



VALDIS KAMPARS (dzimis 1944. g. Priekulē) ir ķīmijas zinātņu doktors, A. Peļšes Rīgas Politehniskā institūta Organiskās ķīmijas katedras docents. 1969. gadā beidzis RPI Ķīmijas fakultāti, 1983. gadā aizstāvējis doktora disertāciju. Vairāk nekā 100 zinātnisku darbu autors. Pēta specifiskus iekšmolekulārās un starpmolekulārās sadarbības mehānismus un šādu sistēmu praktiskas izmantošanas iespējas.



OJĀRS NEILANDS (dzimis 1932. g. Liepājā) ir Latvijas PSR Nopelniem bagātais zinātnes un tehnikas darbinieks, ķīmijas zinātņu doktors (1971), profesors. 1956. gadā beidzis P. Stučkas Latvijas Valsts universitātes Ķīmijas fakultāti. Kopš 1964. gada ir A. Peļšes Rīgas Politehniskā institūta Organiskās ķīmijas katedras vadītājs, no 1965. gada — arī Diketonu problēmu zinātniskās pētniecības laboratorijas zinātniskais vadītājs. Pēta organiskās sintēzes un organiskās ķīmijas teorētiskos jautājumus. Sarakstījis mācību grāmatu «Organiskā ķīmija», par ko 1980. gadā saņēmis Latvijas PSR Valsts prēmiju.

Ikdienā ienāk diazotipija

Ilgu laiku sudraba halogenīdu fotogrāfijai nebija konkurentu. Taču pašlaik to pakāpeniski sāk aizstāt citi fotogrāfijas veidi. Kāpēc tas notiek?

**VALDIS KAMPARS,
OJĀRS NEILANDS**

Bieži vairāki viena un tā paša zinātniskā un tehniskā uzdevuma risinājumi eksistē vienlaikus. Konkrētajos apstākļos (izejvielu bāze, zinātnes un tehnikas sasniegumi, ekoloģiskā situācija) viens no šiem risinājumiem ir visizdevīgākais un tiek ieviests. Taču apstākļi pakāpeniski mainās — piemēram, izejvielu bāze tiek izsmelta, bet tehnikas sasniegumi ļauj īstenot jaunus, agrāk nerealizējamus projektus. Vispārātzītajam «līderim» rodas konkurenti...

Līdzīga situācija izveidojusies fotogrāfijas jomā. Neapstrīdams līderis šeit ir sudraba halogenīdu (saisināti AgX, kur X apzīmē hloru, bromu un jodu) fotogrāfija. Tiesa gan, bezsudraba fotogrāfija ir nedaudz vecāka: pirmoreiz fotogrāfisks attēls iegūts reljefa veidā uz asfalta kārtas (Ž. N. Njepss, 1826. g.).

Desmit gadus vēlāk L. Ž. M. Dagērs un V. H. F. Tolbots ierosina izmantot

daudz jutīgākos sudraba halogenīdus. No šā laika to līderpozīcijas vairs nav apdraudētas. Vai pamatoti? Pamatoti, ja fotomateriālu izmanto nozarēs, kurās nepieciešama ļoti augsta gaismjutība. Tādas ir profesionālā un amatieru fotogrāfija un kinematogrāfija, aerofotogrāfija, astrofotogrāfija un kosmiskā fotogrāfija. Pagaidām šeit tikpat kā nav iespējams atrast aizstājēju sudraba halogenīdu materiāliem, jo tie pēc gaismjutības ievērojami pārspēj visus citus.

Taču ir fotogrāfijas nozares, kurās superaugsta gaismjutība nav nepieciešama, piemēram, kopēšana, tehniskās un teksta informācijas pavairošana, mikrofilmēšana, poligrāfija un mikroelektronika. Šajās nozarēs jau tagad galvenokārt izmanto bezsudraba fotomateriālus un procesus: elektrofotogrāfiju, fototermogrāfiju, fototermoplastiku, fotopolimerizāciju, fotoubriedināšanu, fotohromiju, diazotipiju, vezikulāro procesu un citus. Šeit var izmantot intensīvus gaismas avotus, piemēram, lāzerus, un galvenais fotomateriāla raksturojums daudzos gadījumos vairs nav gaismjutība, bet izšķiršanas spēja. Un šai ziņā «līdera» pozīcijas vairs nav tik stipras.

Sudraba halogenīdu materiāls sastāv no mikrokristāliem, kuru daļiņu izmērs mainās robežās no 0,01 līdz 1 μm. Tāda struktūra nodrošina superaugstu gaismjutību, bet ierobežo izšķiršanas spēju, jo mazākā daļiņa ir nevis atsevišķa molekula, bet mikrokristāls. Tādēļ ļoti gaismjutīgu fotomateriālu izšķiršanas spēja (nesaplūstošo līniju skaits uz 1 mm) ir tikai apmēram 60, bet vidēji jutīgo — apmēram 150 mm⁻¹. Bezsudraba fotomateriāliem ar molekulāro struktūru (tiem nav mikrokristālu) izšķiršanas spēja sasniedz 5000 mm⁻¹. Saprotams, ka gadījumos, kad pats svarīgākais ir maksimāls ierakstītās informācijas blīvums, šai īpašībai ir izšķirošā loma.

Maza izšķiršanas spēja nav vienīgais «līdera» trūkums. Parasti AgX materiāli prasa diezgan sarežģītu apstrādi ar seko-

jošu skalošanu, tātad nepieciešams patērēt diezgan daudz ūdens. Vajadzīgs samērā ilgs laiks, lai iegūtu attēlu. Būtisks ir arī fakts, ka zemeslodes sudraba resursi ir visai ierobežoti.

Pēdējos gados sudraba ieguve pasaulē vairs nepalielinās un nesamazinās, tikai pateicoties mazvērtīgu rūdu apstrādei. Uzskata, ka ir ekonomiski izdevīgi iegūt sudrabu pat tad, ja tonna rūdas satur tikai 3 gramus šā metāla. Fotografija ir viens no galvenajiem sudraba patērētājiem, pie tam liela daļa sudraba pēc fotomateriāla izmantošanas netiek reģenerēta. Ja vēl ņem vērā to, ka fotoinformācijas daudzums nepārtraukti aug, tad kļūst acīm redzams, ka apmierināt visas prasības ar sudraba halogenīdu materiāliem nav un nebūs iespējams.

Bezsudraba fotografijas jomā pašreiz ir sasniegts diezgan daudz. Interesentiem iesakām A. Kartuzānska grāmatu «Нецветные фотографические процессы» (Л., изд. «Химия», 1984. г.). Izveidota vesela virkne interesantu fotogrāfisku procesu, kuros galvenokārt izmanto organiskus savienojumus. Dažu bezsudraba procesu principi parādīti attēlos.

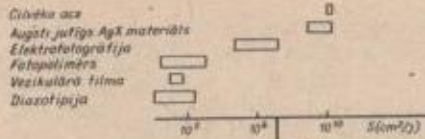
Vienu no redzamākajām vietām bezsudraba fotomateriālu vidū ņem diazotipijas materiāli. Diazotipiju lieto diezgan sen: rūpnieciski diazotipijas materiālus ražo kopš 1923. gada, un jau 1926. gadā uzsāka tādu materiālu izlaide, kuriem nav vajadzīga «slāpā» apstrāde. Pie šo materiālu priekšrocībām jāpieskaita vēl augstā izšķiršanas spēja, dažādu krāsu attēli, zemā pašizmaksa, vienkārša un ātra attēlu iegūšana.

Visu diazotipijas materiālu gaismjutīgais komponents — diazosavienojums — ir lēta un pieejama viela. Visbiežāk izmanto diazonija sāļus, kuros iegūst no aromātiskajiem amīniem. Diazonija sāļi ir gaismjutīgi — apgaismojot tie sadalās, izdalot slāpekli.

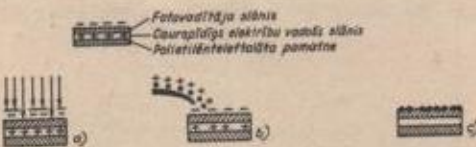
Fotolīze var notikt pa diviem ceļiem — veidojoties arilkatjonam vai arilradikālim.

Cita svarīga diazonija sāļu īpašība ir spēja stāties tā sauktajā azosametināšanās reakcijā, izveidojot azokrāsvielu. Sārmainā vidē šāda reakcija viegli notiek ar naftolu vai fenola atvasinājumiem.

Gaismjutīgais slānis satur diazosavienojumu, azokomponentu un stabilizatoru, piemēram, skābi, kas aizkavē azosametināšanos. Apgaismojot diazomateriālu caur oriģinālu, apgaismotajās vietās diazosavienojums sadalās un krāsviela šeit vairs izveidojoties nevar. Aizsegtajās vietās fotosadalīšanās nenotiek un krāsvielas sintēzes izejvielas tiek saglabātas. Vajag tikai mainīt vides skābumu, un šajās vietās veidosies azokrāsviela. Vides skābumu visvienkāršāk mainīt, paturot eksponēto paraugu amonjaka vai amina tvaikos:



Dažas reģistrējošas vides un to enerģētiskā gaismjutība $S(\text{cm}^2/\text{J})$.



Elektrofotogrāfiskā materiāla darbības princips.

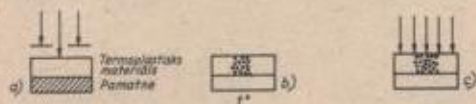
«Statigrāfa» tipa caurspīdīga plēve. Elektrisko dubultslāni izveido ar izlādes palīdzību. Darba spriegums — apmēram 1 kV.

- Eksponēšana. Lādiņa nesēju dreifā rezultātā apgaismotajās vietās notiek daļēja vai pilnīga lādiņu neitralizācija.
- Attīsta, kontaktējot plēvi ar uzlādētām krāsvielas daļiņām sausā vai dispersā veidā.
- Fiksēšana. Krāsvielas daļiņas uz plēves fiksē sildot, paturot šķīdinātāja tvaikos vai pārklājot materiālu ar lakas kārtiņu.



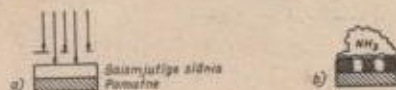
Fototermoplastisks materiāls hologrāfijai. Darba spriegums — 4—10 kV.

- Eksponēšana. Gaisma modelē elektriskā dubultslāņa enerģiju.
- Attīsta, uzsildot līdz polimēra stiklošanās temperatūrai. Atzdesējot attēlu fiksē. Materiāls izmantojams vairākkārt. Attēlu nodzēš, uzkaršējot materiālu augstāk par polimēra stiklošanās temperatūru.



Vezikulārā materiāla darbības princips.

- Eksponēšana. Gaismjutīgā viela sadalās, izdalot gāzi.
- Attīstīšana. Išlaicīga uzsildīšana, kuras laikā gāzes mikrobubulīši (vezikulas) izplešas un būtiski pārveido polimēra struktūru apgaismotajās vietās. Atzdesējot šis pārmaiņas tiek fiksētas.
- Attēlu fiksē, pilnīgi sadalot gaismjutīgo vielu līdz šim neizgaismotajos laukumos. Lai to veiktu, eksponē materiālu ar apmēram 4 reizes lielāku ekspozīciju nekā 2. stadijā.



Diazotipijas materiālu darbības princips.

- Eksponēšana. Apgaismotajos laukumos diazonija sāļš sadalās.
- Attīstīšana. Paturot materiālu amonjaka tvaikos, vide kļūst bāziska un neapgaismotajos laukumos izveidojas krāsviela. Fiksēšanas stadijas parasti nav.

līdz ar to nav nepieciešama apstrāde ar šķīdumiem un iegūst pozitīvu attēlu.

Negatīva diazotipijas materiāla konstrukcija nedaudz atšķiras. Šajā gadījumā materiālā ievaca kādu stabilizētu diazosavienojumu, piemēram, diazosulfonātu. Apgaismojot izveidojas aktīvs diazonija sāļš, kas stājas azosametināšanās reakcijā. Tādējādi krāsvielas sintēzējas apgaismotajos fotomateriāla rajonos: iegūst negatīvu fotomateriālu. Tātad nepieciešama vēl papildapstrāde, lai novērstu krāsvielas veidošanos neapgaismotajās fotomateriāla vietās.

Protams, diazotipijas materiāliem ir arī trūkumi. Vispirms jau zemā integrālā jutība, kuras dēļ eksponēšanu veic ar kontaktpēšanas metodi. Bez tam šiem materiāliem ir «neizdevīga» spektrālā jutība — galvenokārt ultravioletajā rajonā un uz robežas starp ultravioleto un redzamo rajonu. Tādēļ arī viens no diazotipijas materiālu uzlabošanas ceļiem neapšaubāmi ir krāsainu un augsti jutīgu diazosavienojumu sintēze. Šādu savienojumu sintēzes metožu izstrādāšana ļaus ne tikai pārbidīt spektrālo jutību, bet arī atrisināt citus, ne mazāk svarīgus jautājumus, piemēram, regulēt attēlu kontrastu, veidojot aizvien sarežģītāku struktūru diazonija sāļus.

Intensīvi tiek meklēti arī tādi diazotipijas materiāli, kuros pirmējo fotoķīmisko reakciju pastiprina tai sekojoši termiski procesi. Tādā veidā fotoķīmisko procesu, kurā viena fotona absorbcija maksimāli var izraisīt vienas molekulas sadalīšanos, pastiprina turpmākie ķēdes procesi, kuru rezultātā viens fotons izraisa daudzu molekulu sadalīšanos. Līdz ar to gaismjutība ievērojami pieaug.

Pastiprināšanas efekts ir atkarīgs no radikāļu ķēdes garuma, un to var raksturot ar kopējo kvantu iznākumu (attiecība starp absorbēto fotonu un sadalīto molekulu skaitu). Efektīvu pastiprinājumu samērā viegli sasniegt šķīdumos (kvantu iznākums pārsniedz 1300), bet grūti fotomateriālos, kuros diazosavienojuma suspensija un citi komponenti atrodas bezkrāsaina polimēra matricē. Tomēr pašreiz ir izstrādāti arī tādi fotomateriāli, kuros šis pastiprinājums ir pietiekami efektīvs, un šo materiālu sastāva optimizēšana turpinās.

Ir vēl arī citas problēmas, kuras risina gan zinātnieki, gan tehnologi. Visai svarīgi ir tuvākajā laikā izveidot labu un lētu krāsainu diazotipijas materiālu.

Šīs problēmas risināšanā savu ieguldījumu dod arī A. Pelšes Rīgas Politehniskā institūta Ķīmijas fakultāte. Šeit izstrādātas jaunu krāsainu diazosavienojumu sintēzes metodes, kā arī izveidoti diazotipijas materiāli, kuru darbības pamatā ir pirmējā fotoprocesa pastiprināšanas princips.