

Meriaca a regulačná technika a budovanie ASRTP biotechnológií

579.663

Ing. PETER SYNOVEC, Biotika, n. p., Slovenská Ľupča

Klíčová slova: biotechnologie, fermentace, automatický systém riadenia technologických procesov (ASRTP), měřicí a regulační technika, řídící počítač.

V tomto článku chcem informovať o dosiahnutej úrovni techniky riadenia biotechnológií a oboznámiť s perspektívou, ktorá sa v tejto oblasti rýsuje. Vychádzame pri tom zo súčasného stavu a úrovne našich technológií biochemických procesov ako aj z tendencie ich vývoja, pričom sme si vedomí, že i keď sme na tomto poli zaznamenali mnohé pozoruhodné úspechy, veľmi dobre zravnateľné so zahraničnými výsledkami, je tu kategórický príkaz dňa, nezastav a dvifat úroveň týchto procesov ďalej a v širokom meradle. Je nesporné, že veda, výskum a vývoj tvoria nenahraditeľný odrazový mostík pre naše úsilie, no nie menej závažnou je otázka praktických aplikácií, ktorá koniec-koncov známená ekonomicke využitie a úžitok pre celú spoločnosť. Chceme preto diskutovať otázky týkajúce sa riadenia výrobných procesov, v ktorých mikrobiológia a biochémia hrajú prvoradú úlohu.

Meracia a regulačná technika má tu svoju nezastupiteľnou úlohu, pričom možno povedať, že jej rozsah i úroveň priamo podmienujú konečný ekonomický efekt. Desaťročia, ktoré má n. p. Biotika vo svojej histórii za sebou, známenajú najmä vo fermentačných procesoch so submerznou kultiváciou úspešné hľadanie zodpovedajúcej meracej a regulačnej (MaR) techniky, jej adaptáciu na podmienky sterilne vedených procesov ako i realizáciu v základnej výrobe, kde už neraz podstatnou miernou prispela k riešeniu situácie pri vývoji i praktických aplikáciách nových technológií ako i k modernizácii výrobného zariadenia.

Neobmedzujeme sa pravda iba na procesy fermentačné, hoci v nich je ľahko našej výroby, ale venujeme sa i ďalším sférám, najmä príprave pôd, izolácií i koncovému spracovaniu produktov, kde sa však situácia podstatne zdjednoduší tým, že procesy tu neprebiehajú za sterilných podmienok, ktoré sú obvykle kritickým profilom fermentačnej produkcie.

V tomto článku chcem venovať pozornosť hlavne fermentačným procesom, ktoré majú svoje špecifiká a zoznámiť Vás s úrovňou klasickej MaR techniky, ktorú sme v n. p. Biotika dosiahli a ktorá tvorí východisko pre budovanie automatických systémov riadenia technologických procesov (ASRTP) v našich prevádzkach. S ohľadom na investičné a prevádzkové náklady obvykle nevybavujeme všetky fermentačné aparáty rovnako bohaté. U väčších objemov (FT) je vybavenosť MaR technikou obsiahlejšia, u predfermentačných jednotiek ju často zdjednodušujeme, preto ju delíme na základnú a doplnkovú. Rozmedzie medzi nimi sa však značne mení s ohľadom na prevádzkové podmienky i technologické požiadavky.

Do základnej výbavy fermentačných jednotiek vo všetkých stupňoch sa zaraduje:

1. Meranie, registrácia a regulácia kultivačnej teploty
2. Meranie, registrácia sterilizačnej teploty
3. Meranie a registrácia prietoku vzduchu
4. Meranie a registrácia tlaku vo fermentačnom aparáte

Doplňková výbava zahrňuje:

5. Regulácia sterilizačnej teploty
6. Regulácia tlaku vo fermentačnom aparáte
7. Meranie, registrácia a regulácia pH
8. Meranie a registrácia CO_2 v odchádzajúcim vzduchu
9. Meranie a registrácia O_2 v odchádzajúcim vzduchu
10. Meranie a registrácia rozpusteného O_2 (i vo viac úrovniach)
11. Regulácia prietoku vzduchu na základe rozpusteného O_2
12. Meranie a registrácia rozpusteného CO_2
13. Meranie a registrácia redox - potenciálu

14. Signalizácia a registrácia penenia
15. Meranie a registrácia hladiny (hmotnosti)
16. Meranie otáčok miešadla
17. Meranie a registrácia príkonu motora miešadla
18. Automatické dávkovanie prísad a živín
19. Registrácia dôležitých zásahov
20. Registrácia kultivačnej doby

K jednotlivým bodom vytypovanej výbavy treba uviesť:

1. *Meranie, registrácia a regulácia kultivačnej teploty* je požiadavkou prvoradou. Z rôznych systémov aplikovaných pre tieto obvody v klasickej MaR technike, a to ako z hľadiska kvality regulácie, tak i z hľadiska prevádzkových nákladov sa najlepšie osvedčili spojité elektronické regulátory so vstupom pre odporový teplomer Pt 100 a prúdovým výstupom, ktorý sa elektropneumatickým prevođníkom mení na spojity pneumatický signál pre akčný člen, ktorým je pneumatický ventil. Tento systém, pravda s regulátorom, schopný spolupracovať s počítačom sa rysuje najperspektívnejší aj pre ďalšiu vývojovú etapu riadenia fermentačných procesov.

2. *Meranie a registrácia sterilizačnej teploty* je dôležitá pre likvidáciu možných zdrojov kontaminácie i retrospektívnu kontrolu procesu. V poslednom čase sa časť doplnila ručným diaľkovým ovládaním parného ventila, najmä tam, kde sa obsluha presúva z prevádzkových priestorov do oddelených miestností — dozorní. Najmä u väčších jednotiek je tendencia vybaviť i tento okruh automatickou reguláciou, čím sa zlepšuje stabilita počítačových podmienok procesu a šetrí tepelná energia.

3. *Meranie a registrácia prietoku vzduchu* doznaла v posledných rokoch značných zmien v technickom vybavení. Vyhodnocovanie tlakové dieferencie na clone ortufovým vysielačom tlakové dieferencie, ktorý sa pri meraní prietoku iných médií ešte stále hojne používa, sa s ohľadom na vysokú toxicitu ortute, ktorá sa pri chybnej manipulácii ľahko dostane do potrubia a do filtrov, prakticky prestalo používať. Miesto nich nastúpili elektronické alebo pneumatické vysielače tlakové dieferencie, ktoré toto nebezpečie eliminujú. Ich výstup je prúdový signál, ktorý možno použiť pre všetky požiadavky technológie. V poslednom čase sa však prichádza na to, že pre vrchné vrstvy pôdy vo fermentoroch, ktoré majú značnú výšku, bude nutné realizovať doplnkové vzdušenie v hornej časti aparátu, čo by si vyžiadalo okrem ďalšieho rovnakého meracieho okruhu i inštaláciu ďalšieho vzduchového filtra. Zjednodušením sa ukazuje použitie nového principu merania prietoku pomocou vibračného prietokomera Vortex (napr. Yokogawa-Electrofact), ktorý sa zabudováva priamo do potrubia a možno ho sterilizovať, takže sa dá zabudovať až za filtrom, na ďalšej strane. Prietok sa prevádzka priamo na výstupný prúdový signál 0-20 mA alebo 4-20 mA.

4. *Meranie a registrácia tlaku vo fermentačnom aparáte* sa z hľadiska vedenia procesu považuje za dôležitú veličinu a slúži pre správnu orientáciu obsluhy i pre retrospektívnu kontrolu procesu. U väčších aparátov a centralizovaní MaR techniky do dozorní je jednoznačný vývoj k diaľkovému ovládaniu akčného člena pre jeho nastavenie (ventil na výstupe vzduchu), pričom sa stabilizovanie tohto parametru často žiada automatickým regulačným okruhom. Realizácia je najvhodnejšia pneumatickým systémom.

5. *Meranie, registrácia a regulácia pH* patríla donedávna do doplnkovej výbavy fermentačných apparátov. V súčasnej dobe sa u fermentačných tankov väčších objemov, ale čast už aj u očkovacích tankov presunula do štandardnej výbavy.

V tejto oblasti sa dosiaholo vysokého štandardu presnosťi a spoľahlivosti vzhľadom na používanie kombinovaných vysoko kvalitných sterilizovateľných elektrod fy Ingold a odpovedajúcej armatúry ponorného snímača, ktorý sa vkladá do návarku priamo v stene nádoby a zaistuje i dlhodobú sterilitu i pretlak v referenčnej elektrode. Tak isto je to však aj zásluha kvalitných prevodníkov fy Electrofact (ale i iných firiem), ktoré je možné s istým opatrením inštalovať v tesnej blízkosti snímača, takže pomerne krátky kábel od elektródy vystačí na neprerušené spojenie na svorkovnicu prevodníka, čo je vec zásadného významu. Jeho výstupný prúdový signál nie je už citlivý na vplyvy prostredia a možno ho viesť temer neobmedzené daleko i pri nízkych hodnotach izolačných odporov. Umiestnenie prevodníkov ďalej od fermentora v oddelených miestnostiach s nízkou relatívnu vlhkosťou nesie so sebou rad technických a ekonomických nevýhod, hoci na mnohých miestach aj v zahraničí sa ešte stále používa. Regulačný okruh s ohľadom na šaržovú prevádzku sa vybavuje impulzovou reguláciou, ktorá je pomerne jednoduchá, hoci výsledky ňou dosahované sú i pri veľkých objemoch vynikajúce (pri snímaní tejto veličiny počítacom bola presnosť udržiavania nastavenej hodnoty vo fermentačnom tanku v rozmezí 0,07 pH). Pre informáciu uvádzam, že počet takto riešených okruhov pre reguláciu pH sa v n. p. Biotika blíži k číslu 100. Zloženie regulačného okruhu pozostáva zo snímača, prevodníka s analógovým výstupným signálom 0-20 mA (resp. 4-20 mA), regulátora Zeparis a impulzovacieho zariadenia ovládajúceho solenoidový ventil, ktorý privádzá tlakový vzduch na vlastný akčný člen, pneumatický ventil v potrubí pre prívod titračného média. Regulátor Zeparis a impulzovacie zariadenie možno dobre nahradí regulátorom Zepakom s premenou dlžkou impulzov, no v oblasti okolo 7 pH, kde zosilnenie sústavy je vysoké, je na mieste značná opatrnosť. V poslednom období sa objavili na trhu prevádzkové prevodníky pre meranie pH, vybavené mikroprocesorovou technikou, so širokými možnosťami programovania funkcie (napr. Polymetron, Philips a pod.), ktoré sú schopné nahradí regulátor v najrôznejších režimoch.

S ohľadom na temer neobmedzené možnosti programovania sú veľmi flexibilné, a preto vhodné pre procesy výskumného a vývojového charakteru. Pre obvyklé použitie vo výrobných procesoch s fixnými rozsahmi i funkciami sa ich flexibilita sotva využije a nutnosť programovania všetkých parametrov i inštalačia v pomerne tvrdých prevádzkových podmienkach bude skôr príťažou.

6. Aj kontrola odchádzajúceho vzduchu na obsah CO₂ nadobúda čím ďalej väčšieho významu, preto sa v posledných rokoch zabudovávajú u fermentačných tankov (FT) a u pokusných očkovacích tankov (OT) analyzátor CO₂ štandardne. V našich podmienkach sa pre tieto účely výborne osvedčili analyzátori typu CODIMETER fy Electrofact, ktorími fermentačné aparáty vybavujeme. Určité problémy vznikali pri odoberaní vzorky vzduchu, vzhľadom na úlet peny, no túto otázku sme vyriešili vhodnou odoberovou sondou, ktorá je schopná strhnutú penu odlúčiť. Vzhľadom na skutočnosť, že sa vzduchové potrubie pred každou šaržou sterilizuje, pozostatky peny sa v sonda napekávajú, preto treba pamätať na možnosť jej jednoduchého čistenia aj za prevádzky. Obsah CO₂ v odchádzajúcom vzduchu sa u niektorých fermentačných technológií veľmi účelne využíva na cielené riadenie procesu, najmä v rastovej fáze. Používané rozsahy sú 0 až 20 % a 0-5 % CO₂, podľa druhu kultivovaného materiálu.

7. Obsah O₂ vo vzduchu, odchádzajúcom z fermentora, poskytuje tiež cenné informácie o priebehu procesu. Na jeho stanovenie je vhodný paramagnetický analyzátor kyslíka (napr. prístroj MAGNOS fy Hartmann a Braun). Pre bežne merania treba voliť rozsah 13 až 21 % O₂, lebo zúžené rozsahy, ktoré poskytujú lepšiu rozlišiteľnosť, obvykle nepokryjú požiadavky vo všetkých fázach procesu. Vstup vzorky vzduchu možno zapojiť do série s analyzátorom CO₂, takže na jej odber postačí jedna sonda.

Požiadavky na sterilitu fermentačných výrob boli a v mnohom ešte stále sú značným problémom, ktorý stáže splnenie požiadaviek technológov i ekonómov pre

presné sledovanie i riadenie procesu. Preto niektoré parametre, ktoré by v nesterilných podmienkach nebolo problémom merať a trvale sledovať, sa riešili veľmi obťažne a len pokroky v snímacích prvkoch v poslednom čase umožnili perspektívne meranie ďalších parametrov, ktoré sú z hľadiska informácií o procese a jeho ekonomických významov žiadúce. V oblasti analyzátorov je to meranie niektorých ďalších veličín — rozpustený O₂ v pôde, rozpustený CO₂ v pôde, amoniakálny dusík a redox-potenciál, v oblasti ekonomických údajov a pria-meho riadenia technológie meranie hladiny pôdy alebo hmotnosti fermentora, regulácia výkonu a otáčok miešadla a všetky energetické a materiálové bilancie, ktorých význam neustále rastie, a to nielen z ekonomickeho hľadiska. Pravda pojatie týchto prvkov do štandardného vybavenia naráža ešte na značnú náročnosť týchto meracích zariadení, a to tak po stránke investičných a prevádzkových nákladov, ako aj ich dlhodobej stálosti a spoľahlivosti. V tomto smere možno uviesť:

8. Meranie rozpusteného O₂ v pôde možno realizovať súpravou fy IL, so sterilizovateľnou elektródou, ktorá má vymeniteľnú membránu. Súprava stojí asi 34 000,— devízových korún, elektróda z toho 12 000,— devízových korún (DK) a jedna membrána asi 600,— DK. Jedna membrána vydrží asi 10-15 sterilizačných cyklov s následným meraním šarže. Zhodnosť meraných hodnôt rozpusteného O₂ sme zistili i u súpravy fy Electrofact, kde sa však s ohľadom na skutočnosť, že elektróda nie je sterilizovateľná parou, musí používať špeciálnu armatúru umožňujúcu jej spoľahlivosť dezinfekciu a vpravenie do fermentora po schladnutí. Súprava je podstatne lacnejšia (asi 19 000,— DK), pričom elektróda stojí asi 3 500 DK a jedna membrána asi 300,— DK. Manipulácia je však značne zložitejšia a spoľahlivosť nižšia. Pre nesterilné podmienky (napr. biologická čistička odpadových vôd) však plne vyhovuje. Na základe hodnoty rozpusteného O₂ vo fermentačnej pôde je možné riadiť vzdušenie fermentora a tým pomerne účinne ekonomizovať proces, nakoľko výroba stlačeného vzduchu je pomerne nákladná.

Pri realizácii je treba uvažovať s viacparametrovou regulačnou sústavou, nakoľko je nutné brat do úvahy i obsah O₂ v odchádzajúcom vzduchu i tlak vo fermentore. Tieto otázky nie sú však ešte dostatočne dojasnené najmä vo vzťahu k metabolizmu fermentovaných kultúr, preto sa predbežne s aplikáciou regulácie neráta.

9. Ropustený CO₂ v pôde možno merať súpravou Ingold typ 781, pri ktorej je meranie rozpusteného CO₂ prevedené na meranie pH v špeciálnej armatúre, umožňujúcej manipuláciu s elektródou a jej ciachovanie i za prevádzky. Obstaraváče náklady i náklady na údržbu sú zrovnatelné s meraním rozpusteného O₂ fy IL, manipulácia je badateľne zložitejšia.

10. Meranie redox-potenciálu nie je v podstate problémom nakoľko kombinované elektrody Pt — sklo umožňujú použitie jednoduchej armatúry pre inštaláciu vo FT, keďže elektródu nie je treba držať v pretlakovej komore. Prevodníky fy Electrofact, ktoré pre vlastné meranie používame, sú vysoko spoľahlivé a používame ich aj pre tenzometrické meracie súpravy. Otázkou je skôr využiteľnosť tohto údaja, ktorý stojí našim technológom k dispozícii.

11. Ako bežný doplnok fermentačných jednotiek väčšieho objemu je sledovanie úrovne peny, resp. automatisácia pridávania protipenídlia pre zamedzenie ekonomických strát úletom pôdy. V tejto oblasti sa však názory na požadované automatické zásahy podľa úrovne peny jednoznačne nevykryštalizovali. Sú zastáncovia stanoviska, že penu treba držať v tanku na čo najnižšej úrovni a pri jej narastaní je nutné už v predstihu pridávať protipenídlo, aby sa mohol náležite využiť fermentačný priestor aparátu, podľa iných (a v tomto tábore sme aj my v n. p. Biotika) sa fermentačný priestor využíva najlepšie, ak sa pre penu ponechá k dispozícii všetok volný priestor fermentora a cielené odpeňovanie sa zahájí iba vo chvíli, keď pena začne unikať do odfuku a vyvolá signalizáciu tohto stavu. Je totiž nesporné, že každý snímač, umiestnený vovnúttri fermentora, je oveľa problematickejší ako snímač, nachádzajúci sa mimo neho.

kedže ide o dlhodobú sterilitu i spoľahlivú funkciu počas celého procesu a pridávanie protipenidla nad najnutnejšiu úroveň znamená nielen zbytočné náklady, ale obvykle aj zhoršenie situácie pri spracovaní šarže na izoláciu. Prirodzene, iné hľadisko je nutné uplatniť pri fermentovaní patogénnych kultúr, kde úletu peny treba zabrániť s principiálnych dôvodov.

12. Spoloahlivé meranie hladiny vo FT za sterilných podmienok sa vyriešilo len v nedávnom čase použitím citlivých vysielačov diferenciálneho tlaku s čidlami s dvojitolou membránou a hydraulickým prenosom signálu (vyrába fa Yokogawa, Valmet a Rosemount a v poslednom čase aj VEB Teltow). S ohľadom na skutočnosť, že vnútorný objem fermentora je v rôznych fázach a časových úsekok rôzne rozpenený, príčom merná hmotnosť sa v stĺpci spojite menší s výškou, je nutné spodný snímač umiestniť iba v dne tanku alebo na výpustnom potrubí a zvýšenie presnosti odčítania pre klasické indikačné prístroje realizovať dvojnosobným prevodom prúdového signálu. Meranie je dosť nákladné. U menších fermentorov sa zdá byť schodnejšia cesta pre bilancovanie použitie tenzometrického väzenia, ktoré v poslednej dobe nádobu na význame v najrôznejších oblastiach aplikácie. Nádobu je však treba upraviť pre trojbodové podopretie, aby bolo možné použiť iba jeden snímač, keďže obsah je tekuté médium. Pre tieto účely s výhodou používame prevodníky redox-potenciálu fy Electrofact a v poslednom čase i prevodník INPAL — domácej výroby v spojení s tenzometrickými snímačmi Rukov-Rumburk alebo Transporta Úpice. Zariadenie potrebuje okrem toho stabilizovaný zdroj napäcia 15 Vss (resp. 10 Vss) (vyrába ZPA Nová Paká) a vyhodnocovací alebo registračný prístroj. Pre prípadnú signalizáciu požadovaných krajných hodnôt možno použiť dvojpolohový alebo viacpolohový regulátor Zeparis. Inštalácia je náročná, ale výsledky sú pritažlivé.

13. U nových zariadení, určených najmä pre výskum alebo vývoj nových technológií či na ekonomizovanie stávajúcich technológií v rôznych smeroch, sa požaduje meranie výkonu motora miešadla, meranie otáčok miešadla a ich regulácia. S ohľadom na skutočnosť, že ide o väčšie výkony, je táto požiadavka ekonomicky i technicky pomerne náročná.

Príslušné pohony i regulačná technika sa v tuzemsku súčasťou vyrábajú, no pomocné zariadenie je pomerne rozmanité. Pri pohonných jednotkách na striedavý prúd, ktoré sa po stránke ekonomiky prevádzky i údržby považujú za vhodnejšie, je však otázne ovplyvňovanie siete tyristorovou reguláciou najmä pri snímaní dát a riadení procesov výpočtovou technikou.

14. Vzhľadom na aplikáciu technológií, ktoré vyžadujú automatizované pridávanie rôznych komponent počas procesu, nemôžeme obísť dávkovacie zariadenia rôznych médií, ktoré však musia zabezpečovať dlhodobú sterilnú prevádzku a vysokú spoľahlivosť funkcie pri jednoduchosti a nenáročnosti konštrukcie, údržby a obsluhy. Dávkovacie čerpadielá najrôznejšej konštrukcie sa neuplatnili vzhľadom na sterilizačné problémy a nespoľahlivosť pri dávkovaní technických médií, ktoré majú značný obsah nečistôt a ich filtrace je práve s ohľadom na dlhodobú sterilnú prevádzku nie jednoduchá. Najvhodnejším prvkom sú obyčajné diaľkovo otvárané zdvojené dávkovacie ventily, ktoré i pre takéto podmienky plne vyhovujú, a v našich prevádzkách sa pre niektoré funkcie už dlhé roky úspešne používajú. Ich nevýhodou je, že vzhľadom na zmeny rôznych parametrov dávkovaného média (tlaková diferencia, teplota, viskozita, zanášanie potrubia a pod.) nie je možné presné dávkovanie podľa štandardného programu a bilancovanie. Rovnakým nedostatkom, i keď v podstatne menšej miere, trpia dávkovacie odmerky s priamym výtokom podľa čs. patentu 134444. Pre presné bilancovanie je ich použitie problematické, keďže by vyžadovali doplňujúce regulačné alebo kontrolné obvody. Pre mnohé úlohy sa však i pri týchto nedostatkoch v našich prevádzkách už dlhé roky používajú, pretože sa cení najmä ich spoľahlivosť, perfektná sterilizovateľnosť a jednoduchá obsluha. Perspektívne požiadavky však jednoznačne podčiarkujú nutnosť bilancovania, čo dalo podnet ku konštrukcii nového typu odmerky na báze doterajších skúseností, ktorá svojimi dobrými prvkami a vlastnosťami splňuje uvedené požiadavky, naviac však

umožňuje presné bilancovanie, keďže reprodukovateľnosť a stabilita dávok je lepšia ako 0,5 % i pri kolísaní rôznych parametrov.

Konštrukčné riešenie umožňuje realizovanie dávok vo velkostach od 1,25 l do 60 l pri ich max. počte 20/h. Možno nimi dávkovať vodivé i nevodivé média, ovládanie je elektropneumatické. Konštrukcia odmerky i k nej prislúchajúca automatizačná elektronika sa zrodila v n. p. Biotika a postupne budú nimi osadzované nové fermentačné aparátu.

15. Pre časovú kontrolu dôležitej manipulácie na aparátu sa do štandardného vybavenia F T ráta s časovým zapisovačom Metra RRg pre sledovanie až 12 elektrických indikovaných funkcií (penenie, odpeňovanie, dávkovanie príkrov a pod.), ktoré možno využiť i k bilančnej kontrole dávkovaných médií. Sledovanie kultivačnej doby možno realizovať popri tom na jednoduchom počítadle hodín — Zeitähler Siemens typ 7225-2, ktoré možno využiť i k celkovému sledovaniu využitia aparatúry.

16. Okrem priameho sedovania fyzikálnych veličín procesu hrá pri jeho vedení veľmi závažnú úlohu laboratórna kontrola, ktorá ešte získava na váhe pri perspektívnom riadení počítačom. Je celý rad veličín, ktoré súce veľmi dobre charakterizujú proces i jeho vývoj, no stanovenie ich hodnoty je riešené iba laboratórnymi postupmi, najmä s ohľadom na požiadavky sterility procesu i na jeho ekonomiku. Niektoré z nich sa už aj v súčasnej dobe vkladajú do počítača klávesnicou a umožňujú pohotovejšie a rýchlejšie hodnotiť počatočné podmienky a ich vplyv na proces a na jeho konečné výsledky. Týka sa to ako vstupných surovín so sledovaním ich kvality i kvantity, tak i medzioperačnej kontroly a výsledného hodnotenia, takže sa do kontroly a riadenia procesu zahrňuje celý technologický postup.

V tejto oblasti, na rozhraní prevádzkových a laboratórnych analyzátorov, sa vynoria aplikácia iontovoselektrívnych elektród, ktoré postupne získávajú pôdu.

Problémom u nich ostáva sterilizácia, ktorá sa vyriešila iba u snímačov niektorých veličín (pH, O₂, CO₂), resp. nutnosť predchádzajúcej úpravy vzorky, aby meranie bolo možné a údaj použiteľný. V našom podniku sa takýmto spôsobom pomocou amoniakálnej elektrody po úprave vzorky nad pH 11, stanovuje priamo amoniakálny dusík, čo ukazuje možnosti a perspektívnu pre aplikáciu takýchto priamych analyzátorov pre reguláciu nových parametrov. Pre rýchle a pomerne veľmi presné stanovenie obsahu glukózy (resp. sacharózy) vo fermentačnej pôde sa v poslednom čase dobre ujali analyzátoru glukózy fy Beckmann, ktoré využívajú reakcie glukózy s kyslíkom za prítomnosti glukózooxidázy, príčom sa meria kinetika reakcie spotrebou kyslíka kyslíkovou elektríckou. Údaj priamo v hmotnostných jednotkách sa zobrazí na displeji, pričom je pre ďalšie spracovanie k dispozícii v BCD kóde. Obdobným spôsobom sa vynára perspektíva priameho merania ďalších zložiek pomocou hmotovej spektrometrie. V tomto smere nie je bez zaujímavosti hmotnostný spektrograf KVADRUPOL, vyvinutý v Inštitúte jadrového výskumu Maďarskej akadémie vied v Debrecíne. V sesterskom podniku Biogal Debrecen vypracovali spôsob jeho priameho napojenia na fermentačný tanik (predbežne v poloprevádzke), ktorý má umožniť trvalé sledovanie viacerých zaujímavých parametrov s následným využitím pre riadenie procesu.

Prechodom k laboratórnej technike, ktorú by bolo možné k riadeniu fermentačných procesov využiť, sú automatické analyzátoru typu Technikon, ktorých obdoba sa vyrába v MLR pod názvom CONTIFLOW. Problémom je cena a vhodné napojenie na fermentačný aparát, tak aby sa neúnosne nezvyšovalo nebezpečie kontaminácie. Prirodzene, že perspektívne nevyuľúčujeme ani využitie ďalších oblastí analyzátorovej techniky ako je spektrofotometria, plynová chromatografia, vysokotlaková chromatografia, iontoforéza a izotachoforéza, aj keď v súčasnej dobe je to sféra vyhradená prácam laboratórnym.

Tak ako sa v príbehu posledných desaťročí vyvíjala oblasť vlastnej prístrojovej techniky, prešlo zmenami aj celkové poňatie riadenia procesov, čo sa zpätne odrazilo i v sociálno-ekonomickej aspektoch.

Pre zlepšenie kompleksného prehľadu o parametroch

procesu sa najprv upustilo od inštalovania indikačných prístrojov a regulátorov do tesnej blízkosti jednotlivých aparátov v prevádzke. Keďže centralizovaná MaR technika umožňovala obsluhu viacerých aparátov jednou pracovnou silou bez zniženia spoľahlivosti a kvality ako aj objemu výroby. Prístroje sa sústredili do rozvádzacích panelov), ktoré sa však umiestnili v prevádzkových priestoroch, čím boli vystavené škodlivému vplyvu okolia rovnako ako obsluha. Prirodzená snaha o zlepšenie pracovného prostredia pre obsluhu i pre MaR techniku si čoraz viac vynucuje budovanie rozvádzacích do priestorov, oddelených od prevádzky, pre ucelené časti sa realizujú riadiace velíny a miesto ručného ovládania akčných členov na mieste nastupuje ovládanie diaľkové. To umožňuje racionálnejšie využitie kubatúry priestoru prevádzok, pravda pri zväčení nárokov na vybavenie aparátov čidlami i diaľkovo ovládanými armatúrami. Pre obsluhu sa pritom vytvárajú lepšie podmienky sociálne, zvyšujú sa však nároky na vedomosti a orientáciu pri atypických prevádzkových stavoch. V tomto nasmerovaní dochádza i v n. p. Biotika k inovácii MaR techniky v starších prevádzkách. Prítom v poslednom čase použitím mnohokanálových elektronických zapisovačov sa značne skracuje dĺžka rozvádzacích, takže velíny sa dostávajú na vyššiu úroveň v prehľadnosti i komforte pre obsluhu. Napríklad u jednej novoprojektovanej prevádzky sa týmto spôsobom, použitím 30 kanálových hybrídnych zapisovačov Yokogawa-Electrofact Typ 4088, skrátila dĺžka rozvádzacích z 10,5 m na 4,5 m pri vyššom počte registrovaných veličín ako v pôvodnom návrhu a neporovnatelně vyššej flexibilite zariadenia, vyplývajúcej z možnosti voľného programovania registrovaných veličín.

Po technickej stránke predstavuje však takéto budovanie dozorník a ich vybavenie klasickou MaR technikou len nutný medzistupeň pre vyššiu úroveň riadenia.

Ak sa totiž pri inovácii MaR techniky a realizácii velíňov volí prenos jednotným prúdovým signálom, vytvárajú sa súčasne veľmi dobré podmienky pre ľahký prechod na zber dát a kontrolu celého procesu počítačom. V n. p. Biotika vykonali spoľahlivé overenia uvedeného prístupu a ukazuje sa, že pôvodné predpoklady boli v plnej šírke opravnené. Prenos signálu k počítaču robíme v analógovej forme prúdovým signálom 0—20 mA po bežných oznamovacích a meracích netienených káblach. Rušenie je minimálne, je na úrovni šumu a dá sa programovo odfiltrovať jednoduchým spôsobom. Počítačom zaznačené dátá možno využiť k oveľa presnejšej hlbkovej kontrole procesu a jednoznačným retrospektívnym analýzam, napoko hard-copy zaznačených údajov možno robiť pre rôzne kombinácie skúmaných veličín v dokonalej časovej synchronizácii. Rovnako jednoducho možno vytvárať derivácie ich priebehu, prevádzkať integrovanie alebo realizovať iné matematické operácie, ktoré poskytnú ďalšie údaje o procese (napr. tepelné bilancie), od ktorých sa dá čakať osvetlenie „čiernej skrinky“ z iného uhla a tým postupné skladanie mozaiky matematického modelu pre algoritmus riadenia procesu. Tieto úlohy stojia z väčšej časti ešte pred nami. Už dnes však možno s istotou povedať, že vývoj ide týmto smerom, aj keď

zatiaľ naráža na značné fažnosti. Okrem uvedených čiste technických aspektov rieši totiž celý rad ďalších otázok v súvislosti so zefektívňovaním procesov. Je to úroveň zodpovednosti pracovníkov v materiálnej výrobe pod aspektom spoľahlivosti a objektívnej retrospektívnej kontroly i bilancovania, zlepšenie životného prostredia a pracovného prostredia pre obsluhu v biochemických výrobách, predĺžovanie životnosti MaR techniky, postupné cdbúrávanie klasických indikačných a regisračných prístrojov, ktoré predstavujú jadro nákladov na údržbu MaR techniky, pôdstatne rýchlejšia indikácia poruchových stavov procesu s jednoznačnou determináciou príčin a tým vytvorenie možnosti správneho zásahu bez straty času a pôd. To sú všetko pozitívne prínosy, ktoré treba mať na zreteli, s ktorými budúcnosť ráta a my ich musíme aktívne brať na vedomie.

Synovec, P.: Meriaca a regulačná technika a budovanie ASRTP biotehnológií. Kvas. prům., 31, 1985, č. 12, s. 287—290.

Jadro biotehnologických procesov predstavujú fermentačné procesy, ktorých zvládnutie i ekonomizácia sú podmienené primárnym vybavením MaR technikou. Jej praktická aplikácia prešla svojím vývojom a dosiahla úroveň standardizácie, ktorá tvorí výhodový bod pre vyššiu úroveň riadenia. Tým sa vytvárajú priaznivej podmienky pre budovanie ASRTP v oblasti biotehnológií.

Сыновец, П.: Измерительная и регуляционная техника и создание автоматической системы управления технологическими процессами биотехнологий. Квас. прум. 31, 1985, № 12, стр. 287—290.

Ядро биотехнологических процессов представляют процессы ферментации, овладение ими и их экономизация обусловлены подходящим оснащением их измерительной и регуляционной техникой. Ее практическое приложение проделало свое развитие и она достигла уровня стандартизации, представляющего собой исходный пункт для высшего уровня управления. Тем и создаются благоприятные условия для создания системы управления технологическими процессами в области биотехнологий.

Synovec, P.: Measurement and control technique and design of automatic control systems of technological processes. Kvas. prům. 31, 1985, No. 12, pp. 287—290.

The pit of the biotechnological processes represent the fermentation-processes. The mastery above them and economy of them are dependent upon the appropriate Measuring and Control Equipment. Its practical application went through special development and reached the standardisation-level which forms the starting-point for the superior management level. Herewith are formed favourable conditions for the building of the Automatised-Control-systems of the Technological processes (ACS of TP) in the biotechnological sphere.

Synovec, P.: Meß- und Regulationstechnik und Aufbau der Steuerung technologischer Prozesse. Kvas. prům. 31, 1985, Nr. 12, S. 287—290.

Das Kern der biotechnologischen Prozeßen bilden die Fermentation-Prozeßen, deren Bewältigung und Oekonomisierung ist durch entsprechende meß- und regeltechnische Ausrüstung bedingt. Ihre praktische Aplikation ist über ihre eigene Entwicklung gegangen und hat das Niveau der Standardisierung bereicht, was den Ausgangspunkt für das höhere Leitungsniveau darstellt. Dadurch werden günstige Bedingungen für die Aufbau der Automatischen-Leitung-Systemen der Technologischen Prozeßen (ALS der TP) in der Sphäre der Biotechnologien geschafft.