozgatásával.

A maximális rakodási teljesítmény elérése érdekében a boronakarok és az anyaghalom felszíne közötti szög nagyságát -1 és $+5$ fok közé kell beállítani. Ha ez az érték túlságosan kicsi, akkor nem csúszik le megfelelő mennyiségű anyag a lejtő oldalán. Ha túlságosan nagy, akkor a maróhenger alámetszi az anyaghalmot, ami ráomlik a rakodókanalakra. A megfelelő szög beállítása a tartósodronyok segítségével történik.

A maróhenger kialakítása

A maróhenger vízszintes tengely körül forog, amely merőleges a gép üzem közbeni haladásának irányára. A henger forgó mozgását elektromos motor biztosítja, fogaskerekes hajtóművön keresztül. A maróhengert csapágyazott görgők támasztják alá, amelyek a henger két végén közvetlenül csatlakoznak a fő tartószerkezethez.

Az SBMH által gyártott maróhengeres rakodógépeknél a henger egyrétegű hengerpalástból áll, melyen több sorban helyezkednek el a rakodókanalak. Több rakodókanál található a henger közepe felé, mivel itt nagyobb mennyiségű anyag kitermelésére van szükség.

A kettős hengerpalástartal kialakított gépeknél gyakran előfordul, hogy a két palást közé szennyeződés, vagy víz kerül. Az egyrétegű henger kedvezőbb megoldás ilyen szempontból, mivel tisztítása egyszerűbb és a korróziós folyamatok ellenőrzése is könnyebb.

A rakodókanalak kialakítása attól függ, hogy a henger forgása csak egy vagy mindkét irányban lehetséges. A rakodókanalak olyan szélességben helyezkednek el, ami biztosítja az anyaghalmoz elhordását. Minden rakodókanál üzem közben vegyesen telik meg a lejtőről lecsúszó, illetve a halom aljából kinyert anyaggal.

A rakodókanalak ürítése gravitációs úton történik, amikor a henger forgása közben a kanál eléri az ürítőgaratot. Innen kerül a kitermelt anyag a rakodógép szállítoszalagjára. A középső rakodókanalak által kinyert anyag a henger végén kinyert, de még a gép szállítoszalagján lévő anyagra ürül, ami elősegíti a homogenizálást. A kitermelt anyag a rakodógép szállítoszalagjáról az üzemi szállítópályára kerül, amely azt a felhasználás helyére szállítja.

A Bruce Mansfield Szénerőmű marótárcsás rakodógépének fejlesztése

A Bruce Mansfield Szénerőmű 1972 és 1980 között épült. Három egyenként 800 MW teljesítményű részegységében évente 5,9–6,4 M t szenet használnak fel.

Az utóbbi években, az energiaszektorban tapasztalható növekvő versenyhelyzet és az erőmű régi berendezései indokolták az erőmű fejlesztését. A modernizációs program a meglévő marótárcsás rakodógép fejlesztését is előirányozta. A rakodógép fejlesztési munkái 2000. augusztus 28-án kezdődtek, és október 3-án fejeződtek be.

A felújítás idején a rakodógép elektromos berendezései 25 éve voltak használatban. A gépet egyaránt használták a szénhalom átfogatására és az uszályokon érkező szén kirakására. A gépen nyomot hagytak az évek során elvégzett javítgatások is. Az évről évre ismétlődő javítások ellenére a részegységek előregedtek, újabb és újabb kiegészítők felszerelésére volt szükség a hatékonyság növelése érdekében. A gép fenntartási költségei jelentősen emelkedtek, üzemeltetése egyre több emberi munkát és anyagot igényelt.

A rakodógép elektromos rendszerének fejlesztése során célul tűzték ki az erőmű termelékenységének javítását és a működési költségek csökkentését. A távvezérlő rendszer kiépítésével az emberi munkát szerették volna kiváltani. Elhatározták továbbá a rakodógép felszerelését olyan PLC vezérlőrendszerrel, amely csatlakozik az erőmű informatikai rendszeréhez is, és amelynek révén a rakodógép működése az erőmű minden vezérlőhelyiségéből nyomon követhető. A PLC rendszer lehetővé teszi a javítási, karbantartási idő csökkentését is, mivel a rendszer jelezni tudja a meghibásodott részegységeket is.

Határidők szorításában

A fejlesztési program végrehajtása során alapvető fontosságú volt a rövidre szabott határidő pontos betartása. Munkálatokat négy hét alatt kellett kivitelezni és egy hét maradt a végső beállításokra, valamint a próbaüzemre.

A rövid határidőt több tényező is indokolta. Az erőmű üzemeltetéséhez szükséges készletek alacsonyak voltak, ezeket a tartalék rakodógép segítségével továbbították az erőműbe. A legtöbb tüzelőanyag folyami uszályokon érkezett, amelyek kirakásához szintén szükség volt a marótárcsás rakodógép mielőbbi üzembe állítására. Emellett a téli tüzelőanyag szükséglet betárolása

is az évnek erre a szakaszára esett, ami szintén indokoltá tette a rövidre szabott határidő betartását. A fejlesztési munkálatok késése (ha a folyó befagyásig nem sikerül a téli időszakra szükséges tüzelőanyag-mennyiséget betárolni) óriási veszteségeket okozott volna az erőműnek.

A fejlesztés költségei

A szűk határidő mellett a fejlesztésre fordítható költségkeretet túllépése sem volt megengedett. A rakodógépek váltóáramú motorjainak felújítási költségei általában 1 és 2 M USD közötti költséget jelentenek. Ebben az esetben azonban a gép hajtómotorjai megfelelő állapotban voltak, ezért egy egyedi hibrid rendszert alkalmaztak. Így a PLC-rendszer és a meglévő váltóáramú rendszer házasításával a motorok felújítási költségei csak 450 000 USD-t tettek ki. A hibrid rendszer kialakításával megvalósult az automatikus vezérlés kiépítése és növekedett a gép megbízhatósága is, ráadásul mindezt alacsony költségek mellett sikerült elérni. A váltakozó áramú motorok karbantartására így is szükség volt, de ennek költsége messze alulmaradt a teljes felújítás költségeitől. A marótárcsás rakodógép kapacitása a felújítás után évi 7,2 M t-ra növekedett, ugyanakkor az elavult vezérlőrendszerből adódó meghibásodások teljesen megszűntek.

A fejlesztések dolgozói fogadtatása

A fejlesztések eredményeként bevezetett műszaki változásokat nem minden esetben fogadták megértéssel a dolgozók. Az új kezelőfülke felszerelésével szükségtelessé vált a kábeltartó horgok majd fele, csakúgy mint a kettős vezérlőfülke alkalmazása. Ezeket a változásokat a kezelőszemélyzet kezdetben úgy értékelte, mintha az ő munkájuk kevésbé fontos lenne. A vállalat ezért elküldte dolgozóit Kansas City-ben lévő erőművébe, ahol hasonló modernizációs programot hajtottak végre. Az ottani kezelőszemélyzet arról számolt be, hogy mennyire elégedettek az automata vezérlőrendszer üzemeltetésével. A Bruce Mansfield dolgozói amiatt is aggódtak, hogy a fejlesztések hatásaként növekedni fog a munkaterhelésük. Később azonban, amikor jobban megismerték az új rendszert, megtapasztalták, hogy milyen egyszerű a gép vezérlése és ellenőrzése az új távirányítású videorendszer segítségével.

Tovább növekedett a dolgozók elégedettsége, miután megismerték a PLC-rendszer előnyeit, pl. azt hogy az automatikus vezérlés leállítja a gép működését, ha bármilyen problémát érzékel, illetve nem engedi az előre beállított határértékek túllépését, még akkor sem, ha erre a személyzet kézi vezérléssel utasítást ad.

(Fülöp Tibor)

Kral, S.: Svedala Bulk-Materials Handling seminar highlights latest technology. = Mining Engineering, 53. k. 9. sz. 2001. p. 29–32.

Courtney, A. J.; Chan, A. H. S.: Ergonomics of grab unloaders for bulk materials handling. = International Journal of Industrial Ergonomics, 23. k. 1–2. sz. 1998. p. 61–66.