

La demando pri sterko ankoraŭ kreskis, kaj en la 1969. oni ekfunkciigis novan uzinon de 1000 t/tago da NH_3 sub premo 200/250 baroj, en UNU APARAT-VICO, kio estis ne nur pligrandiĝo, sed vera mutacio /de 1 al 10!/.
 LOSMAJ - T. G. M.

12 Mutacio en la instalaĵoj

Intertempe, en la tuta prikemia grandindustrio, kaj ĉefe en la petrolindustrio, okazis simila fenomeno de subita grandiĝeksplodo kunlige kun ĝenerala reduktado de la funkciadaj premoj pro malkovro de novaj kataliziloj ekzemple.

Tre multaj kemiaj procezoj de ĝenerala industria graveco funkcias nun kun premoj de 300 baroj aŭ malpli. /Pri tio, vidu en KEMIO INTERNACIA vol. 4, 1948, N^o 1, la artikolon de Doktoro TIMM prezidanto de la BASF -estraro en Ludwigshafen, Germanujo./

Tiu ĝenerala alcelado al 300 baroj aŭ malpli, kunlige kun multobligitaj volumenoj, havis flankan efikon, kiu estis la ŝanĝo de kompresor-tipo. Ĝis tiam oni ĉie uzis piŝtokompresorojn, kiuj kapablis tre altajn premojn /1000 barojn kaj pli sed limigitajn fluvolumenojn /pro la piŝtodimensioj/. Tiuj maŝinoj estis sekuraj kaj havis bonan rendimento; sed pro la ir- kaj reven-movoj de la pecoj ili rapide eluziĝis kaj bezonis daŭrajn riparojn.

La novaj funkci-kondiĉoj ebligis alpreni novan tipon de maŝinoj: impulskompresorojn, kies rendimento, kontraŭe al kio multaj kredas ne estas pli bona ol tiu de piŝtokompresoroj /malvarmigo pli malfacila/, sed kiuj povas daŭre funkciadi sen riparado, kaj kontentiĝas per jara aŭ dujara reviziado. Plie, ili estas taŭge trenitaj, prefere al elektromotoro, per vapor- aŭ gas-turbinoj, kiuj ebligas ioman rapidecvariadon. Tio signifas aprezendan flekseblecon por la funkciado-kondiĉoj.

Konklude de tio, la aparat- kaj maŝin-vicoj fariĝis vere unuopaj. En ĉiu aparatvico estas nur unu kompresoro; kaj se estas pluraj, ili ne estas samcelaj kaj funkciadas samtempe. Rezulto de tio: likado ĉe ŝtopskatolo de premrelasa vaporvalvo ĉe grandprema kondukilo, estas katastrofo kiu devigas produktoceson de 1000 t/tago da NH_3 !!!

13 Influo al prizorgado de la maŝinoj kaj aparatoj

Antaŭe, oni riparis la aparatojn aŭ maŝinojn post ĉiu difektohalto, kaj oni atendis la panecon por agi. La teknika fako de la uzino reduktiĝis al riparada fa-

ko. Tre rapide, oni konstatis ke la kostoj pro produktado-halto estis neelteneblaj, kaj oni alvenis al nova nocio: la sistema interveno. Se ekzemple oni konstatis ke globlagro de pumpilo paneis post ses monatoj, oni sisteme ŝanĝis la globlagrojn de ĉiuj samtipaj pumpiloj iom antaŭ ses monatoj; kaj se okazis ke iufoje tiu periodo reduktiĝis al kvar monatoj por unu pumpilo, oni samproporcie reduktis la periodon de lagroŝanĝo por ĉiuj tiaj pumpiloj. La riparado-fako evoluis al konservadofako, kaj la instalaĵoj fine daŭre funkciis sen neplanita halto, sed je kiu prezo! La intervenkostoj altiĝis ĝis 15% de la investoj!

Tiam oni alvenis al la ideo ke pli bona solvo estus "aŭskultumi" la materialon por malkaŝi la difekton je ĝia tuta ekiĝo, kaj certe antaŭ la akcidento. Oni ne plu faros sisteman renovigon, sed sisteman teknikan inspektadon aŭ esploron de la materialo. Tiujn esplorojn oni konfidis al neŭtrala fako, kiu dependos nek de la riparado-fako, nek de la produkto-fako, kiuj povus havi neneŭtralan sintenon al la konstatoj /ĉar eble la produktofako ne agnoskus troan ŝarĝon de la aparatoj, aŭ ĉar la riparadofako kontraŭe tendencus tro frue interveni por ŝirmi sian respondecon./

Tiu fundamenta ideo naskiĝis kaj enkorpiĝis unue en la lando kie oni kuraĝas revizii la tradiciojn, en USONO, kaj ĉefe en la tre riĉa kaj tre progresema Petrolindustrio.

Ĝi poste disvolviĝis en Eŭropo, pere de la tieaj usonidaj petrolsocioj. Iom post iom, la oficialaj Eŭropaj prisekuraj instancoj agnoskas la fidecon de la kontroloj tiel farataj de tiu nova fako; ankaŭ iom post iom, tiuj metodoj disvolviĝas al la tuta prikemia industrio.

Nun estus eble interese doni cifere kelkajn atingojn de la petrolindustrio. La riparkostoj kiuj laŭ la petroluzinoj varias de 1,4% ĝis 4% de la investkostoj tendencas al 2% kaj duoniĝis en 20 jaroj. Alia tre grava faktoro estas la ripartempo kaj sekva haltotempo de la instalaĵoj, aŭ alidire, la rilato de la funkciodotempo al la tuta tempo, kio nomiĝas "DISPONEBLECO" de la instalaĵo. Por 1 jaro, $D = \frac{365 - N}{365}$

En la 1958/1959, oni ĉesigis la funkciadon por kontroloj kaj riparoj proksimume 30 tagojn po jare; tiam

$$D = \frac{365 - 30}{365} \approx 0,92$$

En la 1968/1969, oni haltas 22 tagojn ĉiun duan jaron en petrolrafinejoj

$$D = \frac{365 - 11}{365} = 0,97$$
 kaj eĉ 24 tagojn ĉiun trian jaron en kelkaj tre sukcesaj uzinoj, tio estas

$$D = \frac{365 - 8}{365} = 0,98$$

2 LA NE DETRUIGAJ TESTOJ /NDT/

Plensignifa inspektado de la materialo povis okazi nur kiam estis eble kontroli ties intĉrnon, sen malmuntado, kaj ankoraŭ pli bone sen haltado, dum la funkciado. Tio fariĝis ebla nur iom post iom: la komencon signis la eltrovo de la reŝtgena fotado; sed la praktika aplikado povis okazi nur post eltrovo kaj industria disvolviĝo de la artefaritaj radioelementoj kiuj ebligis vidadon tra dikaj tavoloj de ŝtalo per transportado de nur malgranda kaj nemultepeza ŝirmita radiofonto /nun 15 kg por 60 kurioj da iridiumo 192, kio ebligas ke la fonto iru al la instalaĵo, kaj ne la malon... Alia grava eltrovo estas la produkto kaj uzado de ultrasonoj por mezuri vanddikojn aŭ serĉi difektojn interne de vandoj. Ankaŭ ĉi-prie, la progresoj estis tre rapidaj: en la 1968., mezurilo por vanddikoj pezis 9 kg, kaj mezuris 15 x 18,5 x 60 cm. En la 1970. tia mezurilo pezis nur ankoraŭ 2,5 kg kun diklino de 60 mm; fine de la 1971. oni trovis tian aparaton kiu pezis nur 1,0 kg kun dimensioj 5,2 x 14,5 x 10 cm, kun diklino de 300 mm. Plie, ĝis la 1970., la mezuroj eblis nur ĝis 50°C, kio plej ofte signifis, ke oni devas atendi ĝis halto de la instalaĵo por fari mezurojn. Nun, oni teorie, mezuras ĝis 500°C, kun iom da peno kaj da zorgo; kaj praktike kaj facile ĝis 320°C, kio ĝenerale ebligas kontrolojn dum la funkciado.

Tiaj metodoj, kaj aliaj, kiel ekzemple magnetaj aŭ metalografiaj, grupitaj ricevis la ĝenerale akceptitan nomon de NE DETRUIGAJ TESTOJ /NDT/. En la sino de la Internacia Normigo-Organizo I.S.O. / International Standardizing Organisation/, fondiĝis pri tia fako, speciala komitato signita per ISO/TC 135. De kio venas tiu stranga adjekto "ne detruiga"? Ĉar la unua, kaj ankoraŭ valida maniero informiĝi pri la meĥanikaj proprecoj de metalfabrikaĵo estis preni provon el aro da pecoj, aŭ depreni parteton el la origina metallingoto, kaj rompi /detru/ ĝin, per tiro, per premo, per fleksado, per bato, kaj noti la tiurilatajn necesitajn fortojn. Tubo estis alplatigita, veldaĵo estis fleksigita, eĉ faldita, kaj oni merkis ĉu la tubo aŭ veldaĵo rompiĝis aŭ fendetiĝis.

Nun, per metalografio, oni povas kontroli la staton de la metalo post hejtgado; per ultrasonoj, aŭ kapilarrivelado, aŭ per magnetaj pulvoro, oni povas kontroli ĉu veldado estas sana aŭ ne. Per mezuro de la surfaca hardeco, oni povas bone taksii la tirrezistan povon de ŝtaloj/krom por aŭstenitaj/. Kompreneble, oni ankoraŭ uzas la detruigajn metodojn por lingotoj aŭ ferlatoj aŭ sur provoj de tuboj aŭ de veldaĵoj, sed, paralele, disvolviĝis metodoj kiuj rivelas la staton de la materialo sen ia ajn detruo eĉ de provo. Tiujn lastajn metodojn pro ties "ne detruiga" eco komuna, oni nomis "testoj ne detruigaj"; /NDT/.

3 DISPONEBLAJ ESPLORRIMEDOJ

La kontroloj povas rilati, ĉu al la materialo mem, ĉu al ties utiligaj kondiĉoj.

31

Pri la materialo mem, oni povas tutsimple kontroli la dimensiojn, kio estas jam malsimpla kiam temas pri vanddiko. Fotaĵo per gamaradioj povas jam helpi, sed multe pli kutima estas la mezuradoj pere de ultrasonoj. Tiel oni kontrolas eventualan korodadon. Se la vando maldikiĝis, posttempa dua kontrolo kun plia maldikiĝo ebligas antaŭdiri la vivdaŭron de la tubo aŭ aparato /tio estas ĝis kiam ĝi fariĝos danĝera/.

Per gamaradiofoto, neŭtrona radiofoto, ultrasonoj, kirlaj kurentoj, oni povas elsigni difektojn en la materialo mem, ekzemple fendetojn devenantajn de internaj streĉoj, kiel okazas ofte post veldado pro malhomogena malvarmiĝo de la pecoj. Se la difektoj gravas ĝis likado, tiu likado estas elmontrebla per radioelementoj enmetitaj en la entenata fluaĵo, helpe de geĵgera komputilo. Se la likado estas iomete pli granda, ĝi perfidiĝos pere de ultrasona aŭskultilo; la situon de la liktruo oni povas trovi per amoniakenmeto kaj kolora reakcipentraĵo, aŭ reakcipapero.

La fariĝintan strukturon de la materialo oni povas studi per hardecmezuroj, ĉu ĝeneralaj, ĉu laŭpunktaj, kaj pli detale per metalografio. Tiu ebligas ekzemple kalkuli la grandon de la metalgrajnoj de metalo.

32

Koncerne la utiligajn kondiĉojn, oftas la temperaturmezurojn lokoj kie ili ne estas kontrolataj de la aparatstiristo. Por tio uziĝas ĉu kontakt-termometro,

ĉu pirometroj /nun prefere infraruĝaj/. La internaj streĉoj estas mezureblaj per rezistancaj fadenoj, kio ekzemple ebligas alĝustigi tubsubtenilojn, ke la tuboj ne reagu al aparato aŭ al maŝino kun kiu ili estas konektitaj.

Tre grava esploro estas tiu de vibradoj, ĉefe por maŝinoj: taŭga analizo ebligas diagnozi la kaŭzon de la vibradoj, ĉu ekcentra pezo /plej ofta/, lagrodifektigo de koto, ekcentriteco, ne kuncentro de kunrotaciantaj maŝinoj, aletdifektigo de turbino, dentodifektigo de rapidecoreduktilo inter turbino kaj alternatoro, aŭ inter motoro kaj centrifuga kompresoro, k.t.p.

Ĉar perfekteco ne ekzistas, oni eĉ difinis ĝis kiu grado vibradoj estas, laŭ maŝintipo, akcepteblaj.

4 ESPLORADO PRI LIKOJ

Likoj povas okazi diversmaniere; ĉu pere de nehermetikaj juntaĵoj, ĉu pere de poraĵoj, ĉefe en muldita materialo, ĉu pere de truetoj, rezulte de korodado, ĉu pere de fendetoj rezulte de korodado aŭ de internaj mekanikaj streĉoj, aŭ rezulte de ambaŭ.

Ili povas aperi kiel eksteraj, aŭ kontraŭe esti tute internaj, ekzemple, en varminterŝanĝiloj, de unu cirkvito al alia. Pro tio, la esplormetodoj estas multformaj.

41 Hidraŭlika premo

Tiu esploro estas multnacie leĝa por novaj aparatoj antaŭ ĉiu ajn ekfunkciigo. Oni plenigas la aparaton per akvo, aŭ eventuale per alia likvaĵo, kaj oni metas ĝin sub premo je ĝenerale 1,5 fojoj la funkcipremo, per helpo de piŝtopumpilo. Se estas poraĵoj, se la poroj ne estas tro malgrandaj, se junto estas malbona, nitaĵo malperfekta, oni vidas la likvaĵon ekguti.

42 Pneŭmatika premo

Oni enmetas aeron aŭ nitrogenon sub premo /ofte 1,1 fojoj la funkcipremo/ kaj observas kun peniko kaj sapakvo, ĉu sapbobelaj aperas. Kelkafoje oni male metas vakuon de ekstere anstataŭ internan premon por grandaj rezervujoj sub malalta premo.

43 Amoniaka premo

Anstataŭ aeron, oni enmetas kemiaktivan amoniakon sub modera premo. Oni tiam serĉas la likojn, ĉu pere de solvaĵa kolorindikilo, ĉu pere de reprodukta planpapero fiksebla per NH_3 . Oni tiel povas ŝovi papercilindrojn en tubojn de interŝanĝiloj, kaj tre ekzakte ekscii kie estas la likoj. Oni povas ankaŭ uzi eksplodometron kies indikilo devias tuj kiam estas likoj.

44 Bruodetektilo

Temas pri tre direktiva ultrasona detektilo por frekvencoj 40 Hz kaj apudaj. La tipo 8900A de DAWE Instrument Limited /Londono/ kapablas aŭdigi ankoraŭ de 14 m gaslikon tra truo de 0,25 mm de diametro sub premo 0,7 baroj. Se la premo estas sufiĉa, aŭ se la trubordo estas sufiĉe malglata, ĝi ebligas lokigi trueton ĝis 0,05 mm de diametro.

Tiu instrumento estas ankaŭ utiligebla por kontroli vibradojn de neatingeblaj tuboj, speciale por trovi la ventrojn kaj nodojn de la vibradoj.

45 Spurdonaj radioelementoj

Oni metas "nubon" de radioaktiva fluaĵo en la kutima fluaĵo de la liksuspektata cirkvito. Pere de scintilokomputilo kun kristalo de sodiumiodato, oni detektas likojn kaj ties lokon en neatingebla situo.

La radioelemento devas:

- 1/ havi la saman konsiston kiel tiu de la ĉefa fluaĵo, tio estas ĉu likva; ĉu gasa, kun specifa pezo ne tro malsama.
- 2/ havi mallongan vivdaŭron, de la sama daŭroordo kiel la eksperimento mem, por ne daŭre infektita esploratan medion, kaj ankaŭ por ebligi esplorojn kie estas recirkulado.

La uzeblaj korpoj estas tre multnombraj, ĉar oni ĝenerale uzas la elementon ne sub pura formo, sed sub formo de kemia kombinaĵo.

Plie, tiu metodo ebligas esplori efikecon de miksado, de apartigo, de eluzado, de kemia reakcio, aŭ ebligas kontroli temprestadon en reakciujo de daŭra procezo, kaj eĉ materiobalancon, k.t.p.

5 KONKLUDO

En la grandkemia industrio, la strebo al reduktado de la produktokostoj, kombi-
ne kun, pro pli granda efiko de la kataliziloj, reduktado de la procezprenoj, ko-
ndukis al drasta pligrandiĝo de la kapacitoj de la fabrikunuoj, kaj samtempe al
ŝanĝo de piŝtokompresoroj profite al impulskompresoroj, kiuj povas funkcii jar-
daŭre senhalte. La fabrikunuoj tendencas konsisti el ununura aparatvico, sen-
rezerva. Necesas ĉiunmomente ekzakte koni la sanstaton de la funkciaj apa-
ratoj kaj maŝinoj por redukti al minimumo la haltojn por riparado kaj por reme-
to en bonstato.

Por tio, iniciatite de la petrolindustrio, kreiĝis nova profesio konsistanta el la
specialistoj de Ne Detruigaj Testoj /N.D.T./
La metodoj je la dispono de tiuj ekipoj ĉiutage perfektigis kaj ampleksiĝis. Ni
rapide vidis kion oni povas konkludi el studado de la vibrado de maŝinoj aŭ de
senmovaj aparatoj.
Ni revizitis la nunan staton de temperaturmezurado, de esploro de surfacoj, de
internaj streĉoj; de magnetaj aŭ kirlokurentaj metodoj, de gamagrafio, kaj de
ultrasonaj esploroj.

Ĉiuj metodoj tendencas fariĝi daŭre utiligeblaj, sen haltigo de la uzinoj, per in-
strumentoj aŭtonomaj, pli kaj pli praktikaj, precizaj kaj malpezaj.

6 KONCIZA BIBLIOGRAFIO

- Basic principles of the tracer method /Wiley 1962/
Premières journées de corrosion et d'inspection /LAVERA 28/29 sept. 1967/
INSTITUT FRANÇAIS DU PETROLE
La mesure des températures par M. TERNY /Dunod 1962/
Manuel d'analyse expérimentale des contraintes par J. AVRIL /Budd/Automa-
tion International 1967/
Métallographie appliquée A. ROSS /Dunod Paris 1957/
Bases de la Métallographie par L. HABRACKEN & J. L. DE BROUWER /Dunod
Paris 1968/
La détection ultrasonique des défauts dans les métaux par R. BANKS & G. E.
OLDFIELD /Eyrolles 1966/
Manuel pratique du contrôleur par Ultra sons par M. J. PINONDEL /Eyrolles
Paris 1968/
Manuel sur l'appareillage et les techniques de radiographies /Institut Intern-
ational de la soudure/La Soudure Autogène Paris 1961/
Théorie des vibrations par TIMOSHENKO /Librairie Polytechnique Beranger
Paris 1954/
L'enregistrement magnétique des mesures par P. PERREAU /Eyrolles Paris
1969/
Technical Review - Bruel & Kjaer /DK 2850 Denmark/
Hydrocarbon Processing /Gulf publishing Houston Texas/
Revue pratique de contrôle industriel /ed. Ampère Paris/
Matériaux et techniques /Dunod Paris/
Soudage et techniques connexes /ed. Soudure Autogène Paris/
Revue Technique APAVE /Association Des Propriétaires d'Appareils à Vap-
eur Paris/
Méthodes non destructives pour l'étude et le contrôle des matériaux par PIG-
NET Paris 1957
Preprint de 6^e Inter. Conférence NDT/juin 1970 Hannover/

AL KUNLABORANTOJ DE SCIENCA REVUO

La manuskriptoj sendataj por publikigo en Scienca Revuo devas esti
prespretaj, kio signifas tajpitaĵoj (sur ne tro maldika papero) nur unuflanke,
kun sufiĉa margeno (2—3 cm) almenaŭ unurande, kun larĝa aŭ meza inter-
spaco. Memkompreneble, la manuskripto devas esti ankaŭ lingve tre korekta
(ĉar la lingva kontrolanto, libervola kaj nepagata kunlaboranto — ne forgesu
tion!, korektas nur tion kio estas certe erara — por ĉio alia respondecas la
aŭtoro mem). Nekutimaj vortoj bonvolu klarigi (ĉu piednote ĉu en la aldo-
na glosaro). Por nomoj el nefonetikaj lingvoj bonvolu parenteze, almenaŭ
ĉe la unua mencio, doni la plej proksiman Esperantan elparolon.

Por science gravaj artikoloj, t. s. originalaj sciencoj aŭ superregardo
de la stato aŭ de la evoluo de difinita scienca branĉo (aŭ branĉeto), estu al-
donita ankaŭ la resumo en Esperanto kaj en unu nacia lingvo (la aŭtoro elek-
tu mem la nacian lingvon, sed se en ĝi estas tre nekutimaj literoj, donu ĝin
en la formo el kiu oni povas fari rekte kliŝon). La resumoj aperados tiel ke
oni povos eltranĉi ilin por kartotekigo.

Al la aŭtoro estos aprobata la honorario, kalkulante 100—600 stelojn
por aŭtorfolio (30.000 presigno), konsiderante valoron de la artikolo (plej
alte estos taksataj superregardaj artikoloj), temporabajn preparojn, lingvan
kaj teknikan perfektigon k. s. Sed la monon oni ricevos nur teorie — post
disvendo de sufiĉa kvanto de la volumo en kiu la artikolo aperis! Tamen la
aprobitan sumon oni povas uzi por: 1) pagi la menditajn represajojn de la
artikolo (laŭ la preskosto) aŭ la tutajn numerojn kun la artikolo (antaŭ-
menditaj ekzempleroj kostos nur po 3 stelojn), 2) aĉeti kompletojn de la
koncerna volumo (je la prezo 40 steloj), 3) aĉeti malnovajn volumojn laŭ ra-
batitaj prezoj (sciigataj en la revuo), 4) aĉeti »Sciencajn Studojn« aŭ aliajn
publikajojn de ISAE kaj 5) pagi por si mem dumvivan aŭ plurjaran membre-
con (klarigoj en BULTENO 25), aŭ propran anoncon en la revuo (aŭ en
BULTENO).

La necesaj bildoj aŭ grafikaĵoj estu sufiĉe klaraj kaj kontrastaj por
sukcesa kliŝigo. Nekutimaj signoj kaj matematikaj formuloj estu evitataj, aŭ
donu parton de la teksto tiel ke oni povu tuj kliŝigi ĝin. De la honorario oni
dreprenos ĉiujn kostojn devenintajn pro prespretigo de la artikolo aŭ pro pli-
kosto de la presigo (kompostado de la formuloj ktp.).

Kunlaboru ankaŭ por la konstantaj rubrikoj.

Nova kaj interesa
EĽ SCIENCJOJ

La enhavo de ĉi tiu rubriko
estos des pli kompleta kaj
des pli interesa ju pli multaj
kaj diversaj kunlaborantoj
kontribuos. Estos ĉiam dan-
ke akceptataj ankaŭ mallon-
gaj informoj.

Esperanta Scienca
BIBLIOGRAFIO

Sendu almenaŭ titolojn de sciencaj ar-
tikoloj kaj ĉefajn donitaĵojn pri ili
(eventuale mallongan resumon aŭ pri-
skribon). La recenzendajn artikolojn
kaj librojn sendu nepre en 2 ekzem-
pleroj (sed nur science gravajn!) De
tempo al tempo ĉi tie aperu komple-
ta listo de sciencaj verkaĵoj en Espe-
ranto de niaj jubileuloj.

ANONCTARIFO por Scienca Revuo aŭ BULTENO de ISAE:

pago	tuta	duono	kvarono	okono
steloj	1050	550	300	175

La lasta kovrilpago 60% pli