

Бурианец, З. - Бурианова, Я. - Гералова, Б.: Анализ современного состояния управления процессами ферментации. Измерительные методы и чувствительные элементы. Квас. прум., 36, 1990, № 2 и 3, стр. 39—40, 72—76.

Приводится обзор чувствительных элементов, применяющихся сегодня при контроле и управлении процессами ферментации. Этот обзор дополнен обзором по ЭВМ, из которого избраны работы, касающиеся данной тематики. Из проведенной работы видно направление, в котором происходит современное развитие исследования в области измерения и чувствительных элементов для биотехнологического применения.

Burianec, Z. - Burianová, J. - Heralová, B.: Analysis of the Control of Fermentation Processes. Measuring Methods and Instruments. Kvas. prum., 36, 1990, No. 2 and 3, pp. 39—40, 72—76.

A review about probes using for measuring and con-

trol of fermentation processes at present is made. This review was completed with the computer aided literature search on this topic. From the article, it can be seen the present state of art in the development of the measuring techniques and the construction of instruments for biotechnological applications.

Burianec, Z. - Burianová, J. - Heralová, B.: Analyse des gegenwärtigen Stands der Steuerung der Fermentationsprozesse. Meßmethoden und Fehler. Kvas. prum., 36, 1990, Nr. 2 und 3, S. 39—40, 72—76.

Es wird eine Übersicht der Meßfühler angeführt, die gegenwärtig bei der Verfolgung und Steuerung der Fermentationsprozesse benutzt werden. Diese Übersicht wurde durch eine Computer-Recherche ergänzt, aus der die Arbeiten ausgewählt wurden, die diese Thematik behandeln. Aus der Recherche sind die Richtungen ersichtlich, auf die die Forschung im Bereich der Messung und der Entwicklung der Meßfühler für biotechnologische Applikationen orientiert ist.

Konstrukční materiály pro biotechnologický průmysl

579 663

II. Nekovové materiály

Ing. JAN PÁČA, CSc., Vysoká škola chemickotechnologická, katedra kvasné chemie a bioinženýrství, Praha

Klíčová slova: konstrukční materiály, plasty, koroze, biotechnologický průmysl

1. SKLO

Borosilikátové sklo je odolné vůči korozi při všech biochemických a biologických procesech včetně působení produktů těchto procesů i vůči chemikáliím používaným k mytí a sanitaci zařízení. Dalšími výhodami skla jsou: hladký povrch (důležité z hlediska čištění), průhlednost (umožňuje kontrolu probíhající operace), sterilovatelnost (v autoklávu a do jisté míry i *in situ*) a nízká cena. Používá se k výrobě nádob, potrubí a těles bioreaktorů laboratorní velikosti (do průměru 600 mm), průhledítek do větších bioreaktorů a ve formě skelných vláken k naplnění hloubkových filtrů pro sterilaci vzduchu. Sklo je křehké a má malou pevnost v tahu. Další nevýhodou skla je nebezpečí roztržení skleněného válce při sterilaci párou *in situ* v místě i nepatrného mechanického poškození (např. škrábnutí nebo v místě výrobní vady, tzv. „bubliny“ ve skle). Proto se před sterilací laboratorních fermentorů přímou párou musí provádět preventivní ochrana obsluhujícího personálu nasazením ochranných krytů na reaktory. Většinou se však laboratorní fermentory sterilují po naplnění živným médiem v autoklávu.

2. PLASTY

Používají se pro stavbu nebo k povrchové úpravě nádob a nádrží, jsou vhodným materiálem pro hadice, potrubí, těsnění, membrány elektrod a ventilů a slouží i jako ložiskové materiály. Obecně jsou plasty odolné proti korozi, přestože některé jsou málo odolné vůči organickým rozpouštědlům ve srovnání s kovovými materiály. Mají také menší odolnost vůči rázovému namáhání. U termoplastů může určitým problémem být měknutí materiálu při tepelné zátěži. Pro zlepšení mechanických vlastností plastů se tyto materiály kombinují (plní) skelnými nebo uhlíkovými vlákny. Z hlediska odolnosti vůči mikroorganismům jsou všechny plasty vyhovující. Dalšími požadovanými vlastnostmi plastů jsou: odolnost proti otěru; nesmí obsahovat látky difundující z plastu (např. plastifikátory) ani aditiva, která jsou toxická, působí změnu barvy nebo ovlivňují organoleptické vlastnosti zpracovávaného materiálu [1]. Většinu plastů nelze sterilovat teplem. Vzhledem k používaným teplotám a tlakům při sterilaci nelze použít ani všechny plasty vyztužené skelnými vlákny tam, kde je sterilace nezbytná. V tabulce 1 jsou uvedeny parametry několika nejčastěji používaných plastů.

Tabulka 1. Hodnoty nejčastěji používaných plastů

Materiál	Cena	Napětí v tahu (MPa)	Max. prac. teplota bez zatížení (°C)	Chem. odolnost
Polyethylen	nízká	20—37	120	dobrá
Polypropylen	nízká	33—38	150	dobrá
PVC (neměkčený)	nízká	25—32	110	dobrá
Teflon	vysoká	7—28	260	výborná
Nylon 6.6	nízká	62—83	150	absorbuje vlhkost
A B S	nízká	41	90	dobrá

Polyethylen — patří mezi termoplasty. Je levný, odolává slabým kyselinám, slabým i silným alkáliím, většinou minerálních a rostlinných olejů a většinou organických rozpouštědel při nízkých teplotách (asi do 60 °C). Není sterilovatelný teplem. Používá se jako potrubí na vodu a jiná média, zásobníky na kapalná média, jako jsou ocet, pivo, víno, oleje a ovocné šťávy i jako materiál membrán pro kyslíkové elektrody [2].

Polypropylen — má vlastnosti podobné polyethylen, ale je odolnější vůči teple. Snáší tepelnou sterilaci při přetlaku 0,15 MPa po dobu 20 min [3]. Při dlouhodobém tepelném působení lze jej však vystavovat teplem jen do 100 °C. Také jeho chemická odolnost je větší, proto v procesu čištění lze použít jak kyseliny, tak alkalické roztoky. Používá se ke stavbě zásobníků na kyseliny a louhy a potrubí pro regulaci pH. Z pevnostního hlediska má dobrou odolnost vůči dynamickým rázům a není toxický. Při stavbě zásobníků s objemem nad 15 m³ se z vnější strany pokrývá podpurným plastem obsahujícím skelná vlákna. Používá se též k výrobě membrán k mikrofiltraci [4], membrán pro kyslíkové elektrody [5] a membrán pro imobilizaci buněk nebo enzymů [6, 7].

Polyvinylchlorid (PVC) má vysokou odolnost vůči kyselinám a alkáliím. Vůči rozpouštědlům (např. ketonům, esterům a aromatickým uhlovodíkům) není tak odolný jako polyethylen. Měkčený PVC se používá k výrobě hadic. Jinak se z něho vyrábějí trubky. Dlouhodobě snáší teplotu pouze do 50 °C. Srovnáme-li investiční náklady na potrubí z nerezavějící oceli s potrubím z PVC v prosperujících státech, dospějeme k vyšší ceně při použití PVC z konstrukčních důvodů (např. častější mechanické podpory atd.) [8].

Polyamid (např. nylon, v ČSSR Alkamid) patří také mezi termoplasty, je tuhý a houževnatý, má vysokou odolnost vůči alkáliím, organickým rozpouštědlům a uhlovodíkům. Má také značnou tepelnou odolnost — dobře snáší sterilaci párou *in situ*. Má nízký koeficient tření a vysokou odolnost vůči otěru, proto se používá k výrobě ložiskových pouzder (botnání), zásobníků, tkanin pro filtraci kapalného média, membrán pro filtraci kapalin i vzduchu [9], nebo vláken pro filtraci vzduchu [10]. Nylon plněný grafitem nebo molybden disulfidem má samomazné vlastnosti, a proto se používá jako ložisko nebo třecí kroužek ucpávky u míchadla fermentoru. Používá se také k výrobě membrán pro reverzní osmózu a ultrafiltraci [11] a pro membrány používané pro separace plynů [12, 13].

Fluorované plasty. Patří sem **polytetrafluoroethylen** (teflon) a **fluorovaný ethylen-propylen**. Oba mají podobnou vysokou odolnost vůči kyselinám, alkáliím a rozpouštědlům. Liší se svou odolností vůči teplu. Teflon krátkodobě snáší teplotu až do 300 °C, dlouhodobě vydrží teplotu 250 °C. Odpovídající teploty pro fluorovaný ethylen-propylen jsou 250 °C a 200 °C. Tyto materiály se používají na potrubí, součástky čerpadel (např. vrtulová čerpadla), membrány ventilů, membrány pro procesy membránové destilace [14], těsnicí „O“ kroužky [15], plochá těsnění, ložiskové výstelky (velmi malý součinitel tření) a membrány pro kyslíkové elektrody [2, 5].

Polyethersulfony se významně uplatňují jako materiály membrán pro ultrafiltraci a reverzní osmózu [11]. Snáší teplotu 70 °C v rozsahu pH od 2 do 12 a lze je čistit fosforečnou nebo dusičnou kyselinou nebo i chlorovanými alkalickými detergenty.

Akrylonitrilbutadienstyren (ABS) se používá na potrubí pro některé potravinářské výrobky. Není toxický, je hygienicky nezávadný, chemicky odolný a také značně mechanicky odolný. Má malou tepelnou vodivost, a proto není třeba z něho vyrobené potrubí tepelně izolovat při dopravě horkých materiálů.

Porovnáním vlastností plastů s kovovými materiály z hlediska konstrukční aplikace vykazují plasty tyto nevýhody:

- Menší odolnost proti stárnutí.
- Menší smáčivost vodnými roztoky v důsledku nízké hodnoty povrchového napětí.
- Malý součinitel tepelné vodivosti.

3. PRYŽE

Pryže jsou podobné jako plasty organické polymery. Na rozdíl od plastů je jejich charakteristickou vlastností elasticita. V průmyslu se dnes používají převážně syntetické pryže, o kterých je dále stručně pojednáno.

Vulkanizáty butyl kaučuku (kopolymer isobutyleneisopren) jsou odolné vůči kyselinám, alkáliím a některým rozpouštědlům. Nesnášejí alifatická a aromatická rozpouštědla a rostlinné a minerální oleje. Odolávají cukerným roztokům, lihovarským výpalkům, odpěňovačům a roztokům octové kyseliny do teploty 57 °C [16]. Lze je použít i při vyšších teplotách do 150 °C, navíc i pro páru o nízkém tlaku. Tyto pryže se používají jako hadice, membrány ventilů a těsnění.

Ethylenpropylenocyklopentadien (EPDM) se používá v případech jako vulkanizáty butyl kaučuku. Je zvláště výhodný při vyšších teplotách (do 155 °C) a ve styku s párou. Neodolává však tukům a alifatickým a aromatickým rozpouštědlům. Vyrábějí se z něho plochá těsnění a „O“ kroužky.

Vulkanizáty styrenbutadienu (SBR) se běžně používají v potravinářském průmyslu pro většinu vodných roztoků do 85 °C. Nesnášejí tuky a oleje. Používají se běžně např. v pivovarství.

Neopren (polychloropren, výrobce Du Pont) není obecně chemicky tak odolný jako vulkanizáty butyl a nitril kaučuku. Odolává však rostlinným a živočišným tukům a olejům. Je houževnatý a má vysokou pevnost v tahu. Snáší teploty do 90 °C. Používá se na plochá těsnění,

„O“ kroužky, manžety, membrány, hadice a potahy zásobníků pro chemikálie.

Vulkanizáty nitrilového kaučuku (kopolymer akrylonitrilbutadien) mají velkou pevnost v tahu, výborně odolávají minerálním olejům, tukům a některým organickým rozpouštědlům. Snášejí vyšší teploty (do 130 °C), proto se používají v systému olejového mazání. Používají se k výrobě „O“ kroužků.

Silikonová pryž (methylethylvinylsiloxan) je zvláště výhodná pro použití při vysokých teplotách (do 175 °C). Je odolná pro výrazně korozivní materiály, např. roztoky NaCl, většinu anorganických kyselin a alkálií. Vykazuje také výborné vlastnosti při nízkých teplotách (do -50 °C). Neodolává dusičné kyselině a některým organickým rozpouštědlům (botná v parafinovém oleji a ve většině odpěňovačů). Mechanické vlastnosti má horší než vulkanizáty butyl kaučuku nebo styrenbutadienu. Proto se nehodí pro páru o vyšším tlaku. Osvědčila se jako materiál membrán pro procesy membránového odpařování [14], pervaporaci (permeát odváděn ve formě páry) [17] a membrány kyslíkových elektrod [2, 5], dále jako těsnění v potrubí a přírubách fermentorů.

Fluorovaná pryž (kopolymer hexafluoropropylenvinylidenfluorid) známá pod názvem Viton (výrobce Du Pont) je velmi drahá. Má však vynikající odolnost vůči olejům (až do teploty 200 °C), většinu aromatických a chlorovaných rozpouštědel, kyselinám a alkáliím. Neodolává většině odpěňovačů. Je dobře stlačitelná až do teploty 175 °C, proto se používá na plochá těsnění a membrány ventilů (zvláště při kultivacích na uhlovodících). Mechanickou pevnost má vyšší než silikonová pryž. Nedoporučuje se jí používat na páru a tlakovou vodu. Osvědčila se jako materiál pro procesy membránové destilace [14].

4. KERAMICKÉ MATERIÁLY

Mezi keramické materiály obecně patří silikáty, oxidy, karbidy, nitridy a boridy. Dále sem patří také cihly, beton, azbest, ale i sklo. Syntetické kompozitní materiály obsahující keramické materiály (nazývané „cermets“) a karbid wolframu jsou dalšími významnými materiály používanými v průmyslu biotechnologických výrob.

Přírodní i syntetické keramické materiály jsou křehké, jsou dobrými izolátory tepla i elektřiny, jsou tvrdé a odolné vůči otěru (tab. 2).

Tabulka 2. Odolnost proti otěru materiálů používaných k povrchové úpravě dekantačních šneků

Materiál	Koeficient odolnosti vůči otěru
Co—Cr—W slitiny	15—60
85% oxid hlinitý	9—14
karbid wolframu	500—800

Karbid wolframu a jiné keramické materiály se např. používají v mechanických ucpávkách hřídele míchadla ve fermentorech se spodním pohonem míchadla [18]. Jsou jím opatřeny vnitřní povrchy dekantačních odstředivek (osvědčil se zde lépe než oxid hlinitý) a v expanzních ventilech vysokotlakých homogenizátorů [19].

5. DŘEVO

Pro potravinářská zařízení není dřevo vhodným konstrukčním materiálem z důvodů porozity. Kapaliny mohou vnikat do povrchu dřeva, což vede k možnému kažení produktu a riziku jeho kontaminace. Porézní povrch dřeva pak znemožňuje dokonalé čištění a sanitaci nádob. Přesto patří dřevo k tradičním konstrukčním materiálům, zvláště v některých klasických výrobcích.

Fermentace sladového rmutu pro výrobu skotské whisky se stále provádí v dřevěných sudech. Postupně se však nahrazují nerezavějící ocelí. Skotská whisky, brandy a americké whisky musí uzrát v dubových sudech [20]. V procesu zrání má dřevo významný vliv na orga-

noleptickou kvalitu produktu, a proto jej nelze nahradit jiným materiálem [21].

Víno se také dříve uchovávalo v dřevěných sudech. Postupně se však zde dřevo nahrazuje nerezavějící ocelí.

Ze dřeva jsou i dosud pracující hoblinové ocetnice pro výrobu octa.

Literatura

- [1] BRISTON, J. H., KATAN, L. L.: *Plastics in Contact with Food*, Food Trade Press Ltd., 1. vyd. London 1974, s. 126
- [2] RYCHTERA, M., PÁČA, J.: *Bioinženýrství kvasných procesů*, 1. vyd. SNTL, Praha 1985, s. 143
- [3] SOLOMONS, G. L.: *Materials and Methods in Fermentation*, Academic Press, London and New York 1. vyd. 1969, s. 150
- [4] STRATHMANN, H.: *Membrans in Downstream Processing-State-of the Art and Future Developments*. In: *Biochemical Engineering* (Eds. H. Chmiel, W. P. Hammes, J. E. Bailey), Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, New York 1987, s. 288
- [5] HITCHMAN, M. L.: *Measurement of Dissolved Oxygen*. In: *Chemical Analysis* (Eds. P. J. Elving, J. D. Winefordner, I. M. Kalthoff), 1. vyd. J. Wiley and Sons, New York 1978, s. 71
- [6] INLOES, D. S., et al.: *Appl. Environm. Microbiol.* **46**, 1983, s. 264
- [7] GEKAS, V. C.: *Enzyme Microb. Technol.* **8**, 1986, s. 450
- [8] TUTHILL, A. H.: *Evaluating Installed Cost of Corrosion Resistant Piping*, Nickel Development Institute, Technical Series No. 10 002
- [9] DOCKSEY, S. J.: *Membrane Processes*. In: *Bioactive Microbial Products 3. Downstream Processing* (Eds. J. D. Stowell, P. J. Bailey, D. J. Winstanley), Academic Press, 1. vyd. London 1986, s. 161
- [10] PERKOWSKI, C. A.: *Biotechnol. Bioeng.* **25**, 1983, s. 1215
- [11] BROCK, T. D.: *Membrane Filtration. A User's Guide and Reference Manual*, Springer Verlag, Berlin 1983, s. 282
- [12] HENIS, M. S., TRIPOLDI, M. K.: *Science* **220**, 1983, s. 11
- [13] WANG, H. Y., LAWLESS Jr. R. J., LIN, J. E.: *Proc. Biochem.* **23**, 1988, s. 23
- [14] MULDER, M. H. V., SMOLDERS, C. A.: *Proc. Biochem.* **21**, 1986, s. 35
- [15] BULL, D. N., THOMA, R. W., STINNETT, T. E.: *Adv. Biotechnol. Proc.* **1**, 1983, s. 1
- [16] DIXON, J. M.: *Food Engineering International*, March 1983, s. 43
- [17] GROOT, W. J., Van den OEVER, C. E., KOSSEN, N. W. F.: *Biotechnol. Lett.* **6**, 1984, s. 709
- [18] WILSON, J. D., ANDREWS, T. E.: *Biotechnol. Bioeng.* **25**, 1983, s. 1205
- [19] APV Co. Ltd., Crawley, UK. *Firemní literatura*
- [20] GRÉGR, V., UHER, J.: *Výroba lihovin*, 1. vyd. SNTL Praha, 1974, s. 179
- [21] WATSON, D. C.: *Factors influencing the Congener Composition of Malt Whisky New Spirit*. In: *Flavour of Distilled Beverages* (Ed. J. R. Piggott), Ellis Horwood Ltd. Publishers, Chichester 1983, s. 79

Lektoroval Ing. Ladislav Chládek, CSc.

Páča, J.: Konstrukční materiály pro biotechnologický průmysl. II. Nekovové materiály. *Kvas. prům.*, **36**, 1990, č. 3, s. 76–78.

Je uveden přehled nekovových materiálů, jejich vlastností a použití ke konstrukci aparátů a zařízení pro biotechnologický průmysl.

Паца, Я.: Конструкционные материалы для биотехнологической промышленности. 2. Неметаллические материалы. *Квас. прум.*, **36**, 1990, № 3, стр. 76–78.

Приведен обзор неметаллических материалов, их свойства и использование для конструирования аппаратов и оборудования биотехнологической промышленности.

Páča, J.: Materials of Construction in Biotechnological Industries. Part II. Non-Metallic Materials. *Kvas. prům.*, **36**, 1990, No. 3, pp. 76–78.

Non-metallic materials, their properties and uses for a construction of apparatuses and equipments in the biotechnological industries are discussed.

Páča, J.: Konstruktionsmaterialie für die biotechnologische Industrie. II. Nichtmetallische Materiale. *Kvas. prům.*, **36**, 1990, Nr. 3, S. 76–78.

Es wird eine Übersicht der nichtmetallischen Materiale angeführt, sowie auch ihrer Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten zur Konstruktion von Apparaten und Anlagen für die biotechnologische Industrie.

ANALYZÁTOR RTUTI TMA 254

Tuzemský trh laboratorní a měřicí techniky byl obohacen o nové speciální zařízení — analyzátor rtuti TMA 254. Je to mikroprocesorem řízený jednoúčelový spektrometr pro stanovení obsahu rtuti v pevných, kapalných a po úpravě i plynných vzorcích metodou atomové absorpční spektrometrie. Využívá amalgamační techniku koncentrace tohoto toxického prvku a tím dosahuje mimořádně vysoké citlivosti stanovení. Maximální navážka pevného vzorku činí 300 mg, maximální dávovaný objem vzorku kapalného je 300 µl. Přístroj nalezne široké uplatnění ve všech oblastech průmyslu včetně nápojového a potravinářského, zemědělství, hygienické službě, vodním hospodářství, ekologii aj. V současné době není na trhu přístrojové techniky jak v zemích RVHP, tak v ne-socialistických státech zařízení, pracující na obdobném principu, tj. zahrnující kromě měření obsahu rtuti také kompletní chemickou úpravu vzorku.

Vzorek je umístěn na lodičce a automaticky vložen do spalovací pícky, kde je nejdříve ve fázi sušení odstraněna přebytečná voda a poté ve fázi tepelného rozkladu při teplotě 850 až 900 °C uvolněna veškerá rtuť v prou-

du kyslíku (zároveň jsou spáleny hořlavé složky ve vzorku). Reakční produkty jsou vedeny do další pece, kde je na katalyzátoru při teplotě 750 °C dokončena oxidace. Dokonale zoxidované reakční zplodiny jsou dále proudem kyslíku vedeny přes amalgamátor, který zachycuje pouze rtuť a ostatní složky procházejí. Ohřevem amalgamátoru je zachycená rtuť znovu uvolněna a je nenesena proudem plynu do tandemových měřicích květ. Vhodnou volbou poměru jejich velikosti je zajištěn dynamický rozsah až čtyři řády koncentračního rozmezí jedním měřením. Amalgamátor a měřicí květy jsou udržovány na teplotě 120 °C k zamezení kondenzace vody.

Celý pracovní cyklus, tj. doba sušení, termického rozkladu a vyplachování (0 až 999 s) a přístrojové parametry, tzn. teploty katalytické pece, měřicích květ, průtok kyslíku aj. jsou řízeny mikroprocesorem. Vstupní tlak kyslíku činí 200 kPa, průtok 150 ml/min., max. příkon 500 VA, napájecí napětí 220 V/50 Hz, rozměry 930 × 570 × 500 mm, hmotnost 58 kg. Nastavené parametry přístroje a naměřené výsledky je možno tisknout na vestavěné teplocitlivé tiskárně. Přístroj je dále vybaven analogovým výstupem pro registraci signálu zapisovačem.

Výrobce tohoto náročného zařízení je k. p. Tesla Holešovice a objednávky přijímá Služba výzkumu, středisko obchodních služeb VVÚ, sídliště Na Libuši 891, 391 65 Bechyně. Cena je 120 tis. Kčs.

(Zpracováno podle Bulletinu Služby výzkumu.)

(tes)

DOBŘE VYHLÍDKY PRO LEHKÉ PIVO

V USA, největším producentu piva na světě, připadá z celkového výstavu 229 mil. hl zhruba 25 % na lehké pivo. V NSR se odhaduje spotřeba lehkého piva okrouhle na 600 000 hl a předpokládá se vzestup o 15–20 %. V Rakousku konzumují lehké pivo z 50 % ženy. Proti odbytu 50 000 hl lehkého piva v loňském roce se předpokládá letos vzestup na 120 000 hl. Je zde snaha o vysokou jakost při dokonalé adjustaci. V celkovém odbytu piva v Rakousku jeví lehké pivo největší vzestup, takže dosažení 160 000 hl se nevyklučuje. Tím by podíl lehkého piva zhruba dosáhl 2 % celkového rakouského výstavu piva.

—: Gute Marktchancen für Leichtbier. Ernährung/Nutrition, **13**, 1989, č. 1, s. 51.

Alh