

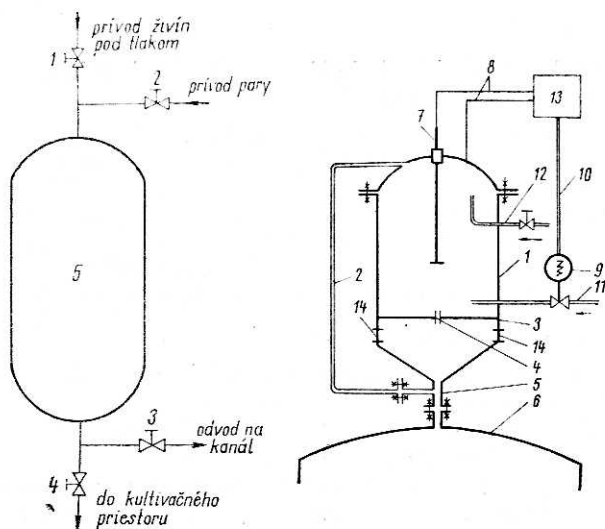
Dávkovacie zariadenie pre sterilné podmienky

PETER SYNOVEC, Biotika, n. p. Slovenská Lupča

683.562
68.028

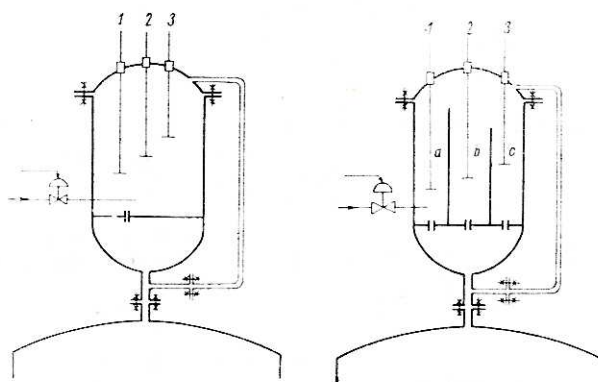
Technologický proces výroby antibiotík sa svojím celkovým charakterom podobá chemickým výrobám, resp. niektorým výrobám potravinárskym, no vyznačuje sa oproti nim jednou požiadavkou zásadného významu, ktorá značne ovplyvňuje ako strojné zariadenie, tak aj použiteľnosť bežnej meracej techniky a teda i riešenie automatizačných zariadení. Je to požiadavka sterility, ktorej nedodržanie je nemysliteľné nielen v konečnej fáze výroby u hotového preparátu, ale i v ostatných častiach výrobného procesu a najmä na jeho začiatku, pri fermentácii. A hoci je to požiadavka tvrdá a tradícia výroby nedlhá, bežná výroba na bázi klasických surovín nerobí mimoriadne ťažkosti ani po stránke výrobného zariadenia ako celku, ani po stránke riadenia procesu. V snahe po zvyšovaní výťažnosti a znižovaní nákladov, vyriešili sa technologicky nové výrobné postupy, ktoré však podmieňujú úpravy výrobného zariadenia, keďže nové suroviny nie je možné dodať v živnej pôde pre celú šaržu naraz ako doteraz, ale ich treba pridávať počas celej doby fermentácie postupne. Intenzita pridávania týchto živín nie je pritom počas celého procesu konštantná, ale sa mení podľa experimentálne stanovenej najvýhodnejšej krivky. Ide pritom o pridávanie roztokov, ktorých viskozita sa mení vo veľmi širokých medziach nielen podľa mernej hmotnosti (obsahu živín) ale i podľa teploty roztoku. V nádobe, do ktorej treba dávkovanie realizovať, panuje pritom pretlak, ktorý kolíše v rozmedzí 0,5 až 1,5 at, podľa momentálneho stavu procesu.

Ťažkosti vyplývajúce z týchto skutočností sa znásobujú už skôr uvedenou požiadavkou sterility, ktorej nedodržanie má za následok znehodnotenie výroby, a tým veľké národohospodárske straty, ďalej tým, že ide o pomerne malé množstvá pridávaných živín, ale s nárokmi na presné dávky, a konečne požiadavkou temer naprostej výrobné spoľahlivosti.



Obr. 1

Obr. 2

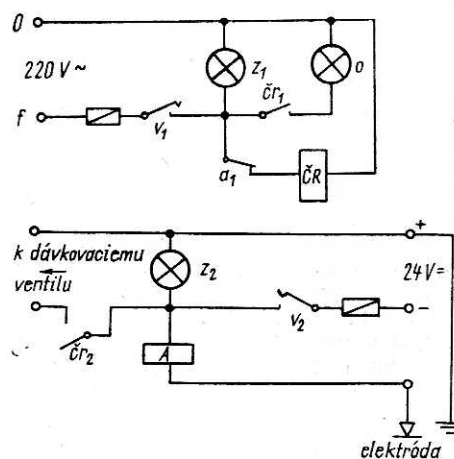


Obr. 3

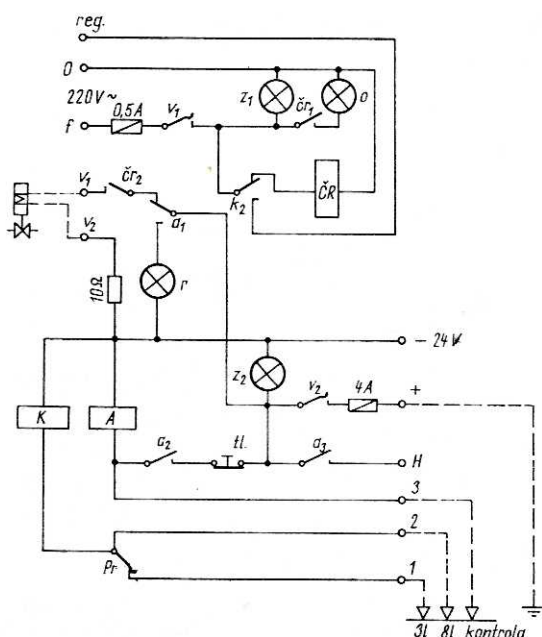
Obr. 4

V zahraničí sú pre tento účel vyvinuté a vyrábajú sa rôzne dávkovacie čerpadlá (zubové, piestové, hadicové, membránové), u ktorých je síce možné splniť požiadavku sterility i požiadavky ďalšie, pravda sú vzhľadom na to komplikované, preto aj nákladné a teda i ťažko dostupné. Ich spoločným nedostatkom okrem toho sú veľké nároky na údržbu (sú temer v nepretržitej prevádzke) citlivosť na mechanické nečistoty v dávkovanej kvapaline, preto aj malá prevádzková spoľahlivosť a ťažký a pomerne komplikovaný spôsob úpravy pre dávkovanie podľa predom stanoveného programu, ktorý ovšem v biochemickej výrobe treba neraz pružne meniť podľa skutočného priebehu kultivačného procesu.

Pôvodné zariadenie na ručné dávkovanie je schématicky znázornené na obr. 1. Pozostáva z odmerky 5, ktorá sa pred uvedením do prevádzky vysterylizuje parou otvorením ventilu 2 a 4, resp. počas celej doby prevádzkovania pootvorením ventilu 2 a 3. Pri realizácii dávky je treba najskôr uzavrieť ventil 2 a 3, otvoriť ventil 1, po naplnení odmerky uzavrieť ventil 1, otvoriť ventil 4 a pootvoriť ventil 2, pričom pretlakom pary sa obsah odmerky dopraví do kultivačnej nádrže. Po vyprázdnení odmerky sa uzavrie ventil 4 a pootvoriť ventil 3, aby prechádzajúca



Obr. 5

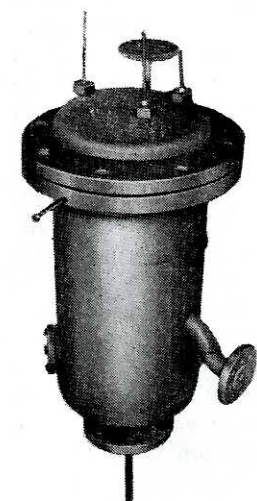


Obr. 6

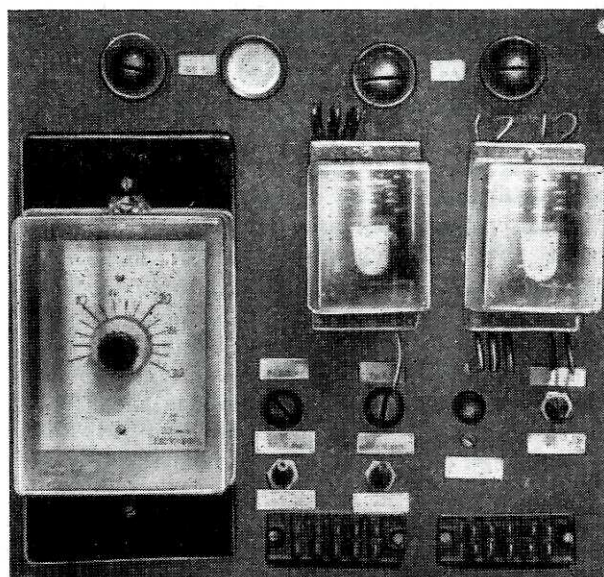
para trvale sterilizovala celý dávkovací priestor. Veľkosť dávky je pritom raz pre vždy daná veľkosťou odmerky a nemožno ju meniť. Je pochopiteľné, že pri väčšom počte výrobných zariadení a častom pridávaní živín nemožno obsluhu zvládnuť ručne s ohľadom na pomerne zdĺhavú a zložitú manipuláciu a z toho plynúce možnosti omylov a hospodárskych strát. Pre automatizáciu prevádzky sa toto zariadenie nehodí pre svoju ťažkopádnosť a zložitosť a z nej plynúcu poruchovosť.

Pri beztlakových odmerkách, ktoré nevyžadujú sterilitu dávkovania, sa vec zjednodušuje tým, že ventil 2 a 3 možno vynechať a odmerka 5 sa spojí s ovzduším. Veľkosť dávky možno pritom jednoducho určovať podľa výšky hladiny akýmkoľvek zariadením pre stanovovanie tohto parametru. Na zariadení ostávajú však i v tomto prípade dva ventily, ktoré treba ovládať v časovej závislosti: vtokový a výtokový.

Iný spôsob, značne jednoduchší a pre automatizáciu vhodnejší, spočíva v použití jedného dávkovacieho ventilu, ovládaného timerom, na ktorom možno nastaviť ako interval medzi dvomi dávkami (tedy počet dávok za časovú jednotku), tak i dobu, po ktorú má byť dávkovací ventil otvorený (t. j. veľkosť dávky). S ohľadom na nečistoty, ktoré dávkovaná kvapalina obsahuje, nie je možné použiť jednoduchý solenoidový ventil, ale ventil ovládaný elektrickým servomotorom, alebo ventil pneu-



Obr. 7



Obr. 8

matický. Toto zariadenie, hoci je inakšie veľmi vhodné a prevádzkovo spoľahlivé, trpí závislosťou na zmenách viskozity dávkovanej živiny, ako aj závislosťou na tlakovej diferencii medzi zásobníkom živín a kultivačným priestorom, čo pri kolísaní tlaku v kultivačnej nádrži činí jeho použitie problematickým, ak sa žiada dávkovanie presnejšie. Veľkosť dávok ovplyvňuje aj zmena výšky hladiny kvapaliny v zásobnej nádrži, na túto možno pomerne jednoducho zvládnuť vlečnou reguláciou tlaku nad hladinou v zásobnej nádrži v závislosti na jej výške. Udržiavanie konštantnej výšky hladiny privádzaním ďalšej kvapaliny je totiž omnoho obťažnejšie najmä z dôvodov sterility. Pri potrebe malých dávok a i nepríliš veľkého pretlaku však vyžaduje tento systém ihlový dávkovací ventil, ktorý trpí značnou poruchovosťou najmä v dôsledku nečistôt obsažených v kvapaline. Na zvládnutie situácie boli preto stanovené nasledovné podmienky, ktorým má dávkovacie zariadenie vyhovieť:

1. Ľahké a jednoduché vysterylizovanie zariadenia a bezpečné dodržanie sterility i počas dlhodobej prevádzky.

2. Spoľahlivý chod i pri mechanických nečistotách do maximálnych rozmerov 4 mm, obsiahnutých v kvapaline.

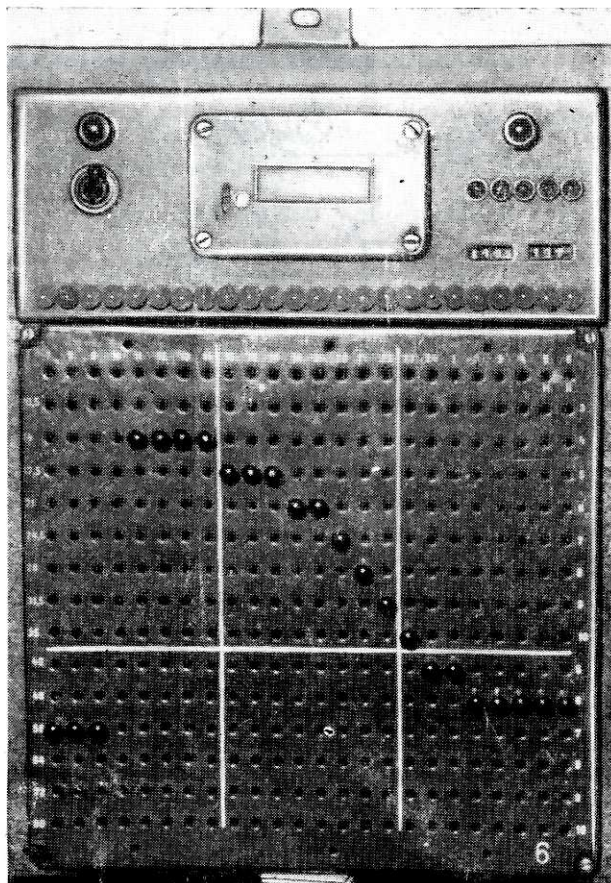
3. Jednoduchá konštrukcia z tuzemských materiálov, ľahká rozoberateľnosť a čistiteľnosť.

4. Charakter dávkovania blížiaci sa dávkovaniu kontinuálnemu, perspektívne s možnosťou programového riadenia intenzity dávkovania, pritom nastavený program má byť možný podľa priebehu procesu hocikedy jednoduchým zásahom meniť.

5. Presnosť dávkovania aspoň 5 %.

Zariadenie ktoré spĺňa všetky uvedené požiadavky a pritom pracuje s presnosťou lepšou ako 2 %, bolo vyvinuté na odd. KMP v n. p. Biotika Slovenská Ľupča a bol naň udelený čs. patent číslo 116 306.

Pracuje na princípe odmernej tlakovej nádoby s jediným ovládaným ventilom v nátoky a beztlakovým výtokom dávkovacej kvapaliny cez kalibrované trysky, ktoré určujú dobu výtoky, a tým približujú charakter dávkovania dávkovaniu kontinuálnemu. Je znázornené na obr. 2. Odmerka 1 je mechanicky upevnená priamo na kultivačnú nádrž 6 — bez ventilu. Medzidnom 3 sa delí na spodný a horný priestor. Horný priestor odmerky je spojený s dolným trúbkou 2 pre vyrovnanie tlaku pri dávkovaní. V medzidne 3 je umiestnená vymeniteľná vložka 4 s výtokovou tryskou, dimenzovanou podľa predpísanej doby výtoky. Do hornej časti odmerky sa trúbkou 12 privádza para pre sterilizovanie celého systému. Sterilizácia odmerky sa prevádza súčasne so sterilizáciou kultivačného priestoru. Do priestoru nad prepážkou ústí potrubie pre privod tekutiny 11, ktorú treba dávkovať. V potrubí je zabudovaný dávkovací ventil 9, ovládaný po vedení 10 z časovača 13. V priestore nad prepážkou je izolované zamontovaná elektróda 7. V priestore pod prepážkou sú umiestnené priehľadítka 14, ktorými možno vizuálne kontrolovať výtok z priestoru nad prepážkou.

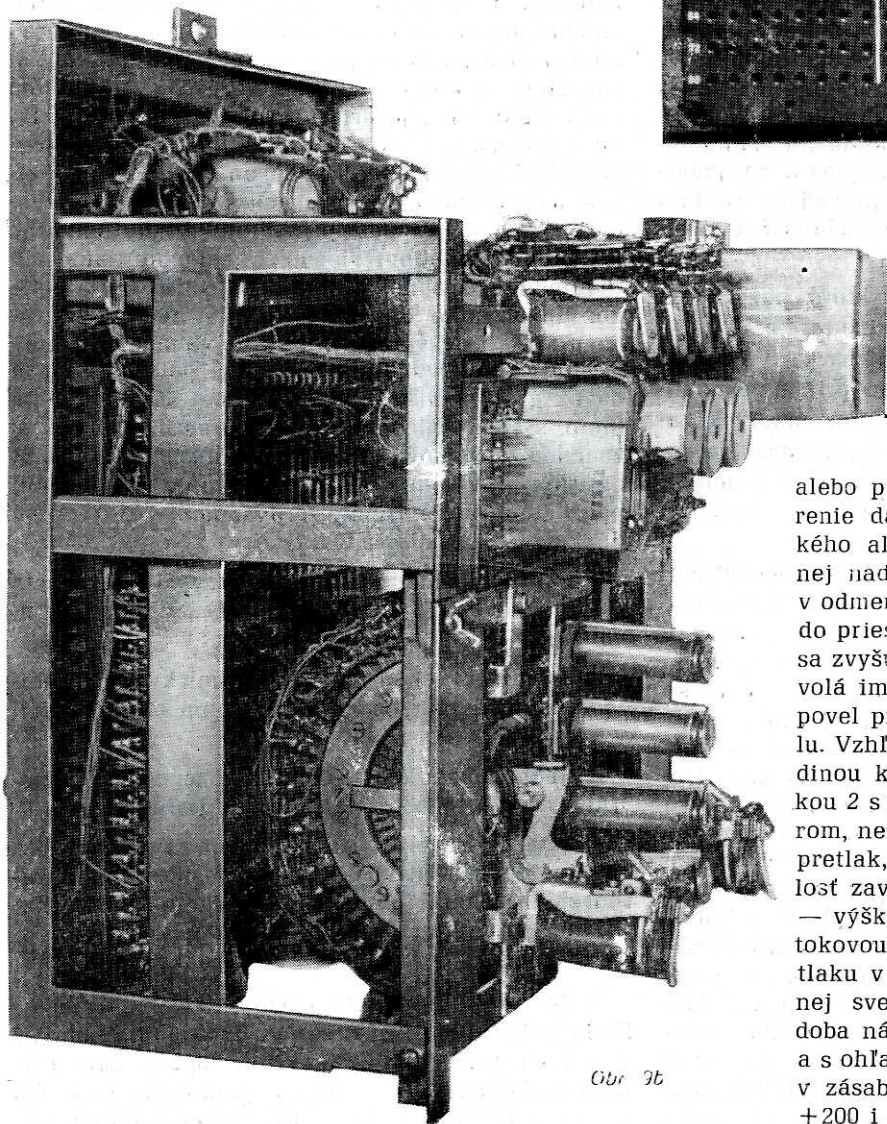


Obr. 9a

Činnosť zariadenia

Zariadenie bolo vysterilizované a v kultivačnom priestore a teda i v odmerke 1 je normálny prevádzkový tlak.

Z časového zariadenia príde vedením 10 (elektrickým alebo pneumatickým) impulz pre otvorenie dávkovacieho ventilu 9 (elektrického alebo pneumatického). Zo zásobnej nádrže, v ktorej je vyšší tlak ako v odmerke, prúdi kvapalina potrubím 11 do priestoru nad prepážkou, jej hladina sa zvyšuje, až dotyk s elektródou vyvolá impulz, ktorý časovač premení na povel pre uzavretie dávkovacieho ventilu. Vzhľadom na to, že priestor nad hladinou kvapaliny, je stále spojený trúbkou 2 s priestorom pod výtokovým otvorom, nenastáva nad hladinou v odmerke pretlak, výtok je beztlaký a jeho rýchlosť závisí iba na hydrostatickom tlaku — výške kvapalinového stĺpca (nad výtokovou tryskou). Pri dostatočnom pretlaku v zásobnej nádrži a vhodne zvolenej svetlosti dávkovacieho ventilu je doba nátoky iba zlomkom doby výtoky a s ohľadom na to, i kolísanie tlaku v zásobnej nádrži v rozmedzí —50 až +200 i viac percent sa prakticky na



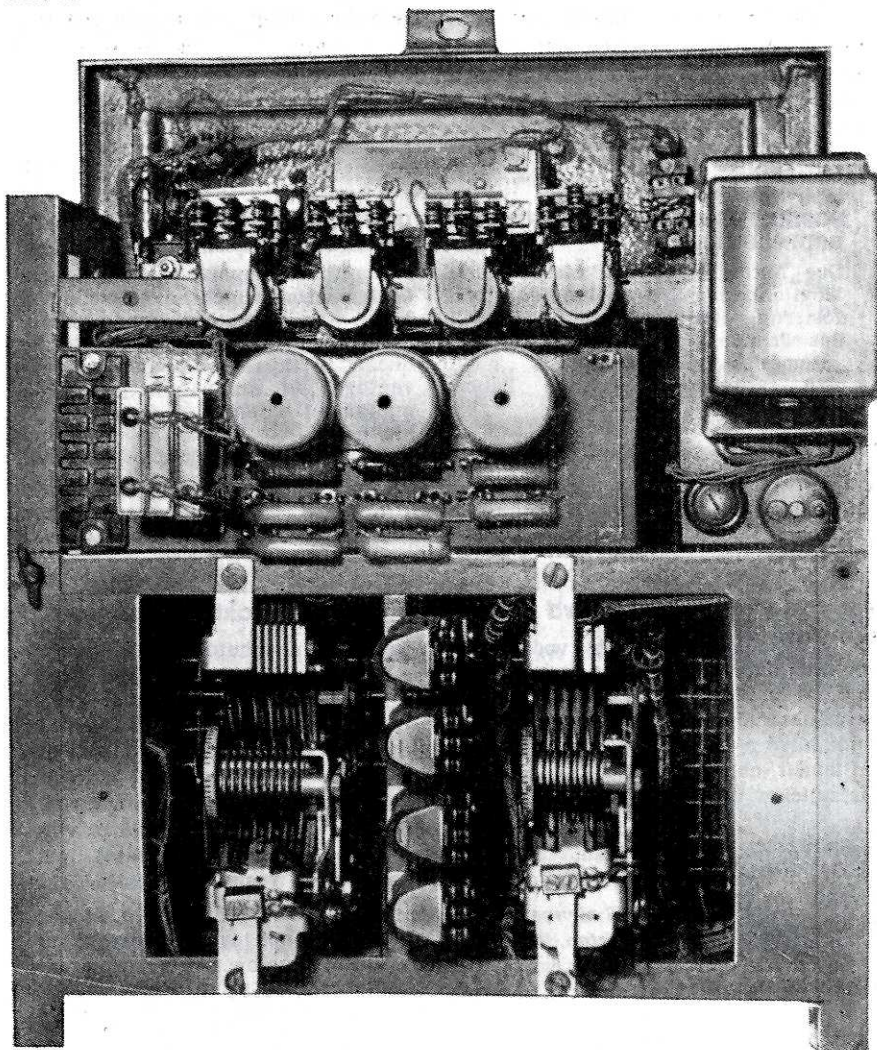
Obr. 9b

presnosti dávky neprejaví. Dôležitá je rýchlosť uzavierania dávkovacieho ventilu, ktorá má byť čo možno vysoká. Rýchlosť otvárania ventilu naproti tomu nie je významná a môže byť ľubovoľná. Najlepšie sa pre tento účel osvedčila kombinácia elektrického solenoidového a pneumatického ventilu. Trojcestný solenoidový ventil, vybudený elektrickým impulzom, privádza vzduch na pneumatický dávkovací ventil, ktorý otvára pomerne zvolna. Pri odpadnutí solenoidového ventilu však pneumatický ventil zatvára okamžite, keďže priestor nad membránou sa spojí s atmosférou. Presnosť dávkovania je takto vynikajúca. Pomerne dlhotrvajúcim výtokom sa pridáva dávkovacia tekutina zvolna, takže zariadenie sa svojou funkciou blíži kontinuálnemu dávkovaniu.

Pri požadovaní dvoch alebo viac veľkostí dávok možno zariadenie vybaviť viacerými elektródami a uzatvárací impulz brať z elektródy, ktorá znamená príslušnú veľkosť dávky. Pritom možno ponechať buď iba jeden výtokový otvor *obr. 3* (tým sa čas výtoku úmerne predĺži), alebo rozdeliť odmerku rôzne vysokými prepážkami na diely, z ktorých v každom je umiestnená elektróda i separátny výtokový otvor (*obr. 4*).

Ak požadujeme dávku, určenú elektródou 3, je elektróda 1 a 2 odpojená, takže sa naplní najskôr

Obr. 9c



priestor *a* i *b* a až stúpnutím hladiny v priestore *C* na úroveň elektródy 3 sa vyvolá impulz pre uzavretie dávkovacieho ventilu. Správnym dimenzovaním výtokových otvorov dá sa pritom dosiahnuť, že pri akejkoľvek veľkosti dávky ostane výtokový čas rovnaký. Elektrická časť — časovač — je veľmi jednoduchá (*obr. 5*). Časové relé ČR odmeriava interval medzi dvomi dávkami (počet dávok za časovú jednotku). Pri dobehnutí na nastavený čas uzavre kontakt $\check{c}r_2$, čím sa dá povel k otvoreniu dávkovacieho ventilu. Dotyk $\check{c}r_1$ pritom zapojí signálnu žiarovku *o*, ktorá indikuje dávku. Keď hladina dosťúpi úroveň elektródy, uzavre sa ňou okruh pre príťah relé A. Jeho dotyk a_1 odpojí napätie pre časové relé ČR, takže toto odpadne a rozpojením, resp. preložením dotyku $\check{c}r_2$ dá povel k uzavretiu dávkovacieho ventilu. Rozpojením dotyku $\check{c}r_1$ zhasne žiarovka *o*.

Hladina tekutiny v odmerke klesá, tým sa preruší okruh relé A, ktoré odpadne a svojím dotykom a_1 zapojí znovu napätie pre časové relé ČR. Pochod sa opakuje. Ako už bolo vyššie uvedené, odmerka môže byť vybavená viacerými elektródami. V tomto prípade sa zariadenie doplní ešte prepínačom na pripojenie patričnej elektródy. Výhodné je odmerku doplniť kontrolnou elektródou, ktorá v prípade preplnenia odmerky z akéhokoľvek dôvodu zariadenie

odpojí a tento stav signalizuje. Zapojenie tohto prevedeného zariadenia, používaného v prevádzke v n. p. Biotika Slovenská Lupča je na *obr. 6*.

Žiarovky Z 1 a Z 2 indikujú, že striedavá a rovnosmerná časť je zapojená na napätie a zariadenie je v prevádzke. Vývod na striedavej časti, označený *Reg*, slúži pre záznam dávok na registračnom prístroji.

Praktické vyhotovenie odmerky pre max. veľkosť dávky asi 12 l je na *obr. 7*, na *obr. 8* je elektrická ovládacia časť — časovač. Celá ovládacia jednotka je ľahko vymeniteľná, upevnená v paneli pomocou dvoch zavŕtaných skrutiek a krídlových matíc M6. Prívod napájacieho napätia, ovládacích povelov a spätných signálov, je prevedený pomocou dvoch desaťpólových nezámenných perových lišt, s ktorými korešpondujú obdobné nožové vidlice, namontované na ovládacej jednotke. Všetky relé sú v kryte, takže ich dotyky sú pomerne dobre chránené pred prachom i vplyvmi prostredia.

Takto usporiadané zariadenie je po funkčnej stránke naprosto spoľahlivé, po konštrukčnej i materiálnej stránke jednoduché, v dôsledku čoho je i jeho cena značne nižšia ako cena nerezového sterilného čerpadla, čo samo o sebe je významná skutočnosť. Ďaleko viac však treba vidieť výhody tohto zariadenia pre programovú automatizáciu dávkovania. Na normálnom kolíčkovom programovom poli možno totiž nielen ľahko a jednoznačne nastaviť požadovaný program, ale podľa prípadných odchýliek skutočného procesu od predpokladu možno tento program kedykoľvek zmeniť jednoduchým preložením príslušných kolíčkov. Takéto programové zariadenie k uvedenému dávkovaciemu zariadeniu bolo taktiež vyvinuté a je na obr. 9. Je napojené na normálny hodinový rozvod a riadené minútovými impulzami, takže je zaručená dokonalá synchronizácia v rámci celého podniku. Programovanie sa prevádza na kolíčkovom programovom poli, zloženom pre 24hodinový časový úsek zo 4 kusov polí skúšača elektronik Tesla-Brno, s možnosťou voľby vcelku 14 veľkostí dávok v ktorejkoľvek hodine. Minútovými impulzami sa ovláda krokový volič s 52 východmi (nevyrábajú sa totiž voliče so 60 východmi, ako by sa žiadalo pre 60 minút) čo si vynútilo dopĺňajúce relé na potlačenie vybraných 8 impulzov. Ďalší volič s 26 východmi (využitých 24 východov) určuje pri tom príslušnú hodinu programu ako pre krížové programové pole, tak aj práve ubiehajúcu hodinu optickou signalizáciou rozsvietením žiarovky, tejto hodine, a tým i prislúchajúcej vertikálnemu radu. Zariadenie obsahuje okrem toho elektromagnetické počítadlo kultivačných hodín a dve počítadlá dávok pre ich dve odlišné veľkosti (3,5 a 8 l) pre hospodársku kontrolu spotreby živín.

Pre kontrolu pravidelnosti dávkovania má zariadenie reléový výstup na časový zapisovač, čo umožňuje ľahké určenie doby vzniku prípadnej závady, a tým dáva možnosť odstránenia jej následkov.

Programová jednotka je zabudovaná v paneli a je tak isto, ako v staršom prevedení časovač, celá ľahko vymeniteľná. Vo výreze panela je uchytená jedinou krídlou matkou, galvanické spoje sú opäť prevedené nožovou lištou a perovou vidlicou. Prostredie panelu je pre kontaktové zariadenie prevádzkovo vhodnejšie ako výrobné priestory, takže bolo možné použiť relé bez krytov. Volič má veľmi dobrú samočistiacu funkciu, takže tiež nie je zdrojom porúch. Kryty z organického skla, ktoré boli pre programovú jednotku pôvodne vyrobené, nie je preto nutné používať. Odmerka s elektródami je namontovaná priamo na kultivačnej nádrži, pritom je nátokový ventil zdvojený, aby bolo zabezpečené spoľahlivé uzavretie prítoku i v prípade, že dávkovaná tekutina obsahuje pevné častice, ktoré pri uztváraní môžu uviaznúť v sedle ventilu. Pri ďalšom plnení sa takáto nečistota odplaví a ventil znovu tesní. Je málo pravdepodobné a v doterajšej prevádzke sa nezaznamenal prípad, že by na niektorej súprave oba ventily naraz zlyhali.

Niekoľko takýchto zariadení pracuje v prevádzke n. p. Biotika už viac ako dva roky k úplnej spokojnosti pracovníkov príslušného cechu. Umožnili okrem zníženia zafarbenia obsluhy zlepšenie prehľadu a kontroly, a tým i zlepšenie hospodárnosti výroby, ktorá sa dá číselne vyjadriť.

Lektoroval PhMr. Zdeněk Čáslavský.

Došlo do redakcie 7. 4. 1967

ДОЗИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ УСЛОВИЙ ТРЕБУЮЩИХ СТЕРИЛЬНОСТИ

В статье сравниваются разные принципы решения устройств, дозирующих питательные вещества и обеспечивающих одновременно надежную стерильность. Оцениваются преимущества автоматического дозирующего устройства, разработанного в Чехословакии и запатентованного под № 116306.

DOSIERUNGSGERÄT FÜR STERILE BEDINGUNGEN

Der Autor vergleicht verschiedene Möglichkeiten der sterilen Nährstoffdosierung und beschreibt ausführlich das Prinzip und die Funktion des automatischen Dosiergeräts nach dem tschechoslowakischen Patent No. 116 306.



DISPENSERS SECURING STERILITY OF ADDED NUTRIENTS

The author compares various designs of dispensers which have been developed for operating conditions requiring sterility of nutrients introduced by them and underlines advantages of an automatic dosing equipment patented in Czechoslovakia under No. 116306. The dispensers in question is a Czechoslovak invention.