

A MEZŐGAZDASÁGI AUTOMATIZÁLÁS TUDOMÁNYOS ALAPJAI*

ZALKA ANDRÁS

egyetemi tanár

Műszaki Egyetem, Budapest

A mezőgazdasági gépesítés első szakaszának befejezése után napirendre került a komplex gépesítés megvalósítása, ami alapot ad a termelékenység további fokozására, az pedig az automatizálás bevezetését teszi szükségessé.

Hozzászólásomban a mobil mezőgazdasági gépek automatizálásáról szólok. A stabil gépek automatikájáról más előadásban lesz szó. E rövid hozzászólás tárgya, hogy rávilágítsak a mobil mezőgazdasági gépek automatizálásának tudományos alapjaira. Ha csak felsorolnám az automatizálás lehetséges változatait, amelyeket már alkalmaznak a fejlett országokban gyártott gépeken, egy hosszabb előadás ideje is kevés lenne. Ezért igyekszem azon főbb elvekre — ha vázlatosan is — kitérni, amelyek alapját képezik a gépészeti automatizálásnak általában és különösen a mobil mezőgazdasági gépeken.

A nagyüzemi mezőgazdaság gépparkjának gazdaságos kihasználása nagymértékben fokozható a mobil mezőgazdasági gépek automatizálásával. A termelékenység növelése során sok olyan változó tényező jelentkezik, amelyeknek irányítására a traktoros, vagy kombájnvezető képtelen eleget tenni. Az ember érzékszervei és fizikai ereje nem elégségesek ahhoz, hogy a megnövekedett műveleti sebességeknél követni — ellenőrizni tudja a folyamatosan változó tényezőket és emberi izomerővel be tudjon avatkozni. Ezeket helyettesítik az automatikus berendezések a talajművelés, szántás, vetés, növényápolás, betakarítás stb. műveleteinél.

A mezőgazdasági termelés komplex gépesítéséhez olyan géprendszerre van szükség, amely lehetővé teszi minden alapvető és kisegítő művelet gépesítését a szántás, vetés, növényápolás és betakarítás folyamán. Az egyes műveletek elvégzéséhez nemcsak a gépek mennyisége szükséges, hanem az egymás után következő műveletek gépesítését biztosító gépesoport vagy gépsor.

A termelési folyamatok automatizálásának egyik alapfeltétele a mezőgazdasági termelés komplex gépesítése. A géprendszer kialakítása lehetővé

* Előadás az MTA IV. Osztálya tudományos ülésén 1972. május 8-án.

teszi, hogy a kis termelékenységgű kézi munkát felváltsa az automatizált gépsor. A szokásos termelési folyamatok rendszerében a szabályozás, vezérlés, ellenőrzés legtöbb funkcióját az embernek kell elvégezni. Az automatizálás esetén ezen funkciókat is az automata berendezések végzik. Ezáltal lényegesen megnövelhető a gépek termelékenysége, a munka minősége, javítható a munkafeltétel, csökkenthető a termelési költség és a termék önköltsége.

Különösen nagy jelentősége van az automatizálásnak akkor, amikor a mezőgazdasági gépek által végzett technológiai folyamatok intenzitása növekszik. A gépegységek munkasebességének és fogásszélességének, továbbá a traktorok és önjáró gépek teljesítményének növekedése megköveteli a korszerű automatika alkalmazását, amely a gépegység automatikus vezérlését és szabályozását az elvárt optimális üzemállapotnak megfelelően optimális energiaráfordítással végzi.

A mobil mezőgazdasági gépegység automatika rendszerének egyszerre sokrétű feladatot kell megoldani: a gép technológiai műveletének, a traktor sebességének és terhelésének szabályozását, a gép mozgási irányának szabályozását; a munkafolyamat lefolyásának ellenőrzését, a megkövetelt, vagy a beállított üzemállapotban keletkező zavar jelzését, a szántási mélység, a vágási magasság tartását, a munkagépeket működtető végrehajtószerveknek a sérülésétől, vagy a töréstől való megvédését stb.

Reális feltételek között működő mezőgazdasági gépegység állandóan változó terhelési ráhatásoknak van kitéve, mint pl. a talajfelszín egyenetlensége, a talaj fizikai-mechanikai tulajdonságai (nedvesség, kötöttség, struktúra, mechanikai összetétel stb.), amelyek meghatározzák a munkagép mozgására és a talaj megmunkálására fordítandó energiát és költséget.

Ide sorolhatók még: a munkagép függőleges irányú terhelésének talaj művelésnél a talaj mozgatása miatt, a betakarító gépnél a begyűjtött termés súlyának változása a magtartályban, a gépegység sebességének megváltozása a talajegyenlenségek következtében stb.

A felsorolt tényezők hatást gyakorolnak a traktor, ill. az önjáró gép járószerkezetének és motorjának egyenlőtlen terhelésére, a technológiai folyamat minőségi mutatóira. A szántás folyamán a talajelőkészítés és a vetés agrotechnikai követelmények szerinti betartása sok figyelmet követel. Különböző kísérletek bizonyítják, hogy a vonóerő egyenlőtlensége a szántó gépegységek munkájánál — a minőségben — 30%-os ingadozást is mutat. A vonóerő egyenlőtlensége és a gépegység munkaminőségének technológiai mutatói lényeges hatást gyakorolnak a gépegység mozgási sebességére. A mozgási sebesség növekedésével a zavaró tényezők a talajfelszín egyenetlensége, a közeg ellenállása stb. növekednek, amelyek következménye a gépegység energetikai, technológiai és üzembentartási mutatóinak megváltozása.

A változó, zavaró tényezők hatása különösen a betakarító gépegységek-nél érzékelhető, ahol a traktor, vagy az önjáró gép hajtóművének és munka-

végző elemeinek túlterhelése a betakarítási veszteség növekedésében lemérhető pl. ha a gabonakombájnoknál a gabona áramlása a megengedettnél nagyobb, a cséplőszerkezetben keletkező veszteség elérheti az 50–80%-ot is. Ezenkívül még más tényezők is növelhetik a veszteséget, amelyek esetleg a kombájn állásidejét fokozzák.

A gépegység munkafeltételeinek változása maga után vonja a munkavégző elemek, a járószerkezet és a traktormotor túlterhelését. A fentiek megkövetelik a vezérlés és szabályozás, azaz megfelelő automatikus berendezés felszerelését, amely lehetővé teszi a változó behatások, zavarok időbeni kiküszöbölését.

A mobil gépegység termelékenysége a gazdasági hatékonyság növelésének alapvető feltétele az automatizálás. A termelékenység a mobil mezőgazdasági gépek munkasebességének növelésével fokozható. A megnövelt sebességeknél a zavaró hatások is erősen megnőnek és még a legjobban képzett traktor- vagy kombájnvezető sem képes időben reagálni. A fent felsorolt változó feltételekre nem tudja az előírt technológiai folyamatot betartani. Tehát automatikus berendezések felszerelése nélkül romlik a munka minősége és nő a veszteség. Ugyanakkor még a hagyományos munkasebességnél is növelni lehet a termelékenységet az automatizálás eszközeinek bevezetésével pl. a technológiai okokból keletkező állásidő csökkentésével.

1. *A sebesség hatása a mobil gépek üzemi mutatóira*

A gépegység egy műszak alatti termelékenységet az alábbi összefüggéssel jellemezhetjük:

$$W = 0,1 \cdot b \cdot v \cdot T \cdot K \quad \text{ha/műszak}$$

ahol: b — a gép munkaszélessége, (m)
 v — a gépegység sebessége, (km/ó)
 T — munkaidő, (óra)
 K — a műszak kihasználási tényezője.

A termelékenység növelése állandó munkasebesség esetén elérhető a (K) kihasználási tényező fokozásával, azaz az automatizálás bevezetésével. Az automatizálás a munkasebesség növelését lehetővé teszi, ami a termelékenység növekedése mellett a termék minőségét is fokozza.

2. *Mezőgazdasági gépek automatizálásának általános elvei*

Az automatika alkalmazása a mobil mezőgazdasági gépeken elsősorban hidraulikus részben pneumatikus és elektromos berendezések segítségével oldható meg. A vezérlés, szabályozási szerkezetek beépítése a traktor, vagy az

önjáró gép hidraulikájába megköveteli a vezérlési és szabályozási folyamatok statikus, valamint dinamikus elemzését.

A vezérlés és szabályozás általános elveit már régebben kidolgozták, amiből nagymennyiségű irodalom rendelkezésre áll. Ezen elvek adaptálása a mezőgazdasági gépekre még a fejlettebb országokban is viszonylag kezdeti fokon áll. Bár több területen szép sikereket értek el.

A vezérlés és szabályozás követelményei eltérőek. Az üzemekben, gyárakban alkalmazott gépegységektől, azaz a stabil gépeken alkalmazott automatikától. Annak ellenére, hogy az elvi strukturális vázlatok nagyjából megegyeznek, a mezőgazdasági gépeken alkalmazott automatika esetében nem szükséges az a nagyfokú érzékenységi, mint egyes ipari gépeknél, viszont a mezőgazdaság igen mostoha körülményei között dolgozó gépeknél is sok bonyodalom merül fel. Ezek megnehezítik a mezőgazdasági mobil gépeken alkalmazott automatika biztonságos működését. Az autómatarendszert érő durvább behatások, a levegő szennyezettsége, a talajon mozgó gépek rázása stb. ellenére a feladatokat az automata berendezéseknek teljesíteniük kell. Ezért is lényeges a mobil gépeken alkalmazott automata rendszerek dinamikai elemzése, aminek lefolytatásához elméleti és kísérleti kutatások szükségesek.

Ugyanis a vezérlés és szabályozás olyan feladatai, mint a rendszer egyenletes megállapodott munkája, a paraméterek kiválasztása és megindokolása (az agrotechnikai követelményeknek megfelelően) mégpedig úgy, hogy a szabályozás biztosítsa az optimális energiaráfordítást, csak úgy oldható meg, ha a szabályozás folyamatának dinamikája, ill. annak elemzése biztosított.

A szabályozási rendszer dinamikájának tanulmányozásához alkalmazzák a differenciálegyenletek elemzésének azt a módszerét, amely megmutatja a rendszer viselkedését, tranziens és állandósult állapotokban. Az első feladat tehát a vezérlés és szabályozás összes szakaszaira a mozgás differenciálegyenletének felírása, végső soron a gépegységre, mint a szabályozás-vezérlés tárgyára.

Ezen feladat megoldásához szükséges az idealizált méretezési modell kidolgozása, amely a reális rendszert elég nagy pontossággal megközelíti. Az általános mozgási egyenletek segítségével megkaphatjuk azoknak, egy konkrét feladatra vonatkozó dinamikai kifejezését.

A gépegység mozgási differenciálegyenletének ismeretében áttérhetünk a következő lépésre: a rendszer dinamikai tulajdonságának a megvizsgálására, a szabályozási folyamat stabilitásának és minőségének elemzésére.

A gépegység dinamikájának elméleti és kísérleti eredményeinek alapján kiválaszthatók a rendszer fő paraméterei és fő méretei, amelyek biztosítják a tranziens és állandósult folyamatok elvárt jellegére a szabályozás megkövetelt minőségét.

A függesztett szántó, vagy más talajművelő gép dinamikai tulajdonsága következőképpen a rendszer reakciója alapján a munkagép és traktor közötti erőkapcsolat jellege által határozható meg. Az ún. szabadfüggesztés esetén a

munkagép és a hidraulikus rendszer között erőkapcsolat nincsen. Az összekapcsolt függesztés esetén automatikus szabályozással ez a kapcsolat állandóan létezik. Lehetséges részleges kapcsolat is, amikor a talajművelő gépegységet ún. hidraulikus ráterheléssel „antiszip” berendezéssel látják el.

A megvizsgálandó szabályozás dinamikai rendszereinek differenciálegyenletei a munka reális feltételei között nem lineárisak. Ha úgy tekintjük, hogy a gépegység a tranzien és állandósult üzemállapotban a megadott értékektől kismértékben tér el, akkor a rendszert linearizálni lehet és lineáris modellként tekinthető, azaz olyan dinamikai rendszerként, amelynek viselkedése leírható lineáris differenciálegyenletekkel. A mobil mezőgazdasági gépegység lineáris modellje olyan rendszert alkot, amelynek több bemenő és kimenő paramétere van és ez megnehezíti a szabályozás dinamikájának a megoldását.

A feladat lényegesen leegyszerűsíthető, ha figyelembe vesszük, hogy bármely lineáris dinamikai rendszerre érvényes a superpozíció elve, amely szerint a rendszer ráhatásainak $f_1(t)$, $f_2(t)$, $\dots f_h(t)$ eredménye egyenlő a ráhatások összegével — az egyes ráhatásokat külön-külön figyelembe véve.

A paraméterek megválasztása után kerül sor a gépelem az automatika megvalósítására a szántó, vető, növényápoló betakarító műveleteknél. A szántást végző gépeknél egyik fontos paraméter a szántási mélység megtartása. Első időben a vonóerő ellenállást figyelembevevő első működésű automatát alkalmaztuk, aminek hibáját később a pozíció szabályozóval javították, fejlesztették tovább.

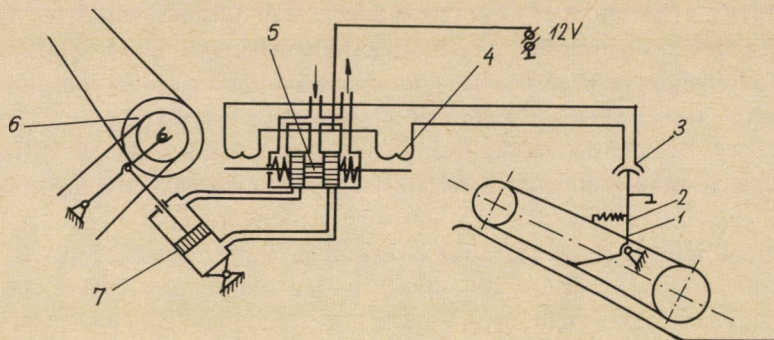
Betakarító gépeken a vágási magasságot, a talajfelszínt követő — másoló automata berendezésekkel oldották meg.

A szemvesztesség csökkentésére a gabona mennyiséget érzékelő szerkezet beépítése segítségével szabályozták a kombájn haladási sebességét.

Ha megvizsgáljuk a mobil gépeken alkalmazott automatikus berendezéseket, azt látjuk, hogy sok hasonlóság mutatkozik az elvi felépítésükben, a megoldások strukturális vázlataiban, azonban az előírt pontossági és agrotechnikai követelmények kielégítése sokféle változatban jelentkeznek.

Az alábbiakban példaként mutatok be néhány megoldást.

A jelenlegi univerzális hidraulikus rendszer elemei: a szivattyú, az elosztó, a hidraulikus munkahenger és kiegészítő kiegészítő berendezéseik, amelyek a traktor és önjáró gépeken kerülnek beépítésre, nem teszik lehetővé a gépegység automatikus irányítását és szabályozását. Különösen érvényes ez a kihelyezett, függesztett munkagépek automatikus irányítására. Ugyanis az említett egyszerűbb hidraulikus körfolyamatokban nincsenek beépítve az automatika főbb elemei, különösen a követő rendszer, a pozíció- és erőszabályozó elem stb. Ez azt is jelenti, hogy nem képes biztosítani egyidejűleg a különböző technológiai folyamatok változó üzemállapotában a növekvő számú felhasználó egységeket. Ezért alkalmaznak több szivattyút és elosztót.



Magajáró kombájnnal elektrohidraulikus automata szabályozója.

1. kar; 2. rugó; 3. érintkező; 4. elektromágnes; 5. tolattyús elosztó; 6. variátor; 7. munkahenger.

A korszerű automata rendszerek nagyobb teljesítményű szivattyút igényelnek, amelyek hosszabb ideig folytonosan működnek.

A jelenleg használt szivattyúk paraméterei:

$$Q = 30 - 60 \text{ l/min}$$

$$p_{\max} = 100 - 130 \text{ kp/cm}^2$$

folyamatos hosszabb ideig történő munkánál,

$$p = 70 - 80 \text{ kp/cm}^2.$$

A szokásos traktor hidraulikában a jelenlegi kimenő teljesítmény:

$$p = 10 - 15 \text{ Le}$$

A fejlődés körvonalai már előre láthatók. A kutatások és fejlesztések eredménye a traktorok és általában a mezőgazdasági gépek automatikus rendszereinél megvalósulnak. A külön-külön felépített rendszerek helyett az egységes hidraulikus rendszer kezd kifejlődni. Elegendő teljesítménnyel rendelkezik az egyidejűleg függetlenül működő fogyasztó ellátottságához kihelyezett hidromotorokkal, munkahengerekkel, szervomotorokkal, követőrendszerekkel stb. Ez azt mutatja, hogy a korszerű gépeken csak az automatika összehajtott teljesítmény igénye a jelenlegi traktorok teljesítményét meghaladhatja.