

VĚDECKÝ ČASOPIS



ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

8

ROČNÍK 20 (XLVII)
PRAHA
SRPEN 1974
CENA 10 Kčs

ČESKOSLOVENSKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH
ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ

ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA

Řídí redakční rada

Jan Květoň (předseda), ing. Miloslav Adam, CSc., ing. Karel Bernhard, doc. ing. Marko Ďuriš, CSc., ing. Jiří Fiala, CSc., ing. František Fortuník, CSc., ing. Stanislav Haš, CSc., ing. Jaroslav Homolka, doc. ing. Ján Jech, CSc., ing. Karel Joza, ing. Ján Kuchár, ing. Vladimír Píša, ing. Vladimír Suchý, CSc., prof. ing. Zdeněk Štefl, ing. Alois Vávra, CSc., Josef Višínský, CSc.

Vedoucí redaktorka ing. Jovanka Václavíčková

© Ústav vědeckotechnických informací, Praha 1974

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA uveřejňuje studie, rozborů a vědecká pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské techniky. Vydává Ústav vědeckotechnických informací. Vychází měsíčně. Redakce: 120 56 Praha 2, Slezská 7, telefon 257541-9. Celoroční předplatné Kčs 120,—.

Научный журнал ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA публикует обзоры, анализы и научные статьи о разрешенных заданиях по научному исследованию в области сельскохозяйственной техники. Издаёт Чехословацкая сельскохозяйственная академия — Институт научно-технической информации. Выход в свет ежемесячно. Редакция 120 56 Прага 2, Слезска 7.

The scientific journal ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA publishes studies, analyses and scientific treatises about the solved research tasks in the line of the agricultural mechanization. Published by the Institute of Scientific and Technical Information. Issued monthly. Editorial office 120 56 Prague 2, Slezská 7.

Die wissenschaftliche Zeitschrift ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA veröffentlicht Studien, Analysen und wissenschaftliche Abhandlungen über die gelösten Forschungsaufgaben auf dem Gebiete der Landtechnik. Herausgegeben vom Institut für wissenschaftlich-technische Informationen. Erscheint monatlich. Redaktion 120 56 Prag 2, Slezská 7.

Le journal scientifique ZEMĚDĚLSKÁ TECHNIKA publie les études, analyses et traités scientifiques concernant les tâches de recherches résous dans le domaine de technique agricole. Publié par l'Institut des Informations Scientifiques et Techniques. Paraît une fois par mois. Rédaction 120 56 Prague 2, Slezská 7.

Automatizace pracovních procesů

Snaha po stálém zvyšování produktivity práce i zlepšování podmínek práce člověka v procesu výroby vede k hledání možnosti automatizace pracovních postupů. V nejjednodušších případech jde o signalizační činnosti zařízení a dálkové ovládání s jednoduchými automatizačními prvky, např. ovládání časovým spínačem, automatické jističní a vypínání zařízení při poruše či přetížení. U komplexních automatických systémů je pak samostatně, pomocí vhodných čidel, sledován celý průběh technologického procesu; při odchylkách od nastavených mezních hodnot se uvádí v činnost regulační zařízení a zpětnými vazbami je kontrolována úroveň a kvalita regulace.

Při řešení automatizovaných soustav je třeba volit nejen vhodné technické prostředky, ale také nastavit vhodně vstupní či zpětnovazební parametry. K tomu je nutné znát dynamické charakteristiky regulovaného systému. Proto řešení automatik obsahuje nejen řešení mnohdy originálních čidel, ale i dynamiky celého pracovního děje a stanovení spolehlivosti automatizačního zařízení.

V zemědělských pracovních procesech se začala uplatňovat automatizace výrobních linek poměrně pozdě. To proto, že pracovní prostředí je příliš složité (vlhké, prašné, žíravé) a že byly obavy z nízké spolehlivosti automatik. Ukázalo se, že při vhodném přístupu lze najít i pro takové prostředí odpovídající řešení a že automatizace pracovních postupů v zemědělských objektech je možná a má své ekonomické i funkční odůvodnění. A to nejen automatizace stacionárních linek, ale i mobilních strojů.

Samozřejmě, že stupeň automatizace není a nebude u všech strojních a technologických zařízení stejný. Někde ještě dlouho postačí jen signalizace a dálkové ovládání spolu s automatickým jističením, jinde půjde o programové řízení v závislosti na čase. U pracovních strojů pak je důležité automatizovat jednotlivé funkční skupiny tak, aby činnost stroje byla optimální z hlediska zatížení, spotřeby energie, průchodnosti materiálu, provozní spolehlivosti i příznivých pracovních podmínek člověka. Velkého významu nabývá automatizace funkčních uzlů, které mají vliv na kvalitu práce stroje a kde člověk at s ohledem na pracovní rychlost, široký záběr, zrakovou námahu nebo s ohledem na nedokonalost smyslových ústrojí nemůže sledovat kvalitu vykonávané práce. Zde je automatizace již zcela nutnou podmínkou pro zvyšování výkonnosti strojů, snižování ztrát a zvyšování jakosti práce a produktů.

Částečná automatizace pracovních uzlů, pracovních postupů a programové řízení činnosti technologického zařízení jsou jedním z charakteristických znaků strojů a zařízení 2. generace. U strojů 3. generace, s nimiž se

počítá v zemědělských závodech po roce 1980, se uvažuje již o plně automatizované činnosti s využitím kybernetických prvků. Činnost strojů bude bezprostředně řízena na základě průběžně zjišťované kvality práce, stavu zpracovávaného materiálu, parametrů prostředí i podle okamžitých životních potřeb zvířat a rostlin. Je samozřejmé, že základní výzkum takových systémů se provádí již nyní a přináší první poznatky o jejich reálnosti, užitečnosti a aplikovatelnosti v praxi. Možnost aplikace kybernetických systémů dává zejména rychlý rozvoj elektroniky, která vytváří velmi složité a vysoce spolehlivé integrované prvky, vhodné jak pro zjišťování biologického stavu organismů či produktů, tak pro přenos těchto informací k vyhodnocovacím výpočetním zařízením a k regulačním orgánům technologického zařízení.

V tomto čísle časopisu *Zemědělská technika* předkládáme čtenářům výběr několika článků z různých oblastí výzkumu automatizačních prvků. Jsou zde některé příklady použití automatizace u traktorů a samojízdných strojů na úseku kontroly a signalizace jejich činnosti, automatizace řízení traktorů a regulace pracovní rychlosti strojů podle zatížení, popřípadě v závislosti na průchodnosti pracovních orgánů stroje. Dále jsou zde shrnuty dosavadní výsledky výzkumu automatického rozdružování směsi brambor a příměsí radionuklidovými indikátory.

Pro dokumentaci veliké šíře automatizačních problémů je zařazen článek o metodě stanovení parametrů automatického jištění technologických zařízení s elektrickým pohonem a také příspěvek, řešící spolehlivost činnosti elektrických kontaktních přístrojů automatik s ohledem na nepříznivý vliv prostředí v zemědělských objektech.

Komplet původních prací doplňuje kompilační práce o automatizaci snímání dojcích souprav. Tento článek obsahuje souhrn všech dosavadních způsobů řešení problematiky, které do značné míry ovlivní produktivitu práce při chovu dojníc a je v současné době velmi aktuální.

Ing. Stanislav H a š, CSc.,
Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

PŘÍKLADY POUŽITÍ AUTOMATIZACE U MOBILNÍCH ENERGETICKÝCH PROSTŘEDKŮ

E. Pick

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

PICK E. *Příklady použití automatizace u mobilních energetických prostředků.* Zem. technika 20 (8) : 439-445, 1974.

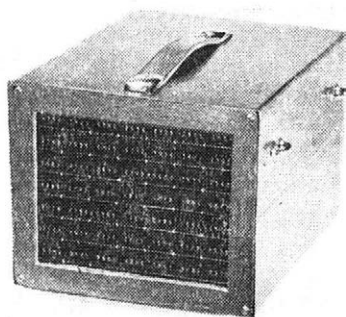
Práce obsahuje výsledky řešení problematiky automatizace mobilních energetických prostředků ve VÚZT v minulém období. Řešení signalizačních a kontrolních prvků je uvedeno na příkladu přístroje pro registraci průběhu zatížení vznětového spalovacího motoru v závislosti na další monotonní veličině (čas, dráze) číslcovým údajem s možností světelné signalizace okamžitého stavu. Regulace rychlosti traktoru podle zatížení je popsána na funkčním modelu s dvoustupňovým násobičem krouticího momentu, automaticky ovládaným hydraulickým servomotorem podle vzrůstu krouticího momentu a poklesu rychlosti (otáček). Z oblasti automatizace řízení traktoru bylo řešeno vedení soupravy traktoru s nářadím podle zadané trajektorie. Funkční model traktoru byl vybaven dvojčinným hydraulickým válcem, jehož pístnice působila přímo na ozubený pastorek pevně spojený s tyčí volantů. Snímač zadané trajektorie (brázdy, stěny neskližené plodiny, řádku rostlin) ovládal dva mikrospínače, působící na elektrohydraulický rozvaděč. Podle smyslu výchylky snímače se olej přepouští na příslušnou stranu hydraulického válce a ovládá tak řízení traktoru. Uvedenými příklady je dokládána možnost zavádět automatizaci do zemědělství pomocí poměrně jednoduchých prvků, známých z jiných oborů.

automatizace zemědělství; mobilní energetické prostředky; signalizační a kontrolní prvky; regulace rychlosti; násobič krouticího momentu; vedení podle zadané trajektorie; snímač

Ve Výzkumném ústavu zemědělské techniky Praha 6 - Řepy byly v posledním období řešeny některé problémy použití automatizace u mobilních energetických prostředků, tj. u traktorů a samojízdných strojů.

Považujeme-li kontrolní a signalizační prvky za nejnižší stupeň automatizace, byla již dříve (Andert, Bohata 1963) vypracována metoda a odpovídající přístrojová základna pro signalizaci a číslcovou registraci průběhu zatížení traktorového motoru. Přístroj může ukazovat jak okamžité hodnoty, tak i četnost jejich výskytu v závislosti na další monotonní veličině (čas, otáčky, dráha apod.). Zatížení je definováno jako součin krouticího momentu a otáček. Měření otáček, ať již odstředivé nebo podtlaku v sání, nečiní potíže. Snímání krouticího momentu v provozních podmínkách není dosud uspokojivě vyřešeno. Tenzometry i ostatní snímače neelektrických veličin elektrickou cestou jsou složité a nákladné a jejich vlastnosti neodpovídají podmínkám zemědělského provozu. Jelikož je však hodnota krouticího momentu úměrná množství paliva vstřikovaného do válců, může být snímač krouticího momentu nahrazen snímačem množství vstřikovaného paliva. V daném případě byl snímán posuv regulační tyče vstřikovacího čerpadla.

1. Přístroj pro číslicovou registraci průběhu zatížení traktorového motoru



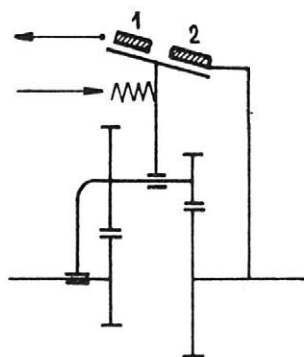
Pracovní rozsah kroutícího momentu a otáček byl rozdělen do sedmi třídních intervalů. Plocha regulátorové charakteristiky je tím rozdělena do 49 polí, ve kterých jsou zapojena počítadla impulsů, registrujících např. v závislosti na čase četnost výskytu příslušného zatížení motoru (obr. 1). Při zapojení signalizačního systému je oblast zatížení, ve které motor pracuje, indikována světelným signálem. To umožňuje řidiči, aby s ohledem na pracovní podmínky volil parametry jízdy (otáčky, zařazený převod) tak, aby motor pracoval v blízkosti optimálního zatížení (např. ve vztahu k měrné spotřebě paliva).

V oblasti regulace rychlosti podle zatížení (Kosek, Pick 1966) bylo řešeno automatické řazení násobiče kroutícího momentu v závislosti na vzrůstu pracovního odporu nářadí a poklesu pracovní rychlosti (otáček). Snímač zatížení byl řešen analogicky jako v prvním případě, tj. snímáním kroutícího momentu a otáček.

Použitý násobič (funkční model na traktoru Zetor 50 Super) umožňoval změnu převodového poměru 1 : 1,28 do pomala a ve stejném poměru zvýšení kroutícího momentu (přibližně také zvýšení tahové síly), aniž by bylo nutné řadit nižší převodový stupeň. Konstruktivně je násobič proveden jako planetový převod se třemi páry satelitů a brzděným korunovým kolem (obr. 2). Brzda 2 spojuje korunové kolo s hnacím členem převodů, brzda 1 s rámem. Brzdy 1 a 2 jsou v podstatě kuželové spojky, přičemž je jejich činnost vzájemně spojena tak, že zapojením brzdy 1 se současně rozpojí brzda 2. V klidové poloze (z hlediska funkce) je brzda 1 spojena a brzda 2 rozpojena. Korunové kolo je tím spojeno s hnacím hřídelem a celý mechanismus se otáčí jako jeden celek, tzn. jako přímý převod. Při sešlápnutí pedálu, tj. zapojení násobiče, se brzda 2 rozpojí a brzda 1 spojí. Tím je spojeno korunové kolo s rámem a kroutící moment je převáděn přes oba převody jako u klasické převodovky.

Pro automatizaci řízení tohoto převodu byla lidská síla ovládání pedálu nahrazena akčním členem — hydraulickým válcem, ovládaným vnějším okruhem hydrauliky prostřednictvím ručního nebo elektromagnetického rozdělovače zařazeného do elektrického regulačního obvodu.

Elektrický obvod pracuje na základě signálů dvou snímačů — podtlakového snímače otáček a snímače kroutícího momentu, resp. snímače posuvu regulační tyče vstřikovacího čerpadla. Pro snímání otáček byl použit podtlakový regulátor

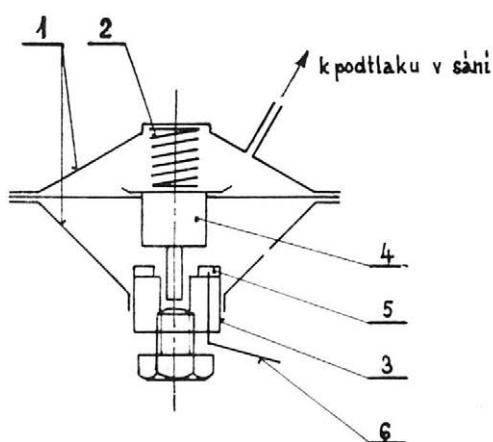


2. Schéma násobiče kroutícího momentu

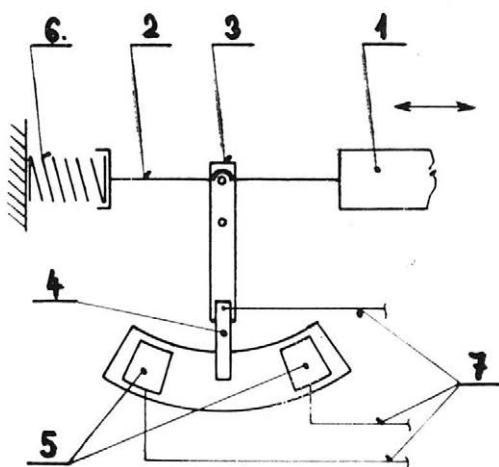
předstihu, zaznamenávající podtlak v sání motoru. Schéma snímače je na obr. 3.

Snímač posuvu regulační tyče vstřikovacího čerpadla je proveden jako kruhový kontaktní segment s běžcem (obr. 4).

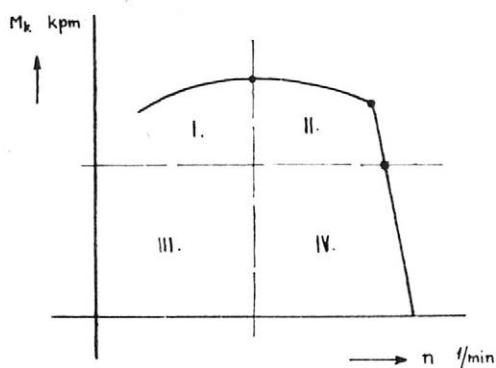
Snímač otáček signalizuje pokles otáček motoru o 25–30 % jmenovité hodnoty, snímač krouticího momentu vzrůst nad 90 % jmenovitého krouticího momentu.



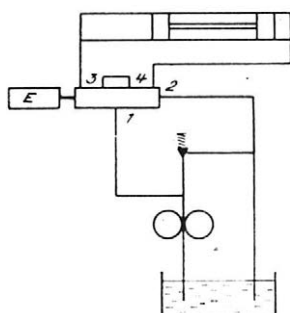
3. Podtlakový snímač otáček: 1 — vodivé těleso snímače, 2 — zpružina, 3 — izolátor, 4 — pohyblivý kontakt, 5 — pevný kontakt, 6 — vodič



4. Snímač krouticího momentu: 1 — regulátorová tyč, 2 — ovladač snímače, 3 — převodová páka, 4 — pohyblivý kontakt, 5 — pevný kontakt, 6 — vratná zpružina, 7 — vodiče



5. Oblasti činnosti snímačů



6. Hydraulický obvod automatiky

Obr. 5 podává přehled pásem spínání kontaktů jednotlivých snímačů. Z obrázku je zřejmé, že signály snímačů rozdělují pracovní režim motoru na čtyři pole. Elektrický obvod je sestaven tak, aby elektromagnetický ovladač zařadil násobič při přechodu do oblasti I a vypnul při přechodu do oblasti 3 nebo 4. To tedy znamená řazení násobiče při vzrůstu zatížení nad 90 % při současném poklesu otáček pod 75 % jmenovitých. Vypnutí nastává při poklesu zatížení bez ohledu na otáčky.

Vlastní srovnávací zkoušky probíhaly

- a) se standardní převodovkou a ručním řazením,
- b) s převodovkou a předřazeným násobičem momentu, ovládaným řidičem,
- c) s převodovkou a předřazeným násobičem momentu, ovládaným automaticky podle zatížení motoru.

Výkonnostní zkoušky v orbě prokázaly výhodnost planetového násobiče kroutícího momentu ($W_a = 100$; $W_b = 126$). Rozdíl výkonností při ručním a automatickém ovládaní ($W_c = 129$) nebyl tak velký, jak se původně očekávalo. Automatické ovládaní však podstatně snižuje fyzickou námahu řidiče. I když nelze předpokládat dosažení tak značných rozdílů výkonností v běžném provozu, je reálné zvýšení výkonnosti při použití automaticky řazeného násobiče kroutícího momentu ve srovnání s klasickými stupňovitými převodovkami minimálně o 15 %. Význam zařízení ještě stoupne při použití vyšších pracovních rychlostí.

Na úseku automatizace řízení traktoru bylo řešeno automatické vedení traktoru podle zadané trajektorie, a to jak teoreticky, tak i prakticky v laboratorních podmínkách s použitím funkčního modelu.

Řízení funkčního modelu (traktor Zetor 3011) bylo ovládáno dvojčinným hydraulickým válcem (obr. 6), jehož pístnice ve tvaru ozubeného hřebene zabírá s pastorkem pevně naklínovaným na tyči volantů. Prítok oleje do hydraulického válce je řízen třípolohovým šoupátkem ovládaným elektromagnetem. V pracovní poloze šoupátka je tlakový olej veden nad píst levého (pravého) prostoru pracovního válce, zatímco druhý prostor je propojen přepadem do nádrže. V neutrální poloze umožňuje rozvaděč vzájemným propojením obou stran pracovního válce ruční řízení traktoru.

Regulační šoupátko je ovládáno jádrem elektromagnetů, připojených k elektrickému obvodu zařízení. Elektromagnety mohou být zapínány ručně nebo mikrospínači ovládanými vačkou, pevně spojenou s vertikální osou hmatače. Pracovní orgány hmatače je možno měnit podle pracovních podmínek (orba, meziřádková kultivace, sklizňové práce). Hmatač je předsunut před řídící kola traktoru. Je umístěn na paralelogramu umožňujícím horizontální i vertikální vychýlení. Jedno rameno paralelogramu tvoří pevný celek s vertikální osou, na níž je připevněna ovládací vačka mikrospínačů. Mikrospínače jsou zabudovány ve skříňce, která je otočná na ose hmatače. Její rameno je spojeno s řídící tyčí řízení traktoru, čímž je vytvořena mechanická zpětná vazba, působící proti smyslu vychýlky snímače.

Teoretické řešení (Pick, Kosek 1966, Kosek a kol. 1966) vychází z geometrie řízení a z dynamických vlivů, působících na traktor při změně směru jízdy. Bylo odvozeno, že moment, který je třeba překonat silami v řízení, je úměrný rychlosti kolmé na zadaný směr, tj. rychlosti přibližování k zadané trajektorii. Síly v řízení se vyrovnávají rozdílem tlaků na obou stranách pístu hydraulického válce ovládajícího řízení traktoru. Ze známého množství oleje v servomotoru a průtoku regulačním šoupátkem je možné sestavit závislost mezi polohou traktoru a polohou šoupátka.

Pomocí teorie regulace byla pak na základě přenosových funkcí jednotlivých členů a blokového schématu stanovena přenosová funkce celého regulačního obvodu.

Celou regulovanou soustavu je možné popsat nespojitou diferenciální rovnicí 2. řádu,

$$y'' = \pm A (1 - By')$$

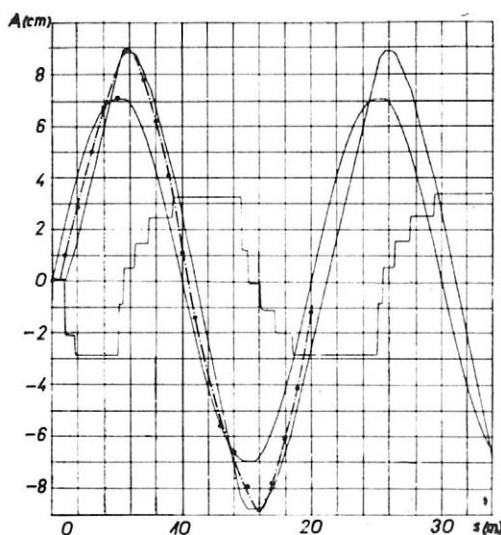
kde: y = kolmá vzdálenost od zadané trajektorie

Hodnota pravé strany se řídí velikostí vstupního signálu $y_1 - y - Cy'$ do nelineárního členu (což je v podstatě snímačem ovládaný mikrosplínač). Pokud je vstupní signál větší než kladná necitlivost snímače, je znaménko kladné, je-li menší než záporná necitlivost, je znaménko záporné. Je-li hodnota vstupního signálu uvnitř rozsahu $\pm$ necitlivosti, je pravá strana rovnice rovna nule, tzn. že regulační obvod zůstává v klidu.

Koeficienty A , B , C závisí na řadě faktorů a poskytují možnost nekonečně velkému počtu kombinací. Při řešení konkrétního příkladu, ve kterém jsou technické parametry určitého traktoru konstantní (hmotnost a z ní plynoucí zatížení náprav, souřadnice těžiště, rozvor, geometrie řízení, typ a rozměry servomotoru), závisí součinitel A pouze na rychlosti traktoru a výkonu olejového čerpadla, součinitel B vedle rychlosti traktoru i na tlaku v hydraulickém systému a součinitel C navíc ještě na necitlivosti nelineárního členu a charakteristice zpětné vazby.

I při tomto omezení vzniká ještě řada možných kombinací. Pro urychlení byla úloha řešena na analogovém počítači, přičemž do vztahu byly dosazovány technické parametry použitého funkčního modelu. Výsledky z počítače byly porovnávány s hodnotami získanými při laboratorních zkouškách funkčního modelu. Byla prokázána uspokojivá shoda výsledků (obr. 7), proto se řada dalších řešení dělala přímo na analogovém počítači. Na základě praktických měření i řešení na počítači bylo prokázáno, že přesnost sledování zadané trajektorie závisí především na nastavení zpětnovazebního členu a na volbě necitlivosti snímače. Rozhodující pro funkci soustav tohoto typu je přesnost a spolehlivost, s jakou je snímač schopen zadanou trajektorii sledovat.

V posledním období byla činnost VÚZT zaměřena na řešení automatické regulace pracovní rychlosti samojízdné sklízecí mlátičky v závislosti na průchodnosti. Této problematice je věnována samostatná práce.



7. Porovnání výsledků počítače s praktickým měřením

- ANDERT A., BOHATA F., 1963, Metoda a přístroj pro automatickou klasifikaci, registraci a signalizaci průběhu vztahu dvou proměnných veličin. Zem. technika 2 : 107-122.
- KOSEK J., PICK E., 1966, Regulace rychlosti traktorových agregátů podle zatížení. Zem. technika 3 : 121-133.
- KOSEK J., PICK E., VÁVRA A., 1966, K otázce automatického řízení kolových traktorů. Zem. technika 6 : 311-332.
- PICK E., KOSEK J., 1966, Teorie automatického řízení traktoru podle zadané trajektorie. Zem. technika 5 : 273-284.

Došlo dne 22. 5. 1974

Пик Э. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы, Чехословакия). Примеры применения автоматизации у мобильных энергетических средств. Zem. technika 20 (8) : 439-445, 1974.

Работа содержит результаты решения проблематики автоматизации мобильных энергетических средств в НИИСХТ за прошедший период. Решение сигнализационных и контрольных элементов приводится на примере прибора для регистрации нагрузки двигателя внутреннего сгорания в зависимости от другой монотонной величины (времени, пути) при помощи цифровых данных с возможностью световой сигнализации моментального состояния. Регулирование скорости трактора соответственно нагрузке описано на примере действующей модели с двухступенчатым умножителем крутящего момента и с автоматически управляемым гидросервомотором согласно возрастанию крутящего момента и понижению скорости (оборотов). В области автоматизации управления трактора было решено вождение трактора в агрегате с орудием по заданной траектории. Действующая модель была оснащена гидравлическим цилиндром двойного действия, поршневой шток которого оказывает прямое действие на меньшее зубчатое колесо, глухо соединенное со стержнем руля. Датчик заданной траектории (борозды, стены необработанных культур, ряды растений) управляет двумя микро-выключателями, действующими на электрогидравлический распределитель. Согласно отключению датчика масло перепускается на соответствующую сторону гидравлического цилиндра и, таким образом, управляет трактором. Приведенные примеры свидетельствуют о возможности внедрения автоматизации в сельское хозяйство при помощи сравнительно простых элементов, известных из других областей производства.

автоматизация сельского хозяйства; мобильные энергетические средства; сигнализационные и контрольные элементы; регулирование скорости; умножитель крутящего момента; вождение по заданной траектории; датчик

PICK E. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy, Czechoslovakia). Possibilities of Using Automation Devices in Mobile Energy Generators. Zem. technika 20 (8) : 439-445, 1974.

The paper gives the results of work on automation devices for mobile energy means, performed in the Research Institute of Agricultural Engineering in the last years. The design of signalization and control elements is shown on the example of an indicator which registers loading of a self-ignition combustion engine in dependence on another monotonous parameter (time, track), in the form of a digital value, with possibilities of light signalization of the momentary state. Speed control of a tractor in dependence on loading is described on a functional model governed by an hydraulic servomotor, according to changes of torque and decrease of revolutions. In the field of automatic control of the tractors, the author studied the advance of the tractor set (with implements) on a given track. The functional model of the tractor was equipped with a double-acting hydraulic cylinder whose piston rod actuated a toothed pinion rigidly mounted to the column of the steering wheel. The sensor of the given track (furrow, wall of crop to be harvested, row of plants) governed two micro-switches actuating the electro-hydraulic distributor. Depend-

ing on deviation from the given track, oil shifts from one side of the hydraulic cylinder to the other, which actually controls the action of the tractor. All this makes it possible to apply automation in agriculture with the help of relatively simple devices known from other branches of technology.

automation in agriculture; self-propelled energy generators; signalization and control devices; speed regulation; torque amplifier; advance along a given track; detector

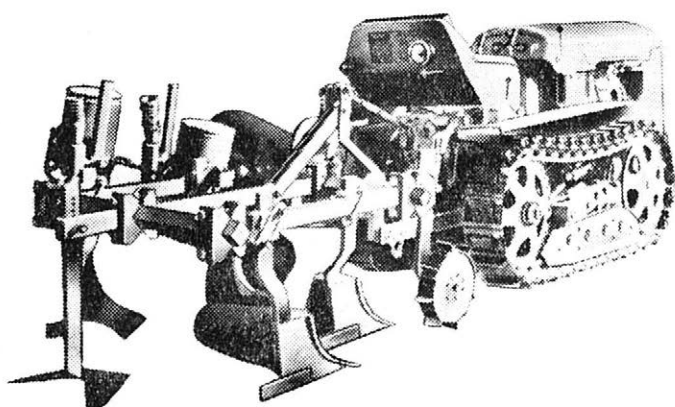
PICK E. (Forschungsinstitut für Landtechnik, Praha-Řepy, Tschechoslowakei). *Anwendungsbeispiele der Automatisierung bei mobilen energetischen Mitteln*. Zem. technika 20 (8) : 439-445, 1974.

Der Aufsatz enthält Ergebnisse der Lösung über die Problematik der Automatisierung von mobilen energetischen Mittel im Forschungsinstitut für Landtechnik im vergangenen Zeitraum. Die Lösung von Anzeige- und Kontrollelementen wird am Beispiel eines Gerätes für die Registrierung des Belastungsverlaufes eines Dieselmotors in Abhängigkeit von der weiteren Monotongröße (Zeit, Strecke) mittels Zahlenangabe mit der Möglichkeit der Lichtanzeige des augenblicklichen Zustandes angeführt. Die Regelung der Schleppergeschwindigkeit nach der Belastung wird an einem Funktionsmuster beschrieben mit zweistufigem Drehmomentvervielfacher, der entsprechend dem Drehmomentanstieg und dem Geschwindigkeitsrückgang (Drehzahlrückgang) mit hydraulischem Servomotor automatisch betätigt wird. Auf dem Gebiete der Automatisierung der Schleppersteuerung wurde die Führung des Schlepper-Geräte-Zuges nach der vorgegebenen Trajektorie gelöst. Das Funktionsmuster wurde mit einem doppelwirkenden hydraulischen Zylinder ausgestattet, dessen Kolbenstange auf den mit der Lenkstange starr verbundenen Zahnritzel direkt wirkte. Der Abnehmer der vorgegebenen Trajektorie (Furche, Wand der nicht geernteten Kultur, Pflanzenreihe) betätigte zwei auf den elektrohydraulischen Verteiler einwirkende Mikroschalter. Je nach dem Sinne des Abnehmerausschlages wird das Öl an die entsprechende Seite des hydraulischen Zylinders überströmt und betätigt so die Schleppersteuerung. Die angegebenen Beispiele belegen die Möglichkeit der Automatisierungseinführung in die Landwirtschaft mittels ziemlich einfacher, aus anderen Bereichen bekannten Elemente.

Automatisierung der Landwirtschaft; mobile energetische Mittel; Anzeige- und Kontrollelemente; Geschwindigkeitsregelung; Drehmomentvervielfacher; Führung nach der vorgegeben Trajektorie; Abnehmer

Adresa autora:

Ing. Evžen Pick, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy



BULGARIEN



Agromachinaimpex

UNIVERZÁLNÍ VINAŘSKÝ STROJ UNLM - 3,5

Univerzální vinařský stroj UNLM-3,5 se hodí ke komplexním pracím při zpracování půd a hnojení na vinicích s odstupy řad 2,5 až 3,5 m. Je možné jej snadno a rychle přestavovat z jedné varianty na druhou pro požadované pracovní úkony.

Vývozce: Státní obchodní podnik, Agromachinaimpex, Bulharsko, Sofia, Aksakovova 5, telefon: 88 53 25, dálňopis 022-563.

O podrobné informace se obraťte na Bulharské obchodní zastupitelství, KRAKOVSKÁ 6, 110 00 PRAHA I, ČSSR.

J. Souček

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

SOUČEK J. *Regulace pracovní rychlosti sklízecí mlátičky*. Zem. technika 20 (8) : 447-464 1974.

S vývojem a výrobou výkonných zemědělských strojů vystupuje stále víc do popředí otázka ekonomiky provozu. To se týká zejména sezónních strojů, u kterých jsou pořizovací náklady relativně velké a roční využití malé. Proto je nutné používat stále ve větším měřítku automatizačních prvků, umožňujících efektivnější provoz. Tyto skutečnosti se týkají zejména sklízecích, převážně samohodných strojů, u kterých je nutné kromě zajištění maximální výkonnosti dodržet i požadovanou kvalitu práce. Jedním z nejdražších sklízecích strojů je sklízecí mlátička, u které se v poslední době začínají automatizační prvky uplatňovat. Většina výrobců zaměřuje vývoj a výrobu především na regulátory pojezdové rychlosti v závislosti na průchodnosti vzhledem k tomu, že průchodnost je určující z hlediska využití výkonnosti stroje a kvality práce. K tomu, aby mohl být proveden rozbor problematiky regulace průchodnosti, byl realizován elektronický (polovodičový) regulační systém na moderní samohodnou sklízecí mlátičku, vybavenou hydrostatickým pohonem. Výsledky získané z polní laboratorních zkoušek potvrdily oprávněnost použití regulátoru, tj. předpokládané zajištění maximální výkonnosti a kvality práce stroje. Celý regulační okruh byl kromě toho podroben rozboru pomocí analogového počítače a byly stanoveny vlivy, resp. závislosti jednotlivých veličin, zejména měnitelných parametrů regulátoru. Z praktických zkoušek a z teoretického rozboru pro další vývoj vyplynulo zejména: a) pro regulátory — řešit v maximální míře na elektronickém principu; — vývoj a umístění snímačů řešit co nejbližší žacího ústrojí; — regulaci rychlosti v závislosti na průchodnosti korigovat velikostí ztrát zrna a vlhkostí sklizené hmoty; b) pro sklízecí mlátičky — použít hydrostatický pohon pro regulaci pojezdové rychlosti; — omezit vznik dodatečné nerovnoměrnosti dopravy materiálu v prostoru od žacího ústrojí do mlátičky.

sklízecí mlátička; regulace průchodnosti; snímač vrstvy; přechodová charakteristika; stabilita obvodu; třípolohový regulátor

Automatizace sklízecích mlátiček se v současné době u většiny výrobců zaměřuje především na regulaci pojezdové rychlosti v závislosti na průchodnosti vzhledem k tomu, že plošná nerovnoměrnost rozložení sklizené plodiny na pozemku je větší než nerovnoměrnost ostatních dvou veličin, které přicházejí v úvahu (vlhkost, poměr zrna — sláma). U některých konstrukcí lze uvedené zařízení navíc doplnit o automatiku omezující maximální průchodnost v závislosti na ztrátách zrna nebo vlhkosti plodiny.

Z uvedených možností byla řešena automatická regulace pojezdové rychlosti v závislosti na průchodnosti, a to na samohodné mlátičce vybavené hydrostatickým pohonem (pro pojezd). Z tohoto důvodu bylo zvoleno i řešení celé automatiky na elektrickém principu, počínaje snímačem a konče akčním členem, ovládacím převodovkou. Jako funkční vzorek byl vyvinut polovodičový regulátor přizpůsobený pro snímání potřebných veličin.

Celá automatika se skládá z těchto konstrukčních celků:

- snímač vrstvy,
- regulační a ovládací blok,
- servomotor.

Vrstva obilní hmoty je snímána mechanickým snímačem, jehož styková část (kluzák) se pohybuje (klouže) po řetězu šikmého dopravníku, a tím snímá tloušťku vrstvy obilní hmoty mezi dnem kanálu šikmého dopravníku a transportním řetězem. Jeho pohyb je přenášen na indukční vysílač, který zde plní funkci převodníku mechanického pohybu na elektrické napětí. Mechanická část snímače je řešena jako paralelogram.

Výstupní signál indukčního vysílače se přivádí na vstup proporcionálního diferenciálního zesilovače, kde se porovnává s řídicím napětím. Velikost řídicího napětí určuje velikost procházející vrstvy — průchodnost. Při vzniku rozdílu napětí mezi regulovanou a řídicí veličinou, podle polarity, se při překročení pásma necitlivosti spíná monostabilní obvod, zapínající akční člen. Diferenciální zesilovač s klopnými obvody představují jako celek třípolohový regulátor s pásmem necitlivosti.

Ovládání hydrostatické převodovky je řešeno použitím stejnosměrného reverzačního derivačního převodového motoru, který přes vahadlový mechanismus působí na přestavovací tyč ovládání převodovky. Mechanická část je řešena tak, aby obsluha měla kdykoliv možnost zasáhnout do volby převodu.

MATERIÁL A METODY

POLNĚ LABORATORNÍ ZKOUŠKY

Smyslem polně laboratorních zkoušek bylo jednak ověřit funkci a spolehlivost celého regulátoru, jednak získat podklady a informace pro řešení regulačního okruhu na počítači, a to zejména:

- velikost dopravního zpoždění,
- přechodové charakteristiky snímače a pojezdového ústrojí,
- frekvence a amplitudy průběhu vrstvy — průchodnosti,
- konstanty členů regulačního okruhu.

Dále byla zjišťována průchodnost, délka rostlin, výška porostu, vlhkost slámy a zrna. Zkoušky jsme dělali při sklizni ječmene a pšenice.

Při vlastním měření se pro určitou průchodnost jela jedna jízda bez regulace při konstantní rychlosti. Při této jízdě byla současně nastavena stejná hodnota tloušťky vrstvy na regulátoru. Potom následovala jízda s regulátorem s průchodností nastavenou podle jízdy bez regulace. Činnost regulátoru, tloušťka vrstvy, rychlost pojezdu a parametry hnacího motoru byly zaznamenávány měřícím magnetem Tesla EM 140. Při měření se zjišťovaly přechodové charakteristiky a konstanty několikrát také tzv. skokovou zkouškou tím způsobem, že byla přejížděna mezera porostu, vytvořená příčným prosekáním v šíři 5 m — jízda z porostu plného do prázdného a zpět do plného.

Podmínky zkoušek a výsledky získané při měření jsou sestaveny v tab. I—III pro pšenici a ječmen. Z volitelných parametrů byla měněna průchodnost a otáčky servomotoru. Pásmo necitlivosti bylo nastaveno na pevnou hodnotu $b = 10$ mm a časová konstanta útlumu byla volena na hodnotu $T_4 = 0,2$ s. Tyto hodnoty byly zvoleny na základě dostupných informací ze zahraniční literatury (Eimer 1966).

Přes negativní vliv náhodně nastavených konstant je zřejmé zmenšení velikosti odchylek u jízdy s regulací proti jízdě bez regulace — konstantní rychlosti, jak je zřejmé i z obr. 1 a 2. V některých případech se stroj téměř zastavoval tím, že se zahlcoval šikmý dopravník v místech silného zaplevelení porostu.

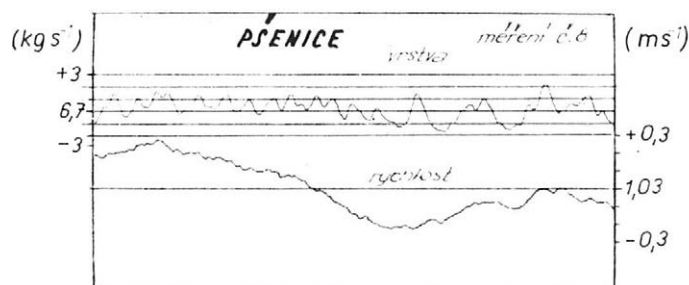
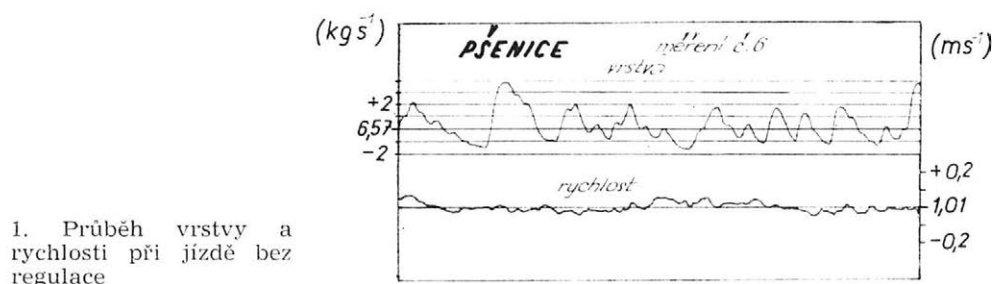
Při vlastním měření se rovněž potvrdila skutečnost, že doprava materiálu od žacího ústrojí k mláticímu bubnu je značně nerovnoměrná. Tato dodatečná nerovnoměrnost vzniká v prostoru žacího stolu (žací lišta — šikmý dopravník), který je konstrukčně z hlediska rovnoměrné dopravy materiálu nevhodný především z těchto důvodů:

- mezi žacími ústrojími a šnekovým dopravníkem je z hlediska dopravy „mrtvý“ prostor;

- dopravovaný materiál musí dvakrát měnit směr pohybu a zároveň i rychlost;
- uvedený „mrtvý“ prostor u žacího ústrojí způsobuje hromadění materiálu, který se v určitých intervalech utrhně a jako celek je dopravován do mlátičho ústrojí.

I Podmínky zkoušek

		Ječmen	Pšenice
Svahovitost	ve směru jízdy	2°	1,5°
	kolmo k jízdě	1°	0°
Sklizeň		přímá	přímá
Odrůda		Diamant	Mironovská
Průměrná délka rostlin (cm)		68,71	114,0
Průměrná výška porostu (cm)		37,03	84,0
Stav porostu		místy silně polehlý	slabě polehlý
Zaplevelenost		15 %	25 %
Zralost		plná zralost	plná zralost
Vlhkost slámy (%)		26,83	17,80
Vlhkost zrna (%)		12,98	17,06
∅ množství sklizené hmoty ($q \text{ ha}^{-1}$)		67,00	130,10
Poměr zrno : sláma		1 : 0,8	1 : 2,15
∅ výnos zrna ($q \text{ ha}^{-1}$)		37,2	41,3



II. Výsledky z polně laboratorních zkoušek — pšenice

Měření	Průchodnost (vrstva) — snímač					Ø rychlost pojezdu (ms ⁻¹)	Počet sepnutí relé (s ⁻¹)			Doba závěru motoru (s)	Výkonnost (ha h ⁻¹)
	Ø (kg s ⁻¹)	A _{abs} (1)		frekvence (Hz)			+	—	Σ		
		1 min/max	2 min/max	1	2						
1	5,66	0,480 0,640	0,186 0,320	0,26	1,15	0,87	bez regulace				1,57
2	6,10	0,520 0,810	0,318 0,405	0,50	1,11	0,94	bez regulace				1,68
3	5,72	0,622 0,770	0,178 0,414	0,47	0,97	0,88	0,740	0,404	1,144	9	1,58
4	4,87	0,550 0,770	0,165 0,440	0,25	1,30	0,75	0,685	0,404	1,089	12	1,35
5	6,76	0,515 0,742	0,173 0,322	0,52	1,27	1,04	bez regulace				1,87
6	6,57	0,593 0,765	0,280 0,460	0,25	1,13	1,01	bez regulace				1,82
7	8,65	0,475 0,525	0,190 0,400	0,40	1,00	1,33	0,600	0,486	1,086	9	2,40
8	6,70	0,400 0,500	0,190 0,332	0,40	1,00	1,03	0,584	0,667	1,251	12	1,85
9	6,72	0,410 0,544	0,154 0,308	0,32	1,00	1,05	bez regulace				1,89
10	5,40	0,560 0,680	0,242 0,425	0,35	0,80	0,83	0,384	0,560	0,944	9	1,49
11	6,63	0,522 0,710	0,166 0,403	0,40	1,03	1,02	0,635	0,550	1,185	12	1,83
Rozmezí		0,400 0,800	0,154 0,460	0,25 0,52	0,80 1,30						

Nerovnoměrnost v prostoru šikmého dopravníku rozdělena podle kmitočtu na dvě skupiny (1,2) pro $f < 0,6 \text{ Hz}$ a $f > 0,6 \text{ Hz}$

III. Výsledky z polně laboratorních zkoušek — ječmen

Měření	Průchodnost (vrstva) — snímač					Ø rychlost pojezdu (ms ⁻¹)	Počet sepnutí relé (s ⁻¹)			Doba závěru motoru (s)	Výkonnost (ha h ⁻¹)
	Ø (kg s ⁻¹)	A _{abs} (1)		frekvence (Hz)			+	—	Σ		
		1 min/max	2 min/max	1	2						
1	5,25	0,525 0,640	0,220 0,450	0,28	1,10	1,28	bez regulace				2,30
2	5,80	0,425 0,700	0,158 0,350	0,35	1,00	1,41	bez regulace				2,54
3	3,80	0,560 0,740	0,175 0,450	0,42	0,85	1,04	0,620	0,665	1,285	9	1,87
4	3,40	0,400 0,550	0,150 0,380	0,26	1,20	0,92	0,641	0,640	1,281	9	1,65
5	3,40	0,625 0,780	0,225 0,460	0,40	1,10	0,84	0,770	0,576	1,346	12	1,51
6	3,72	0,540 0,800	0,346 0,400	0,38	1,00	1,01	0,790	0,540	1,330	12	1,81
7	5,60	0,410 0,525	0,360 0,460	0,52	0,80	1,53	bez regulace				2,75
8	5,80	0,460 0,760	0,280 0,325	0,55	0,95	1,51	bez regulace				2,72
9	5,07	0,400 0,540	0,220 0,450	0,45	0,85	1,62	0,590	0,640	1,230	9	2,92
10	5,30	0,460 0,760	0,165 0,360	0,29	1,20	1,55	0,671	0,742	1,413	12	2,79
11	4,75	0,520 0,720	0,150 0,220	0,33	0,80	1,17	bez regulace				2,10
12	4,06	0,425 0,675	0,165 0,200	0,44	1,30	1,11	0,652	0,732	1,384	9	2,00
13	4,60	0,530 0,685	0,195 0,248	0,50	1,10	1,19	0,650	0,590	1,240	9	2,14
14	3,80	0,475 0,750	0,280 0,460	0,54	0,90	0,97	0,730	0,690	1,420	12	1,74
Rozmezí		0,400 0,800	0,150 0,460	0,26 0,55	0,80 1,30						

 Nerovnoměrnost v prostoru šikmého dopravníku rozdělena podle kmitočtu na dvě skupiny (1,2) pro $f < 0,6$ Hz a $f > 0,6$ Hz

Při vyhodnocování záznamu průběhu vrstvy se uvedená skutečnost potvrdila. Bylo zjištěno, že vznik tohoto dodatečného kmitání téměř nesouvisí s pojezdovou rychlostí, resp. průchodností, ani s druhem sklizené plodiny. Amplituda těchto kmitů dosahuje hodnoty až 0,8 a kmitočet $f = 0,3 - 1,3$ Hz (tab. II, III). Uvedená skutečnost potvrzuje, že současné konstrukce žacího stolu a šikmého dopravníku z hlediska rovnoměrnosti dopravy materiálu nejsou zcela vyhovující a regulátorem průchodnosti nelze celou problematiku vyřešit z těchto příčin:

- dodatečná nerovnoměrnost vznikající uvnitř regulované soustavy,
- nepravidelná doprava náhodně nahromaděného materiálu nad žacím ústrojím,
- vysoký kmitočet a velká amplituda a z toho vyplývající značné hodnoty zrychlení, resp. zpomalení velké hmoty stroje.

Frekvence kmitů, způsobená nerovnoměrným rozložením obilní hmoty na poli, je přibližně $10 \times$ menší ($< 0,8$ Hz), přičemž amplituda leží v oblasti uvedených kmitů ($A < 0,6$) — (tab. IV). Uvedené skutečnosti jsou nepříznivé nejen z hlediska regulace, ale především z hlediska kvality práce stroje.

7. Hodnoty rozložení nařádkované obilní hmoty

Obilovina	$\varnothing$ Q (kgm ⁻²)	$A_{max}(1)$				$\varnothing$ délka vlny (m)				K_6 (m s ⁻²)			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pšenice	1,20	0,10	0,20	0,30	0,50	10,5	22,5	35,5	80,0	0,068	0,066	0,061	0,044
Oves	0,60	0,13	0,33	0,42		11,5	26,0	77,5		0,320	0,360	0,154	
Ječmen	0,70	0,20	0,45	0,25	0,40	22,5	27,0	34,5	49,0	0,185	0,348	0,151	0,170
Žito	0,80	0,21	0,42	0,63	0,46	16,5	27,5	37,5	54,5	0,203	0,244	0,268	0,135
Rozmezí	0,60	0,10—0,63				10,5—80,0				0,044—0,360			
	1,20												

Hodnoty nařádkovaného obilí byly zjišťovány ze záběru 6 m (2×3 m). Nerovnoměrnost rozložení obilní hmoty na pozemku byla rozdělena do čtyř skupin (1, 2, 3, 4); v každé skupině jsou uvedeny střední hodnoty vln rozměrově blízkých (délka vlny, amplituda).

V Ý S L E D K Y

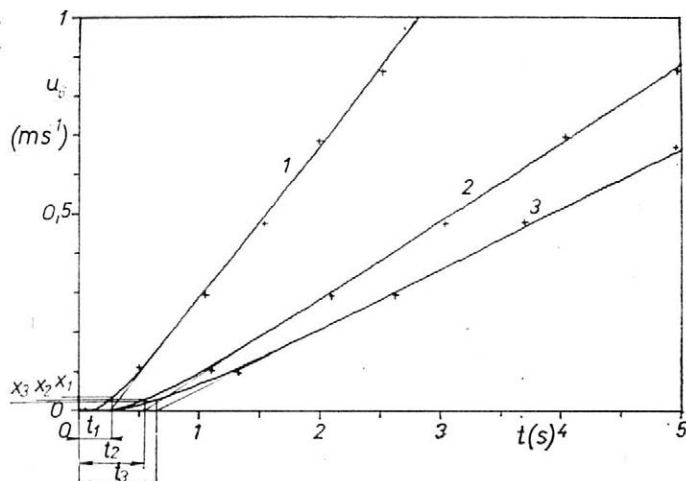
TEORETICKÉ ŘEŠENÍ REGULAČNÍHO OBVODU

Výsledky získané při zkouškách sloužily jako podklad k teoretickému řešení. Pro rozbor byly použity také výsledky měření nerovnoměrnosti rozložení obilní hmoty, uvedené v literatuře (Eimer 1966, Pick 1972). Teoretické řešení je zaměřeno na stanovení jednotlivých parametrů regulátoru, kterých by bylo možno použít při stavbě třípolohového regulátoru libovolné koncepce ve spojení s regulovanou soustavou — žací mlátičkou vybavenou buď řemenovým variátorem nebo hydrostatickým převodem pro plynulou regulaci pojezdové rychlosti. Teoretické řešení obsahuje tyto části:

- vyhodnocení experimentálně zjištěných přechodových charakteristik;
- stanovení rovnic regulačního obvodu;
- řešení regulačního obvodu na analogovém počítači.

Charakteristika pojezdového ústrojí je vyhodnocena jako celek na základě oscilografického záznamu průběhu pojezdové rychlosti od okamžiku sepnutí reléového spínače

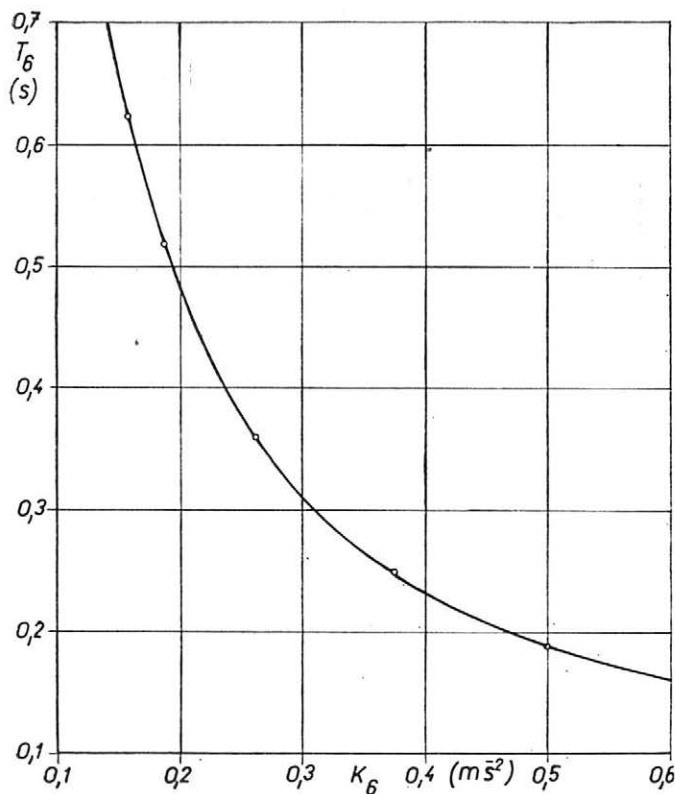
3. Přechodové charakteristiky pojezdového ústrojí



zapínacího akční člen — elektrický motor (obr. 3). S ohledem na charakteristiku motoru, který v daném případě určuje průběh přechodové charakteristiky, odpovídá daná soustava soustavě astatické prvního typu (Švec a kol. 1969) s přenosem

$$F_6 = \frac{k_6}{p(T_6 p + 1)} \quad (1)$$

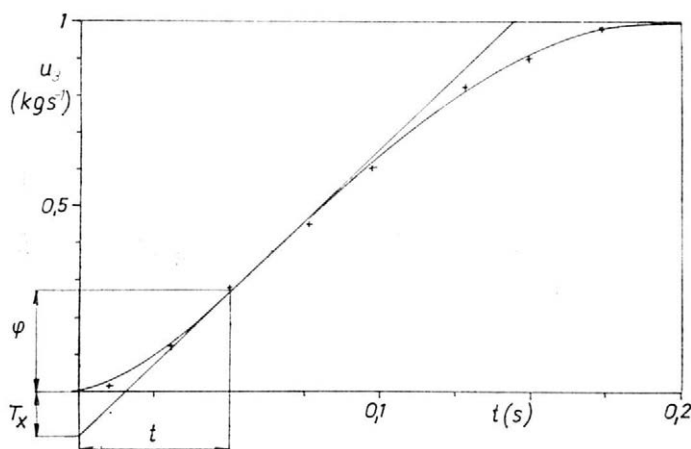
Veličina k_6 byla měněna v rozsahu od 0,156 do 0,375; $T_6 = f(k_6)$ — (obr. 4).



4. Závislost $T_6 = f(k_6)$

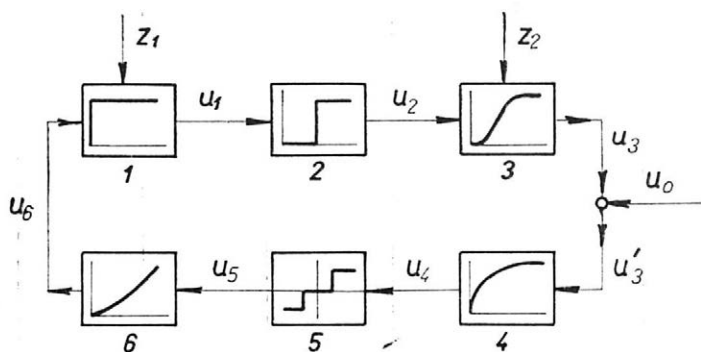
Charakteristika snímače vrstvy byla zjišťována skokovou zkouškou. Průběh uvedené zkoušky po vyhodnocení (obr. 5) odpovídá přechodové charakteristice statické soustavy (Švec a kol. 1969) s přenosem

$$F_3 = \frac{k_3}{(pT_3 + 1)^2} \quad (2)$$



5. Přechodová charakteristika snímače vrstvy

Při zjišťování přechodové charakteristiky snímače byla zároveň určena hodnota dopravního zpoždění T_d , která se měnila vlivem pojezdové rychlosti a druhu sklizené plodiny od 0,75 do 0,85 s. Pro další výpočet byla vzata horní hodnota $T_d = 0,85$ s z hlediska regulace jako méně příznivá.



6. Blokové schéma regulačního obvodu

Celý regulační obvod je, jak je zřejmé z obr. 6, jednoparametrový, jednosmyčkový. Tento obvod byl zvolen pro svou jednoduchost při realizaci a univerzálnost při použití — jednotlivé členy lze řešit nejen elektrickými stavebními prvky jako u daného zkušebního vzorku, ale i prvky mechanicko-hydraulickými. Celý obvod (obr. 6) lze rozdělit na:

- regulovanou soustavu (žací mlátička) — členy 1, 2, 6;
- regulátor — členy 3, 4, 5.

Jednotlivé členy na obr. 6 představují:

- 1 — vstupní část regulované soupravy — žací ústrojí; sem přichází sklizená hmota, jejíž nerovnoměrnost je vyjádřena funkcí $z_1 = f_1(s)$;
- 2 — dopravní orgány regulované soustavy, umístěné mezi žacím ústrojím a snímačem poruchové veličiny — tato část způsobuje dopravní zpoždění T_d ;

- 3 — snímač poruchové veličiny (vrstvy procházejícího materiálu), umístěný v prostoru šikmého dopravníku; velikost vrstvy je ovlivněna nejen hodnotou $z_1 = f_1(t)$, ale navíc poruchovou veličinou $z_2 = f_2(t)$, jež vzniká až uvnitř regulované soustavy při dopravě materiálu;
- 4 — útlumový člen — omezuje vliv vyšších frekvencí;
- 5 — regulátor reléového typu, spínací akční člen ovládající převodový měnič pojezdového ústrojí;
- 6 — pojezdové ústrojí sklízecí mlátičky včetně převodového měniče a akčního členu.

K vyšetřování vlastností celého obvodu je nutné řešit systém jako celek, vyjádřený jednou rovnicí. Nelineární systém se při analytickém řešení rozděluje na část lineární a nelineární. Obvod se při zjišťování meze stability uvažuje jako rozpojený, bez působení vnějších rušivých signálů. Uvedenému schématu regulačního obvodu odpovídají následující vztahy:

A) Rovnice lineární části regulačního obvodu

$$F_1 = \frac{u_1}{u_6} = k_1 \quad \text{člen 1 — vstupní část soustavy} \quad (3)$$

$$F_2 = \frac{u_2}{u_1} = e^{-pT_d} \quad 2 — \text{dopravní orgány} \quad (4)$$

$$F_3 = \frac{u_3}{u_2} = \frac{k_3}{(1 + T_3 p)^2} \quad 3 — \text{snímač vrstvy} \quad (5)$$

$$F_4 = \frac{u_4}{u_3} = \frac{k_4}{1 + T_4 p} \quad 4 — \text{korekční člen} \quad (6)$$

$$F_6 = \frac{u_6}{u_5} = \frac{k_6}{p(1 + T_6 p)} \quad 6 — \text{pojezdové ústrojí} \quad (7)$$

$$F_L = F_1 F_2 F_3 F_4 F_6 \quad (8)$$

$$k = k_1 k_3 k_4 k_6 \quad (9)$$

Dosažením vztahů (3)–(7) a (9) do (8) plyne

$$F_L = \frac{k e^{-pT_d}}{(1 + T_3 p)^2 (1 + T_4 p) (1 + T_6 p) p} \quad (10)$$

B) Rovnice nelineární části regulačního obvodu

K řešení nelineárního obvodu bylo použito tzv. ekvivalentního přenosu. V daném případě se u třípolohového regulátoru s pásmem necitlivosti (člen 5 — obr. 6) jedná o reléovou charakteristiku s přenosem:

$$F_N = \frac{4k_N \sqrt{1 - \left(\frac{1}{A_1}\right)^2}}{\pi A_1} \quad (11)$$

kde: $A_1 = \frac{u_4}{b} \geq 1$ — poměrná amplituda

$k_N = \frac{u_5}{b}$ — konstanta reléového regulátoru

C) Rovnice rozpojeného regulačního obvodu

$$F_o = -F_L F_N = \frac{k e^{-pT_d}}{(1 + T_3 p)^2 (1 + T_4 p) (1 + T_6 p) p} \cdot \frac{4k_N \sqrt{1 - \left(\frac{1}{A_1}\right)^2}}{\pi A_1} \quad (12)$$

Při regulaci na konstantní hodnotu na mezi stability musí platit $u_3' = -u_3$ a vztah 12) přechází na tvar

$$F_o = F_L F_N = 1 \Rightarrow F_L = \frac{1}{F_N} \quad (13)$$

Protože ekvivalentní charakteristika nelineárního členu leží v reálné ose, je podmínka pro vznik autooscilací dána vztahem — řešením reálné části vztahu

$$\operatorname{Re} [k_N k F_L(i \omega_o)] < \frac{\pi}{2} \quad (14)$$

kde: ω_o — vlastní kmitočet obvodu a určí se řešením imaginární části

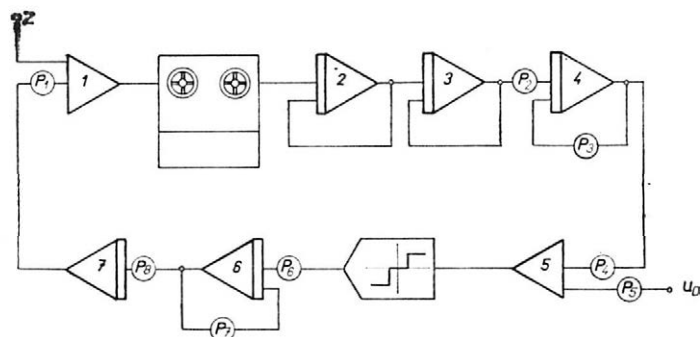
$$\operatorname{Im} [k_N k F_L(i \omega_o)] = 0 \quad (15)$$

Takto je možné bod po bodu vyšetřovat daný obvod a stanovit tak vliv jednotlivých parametrů na stabilitu.

ŘEŠENÍ NA ANALOGOVÉM POČÍTAČI

Analytický výpočet je pracný a zdoluhavý. Proto bylo použito pro vyšetřování regulačního obvodu analogového počítače. Na programovém schématu jsou namodelovány (obr. 7) jednotlivé členy obvodu z obr. 6, reprezentované vztahy (3)—(7) a (16). Nelineární člen 5 (třípolohový regulátor) byl realizován na počítači blokem, realizujícím reléovou charakteristiku podle vztahu (16):

$$\begin{aligned} u_5 &= 1 \text{ pro } u_4 \geq +b \\ u_5 &= 0 \text{ pro } -b < u_4 < +b \\ u_5 &= -1 \text{ pro } u_4 \leq -b \end{aligned} \quad (16)$$



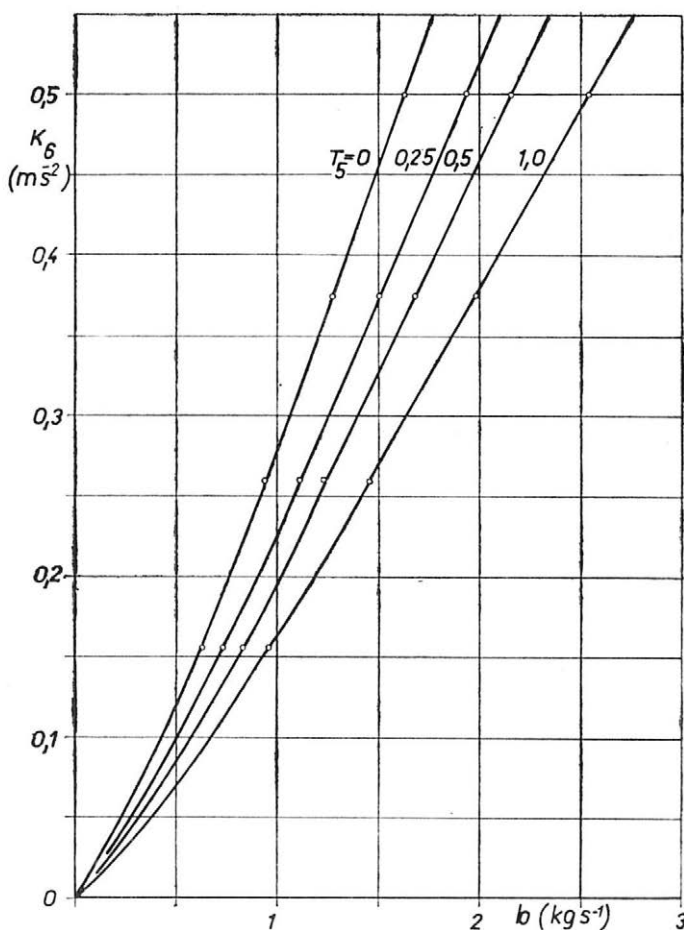
7. Programové schéma automatické regulace

Při modelování na počítači byly konstanty k_3 , k_4 položeny rovny 1. Pro všechna vyšetřování bylo použito následujících hodnot:

- pevné konstanty: $T_d = 0,85$ (s)
 $T_3 = 0,05$ (s)
- měnitelné parametry: $k_1 = 2 - 7$ ($\text{kg s}^{-1}/\text{m s}^{-1}$)
 $k_6 = 0,156 - 0,500$ (m s^{-2})
 $T_4 = 0 - 1$ (s)
 $T_6 = f(k_6) = 0,625 - 0,188$ (s)

Při vlastním vyšetřování stability systému byla vždy nalezena pro různé kombinace hodnot k_1 , k_6 a T_6 odpovídající hodnota necitlivosti b na hranici stability — vzniku auto-oscilací. Na základě výsledků počítače byly zpracovány diagramy „stability“ (obr. 8 a 9) pro čtyři různé hodnoty útlumu. Na obr. 8 je závislost konstanty k_6 , tj. velikost zrychlení soustavy, na necitlivosti b . V přepočtu na rozpětí pracovní rychlosti představuje dobu závěru akčního členu, resp. čas pro změnu pojezdové rychlosti podle vztahu:

$$k_6 \doteq \frac{\Delta u_6}{\Delta t} \quad (\text{m s}^{-2}) \quad (17)$$



8. Graf závislosti $k_6 = f(b)$

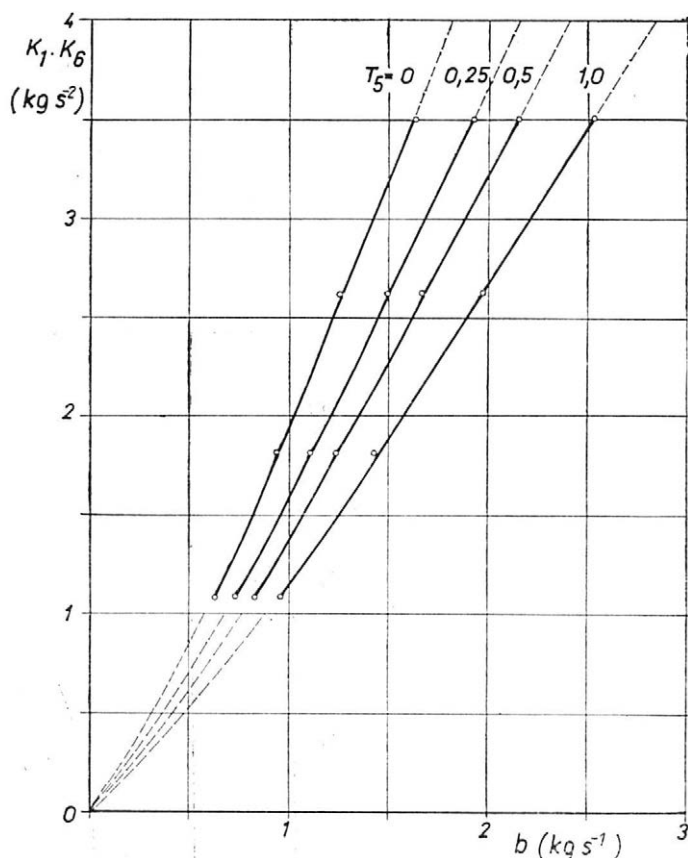
Na obr. 9 je závislost $k_1 k_6 = f(b)$, kde konstanta k_1 je dána:

$$k_1 = F_1 = \frac{u_1}{u_6} = Q_s \quad (\text{kg m}^2 \text{ m}^{-1}) \quad (18)$$

Je zřejmé, že konstanta k_1 je přímo úměrná množství sklizené hmoty na 1 m^2 a určuje tak střední hodnotu pojezdové rychlosti pro požadovanou průchodnost u_0 podle vztahu:

$$u_6 = \frac{u_1}{k_1} = \frac{u_0}{k_1} = \frac{u_0}{Q_s} \quad (19)$$

9. Graf závislosti $k_1 k_6 = f(b)$



Na grafech (obr. 8 a 9) představuje každá křivka hranici stability obvodu pro různé konstanty T_4 . Oblast napravo od křivky značí stabilní oblast pro $b > b_{krit}$ nebo $k_6 < k_{6 krit}$. Oblast vlevo je oblastí trvalých kmitů soustavy — autooscilací. Z grafu je zřejmé, že použití útlumu způsobuje zhoršení vlastností regulačního obvodu. Při rostoucím T_4 je buď nutné použít nižší hodnoty k_6 nebo větší necitlivosti b , aby obvod byl stabilní. To má za následek zhoršenou kvalitu regulace — v pásmu necitlivosti regulátor nepracuje, při nízkém k_6 nestačí obvod reagovat na větší hodnoty poruchy.

Velmi závažným nedostatkem při řešení regulačního obvodu je skutečnost, že nelze umístit snímač poruchové veličiny na vstup soustavy, tj. do prostoru žacího ústrojí, vzhledem k tomu, že nebyl dosud nalezen způsob zjišťování průchodnosti, resp. množství na vstup přicházející obilní hmoty. Z toho důvodu se umísťují snímače až do prostoru soustavy. Tím ovšem při řešení regulačního obvodu přistupuje negativní vliv konstanty dopravního zpoždění T_d , která se pohybuje kolem hodnoty 0,85 s. Vliv této hodnoty na dobu kmitu T_k v oblasti autooscilací, skládajícího se u regulačního obvodu z reléového členu a čistě astatického členu, je značně nepříznivý ($T_k = 4T_d$). Přistoupí-li u reálného systému ještě časové konstanty ostatních členů obvodu, prodlouží se doba kmitu — u vyšetřovaného obvodu se hodnota T_k pohybovala kolem 6 s. Při průměrné pojezdové rychlosti $1,5 \text{ m s}^{-1}$ to představuje ujetou dráhu kolem 9 m. Obdobný negativní vliv má zavádění větších hodnot útlumu — konstanta T_4 . S ohledem na kvalitu regulace je tudíž žádoucí, aby T_d a T_4 byly co nejmenší.

Z předchozího je zřejmé, že hlavním problémem z hlediska regulačního obvodu a z hlediska kvality výmlatu je nevyhovující řešení dopravy materiálu od žací lišty k mlátičímu bubnu. Proto je pro další vývoj regulátorů a sklízecích mlátiček nutné řešit:

- umístění snímače co nejblíže k žacímu ústrojí,
- konstrukčně omezit vznik nerovnoměrnosti dopravy materiálu v prostoru od žacího ústrojí do mláticího bubnu.

Velikost konstanty k_6 , představující zrychlení žací mlátičky, resp. dobu závěru akčního členu, je nutné volit tak velkou, aby regulační obvod byl schopen regulovat i největší změnu amplitudy poruchové veličiny z_1 . Vzhledem k tomu, že velikost amplitudy i délka vlny veličiny z_1 jsou dost rozmanité, bylo použito pro výpočet hodnoty k_6 v tab. IV přibližného vztahu. Předpokládáme-li, že poruchová veličina, a tím i rychlost pojezdu, se mění téměř sinusově, lze v daném případě pro přibližný výpočet tuto křivku nahradit lomenou čarou (obr. 10). Tato náhrada je možná s ohledem na konstantní přestavovací rychlost akčního členu. Pak platí

$$k_6 \doteq 4 \frac{\Delta u_6}{T} \quad (19)$$

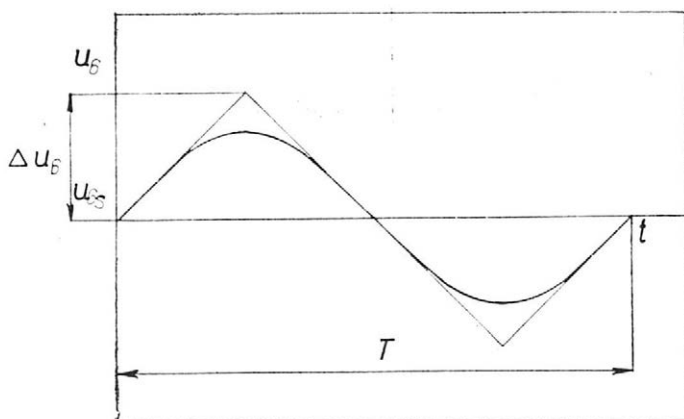
$$T = \frac{L}{u_6} \quad (20)$$

kde: L — délka vlny

$$\Delta u_6 = A_1 u_6 \quad (21)$$

kde: A_1 — poměrná amplituda

$$u_6 = \frac{u_o}{Q_s} \quad (22)$$



10. Průběh pojezdové rychlosti

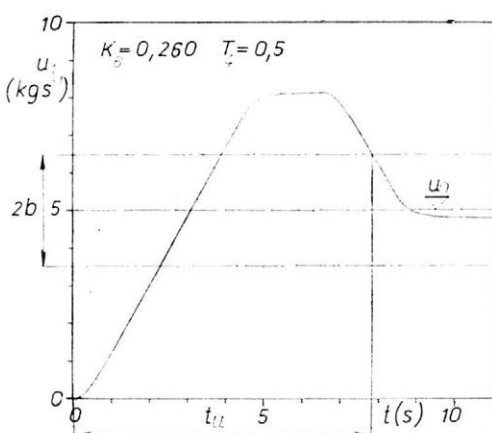
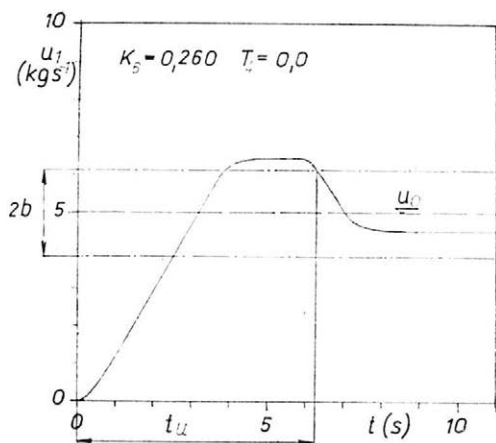
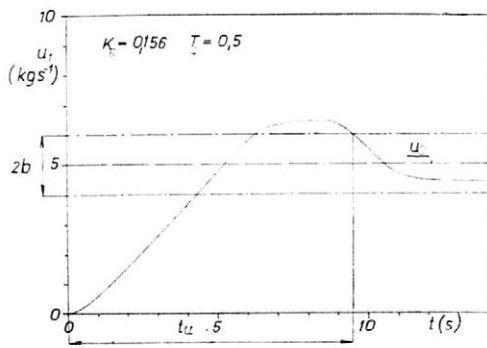
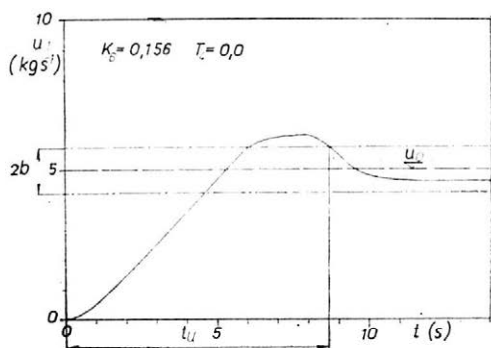
Dosadíme-li vztahy (20)–(22) do (19), dostaneme:

$$k_6 \doteq 4 \frac{A_1}{L} \left(\frac{u_o}{Q_s} \right)^2 \quad (23)$$

Pro hodnoty vyšetřovaného stroje, tj. $u_o = 8 \text{ kg s}^{-1}$ a $s = 5 \text{ m}$, dostaneme vztah (24), podle kterého byly vypočteny hodnoty k_6 v tab. IV

$$k_6 \doteq 10,24 \frac{A_1}{Q_s^2 L} \quad (24)$$

Z tabulky je zřejmé, že požadovaná hodnota k_6 se pohybuje v poměrně velkém rozmezí od 0,044 do 0,36.



11., 12., 13., 14. Průběhy průchodnosti při skokové změně pro různá k_6 a T_4 ve stabilní oblasti

Na obr. 11 až 14 jsou průběhy průchodnosti při skokové změně materiálu pro různé hodnoty k_6 a T_4 ve stabilní oblasti nastavení necitlivosti b — ukázka řešení na analogovém počítači. Z obr. 11—14 a z grafu na obr. 15 vyplývá, že s rostoucí hodnotou k_6 , tj. s rostoucí rychlostí akčního členu, se zkracuje doba regulace, ale vzrůstá pásmo necitlivosti a amplituda trvalých kmitů, resp. překmit. Obr. 15 je graf závislosti

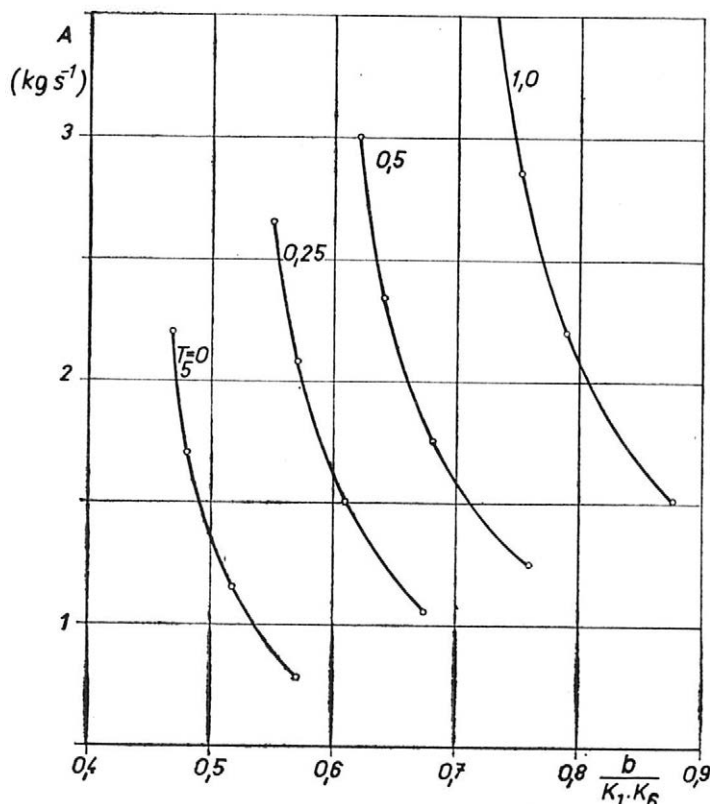
$$A = f\left(\frac{b}{k_1 k_6}\right)$$

Je proto nutné najít určitý kompromis velikosti hodnot k_6 a b tak, aby nebyla ohrožena kvalita regulace. Velikost k_6 je nutné volit v podstatě podle tab. IV a k tomu určit podle grafu na obr. 8 odpovídající hodnotu $b > b_{krit.}$

Z Á V Ě R

Práce obsahuje rozbor automatické regulace pojezdové rychlosti v závislosti na průchodnosti u sklízecích mlátiček, a to jak z hlediska koncepce, tak i z hlediska teoretického řešení konkrétního případu. Uvedený rozbor jsme dělali pro tzv. třípolohový regulátor reléového typu s ohledem na použití výsledků nejen pro systém regulace na čistě elektrickém principu, ale i pro regulátory mechanicko-hydraulické.

15. Graf závislosti $A = f\left(\frac{b}{k_1 k_6}\right)$



Řešení ukázalo, že lze samočinným počítačem poměrně rychle a přesně stanovit hodnoty okruhu na mezi stability, hodnoty, při kterých je obvod bezpečně stabilní. Avšak určení vhodné velikosti měnitelných parametrů regulátoru, která závisí nejen na velikosti a délce amplitudy rozložení sklizené obilní hmoty na poli, ale především na konstrukci regulátoru a sklízecí mlátičky, je problematické.

Přestože stanovení vhodných parametrů z hlediska kvality (efektu) regulace a životnosti zařízení je obtížné, je zcela jednoznačné, že použití automatické regulace umožní zejména:

- dodržet, event. snížit průměrné procento ztrát,
- snížit energetickou náročnost, a tím i namáhání stroje,
- snížit nároky na zkušenosti řidiče,
- zjednodušit obsluhu stroje.

Při zavádění automatické regulace je nutné další vývoj zaměřit především na:

- umístění snímače co nejbližší k žacímu ústrojí,
- snížení nerovnoměrnosti dopravy materiálu, vznikající v prostoru mezi žacím ústrojím a mlátičím bubnem,
- použití hydrostatického pohonu pro regulaci jezdové rychlosti,
- řešení automatické regulace na elektrickém principu — počínaje snímačem a konče akčním členem při maximálním použití integrovaných obvodů.

Použité symboly

- A amplituda kmitů (kg s^{-1})
 A_1 poměrná amplituda (1)

F	frekvenční přenos (obecně)
I_m	imaginární složka rovnice
Q	množství obilní hmoty (kg m^{-2})
k	konstanta zesílení (obecně)
L	délka vlny rozložení obilní hmoty (m)
T	časová konstanta, doba kmitu (s)
b	releová necitlivost (kg s^{-1})
f	frekvence kmitů (Hz)
p	komplexní argument
Re	reálná složka rovnice
s	pracovní záběr stroje (m)
t	čas
t_u	doba regulace (s)
u_o	řídící veličina (kg s^{-1})
u	výstupní veličiny členů obvodu
$x(t_o)$	hodnoty x odpovídající průsečíku t_o s křivkou
z_1	poruchová veličina — rozložení obilní hmoty (kg s^{-1})
z_2	poruchová veličina — dopravní orgány (kg s^{-1})
ω	úhlový kmitočet (s^{-1})

indexy:

1—6	jednotlivé členy obvodu
k	kritické — rezonanční hodnoty
n	exponent; řád přenosu
d	dopravní zpoždění
o	rozpojený obvod
L	lineární
N	nelineární

Literatura

- EIMER M., 1966, Stand der Regelungstechnik beim Mähdrescher. Grundlagen der Landtechnik 2.
- EIMER M., 1970, Entwicklung von Regelungseinrichtung am Mähdrescher. Grundlagen der Landtechnik 5.
- KOLEKTIV, 1973, Automatizace pracovních postupů v zemědělství. Zpráva VÚZS — P-11-329-053-04-01, Praha-Chodov.
- KÜHN G., 1969, Zur Durchsatzregelung bei Mähdreschen. Dte Agrartechnik 8.
- MICHAJLOV M. V., NACHAMKIN G. G., 1970, Issledovanie kačestva raboty avtomatičeskogo reguljatora zagruzki kombajna. Mech. elektr. soc. selsk. chozjaj. 6.
- OPPELT W., 1958, Příručka regulační techniky. SNTL Praha.
- PICK E., 1972, Automatická regulace pracovní rychlosti sklízecí mlátičky v závislosti na průchodnosti. Zpráva Z-930, VÚZT Praha-Rěpy.
- ŠVEC J., KOTEK Z. a kol., 1969, Teorie automatického řízení, SNTL Praha.

Došlo dne 22. 5. 1974

СОУЧЕК Й. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы, Чехословакия). Регулирование рабочей скорости зерноуборочного комбайна. Zem. technika 20 (8) : 447-464, 1974.

С развитием техники и производством высокопроизводительных сельскохозяйственных машин все большее значение имеет вопрос экономики производства. Это касается особенно сеозных машин, у которых заготовительные расходы относительно большие, а годовое использование небольшое. Поэтому необходимо все в большем масштабе применять элементы автоматизации, позволяющие более эффективное производство. Это касается особенно уборочных, в большинстве случаев, самоходных машин, у которых необходимо, кроме обеспечения максимальной производительности, соблюдать и требуемое качество работы. Одной из самых дорогостоящих уборочных машин является зерноуборочный комбайн, у которого в последнее время начинают применять элементы автоматизации. Большинство изготовителей направляют развитие и производство, прежде всего, на регуляторы скорости движения в зависимости от пропускной способности в связи с тем, что пропускная спо-

способность является определяющей с точки зрения использования производительности машин и качества работы. Для того, чтобы можно было сделать анализ проблематики регулирования пропускной способности, была построена электронная (полупроводниковая) система регулирования для современного зерноуборочного комбайна, оснащенного гидростатическим приводом. Результаты, полученные при лабораторно-полевых испытаниях, подтвердили обоснованность применения регуляторов, т. е. предполагаемое обеспечение максимальной производительности и качества работы машины. Вся цепь регулирования анализировалась также при помощи аналоговой вычислительной машины, были установлены влияния, или зависимости отдельных величин, в частности, меняющихся параметров регуляторов. Из практических испытаний и теоретического анализа для дальнейшего развития вытекает, в частности, следующее: а) регуляторы необходимо в максимальной мере решать на электронном принципе; при конструировании датчиков необходимо учитывать их размещение как можно ближе к жатвенному аппарату; — при помощи регулирования скорости в зависимости от пропускной способности регулировать величину потерь зерна и влажность убранной соломы; б) для зерноуборочных комбайнов применить гидростатический привод для регулирования скорости движения; ограничить возникновение дополнительной неравномерности транспортировки материала от жатвенного аппарата до молотильного.

зерноуборочный комбайн; регулирование пропускной способности; датчик слоя; характеристика перехода; устойчивость цепи; трехполюсный регулятор

SOUČEK J. (Research Institute of Agricultural Machines, Praha-Řepy, Czechoslovakia). *Regulation of Working Speed of Harvester Threshers*. Zem. technika 20 (8) : 447-464, 1974.

The development and production of increasingly stronger agricultural machines brings to the forefront of interest also problems of economy of operation. This applies primarily to seasonal machines, the cost of which is relatively high and utilization rate relatively low. This calls for an increasing application of automation devices which improve the effectiveness of operation. Its concerns mainly harvesting machines — mostly self-propelled equipment — where it is necessary to ensure maximum output as well as the required quality of work. One of the most expensive harvesting machines is the harvester thresher where automatic elements are being applied in the last years. Most producers direct attention in development and production on control of the advance speed in relation to passage capacity, in view of the fact that throughput capacity is a determining factor in respect of utilization of the machine and quality of work. In order to analyze problems of throughput capacity, a special electronic (semiconductor) regulation system was designed for a modern self-propelled harvester thresher with hydrostatic drive. The results gained in field experiments proved the justification of this regulator, i. e. it helped to ensure maximum output of the machine at the best quality of work. The whole control system was also analyzed with the help of an analog computer, which made it possible to ascertain the effects or dependences of various values, especially variable parameters of the regulator. Practical tests and theoretical analyses showed that future research work should focus on: a) In the matter of regulators — to concentrate on a maximum application of electronic elements; — to place the sensors as near as possible to the cutting tools; — through regulating the working speed in relation to passage capacity to reduce losses of grain and adjust operation to the moisture content of the harvested crop; b) in the matter of the harvester thresher — to use hydrostatic drives for controlling the advance speed; — to reduce the possibility of non-uniformity of material conveyed from the harvesting to the thresher equipment.

harvester thresher; throughput capacity regulation; sensor of layer thickness; transitional parameter; stability of the circuit; three-phase regulator

SOUČEK J. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha-Řepy, Tschechoslowakei). *Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit eines Mähdreschers*. Zem. technika 20 (8) : 447-464, 1974.

Mit der Entwicklung und Fertigung von leistungsstarken Landmaschinen tritt die Frage der Betriebswirtschaftlichkeit immer mehr in den Vordergrund. Das betrifft vor allem die saisongebundenen Maschinen, bei denen die Anschaffungskosten relativ hoch und die Jahresnutzung gering sind. Man muß daher in immer größerem Maß-

stabe Automatisierungselemente anwenden, die einen effektiveren Betrieb gestatten. Diese Tatsachen beziehen sich vor allem auf Erntemaschinen, vorwiegend Selbstfahrer, bei denen nebst der Gewährleistung einer höchstmöglichen Leistungsfähigkeit auch die geforderte Arbeitsgüte eingehalten werden muß. Eine der kostenaufwendigsten Erntemaschinen ist der Mähdrescher, bei dem sich neuerdings die Automatisierungselemente durchzusetzen beginnen. Die meisten Hersteller richten die Entwicklung und Produktion vor allem auf durchsatzabhängige Fahrgeschwindigkeitsregel aus, denn die Durchsatzleistung ist aus der Sicht der Ausnutzung der Maschinenleistung und Arbeitsgüte maßgebend. Um die Analyse der Problematik der Durchsatzregelung durchführen zu können, wurde für den modernen Selbstfahrmähdrescher mit hydrostatischem Antrieb ein elektronisches Regelungssystem (Halbleitersystem) realisiert. Die anhand der Feld-Laborversuche gewonnenen Ergebnisse haben die Rechtfertigung der Anwendung des Reglers, d. h. die vorausgesetzte Sicherung der maximalen Maschinenleistung und -arbeitsgüte bestätigt. Der ganze Regelkreis wurde überdies mittels eines Analogrechners der Analyse unterworfen und es wurden Einflüsse, bzw. Abhängigkeiten einzelner Größen, besonders der veränderlichen Reglerparameter bestimmt. Praktische Versuche und die theoretische Analyse ergaben für die weitere Entwicklung vor allem folgendes: a) für Regler — im Höchstmaße auf elektronischem Prinzip zu lösen; — die Entwicklung und Anordnung der Abnehmer womöglich nahe am Schnittwerk zu lösen; die durchsatzabhängige Geschwindigkeitsregelung durch die Größe der Kornverluste und der Erntegutfeuchtigkeit zu korrigieren; b) für Mähdrescher — für die Regelung der Fahrgeschwindigkeit den hydrostatischen Antrieb anzuwenden; das Entstehen der zusätzlichen Ungleichmäßigkeit der Güterbeförderung im Raum vom Schnittwerk bis zum Dreschwerk einzuschränken.

Mähdrescher; Durchsatzregelung; Schichtenabnehmer; Übergangscharakteristik; Kreisstabilität; Dreiflügenregler

Adresa autora:

Ing. Jan Souček, Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50,
163 07 Praha 6 - Řepy

RADIONUKLIDOVÉ ČIDLO PRO ROZLIŠENÍ HLÍZ BRAMBOR OD HRUD A KAMENŮ

J. Šeda, L. Musílek, M. Pešout, J. Šantrůček

ČVUT, fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, Praha

Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha-Chodov

ŠEDA J., MUSÍLEK L., PEŠOUT M., ŠANTRŮČEK J. *Radionuklidové čidlo pro rozlišení hlíz brambor od hrud a kamenů*. Zem. technika 20 (8) : 465-478, 1974.

Nejobtížnější a zatím stále neuspokojivě vyřešenou operací při mechanizované sklizni brambor je operace rozdružování brambor od hrud zeminy a kamení z celkové zpracovávané hmoty. Tato operace se stává limitujícím faktorem nejen potřeby lidské práce, ale i jednotkové výkonnosti mobilních sklizečů a linek pro posklizňovou úpravu brambor. Uspokojivých výsledků již bylo dosaženo při oddělování kamenů od hlíz využitím různých měrných hmotností rozdružovaného materiálu. Výrazně se zvýšila účinnost rozlišení využitím principů zeslabení toku ionizujícího záření při prozařování rozlišovaného materiálu rentgenovými paprsky nebo zářením gama. Jednou z klíčových otázek návrhu a realizace detekčního čidla je otázka výběru zdroje záření. Lze uvažovat buď o použití rentgenky nebo radionuklidového zdroje. Pro pojízdné sklizeče se pro své malé rozměry, malou hmotnost a především proto, že nevyžadují energetický příkon, lépe hodí radionuklidové zdroje záření. Laboratorní ověření funkce navrženého a vyrobeného radionuklidového detekčního čidla prokázala, že i při rychlosti průchodu 40 kusů za sekundu lze ještě se stoprocentní účinností rozlišit brambory od zeminy při velikostních skupinách 25–42 mm, 39–70 mm a 60–100 mm. Velikostní skupiny byly voleny záměrně tak, aby se na koncích měřených rozsahů poněkud překrývaly. Ověřovací zkoušky čidla v poloprovozních podmínkách zemědělského provozu, uskutečněné v roce 1973, rovněž v plném rozsahu potvrdily schopnost správné funkce i vysokou rozlišovací účinnost vyrobeného detekčního čidla.

rozdružování brambor; prozařovací metoda; záření gama X; radionuklidové čidlo; účinnost rozlišování

Přes zvyšující se požadavky na zemědělskou výrobu se nejen v československé, ale i ve světové zemědělské produkci projevují tendence snižovat pěstitelské plochy brambor. Hlavní příčinou tohoto jevu je především vysoká náročnost sklizně brambor na potřebu lidské práce a současně stále narůstající nedostatek pracovních sil v zemědělství.

Nové způsoby sklizně — způsoby plně mechanizované — se vyznačují snahou vedoucí k maximálnímu zjednodušení mobilních sklizňových prostředků za dosažení vysokých jednotkových výkonů při vysoké provozní spolehlivosti. Komplexní mechanizace sklizně však naráží na některé problémy, řešené dosud s malým úspěchem. Nejobtížnější a zatím stále neuspokojivě vyřešenou operací při mechanizované sklizni brambor je operace rozdružování brambor od hrud a kamenů z celkové zpracovávané hmoty, která prochází sklizečem. Účinnost používaných mechanických třídících zařízení je zpravidla nepostačující a nutnost ručního třídění brambor od příměsi výrazně zvyšuje potřebu pracovních sil i při tomto způsobu sklizně.

Požadavek dále snižovat potřebu lidské práce vede k hledání takových řešení, která by umožnila tuto operaci automatizovat.

Princip rozduřovacího zařízení není složitý, ovšem skutečná realizace takového zařízení v podmínkách zemědělské praxe je velmi složitá. Především je třeba nalézt způsob či čidlo, které na základě odlišných vlastností rozduřovaného materiálu je schopné s velkou účinností a dostatečně rychle rozlišit brambory od příměsí hrud a kamení a poskytovat řídicí signál pro vlastní oddělovací ústrojí, které rozděluje procházející směs na její složky.

Složitost realizace je násobena použitím takového zařízení přímo na mobilním stroji. Důvodem pro vybavení sklizeče rozduřovacím zařízením je nezbytnost současně oddělit vysoké procento balastu bezprostředně na poli. V běžných podmínkách je ve zpracovávané hmotě 52 až 76 % brambor, jsou však známy extrémní případy, kdy příměsí tvoří více než 60 % z celkového počtu procházejících kusů.

Převedení operace rozduřování až do linek pro posklizňovou úpravu je sice možné, potom však dochází k podstatnému zvýšení požadavků na dopravu, enormně se zvyšuje procento poškození hlíz a v neposlední řadě nelze opominout skutečnost, že odvozem hrud se ochuzují pole o nejjemnější ornici.

M A T E R I Á L A M E T O D Y

PŘEHLED ZNÁMÝCH PRINCIPŮ ROZDUŘOVÁNÍ

V současné době jsou známy různé způsoby rozduřování, které s menším či větším úspěchem nalezly uplatnění v praxi. K rozduřování brambor, hrud a kamení se využívá těchto rozdílných vlastností jednotlivých složek:

1. měrné hmotnosti,
2. valivého odporu,
3. tvrdosti,
4. odrazivosti elektromagnetického záření ve světelné oblasti,
5. odrazivosti elektromagnetického záření v infračervené oblasti,
6. pružnosti,
7. elektrických vlastností,
8. zeslabení toku ionizujícího záření,
9. absorpce elektromagnetických vln,
10. odrazivosti zvukových vln,
11. chemických vlastností.

Uspokojivých výsledků již bylo dosaženo při oddělování kamenů od hlíz, využívajícího různých měrných hmotností rozduřovaného materiálu. Mnohem hůře se však odlišují hroudy, které se svými vlastnostmi pouze velmi málo liší od hlíz brambor. Výrazně se zvýšila účinnost rozlišování využitím principu různého zeslabení toku ionizujícího záření, především rentgenových paprsků nebo záření gama.

METODY VYUŽÍVAJÍCÍ ZÁŘENÍ GAMA NEBO RENTGENOVÝCH PAPERŮ

Pokusy využít pro rozlišování brambor od zeminy svazku ionizujícího záření nejsou novinkou. Již v roce 1960 byl udělen západoněmecký a francouzský patent na zařízení, které využívá různého zeslabení toku ionizujícího záření z radionuklidového zdroje pro odlišení brambor od příměsí.

Podobný princip byl po mnoho let zkoumán v SSSR, kde byly zkoušeny různé typy radionuklidových zářičů a jako nejvhodnější — v té době dostupný — byl vytypován radionuklid thulia ^{170}Th s energií 84 keV. Krátký poločas rozpadu použitého radionuklidu (129 dnů) je však velký nedostatek.

Poněkud jinou cestu volí Hoffman a kol., kteří ve snaze vyloučit požadavek velikostního předtřídění rozduřovaného materiálu kombinují metodu prozařovací s metodou zpětného odrazu. Pro prozařovací metodu lze rovněž použít svazku záření X generovaného rentgenkou, kde interakce záření s materiálem má obdobný charakter jako interakce záření gama. Po několikaletém výzkumu byl ve Velké Británii uveden na trh první kombinovaný sklizeč fy Whitsed, vybavený plně automatickým elektronickým rozduřovacím zařízením, u kterého je pro rozlišení jednotlivých složek zpracovávané směsi materiálu využito různého zeslabování toku rentgenového záření. Polní zkoušky zařízení byly velmi uspokojivé. Sklizeč má výkonnost asi 1,2 ha za den, přičemž nepotřebuje obsluhu. Licenci na výrobu těchto sklizečů získala fa Root Harvesters Ltd.

V NDR bylo v minulém roce úspěšně zkoušeno automatické elektronické rozduřovací zařízení pro linky posklizňové úpravy brambor typu K-961 Trennanlage, VEB Weimar Kombinat, které pro rozlišování brambor využívá stejného principu jako obdobné elektronické rozduřovací anglické výroby Whitsed Marksman. Zmíněná zařízení pracují s rentgenovými paprsky generovanými rentgenkou.

STAV PRACÍ V ČSSR

Současný stav je charakterizován převážně ručním vykonáváním rozduřovacích operací. První ověřování použitelnosti sériově vyráběných radionuklidových indikátorů úrovně náplně pro rozlišování brambor od hrud a kamenů, uskutečněné v roce 1970 ve spolupráci s n. p. Tesla Liberec, pouze naznačilo směr řešení celé problematiky. Snímače jsou sice schopné správné funkce, ale jejich použitelnost je omezena velkou časovou konstantou (až 1 s), což je pro praktické použití naprosto nevyhovující. Základní koncepční a přípravné práce na řešení problému probíhaly ve spolupráci výzkumných pracovišť VÚZS, Tesla VÚPJT a ČVUT — FJFI — KDAIZ se zaměřením na vývoj čidla pro rozduřování brambor, použitelného nejen pro stacionární zařízení, ale především pro sklizeče brambor. Přes přebírací stoly používaných dvouřádkových sklizečů prochází za provozu 30 až 180 brambor, hrud nebo kamenů za sekundu. Za předpokladu, že rozduřovaný materiál bude veden v deseti proudech, je nutné, aby rozduřovací zařízení bylo schopné pracovat minimálně s frekvencí 20 ks⁻¹.

VOLBA ZDROJE ZÁŘENÍ

Jednou z klíčových otázek návrhu detekčního čidla je otázka výběru zdroje záření. Lze počítat buď s použitím rentgenky, nebo radionuklidového zdroje. Je proto třeba zhodnotit výhody i nevýhody obou.

Rentgenka poskytuje ve srovnání s libovolným radionuklidovým zdrojem, vhodným pro danou aplikaci, podstatně vyšší toky záření. Další její předností je skutečnost, že k emisi záření dochází pouze tehdy, je-li přístroj zapnut. Energii záření lze v určitém rozmezí měnit změnou napětí a filtrací svazku. Na druhé straně však je rentgen podstatně těžší zařízení, vyžaduje značný energetický příkon a tok záření je ve srovnání s radionuklidem méně stabilní. Protože se jedná o složitý a relativně choulostivý přístroj, hrozí nebezpečí poruchy. K nutnosti dodržovat bezpečnostní předpisy pro práci s ionizujícím zářením přistupuje ještě nutnost dbát na bezpečnostní předpisy pro práci s vysokým napětím, neboť na rentgenku se vkládá napětí řádu desítek kV. Všechny tyto skutečnosti lze respektovat při konstrukci třídícího zařízení na stacionární lince, značně však znesnadňují návrh pojízdného sklizeče s automatickým rozduřováním. Pro pojízdné sklizeče se pro své malé rozměry a hmotnost, vysokou stabilitu toku záření proto, že nevyžadují energetický příkon, hodí lépe radionuklidové zdroje záření.

V současné době se vyrábí velké množství umělých radionuklidů. Toto zařízení však klade — podobně jako většina technických aplikací — řadu specifických požadavků. Základním z nich je nutnost, aby použitý radionuklid měl dostatečně dlouhý poločas přeměny, protože během měření nesmí docházet ke znatelnému poklesu toku záření. Je vhodné, aby použitý zdroj záření měl poločas alespoň řádu roků.

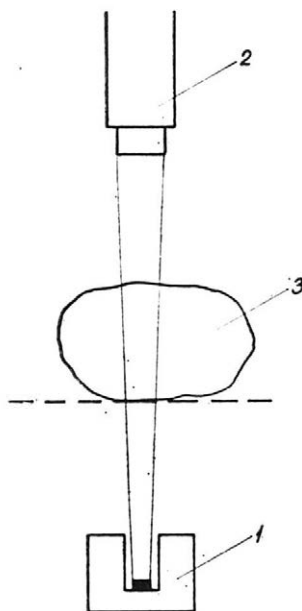
Dalším požadavkem je vhodná chemická forma, v níž je daný radionuklid dostupný, a vhodné zapouzdření, dostatečně robustní, aby nehrozilo nebezpečí, že se pouzdro poškodí a radionuklid unikne. Nevhodné jsou např. takové zdroje záření, u kterých je zapouzdřen radionuklid v plynné formě.

PROZAŘOVACÍ METODA

Schematické uspořádání měření prozařovací metodou je znázorněno na obr. 1. Kolimovaný svazek záření prochází měřeným materiálem, který je umístěn mezi zdrojem a detektorem záření. Podle míry zeslabení svazku v materiálu se stanovuje požadovaný údaj (tloušťka, objemová hmotnost apod.). Je-li J_0 tok záření, který by dopadal na detektor, kdyby mezi zdrojem záření a detektorem nebyl měřený materiál, a J tok záření, který dopadá na detektor po průchodu svazku měřeným objektem, platí pro úzké svazky záření známý exponenciální vztah:

$$J = J_0 e^{-\mu x} \quad (1)$$

kde: μ — lineární součinitel zeslabení daného záření v daném materiálu
 x — tloušťka vrstvy tohoto materiálu



1. Prozařovací metoda měření

1 — kolimátor se zdrojem záření, 2 — detektor, 3 — měřený objekt

V daném případě mají být prozařovací metodou rozlišeny tři různé materiály, lišící se hodnotou lineárního součinitele zeslabení μ , tj. brambor, hlína a kámen, nebo přesněji, mají být rozlišeny brambory od hlíny nebo kamene. Označí-li se veličiny příslušející bramborům indexem 1, hlíně indexem 2 a kamenům indexem 3, lze napsat vztah (1) pro každý z těchto materiálů:

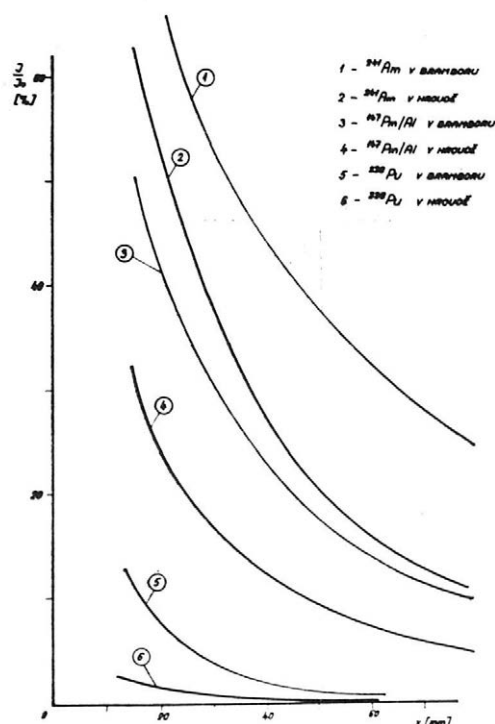
$$\begin{aligned} J_1 &= J_0 e^{-\mu_1 x_1} \\ J_2 &= J_0 e^{-\mu_2 x_2} \\ J_3 &= J_0 e^{-\mu_3 x_3} \end{aligned} \quad (2)$$

Platí, že $\mu_1 < \mu_2 < \mu_3$. Za předpokladu, že $x_1 = x_2 = x_3$, je pak $J_1 > J_2 > J_3$. Odtud vyplývá, že není nadále třeba počítat s kameny, protože rozlišili se hrouda hlíny, rozliší se kámen o stejné velikosti snáze. Lze pak nalézt určité rozmezí velikosti x , ve kterém platí, že $\mu_1 x_1 < \mu_2 x_2$ a $J_1 > J_2$. Čím větší je toto rozmezí, tím méně je velikostních skupin, na které je zapotřebí předtřídit měřený materiál, aby se dosáhlo sto-procentního rozlišení.

Na základě rozboru chyb měření lze učinit závěr, že vhodná energie záření při použití radionuklidového zdroje je kolem 30 keV.

Nejbližší této energii leží energie maxima spektra brzdného záření zdrojů $^{147}\text{Pm}/\text{Al}$ a $^{147}\text{Pm}/\text{Si}$. Dále byla

experimentálně ověřena použitelnost zdrojů ^{238}Pu a ^{241}Am , z nichž první má energii záření asi poloviční než odhadnuté optimum a druhý dvojnásobnou. Na obr. 2 jsou zakresleny zeslabovací křivky pro záření ze zdrojů ^{238}Pu , $^{147}\text{Pm}/\text{Al}$ a ^{241}Am pro brambor a pro zeminu. Z těchto křivek je zřejmé, že vzájemný odstup obou signálů při měření s ^{241}Am je poměrně malý a bylo by zapotřebí třídit rozduřovaný materiál na příliš mnoho velikostních skupin. Křivky pro ^{238}Pu velmi rychle klesají a již vrstva 40 mm brambor zeslabí svazek záření asi na jednu setinu. Relativní odstup křivky pro brambor a pro zeminu je sice velký, aby se však dosáhlo dostatečně malé statické chyby měření, bylo by nutné použít extrémně vysokých aktivit zářiče. Experiment tak potvrzuje, že nejvhodnějším radionuklidovým zdrojem pro tuto aplikaci je zdroj brzděného záření $^{147}\text{Pm}/\text{Al}$.



2. Zeslabovací křivky záření ^{258}P , $^{147}\text{Pm}/\text{Al}$ a ^{241}Am v bramboru a v zemině

Za nevýhodu této metody lze považovat skutečnost, že se nelze vyhnout velikostnímu předtřídění měřených kusů. Na druhé straně je však nejednodušší z hlediska potřebných vyhodnocovacích elektronických obvodů.

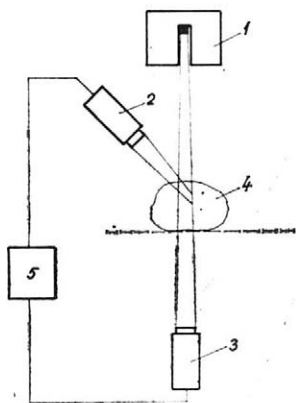
METODA KOMBINUJÍCÍ PROZAŘOVÁNÍ A ZPĚTNÝ ROZPTYL ZÁŘENÍ GAMA

Kromě prozařovací metody byly zkoušeny i některé metody využívající kombinace dvou signálů ke korekci na rozměry měřeného kusu. Jednou z těchto metod je kombinace prozařování a zpětného rozptylu záření gama. Schematické uspořádání je zakresleno na obr. 3. Zařízení z obr. 1 je doplněno o druhý detektor, detekující záření zpětně rozptýlené v měřeném materiálu. Tok zpětně rozptýleného záření, detekovaný tímto detektorem, roste s rostoucí tloušťkou měřené vrstvy. Tok prošlého záření naopak s rostoucí tloušťkou měřené vrstvy klesá. Vhodnou kombinací obou signálů např. podle vztahu

$$V(x) = N_1(x) + k N_2(x) \quad (3)$$

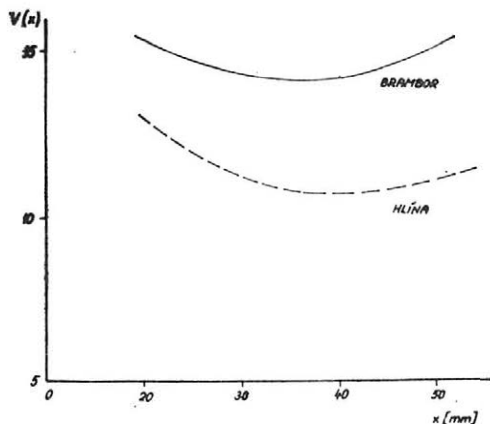
kde: N_1 — detekovaný signál od prošlého záření
 N_2 — detekovaný signál od zpětně rozptýleného záření
 k — konstanta závislá na geometrii měření

Lze dosáhnout, aby výstupní signál $V(x)$ jednoznačně určoval, zda je měřen brambor nebo zemina. Na obr. 2 jsou zakresleny experimentální výsledky naměřené v geometrii podle obr. 3 se zdrojem záření ^{241}Am . Výstupní signál $V(x)$ je stanoven podle vztahu (3) a je vždy vyšší pro brambor než pro hroudu. Rozdíl mezi minimem signálu pro brambor a maximum signálu pro hroudu je však pouze 10 %, tzn., že metoda vyžaduje, aby byl signál $V(x)$ měřen s chybou menší než $\pm 5\%$ (obr. 4). Tento požadavek se jeví vzhledem ke statistickému charakteru probíhajících procesů a nutnosti, aby byl každý kus měřen jen po extrémně krátkou dobu řádu setin vteřiny, jako nereálný.



3. Zařízení využívající kombinace prozařování a rozptylu záření gama 1 — kolimátor se zdrojem záření, 2 — detektor zpětně rozptýleného záření, 3 — detektor procházejícího záření, 4 — měřený objekt, 5 — elektronická část

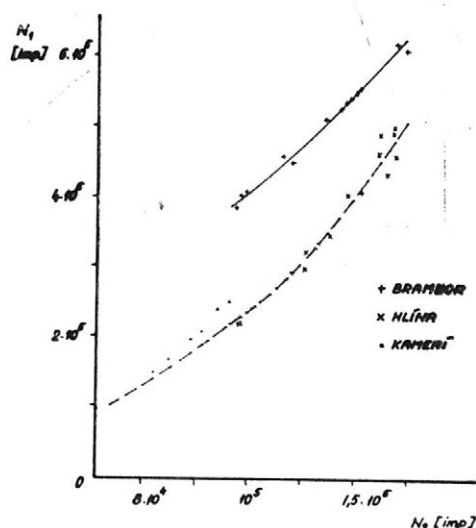
4. Výsledný signál v závislosti na měřené tloušťce při kombinaci prozařování a zpětného roptylu



METODA SOUČASNÉHO PROZAŘOVÁNÍ MEKKÝM A TVRDÝM ZÁŘENÍM GAMA

Tato metoda rovněž skýtá možnost korekce na rozměry měřeného kusu. Geometrie měření je obvyklá jako při prozařovací metodě (obr. 1). K odlišení obou materiálů je využito skutečnosti, že nízkoeenergetické fotonové záření interaguje s materiálem převážně fotoelektrickým jevem, který závisí na atomovém čísle Z materiálu podstatně výrazněji než Comptonův jev, převládající při vyšších energiích záření. Proto se při stejném zeslabení svazku tvrdého záření ve dvou různých kusech zeslabí svazek měkkého záření v materiálu s nižším Z (to je v daném případě v bramboru) méně než v materiálu s vyšším Z (hroude nebo kamenu). Při použití detektoru se spektrometrickými vlastnostmi a selektivní detekci obou energií záření lze této skutečnosti využít k rozlišení materiálů.

Metoda byla ověřována experimentálně jednak pro současné prozařování fotony o energii 661 keV ze zdroje ^{137}Cs a 60 keV ze zdroje ^{241}Am , jednak pro energii 661 keV ze zdroje ^{137}Cs a 32 keV z vnitřní konverze v tomto zdroji. Výsledky pro první uvedenou kombinaci jsou zakresleny na obr. 5. N_1 je pro počet impulsů registrovaný v kanále detekujícím nízkoenergetické fotony, N_2 v kanále pro vysokoenergetické fotony. Skutečně lze naměřit dvě rozdílné křivky, jednu pro brambor, druhou pro zeminu. Měření na obr. 5 však bylo provedeno stacionárně a statistická chyba je při vysokém počtu detekovaných impulsů zanedbatelná. V praxi, kde je doba měření krátká, je statistická chyba zejména v kanále vysokoenergetického záření příliš vysoká a znemožňuje tak spolehlivé rozlišení obou materiálů.



5. Výsledky měření současným prozařováním fotony dvou různých energií

VÝSLEDKY

NÁVRH DETEKČNÍHO ČIDLA

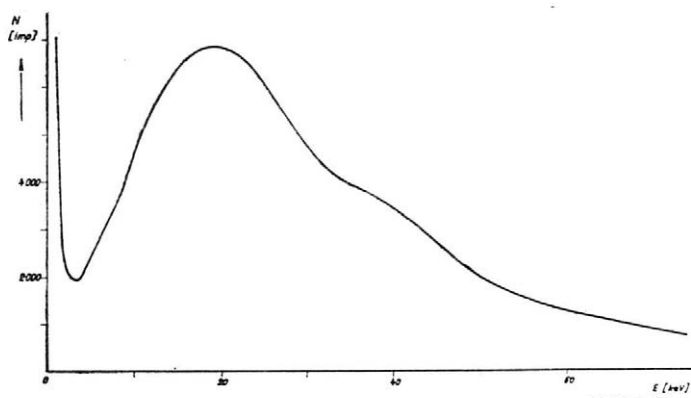
Porovnáním výsledků základních ověření jednotlivých metod se pro praktické použití jako nejslibnější jeví prozařovací metoda i přes požadavek předtřídění rozduřovaného materiálu do několika velikostních skupin.

Záření ze zdroje $^{147}\text{Pm}/\text{Al}$ bylo detekováno scintilačním krystalem $\text{NaJ}(\text{Tl}) \varnothing 25 \times 2$ mm. Svazek byl kolimován olověným kolimátorem tak, že ve středu měřeného kusu měl průměr cca 15 mm, vzdálenost mezi zdrojem a detektorem byla 140 mm, aby i největší kusy měřeného materiálu mohly volně projít svazkem. Při aktivitě zdroje záření 3 Ci ^{147}Pm byla detekovaná četnost impulsů v řádu 10^6 za minutu. Tato četnost impulsů je pro práci scintilačního detektoru ještě únosná, zároveň však zaručuje, že statistická chyba měření bude malá i při velkých četnostech průchodu měřených kusů čidlem.

Detekované energetické spektrum impulsů je zakresleno na obr. 6. Maximum diferenciální četnosti impulsů leží v oblasti od 10 do 40 keV. Značné množství impulsů je však detekováno i při vyšších energiích fotonů. V předchozím textu bylo uvedeno, že použití fotonů o vyšších energiích je nežádoucí, neboť se zmenšuje relativní odstup křivek pro rozlišované materiály. Diskriminaci impulsů vzniklých detekcí těchto fotonů lze dále zvětšit odstup křivek z obr. 2.

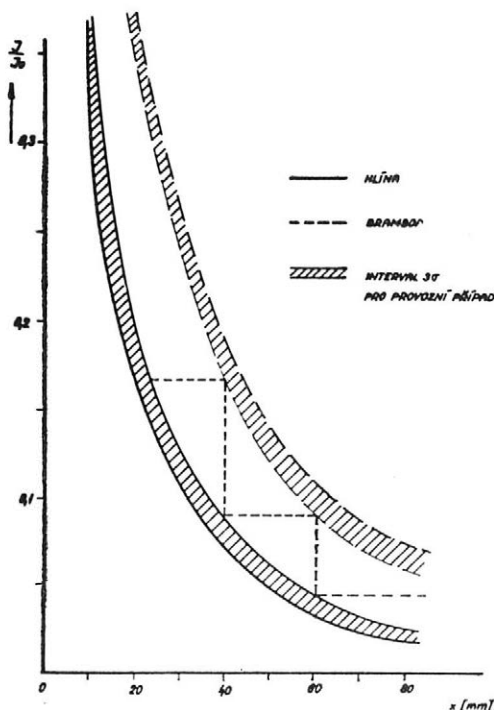
Zároveň je nutné na nízkoenergetické straně spektra diskriminovat šumové impulsy. Je tedy potřebné pro vyhodnocování výstupních impulsů ze sondy použít širokokaná-

lového analyzátoru. Šíři kanálu lze nejlépe určit experimentálně na základě měření zeslabovacích křivek v bramboru a v hlíně tak, aby se vystačilo při dané četnosti impulsů detekovaných scintilátorem s co nejmenším počtem velikostních skupin rozdrůžovaných kusů. Při tomto určení je nutné vzít v úvahu nejen tvar zeslabovacích křivek, ale také statistickou chybu měření. Z naměřených zeslabovacích křivek pro různé šíře kanálu vyhodnocovacího zařízení vyplynulo, že optima se dosáhne při šíři kanálu cca 5 až 50 keV.



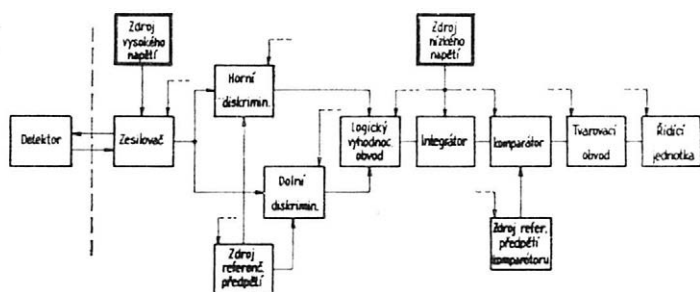
6. Energetické spektrum záření zdroje $^{147}\text{Pm}/\text{Al}$ detekovaného scintilačním krystalem $\text{NaJ}(\text{Tl})$ $\varnothing 25 \times 2$ mm

Na obr. 7 jsou zakresleny zeslabovací křivky záření detekovaného v tomto optimálním energetickém rozmezí pro brambory a hroudy. Šrafovaná oblast vyjadřuje vypočtenou statistickou chybu měření za předpokladu, že svazkem záření prochází 20 kusů materiálu za vteřinu. Z tohoto grafu lze odečíst, že postačí předtřídit měřený materiál na tři velikostní skupiny. V obrázku není zakreslena zeslabovací křivka pro kámen, protože kameny mají přibližně stejný procentuální obsah jednotlivých prvků jako hlína, ale vyšší objemovou hmotnost, takže křivka pro kámen leží pod křivkou pro hroudy.

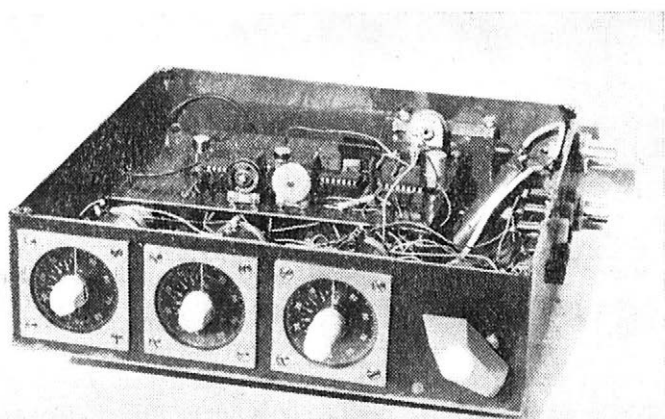


7. Zeslabovací křivky záření X zdroje $^{147}\text{Pm}/\text{Al}$ pro měřicí kanál 5–50 keV v bramboru a v zemině

8. Blokové schéma elektronického vyhodnocovacího zařízení



Blokové schéma použitého elektronického zařízení zpracovávajícího impulsy je na obr. 8. Signál je po zesílení zpracováván nejprve amplitudovým selektorem propouštějícím pouze impulsy odpovídající detekci fotonu v energetickém rozmezí 5 až 50 keV a potom četnostním selektorem, takže každý impuls na výstupu zařízení odpovídá krátkodobému poklesu detekované četnosti impulsů pod nastavenou mez. K tomuto poklesu četnosti impulsů dochází při průchodu zeminy svazkem mezi zdrojem a detektorem záření. Základní požadavky kladené na elektronické obvody jsou: vysoká rychlost zpracování signálu, dlouhodobá stabilita, mechanická odolnost a v neposlední řadě malý objem a malá hmotnost. Pro splnění těchto požadavků bylo při konstrukci důsledně využito polovodičových prvků třetí generace, tj. integrovaných obvodů. Celkový pohled na elektronické zařízení vyrobené na FJFI — KDAIZ je na obr. 9. Tento vzorek je vybaven ovládacími prvky pro nastavení diskriminačních hladin při experimentálním hledání optimálních pracovních podmínek. V praktickém případě k nastavení pracovního bodu zařízení postačuje jediný prvek.



9. Elektronické vyhodnocovací zařízení

FUNKČNÍ PARAMETRY VYROBENÉHO ČIDLA

Laboratorně byla funkce vyrobeného čidla ověřena na zařízení, ve kterém svazkem procházely jednotlivé kusy materiálu, upevněné na obvodu otáčejícího se kola poháněného elektromotorem. Převodový systém dovozoval spojitě měnit počet otáček kola, a tím i rychlost průchodu měřených kusů svazkem záření. Počet otáček kola byl registrován mechanickým počítadlem, počet prošlých kusů zeminy elektronickým čítačem.

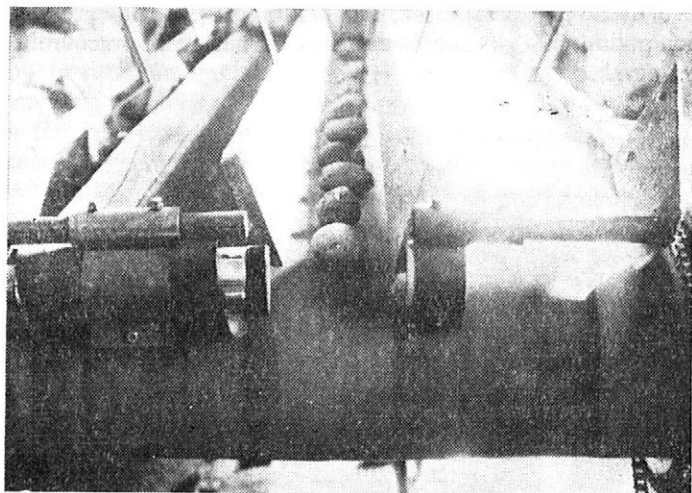
Měření ukázala, že při rychlosti průchodu 40 kusů za sekundu lze ještě se stoprocentní účinností rozlišit brambory od zeminy při velikostních rozmezích 25—42 mm, 39—70 mm a 60—100 mm. Skupiny byly voleny záměrně tak, aby se na koncích měřených rozsahů poněkud překrývaly. Pro praxi lze navrhnout dělení do navzájem na sebe navazujících skupin 25—40, 40—65 a 65—100 mm.

Se snižující se frekvencí procházejících kusů klesá statistická chyba, kterou je zatížen detekovaný počet impulsů při průchodu každého kusu, a zlepšují se tak podmínky pro rozduřování. Při frekvenci šest kusů za sekundu by již postačovalo dělit materiál na skupiny 25—50 a 50—100 mm.

Parametry vyrobeného čidla tak značně přesahují současné možnosti mechanických, pneumatických či hydraulických zařízení pro vylučování příměsí ze směsi materiálu, která zpravidla pracují s podstatně nižší frekvencí.

OVĚŘOVACÍ ZKOUŠKY VYROBENÉHO ČIDLA

Původní návrh metodiky zkoušek vyvinutého čidla předpokládal využití mechanické části dovezeného sklizeče brambor Whitsed Electronic, který je vybaven rentgenovým rozduřovacím zařízením. Tento sklizeč však v termínu zkoušek nebyl k dispozici a tak se vlastní ověřovací zkoušky čidla v poloprovozních podmínkách zemědělské praxe dělaly na improvizovaném zařízení (obr. 10), které bylo instalováno v provozu třídiřny brambor JZD Svornost se sídlem v Košetcích, okres Pelhřimov.



10. Dopravník s čidlem — kolimátorem se zdrojem záření a detektorem

Pro tyto zkoušky byl použit upravený pásový dopravník typu DOPL. Velikostně předtřídně brambory a příměsí byly na běžící dopravník vkládány ručně dvěma pracovníky. Jednotlivým vzorkům materiálu byla v rámci možností udělována přibližně rychlost dopravníku. Tím bylo ve velké míře omezeno odkulování a zaklíňování vzorků v nepohyblivých bočních vodítkách. Na konci dopravníku byl umístěn radionuklidový zdroj záření a detektor, takže rozlišované kusy materiálu procházely svazkem záření až ve své dráze odletu z pásu dopravníku. Brambory i vzorky příměsí byly rozděleny do čtyř velikostních skupin:

- | | | | | |
|------------|-----------|----|----|---------|
| 1. skupina | — | 25 | — | 40 mm |
| 2. skupina | — | 40 | — | 65 mm |
| 3. skupina | — | 65 | — | 100 mm |
| 4. skupina | — konizum | — | 40 | — 70 mm |

Rychlost pohybu pásu, a tím také rychlost průchodu vzorků svazkem záření, odpovídala frekvenci 10, 20, 30 a 40 ks s⁻¹. Otáčky náhonového bubnu dopravníku byly měněny variátorem.

Průchod vzorků příměsí svazkem záření byl započítáván univerzálním čítačem Tesla BM 445E. Pro přesné zjištění rozlišovací schopnosti ověřovaného čidla byl proti původní metodice, která stanovovala rozduřování směsi brambor s 5–12 % hrud a 5–10 % kamení zvolen oddělený průchod jednotlivých druhů materiálu. Pro každou velikostní skupinu vzorků byl určitým způsobem nastaven pracovní bod elektronického vyhodnocovacího zařízení. Tímto postupem bylo možno zjistit absolutní hodnotu nezapočítaných kusů příměsí a naopak počet chybně započítaných kusů brambor. V závěru zkoušek bylo provedeno měření se započítáváním příměsí ze směsi brambor, hrud a kamení o celkovém počtu 150 ks s podíly 100 + 25 + 25 v rozsahu frekvence průchodu 10 až 40 ks s⁻¹.

ZHODNOCENÍ ZKOUŠEK

Celková průměrná účinnost snímače dosáhla při rozlišování materiálu výše 91,75 %. Nejnížší účinnost byla zjištěna u nejmenší velikostní skupiny od 25 do 40 mm. Bylo to způsobeno převážně tím, že v daných improvizovaných podmínkách zkoušek nebylo možné zcela splnit základní požadavky.

Pro dobrou funkci a vysokou rozlišovací schopnost je nutné zajistit:

1. průchod rozduřovaného materiálu svazkem záření,
2. uklidnění rozduřovaného materiálu před jeho průchodem prostorem snímače,
3. podmínku, že jednotlivé kusy rozduřovaného materiálu se nesmí překrývat.

Použitý upravený pásový dopravník, kterým byl rozduřovaný materiál dopravován ke snímači, nebyl schopen plně zajistit ani jeden z uvedených požadavků. Jednotlivé kusy materiálu se za svého pohybu po pásu zachytávaly o nepohyblivá vodítka, dostávaly rotaci, různě se zpomalovaly, takže na konci dopravníku odlétaly se značným rozptylem drah i rychlostí.

Vizuálně bylo možné pozorovat, že některé kusy prolétaly pod svazkem záření, zejména u nejmenších velikostních skupin, což vedlo k tomu, že zemina nebyla započítávána, a naopak některé kusy brambor velkým zbrzděním pohybu prolétly svazkem záření podstatně pomaleji, takže byly započítány jako zemina.

Chaotickým pohybem jednotlivých kusů mnohdy došlo k vzájemnému překrytí, což vedlo k chybnému započítání dvou kusů zeminy jako jednoho, nebo dvou kusů brambor jako zeminy. Některé větší kusy uvedené do rotace mohly přerušit svazek dvakrát a to opět znamenalo chybné započítání.

Větší zjištěné odchylky při průchodu vzorků kamenů lze vysvětlit jejich velkou tvarovou nepravidelností, která byla příčinou většího rozptylu drah a rychlostí. Kámen stejného rozměru má větší hmotnost než hrouda, a tedy více absorbuje záření, takže signál při průchodu kamene je výraznější než signál od hroudy. Přes tuto skutečnost jsou výsledky při započítávání hrud lepší, což opět vysvětluje jejich vhodnější tvar a stabilnější průchod prostorem snímače.

Při splnění uvedených podmínek a při předchozím roztrídění rozduřovaného materiálu do tří velikostních skupin, a to 25–40, 40–65, 65–100 mm, lze předpokládat až 100% rozlišovací schopnost zkoušeného snímače.

Odhadnout v této fázi cenu budoucího zařízení vyráběného a dodávaného některým výrobním závodem je velmi obtížné a krajně nepřesné. Uvedením současných známých cen komerčně dostupných dílů zařízení by se získaly velmi zkreslené představy. Pro každou měřicí cestu je nezbytná samostatná scintilační sonda s krystalem a elektronická vyhodnocovací část pro zpracování signálu. Při vhodném mechanickém uspořádání dopravy rozdužovaného materiálu lze uvažovat o použití jednoho zdroje záření pro více cest. Potřebné napájecí zdroje by byly společné pro více cest. Musí být robustní v dokonalém krytí, aby vyhovovaly i zemědělským polním podmínkám.

V porovnání s rentgenem se jeví použití radionuklidového zdroje záření jako výhodnější svou jednoduchostí při vysoké spolehlivosti, malými rozměry, nízkou hmotností, značnou mechanickou odolností a dlouhodobou funkcí bez potřeby energetických zdrojů. Rentgen naproti tomu vyžaduje samostatný VN zdroj a příkon řádu kW. Navíc použití rentgenu na mobilních strojích je pro jeho velkou hmotnost a nízkou mechanickou odolnost velmi problematické. Nevýhodou radionuklidového zdroje záření je menší hustota toku záření a skutečnost, že tento zdroj záření nelze vypnout.

Z Á V Ě R

Výsledky všech ověřovacích měření a zkoušek potvrdily vysokou rozlišovací účinnost vyrobeného funkčního modelu čidla. Předtřídění rozdužovaných kusů materiálů do tří velikostních skupin, a to 25–40 mm, 40–65 mm a větších než 65 mm, dovoluje rozlišit brambory i při průchodnosti až 40 ks s⁻¹ při dostatečné rezervě v krajích měřicích rozsahů. Čidlo je použitelné jak pro stacionární rozdužovací linky, tak některými svými vhodnými vlastnostmi dává předpoklad úspěšného použití na mobilních sklízecích strojích. Tyto dosažené výsledky poskytují zároveň dobrou naději na úspěšné pokračování dalších vývojových prací na řešení této problematiky.

L i t e r a t u r a

- HOFFMANN J., SRAPENJANC R. A., MARKOV P., Patentní přihláška č. PV 6973-67.
 SLIGHT D. L., 1961, *Journal of Agricultural Engineering Research* 6, 2 : 136.
 SLIGHT D. L., 1966, *Journal of Agricultural Engineering Research* 11, 3 : 148.
 SRAPENJANC R. A., SAID-CHODŽAJEV S. A., 1964, *Mechanizacija i elektrifikacija selskogo chozjajstva* 22, 1 : 37.
 —, 1974, *Radiation Sources for Laboratory and Industrial Use. The Radiochemical Centre, Amersham.*
 —, 1972/1973, *Výzkumná zpráva VÚZV, Praha-Chodov.*

Došlo dne 22. 5. 1974

ШЕДА Й., МУСИЛЕК Л., ПЕШОУТ М., ШАНТРУЧЕК Й. (Пražský Polytechnický Institut, Jaderný a fyziko-inženýrský fakultet, Praha; Naучно-исследовательский институт сельскохозяйственных машин, Прага-Ходов, Чехословакия). Радионуклидовый чувствительный элемент для отделения клубней картофеля от комьев и камней. *Zem. technika* (20) (8) : 465-478, 1974.

Самой трудной и пока неудовлетворительно решенной операцией при механизированной уборке картофеля является операция отделения картофеля от комьев земли и камней из всего обрабатываемого материала. Эта операция становится лимитирующим фактором не только затраты человеческого труда, но и производительности отдельных мобильных уборочных машин и линий для послеуборочной обработки картофеля. Удовлетворительные результаты были достигнуты при отделении камней от клубней, используя разный удельный вес сепарируемого материала. Достоверное повышение эффективности сепарации было достигнуто при использовании принципов ослабления потока ионизирующего излучения

при просвечивании сепарируемого материала рентгеновыми лучами или гамма-излучением. Одним из ключевых вопросов проекта и реализации детектирующего чувствительного элемента является вопрос выбора источника излучения. Можно применять рентгеновые лампы или радионуклидовый источник. Для мобильной уборочной машины больше подходит радионуклидовый источник излучения, так как он небольшой, обладает низким весом и не требует энергетической мощности. Лабораторное испытание действия проектируемого и изготавливаемого радионуклидового детектирующего чувствительного элемента доказало, что и при пропускной способности 40 шт. в секунду можно еще со 100% эффективностью отделять картофель от земли при следующих категориях величин: 25—42 мм, 39—70 мм, 60—100 мм. Предельные нижние величины одних категорий преднамеренно ниже элемента в полупроизводственных условиях сельского хозяйства, производимого элемента в полупроизводственных условиях сельского хозяйства, производимые в 1973 году, также в полном масштабе подтвердили хорошее действие и высокую эффективность сепарации у изготовленного детектирующего чувствительного элемента.

сепарирование картофеля; метод просвечивания; рентгеновское и гамма-излучение; радионуклидовый чувствительный элемент; эффективность сепарации

ŠEDA J., MUSÍLEK L., PEŠOUT M., ŠANTRŮČEK J. (Technical University of Prague, Faculty of Nuclear Science and Physical Engineering, Praha; Research Institute of Agricultural Machines, Praha-Chodov, Czechoslovakia). *Radionuclide Sensor for Discerning Potato Tubers from Soil and Stones*. Zem. technika 20 (8) : 465-478, 1974.

The most difficult and so far insufficiently solved operation in the mechanized harvesting of potatoes is the operation of separating potato tubers from the mass of soil and stones. In fact, this operation is now becoming a limiting factor in the consumption of human labour as well as in the output capacity of potatoes. Relatively satisfactory results have been achieved in separating stones from the potato tubers by using the different specific weights of the material. Markedly better discerning effectiveness was achieved by using the principles of ionizing radiation absorption when applying X-rays or gamma rays of the material to be differentiated. One of the key problems in designing and constructing the detector is the selection of the source of irradiation. This can be achieved by X-ray or radio-nuclide sources. In the case of self-propelled potato harvesters, it would be of greater advantage to use radio-nuclide sources of radiation because they are small light and, mainly, do not require electrical powersupply. Laboratory tests performed on a newly designed radio-nuclide detector have shown size groups of 20—42 mm, 39—70 mm and 60—100 mm can be discerned with 100 per cent reliability at a throughput of 40 pieces per second. The size groups were intentionally chosen so as to overlap at the ends of the ranges measured. Trials operation under conditions of agricultural production, made in 1973, fully confirmed the correct work and considerable discerning capacity of the detector in separating potatoes.

separating potatoes; absorption method; gamma and X radiation; radionuclide detector; discerning capacity

ŠEDA J., MUSÍLEK L., PEŠOUT M., ŠANTRŮČEK J. (Technische Universität, Physikalisch-Technische und Kernfakultät, Praha; Forschungsinstitut für Landmaschinen, Praha-Chodov, Tschechoslowakei). *Radionuklidfühler zur Abgrenzung der Kartoffelknollen von Erdkluten und Steinen*. Zem. technika 20 (8) : 465-478, 1974.

Den schwierigsten und bisjetzt immer noch nicht zufriedenstellend gelösten Arbeitsgang bei der mechanisierten Kartoffelernte stellt der Vorgang der Kartoffeltrennung von den Erdkluten und Steinen aus der zu bearbeitenden Gesamtmasse dar. Dieser Arbeitsgang wird zum einschränkenden Faktor nur des Arbeitskraftbedarfes sondern auch der Einzelleistung von ortsbeweglichen Erntemaschinen und Maschinenketten für die Ernteaufbereitung von Kartoffeln. Zufriedenstellende Ergebnisse wurden bereits bei der Stein-Knollen-Trennung durch Ausnützung verschiedener spezifischer Massen des Trenngutes erzielt. Eine wesentliche Steigerung des Abgrenzungswirkungsgrades wurde durch Anwendung von Prinzipien der Schwächung des Flusses der ionisierenden Strahlung bei der Durchstrahlung der abzugrenzenden Masse durch Röntgenstrahlen oder Gamma-Strahlung erreicht. Eine der Schlüs-

selfragen für den Entwurf und Realisierung des Detektionsfühlers ist die Auswahl der Strahlungsquelle. Es ist die Verwendung entweder der Röntgenlampe oder der Radionuklidquelle in Betracht zu ziehen. Für fahrbare Erntemaschinen eignen sich besser Radionuklid-Strahlungsquellen, denn sie sind klein, weisen eine geringe Masse auf und vor allem erfordern nicht den Energiebedarf. Die Laborkontrollen der Funktion des entworfenen und hergestellten Radionuklid-Detektionsfühlers hat nachgewiesen, daß auch bei der Durchsatzgeschwindigkeit von 40 Stück/sec noch mit 100%igem Wirkungsgrad Kartoffeln von dem Erdreich bei den Größengruppen von 25–42 mm, 39–70 mm und 60–100 mm abgegrenzt werden können. Die Größengruppen wurden absichtlich so gewählt, daß sie sich an Enden der gemessenen Bereiche einigermaßen überdecken. Die Kontrollprüfungen des Fühlers in halbtechnischen Bedingungen des landwirtschaftlichen Betriebes, die im 1973 vollzogen wurden, haben auch im vollen Umfange die Fähigkeit einer richtigen Funktion und hohen Abgrenzungswirkungsgrad des hergestellten Detektionsfühlers bestätigt.

Kartoffeltrennung; Durchstrahlungsmethode; Röntgen- und Gammastrahlung; Radionuklidfühler; Abgrenzungswirkungsgrad

Adresa autorů:

Doc. ing. Josef Šeda, CSc., ing. Ladislav Musílek, ČVUT – Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská, katedra dozimetrie a aplikace ionizujícího záření, Břehová 7, 115 19 Praha 1

Miroslav Pešout, ing. Jaroslav Šantrůček, Výzkumný ústav zemědělských strojů, 143 93 Praha 4 - Chodov

METODA STANOVENÍ PARAMETRŮ ZÁKLADNÍHO AUTOMATICKÉHO JISTĚNÍ TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ

E. Pázral

Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha-Řepy

PÁZRAL E. *Metoda stanovení parametrů základního automatického jistění technologického zařízení.* Zem. technika 20 (8) : 479-487, 1974.

Autor zdůvodňuje potřebu nového přístupu k automatickému jistění stacionárních zařízení, zvláště kontinuálních linek s elektrickým pohonem a popisuje základní proudové jistění, které na rozdíl od obvyklého jistění elektromotru je zaměřeno především na zabezpečení plynulosti technologického procesu a na jistění proti mechanickému poškození pracovních orgánů při přetížení. Rozebírá obecný průběh přetížení, specifikuje fáze krátkodobě přípustného a nepřípustného provozního přetížení a uvádí rámcová kritéria pro volbu mezních nadproudů a časů zpožděného vypínání. Uvádí příklady pracovních orgánů se sklonem k zablokování a se schopností samovolného uvolnění po předchozím automatickém zastavení přísunu materiálu. Rozebírá zvláštní případy přetížení, u kterých chybí nebo je silně potlačena některá fáze a upozorňuje na možnosti odpovídajícího zjednodušení v uspořádání jistění.

automatické jistění; plynulost technologického procesu; přípustné a nepřípustné přetížení; kritéria volby parametrů

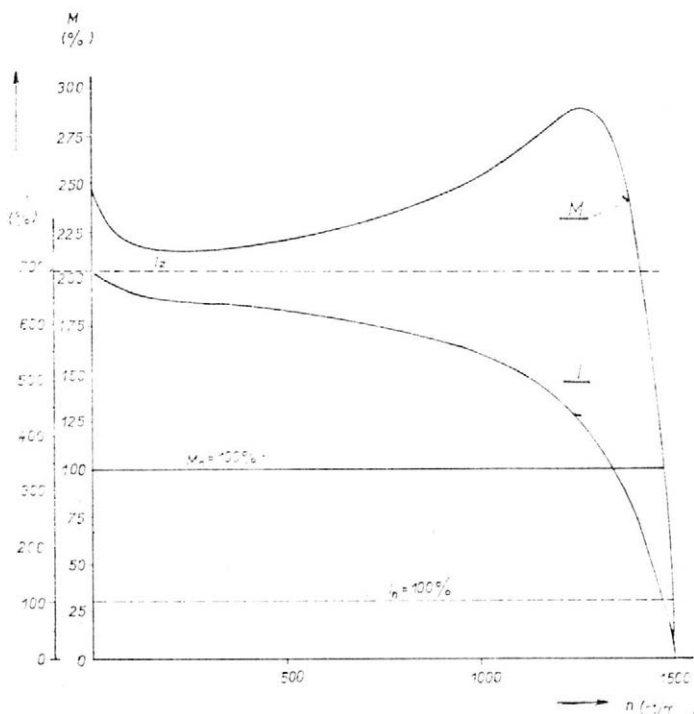
V zemědělských velkovýrobních provozech nabývají stále větší důležitosti automatická jistící zařízení. Současný vývoj je charakterizován rostoucími výkonnostmi strojů a linek a rostoucím počtem strojů, obsluhovaných jedním pracovníkem. Lidský činitel přitom podléhá různým indispozicím, nepozornosti, únavě a někdy ani při plné koncentraci není schopen reagovat s dostatečnou pohotovostí na vzniklé situace. Může se soustředit jen na omezený okruh řídicích a kontrolních úkonů, zatímco ostatní fáze procesů probíhají nekontrolovaně a s rizikem narušení plynulosti provozu.

HLAVNÍ PŘÍČINY PORUCH A JEJICH PROJEVY

Z rozboru příčin nejrozličnějších poruch a jejich následků vyplývá, že poruchy je možné rozdělit do dvou základních skupin. První skupinu tvoří různá ucpaní, váznutí a shlukování materiálu ve stroji nebo dopravní cestě, které má za následek přerušování provozu a nutnost čištění a uvolňování pracovních orgánů nebo znehodnocení části materiálu či přidavnou manipulaci s ním (odstraňování přesypů), nevede však k poškození zařízení. Zdržení provozu trvá zpravidla kratší dobu. Do druhé skupiny patří poruchy způsobené takovým nakupením (zhuštěním, slisováním) materiálu, popř. vniknutím cizího před-

mětu, které má za následek poškození či zničení části zařízení, jako je deformace či utržení pracovních orgánů, přetržení lan, ukroucení hřídelů, roztržení krytů a plášťů strojů nalisovaným materiálem apod. a v neposlední řadě i spálení hnacího elektromotoru. Odstranění poruchy je provázáno delším provozním výpadkem, nutným k opravě či výměně poškozeného orgánu. Je zřejmé, že prvorádou úlohou automatického jištění je předcházet vzniku těchto destruktivních poruch. Soubor příslušných technických prostředků a jejich uspořádání se nazývá základní jištění a týká se téměř všech strojů a samostatně poháněných pracovních orgánů. Podle potřeby může být doplňováno speciálním jednoúčelovým jištěním, které zabráňuje vzniku provozních poruch z první skupiny, tj. nedestruktivních.

Přetěžování pracovních orgánů se obecně projevuje růstem tážných sil a krouticích momentů, popř. poklesem otáček. Běžný asynchronní elektromotor, používaný téměř výhradně k pohonu stacionárních strojů a zařízení, má tu vlastnost, že vzrůst momentu, vyvolaný zvýšeným pracovním odporem hnaného orgánu, je provázen nepatrným poklesem otáček. Z typické momentové charakteristiky na obr. 1 a z odpovídající pracovní charakteristiky elektromotoru vyplývá, že vzrůstu momentu z 0 na 100 a na 200 % odpovídá pokles otáček na 1460 resp. na 1350 za minutu. Indikátor otáček je tedy téměř nepoužitelný k přesnému sledování změn pracovního zatížení. Je vhodný jen k hrubé indikaci nadměrného poklesu otáček či zastavení pracovního orgánu (způsobeného nepřipustným prokluzem, spadnutím či přetržením hnacích řemenů, řetězů apod.). Naproti tomu průběh proudu je v pracovní oblasti téměř lineárně úměrný momentu a stoupá až do momentu zvratu (nejvyšší místo na momentové charakteristice). Od tohoto místa moment klesá, ale proud stoupá dále až téměř

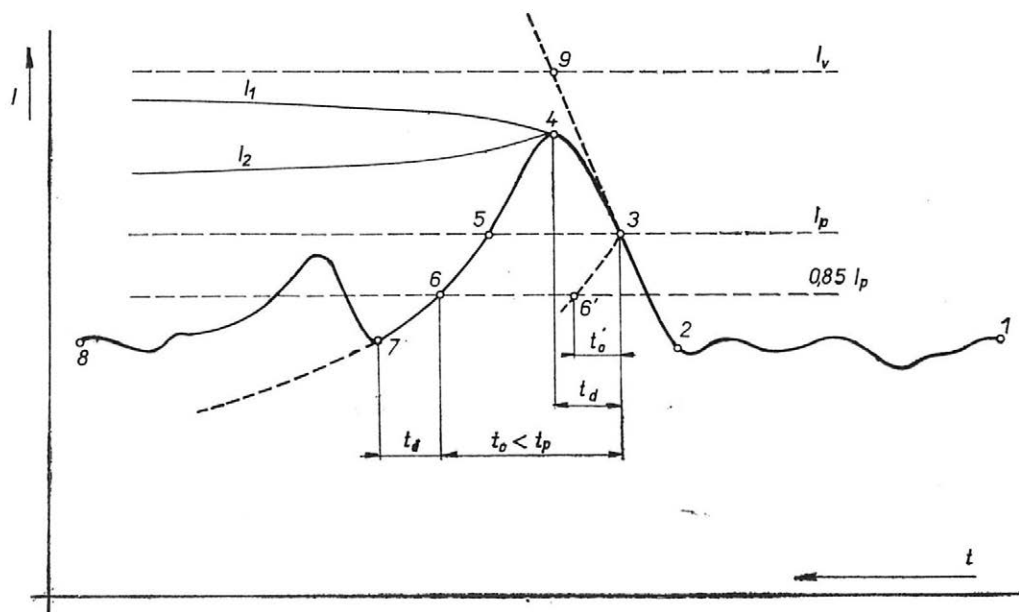


1. Momentová charakteristika trojfázového asynchronního motoru nakrátko

na sedminásobek své jmenovité hodnoty při nulových otáčkách (zabrzdném motoru). Je zřejmé, že průběh proudu velmi dobře a jednoznačně charakterizuje každý stav elektromotoru. Pro základní jištění je proto nejvhodnější používat proudových relé, která jsou poměrně jednoduchá, levná a nastavitelná s vysokou přesností.

ROZBOR PRŮBĚHU PROCESU A VLASTNOSTI JISTÍČÍHO ZAŘÍZENÍ

Správné nastavení proudových relé lze určit jen na základě podrobné znalosti průběhu technologického procesu. Nejběžnější je pořizování registračního záznamu elektrického příkonu, z něhož lze pomocí pracovních charakteristik hnacího elektromotoru odvodit odpovídající průběh proudu. V rozmezí 50 až 150 % zatížení motoru je možné s přípustnou chybou považovat proud a příkon za přímo úměrné.

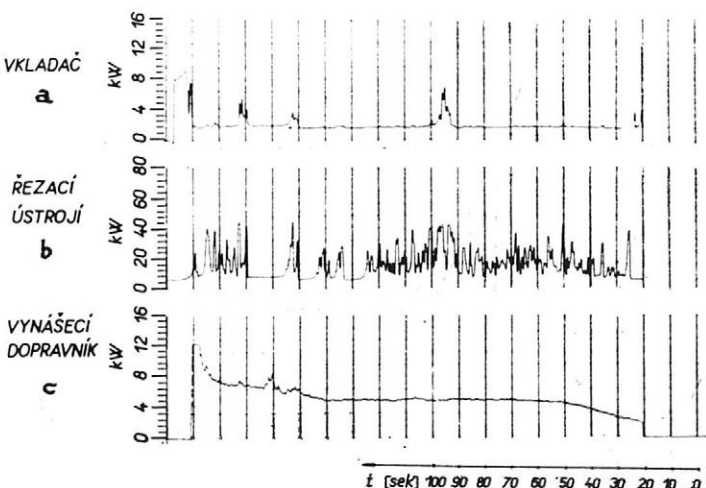


2. Schema průběhu přetížení pracovního orgánu

Na obr. 2 je schematicky znázorněn obecný průběh proudu při práci stroje. Ve shodě se záznamem pořizovaným registračními přístroji je osa času t vyznačena zprava do leva.

Normální průběh v blízkosti maximálního zatížení je vyznačen mezi body 1—2 a 6—7—8. Nad ním je vyznačen interval přípustného provozního přetížení, jehož spodní hranici tvoří I_p (proud počínající přetížení) a horní hranici I_v (proud okamžitého vypnutí přetíženého orgánu). Z hlediska reakce orgánu rozlišujeme zablokování a přetížení materiálem. Zablokování se projevuje rychlým stoupnutím proudu podle čáry 2—3—9. U většiny pracovních orgánů k němu dochází jen mimořádně, např. při vniknutí cizího tělesa (kamene, kovové součásti) nebo není-li zaručen plynulý odběr materiálu (ucpání následného dopravníku, potrubí metače apod.). U linek na obtížně zpracovatelné materiály se někdy vyskytují i orgány se sklony k zablokování za normál-

ního provozu, např. válcový odlučovač kamenů nebo vkladáč stacionární řezačky (viz reprodukci registračního záznamu na obr. 3a). Při zablokování, které se projeví jako dosažení hranice I_p (v bodě 9), je nutno přetížený orgán okamžitě vypnout. Ve druhém případě — přetížení materiálem — má většina pracovních orgánů schopnost samovolného uvolnění, omezí-li se nebo zastaví-li se přísun materiálu do přetíženého místa. Impuls k zastavení je dán při dosažení hranice I_p — bod 3 (obr. 2). Při ideálním okamžitém zastavení probíhá uvolnění podle čáry 3—6'. Prakticky se tomu velmi blíží průběh odlehčení řezacího ústrojí při zastavení vkladáče stacionární řezačky. Po poklesu proudu na hodnotu $0,85 I_p$ (která odpovídá přídržnému poměru běžných proudových relé) v čase t_o' se automaticky obnovuje přísun materiálu.



3. Ukázky registračních záznamů příkonu typických strojů a orgánů

Je-li za vypnutým místem ještě další článek s určitou zásobou materiálu, např. vkladací šnek u metače, zatížení zpočátku dále stoupá v úseku 3—4 po dobu t_d (dopravní zpoždění), než dojde k vyprázdnění vloženého článku od materiálu. Ve srovnání s předchozím případem je celkový čas odeznění t_o delší a skládá se z dopravního zpoždění t_d , času, potřebného k odeznění přídavného přetížení (4—5) a času k dosažení zapínací hodnoty jistícího relé (5—6, to-
tožný s t_o').

V okamžiku 6 se obnovuje přísun materiálu, ale odlehčování jištěného orgánu ještě pokračuje po dobu t_d (6—7), než se přisune nový materiál. Potom často následuje další špička, způsobená zbytkem shluku materiálu v preventivně zastavené části linky, která může způsobit i několikrát další vypnutí, dokud se veškerý nadměrný materiál nezpracuje.

Popsaný jev má charakter běžného krátkodobého přetížení, které po zastavení přísunu materiálu do přetíženého místa samovolně odezní v čase t_o' (je-li $t_d = 0$) nebo v čase t_o (při $t_d > 0$). Závažnější poruchový jev se vyznačuje tím, že po dosažení bodu 4 (obr. 2) zatížení i nadále stoupá (průběh proudu I_1) nebo je jeho pokles příliš pomalý (průběh proudu I_2), což se projevuje podstatným překročením času t_o nebo t_o' . V takovém případě je nutno zastavit přetížený orgán i tehdy, nedošlo-li k překročení I_p .

Z rozboru vyplývají tyto požadavky na uspořádání základního proudového jištění:

— při hrožícím zablokování či jiném nadměrném stoupnutí mechanického namáhání stroje (orgánu) a motoru (tj. při překročení I_v) zajistit okamžité vypnutí přetíženého orgánu;

— po dobu přípustného provozního přetížení (v intervalu mezi I_p a I_v) zastavit přísun materiálu;

— kontrolovat dobu zastavení přísunu a při neodeznění přetížení v přiměřeném čase vypnout i přetížený orgán.

Technicky lze vytvořit příslušné jištění dvěma proudovými relé o různém nastavení a jedním zpožděným relé.

Poměrně jednoznačné je ve všech případech určení proudu I_v . Nastavení se volí tak, aby se mohlo využít krátkodobé přetížitelnosti elektromotoru k překonání přetížení, ale zároveň aby se nedosahovalo nadměrných hodnot proudu (maximální moment je omezen tvarem charakteristiky). Tomu zpravidla vyhovuje nastavení na dvojnásobek jmenovitého proudu ($I_v = 2 I_n$).

Výjimečně (u často a silně přetěžovaných motorů) lze nastavení zvýšit až na proud odpovídající momentu zvratu (obr. 1). Při stanovení I_v jsou tedy rozhodující vlastnosti motoru.

Pro volbu I_p je směrodatný průběh provozního zatížení. U strojů s vyrovnaným příkonem, jako jsou např. dopravníky (srovnej obr. 3c) se volí $I_p = I_n$, protože za předpokladu, že je správně stanoven výkon elektromotoru, je každé podstatnější překročení jmenovitého proudu známkou přetížení pracovního stroje. Je možné i nastavení $I_p < I_n$, jsou-li důvody ke zmenšení mechanického namáhání stroje (nepřekročení určité hodnoty).

Opačným extrémem je velmi silně proměnlivý průběh příkonu, jakým se vyznačuje např. řezací ústrojí řezačky při zpracování pícnin (obr. 3b). Okamžité hodnoty proudu se značně odlišují od jeho střední hodnoty. Nastavení I_p blízké I_n by mělo za následek neustálé narušování provozu. Proto se v tomto případě volí I_p blízko I_v , např. $I_p = 0,8 I_v$. Pro stanovení I_p není tedy jednoznačné kritérium a záleží na kvalifikovaném posouzení průběhu zatížení stroje.

Totéž platí pro stanovení t_o nebo t_o' (obr. 2). Průběh přetížení mívá tvar obvyklý u přechodových jevů, tj. velkou počáteční strmou náběhu (čára 2—3), která se ve vyšších hodnotách zmírňuje (3—4). Odezdnívání jeví zpočátku prudší (4—5) a potom mírnější pokles (6—7 a podle čárkovaného průběhu). Hodnota t_p (doba časového překrytí odeznívání t_o) je totožná s nastavenou dobou zpoždění časového relé a volí se s dostatečnou rezervou, aby spolehlivě překryla i případy nejdelšího odeznívání, např. $t_p = 2 t_{o \max}$ nebo $t_p = 3 t_{o' \max}$. Vychozí hodnoty t_o , t_o' se nejlépe stanoví z dostatečného počtu přímých měření a jsou v nich pro jednotlivé stroje a orgány značné rozdíly. Např. u řezačkových linek se t_o pohybuje řadově od 10^{-1} s (u řezacího ústrojí bubnové řezačky při vysokém nastavení $I_p = I_v = 2 I_n$) přes 10^0 s (vkladač, rozpojovací válce dávkovacího dopravníku) až po 10^1 s (šikmý vynášecí mechanický dopravník). Dlouhé dopravníky s nízkou postupnou rychlostí materiálu se vyznačují relativně malým podílem t_d a velmi dlouhou dobou odeznívání 4—6 (obr. 2). Možnosti zkrátit tuto dobu ovlivněním průběhu přetížení (např. zvýšením rychlosti dopravníku) jsou omezené, protože progresivně pojaté dopravníky již nyní využívají maximálních rychlostí, přípustných s ohledem na spolehlivé vyvádění materiálu na konci dopravníku apod. Reálným řešením zkrácení t_o je přechod na citlivější proudová relé (s vyšší hodnotou zapínacího proudu, např. 0,9—0,95 I_p). Některé proudové prvky mají i hodnotu přídržného poměru rovnou 1.

Až dosud uvažované schéma průběhu přetížení a odpovídající způsob jištění platí obecně. Ve zvláštních případech se některé fáze průběhu nevyskytují, nebo jsou silně potlačeny a v důsledku toho se může technicky zjednodušit i jištění vypuštěním některých prvků.

Jedno proudové relé bez zpožďovacího členu je postačující u dvou typů zatížení. První se vyskytuje u orgánu se sklonem k zablokování (válcový odlučovač kamenů), kde zpravidla nedochází k fázi mírného přetížení a proud náhle dosáhne hranice I_p . Z hlediska překonání co největších špiček bez zastavení provozu se volí nastavení nadproudového relé co nejbližší hodnotě $I_v = 2 I_n$. Zablokovaný orgán se zpravidla uvolňuje reverzací (tlačítkem, výhledově automaticky), pro kterou musí mít hnací motor dostatečnou rezervu záběrového (rozběhového) momentu. Je zřejmé, že tento moment bude úměrný množství a míře slisování vniklého materiálu, a tím i momentu (proudu), při jakém došlo k předchozímu vypnutí. Z tohoto hlediska je žádoucí volit I_v spíše nižší a správné nastavení je kompromisem mezi oběma hledisky. Proud I_v je vždy možné snížit (a tím i záběrový moment relativně zvětšit) natolik, aby uvolnění orgánu reverzací nečinilo potíže. Nezbytným předpokladem je samozřejmě pracovní orgán o dostatečné výkonnosti a správně dimenzovaný elektromotor.

Podobný charakter zatížení (obr. 3a) a stejné uspořádání jištění má i samostatně poháněný vkladáč řezačky.

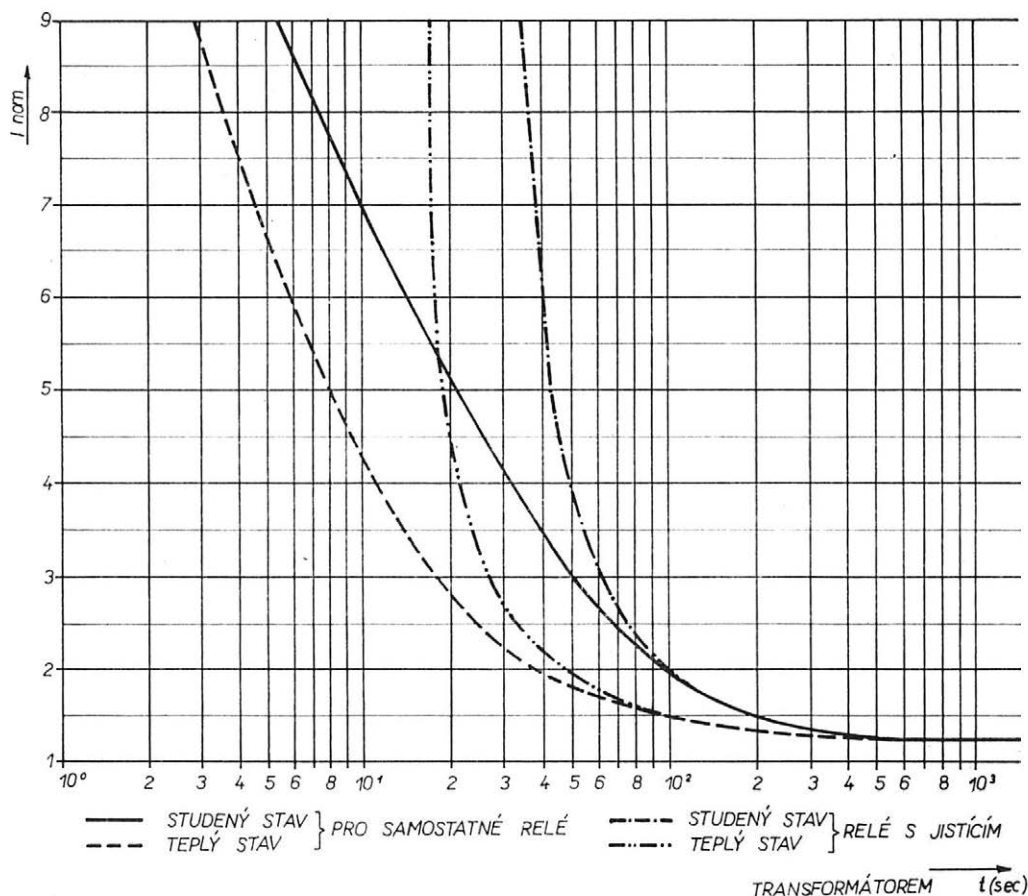
Druhý typ zatížení, vhodný pro řešení jediným relé, se vyskytuje u páso- vých dopravníků. Vyznačuje se malými změnami příkonu v závislosti na hmotnostním průtoku materiálu (plochou pracovní charakteristikou). Daleko větší vliv na příkon má napnutí dopravních pásů a znečištění (obalení) hnacích a vodicích válců propadaným materiálem. V těchto pracovních podmínkách je správně dimenzovaný motor zatěžován nejvýše svým jmenovitým proudem a jakékoli zvýšení je známkou poruchy, vyžadující okamžité zastavení dopravníku. Proti orgánům se sklony k zablokování je rozdíl pouze v nastavení vypínacího proudu — $I_v = I_n$.

Dalším poměrně řídkým typem je pozvolný růst zatížení bez možnosti zablokování orgánu (odpovídá pravé polovině obr. 3c). Vyskytuje se např. u paprskového rozravnáče a vybírače materiálu v silážních a senážních věžích. Cizí těleso tlačené před rozhrnovacími orgány nebo nadměrný materiál způsobí pouze přetížení pod hranici I_p . Jistící zařízení se potom skládá pouze z proudového relé indukujícího I_p a zpožďovacího relé pro vypnutí orgánu po uplynutí času t_p .

Úplným jištěním (dvěma proudovými a jedním zpožďovacím relé) zásadně vybavujeme všechny rotační pracovní orgány s vysokou obvodovou rychlostí a se schopností samovolného uvolňování (řezací ústrojí řezaček, odhazová kola metačů, rozpojovací válce dávkovacích dopravníků) a všechny nákladné a příkonově náročné stroje. Obr. 3 dokumentuje účelnost automatického jištění u šikmého vynášecího mechanického dopravníku píce do silážních věží. V prvních 30 vteřinách probíhá postupné zaplňování dopravníku a následuje 90vteřinový ustálený chod. Potom dochází ke zvýšení hmotnostního průtoku a zaplnění celého profilu dopravníku materiálem. V důsledku tření o horní stěnu se část materiálu opožďuje a neúměrně přepřlňuje spodnější sekce, v nichž se materiál slisovává. Tím se neustále zvyšuje pracovní odpor dopravníku a vyvolává lavinový vzrůst příkonu (levý konec záznamu 3c). Včasné omezení pří- sunu materiálu nebo vypnutí při přetížení má velký význam, protože každé poškození a oprava dopravníku má za následek několikahodinový provozní vý-

padek. V daném případě je návratnosti nákladů na jištění dosaženo již při jeho jediném zapůsobení.

Vedle technologického zařízení jistí popsané uspořádání proudových relé s bohatou rezervou i hnací elektromotor, což vyplývá z porovnání s vypínacími časy běžného jisticího nadproudového relé na tepelném principu (obr. 4). Podobné vypínací charakteristiky mají i motorové jističe (jsou stanoveny normou ČSN 35 34 16).



4. Vypínací charakteristiky jisticích nadproudových relé R 100, R 101

Technologické proudové jištění vypíná s minimálním zpožděním (řádově 10^{-2} až 10^{-1} s podle typu proudového relé a typové velikosti použitého stykače) při každém proudu větším než I_p (obr. 2), který je zpravidla roven $2 I_n$. Naproti tomu běžné jisticí tepelné relé (obr. 4) vypíná dvojnásobek jmenovitého proudu nejdříve až za 40 vteřin, trojnásobek za 18, čtyřnásobek za 11 atd. a sedminásobek (odpovídající zabrzděnému stavu většího motoru) nejdříve za 4,5 vteřiny. Podobně v intervalu přípustného provozního přetížení mezi I_p a I_v (čemuž zpravidla odpovídá I_n až $2 I_n$) vypíná proudové technologické jištění za vteřiny až desítky vteřin, zatímco jisticí nadproudové relé jmenovitý proud nevypíná vůbec, proud $1,5 I_n$ za 90 až 200 s a proud $2 I_n$ za 40 až 100 s.

Z porovnání vyplývají dva důležité závěry:

- technologické proudové jištění vypíná (zejména v oblasti velkých nadproudů $\geq 2 I_n$) jištěné zařízení podstatně rychleji než je třeba s ohledem na nadměrné oteplování motorů,

- běžná nadproudová jističí relé jsou vzhledem ke své pomalé vypínací charakteristice prakticky nepoužitelná k účelům technologického jištění.

Doplň-li se proudové technologické jištění o další proudový prvek, vznikne kombinace jističí také proti přerušení silového obvodu a proti chodu na dvě fáze. Tím je dokonale jištěn i elektromotor.

V projektech ucelených technologických linek se jištění začleňuje do celkové soustavy zabezpečení, ovládání a blokování, čímž je zajištěno mj. zastavení všech článků přísunujících materiál do přetíženého místa i postupný rozběh celé preventivně zastavené části linky po odeznění přetížení nebo trvalé odstavení se signalizací poruchy při přetížení závažnějšího rázu. Jednou z jeho vedlejších výhod je, že nepotřebuje ruční vybavení pro obnovu funkce.

Osvědčuje se jako účinný prostředek zajišťující bezporuchovost zařízení a plynulost provozu. Má předpoklady k rozšíření ve všech strojních zařízeních stacionárního charakteru v kontinuálních i nekontinuálních procesech a operacích. K návrhu technického řešení jištění je třeba přistupovat s podrobnou znalostí technologického procesu, na jejímž základě se stanoví vhodný typ (uspořádání) jištění a stanoví se jeho optimální parametry.

Až dosud bylo jištění aplikováno poloprovodně na několika linkách typu samovyprazdňovací vůz — metač, dávkovací dopravník — metač, dávkovací dopravník — stacionární řezačka — metač nebo dávkovací dopravník — řezačka — vynášecí mechanický dopravník — rozrovnávač siláže, a to vždy s velmi dobrým výsledkem. První sériově vyráběnou aplikací je jištění v automatikách pro zásobníkový dávkovací dopravník DoD-3 se stavebnicovou návazností na automatiky ostatních strojů řezačkových a metačových linek.

L i t e r a t u r a

FRANKEN H., 1966, Jištění elektromotorů. SNTL Praha.

KREMNIČAN K., 1959, Pojistky a jističe. SVTL Bratislava.

PÁZRAL E., 1973, Automatizační prostředky linek se stacionární řezačkou. Zpráva 1021, VÚZT Praha-Řepy.

ZEMAN S., 1965, Jističí a ochranné přístroje. SNTL Praha.

—, 1966, Jističí nadproudové relé typu R 100, R 101. Katalog ZSE č. 12 636, Praha.

—, —, Pracovní a momentové charakteristiky motorů řady F. MEZ Frenštát p. R.

—, —, Norma ČSN 35 34 16.

Došlo dne 22. 5. 1974

ПАЗРАЛ Э. (Научно-исследовательский институт сельскохозяйственной техники, Прага-Ржепы, Чехословакия). Метод определения параметров основного защитного электрического автомата технологического оборудования. Зем. техника 20 (8) : 479-487, 1974.

Автор обосновывает необходимость нового подхода к защитному электрическому автомату стационарного оборудования особенно у непрерывных линий с электрическим приводом и описывает основной выключатель тока, который в отличие от обычного выключателя электродвигателя, обеспечивает, прежде всего, непрерывность технологического процесса

« предохраняет рабочие органы от механического повреждения при перегрузке. Автор анализирует обычный процесс перегрузки, специфицирует фазы кратковременной допустимой и недопустимой эксплуатационной перегрузки и приводит общие критерии выбора предельных сверхтоков и времени выключения с опозданием. Приводит примеры рабочих органов с тенденцией к блокировке и со способностью самопроизвольного освобождения после предшествующей автоматической остановки подачи материала. Автор анализирует особые случаи перегрузки, у которых отсутствует, или сильно подавлена некоторая фаза, и обращает внимание на возможность соответствующего упрощения в устройстве выключателя.

автоматический выключатель; непрерывность технологического процесса; допустимая и недопустимая перегрузка; критерии выбора параметров

PÁZRAL E. (Research Institute of Agricultural Engineering, Praha-Řepy, Czechoslovakia). *Method of Determining the Parameters of Basic Automatically-controlled Technological Equipment*. Zem. technika 20 (8) : 479-487, 1974.

The author discusses the necessity of a novel approach to the automatic protection of stationary equipment, particularly continual lines, with electric drives, and describes basic circuit breakers which, as compared with the current protection of electromotors, enables continuousness of the technological process and prevents mechanical damage of the working parts in the case of overloads. He analyzed the general course of overloading, specifies various phases of short-term permitted and excessive overloading in operation, and gives general criteria for the choice of excess currents and times of break delay. He gives examples of working parts which are susceptible to blocking and automatic release if the supply of material is temporarily stopped. He also analyzes current overloads with one of the phases missing or substantially suppressed, and draws attention to possibilities of suitable simplifying the arrangement of circuit breakers.

automatic circuit breakers; continuity of the technological process; permitted and excessive overloads; criteria of parameter selection

PÁZRAL E. (Forschungsinstitut der Landtechnik, Praha-Řepy, Tschechoslowakei). *Methode für die Bestimmung der Parameter der grundlegenden automatischen Absicherung von technologischen Anlagen*. Zem. technika 20 (8) : 479-487, 1974.

Der Verfasser begründet den Bedarf eines neuen Herangehens an die automatische Sicherung von ortsgebundenen Anlagen, bzw. Fließstrecken mit elektrischem Antrieb und beschreibt die grundlegendste Stromsicherung, die im Gegensatz zu den üblichen Absicherung des Elektromotors vor allem auf die Sicherung der Stetigkeit des technologischen Prozesses und Sicherung gegen mechanische Beschädigung der Arbeitsorgane bei der Überlastung gerichtet ist. Er analysiert den allgemeinen Belastungsablauf, spezifiziert die Phasen einer kurzzeitig zulässigen und unzulässigen Betriebsüberlastung und gibt Rahmenkriterien für die Wahl von Grenzüberströmen und Zeiten der verzögerten Ausschaltung an. Er führt Beispiele für Arbeitsorgane mit der Neigung zur Verriegelung und mit der Fähigkeit einer spontanen Lockerung nach vorherigen automatischen Einstellung des Materialnachschiebes auf. Er erörtert besondere Überlastungsfälle, bei denen irgendeine Phase fehlt oder stark unterdrückt wird und weist auf Möglichkeiten einer entsprechenden Vereinfachung in der Anordnung der Absicherung hin.

automatische Absicherung; Stetigkeit des technologischen Prozesses; zulässige Überlastung; Kriterien der Parameterwahl

Adresa autora:

Ing. Emil Pázral, CSc., Výzkumný ústav zemědělské techniky, K šancím 50, 163 07 Praha 6 - Řepy

Upozorňujeme čtenáře, že v čísle 9 časopisu
Zemědělská technika
budou uveřejněny články :

D u c h o P., K u b i n a L.: Vplyv pracovných mechanizmov dáv-
kovacích strojov objemových krmív na rovnomernosť prúdu
krmiva

B l a ž e k J.: Teorie a funkční výpočet pásových nadžlabových
dopravníků

M e j k a l Č.: Dopravník sypkých a granulovaných krmiv s drátě-
nou spirálou a jeho použití pro dávkovací krmné zařízení pro
prasata

K o l á ř K.: Vhodnost typu dojíren a jejich zhodnocení z hlediska
dojení větších počtů dojníc

V e n k r b e c L., N e j e d l ý J.: Nová technika a technologické
prvky v chovu a výkrmu prasat a jejich vliv na potřebu lidské
práce

Rubrika

H u t l a D.: Biologické zpracování hnoje pro zkrmování

VPLYV PROSTREDIA NA PRECHODOVÝ ODPOR OVLÁDACÍCH PRVKOV

A. Izakovič

Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra

IZAKOVIČ A. *Vplyv prostredia na prechodový odpor ovládacích prvkov.* Zem. technika 20 (8) : 489-498, 1974

Klimatickým namáhaním v prirodzených podmienkach v prevádzkach živočíšnej výroby boli získané základné údaje o dynamických charakteristikách prechodových odporov ovládacích elektrických prvkov. Výsledky experimentálnych meraní ukázali, že v reálnych podmienkach pôsobí na kontakty ovládacích prvkov celý rad faktorov, predstavovaných určitými parametrami prostredia, ako aj parametrami vyplývajúcimi z funkčnej činnosti kontaktov. Proces znehodnotenia je dlhodobý dej, má zákonitý charakter podmienený vrbou povrchových vrstiev mechanickým a elektrickým namáhaním kontaktov. Vzájomné pôsobenie tohto inhibičného a stimulačného procesu spôsobuje krátkodobú a dlhodobú vratnosť degradačného procesu.

prostredie stajní; prechodový odpor; spínacie elektrické prístroje; erózia kontaktov

Určujúcim činiteľom degradačného procesu v priestoroch pre živočíšnu výrobu je vysoká relatívna vlhkosť vzduchu, dosahujúca často rosného bodu, spolu s chemickým znečistením NH_3 , H_2S , CO_2 , ako aj striedavé pôsobenie týchto činiteľov.

Pri automatizácii pracovných procesov môžu mať nepriaznivé následky poruchy spínania, t. j. poruchy funkcie, ktoré nie sú spôsobené chybnými prístrojmi, ale spojmi, čo sa môže prejaviť nevykonaním, alebo nesprávnym vykonaním daného povelu.

Otázka objektívneho prístupu k spoľahlivosti spínacích a ovládacích prístrojov si vyžaduje získať podklady z reálnych podmienok, aby na základe nich mohol byť vypracovaný model urýchlených laboratórnych skúšok.

Teóriu prechodového odporu kontaktu a jeho praktickú aplikáciu podľa súčasných predstáv podáva Holm (1958). Veľkosť prechodového odporu pri stykovej ploche o polomere a v jednom kontaktnom člene určuje zo vzťahu:

$$R_s = \frac{\rho}{4a} \quad (\Omega)$$

Tvar a rozmery stykových plôšok určuje podľa Hertzových vzorcov. Kruhovú plôšku, vzniknutú pri styku dvoch gúl, alebo gule s rovinou má polomer stykovej plochy daný vzťahom:

$$a = \sqrt[3]{\frac{3}{4} F \left(\frac{1 - \sigma_1^2}{E_1} + \frac{1 - \sigma_2^2}{E_2} \right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)^{-1}} \quad (\text{m})$$

Hertzové vzorce platia iba pre pružnú deformáciu materiálov. Ak je medza pružnosti prekročená, môžeme určiť pre rovnaký prípad polomer stykovej plochy zo vzťahu:

$$a = \sqrt{\frac{F}{\pi H}} \quad (\text{m})$$

Uvedené vzťahy predpokladajú čiste kovový povrch kontaktných materiálov. Celkový prechodový odpor za prítomnosti cudzích vrstiev je daný súčtom odporu čistého styku a odporu cudzích vrstiev.

$$R_k = R_s + R_p \quad (\Omega)$$

kde

$$R_p = \frac{\rho \cdot d}{\pi a^2} \quad (\Omega)$$

Uvedené vzťahy predpokladajú kruhovú dosadaciú plochu a sú podmienené radom konštant kontaktných materiálov, cudzích vrstiev, ktoré sa môžu značne meniť s obsahom nečistôt a spôsobom spracovania.

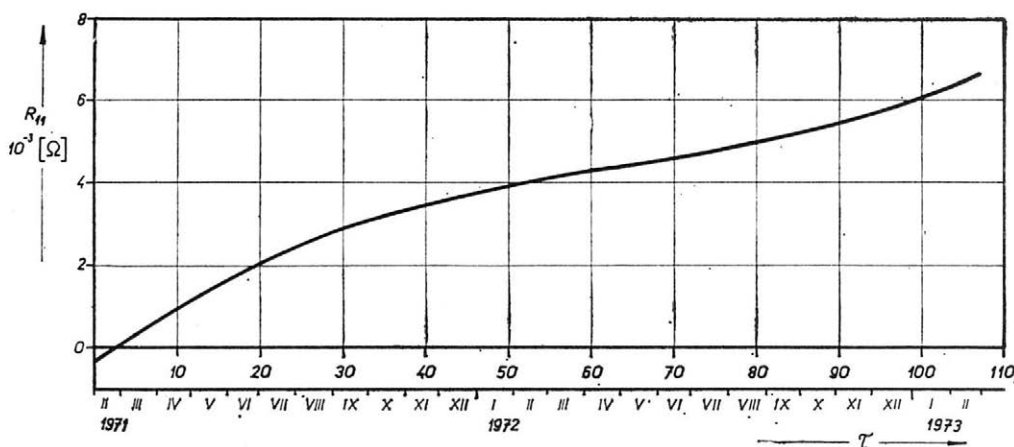
Cieľom experimentálnych meraní bolo získať základné informácie o prechodných a trvalých zmenách prechodových odporov kontaktných členov tlačidlových ovládačov D 6, exponovaných v troch charakterovo odlišných prevádzkových objektoch živočíšnej výroby.

METODIKA

Miestom prirodzeného stárnutia boli prevádzky MSCPV v Nitre — Horná Mačanta, a to:

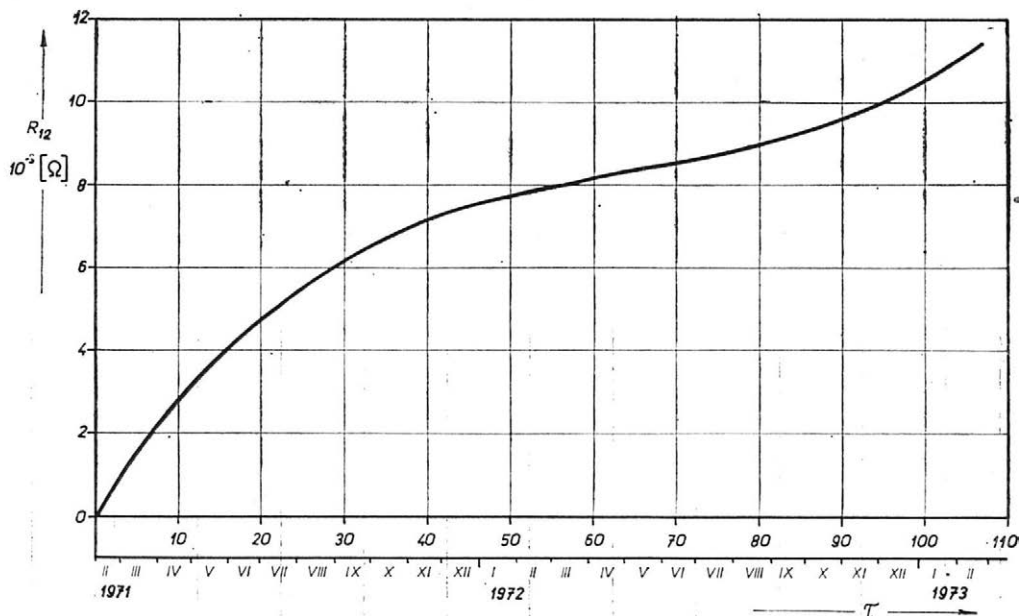
1. krmiareň maštale s voľným ustajnením,
2. výkrmňa mladého dobytky s väzným ustajnením,
3. prípravovňa krmiva pre voľné ustajnenie.

V uvedených objektoch boli inštalované tlačidlové ovládače v rozvádzačoch s krytím IP 44. Čas expozície: 107 týždenných cyklov. Sledovaný súbor: 12 prechodových odporov

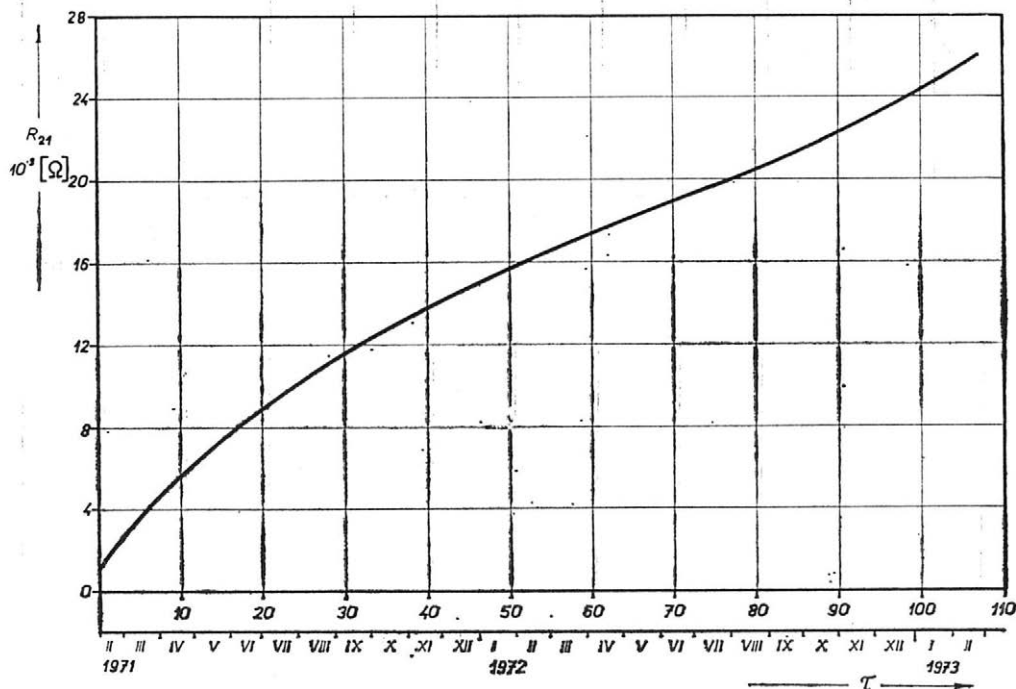


1. Závislosť prechodových odporov R_{11} cyklicky spinaných elektricky nezatažovaných na čase expozície

cyklicky spínaných elektricky zatažovaných ($U = 220 \text{ V}$, $I = 1 \text{ A}$, $\cos \varphi = 0,5$). 12 prechodových odporov cyklicky spínaných elektricky nezatažovaných. Na riadenie pracovnej činnosti sa použilo dlhodobé kontinuálne časové relé TMP 3. Čas jedného pracovného



2. Závislost prechodových odporov R_{12} cyklicky spínaných elektricky zatažovaných: $U = 220 \text{ V}$, $I = 1 \text{ A}$, $\cos \psi = 0,5$ na čase expozície

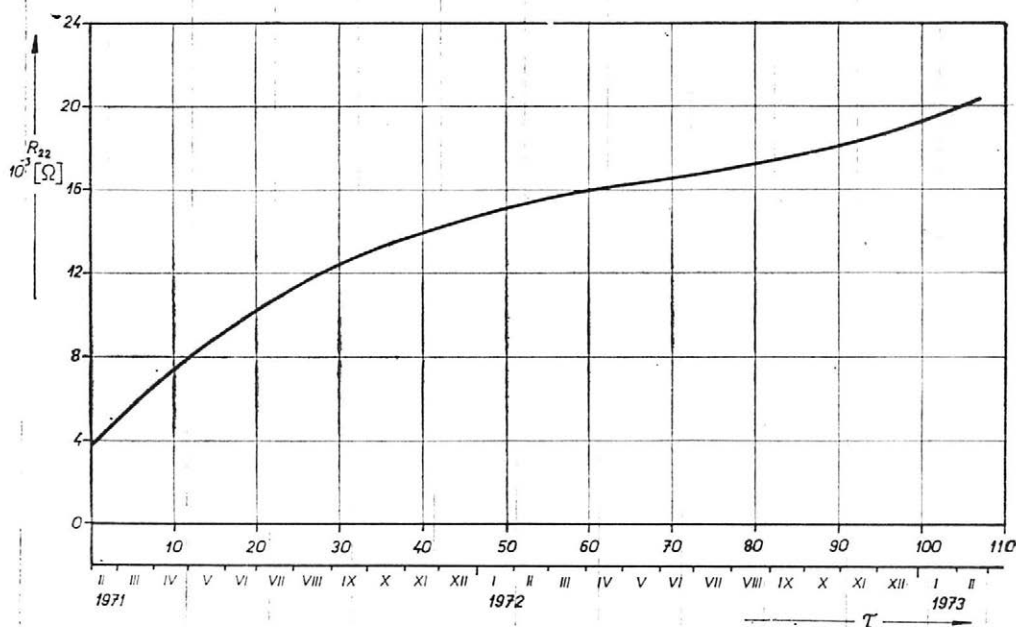


3. Závislost prechodových odporov R_{21} cyklicky spínaných elektricky nezatažovaných na čase expozície

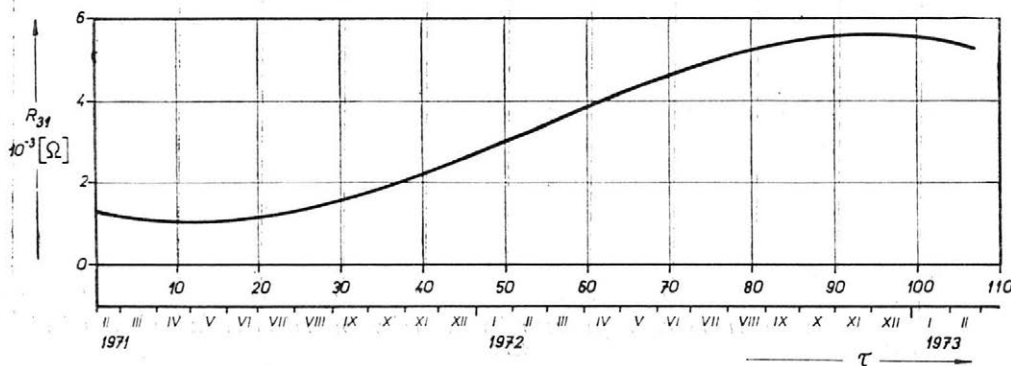
cyklu bol 180 min. Zatažovateľ pracovného cyklu bol zvolený 10 %. Pre meranie prechodových odporov kontaktov sa použila Voltampérová metóda. Meranie prechodových odporov kontaktov cyklicky spínaných, elektricky zatažovaných sa uskutočnilo pri konštantnom prúde, $I = 1$ A. Meranie prechodových odporov cyklicky spínaných elektricky nezatažovaných sa realizovalo pri konštantnom úbytku napätia $\Delta U = 10$ mV. Ako zdroj pri meraní sa použila batéria o napätí $U = 12$ V s kapacitou 75 Ah. Na sledovanie priebehu teploty a relatívnej vlhkosti vzduchu v skúšobných rozvádzačoch sa použil termohygrograf.

VÝSLEDKY

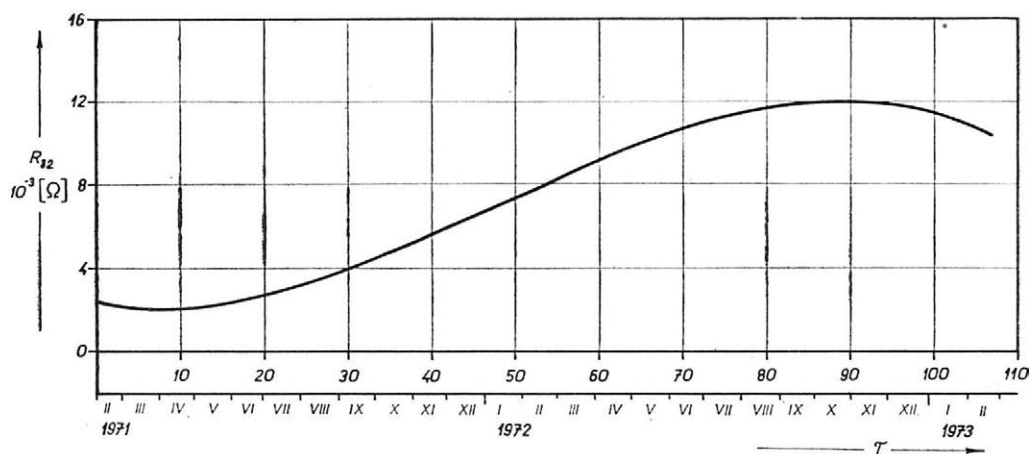
Pre spracovanie experimentálnych meraní sa vychádza z daného štatistického súboru prechodových odporov kontaktov pre jedno stykové miesto. Na vyjadrenie vplyvu jed-



4. Závislosť prechodových odporov R_{22} cyklicky spínaných elektricky zatažovaných: $U = 220$ V, $I = 1$ A, $\cos \psi = 0,5$ na čas expozície



5. Závislosť prechodových odporov R_{31} cyklicky spínaných elektricky nezatažovaných na čas expozície



6. Závislosť prechodových odporov R_{32} cyklicky spínaných elektricky zafazovaných: $U = 220 \text{ V}$, $I = 1 \text{ A}$, $\cos \psi = 0,5$ na čase expozície

notlivých činiteľov je použitá metóda viacnásobných lineárnych korelácií sledovaných nezávislých veličín, ktoré nadobúdajú obecný analytický tvar:

$$y_1 = a_1 + b_1 t_1 + c_1 \varphi_1 + d_1 \tau$$

$$y_2 = a_2 + b_2 t_2 + c_2 \varphi_2 + d_2 \tau$$

$$y_3 = a_3 + b_3 t_3 + c_3 \varphi_3 + d_3 \tau$$

kde: a_1, a_2, a_3 — predstavuje vplyv prevádzkových činiteľov v rozbere neuvažovaných, vrátane náhodného kolísania

b_1, b_2, b_3 — predstavuje vplyv činiteľa teploty

c_1, c_2, c_3 — vplyv činiteľa relatívnej vlhkosti

d_1, d_2, d_3 — vplyv činiteľa času expozície prostredia 1, 2, 3

Priemerné hodnoty teploty vzduchu za sledované obdobie:

$$\bar{x}_{t1} = 14,97^\circ \text{C}$$

$$\bar{x}_{t2} = 16,4009^\circ \text{C}$$

$$\bar{x}_{t3} = 13,1759^\circ \text{C}$$

Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti vzduchu za sledované obdobie:

$$\bar{x}_{\varphi1} = 80,3426 \%$$

$$\bar{x}_{\varphi2} = 82,5370 \%$$

$$\bar{x}_{\varphi3} = 75,2500 \%$$

Rovnice viacnásobných lineárnych korelácií $R_i = f(t_i, \varphi_i, \tau)$ sú v tab. I.

Parametre jednoduchých nelineárnych regresí obecného analytického tvaru

$$y = a + bx + cx^2 + dx^3$$

sú počítané metódou najmenších štvorcov zo sústavy normálových rovníc.

Vypočítané parametre kubickej paraboly závislosti prechodových odporov na teplote sú uvedené v tab. II.

I. Rovnice viacnásobných lineárnych korelácií

$R_i = f(t_i, \varphi_i, \tau)$	ξ
$R_{11} = 0,8858 - 0,1166 t_1 + 0,0269 \varphi_1 + 0,0465 \tau$	0,9040
$R_{12} = 1,2771 - 0,1089 t_1 + 0,0778 \varphi_1 + 0,0706 \tau$	0,8750
$R_{21} = 5,7233 - 0,1640 t_2 + 0,0224 \varphi_2 + 0,1973 \tau$	0,9021
$R_{22} = 3,9936 - 0,0747 t_2 + 0,0574 \varphi_2 + 0,1256 \tau$	0,8507
$R_{31} = 0,9848 - 0,0516 t_3 - 0,0016 \varphi_3 + 0,0578 \tau$	0,8652
$R_{32} = 0,3092 + 0,0033 t_3 + 0,0030 \varphi_3 + 0,1169 \tau$	0,8495

II. Parametre kubickej paraboly závislosti prechodových odporov na teplote

$R_i = f(t_i)$	Index korelácie
$R_{11} = 13,9895 - 1,4778 t_1 + 0,0730 t_1^2 - 0,0014 t_1^3$	0,6317
$R_{12} = 20,9124 - 1,7854 t_1 + 0,0695 t_1^2 - 0,0009 t_1^3$	0,5604
$R_{21} = 9,9332 + 3,4754 t_2 - 0,3093 t_2^2 + 0,0070 t_2^3$	0,4333
$R_{22} = 22,9188 + 0,0698 t_2 - 0,0794 t_2^2 + 0,0024 t_2^3$	0,4174
$R_{31} = 2,9426 + 0,3664 t_3 - 0,0322 t_3^2 + 0,0006 t_3^3$	0,3519
$R_{32} = 14,9339 + 0,3140 t_3 - 0,1524 t_3^2 + 0,0087 t_3^3$	0,2789

III. Parametre kubickej paraboly závislosti prechodových odporov na relatívnej vlhkosti vzduchu

$R_i = f(\varphi_i)$	Index korelácie
$R_{11} = -90,7954 + 3,6638 \varphi_1 + 0,0477 \varphi_1^2 + 0,0002 \varphi_1^3$	0,2845
$R_{12} = -2,9928 + 0,3041 \varphi_1 - 0,0038 \varphi_1^2 + 0,0001 \varphi_1^3$	0,3126
$R_{21} = -1533,3340 + 58,5917 \varphi_2 - 0,7357 \varphi_2^2 + 0,0031 \varphi_2^3$	0,2415
$R_{22} = -1368,3530 + 51,9037 \varphi_2 - 0,6471 \varphi_2^2 + 0,0026 \varphi_2^3$	0,3106
$R_{31} = 69,7667 - 2,8298 \varphi_3 + 0,0384 \varphi_3^2 - 0,0002 \varphi_3^3$	0,3514
$R_{32} = 67,2001 + 2,7674 \varphi_3 - 0,2606 \varphi_3^2 + 0,0074 \varphi_3^3$	0,2273

V tab. III sú uvedené vypočítané parametre kubickej paraboly závislosti prechodových odporov na relatívnej vlhkosti vzduchu.

Vzhľadom na skutočnosť, že nelineárne regresie sa počítali zo 107 dvojíc pozorovaní, možno ich považovať za štatisticky významné na hranici 95% pravdepodobnosti.

V tab. IV sú uvedené parametre kubickej paraboly prechodových odporov v závislosti na čase expozície.

Z výsledkov analýzy vyplýva, že prechodové odpory kontaktov nie sú v lineárnej korelácií s časom expozície. Prechodové odpory vykazovali krátkodobú a dlhodobú

vratnosť. Krátkodobá vratnosť sa prejavila pri pravidelnom sledovaní niekoľkých meraní za sebou, dlhodobá vratnosť sa prejavila po niekoľkomesačnom čase expozície. Variabilita sledovaného súboru nie je ustálená. Variačné koeficienty nadobúdajú hodnot, uvedených v tab. V.

IV. Parametre kubickej paraboly prechodových odporov v závislosti na čase expozície

$R_i = f(\tau)$	Index korelácie
$R_{11} = -0,3304 + 0,1552 \tau - 0,0019 \tau^2 - 0,00001 \tau^3$	0,8805
$R_{12} = 0,0404 + 0,3123 \tau - 0,0044 \tau^2 + 0,00002 \tau^3$	0,9044
$R_{21} = 1,3222 + 0,4644 \tau - 0,0046 \tau^2 + 0,00002 \tau^3$	0,9074
$R_{22} = 3,7211 + 0,4067 \tau - 0,0047 \tau^2 + 0,00002 \tau^3$	0,8762
$R_{31} = 1,3080 - 0,5519 \tau + 0,0026 \tau^2 - 0,00002 \tau^3$	0,8195
$R_{32} = 2,2868 - 0,0672 \tau + 0,0052 \tau^2 - 0,00004 \tau^3$	0,8807

V. Variačné koeficienty

R_i	R_{11}	R_{12}	R_{21}	R_{22}	R_{31}	R_{32}
$v (\%)$	21,01	41,60	44,80	33,80	35,82	48,23

DISKUSIA

Teória prechodového odporu kontaktov bola viacerými autormi prepracovaná (Holm 1958, 1967, Evans 1948, Merl 19..). Teoreticky odvodené vzťahy zahrňujú rad materiálových konštánt, ako aj konštánt cudzích vrstiev. Priame meranie prechodových odporov možno považovať za jednoduchšie a presnejšie. Meranie prechodového odporu dovoľuje nielen staticky (z hľadiska spoľahlivosti) hodnotiť, ale aj z hľadiska fyzikálnych mechanizmov posúdiť priebeh znehodnotenia kontaktov.

Príznačné pre početné medzinárodné špecifikácie pre skúšky kontaktov je, že buď túto základnú fyzikálnu vlastnosť elektrických spojení obchádzajú, alebo že snahy po vytvorení jednotných záväzných metód pre určité typy kontaktov nie sú koordinované (Hyde 1967, IEC-255-1, Höft 1967, ČSN 35 4150). Čo sa týka merania dynamického prechodového odporu kontaktov, stáva sa otázka ešte zložitejšia, pretože nijaká z prác nezaujíma k tejto otázke kritické stanovisko.

Znehodnocovanie nadobúda zákonitý charakter a je dôsledkom interakcie medzi kontaktným materiálom a prostredím. Uplatňuje sa tu najmä tvorba povrchových vrstiev, ale aj elektrotermická a mechanická erózia. Prechodové odpory podliehajú stálym zmenám, čo sa prejavilo značným variačným rozpätím sledovaných súborov.

Na základe teoretického rozboru dejov, ktoré prebiehajú v elektrickom obvode pri vypínaní (Cigánek 1956) možno usudzovať, že erózia bude tým intenzívnejšia, čím bude väčšia intenzita pretekaného prúdu a indukčnosť obvodu. Naopak, ohmický odpor

inhibuje tvorenie oblúka. Dá sa očakávať, že pomer indukčnosti k odporu bude dôležitým faktorom určujúcim rozsah výboja medzi kontaktmi. Pri pokuse sa použil jeden druh záťaže: $U = 220 \text{ V}$; $I = 1 \text{ A}$; $\cos \varphi = 0,5$. Frekvencia spínania bola taktiež konštantná. Zmena pracovného režimu a zmena frekvencie spínania kvalitatívne ovplyvňujú proces znehodnotenia.

Znehodnotenie, a teda i zmeny, ktorými sa tieto znehodnotenia prejavujú, majú štatistický charakter, pretože v priebehu skúšky nie je možné pri množstve parametrov, ktoré vyvolávajú znehodnotenie kontaktov alebo ovplyvňujú zmenu prechodového odporu, zaistiť stálosť a reprodukovateľnosť.

Na základe výsledkov experimentálnych meraní možno ďalej usudzovať, že proces znehodnotenia prechodových odporov je dlhodobý dej, ktorý sa prejavuje prechodnými a zároveň trvalými znehodnoteniami, pričom sa prejavila krátkodobá a dlhodobá vratnosť degračného procesu.

Z Á V E R

V reálnych podmienkach poľnohospodárskej prevádzky pôsobí na kontakty elektrických ovládacích prvkov rad faktorov predstavovaných určitými parametrami prostredia. Okrem toho sa diferencovane prejavujú parametre vyplývajúce z funkčnej činnosti kontaktov. Znehodnotenie je závislé od času expozície a pracovného režimu kontaktov. Tieto stereokinetické podmienky determinujú špecifické faktory znehodnotenia kontaktov, a to mechanické namáhanie a namáhanie elektrickým oblúkom. Klimatické namáhanie v prirodzených podmienkach najlepšie reprodukuje pôsobenie mikroklimy. Výsledky experimentálnych meraní bude možné použiť pre porovnanie s výsledkami urýchlených laboratórnych skúšok v namodelovanom prostredí.

Použité označenie

- R_{p1} — prechodový odpor kontaktov tlačidlových ovládačov cyklicky spínaných elektricky nezaťažovaných ($\text{m}\Omega$)
- R_{p2} — prechodový odpor kontaktov tlačidlových ovládačov cyklicky spínaných elektricky zaťažovaných
 $U = 220 \text{ V}$, $I = 1 \text{ A}$, $\cos \varphi = 0,5$ ($\text{m}\Omega$)
- $p = 1$ kŕmiareň mašale s voľným ustajnením
- $p = 2$ výkrmňa mladého dobytky s väzným ustajnením
- $p = 3$ prípravovňa krmiva pre voľné ustajnenie
- v_i — variačný koeficient (%)
- i — i -ty prechodový odpor
- t — teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)
- φ — relatívna vlhkosť vzduchu (%)
- τ — čas expozície (cyklus)
- ζ — korelačný koeficient

Literatúra

- BLAHNÍK R., 1968, Nepriama metóda skúšky vlhkým teplom. Elektrotechnický obzor 6 : 425.
- BLAHNÍK R., 1967, Metódy skúšok životných prvkov pomocného relé. Výskumná správa VÚSE č. Z — 1967.
- CIGÁNEK L., 1956, Elektrické prístroje spínacie, ochranné a riadiace. SNTL Praha.

- EVANS U. R., 1948, Electrical contacts. The effect of atmospheric corrosion. Metal Industry 2 : 10-13.
- HOLM R., 1958, Electric Contacts Handbook. Springer Verlag, Berlin — Göttingen, — Heidelberg.
- HOLM R., 1967, Electrical Contacts: Theory and Application. 4th edd. New York.
- HÖFT H., 1967, Fragen der Zuverlässigkeit von elektrischen Kontakten. Nachrichtentechnik 17 : 200.
- HYDE N. E., 1967, Reliability of Electromechanical Switching Devices — An Engineer's Views. Microelectronics and Reliability 6, 2 : 81.
- NOVOTNÝ B., 1972, Skúšobné metódy pre skúšky kontaktných materiálov. Technika elektrických prístrojov 3.
- MERL W., 19??, Der elektrische Kontakt. Wissenschaftliche Grundlagen und ihre Anwendungen. Laboratorien der Firma Dürrwächter-Doduco, Pforzheim.
- RYCHTERA M., 1964, K problematike atmosférického znehodnocovania elektrických zariadení. ČSAV.
- TURNER H. W., TURNER C., 1967, Physics of Electrical Contacts. 1. Factors in Contact Performance. Electrical Times : 461.

Došlo dne 22. 5. 1974

ИЗАКОВИЧ А. (Сельскохозяйственный институт, Нитра, Чехословакия). Влияние среды на переходное сопротивление элементов управления. Zem. technika 20 (8) : 489-498, 1974.

При нагрузке среды в естественных условиях животноводства были получены основные данные о динамических характеристиках переходных сопротивлений электрических элементов управления. Результаты экспериментальных измерений показали, что в реальных условиях на контакты элементов управления действует целый ряд факторов, представленных определенными параметрами среды, а также параметрами, вытекающими из функциональной деятельности контактов. Процесс обесценения длительный имеет закономерный характер, обусловленный образованием поверхностных слоев от механического и электрического напряжения контактов. Взаимодействие этих ингибиционного и стимуляционного процессов вызывает кратковременную и длительную обратимость процесса деградации.

среда животноводческих помещений; переходное сопротивление; электрические приборы с переключателями; эрозия контактов

IZAKOVIČ A. (Agricultural College, Nitra, Czechoslovakia). Effect of the Environment on the Contact Resistance of Control Devices. Zem. technika 20 (8) : 489-498, 1974.

Climatic stressing under operational conditions of animal production made it possible to gain basic information on the dynamic parameters of contact resistance of controlling electric elements. The results of experimental measurements showed that under operational conditions the contacts of control elements are affected by a number of factors based on various environmental parameters as well as those ensuing from the function of the contacts themselves. The process of deterioration is a long-term affair, which has a set character based on the formation of surface layers due to mechanical and electrical stressing of the contacts. The mutual interaction of this combines inhibitive and stimulating process causes short-term and long-term reversibility of the degradation process.

environment of stables; contact resistance; electrical switching devices; erosion of contacts

IZAKOVIČ A. (Landwirtschaftliche Universität, Nitra, Tschechoslowakei). Einfluß der Umwelt auf den Übergangswiderstand von Steuerelementen. Zem. technika 20 (8) : 489-498, 1974.

Durch klimatische Beanspruchung unter natürlichen Bedingungen in den Betrieben der tierischen Produktion wurden Grundangaben über dynamische Charakteristiken der Übergangswiderstände von elektrischen Steuerelementen gewonnen. Die Ergeb-

nisse der Experimentalmessungen ließen erkennen, daß unter realen Bedingungen auf die Kontakte der Steuerelemente eine Reihe von Faktoren einwirkt, die durch bestimmte Umweltparameter sowie durch die aus der Funktionstätigkeit der Kontakte sich ergebenden Parameter dargestellt werden. Der Prozeß der Entwertung ist eine langdauernde Erscheinung und hat ein gesetzmäßiges Charakter, das durch die Bildung von Oberflächenschichten infolge der mechanischen und elektrischen Kontaktenbeanspruchung bedingt wird. Die gegenseitige Einwirkung dieses Hemmungs- und Stimulierungsprozesses verursacht eine kurz- und langzeitige Umkehrbarkeit des Abbauprozesses.

Stallumwelt; Übergangswiderstand; elektrische Schaltgeräte; Erosion von Kontakten

Adresa autora:

Ing. Anton I z a k o v i č, Vysoká škola poľnohospodárska, 949 67 Nitra

AUTOMATIZACE SNÍMÁNÍ DOJICÍCH SOUPRAV

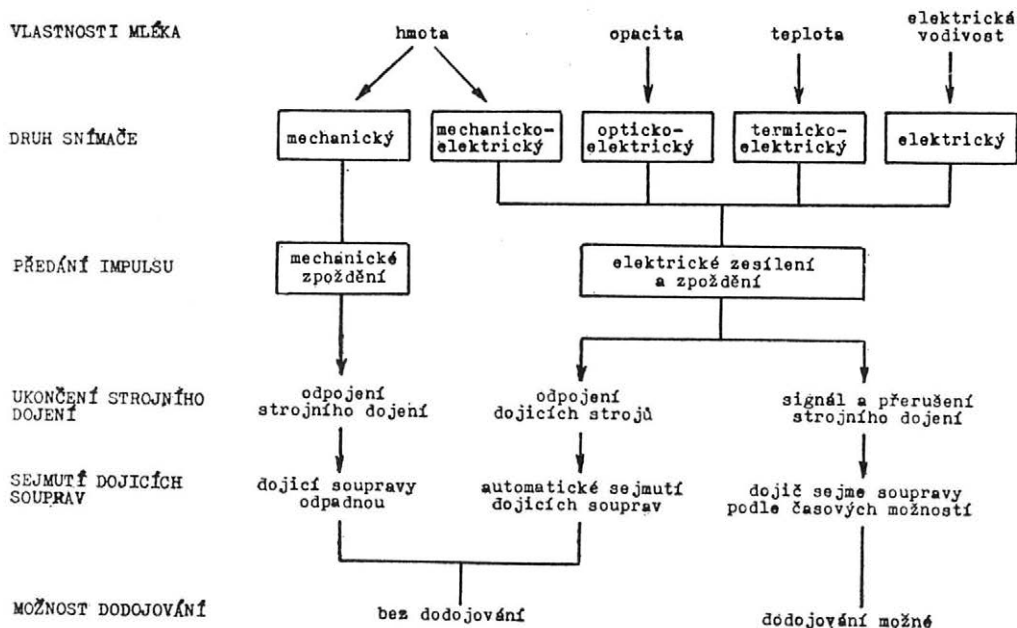
V otáčivé nebo průchodní dojárně, kde má jeden pracovník na starosti větší počet dojicích souprav, a tím i větší počet dojníc, je dojič stále znovu stavěn před důležité rozhodnutí, totiž volbu okamžiku, kdy je nutno dojící soupravu sejmut. Dojnice musí být dobře vydojena, nesmí však být dojena naprázdno.

Ve snaze po větším výkonu — větší počet krav na osobu za časovou jednotku — pokouší se i výrobce dojicích strojů najít systém nebo systémy, kde by se dojiči psychicky ulevilo tím, že by byl zbaven tohoto rozhodování a přesto se riziko dojení naprázdno a poškození vemene co nejvíce omezilo. Z hlediska techniky dojení a práce je to důležitá věc. Je to jakoby krok zpět k individuální pozornosti, které se dříve dojnici dostávalo.

První otázkou, kterou si stroj musí položit, je otázka, kdy je kráva vydojena, tj. kdy je vhodná doba k sejmutí dojící soupravy.

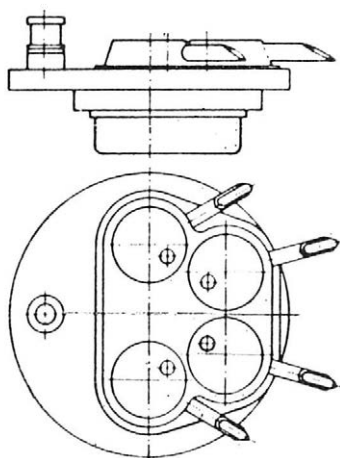
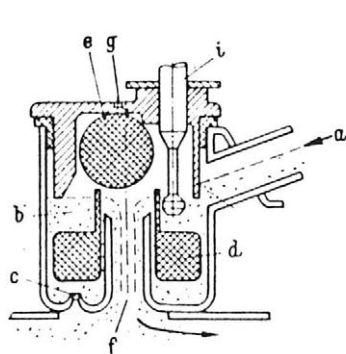
TECHNICKÉ SYSTÉMY MĚŘICÍCH SNÍMAČŮ PRŮTOKU MLÉKA

Dojení naprázdno lze zabránit tím, že se dojící proces po skončení průtoku mléka automaticky přeruší. Lze to provést různými způsoby. Vyjde-li se z fyzikálních vlastností mléka, jako je váha, barva, teplota a elektrická vodivost, lze použít mechanických, mechanicko-elektrických, opticko-elektrických, termicko-elektrických a elektrických snímačů (obr. 1).



1. Měřicí snímače a regulační ústrojí k automatickému odpojování dojicích souprav pro ukončení dojícího procesu

Mechanický snímač řídí dojení proces plovákovým systémem. Obr. 2 ukazuje americký výrobek „Perfection“ v provozní poloze: mléko přitéká v místě *a* (od struku) do nádržného prostoru *b*, kde je podtlak. Dokud je přítok mléka v místě *a* větší než odtok otvorem *c*, mléko se nadržuje a prstencovým plovákem *d* se udržuje kulový ventil *e* otevřený. Takto otevřenou ústřední trubkou se udržuje podtlak v nádržném prostoru a ve strukovém násadci a současně se odsává mléko. Vytéká-li ke konci dojení otvorem *e* více mléka z nádržného prostoru *b* než přitéká v místě *a*, klesne hladina mléka v nádržném prostoru, a tím i prstencový plovák; tím odpadne ventilová kulička, uzavře centrální otvor a současně uvolní malý vzduchový otvor *g* ve víku nádržného prostoru, takže se podtlak zruší a strukový násadec spadne z vemene. Před počátkem dojení se pak musí kulový ventil *e* páčkou *i* zvednout, aby se uzavřel vzduchový otvor *g* a otevřela se ústřední trubka k vytvoření podtlaku. Konstrukce je však komplikovaná a jednak působí velké potíže při čištění, jednak nezajišťuje vždy její funkce odpojování a spadávání jednotlivých strukových násadců.



2. Funkce mechanického snímače a odpojovacího ústrojí

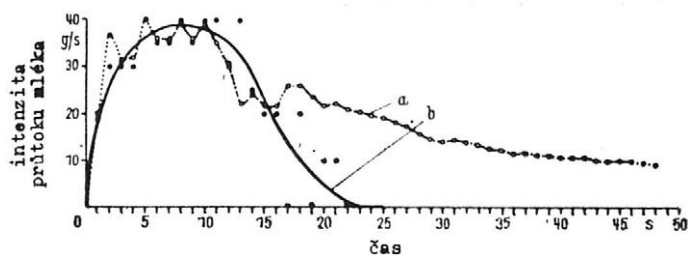
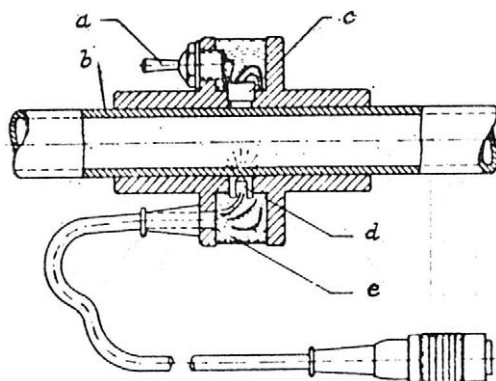
- a – přítok mléka od struku
- b – prstencová nádržná komora
- c – otvor v nádržné nádobě
- d – prstencový plovák (snímač)
- e – kulíkový ventil
- f – ústřední odtoková trubice k mléčné hadici
- g – vzduchový otvor
- i – páčka k otvírání kulíkového ventilu

Při pokusech se však osvědčily takové elektrické snímače, jejichž činnost spočívá na zakalení světla a na elektrické vodivosti mléka. Těmito snímači lze dojení proces po skončení průtoku mléka přerušit mnohem spolehlivěji než u mechanického zařízení. Elektrické snímače působí přes zesilovače se zpoždovacím zapojením a přes regulační orgán. Přitom je možno volit ze tří konstrukčních stupňů. První stupeň spočívá v tom, že se skončení průtoku mléka oznamuje pouze světelným signálem; tím se ovšem jen usnadní dohled na dojení isoupravy, aniž by se vyloučilo dojení naprázdno. To je možné teprve tehdy, když se impulsu od měřicího snímače využije také k přerušení dojení procesu, aniž by se zrušil podtlak ve strukovém násadci. Dojení soupravy zůstává tedy přitom na vemeni a jakmile to pracovní rytmus dojení dovolí, zapne ještě jednou dojení, aby strojně dodojil a dojení soupravy pak sejmul. Podstatně jednodušší a z hlediska pracovní ekonomiky výhodnější řešení je možné, jestliže se vůbec nedododuje. Pak může být souprava automaticky sejmuta a odsunuta stranou. Jako ruční práce zůstává pak jen příprava dojnic a nasazování dojnic souprav. Tento způsob byl pokusně již uskutečněn. U elektrických systémů se používá jako snímačů fotočlánků nebo elektrod, které nepřicházejí buď vůbec nebo jen v nepatrné míře do styku s mlékem, takže nevznikají problémy s čištěním.

U snímačů s fotočlánky je fotočlánek umístěn ve vybrání stěny trubky z PVC, která je navlečena na průhlednou mléčnou hadičku; v protějším otvoru je upevněn světelný zdroj (obr. 3). Při průtoku mléka se odpor mění, takže přes zesilovač a po časovém zpoždění může být zaznamenáván konec průtoku mléka. Hodnoty křivky průtoku mléka a skutečný odběr mléka se přitom dostatečně shodují; pouze ke konci průtoku mléka se ukazují odchylky. Mléčný „škraloup“, který se tvoří na vnitřní stěně mléčné hadičky, způsobuje určité zpoždění, které je zvláště veliké při vodorovném prozáření, kdežto při svislém prozáření činí pouze 20 s (obr. 4 a 5).

3. Fotoelektrický snímač

- a — páčkový spínač
- b — průhledná mléčná hadice
- c — fotoelektrický odporový článek
- d — světelný zdroj
- e — umělá pryskyřice

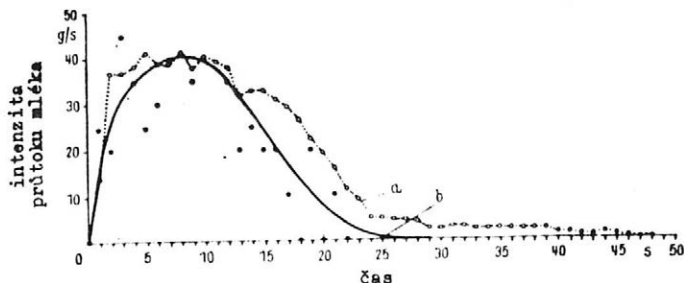


4. Srovnání křivky průtoku mléka, skutečného a naměřeného fotoelektrickým snímačem při vodorovné poloze trubice

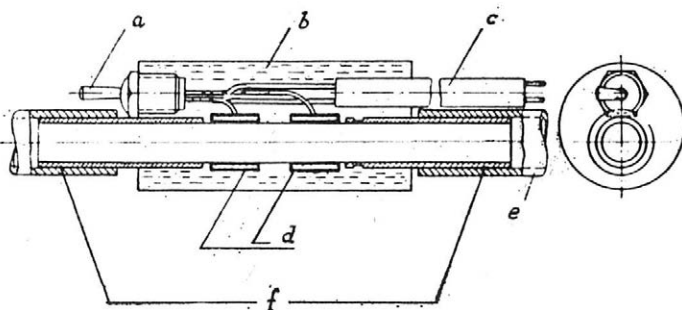
- a — měřeno fotoelektrickým odporovým článkem
- b — měřeno elektronickou vahou

5. Srovnání křivky průtoku mléka, skutečného a naměřeného fotoelektrickým snímačem při svislé poloze trubice

- a — měřeno fotoelektrickým odporovým článkem
- b — měřeno elektronickou vahou



Funkce tohoto zařízení je tedy velmi citlivá na polohu, což je nevýhoda, která nebyla pozorována při měření elektrodami.

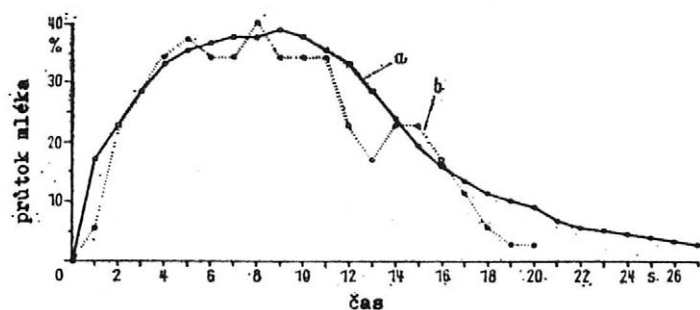


6. Snímač s elektrodami

- a — páčkový spínač
- b — litá pryskyřice
- c — kabel ke spínací skřínce
- d — elektrody
- e — mléčná hadice
- f — úchytky mléčné hadice

Měřicí snímač s elektrodou (obr. 6) se skládá ze dvou prstencových elektrod, které jsou umístěny v mléčném potrubí a na které se připojuje stejnosměrné napětí 4 V. Při průtoku mléka vzniká mezi oběma elektrodami kontakt. Po skončení průtoku mléka se kontakt přeruší a dojení se vypojí. Elektrodový snímač umožňuje poměrně přesné měření nejen průtoku mléka ale i množství mléka (obr. 7).

Obě měřicí křivky jsou ve velké míře shodné, což stačí nejen k tomu, aby po skončení průtoku mléka byl přerušen proces dojení, ale také k řízení podtlaku a pulsátoru podle okamžitého množství odsávaného mléka. Tím by se mohly vytvořit technické předpoklady pro optimalizaci strojního odběru mléka.



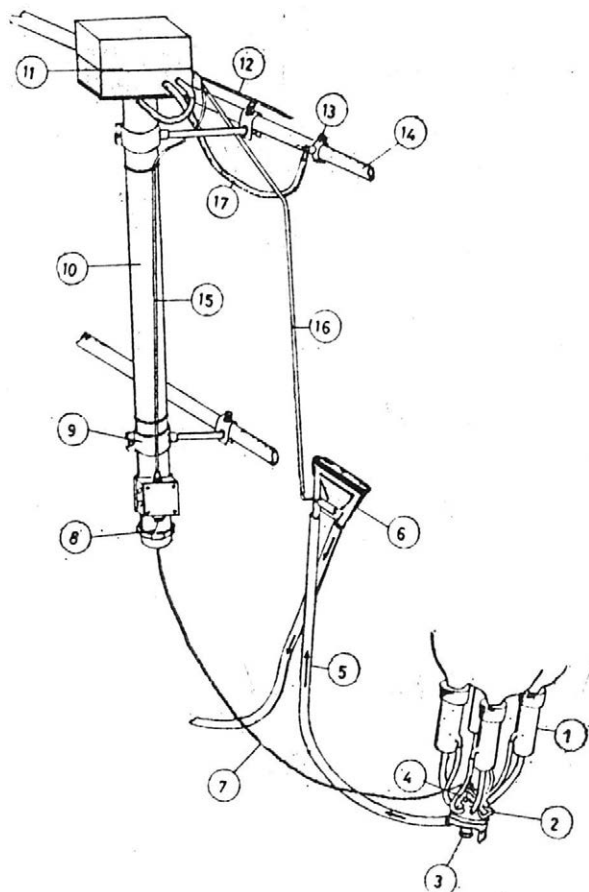
7. Srovnání křivky průtoku mléka, skutečného a naměřeného elektrodovým snímačem
a — hodnoty měřené snímačem
b — hodnoty měřené elektronickou váhou

AUTOMATICKÁ SNÍMACÍ ÚSTROJÍ

Automatická snímací zařízení se dodávají téměř pro všechny značky dojicích strojů. Princip je v podstatě vždy stejný. Základem je měřicí snímač průtoku mléka, který signalizuje okamžik, kdy je průtok mléka přerušen nebo kdy je menší než $0,2 \text{ kg min}^{-1}$; tehdy lze dojnici považovat za vydojenou.

8. Automatické snímací ústrojí dojicí soupravy Manus

- 1 — dojicí souprava
- 2 — rozdělovač
- 3 — pouzdro ventilu
- 4 — vzduchový ventil
- 5 — mléčná hadička
- 6 — snímač průtoku mléka
- 7 — tažná šňůra
- 8 — spouštěcí knoflík
- 9 — připevňovací třmen
- 10 — podtlakový válec
- 11 — skříňka s regulačním ústrojím
- 12 — napájecí elektrický kabel 24 V
- 13 — regulační ventil podtlaku
- 14 — podtlakové potrubí
- 15 — elektrický kabel k spouštěcímu knoflíku
- 16 — elektrický kabel k snímači průtoku mléka
- 17 — podtlaková hadice



U snímacího zařízení dává měřicí snímač průtoku mléka signál nebo povel řídicí jednotce v okamžiku, kdy se průtok mléka sníží. Na obr. 8 je jako příklad znázorněno automatické snímací ústrojí firmy Manus. Řídicí jednotka je umístěna v malé skříňce 11, která obsahuje přívod podtlaku, magnetické ventily a časové relé. Časové relé je stavitelné. Řídicí jednotka ovládá pracovní válec. Válec je zavěšen většinou visle nad okrajem manipulačního prostoru, někdy však bývá také ve vodorovné poloze. Ve válci 10 se pohybuje píst, k němuž je připevněna šňůra 7, spojená s rozdělovačem 2. Vyšle-li měřicí snímač průtoku mléka 6 signál, že průtok klesl pod určitou hodnotu, uvede se magnetickými ventily k válci podtlak. Píst ve válci se začne vytahovat a šňůra zatáhne za mléčný kohoutek v rozdělovači. Tím se umožní přístup vzduchu, podtlak pod struky se zruší a dojení souprava se sejme.

Rychlost snímání je určena rychlostí, jakou se píst vysouvá z válce. Rychlost nesmí být příliš velká, poněvadž by mohla polekat dojnice. Tažná síla však musí být dostatečná k tomu, aby sejmula dojení soupravu a uzavřela mléčný kohout. Z dosavadních zkoušek vyplývá, že je nutný válec o vnitřním průměru nejméně 38 mm a zdvihu nejméně 800 mm, aby byly splněny tyto požadavky.

Aby bylo možné připojit dojení soupravy a průtok mléka nechat vystoupit nad kritickou hodnotu, musí být automat přechodně vyřazen z činnosti. To obstarává časové relé v řídicí skříňce 11, které zajišťuje přechodnou dobu, během níž lze nasadit strukové násadce a zesílit průtok mléka, která však je kratší než nejkratší strojní čas. Obsáhlé studie a pozorování ukázala, že na tuto přechodnou dobu je nutno počítat dvě minuty.

Z různých příčin se může proud mléka během dojení přechodně přerušit. V takovém případě by mohl být vyslán povel k sejmutí dojení soupravy. Tomu je nutno zabránit tím, že se zavede druhá přechodná doba. Kromě toho se musí ponechat určitá časová rezerva mezi okamžikem indikace, kdy průtok mléka je přerušen, a sejmutím v okamžiku, kdy je kráva vydojena. U mechanického měřicího snímače s plovákem a s dostatečným objemem, například 150 cm³, je doba pohybu plováku postačující pro tuto druhou přechodnou dobu. U jiných systémů se řídí elektricky po dobu nejméně 10 vteřin.

Existují ovšem i jiné systémy indikace průtoku mléka a snímání, všechny však vycházejí z podobných technických principů.

POŽADAVKY NA DOJICÍ STROJ

Snímací zařízení musí vyhovovat vysokým požadavkům na spolehlivost a při zkoušce je nutno tomu věnovat zvláštní pozornost. Podmínkou úspěchu automatického snímání je, aby dojení stroj sám plně vyhovoval daným normám. Vývěva musí mít dostatečnou rezervu výkonu, průměry potrubí musí této rezervě odpovídat, potrubí nesmí mít žádné vyvýšeniny a zúženiny, podtlak nesmí příliš kolísat a nesmí unikat vzduch. Zvláště u zařízení, které je již delší dobu v používání, se doporučuje instalaci nejdříve dobře proměřit a přizpůsobit kde je to nutné. Je také důležité, aby se u automatických systémů našel vyhovující kompromis mezi dobře vydojující strukovou návlečkou a strukovou návlečkou, která nesklouzává. Přitom se musí klást ovšem důraz na dobré vydojování.

VYUŽITÍ AUTOMATICKÝCH SNÍMANÝCH DOJICÍCH SOUPRAV

Při prvním používání automatizovaných dojicích souprav v praxi se vyskytlo mnoho technických problémů; tak například ještě neuspokojovala manipulace s dosavadními tvary výkvných ramen. Jako velmi nedostatečná se ukázala také izolace elektrických snímačů a regulačních mechanismů. Kromě toho se velmi často vyskytovaly poruchy působením povrchových proudů. Tyto problémy je třeba nejprve vyřešit, neboť použitím automatizovaných dojicích souprav lze očekávat značné úspory pracovního času, jak vyplynulo z různých pracovních studií. Výhody zařízení se ovšem plně projeví teprve při dobré organizaci práce. Pak může podle výpočtů pracovní síla s 20 dojicemi soupravami podojit až 100 dojnic za hodinu. To však není ve stejné míře možné u všech forem dojení. U rybinové dojírny (např. s osmi stánkami) obsluhuje jedna pracovní síla střídavě čtyři až pět

dojicích souprav, čímž je umožněn pracovní výkon 40 dojnic za hodinu. Při použití dojicích souprav s automatickým snímáním je možné vybavit stejnou rybinovou dojírnu osmi až deseti dojícími soupravami; tak lze pracovní výkon zvýšit na 55 až 75 dojnic za hodinu. Další zvyšování výkonu je v rybinové dojírně podmíněno větším počtem dojicích stání na jednoho dojiče; tím se však v této formě dojírny značně zvětší délka nutných pochůzek a kromě toho se ještě ztíží kontrola dojicích souprav.

Tyto potíže odpadají u kruhových dojíren, které dovolují plynulou práci, neboť v tom případě dojnice kolem dojiče projíždějí. Karuselová dojírna s šesti stáními a šesti dojícími soupravami neumožňuje ovšem ještě zvýšení pracovního výkonu. Teprve ve velkých karuselových dojírnách nebo v dojírně s pohyblivými boxy jsou možné větší dojící výkony než v rybinové dojírně; v nich lze výhody automaticky snímaných dojicích souprav plně využít, neboť pak je možno dosáhnout nejvyššího výkonu, i když je nutné si uvědomit, že celkový výkon může záviset ještě na dalších operacích, jako je např. příprava dojnic.

Vladimír Sulek

Výzkumný ústav zemědělských strojů, Praha-Chodov

Literatura

- PEN C. L., SCHÖN H., SEMMLER K. O., Entwicklung und Anwendung teilautomatisierter Melkzeuge. Grundlagen der Landtechnik 23, 1:18-22.
VELTMAN P. F., KERHOF J. A., 1973, Automatisch afnemen van melkstellen. Landbouwmeechanisatie 24, 11:1049-1053.

Došlo dne 22. 5. 1974

Rukopis odevzdán k tisku 14. 6. 1974 – Podepsáno k tisku 12. 11. 1974

OBSAH

Haš S.: Automatizace pracovních procesů	437
Pick E.: Příklady použití automatizace u mobilních energetických prostředků	439
Souček J.: Regulace pracovní rychlosti sklízecí mlátičky	447
Šeda J., Musílek L., Pešout M., Šantrůček J.: Radionuklidové čidlo pro rozlišení hlíz brambor od hrud a kamenů	465
Pázral E.: Metoda stanovení parametrů základního automatického jištění technologických zařízení	479
Izakovič A.: Vplyv prostredia na prechodový odpor ovládacích prvkov	489
Zemědělská technika v praxi	
Sulek V.: Automatizace snímání dojících souprav	499

СОДЕРЖАНИЕ

Пик Э.: Примеры применения автоматизации у мобильных энергетических средств	444
Соучек Й.: Регулирование рабочей скорости зерноуборочного комбайна	462
Шеда Й., Мусилек Л., Пешоут М., Шантручек Й.: Радионуклидовый чувствительный элемент для отделения клубней картофеля от комьев и камней	476
Пазрал Э.: Метод определения параметров основного защитного электрического автомата технологического оборудования	486
Изакович А.: Влияние среды на переходное сопротивление элементов управления	497

CONTENT

Pick E.: Possibilities of Using Automation Devices in Mobile Energy Generators	444
Souček J.: Regulation of Working Speed of Harvester Threshers	463
Šeda J., Musílek L., Pešout M., Šantrůček J.: Radionuclide Sensor for Discerning Potato Tubers from Soil and Stones	477
Pázral E.: Method of Determining the Parameters of Basic Automatically-controlled Technological Equipment	487
Izakovič A.: Effect of the Environment on the Contact Resistance of Control Devices	497

INHALT

Pick E.: Anwendungsbeispiele der Automatisierung bei mobilen energetischen Mitteln	445
Souček J.: Regelung der Arbeitsgeschwindigkeit eines Mähdreschers	463
Šeda J., Musílek L., Pešout M., Šantrůček J.: Radionuklidfühler zur Abgrenzung der Kartoffelknollen von Erdkluten und Steinen	477
Pázral E.: Methode für die Bestimmung der Parameter der grundlegenden automatischen Absicherung von technologischen Anlagen	487
Izakovič A.: Einfluß der Umwelt auf den Übergangswiderstand von Steuerungselementen	497

Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS — ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Lze též objednat u každé pošty i poštovního doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, oddělení vývozu tisku, Jindřišská ulice 14, 110 00 Praha 1. Vytiskl MÍR, novinářské závody, n. p., závod 6, Legerova ulice 22, 120 00 Praha 2.