

НАУКОВІ ЗАПИСКИ
WISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

XXVIII



УКРАЇНСЬКИЙ ТЕХНІЧНО - ГОСПОДАРСЬКИЙ ІНСТИТУТ
UKRAINISCHES TECHNISCH-WIRTSCHAFTLICHES INSTITUT

НАУКОВІ ЗАПИСКИ
WISSENSCHAFTLICHE MITTEILUNGEN

XXVIII



ТРИВАЛІСТЬ УТВОРЕННЯ ВИДІВ У ПРИРОДІ (МОРФОГЕНЕЗ)

I

Темпи еволюційного процесу та швидкість або тривалість еволюційного видотворення в природі, яким підпадали в однаковій мірі тварини і рослини, цікавили всіх дослідників еволюційного процесу. Навіть Чарльз Дарвін, в своїх листах і творах, декілька разів запитує або лише згадує про тривалість виникнення й утворення видів у природі за нормальних умов й кожного разу лишав їх не розв'язаними. Щодо інших авторів еволюційних теорій, то вони майже не згадують про тривалість видотворення, більшість з них не розробляли окремі моменти й деталі видотворення, а тому в своїх припущеннях висловлювали суто теоретичні, надумані погляди цього процесу, не подавали будьяких міркувань на засадах геохронології, а тому такі важливі питання органічної еволюції, що мають такі важливі основи, для її розуміння й вирішення, лишалися не відомими, не зрозумілими, не розв'язаними.

Таким чином, еволюція та формотворення органічного світу різними вченими тлумачилися апіорно, з поглядів найрізноманітніших світоглядів, а тому темпи еволюційних форм органічного світу не обґрунтовувалися фактичними даними й матеріялами й перебували в стані чистих теоретичних та умоглядних міркувань, що кінцево приводили до інертного стану, ба навіть занепаду еволюційних світоглядів середньовіччя.

Лише Жан Лямарк, а за ним Чарльз Дарвін, Л. С. Берг, Г. Осборн та інші, численними фактичними матеріялами з ботаніки, зоології та палеонтології довели існування в минулі часи прогресивної еволюції органічних форм, а також визначили за ерами, періодами та епохами напрямки еволюційного процесу в природі, що відбувався протягом довгого геологічного часу. Таким чином, за матеріялами геології та палеонтології твердо встановлено, що організми, у вигляді найпримітивніших та найдрібніших

істот, з'явилися на землі в найстаріші часи протерозойської, а можливо у верхніх покладах архейської ери. На початку з'явилися найпростіші одноклітинні, а можливо й доклітинні організми, які шляхом прогресивної еволюції, що відбувалася на засадах мінливості організмів, шляхом паралелізму, дивергенції та конвергенції, протягом мільйонів років, утворили сучасний різноманітний світ тварин і рослин, які за сучасною системою належать до різних видів, родів, родин, рядів, класів та типів. Приналежність сучасних тварин та рослин до різних систематичних груп свідчить про те, що динаміка формотворення або прогресивна еволюція органічних форм від самого початку відбувалася різноманітно, у всі хважливіших напрямках й різних форм, різними темпами в окремих групах тварин і рослин, а тому сучасний таксономічний склад їх слід розглядати, як результат дуже складного еволюційного біопроесу. В зв'язку з поширенням організмів, їх ускладнення відбувалося у напрямках адаптацій до нових умов життя у воді чи на суходолах, а тому вплив факторів середовища слід розглядати за стимул мінливості організмів, що можна підтвердити такими фактами з еволюції риб. Відомо, що періоди інтенсивного видотворення у риб припадають на другу половину девону, в триасі, в кінці крейди та в міоцені, які цілком збігаються з бурхливими горотворчими процесами по геосинклінальних зонах тих часів, що утворювали нові рельєфи на поверхні землі, з різноманітними горами, долинами з своєрідними умовами існування і кліматом та мікрокліматом, що приводили до нових взаємин тварин і рослин з оточенням-середовищем, а відтак до нових впливів середовища на організми, що неминуче викликали у них адаптивну мінливість — передумову прогресивної еволюції.

Якщо ж організми надовго залишалися в однакових умовах існування, то ускладнення їхньої організації відбувалося дуже повільно і, навіть, припинялося, що кінцево приводило до примітивнішої організації себто до регресивної еволюції, найтипівішими ознаками якої вважається перетворення звичайних органів на рудиментарні і, навіть, повного їх зникнення, як це й спостерігається серед сучасних китичноперих риб, ластоногих ссавців та інших тварин і рослин. Отже, не всі зміни у організмів відбувалися у напрямку ароморфозу, бо серед них були і ідіоадаптивні зміни, що обумовлювали лише краще пристосування до середовища, але без ускладнення форми, що у деяких тварин переходило до гіпоморфозу і, навіть, дегенерації, яка спостерігається, головним чином, серед паразитів різних тварин і рослин. З цих

причин, всі організми можна поділити на біологічно-прогресивних та біологічно-регресивних, наслідком чого органічний світ тварин і рослин набрав дуже складного угруповання та різноманітної будови окремих істот.

Біологи, що вивчали окремі систематичні групи тварин і рослин, давно вже прийшли до висновку, що «вид має свою власну історію, своє життя, свій початок і кінець», себто вид — явище історичне, що тісно пов'язане з устроєм оточуючої його природи, зміна якої приводить до зміни виду. Іншими словами: «вид в уяві біологів відповідає певному урізковій часу, на фоні якого зникають і виникають таксономічні групи». Оскільки в природі завжди відбуваються зміни підсоння, ґрунту, вологости, світу і т. под., то і види повсякчасно змінюються, наслідком чого поруч основної форми виду певного ареалу зустрічаються підпорядковані йому підвиди, нації, інфранації, морфи та інші форми, яких ще Чарльз Дарвін вважав за початкуючі види. Правда, Жан Лямарк, ще до Дарвіна, в розуміння виду вклав історичний процес і вперше встановив його динаміку, на численних ботанічних та зоологічних матеріялах, як сучасних, так і за останками вимерлих організмів, що відомі з геології та палеонтології. Вивчаючи останки вимерлих молюсків, коралів та інших тварин, Лямарк подав правдиве пояснення їх загибелі, а також висловив думку, що «все міняється, все губиться, все знищується», а від таких змін повстають нові форми, що кожного геологічного часу прогресують й ускладнюють свою організацію й повільно утворюють послідовний ряд або градацію від найпростіших до найскладніших організмів.

Отже, найвидатніші біологи різних часів в основному погоджуються щодо появи й розвитку органічного світу на землі, а незначні розходження в трактуванні еволюційного процесу, викликаються новими даними та досвідчими матеріялами суміжних наук і особливо з палеонтології та історичної геології.

За нинішнього часу біологи визнають еволюційний процес у всій його різноманітній мінливості організмів, з мутаціями, що виникають від коваріантних внутрішніх та радіаційних, гібридизації звичайної й віддаленої та й інших найрізноманітніших причин, а тому в сучасній уяві вид і справді відповідає певному урізковій геохронологічного часу, на фоні якого виникають і зникають підпорядковані й вищі таксономічні групи тварин і рослин. Виникнення й тривалість нових таксономічних груп обумовлюється інтенсивністю зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають на організми. За таких поглядів стає зрозумілим, що близькі поміж собою види, географічно розташовані поблизу один другого,

тоді як види одного роду, але вже мають виразні, відокремлені специфічні ознаки, що дуже їх відрізняють, цим доводять, що вони виникли вже давно й за час свого існування встигли не лише усталити нові ознаки, але набрати ще новіших й поширитися на нові географічні території й під впливом нових зовнішніх факторів, набрали нових морфологічних ознак, що виразно відрізняють їх від основної вихідної форми відповідного ареалу. Таким чином сталість виду у природі обумовлюється його поширенням: чим менший ареал, тим вид тривкіший і, навпаки, за великого розміру ареалу, мінливість виду збільшується, наслідком чого, в багатьох місцевостях ареалу утворюються підпорядковані видові інфранациї, нації та підвиди, які з часом перетворюються на нові види. Прикладом такого твердження маємо роди риб з малим ареалом: *Acanthalburnus*, *Aspius*, *Aspiolucius*, *Pseudaspius* та багато інших, які мають мало, але дуже тривких видів. З великим же ареалом маємо роди: *Rutilus*, що має видів 3, а підвидів 8; *Leuciscus* — видів 15, підвидів 7; *Phoxinus* — видів 7, підвидів 12; *Gobio* — видів 10, підвидів 9, а особливо рід *Nemachilus*, що має найбільший ареал, бо поширений по всій Європі та Північній Азії, на якому утворює 19 видів та 7 підвидів, між якими знаходимо величезну кількість «переходових» форм різного споріднення, з уже сталими таксономічними групами. Подібні явища спостерігаються також і серед інших тварин і рослин, що посідають великі ареали, як наприклад: *Fringilus*, *Falko*. *Lagopus*, з птахів *Sciurus*, *Cervus* та інші з ссавців, а з рослин можна назвати роди *Tricicum*, *Agropyrum* та багато інших систематичних груп.

Для визначення часу утворення й існування виду в природі, особливе значення мають риби, існування й мінливість яких пов'язані з специфічними умовами водяного середовища, зміна якого пов'язана з підложжям річки, озера чи моря, ґрунтами, атмосферними опадами, рельєфа місцевості, солевого та кислородного режимів води, прозорості, температури, тривалості освітлення дня і ночі, активної реакції води-рН, харчів тощо. До того ж, водяні середовища, з яких живуть риби й інші тварини, найкраще піддаються контролю, а час їх появи, існування й зникнення в геологічні часи, сучасною наукою визначаються найточніше, а тому для визначення тривалості утворення виду в природі, головну увагу буде зосереджено на рибах та молюсках, що живуть в океанах, морях та солодководних водоймах. Для підтвердження сказаного пригадаємо зміну фавни за середньоміоценового часу в Чорному й Озівському морях, в часи якого відокремлювалися понто-каспійські водойми від океану, наслідком чого солевий склад води дуже змінився, а тому стеногалінні ор-

ганізми поступово вимерли, а евригалінні організми, з властивою для них інтенсивною видовою мінливістю, дуже змінилися не лише фізіологічно, а й морфологічно, наслідком чого серед риб, мякунів, раків та інших водяних тварин виникло багато нових видів і, навіть, родів. Те ж саме можна сказати і про освітлення та температуру води, що також дуже впливають на мінливість організмів й зокрема риб, про що свідчать правила Бергмана та Росса, відносно розміру тіла, ікри та плодючости риб; правила Джордена, про кількість хребців та диференціювання промінів у плавцях риб, які живуть в тропічних, бореальних та арктичних водах, що мають різні температури, тривалість освітлення тощо. На мінливість риб впливає, навіть, течія води: у водоймах стоячих та річках пониззя, з повільною течією, риби мають видовжене тіло *morpha oblongata*, що вважається систематиками за нормальну форму, тоді як ті самі риби однакового віку, але живуть в гірських річках, з бурхливою течією води, яку їм завжди доводиться переборювати під час руху, мають форму тіла укорочену *morpha abbreviata* або краще сказати уміцнену *morpha firmata*.

Тут наведено лише декілька прикладів, щоб показати, які складні чинники водяного середовища оточують і впливають на водяні організми й викликають у них зміни пластичних та меристичних ознак, що кінцево приводять до прогресивних або регресивних форм, яких знаходимо в покладах різних періодів та ер, а також і серед сучасних існуючих організмів-форм.

II

Як відомо, найпримітивніші риби *Pteraspides* з'явилися в нижньому силурі, до яких у верхньому силурі долучаються *Serphalaspides*, *Soccosteï* та інші, а вже в девоні раптом з'являються численні риби, що належать до різних систематичних груп. Появлення порівнюючи численних риб в нижньому девоні свідчить про те, що первісні риби масово з'явилися ще в силурі, хоч ми і не маємо покищо відповідних палеонтологічних доказів. Так само нам відомо, що деякі групи риб з *Pteraspidae* з'явилися у нижньому силурі, вимирають у нижньому девоні, проіснувавши лише один силурійський період, який обчислюється геологами коло 30 мільйонів років, тоді як інші риби *Pterichthyes*, *Soccosteï* та інші з'явилися і вимерли в девоні і лише деякі з них *Cratoselachidae* дожили до нижнього карбону. За наступних періодів палеозойської ери з'являються нові тривкіші групи риб: *Acanthodii*, *Elasmobranchii*, *Holosephali*, *Dipnoi*, *Telestomi* та інші, які ще досить

примітивними групами з'явилися ще в нижньому девоні, від яких в пізніші періоди походять складніші групи й ускладнюючи свою організацію, виживають поодинокими групами аж до нашого часу, що обчислюється геологами понад 40 мільйонів років. Серед останніх особливо слід згадати ряд *Heterodontiformes*, від яких походять декілька груп акулівих, що з'явилися в нижньому карбоні й тривають деякі групи до нашого часу, а саме родина *Palaeospinacidae* від крейди до нижнього еоцену, *Heterodontidae*, *Hexanchidae*, *Orectolobidae* від верхньої юри до нині, а класи *Teleostomi*, початки якого з'явилися ще в нижньому девоні, дві з них родини: *Coelacanthidae* та *Latimeriidae* існують в своїй примітивній організації, від верхньої Перми й до нашого часу, що обчислюється понад 200 мільйонів років. За палеонтологічними матеріялами також встановлено, що в старіших періодах існувало порівнюючи мало окремих родів і видів риб, які до того ж визначалися примітивною будовою.

Переходячи ж до новіших періодів палеозойської, мезозойської і особливо кенозойської ери, знаходимо не лише нові складніші форми, а й спостерігаємо, навіть шляхи еволюції риб, появилення у них своєрідних ознак, стежимо за розвитком форми й функції окремих органів, а також бачимо, з якими ознаками риби прогресують, а з якими відмирають, що в цілому дає нам можливість розуміти еволюційний процес минулих періодів. Правда, найстаріші часи палеозойської, а особливо протерозойської та архейської ер, поклади яких остільки скристалізувалися, а рештки істот так zdeформувалися й метаморфізувалися, що встановити їх ступінь організації та час появилення, здебільшого доводиться робити на здогадах та порівняльних припущеннях. Що ж торкається новіших — мезозойської й особливо кенозойської ер, то в їх покладах знаходимо останки тварин і рослин подивугідної цілості, які дають нам змогу не лише вивчати їх будову, а й порівняти з скелетами сучасних тварин і рослин, визначити споріднені форми, рідство, походження тощо. До того ж, багато істот кінця мезозойської та початку кенозойської ер, своєю будовою безпосередньо пов'язуються з сучасною фауною та флорою, що дає нам змогу вивчати їх історичну мінливість до найменших деталей, які, доречно зауважити, пов'язані з визначенням сучасних родів, видів, підвидів тощо. З цих причин, визначення тривалості утворення видів у природі зосередимо на матеріялах головним чином кенозойської ери, що поділяється на три періоди: палеоген, неоген та антропоген, які безпосередньо пов'язані з голоценом — нашим часом та сучасними тваринами і рослинами.

Кожний з названих періодів кенозою, для зручності й деталізації часу, поділяється на ще менші урізки часу — епохи.

З наведених прикладів довідуємося, що одні форми й систематичні групи риб живуть, порівнюючи, короткий час, тоді як інші, навпаки, живуть протягом мільйонів років у численній кількості й утворюють нові філогенетичні групи риб, які в свою чергу в змінених екологічних умовах відтворюють ще новіші й складніші групи риб, як це спостерігається особливо серед Teleostoni. Як уже сказано вище, еволюційний процес минулими геологічними часами відбувався нерівномірно, й окрім повсякчасних повільних змін середовища й організмів, часами відбувалися величезні катастрофи, що викликалися ендегенними та екзогенними процесами й створювали такі зміни середовища й кліматичних умов та рельєфа земної поверхні, що частина стенобіонтних тварин відмирала, а ті еврибіонтні організми, що залишалися, дуже змінювалися й розпадалися на багато нових таксономічних груп, що належали до нових видів, родів та вищих систематичних груп, які й утворювали новий склад фауни й флори для певного геологічного часу. Для визначення тривалості утворення видів, родів та й вищих систематичних груп, а також і підпорядкованих видів підвидів, націй та інфранаций, що відбуваються за нормальних природних умов, слід брати уривки геологічного часу в такому аспекті, в якому він занотований наукою, як повільно-рівномірний час, що чергувався з катастрофами згаданими вище. Звичайно, що за такого інтерчасу, появилення й зникнення морів, проток, перешийків, а також гір і річок, озер тощо, відбувалися повільно, а відтак фауна й флора в нових умовах змінювалася поступово, нормально.

III

Питання про тривалість утворення видів та інших систематичних груп в природі, різними дослідниками трактувалися різноманітно. R. von Wettstein (1898) вважав, що серед рослин «види являються формами, які встановилися від третинного періоду і в крайньому разі до початку льодовикового, а раси вироблялися в найновіший час». Комаров (1945) припускає, що «родина відповідають стадії крейдяного періоду, роди еоценового, а види частинно міоценового, а частинно плейстоценового, тоді як підвиди й різновидности — сучасного голоценового. Подібні погляди знаходимо й в інших дослідників, але такі суто апріорні припущення не мають ані належних підстав, ані будьяких доказів, бо мінливість організмів й утворення видів, відбуваються під впли-

вом середовища чи внутрішнього стану, з найрізноманітнішими численними факторами, що своєрідно впливають з різною інтенсивністю на різні організми тваринного й рослинного світів, від яких у великій мірі і залежить тривалість видотворення, що можна підтвердити на прикладах амфіамериканського, амфіпацифічного та амфібореального поширення морських тварин й зокрема риб, які останніми часами найкраще вивчені на численних представниках Атлантийського та Тихого океанів.

Якщо взяти іхтіофавну тропічної області Тихого океану у західних берегів Центральної Америки та в околицях Галапагоських островів, то за матеріалами А. Günther (1880), оснований на дослідженнях 193 видів риб по обидва боки Панамського перешийку, схожість їх дуже велика, бо аж 31% видів риб тотожні. Проте, пізніші дослідження В. Evermann та О. Jenkins (1891) і особливо D. Jordan (1905) та й інші, що вивчали іхтіофавну на цій же території й базували свої висновки аж на 1307 видах риб, поширених по обидва боки Панамського перешийку, виявили, що велика кількість родів — понад 70% по обидва боки однакова й до того ж більшість з них належать до риб атлантийських, що поширені в західній частині Атлантийського океану (на схід від перешийка), тоді як споріднення видового складу цих же риб значно менший, бо коли з них виключити дуже поширені в океанах риби, то спільних видів маємо лише 56, себто 4,3%. Виходячи з такого співвідношення родів і видів у риб, що поширені по обидва боки Панамського перешийку, Джордан припускає, що за часів сполучення обох океанів в еоцені й олігоцені, у риб в той час формувалися ознаки, які до нашого часу встигли перетворитися на родові ознаки й утворити нові роди, а від міоцену — часу утворення перешийку й поділу океанів — аж до нашого часу у риб встигли утворитися лише видові ознаки окремо й незалежно з обох боків, наслідком чого маємо розрізнені види й споріднені роди.

З наведених досліджень американських вчених виходить, що у риб на утворення родових ознак, а відтак і родів, потрібен час від палеогену до плейстоцену і, навіть, до нашого часу. Такі ж самі співвідношення родів і видів на цих же територіях знаходимо у численних крабів, серед яких до нашого часу не утворилося жодної нової родини, тоді як кількість спільних родів по обидва боки також доходить до 70%, а ендемічних видів майже 100%. Доречно зауважити, що амфіамериканська тропічна фауна, за систематичним складом, значно ближча до східньоатлантийської ніж до західньопацифічної або східньоазійської. Наведене аномальне угруповання морської фауни амфіамериканських

просторів пояснюється вільним поширенням її в морі Тетис, що існувало за часів мезозою та палеогену, а подруге неможливістю поширення морської фауни на захід до берегів Азії через неосяжні простори й глибини цього океану.

На підтвердження сказаного, можна взяти поширення асцидій з роду *Microcosmus* та іншу численну онфавну та епіфавну абісальної області Великого океану, а особливо поширення сучасних вугрів, серед яких спостерігається подивугідне явище: європейський вугор *Anguilla anguilla* не лише плястичними, а й меристичними ознаками ближчий до японського вугря *Anguilla japonica*, з яким він одночасно перебував і, очевидно, творив один вид в морі Тетис ніж до сучасного американського вугря *Anguilla rostrata*, з яким він в теперішній час розмножується майже в одному місці Саргасового моря. З останнього прикладу довідуємося, що видотворення, з кінця зникнення моря Тетис, яке відбулося в міоцені, і до нинішнього часу. *Вистачило* лише для утворення виду, а розходження ознак споріднених груп не набрало ще таких великих розмірів, які б зовсім їх роз'єднували й не виявляли минулого рідства.

Такі ж самі співвідношення родів і видів спостерігаємо і за інших обставин. На останку Вюрмського зледеніння й початку голоцену, себто близько 15 тисяч років тому назад, до Каспійського моря потрапили з високоарктичної півночі декілька холодноводних тварин: риба-білорибиця *Stenodus leucichthys*, ракоподібні міриди *Mysis caspia*, лімнокалянус, декілька амфіпод, а з мякунів кардіди, дрейсени та інші. Здавалося б, що в таких особливих, значно тепліших кліматичних умовах існування, видотворення у холодноводної фауни мусіло б відбуватися значно пвидша, ніж в холодних субарктичних умовах. Проте, і в цьому випадкові спостерігається звичайне явище, яке цілком подібне до амфіамериканського, бо за визначений час не виникло ні одного нового роду, а виникли нові види, в порівнянні до арктичних, складають коло 25%, тоді як 35% являють собою форми тотожні з арктичними, а решта 40% видів змогли утворити лише нові підвиди та різні варіації підпорядковані видові.

Слід зауважити, що подібні процеси видотворення спостерігаються також і в наземній фауні. Для прикладу візьмемо представника холодних кліматів білу куріпку — *Lagopus lagopus*, що нині поширена за полярним колом в тундрах Європи, Азії та Північної Америки, себто циркумполярно, по яких концентрується в тайзі, лісовій зоні півночі тощо. За часів плейстоцену, коли льодовики посувались далеко на південь в згаданих частинах світу, фауна й флора півночі й зокрема біла куріпка також мігрувала на південь, дотримуючись кінцевої зони талих льодови-

ків й за часів Міндель досягнула Піренеїв, Альп, Криму, Кавказу, Гімалаяїв та інших гір цих же широт. Колиж після Вюрмського зледеніння льодовики відступили знову в арктику частина фавни й фльори, а також і біла куріпка, що поширилась того часу в сніговій зоні згаданих гір, а також і на Алтаї, Саянах, Забайкаллі, в горах Сахаліна тощо, залишилася як реліктова форма, що їх нині орнітологи-систематики описують за нові підвиди: *Lagopus lagopus brevirostris*, для Піренеїв, Альп та альпійської зони Уральських гір, Гімалаяїв, Алтаю та його системи гір тощо. Поруч білої куріпки, в системах тих же гір Азії, а особливо в гірській смузі Новосибірських островів, Таймирі, Чукотки та інших суміжних гірських систем, поширений другий вид — куріпка гірська — *Lagopus mutus*, що також за визначений час утворила новий підвид *Lagopus mutus komensis*, який також поширений і в альпійській зоні Уральських гір, а на Алтаї новий підвид *Lagopus mutus rupestris*, який розглядається деякими дослідниками, як синонім попереднього підвиду *Lagopus lagopus brevirostris*.

Другий релікт, що також належить до консервативних, зветься шишкар ялиновий — *Loxia curvirostra caucasica*, що поширений по ялинових лісах гірської смуги Кавказу та Криму, по яких він залишився з часів Вюрму й за цей же час, в нових екологічних умовах, утворив новий підвид *caucasica*, що походить від попередньої вихідної форми, який і нині поширений по ялинових лісах Північної Європи, Азії та Америки, в яких також виникли нові підвиди, а в гірських лісах Північної Африки навіть новий вид (можливо підвид?). Теж саме можна сказати і про багато інших тварин та рослин, що залишилися після льодовиків плейстоцену в середній та південній Європі, Азії, Америки та інших країнах, як наприклад, олень *Rangifer tarandus*, ласка *Mustela foinea nicolskii* та інші, а з фльори піцундська сосна *Pinus pithyusa*, вільха гірська *Alnus glutinosa*, а також сфагнові мохи та багато інших рослин, які також утворили нові підвиди в нових умовах існування.

З наведених прикладів довідуємося, що у наземних тварин та рослин, що після льодовиків плейстоцену перетворилися на консервативних чи адаптивних реліктів, які під впливом нового середовища, і незалежно від екологічних умов, до яких вони потрапили, утворили лише підвиди. До поданих прикладів можна додати багато більше, але нам достатньо й цих, щоб ствердити тривалість утворення видів або ж підпорядкованих йому таксономічних груп, що відбуваються в різних природних середовищах, але з факторами однакової інтенсивності, то видотворення так у тварин, як і рослин, відбуваються за майже однакового урізку геохронологічного часу.

Видотворення, що відбувалося серед іхтіофауни за часів плейстоцену та голоцену в бореальній, субарктичній та арктичній зонах північної півкулі, важливе тим, що його окремі фази можна майже достоту обчислювати в геохронологічному часі. На підтвердження сказаного, а також і для вибору об'єктів нашого дослідження, розглянемо амфібореальне та амфіпаціфічне поширення іхтіофауни в Атлантийському та Тихому океанах, в північній їх частині, приблизно до 35° паралелі, з прилеглою до них субарктичною та арктичною областями. За обчисленням Sven Eckman, D. Jordan та інших видовий та відсотковий склад риб в згаданій частині океанів буде такий:

Назва океану	число		число		Спільних для обох океанів			
	видів	%	родів	%	видів	%	родів	%
Атлан-тійський	100—110	13—15	30	9	25—30	3—4	50	15
Тихий	620	82—83	250	76				

З таблиці видно, що обидва океани в своїй північній частині мають спільні не лише види (3—4%), а навіть і роди (15%), яких до того ж нараховується значно більше за видів. Такий склад іхтіофауни обох океанів свідчить, що в минулі геологічні часи вони сполучалися поміж собою, а тогочасні кліматичні умови дозволяли вільно обмінюватися своїми фаунами. Для ілюстрації сказаного наведемо приклади поширення представників з родин Salmonidae, а особливо Clupeidae та Gadidae, місцем виникнення яких вважається (за наявністю численности видів) північна частина Атлантийського океану, з якого вони поширилися на північний схід та захід. Згадані родини належать до бореально-арктичних, субарктичних та бореальних риб, а тому поширення їх по згаданих океанах та морях цілком природне й нормальне, тоді як поширення їх в морях та океанах субтропічної і особливо тропічних зонах виключене. З цих причин поширення названих риб та й інших водяних тварин з Атлантийського океану до Тихого вздовж південного краю Європи й Азії, води яких належали до субтропічних й тропічних кліматів, був неможливий. В крейдяному, палеогеновому та неогеновому періодах сучасні кліматичні зони були вже виразно відокремлені, а тому поширення водяних тварин через море (геосинкліналь) Тетис, яке поєднувало в мезозої та в палеоцені європейське Середземне море з Індомалаяйським архіпелягом, а також і в межах теперіш-

нього Панамського перешийку впродовж південного краю Північної Америки, можливий був лише для тропічних та субтропічних риб. Відомо також, що область сучасної Берінгової протоки, за ранніх часів пліоцену, являла собою суходіл, по якому відбувався обмін наземними фаунами поміж Північною Азією та Північною Америкою (ссавці, плазуни тощо). Загально ж визнано, що сучасний зв'язок поміж Льодовим океаном та Тихим океаном утворився зовсім недавно, а тому через Берінгову протоку встигли пройти лише деякі арктичні форми, як наприклад, чотирирогий бичок *Muoxoscephalus quadricornis hexacornis* (Richard) та *Muoxosceph. quadr. labradoricus* G. та інші. Таким чином обмін бореальними іхтіофаунами поміж Атлантийським та Тихим океанами відбувався лише в ті часи, коли в арктиці і взагалі на півночі Європи, Азії та Америки відбувалося потепління, за якого температура води в зазначених океанах була значно вища й дорівнювала сучасній бореальній та субарктичній зонам, а на місці сучасної Берінгової протоки, як і тепер, існувало море. Детальне вивчення провідних форм з моллюсків різних геологічних покладів на згаданих територіях привели до висновку, що потепління й обмін бореальними фаунами міг відбутися лише два рази за часів неогену та антропогену: а) перший раз відбулося в епоху верхнього пліоцену Red Crag й продовжувалося аж до льодовиків плейстоцену; б) другий раз в теплих польодовикових анциловому та літориновому часах, про що свідчить поширення таких моллюсків в епохах пліоцена й плейстоцена й аж до нинішнього часу, як наприклад, *Bela harpularia*, *Liomesus canaliculatus*, *Littorina palliata*, *Acrybia smithi* та інші. Знайдені тепловодні моллюски в покладах пліоцену й плейстоцену Англії, Північної Європи й Азії та на Алясці й Шпіцбергені без сумніву стверджують, що в ті часи було потепління, яке й дало змогу поширення евригалінних бореальних риб з Атлантийського океану, вздовж північних та північно-східних берегів Азії, через Берінгову протоку, до Берінгового моря й Тихого океану, а деяких стеногалінних риб, що не могли поширюватися вздовж азійських опріснених берегів, шлях поширення визначився вздовж північних та північно-західних берегів Північної Америки і теж до Берінгового моря й Тихого океану, як це й сталося з широкоголовими формами тріски *Gadus morhua*, гренляндської *Gadus mor. ogac* Rich та тихоокеанської *Gadus morhua macrocephalus*, які і нині вважаються за виразно стеногалінних риб, що не змогли б витримати опріснених вод поблизу дельт великих річок Азії, як наприклад, Об, Єнісей, Лена, Індигирка та інші.

Родина *Salmonidae*, як евригалінна й типово бореальна й субарктична група риб, в особі свого представника *Salmo salar*, по-

ширилася з північної частини Атлантийського океану вздовж берегів Північної Азії й через Берінгову протоку зайшла до Берінгового моря, в якому поширювалася на південь Тихого океану в двох напрямках: понад східними берегами Азії дійшла аж до гирла Амура, а понад західними берегами Північної Америки дійшла майже до Каліфорнії. Потрапивши в нові умови існування, а особливо під час мінливих температур льодовиків плейстоцену, тихоокеанська семга адаптивно змінялася, пристосовуючись до нових своєрідних умов існування. Мінливість згаданих риб не припинялася й протягом голоцену, наслідком чого в теперішній час на східно-азійському узбережжі, в районі Камчатки, виникла одна прохідна, так звана камчатська семга *Salmo pen-shinensis* Pallas, від якої, очевидно, походить друга солодководна непрохідна форма микіжа *Salmo mykiss* Walb., що населяє нині річки та з ними пов'язані озера Камчатки. Цікаво зазначити, що в нових умовах прохідна камчатська семга, хоч і заходить в річки восени, проте нереститься весною наступного року (озима раса), чим і відрізняється від вихідної європейської семги *Salmo salar* Linné та тихоокеанських лососів, які, як правило, нерестяться восени. На західному березі Північної Америки, від адаптивної мінливості, що викликана специфічними умовами цього узбережжя, таксамо маємо одну прохідну форму *Salmo gairdneri* Ric, що також входить в річки восени, а нереститься весною наступного року (озима раса) і знову ж одну солодководну непрохідну форму райдужну форель *Salmo irideus* Gib, що поширена по річках західного узбережжя Північної Америки. Адаптивна мінливість та лябільність райдужної форелі остільки великі, що вона взята з рибоводства Baird й вивезена до Європи й культивується в промислових рибних господарствах майже всіх європейських країн, а також завезена до Азії, Південної Америки та й інших країн, в яких швидко акліматизувалася й поширюється як промислова риба по всіх рибних господарствах тих країн.

Крім згаданих основних форм лососевих на Тихоокеанському узбережжі зустрічаються ще й інші види лососевих, як наприклад, *Salmo clarki* та *Salmo regalis*, але систематика роду *Salmo* в тих географічних провінціях ще не усталена, бо навіть американський іхтіолог Richardson вважає *Salmo irideus* не за окремий вид, а лише підвид *subspecies* *Salmo gairdneri*. Ще цікавіше явище спостерігаємо в солодководних форелів азійського узбережжя й зокрема на Камчатці. Микіжа — *Salmo mykiss*, крім інших подібних ознак, на боках свого тіла має подовжно червону смужку, цілком тотожно з такою ж смужкою райдужної форелі американського узбережжя, що їх споріднює та також вказує на рів-

нобіжне видотворення в майже однакових природніх умовах водяного середовища. З наведених фактів бачимо подивугідну паралель: на азійському та американському узбережжях утворилися майже однакові прохідні й туводні форми, що вказує на спільну вихідну форму, а також і на споріднення факторів середовища. Тому, що такі видатні іхтіологи, як Leo Berg, визнають *Salmo gairdneri* за дуже близький вид до *Salmo penshinensis*, а E. Richardson визнає *Salmo irideus* лише за підвид *Salmo gairdneri*, то можна припустити, що для повного видотворення й усталення виду в природі, як окремої таксономічної одиниці, визначений час від верхнього пліоцену і до сучасного голоцену слід вважати за недостатньо короткий для повного завершення видотворення, у придонних риб водяного середовища.

Другий представник роду *Salmo* кумжа *Salmo trutta* L., що поширена вздовж узбережжя Європи, від Чеської губи і аж до Португалії, під час утворення й насування льодовиків плейстоцену також відступала на південь й потрапила до Середземного моря, а звідти в часи потепління зайшла до Понтійського моря, яке протягом плейстоцену багато разів сполучалося з Каспійським та Аральським морями, а відтак вільно обмінювалися своїми фавнами. Особливо інтенсивно обмін фавнами відбувався в часи древнеевксинської водойми, простір якої майже поспіль покривав територію, на якій згодом утворилися згадані сучасні моря. Правда, інші дослідники припускають, що кумжа можливо вперше потрапила до Каспійського моря з півночі через річку Печору до Волги під час розтавання льодовиків, а потім уже і до Каспію, з якого поширилась на захід до Озівського й Чорного морів і на схід до Аральського моря. Останнє роз'єднання згаданих морів відбулося в другій половині плейстоцену й остаточно оформилося після останнього Вюрмського зледеніння. Якраз цей час зледеніння й слід вважати за початок нового видотворення у евригалінної кумжі, бо саме з цих часів вона почала існувати в різних екологічних умовах. Наслідком такої ізоляції й адаптивного видотворення у всіх нових морях нині маємо такі таксономічні форми-підвиди: Чорне море *Salmo trutta* Larbax, Каспійське *Salmo trutta caspius* та Аральське *Salmo trutta aralensis*. Тож саме можна сказати і про білориблицю *Stenodus leucichthys leucichthys* (Güldenst), що потрапила в льодовикові часи через Печору, з Льодового океану до Каспійського моря й в нових екологічних умовах утворила новий підвид від вихідної форми *Stenodus leucichthys* G., стародавні форми якої *Protothymalus* відомі з часів міоцену. Слід також зауважити, що разом з білориблицею у водах Північно-Льодового океану одночасно утворилася нова форма-підвид *Stenodus leucichthys nelma* (Pallas), що поширена в ньому від Білого

моря вздовж берегів Азії та Північної Америки аж до річки Маккензі. Наведені два приклади яскраво доводять, що від майже середини Вюрму й протягом голоцену і аж до нашого часу утворилися лише підвиди названих риб, що в перекладі на наше літочислення дорівнює коло сто тисяч років.

Те саме можна сказати і про других нащадків вихідної форми *Prothymallus* — *Thymallidae*, яких нині відомо чотири види: 1) *Thymallus thymallus* Linné, що поширений в річках та озерах Північної Європи; 2) *Thymallus arcticus* Pallas річки Північної Азії та Північної Америки; 3) *Thymallus nigrescens* Dorogost в озері Хубсугул (Косогол) та річках, що в нього впадають; 4) *Thymallus brevirostris* Kessler річки та озера північно-західньої Монголії. Слід зауважити, що арктичний харіус *Thymallus arcticus* P. в польодовикових часах поширився по річках та озерах Північної Азії, в яких також, як і в роді *Stenodus*, утворилося п'ять нових підвидів, що вказує на рівнобіжність морфогенезу в однакових середовищах гідросфери.

Те саме спостерігаємо й серед роду тріскових *Gadidae*, які також визнаються за аборигенів або автохтонів північної частини Атлантичного океану, з якого також поширилися, але як стеногалінні риби лише на захід вздовж берегів Північної Америки, поблизу яких води мало опріснені. Поміж берегами Лябрадора та Гренляндії, за такий же час, як і в *Salmonidae* у північних берегів Азії, утворився новий підвид гренляндської тріски *Gadus morhua ogac* Richard., яка за своїми таксоморфологічними ознаками ближча до тихоокеанської тріски *Gadus morhua macrocephalus* Til, що пройшла Берінговою протокою до Тихого океану й вважається за морфогенетичне продовження тріски гренляндської. На периферії свого праареалу, за тих же польодовикових часів, тріски також утворили три нові підвиди: 1) *Gadus morhua callarias* L., в Балтійському морі; 2) *Gadus morhua maris-albi* Derugin в Білому морі; 3) *Gadus morhua kildinensis* Derugin в Могильному озері на острові Кільдин. З усіх наведених прикладів видно, що тривалість морфогенезу, в різноманітних умовах гідросфери, відбувається майже з однаковою швидкістю, і що має певне теоретичне й практичне значення.

Подібний процес видотворення спостерігаємо і в пелагічних риб, хоч у них він відбувається ніби повільніше, оскільки пелагіяль згаданих нами морів не має такої специфічної відокремленості, як це спостерігається поміж батіялями цих же морів. Для прикладу візьмемо представника з родини *Clupeidae* — *Clupea harengus harengus* Linné, ареал якої визначається в межах: на заході — Північна частина Атлантичного океану, від північно-східних берегів Північної Америки до Північного Норвезь-

кого та Баренцова морів і до Ноної Землі на сході. Під час того ж потепління арктики в кінці пліоцену *Clupea harengus* вздовж північних берегів Азії поширилася на схід й через Берінгову протоку потрапила до Берінгового моря. В нових екологічних умовах у *Clupea harengus* відбувалася адаптивна мінливість, наслідком чого в північній частині Тихого океану утворився новий пелагічний підвид *Clupea harengus pallasi* Val., що повільно поширився до Японії і Кореї, а понад західнім берегом Північної Америки майже до Каліфорнії. За зниження температури води, в часи льодовиків плейстоценової епохи, ареал атлантийського та тихоокеанського оселедців розірвався, а тому обидві згадувані форми оселедців, протягом плейстоцену та навіть і голоцену існували відокремлено.

Цікаво зазначити, що від Чеської губи до гирла річки Об поширена малохребцева чесько-печерська нація тихоокеанського оселедця, що нині називається *Clupea harengus pallasi natio suworowi* Rabinerson, а тому в Білому морі також поширена друга нація цього ж оселедця — біломорський малохребетний оселедець — *Clupea harengus pallasi natio maris-albi* Berg. Наявність двох націй тихоокеанського східнього малохребцевого оселедця в Білому морі й на узбережжі Євразії від Чеської губи до річки Об, можна пояснити тим, що в часи польодовикового потепління, в кінці плейстоцену й на початку голоцену, за так званого *літоринового* часу, східній тихоокеанський оселедець *Clupea harengus pallasi* Val. з північної частини Тихого океану й Берінгового моря, через Берінгову протоку повернувся й знову поширився в потеплілих водах Північного океану, вздовж північних берегів Азії, понад яким знову дійшов до східнього краю свого первісного ареалу — гирла річки Об й Білого моря. Такого погляду додержуються Hoffsten (1915), Eckmann (1923), Leo Berg (1934) та інші. Зниження температури після анцилового й літоринового часів, майже до від'ємних температур води в голоцені, поширення східнього оселедця через Берінгову протоку знову припинилося й ареал його знову перервався аж до нашого часу. Східні тихоокеанські оселедці *Clupea harengus pallasi*, що залишилися в Білому морі та на узбережжі Євразії, протягом голоцену підпали новим впливом оточення, наслідком яких утворилося дві нові нації: біломорська та чесько-печерська. На мінливості й видотворенні *Clupea harengus* ми бачимо, що від верхнього пліоцену і аж до літоринового часу польодовикової епохи, себто протягом всього плейстоцену, у пелагіяльної риби встиг утворитися лише підвид *subspecies pallasi*, а від кінця плейстоцену, точніше від літоринового часу і сучасного, себто протягом майже всього голоцену за нових екологічних умов для східнього оселедця утворилися лише нації: *natio suworowi*

та *patio maris albi*. Подані висновки підтверджуються також і тим, що у цього ж оселедця *Clupea harengus harengus* L., за ареал якого визнається північно-східня частина Атлантийського океану поміж Гренляндією та Скандинавією, в якому він вважається за автохтона, частина якого наприкінці Вюрму плейстоценової епохи залишилася в Балтійському морі — дуже солодководному в ті часи і відмінному екологічними умовами від океану — також утворилася нова раса *Clupea harengus harengus patio membras*. Слід також відзначити, що в часи голоцену і в Атлантийському і в Тихому океанах процес мінливості й видотворення в оселедців не припиняється, наслідком чого в ареалі типової форми автохтона *Clupea harengus harengus* вже визначено сім націй та чотири інфранациї, а в ареалі східнього тихоокеанського оселедця *Clupea harengus pallasi* Val., нині нараховують понад тринадцять націй та декілька інфранациї, що відрізняються поміж собою екологічними, морфологічними, ба навіть і меристичними ознаками, але остаточно ще не вивчені, а тому не подана їх усталена номенклатура (Световидів, 1952).

Подані приклади тривалості морфогенезу виразно спостерігаються і серед інших амфібореальних риб, як наприклад, камбала *Pleuronectes flessus* та її підвиди, що поширені на узбережжі Європи, а в північній частині Тихого океану до Токію й Каліфорнії *Pleuronectes (Plathichthys) stellatus*; в Атлантийському океані *Platessa platessa*, а в Тихому океані *Platessa quadrituberculata* і т. под. Серед амфібореальних голкошкірих помічається також сама закономірність: в Атлантийському океані від Сенегалю до Ісландії, Північної Норвегії та в Баренцовому й Білому морях, поширена *Asterias rubens*, на узбережжі північної Америки *Asterias vulgaris*, а в Берінговому й Японському морях *Asterias amurensis*. Відповідні явища спостерігаємо і серед *Mollusca*, *Decapoda* та інших, що мають амфіамериканське та амфібореальне поширення.

Що торкається поширення та видотворення серед солодководних риб з обмеженим ареалом, до якого часто належать ендемічні риби річок і озер, то для них також можна застосувати правило: початок існування кожного виду пов'язується з життям попереднього близького виду, від якого вони і походять. Давно відомо, що кожна більш-менш велика річка досить часто має свої не лише види, а навіть і роди, серед яких *Umbra krameli* Walb., в Дунаї та Дністрі, *Umbra limi* Kirt. в Міссісіпі, в Амурі *Esox reicherti* та багато інших. Деякі риби з наведених прикладів належать до реліктів минулих геологічних періодів, але в багатьох річках знаходимо також новоутворені форми в процесі їх динаміки, що властиві лише для даної річки, як наприклад, *Vimba vimba tenella natio karasuensis* Zeeb et Delam, з річки Салгир, *Vimba vimba natio*

bergi Welyk. з Південного Буга, *Vimba vimba vimba infranat. borysthenica* Welyk. з Дніпра та інші. Знаходження форм на стадії інфра-нації, а значить в процесі видотворення або морфогенезу, особливо цікавить нас — за який час утворилися згадані таксономічні групи в названих річках.

Як відомо, кожна річка та й інші водойми мають своєрідний режим щодо активної реакції води рН, розчинених солів, температури, прозорості води, гумусових кислот та інших речовин, а особливо до кількості розчиненого кисню у воді. Якщо ж річка з тектонічних та денудаційних процесів міняє своє русло й переміщується на поверхні землі, то звичайно, що її гідробіологічний режим також буде змінюватися, а відтак впливатиме як стимул на мінливість водяних організмів й зокрема риб, бо ж відривати мінливість риб від зміни річки — як середовища — не можливо. В нашому конкретному випадкові про зміну риб в Дніпрі можна пояснити лише зміною Чорноморського басейну, з часів пліоцену пов'язаною з ним зміною русла нижньої течії та гирла Дніпра і Бога, що відбувалися за часів пліоценової та плейстоценової епох. Відомо також, що коропові риби *Syrprinidae* з'явилися в палеоцені й населяли море Тетис, яке на початку міоцену відокремилася від Тихого океану, а трохи згодом і від Атлантийського океану, наслідком чого утворився майже солодководний Сарматський басейн, в якому стеногалінні форми поступово вимерли, а евригалінні дуже змінювалися фізіологічно і морфологічно, наслідком чого утворилося багато нових видів і навіть родів. В кінці міоцену Сарматський басейн знову сполучається з океанами й заселяється морською фавною, а в пліоцені утворюється відокремлений від океанів майже солодководний басейн Понтійське море-озеро, в якому знову вимерло багато морської фавни й натомість почала поширюватися солодководна фавна, представники якої *Limnaea*, *Paludina* тощо дожили до нашого часу. На початку пліоцена, у наслідок підняття морського дна, Каспійське море відокремлюється від Чорного моря, а тому й розвиток фавн відбувався в різних напрямках. На початку плейстоцену, на території сучасного Чорного моря, утворився дуже солодководний Древнеєвксинський басейн, до якого вливалось багато солодкої води з талих льодовиків, наслідком чого в ньому формувалася і відповідна солодководна фавна й зокрема іхтіофавна, що поспіль поширювалася в басейні та річках, які до нього вливалися. Відокремлення іхтіофавни річок відбувалося в часи «прориву Дарданель», під час якого до Древнеєвксинського басейну потрапили солоні води Середземного моря, які не тільки його осолонили, а й підняли рівень їх на декілька десятків метрів (понад 30 м.). Солоні води примусили солодководну фавну й зокрема іхтіофавну відступити до

річок, що в нього вливалися й надовго відокремитися в самостійні групи. Правда, в пізніші часи знову відбувалися зміни солоности води і висоти її рівня, проте раз відокремлена іхтіофавна схороняла свою територію поширення в межах старих річок та їх дельт і лиманів. Отже, сучасна іхтіофавна річок басейну Чорного моря відокремила після прориву Дарданел, який відбувався з часів епохи Міндель й закінчився в Міндель-Риську міжльодовикову епоху. Таким чином морфо-видотворення, що відбувалося в річках сточища Чорного моря, слід рахувати від Риського зледеніння часів Карангатського моря.

В скорому часі розпочалося піднімання материка, наслідком чого утворилося Новоевксинське озеро-море, яке в часи Бюрмського зледеніння перетворилося на Древньочорноморське озеро-море-басейн, що поєднався з Середземним морем нашого часу. З наведеної стислої історії Чорного моря довідуємося, яких величезних змін зазнала фавна цього басейну за часів пліоцену та плейстоцену, аж поки за часів епохи Рісс іхтіофавна перейшла до річок й залишалася в них до нашого часу.

Слід також нагадати, що у Дніпрі мінливість фавни відбувалася інтенсивніше ніж у других річках сточища, бо, починаючи з Гюнцу, русло нижнього Дніпра зміняло своє місце й напрямок, а відтак посилено змінялися умови середовища-фактора мінливості річкової фльори та фавни й зокрема риб. Послідовність зміни русла нижнього Дніпра, за дослідженням Борковської, Двойченка, Жижченка та інших, відбувалося в такій послідовності:

1. Найстаріша перша тераса річки Дніпра, що утворилася наприкінці пліоцену й початку плейстоцену, в часи Гюнцького зледеніння, починається від сучасної долини поблизу села Вел. Кахівки й продовжується на південь майже по простій лінії через села Велика Маячка й трохи на схід сел Чорненька, Брилівка, Мала Олександрівка, потім через Каргу й закінчується у Каржинській затоці, що проти острова Джарилгач, якого й слід розглядати за передгірловий бар, що утворився в морі попереду стародавнього гирла Пра-Дніпра, який схоронився аж до нинішніх часів. Таке розташування нижнього Дніпра тривало в епоху найбільшого льодовика-Міндель, що посувався в сточищі Дніпра майже до порогів.

2. Друга молодша річкова тераса починається поміж селами Кахівка і Еритани й продовжується через села Валикі Копані, хутір Буркути з плавнями й сагами, від яких круто повертає на захід й проходить через «солоні кучугури», Бехтерські лимани й виливається в Чорне море в глибині Тендрівської затоки поблизу села Кларовки.

3. Третя тераса починалася в піймі Дніпра поміж Британами й Козачими лагерьями, коло яких відкриті понтійські вапняки. Русло Дніпра переміщалося на захід лише в північній частині, а на південь від Буркутів залишалося в тому ж положенні з гирлом в глибині Тендрівської затоки.

4. Четверта тераса з найпоширенішим пісковим масивом починалася поміж Козачими лагерьями й Олешками. Русло Дніпра містилося під гострим кутом до сучасної його пійми й проходило через сучасний Кардашинський лиман. Розташовання Дніпра в другій, третій та четвертій терасах, належать до епохи плейстоцену, за часів рисьського й початку вюрмського зледеніння.

5. П'ята тераса обмежена уступом ґрунту, що тягнеться від Голої Пристані повз Ново-Збур'ївку, Чулаківку й Облой до середньої частини Тендровської затоки, в якій і містилося в ті часи гирло Дніпра. В часи Вюрму льодовики вкривали верхній і частину середнього Дніпра. Розтавання вюрмських льодовиків відбувалося етапами, що утворювали багаті води, які виливалися в Тендрівську затоку. Коли льодовики розтанули, то води Дніпра дуже зменшилися, а тому рівень їх в річищі дуже знизився, наслідком чого дельта різко відхилилася вправо від намитих пісків пониззя й розмістилася від села Рибальчого через Аджигольське солоне озеро, Чорноморські колодязі, село Іванівку до Ягорлицької затоки, яку й слід вважати за *передостанню дельту Дніпра*. Останній напрямок дельти Дніпра нині зветься «Запоріжська протока», яка ще в XVI та XVII сторіччях заливалося морською водою й саме по ній запоріжці на своїх «Чайках», потайки від ворогів виїжджали до Чорного моря й поверталися назад. Розташування річища й гирла Дніпра в п'ятій терасі за першого варіанту відбувалося на останку Вюрму, а другого в часи голоцену й сучасного. Отже, найкоротший огляд історії нижнього Дніпра за часів плейстоцену, свідчить, що в ньому дуже мінялося середовище, яке впливало на мінливість фауни та флори й зокрема риб, динамічні форми з родини коропових Cyprinidae згадані вище.

Один з перших представників коропових *Blicca croydonensis* White, знайдений в покладах палеоцену Європи, був поширений у водоймах, пов'язаних з океаном Тетис. Очевидно, близький рід рибців *Vimba* також існував в ту епоху, а в теперішній час типова форма цього роду *Vimba vimba* Linné поширена по річках північно-західної Європи й головним чином в сточищі Балтійською моря. Рибці ж, що поширені в сточищі Чорного, Озівського та Каспійського морів, вважаються за відмінних від типу й належать до нових підвидів, націй та інфранаций: 1) *Vimba vimba tennella* (Nordmann) — малий рибець, поширений по всіх малих річках

чорноморського узбережжя: Чорна річка в Криму, Гірські допливи Кубані — Афіпс, Псекупс та інші, Сочі, Хоста, Піцунда, Сухум, Кодор, Ріон, Сакарія, а в Малій Азії — Бруса, Камчія та інші. 2) *Vimba vimba persa* (Pallas) — каспійський рибець, що поширений в Каспійському морі, головним чином вздовж західного й південного узбережжів й річках: Волга, Терек, Рубас-чай, Кура, Ленкоранка, Сефидруд та інші. 3) *Vimba vimba vimba natio carinata* (Pallas) поширений рибець в сточищі Чорного моря по таких річках: Дунай, Дністер, Бог, Дніпро, Дін, Кубань та по їх більших допливах. 4) *Vimba vimba vimba natio bergi* Welyk. Рибець-лобач, поширений у Південному Бозі, можливо і в Дністрі. 5) *Vimba vimba vimba infraspecies borysthenica* Welyk., поширений лише в гирлі Дніпра та лимані, що до нього прилягає. 6) *Vimba vimba tenella natio karasuensis* Zeeb et Delamure. Салгирський рибець, поширений по річках Криму: Салгир, Біюк-Карасу та інші. 7) *Vimba vimba elongata* Val. Дунайський рибець, що поширений у верхньому Дунаю та в озерах Австрії й Баварії, але остаточно ще не вивчена їх систематика.

Поданий систематичний склад рибців, що зустрічаються в сточищах згаданих морів та в річках, що до них виливаються, свідчить, що морфогенез в них не припиняється. За аналогією з птахами можна припускати, що з кінця найбільшого зледеніння Міндель та початок Риссу в згаданих водоймах утворилися підвиди, а з кінця Вюрму протягом всього голоцену лише нації та інфранації. Такі висновки підтверджуються також виникненням та поширенням підвидів білої куріпки *Lagopus brevirostris* на Піренеях та Альпах.

Серед наведених прикладів та численних спостережень в природі помічається така закономірність: а) мінливість організмів перманентна, а тому морфогенез відбувається безнастанно, масово й цілком залежно від характеру та якості середовища, фактори якого можна визнати за головні стимули мінливості; в) перманентна мінливість обумовлюється, головним чином, звичайними факторами: світло, вода, температура тощо, а також статевим розмноженням тварин і рослин, за якого цитоплязма й каріоплязма переміщуються під час спермогенезу, овогенезу, запліднення й розвитку нового організму. За всіх згаданих випадків розмноження спадкові ознаки вихідних форм утворюють найрізноманітніші комбінації й угруповання, що неминуче приводять до виникнення нових ознак та таксономічних груп. Мутації та пароксизми, що також властиві для еволюційного процесу, виникають у наслідок надзвичайних факторів, до яких належать: аномальне переохолодження, віддалена гібридизація, аном-

мальне утворення й розмноження статевих клітин, аномальне запліднення тощо, за яких виникають гетероплоїди, поліплоїди, генетичні мутації і т. д. Всі перелічені аномальності, до яких належать ще й багато інших, викликаються раптовими змінами температур — шоки, йонізуюче проміння, різні отруйні речовини тощо. Всі вони руйнують молекулярні структури, а відтак викликають спадкові зміни, як у масових, так і в поодиноких організмах.

З наведених матеріалів довідуємось, що в цій роботі зосереджена увага на тій мінливості, що масово виникають у тварин і рослин за звичайних факторів, які відбуваються за нормальних умов існування. За такої мінливості й нормального морфогенезу помічається наступна закономірність: найчисленніші переходові-проміжні форми спостерігаються поміж найдрібнішими таксономічними групами *infratio* та *natio*, поміж підвидами *subspecies* їх значно менше, поміж молодими видами *species* ще менше, а поміж цілком оформленими, стародавніми видами їх зовсім мало або й зовсім відсутні. Оскільки розмножування націй, інфранаций, підвидів та видів має величезне теоретичне й практичне значення, під час дослідження й студіювання систематики тварин і рослин, подану закономірну численність переходових форм слід мати на увазі, а особливо за часів визначення видів природніх груп-тварин та рослин. Слід також зауважити, що у тих організмів, які живуть і розмножуються в середовищах, що міняються дуже повільно і, навіть, деякий геохронологічний час перебувають майже без змін, як це спостерігається по групах, то морфогенез у них відбувається значно повільніше, як, наприклад, мінливість *Chaetognata*, *Phoronidea*, *Rogonophora*, а також мінливість коралів, м'якунів та інших безхребетних і, навіть, хребетних — всім відомої лятимерії — *Coelacanthidae* та інших. Якщо ж середовище мінливе, як це спостерігається, жвавіше, наприклад: родина коропових *Cyprinidae* з'явилася в палеоцені — *Blicca croydonensis* White і від того часу утворилося коло 200 родів і 5000 видів цих риб, а тому виходить, що на утворення роду *Genus* потрібно коло 62 мільйонів років, а за іншими дослідниками, John Gillon (1948) на декілька разів більше.

Для усталення часу виникнення окремих таксономічних груп повищих вида, розглянемо найвідоміші та найдосконаліше вивчені групи тварин і рослин кенозою, мезозою та палеозою.

Що ж до тривалости утворення родів та й вищих таксономічних груп, як родини, ряди, класи та типи, то і серед них зустрічаємо величезні розбіжності щодо часу тривалости їх утворення, які іноді обчислюються мільйонами, ба навіть десятками мільйо-

нів років. Згадані розбіжності і в цьому випадкові пояснюються тими ж самими причинами, що вже згадувалися за витворення, а саме: біохемічною та біофізичною різницею водоймів, суходолів та ґрунтів, в яких перебувають організми, а також різницею середовищ та їх діючих факторів і особливо ступенів стадійного розвитку окремих таксономічних груп; бо відомо, що початкуючі й молоді таксономічні групи мінливіші ніж групи старі з цілком оформленими ознаками, з відносно стабільною молекулярною структурою. З цих причин старі таксономічні групи вже не здатні до гармонійної мінливості з оточенням, наслідком чого у них виникає гетерохронічна розбіжність з середовищем, а тому вони здебільшого відмирають, про що наводиться багато прикладів з часів мезозою, а особливо палеозою. До того ж виявлено, що найвище організовані істоти, з найдосконалішою будовою свого часу, в прогресивно мінливих середовищах відмирають першими, про що свідчать такі групи, як *Archaeocyatha*, *Cryptolithina*, *Psilopsida* та інші.

До тривалості утворення родів маємо дуже виразні приклади D. Jordan (1905), який дослідив 1307 видів амфіамериканських риб, поширених по обидва боки Панамського перешейку, що утворився за часів міоцену. Серед згаданих риб виявилось спільних родів понад 70%, а спільних видів лише 4,3%. Такі співвідношення родів і видів доводять, що за часів сполучення Атлантийського й Тихого океанів в палеогені, а особливо в часи їх роз'єднання в міоцені, у риб формувалися ті ознаки, які до нашого часу встигли перетворитися на родові, а відтак і утворили нові роди. Наслідком такої тривалості морфогенезу маємо порівнюючи численні споріднені роди й розрізнені види, які вже мають різні специфічні ознаки, що виникли в різних середовищах відокремлених океанів. З наведеного прикладу виходить, що на утворення родових ознак, а відтак і родів у риб, потрібно коло тридцяти мільйонів років. Такі ж самі результати одержані від дослідження в цих же водах ракуватих: мізиди, краби, голкошкірих і, навіть, водоростів та й іншої гідрофавни й гідрофльори. Варто зауважити, що серед всіх згаданих груп організмів не утворилося жодної нової родини, тоді як кількість ендемічних родів по обидва боки Панамського перешейку доходить понад 70%, а видів майже 100%, що також доводить правдивість тривалості морфогенезу в згаданих океанах.

Відповідні погляди знаходимо у віденського ботаніка H. Handel-Mazzetti (1907), який в монографії роду *Taraxacum* описує 57 видів і вважає, що розвиток цього роду розпочався на початку пліоцену й тоді ж таки виник перший найстародавніший вид

T. nivale, а наймолодші види, до яких він відносить *T. vulgare* et *T. fontanum* та інші, виникли за часів плейстоцену і навіть голоцену. Цікаво зазначити, що види роду *Taraxacum*, які поширилися в гірських місцевостях з різнобарвними й мінливими середовищами, автор визначає за виразні види, тоді як види на рівнинах суходолів з майже стабільними середовищами, до наших часів утворилися види з не цілком виразними ознаками. Такі результати дослідження ще раз підтверджують значення мінливості середовищ та їх вплив на морфогенез.

Рід *Stratiotes* відомий з покладів середньої Європи з часів міоцену, за якого він і виник у формі *Str. loides* L. За льодовикових часів поширилися по всій Європі й Західній Азії до Томська. Таким чином виникнення й розвиток роду *Stratiotes* цілком збігається з згаданими вище родами гідрофавни та гідрофльори. Так само вважають і виникнення роду *Convallaria*, останки якого знаходять у покладах міоцену. За часів пліоцену конвалія поширилася по всій Європі і північній Азії, а за льодовикових часів плейстоцену величезний ареал перервався в декількох місцях (нині маються гіатуси). В місцях же свого поширення у конвалії утворилися нові види, як наприклад, *Conv. keiskei* Miq., *Conv. majuscula* Greene та багато інших. Слід також згадати *Atragene sibirica* L., пліоцен-нині, *Pirola rotundifolia* відома з часів пліоцену, а за циркулярного поширення льодовиків плейстоцену поширилася по всіх суходолах північної півкулі Європи, Азії та Півн. Америки, по яких нині існують п'ять нових видів, що також утворилися за плейстоцену. Одночасно слід згадати, що *Liriodendron procaccinii* відомий з верхньої крейди, який на початку плейстоцену розподілився на два види: *L. tulipifera* в Півн. Америці та *L. chinense* Sarg. в Азії. І нарешті слід згадати *Sequoia gigantea* et *S. sempervirens*, що існують з кінця крейдяного періоду до наших часів, себто коло 90 мільйонів років з незначними змінами властивої їм морфології. Таким чином і серед рослин знаходимо приклади величезної розбіжності, щодо тривалості утворення таксономічних груп.

Що стосується тривалості утворення родин *Familia*, то у різних таксономічних груп вони також утворилися протягом різних часів, які визначалися десятками мільйонів років. Для ілюстрації сказаного наведемо декілька прикладів. Родина *Amiidae* найпримітивнішими своїми формами відома з часів верхньої юри і до нині. Таким чином морфогенез цієї родини відбувся протягом 155 мільйонів років, тоді як у родин *Arapaimidae* та *Suidae* такий же процес відбувся з часів верхньої крейди і до нині, себто протягом 100 мільйонів років; родина *Cyprinidae* — від палеоцену до нині

— 90 мільйонів років; родина *Esocidae* — від верхнього олігоцену до нині біля 35 мільйонів років, а *Siluridae* — від верхнього міоцену і до нині, лише 15 мільйонів років. Наведені приклади красномовно свідчать, що морфогенеза є специфічний процес кожної таксономічної групи, який відбувається у них своєрідно не лише в різних природніх умовах, а навіть в одному середовищі. З приводу тривалості утворення родини серед рослинного світу поміж ботаніками існують великі розходження, оскільки саме визначення родини, як систематичної групи-одиниці, не усталене, а в критеріях визначення родин існують великі розбіжності. З цих причин і до нині не усталена кількість родин, хоч *Hutshinson* (1934) нарахував їх 323, а сучасні систематики їх значно збільшили (*W. Komaroff*, 1945). Проте серед сучасних ботаніків вважається, що тривалість формування родини відповідає часові: крейда — нині, роду-еоцен — нині, вид — міоцен або пліоцен — нині, а підвид протягом голоцену *W. Komaroff* (1945). Для підтвердження сказаного подають тривалість формування родини орхидних — паразитів широколистяних лісів. Оскільки широколистяні ліси виникли на початку кенозойської ери, то формування родини їх паразитів-орхидей розпочалося очевидно з кінця палеоцену або еоцену. Можливо також, що родина орхидних виникла в пізніші часи олігоцену, оскільки у них, стосовно до других споріднених груп рослин, морфологічні відокремлення значніші за відокремлення біохемічні. Слід уважати, що ботаніки визають родину, рід і вид за різні ступені споріднення рослин, а тому їх виникнення визнають лише за окремі фази морфогенезу живих істот.

Тривалість утворення рядів — *ordo*, можна обчислювати на особливо разучому прикладі, якого знаходимо серед ряду *Cetacea* — найстаріший — *Archaeoceti* — примітивні останки яких відомі з еоцену, хоч і мають ще ознаки наземних тварин, проте форма тіла, кінцівки, череп та інші органи, з частковим переходом до водяного життя змінили свою організацію наземних тварин й до деякої міри вже набрали ознак тварин водяних. Такий стан організмів слід вважати за початок творення нового ряду тварин, який розпочався з часів палеоцену й продовжується до нині, а тому його можна обчислювати коло 90—80 мільйонів років. Теж саме можна подати й про хижаків *Carnivora*, перші представники яких — *Creodonta* також появилися на початку палеоцену, від яких в ті ж часи відокремилися справжні хижаки *Fissipedia*. На ті ж часи припадає появлення майже всіх інших рядів з *Mammalia*: *Insectivora* з кінця крейди, *Rodentia* — з палеоцену, *Condylarthra* теж з палеоцену, з яких *Equidae*, *Artiodactyla*, *Proboscidea* — з еоцену, *Rhinoceratoidea* з олігоцену, а примати *Primates* навіть з початку

палеоцену, найпримітивніші форми яких відомі з верхньої крейди. Такі ж самі погляди існують і серед більшості ботаніків, які стверджують, що окремі ряди рослин, як наприклад найстародавніші широколистяні ліси, виникли на початку палеогену. Отже, на підставі наведеного палеонтологічного матеріалу можна припускати, що за нормальних природніх умов утворення ряду в природі відбувається протягом 90—80 мільйонів років.

Щодо утворення клясів — *clasis* за звичайних природніх умов, то в цьому випадкові маємо нині достатній матеріал, як з палеозоології, так і палеоботаніки. Палеозоологи припускають, що наприкінці силуру з'явилися справжні риби, які за часів девону були найчисленніші у гідросфері й тоді ж таки поділилися на чотири виразних кляси *Acanthodii*, *Placodermi*, *Chondrichthyes* et *Osteichthyes*, з яких до наших часів дожили останні дві кляси, що оформилися в свою таксономічну групу ще в другій половині мезозойської ери. Перші представники — примітивні предки сучасних амфібій — *Amphibia* та плазунів *Reptilia* — з'явилися за часів юри. Первісні найстародавніші птахи *Saururae* також з'явилися за часів юри, але перші віялохвости птахи — *Ornithurae*, як прогресивні форми, з'явилися на початку крейдяного періоду, серед яких до нашого часу утворилися численні родини, роди та види, що пристосувалися до літання в повітрі. Найпримітивніші предки ссавців — *Theria*, з'явилися наприкінці верхнього триасу, а прогресивні форми предків сучасних тварин *Prototheria*, *Meta-theria*, *Eutheria* відомі з часів юри, масовий розвиток яких розпочався за часів крейди. Отже, первісні предки всіх кляс хребетних тварин *Vertebrata* з'явилися майже одночасно за часів мезозойської ери й до наших часів дійшли до стану найвище організованих тварин.

Такі ж самі результати знаходимо і серед типу вищих рослин *Angiospermae*, у якого предки обох кляс *Dicotyledones* та *Monocotyledones* з'явилися на початку крейдяного періоду й до наших часів розвинулися у найчисленніші високоорганізовані рослини суходолів. Підсумовуючи часи появи найпримітивніших предків, що до нині досягли організації, властивої клясам, можна обчислити, що тривалість утворення клясу відбувається протягом близько 200 мільйонів років.

І нарешті, первісні найпримітивніші представники типів *Chordata*, *Arthropoda*, *Mollusca* та інших знаходимо не лише в кембрії, а навіть у верхніх покладах протерозою, серед яких особливо часто зустрічаються *Graptoloidea*, *Hemichordata*, *Brachiopoda*, *Mollusca*, *Arthropoda* та інші, а з рослин *Cyanophyta*, *Schizophyta*, *Fungi*, *Bryophyta* та інші.

Отже, нині загально визнано, що тип тварин і рослин формується 500—600 мільйонів років. З наведених матеріалів довідується, що тривалість морфогенезу у тварин і рослин з усіх таксономічних груп повністю однакова, а тому еволюція тваринного й рослинного світів від самого початку відбувалася майже рівнобіжно й узгіднено щодо способів харчування, розмноження та колообороту органічних речовин у природі.

CONTINUITY OF SPECIES FORMATION IN NATURE BY F. VELYKOKHATKO

SUMMARY

1. Since ancient times, man professed interest in the variation and formation of animals and plants, but Lucretius Carus (99—55 B. C.) (29) was the first to set forth an appropriate explanation of these biological processes. Later, the process of evolution was expounded by various scientists, among whom the more prominent were J. Lamarck, C. Darwin, L. S. Berg and others.

2. It was determined from numerous geologic and paleontologic records that polyphyletic unicellular organisms appeared on earth in the Proterozoic era, and that their organization was formed through progressive evolution, based on the principles of divergence and partial convergence, resulting in the formation of the modern complex organic world.

3. The course of evolution of living organisms in past geologic eras and periods did not occur uniformly. On the contrary, it was paroxysmal and abrupt and directly connected with the violent tectonic processes in the Upper Devonian, Triassic, Upper Cretaceous and Miocene periods that created new environments, which intensely affected the organisms, thereby rapidly stimulating changes in them.

4. Variation in organisms, followed by species formation in different animals and plants occur with almost similar speed under homogeneous ecologic conditions in the environment. This is confirmed by species formation in fishes, crustacea, mollusks, etc. which are distributed in amphiamerican, arctic and subarctic waters, and also in birds and mammals, who during the times of the Mindel glaciers migrated to the Alpine mountain chain (Pyrenees, Alps, Caucasus, Himalays, etc.), and as relicts, only formed new subspecies.

5. Species, according to the modern view of biologists, correspond with a specific geologic time scale, at the foundation of which emerge systematic groups subordinate to the species: subspecies, nations, infranations, etc.; the intensity of external and internal factors, as well as the size and nature of the environment stipulate the emergence and continuity of new systematic groups.

6. Of particular significance in determining continuity and existence of species in nature are those fishes whose existence and variability are tied to specific waterbodies (appearance and disappearance of which in geologic times are determined most accurately by modern science). According to this view, the most probable phenomenon of species formation should include those

animals, in particular fishes, whose systematic groups evolved as a result of amphiamerican, amphiboreal and amphipacific expansion.

7. The constitution of fish faunas in the northern parts of the Atlantic and Pacific Oceans demonstrates the amphiboreal expansion of subarctic and boreal families (15%) and species (3—4%) of fishes, which occurred in the uppermost Pliocene, along the shores of the Asian coast. Simultaneously, in the new habitats of the Bering Sea, the family *Salmo* spread along the Asian shores to the Amur, and western shores of North America — almost to California. During Pleistocene and Holocene, on the Asian coast evolved a new species of catadromous fish who spawn in the springtime — *Salmo penshinensis Pallas*, and also *Salmo mykiss Walb*, a freshwater anadromous form which inhabits the rivers and lakes of Kamchatka. On the American coast evolved a new species of the catadromous form — *Salmo gairdneri Richardson*, and *Salmo irideus Gilb*, a freshwater rainbow trout which Richardson acknowledges only as a subspecies of the former. L. S. Berg claims that all four fishes are closely related species evolving from a common ancestor and common habitats. Another native to the northern part of the Atlantic Ocean is the salmon-trout *Salmo trutta L.*, an euryhaline type fish, which spread along the coasts of Europe, from the Czech Gulf to Portugal; apparently, in the times of the largest glacier-Mindel, it migrated to the Mediterranean Sea, and in the Mindel-Riss interglacial stage passed on to the Black Sea where it spread. After the separation of the Black, Caspian and Aral Seas, in each of these waterbodies evolved new subspecies: *Salmo trutta labrax Pall*, *S. trutta Caspius Kessler* and *S. trutta aralensis Berg*, and in the rivers where the salmon-trout went to spawn after the glaciers receded, only morphs evolved — *morpha faria*. Thus, in the Pleistocene epoch, from the glacier-Mindel to the present, in the above mentioned seas, only subspecies of the salmon-trout evolved, and in the rivers, during Holocene, only morphs. It is also possible that the salmon-trout migrated from the Arctic to the Caspian Sea through the Pechora and other rivers during the times of the largest glacier-Mindel, but this does not change the continuity of species formation.

8. Another clear example of species formation can be traced in the *Clupea harengus L.* a pelagic fish also native to the same territories of the Atlantic Ocean whose initiate form is presently distributed in these areas. Through numerous studies, it was established that during the warming period in the upper Pliocene the *Clupea harengus L.*, an euryhaline fish, spread along the Asian shores to the Bering Sea. From there, along the shores of Asia, it arrived in Japan and Korea, and along the shores of North America, it almost reached California. During Pleistocene, in the previously mentioned regions of the Pacific Ocean, of the pelagic fish, only a subspecies evolved — the *Clupea harengus pallasi Val.*, a small-spined far-eastern herring, which is presently distributed in this part of the ocean. During the post glacial warming period (Ancyclus and Litorina stages), *Cl. harengus pallasi Val.* again spread through the Bering Strait, from the east to the west, along the Asian coast as far as the White Sea (3, 7, 20, 25). During Holocene, a decrease in the temperature of the Arctic waters, again created a break in the areal of the *Cl. harengus pallasi Val.* Again, during Holocene, under new ecologic conditions, two new nations evolved: *Cl. har. pallasi natio suvorovi Rabinerson*, a Czech-Pechera herring, ranging from the mouth of the Ob River to the Czech Gulf, and *Cl. har. pallasi natio maris albi Berg*, a White Sea herring, distributed in the White Sea. The validity of this conclusion is substantiated by the fact that herring of the form — *Clupea herangus (harengus Linne)* which after Würm remained in the Baltic Sea, during Holocene, also, under new conditions, formed

the nation — *Cl. har. harengus natio membras L.* The variability and species formation of this fish continues during Holocene. Consequently, the areal of the eastern herring — *Cl. h. pallasi*, presently numbers over thirteen races, and the Atlantic herring — *Cl. h. harengus* — seven races and four biotypes (13). This example of species formation is very convincing, since it has been established that a warming period, caused by the presence of the Bering Strait, occurred only twice: in the uppermost Pliocene and Litorina periods. Similar phenomena of formation are observed among stenohaline fishes — flatfish — *Pleuronectes*, echinoderma — *Asterias*, crustacea, mollusks, etc. (see tables 2, 3).

9. In researching amphiamerican fauna, A. Gunter (23), B. Everman and O. Jenkins (21) noticed similarities on both sides of the Isthmus of Panama, among which 31% of the species were identical. D. Jordan, 1905, (26) who studied 1,307 species of amphiamerican fishes, established that among them there are over 70% common families, and only 4,3% common species. Based on this kinship of families and species, he assumes that with the convergence of the two oceans during Eocene and Oligocene, fishes at that time were developing features, which, before our time, were transformed into family features, forming new families. Since the Miocene (the period during which the isthmus was formed and the oceans were separated) the fishes developed only species features, independent of either side, resulting in related families and distinct species. The spread of modern eels confirms the view of D. Jordan, among which appears an astonishing phenomenon: the European eel — *Anguilla (anguilla Lime)* whose plastic and meristic features are closer to the Japanese eel — *Ang. japonica Temm. et Schl.*, apparently, having lived together in the Tethys Sea formed one species, resembling the modern American eel — *Ang. rostrata (Le Suewi)*, with whom it presently mingles in the same spawning grounds in the Sargasso Sea. This example also illustrates that since the end of the Miocene to the present appearance and differences in features in related groups, as yet, are not so significant as to totally separate them, exhibiting no past kinship ties.

10. A similar phenomenon is observed among the land fauna. The white grouse — *Lagopus (lagopus L.)*, which is distributed in the Arctic, should be noted here as a representative of the cold climates. During Pleistocene, in the times of the largest glacier-Mindel, the white grouse, following the lower zone of the glacier, retreated to the Alpine mountain chain: Pyrenees, Alps, Caucasus, Himalayas, and others, remaining at the snow line only as a relict. Presently, ornithologists acknowledge the relict of these mountains as a new subspecies — *Lag. lagopus brevivostris*. In this way, from the glacier-Mindel to the present, only a subspecies of the bird was formed. The same can be said of the tundra grouse — *Lagopus mutus*, and other birds and mammals of the Pleistocene.

11. Species formation among the freshwater fishes of rivers and lakes with restricted areal occurs almost with similar speed. This can be confirmed by the variability of fishes in the Dnieper, Danube, etc. As an example, let's examine the variability of a representative of the carp family — the minnow — *Vimba vimba L.* distributed in the rivers of north-western Europe, but primarily in the Baltic Sea basin. The minnow which is distributed in the basins of the Black, Azov and Caspian Seas, is considered to be a new subspecies that migrated there in the times of the largest glacier-Mindel to the Drevneevkskinskiy sea-lake. After the separation of the oceans and the „Dardanelle fault“, it retreated into the rivers, where, since that time, only the following species were formed: 1) *Vimba vimba tenella (Nordm.)* — a small

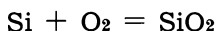
minnow, spread throughout all the small rivers of the Black sea coast; 2) *Vimba vimba elongata* Val. — a Danube minnow, spread in the upper Danube, its tributaries and in the lakes of Austria and Bavaria; 3) *Vimba vimba persa* (Pallas) — a Caspian minnow, spread along the western and southern shores of the Caspian Sea and its inflowing rivers — from the Volga to the Sefid Rud Rivers; 4) *Vimba vimba carinata* (Pallas) — a minnow, spread throughout all the large rivers in the Black Sea basin; 5) *Vimba vimba bergi* Velyk — a minnow-lobach — in the southern Bug, possibly in the Dniester; 6) *Vimba vimba borystenica* Velyk — in the Dnieper; 7) *Vimba vimba tenella natio karasuensis* Zeeb et Delamure — a Salgir minnow, spread in the Crimea — in the rivers Salgir, Byuk-Karasu, and others. This classification of minnows found in the basins of the above mentioned waterbodies confirms the continuity of species formation, namely: towards the end of Mindel subspecies were formed, and towards the end of Würm — during Holocene — only nations and infra-nations were formed.

12. Living organisms are subject to certain fundamental laws as revealed by numerous observations in nature and by the examples cited above: a) Variation within organisms is *permanent*. This is why species formation occurs *in masses* and independent of the nature or quality of the environment. Environment can only be considered a *stimulant* of variation. b) Permanent variation is caused only by *ordinary* factors: with the sexual reproduction of animals and plants, whereby amphimixis of the cytoplasm and karyoplasm of forms occurs in the following phases: spermatogenesis, oogenesis, fertilization, marking the start of development of a new organism and generative haploid and somatic polyploid parthenogenesis. c) Mutations and paroxysms, which are also part of the evolutionary process, result from *extraordinary* factors: abnormal cross-fertilization, isolated hybridization, abnormal formation and reproduction of sex cells, abnormal fertilization which create heteroploids and polyploids, generative and somatic mutations. The above mentioned anomalies are induced by: rapid changes in surroundings, temperature of the environment, ionizing radiations and other physical and chemical factors which cause abrupt changes in individual organisms.

Іван Вергун

ВИРОБНИЦТВО СТАЛІ МЕТОДОЮ Л. Д. ТА З НЕЮ ПОВ'ЯЗАНІ ХЕМІЧНІ ПРОЦЕСИ

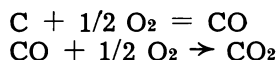
Спосіб того виробництва був винайдений в австрійських сталеварнях Лінцу та Донавітцу в 1950 році, з початкових літер яких названо ту методу. Вона полягає в тому, що під час очищення чавуну вдувається в конвентори чистий кисень. Тепер її застосовують до гематичних чавунів, які в своєму складі мають чимало кремнія, а також до фосфорних чавунів з малою домішкою кремнія. В обидвох випадках кремній (силіцій), реагуючи з киснем, спалюється:



тоді, як вапно, яке було додане у формі доломіту перед вдуванням кисню в чавун, сполучується з окисленням фосфором, створюючи трикальцієвий фосфат, який відкладається на поверхні рідинного металу, тобто в шляку (жужелиці):

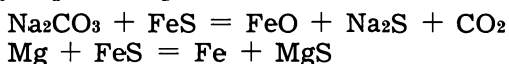


Головна суть процесу переробки чавуну в сталь полягає в зменшенні вмістності вуглецю в металі й який спалюється теж при допоміжності кисню за схемою:

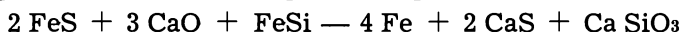


Плавку чавуну в сталь методом Л. Д. можна поділити на 6 фаз, а саме: 1) десульфурізацію чавуну, 2) введення металу до конвертора, 3) вдування кисню, або афінація, 4) припинення вдування кисню, 5) розкислювання (дезоксидация) і легування та 6) розливка сталі.

I. Десульфурізація. Вона відбувається, як правило, у великих збірниках карбонатом натрія, або «маккоксом», тобто коксом, замоченим у магнезій. Ці субстанції занурюються в металеві спеціальними дзвонами. Внаслідок реакції між ними й сіркою появляються сульфіди натрія й магнезії:



Десульфурізацію можна теж провести при допоміжності випняка:

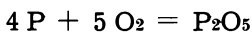


так, що в метали остаточно залишиться коло 0,01% сірки.

Приблизно від року цей процес відділення надвишки сірки з чавуну відбувається при допомозі Si_2Ca безпосередньо перед розливкою сталі у виливниці (форми). Його вприскується в сталь під тиском аргону. По того рода операції залишається в сталі лише 0,005% сірки, бо її надвишка була вилучена в жужлі у формі сульфїду кальція:



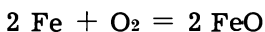
II. Введення металу до конвентора. Ця процедура триває від 8 до 10 хвилин, в ході якої до 125 тонн чавуну додається 40 тонн брукхти, 8 тонн доломїту, 1,5 тонн вапняку, або спат-флюору, щоб випродукувати 160 тонн сталі та 17 тонн шляку. Чавун у тій стадії фабрикації має між 1250° і 1300° Ц. тепла. При згорянні фосфору твориться фосфатний ангидрид, який реагує з вапняковим ЖЖфлюсом (плавнем), творячи фосфат кальція:



який відкладається в жужлях. Теж надвишка сірки в металю реагує з монооксидом кальція, створюючи сульфїд заліза (гл. десульфїризація).

Кінець-кінців у сталі повинно залишитися якнайменше фосфору та сірки, бо фосфор надає сталі крихкості на звичайній температурі, а сірка ламкості при вищих температурах.

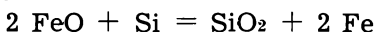
III. Вдування кисню. Фаза вдування кисню відбувається протягом 20 хвилин. Скількість вдутого кисню виносить 400 м. куб. на хвилину, тобто 8000 м. куб. впродовж цілої фази вдування. Температура рідинної сталі може доходити в тій стадії виробництва до 3000° Ц. тим більше, що кисень вдувається в металъ під тиском 8-10 кг. на цм. куб., внаслідок чого вміст карбону знижується до 0,10%. Але самий процес оксидації починається зі заліза:



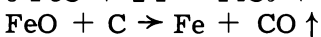
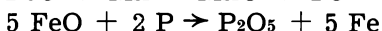
По його окисненні, він, тобто монооксид заліза, окислює силіцій, манган, фосфор та вуглець. З тої нагоди необхідним є підкреслити, що силіцій оксидується безпосередньо без участі вапна



або з окису заліза:



По нім оксидується манган, фосфор та карбон:



Надвишка монооксиду вуглецю (СО) згоряє над горловиною конвентора. Зникнення світляного полум'я означає, що процес спалювання карбону закінчений.

Попередні реакції є екзотермічними, але найбільше тепла виділяється при оксидації кремнія. Щодо фосфорного ангидриду (P_2O_5), то він в свою чергу реагує далі з окислами вапна, витворюючи фосфат кальція, який відкладається в жужлях.

До відкислення, тобто дезоксидації, примінюється теж формулку Ліча (Leach), константа рівноваги якої настає при 1600°C :

$$K_c = \frac{P_{CO}}{Q_c \cdot Q_o}$$

в якій P_{CO} означає тиснення, при якому твориться CO , $Q_c \cdot Q_o$ — концентрацію C та O_2 .

Якщо тиск монооксиду вуглеця є малою величиною, то кількість розчиненого кисню в розплавленім металі маліє. Отож, з практичних мотивів, тиск CO при еляборації металю повинен бути низький!

IV. Припинення вдування кисню. Цей етап виробництва сталі означає кінець афінації металю. Температура рідинного металю спадає, як правило, до 1700°C . плюс мінус 50°C . Відтак міряється температуру й побирається пробку для хемічної аналізи, якої вміст елементів міняється від категорії сталі, яку бажаємо отримати. Тому необхідним є заподати для практичної еляборації сталі: 1) намічене хемічне зложення даного металю, а також 2) його склад після припинення вдування та температуру.

1) Намічене хемічне зложення різного рода сталі:

Рід сталі	%C	%Mn	%P	%S	%Al	%Si	%V	%Nb
стабільна:	.05- .075	.25- .37	.026	.022				
шипуча 0218:	.1	.23 -.40	.04	.03				
шипуча 0634:	.1- .16	.35- .50	.04	.03				
на 1/2 успокоєна:	.14- .18	.55- .75	.04	.03		.065		
на 1/2 успокоєна з Si:	.08- .13	.3- .5	.04	.03		.15- .30		
на 1/2 успокоєна 3424:	.18- .23	.1,1- .1,3	.04	.03	.02- .07	.03	.025- .04	.025- .03
успокоєна з Al:	.1 .15	.7- .85	.04	.035	.15- .25			

2) Хемічне зложення металю й температура після припинення вдування:

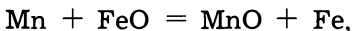
Рід сталі	%C	%	%P	%S	%Si	%Al	T°
стабільна:	.05	.105	.012	.02			1600° Ц.
шипуча 0218:	.055	.180	.025	.02			1635 "
шипуча 0635:	.035	.145	.020	.014			1610 "
на 1/2 успокоена:	.055	.130	.015	.03			1605 "
на 1/2 успокоена з Si:	.055	.150	.025	.02	.25		1615 "
на 1/2 успокоена 3424:	.045	.170	.023	.03			1610 "
успокоена з Al:	.500	.175	.020	.023	.25	.03	

Наскільки відсотковий вміст хемічних складників не відповідає передбаченому зложенню сталей, тобто накопи вуглець манган, фосфор та сірка знаходяться в надвиці, практикується тоді додаткове вдування кисню. В подібнім випадку, залежно від хемічного складу, вдувається ще додатково між 150 та 1500 м. куб. кисню. Також під кінець цієї афінації міряється температуру металю та береться пробку для аналізу.

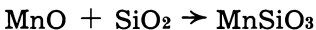
V. Розкиснювання (дезоксидація) та легування.

1) Ця стадія виробництва сталі відбувається вже в ковші, безпосередньо перед розливкою металю у виливниці, з поміччю феросплавів. Одні з них, як феросиліцій, феромарганець та алюміній, є розкислювачами монооксиду заліза, який міститься в значній кількості в розчиненій сталі та знижує її якість. Інші феросплави, як наприклад ферохром, феротитан, ферованадій та інші, служать для легування, тобто для внесення в металь додаткових хемічних первнів.

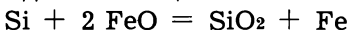
2) Дезоксидація. Наприклад: манган, який знаходиться у феромарганці, реагує з окисом заліза



а оксид мангану в свою чергу з оксидом силіція, створюючи силікат мангану, який відкладається в жужлях:



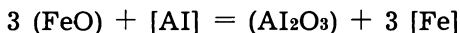
Аналогічно діють силіцій та алюміній:



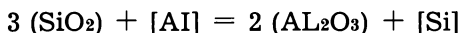
Також оксид алюмінія (Al₂O₃) спливає наверх у жужлі. Рівночасно такі феросплави, як фероманган, а теж феросиліцій, вносять у розплавлену сталь додатковий манган, додатковий силіцій та встановлюється нормальний вміст карбону, силіція манга-

ну та інших елементів, необхідних для фабрикації спеціальних сталей.

2) Пояснення явища дезоксидації. Під час розкислювання та легування сталі, а теж під час вдування в неї чистого кисню, деякі хемічні первні, як манган, силіцій та алюміній, можуть реагувати з оксидом заліза, який знаходиться в луговитих жужлях (CaO-FeO-SiO_2). На температурі 1600°C . і протягом максимум 40 хвилин 1,2% мангану реагує, наприклад, з окислом заліза, який з рідинного металю відкладається в шляку. Щодо реакції алюмінія з оксидом заліза, який знаходиться в жужлях, то вона відбувається схематично так:



і в якій оксид алюмінія переходить у жужлі, а окис заліза, навпаки, в рідинну сталь. Ця реакція є швидкою, бо відбувається всеціло до 12 хвилин. Але алюміній може теж окислити SiO_2 жужлів і відтак відкласти в них:



Тепло, витворене попередніми реакціями, спричинює конвекцію рідинного металю, тобто рух даних елементів згори в долину і від стінок ковша до середини. А зв'язок між конвекцією та дифузиею Кляйн, пояснює наступною формулкою:

$$\frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{D_1}{D_2} \quad 2/3$$

з якої можна вчислити коефіцієнти транзиції та дифузії даних хемічних первнів:

коэф. транзиції	коэф. дифузії
$\beta_{\text{Al}}/\beta_{\text{Mn}} = 2,98$	$D_{\text{Al}}/D_{\text{Mn}} = 5$
$\beta_{\text{Si}}/\beta_{\text{Mn}} = 1,54$	$D_{\text{Al}}/D_{\text{Si}} = 2,71$
$\beta_{\text{Al}}/\beta_{\text{Si}} = 2,16$	$D_{\text{Si}}/D_{\text{Mn}} = 1,9$

Ці теоретичні коефіцієнти були перевірені в практиці та цілком виправдали лябораторійний експеримент Кляйна.

3) Залежно від вносу скількості феросплавів та способу відкислювання дістаємо різного рода сталі. У більшості випадків легуючі елементи додаються в незначних кількостях. В нашім випадку, й із практичних мотивів, заподаємо скількість добавки феросплавів, температуру перед розливкою сталі та її остаточне хемічне зложення.



Фігура 1. Мікрографія нормалізованої сталі (0,46%С, 0,70—1,00%Мn).
Ферит — білий, перліт — в пластинках. Побільшення 500 X.
(Фото: С.І.М.А. — Сен Дізьє).

Fig. 1. Micrographie d'un acier normalisé (0,46%С, 0,70/1,00%Mn), Ferrite en blanc, perlite lamellaire. X 500. (Cliché С.І.М.А. — Saint Dizier).



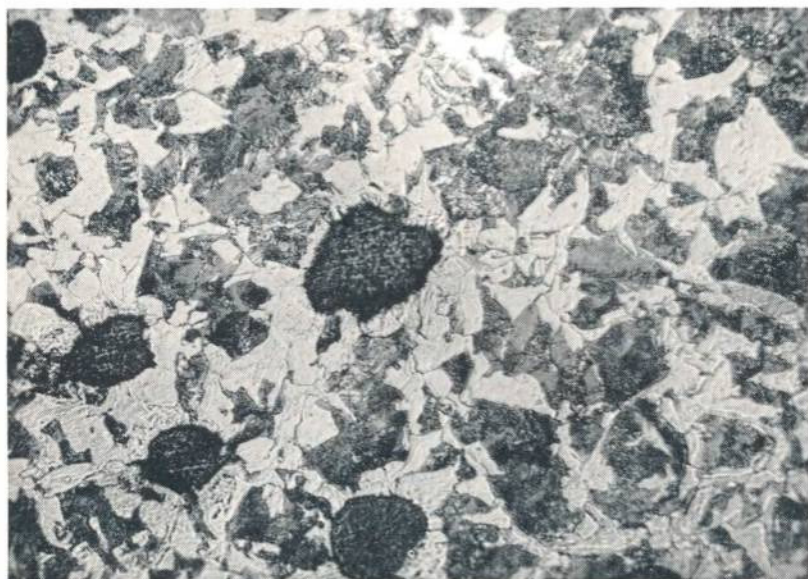
Фігура 2. Інклюзії в напівтвердій сталі. Перліт у курсі сфероїдазації.
Ферит білого кольору. (Фото: С.І.М.А. — Сен Дізьє).

Fig. 2. Inclusions dans un acier demi-dur allié. Perlite en voie de sphéroidisation.
Ferrite en blanc. (Cliché С.І.М.А. — Saint Dizier).



Фігура 3. Біла сітка цементу (Fe_3C) сталі, яка підлягала обробці фізико-хімічній цементації. Збільшення 200 X.

Fig. 3. Réseau de cémentite en blanc au contour de grains dans acier de cémentation. X 200.



Фігура 4. Перегріта сталь, якої ферит є у формі шпильок та білого кольору. (Фото: С.І.М.А. — Сен Дізьє).

Fig. 4. Acier surchauffé. Aiguilles de ferrite en blanc. (Claché С.І.М.А. — Saint Dizier).

3. 1) Скількість вносу феросплавів у кг. та T° сталі перед розливкою:

Рід сталі	FeMn	FeSi	FeNb	FeV	Al	CaO	карбід	кокс	T°
стабілізована:	.650				.27	.100			1595
шипуча 0218:	.500*				.19**	.100**	.17		1605
шипуча 0634:	.700				.4	.100		.200	1609
на 1/2 успокоена 3054:	.1400	.220				.100		.220	1590
на 1/2 успокоена 3424:	.2850*	.20	.220	.75*				.150	1595
вспокоена з Al:	.650	.680				.100		.75	1600
вспокоена з Si:	.1450	.480			.210			.50	1600

* Цю кількість вноситься в струм під час розливання.

** Під кінець розливки у виливницю. Н. Б. Під час наповнення кристалізатора стабілізованою сталлю додається в струм 1 кг алюмінія на тунну металю у виді шроту, карбіду (CaC), або афінований феромангану. В данім випадку ще раз побирається пробку до аналізу по розливці. В загальному дезоксидаційні та лагеровальні продукти вносяться на спід ковша, або в струм під час лиття.

* Karl-Heinz Klein: Kinetische Untersuchungen über die Reaktionen der im flüssigen Eisen gelösten Elemente Aluminium, Silicium und Mangan mit eisenoxydhaltigen basischen Schlacken. Dissertation des Grades eines Doktor-Ingenieurs vom 11. 8. 1972. Seiten 58.

3. 2) Остаточне хемічне зложення сталі:

Рід сталі	%C	%Mn	%P	%S	%AL	%Si	%Nb	%V
стабілізована:	.08	.15	.01	.014	.007			
шипуча 0218:	.075	.375	.02	.018				
шипуча 0634:	.135	.420	.02	.017				
на 1/2 успокоена 3054:	.145	.690	.018	.038		.06		
на 1/2 успокоена 3424:	.230	1.230	.023	.03		.035	.015	.027
вспокоена з Si:	.11	.395	.017	.019		.230		
вспокоена з Al:	.12	.835	.02	.024	.045	.200		

VI. Розливка сталі та її дальша обрїбка.

З ківшів сталь виливають до виливниць, де вона кристалізується, творячи зливки, або так звані лінготи, які, по охолодженні, виймають з виливниць (кристалізаторів). Відтак їх нагрівають кілька годин, залежно від дальшої обрїбки, у печах Пітс між температурою 800 та 900° Ц., або в регуляційних печах між 1280 та 1300° Ц. Час нагрівання в регуляційних печах триває для хо-

лодних лінготів 14-20 годин, для теплих від 2 до 10 годин. Огрівання в паристих регуляційних печах відбувається в засаді на 1340° Цельсія.

По огрітті зливок у тому подібних печах слідкує прокатка на обтисткних станах так званих блюмінгах та слябінгах. Пізніше, по них, витягають так оброблену сталь у плитки різної товщини.

Але тому подібний процес перерібки сталі в заготовки вимагає багатьох операцій, кожна з яких пов'язана з великими затратами праці, палива та металю. І тому від 1971 року в найбільшій французькій сідерургійній комплексі «USINOR» приміщено безперервну розливу сталі, яка полягає в тому, що рідинну сталь прямо виливається з ковша в охолоджений водою кристалізатор, з нижньої частини якого витягають заготовку, по французьки брамм. По відповідній охолодженні тієї заготовки, розрізують її на куски бажаної довжини й відтак спрямовують ті «брамми» на кінцеву прокатку.

Як бачимо, спосіб безперервного розливання сталі є економічнішим від клясичного, бо вимагає менших капіталовкладень, є скоршим і на половину якіснішим від звичайної обрібки. Маркантим прикладом є те, що при клясичнім розливанні й обрібці тратиться 200 кг металю з тонни, а при безперервній розливці лише 20 кг. І беручи ці всі фактори під увагу, не дивним є, отже, що світова продукція сталі з кожним роком збільшується якісно та скількісно.

Jean VERHUN

ELABORATION DE L'ACIER ET PROCESSUS CHIMIQUES SELON LA METHODE L.D.

(Résumé)

Dans cet article on trouve détaillé le procédé de l'élaboration de l'acier dans la sidérurgie française selon la méthode L.D. et les processus chimiques qui y sont liés. L'accent est mis surtout sur certaines phases d'élaboration et des nuances du métal au cours du rabatement, des additions, de la coulée.

La désoxydation de l'acier liquide se fait selon la formule de Leach

$$K_c = \frac{P_{CO}}{Q_c \cdot Q_o}$$

où K_c est la constante de l'équilibre à 1600° et P_{CO} la pression à laquelle se forme la concentration de C et d' O_2 . Selon elle il y a intérêt de fabriquer l'acier à pression basse.

Les réactions chimiques de l'Al, du Si et du Mn, dissouts dans l'acier liquide avec des laitiers basiques contenant de l'oxyde de fer, se passent, selon K. H. Klein, de la façon suivante pour l'aluminium: $3(FeO) + 2[Al] = (Al_2O_3) + [3Fe]$.

A noter que la vitesse de ces réactions est indépendante de la composition du laitier, tandis que leur chaleur naissante est à l'origine de la convection et de la diffusion:

$$\frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{D_1}{D_2} \cdot 2/3$$

La grandeur des coefficients de diffusion, calculée par Klein, décroît, l'un par rapport de l'autre: $DAI/DMn = 5$; $DAI/DSi = 2,71$; $DSi/DMn = 1,9$.

Quant à la coulée continue, pratiquée à USINOR depuis 1971, elle est de 40% plus homogène au point de vue de la composition chimiques et la mise au mille est de 1020 kg contre 1200 kg en coulée classique.

Іван Вергун

ХЕМІЧНІ АНАЛІЗИ АЛЮМІНІЙОВИХ СПЛАВІВ

I. ВСТУПНІ ВІДОМОСТІ. В першу чергу, ніж приступити до властивого сюжету, необхідним є сказати кілька слів про алюмінієві сплави, які чим раз більше застосовуються в промисловості.

Під сучасну пору в ливарній практиці є багато зразків цих сплавів, які можна в загальному скласифікувати в 5-ох групах (гл. Табл. Відсоткова хемічна композиція):

1-ша група, в якій переважає крім алюмінія мідь (зразок AU5GT).

2-га група, в якій переважає крім алюмінія кремній (зразок ASI3).

3-тя група є магнезійовою. Прототипом є AG6.

4-та група є кремнієво-нікелевою та якої представником є ASI2N2G.

5-та група є цинковою. В ній переважає цинк (зразок AZ5G).

З другого боку треба підкреслити, що належно збережені хемічні зложення мають не абиякий вплив на структуру металю та тим самим на його механічну характеристику. Деякі хемічні первні діють як передові. І так, наприклад, якщо AU5GT, або інакше А.Р.М., має в своїм хемічному складі 0,16% магнезія та 0,18% титану, то його відпорність на зломання через видовження, розуміється по термічним гарті, рівнятиметься 36 кл. на мм². Еластична межа виноситиме 21,8 кл./мм², а видовження прібки дорівнюватиме 7,6% (на підставі наших дослідів).

Саме з тих причин практична та точна аналіза в промислових лабораторіях відограє важливу ролю. На жаль, більшість наявних метод та норм не відповідають цьому завданню. Переважно вони задовгі, або неточні. З тих-то причин майже кожна важливіша металургічна лабораторія змушена змінити ті методи, або

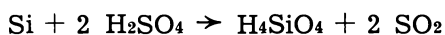
впроваджувати свої власні. Тому нижче заподані методи є певною мірою зміною довгих метод та специфічним витвором нашої багаторічної ливарняної і металургічної практики.

II. АНАЛІЗА АU5GT, яка застосовується до всіх алюмінієвих сплавів.

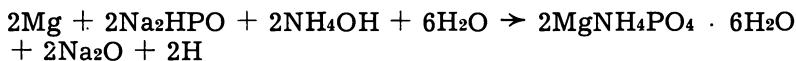
1. Ізоляція кремю та міді. 2,5 гр. струшків розчиняємо кількома наворотами так званим лікером сіліція. (200 мл. HCl + 200 мл. HNO₃ + 200 мл. H₂SO₄). Всього зуживаємо 75 мл. Під час атаки прикриваємо півлітрову посудину скляною накривкою! Відтак варимо розчин аж до початку кристалізації. Якщо струшки цілковито не розпустилися, в такому випадку треба долляти трішки конц. соляної кислоти. По охолодженні долити 300 мл. холодної дестильованої води та вкинути листок желатини. Знову варити до появи маленьких платочок (фльокончиків). Потім зразу швидко фільтрувати та промити на фільтрі нерозпускальний кремній гарячою водою щонайменше 20 разів. По 5-ім промитті кремнія до фільтрату доливаємо 10 мл. нітратної кислоти та електролізуємо мідь (гл. Наук. Записки УТГІ, Том XXII, 1971-72).

Промитий 20 разів кремній, кальцинуємо в платиновій посудині над полум'ям Бунзена (20-30 хв.) аж до хвилини, щоб кальцинат був всеціло білий. Відтак охолодити його та зважити (P). Доливши 3-4 краплі конц. H₂SO₄ та 2-3 краплі HF випарувати SiO₂ і впродовж 5 хвилин прокальцинувати посудину та по охолодженні знову її зважити (p). Відсотковий осад кремнія вичислюється формулою: Si% = (P-p). 0,4672 × 40.

Н. Б. По окисненні кремній перемінюється в ортосилікатну кислоту, яка в ході кальцинації в свою чергу трансформується в SiO₂:



2. Визначення магнезії. В засаді магнезій дістанемо, осаджуючи його при допомозі фосфорнокислого натрія в фосфоро-амонькально-магнезіїву сіль, яка внаслідок кальцинації перетрансформується в пірофосфатну магнезіїву сіль:



Прібки відважуємо, залежно від відсоткового осаду магнезії в сплавах. І так, якщо сплав має

0,5 — 1% Mg, тоді відважуємо 2,5 гр. стружок,

1 — 5% Mg, тоді відважуємо 2,0 гр. стружок,

5 — 10% Mg, тоді відважуємо 1,0 гр. стружок.

Якщо йдеться про А.Р.М., тобто AU5GT, відваживши 2,5 гр. стружок, розпускаємо їх обережно й кількома наворотами 40 мл. їдкої 20% соли, прикриваючи посудину склом. По атаці змиваємо водою накривку та стінки посудини, ставлячи її на гарячу плитку. По цілковитім розчиненні вливається 100 мл. гарячої води та фільтрується на звичайнім фільтрі, змиваючи чорний осад 3X гарячою водою (розуміється, що дестильованою!) Профільтрована рідина служитиме для устійнення цинку.

Осад на фільтрі розпускаємо гарячою азотовою, до половини розрідженою, кислотою, прополіскуючи 4 рази фільтр. До розчину додаємо 2 мл. H_2SO_4 і випаровуємо до суха. (Без H_2SO_4 розчин буде брунатного кольору. В такому випадку долити H_2SO_4 та кілька крапель HNO_3).

Охолодити й додати 5 гр. $KClO_3$ + 40 мл. HNO_3 . По 10 хвилиннім кипінні влити 50 мл. води. Якщо рідина брунатна, це означає, що в ній є Mn. По перефільтруванні вливаємо:

50 мл. $COOH-(CHON)_2-COON$.

100 мл. звичайного NH_4OH .

50 мл. розчину HN_2PO_4 10%.

Потім мішаємо енергійно, дотуляючи скляною паличкою до стін посудини. Ця процедура триває 10-15 хв., тоді коли нормально осад твориться по 12 годинах. По фільтруванні прополіскуємо осад 9 разів 25% амоніаковим розчином. По кальцинації наш осад буде у виді пірофосфату магnezія, а трансформаційний коефіцієнт

$$Mg_2/Mg_2P_2O_7 = 0,2186$$

$$Mg^0\% = p \cdot 0,2186 \cdot 40.$$

Замітка: Останній фільтрат може теж послужити для визначення кремнія.

Якщо мається до діла зі сплавами мідяної групи, то попередня аналіза буде значно коротшою. По першій фільтрації, додавши хльорату та нітрату, варимо рідину 10 хвилин. І додавши 50 мл. води, продовжуємо аналізу, як у попередньому випадкові (гл. визначення магnezія).

3. АНАЛІЗА ЦИНКУ. Як уже зазначено вище, 1-ий фільтрат з аналізи магnezія служитиме для визначення цинку. До цього вливається 10 мл. Na_2S плюс 5 гр. $NaCl$, поставивши посудину в тепле місце (на огнетривалій печі), занурюємо в ній скляну паличку. Показчиком цинку є білий осад, чорний заліза.

Фільтрування відбувається на звичайнім складенім фільтрі. Перевірити чи профільтрована рідина не має цинку. Фільтр промивається гарячою водою, додавши до неї кілька куб. см. розчину Na_2S .

На фільтрі осад розчинюється з HCl 1/2 та кількома краплями H_2SO_4 . Розчин випаровується на сухо. Додавши 100 мл. гарячої води, фільтруємо, обмиваючи фільтр 3 рази гарячою водою. Додавши 50 мл. цинкового розчину (39 гр. NH_4CNS + 27 гр. HgCl_2 + 100 мл. H_2O), мішаємо рідину енергійно на протязі 10-15 хвилин. По перефільтруванні на скляним фільтрі, сушимо його годину на 110°C . По охолодженні зважити.

$$\text{Zn}\% = p \cdot 0,1267 \cdot 40.$$

В цій формульці коефіцієнт виводиться з $\text{Zn}/\text{Zn Hg} (\text{CNS})_3\text{Cl}_2$.

Можна Zn теж дістати у формі ZnS . По спаленні фільтрату додається 0,5 гр. порошку сублимованої сірки та потім кальцинується. Кальцинат буде ZnO , а коефіцієнт $\text{Zn}/\text{ZnO} = 0,8034$.

Н. Б. Ця метода є важливою теж для альпаксів, тобто для $\text{AS}_2\text{U} \dots \text{AS}_1\text{I}_3 \dots$

4. МАНГАНЕЗ.

Метода застосовувана для всіх алюмінієвих сплавів, а теж для альпаксів.

Реактиви: NaOH 20%

лікер манганезу: 500 мл. H_2O + 125 мл. H_2SO_4 + 125 мл. H_3PO_4

75 мл. конц. HNO_3

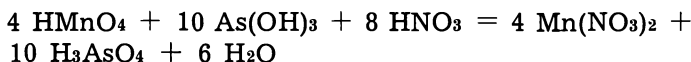
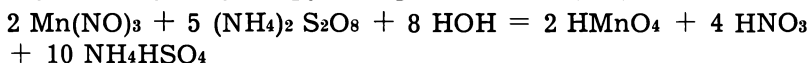
насичена солюція AgSO_4

насичена солюція $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$

$\text{CH}_3 - \text{COOH}$ 20%

титрований розчин H_3AsO_3 , або $\text{As}(\text{OH})_3$ + 0,5 гр. $\text{As}(\text{OH})_3$ + 20 мл. H_2O + 5 гр. NaHCO_3 . Обережно підігріти та доповнити до 100 мл. водою й відтак визначити її титр знаним розчином, або стандартом. Найкраще для цієї цілі відважити 3,161 гр. KMnO_4 . Додати трошки води та 10 мл. конц. H_2SO_4 . Потім доливати H_2SO_3 аж поки розчин не стане прозорим. Підігріти аж до випарування SO_2 . Охолодити та доповнити водою до 1000 мл. Відмірити 50 см. куб. до літрової кольби та доповнити водою. 1. см. куб. = 0,00005493 гр. манганезу.

ПРИНЦИП. Персульфатом амонія окиснюється Mn в перманганову кислоту, яку титруємо при помочі $\text{As}(\text{OH})_3$:



ПЕРЕВІГ АНАЛІЗИ. Відважити 0,2 гр. алюмінієвих стружок у 300-та міліметровий флякончик і розчинити їх 20% NaOH . Кінцево поставити його на гарячу плитку, щоб докінчити атаку. По-

тім влити трішки гарячої води та 10 мл. HNO_3 конц. плюс 15 мл. лікеру Mn та підігрівати аж поки розчин не стане прозорим.

Охолодити та додати 10 мл. нас. розчину AgSO_4 й 15 мл. $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$. По виділенні водня ставимо флакончик на плитку аж до поновної появи водня. Простудивши рідину, додаємо 2 мл. $\text{CH}_3\text{-COOH}$ 20% і рідина кольорується. Титруємо з H_3AsO_3 аж до декольорації.

$$\text{Mn}\% = \text{скількість зужитих цм. куб.} \times \text{титр} \times 500.$$

5. ІЗОЛЯЦІЯ ЗАЛІЗА.

Реактиви: H_2SO_4 60%.

Титрований розчин $\text{KMnO}_4\text{N}/30 : 2,106$ гр. $\text{KMnO}_4 + 500$ мл. $\text{H}_2\text{O} + 10$ мл. H_2SO_4 . Цей розчин доповнити водою до 2000 мл. Перевірити його титр сіллю Морга $\text{N}/30 : 3,276$ гр. $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + \text{nH}_2\text{O} + 10$ мл. H_2SO_4 . Доповнити в 250 міліметровій кольбі водою.

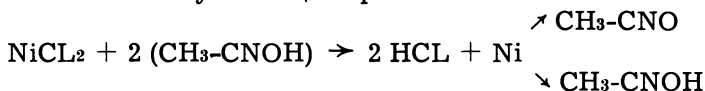
Перебіг роботи: До 2,5 гр. стружків доливаємо 30 мл. гарячої води та 50 мл. H_2SO_4 . Поставити кольбу в тепле місце і вважати, щоб рідина не кипіла! По скінченні реакції долити 200 мл. холодної дест. води й кольбу прохолодити під краном. Відтак перефільтрувати на лійці зі звичайним фільтром, який є належно складений (фільтрування є далеко швидше, ніж звичайно) і титрувати з $\text{KMnO}_4 \text{N}/30$ до появи блідо-рожевої кольорації.

$$\text{Fe}\% = \text{цм. куб. KMnO}_4 \times \text{його титр} \times 40.$$

6. НІКЕЛЬ.

Є два роди відділення цього первня: а) По електролізі міді (гл. Наук. Записки УТГІ, Том XXII, 1971-72) та в) в останньому фільтраті, який дістанемо внаслідок відділення осаду фосфороманіякомагнезійового (Фільтрат може теж послужити для визначення кремнія). Н. Б. Мало б теж там бути зазначено, що фільтрат зберігаємо для аналізу нікелю!

Отже, до цього фільтрату вливаємо 1% алькоголевого розчину діметильглюксиму. Реакція пробігає:

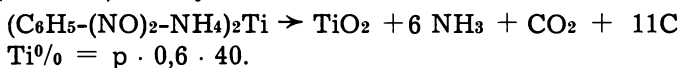


Підігріти до хвилини, щоб речовина випадала в осад, яскраво-червоного кольору. Профільтрувавши його, обмити 4 рази на фільтрі гарячою водою. Потім кальцинувати, спочатку обережно, в плятиновій чашочці на полум'ї Бунзена, мішаючи, час від часу плятиновим дротиком. Приблизно за 1/2 години матимемо кальцинат у хем. сполуці монооксиду нікелю. Тож коефіцієнт рівнятиметься: Ni/NiO , а $\text{Ni}\% = \text{p} \times 0,7861 \times 40$.

7. ТИТАН.

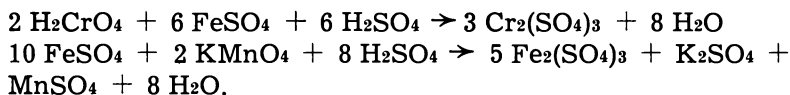
Реактиви: NaOH 20%; KCN 50%; H₂SO₄ 10 %; NH₄OH; C₆H₅-(NO)₂NH₄ 10%.

Перебіг аналізи: 2,5 гр. + 40 мл. NaOH 20%. Потім долити ще 25 мл. KCN 50% та варити аж поки не розчиняться всі залишки міді. Додати гарячої води та фільтрувати. Розчинити на лійці з фільтром осад при помочі 10% сірчаної кислоти. Промити фільтр 4 рази й знеутралізувати рідину амоніяком. Ще раз фільтруємо й так само розпускаємо осад і промиваємо. Потім доливаємо 10% купферону й розколочуємо енергійно кілька хвилин рідину. Фільтруємо, промиваючи осад на фільтрі 3 рази водою, до якої додано кілька крапель купферону та сірчаної кислоти. В ході кальцинації титан, який попередньо сполучився з амонієм-нітрозофеноль-гідроксиляміном (купфероном), трансформується в біоксид (двоокис) титану:



8. ЗДОБУВАННЯ ХРОМУ.

В бігу аналізи дістаємо хромову кислоту, яка буде зредукована в хромову сіль, додавши знаної надвишки розчину соли Могра, або, як звикло, сульфату двовалентного заліза. Надвишка тієї соли визначена перманганатом:



Звичайно хром є домішаний до таких алюмінієвих сплавів: AG3T; AG6; AZ5G. Інакше кажучи, він рідко зустрічається і з тих то причин у ливарняних лабораторіях ця аналіза є рідкістю. Це саме стосується кобальту (гл. Аналіза групи альпаксів).

Перебіг аналізи тотожний з аналізою манганеза аж до того моменту, коли до рідини додамо 10 мл. AgSO₄ (або AgNO₃) та 15 мл. (NH₄)₂S₂O₈. З того моменту треба варити 5 хвилин, долити 10 мл. HCl 1/2 та продовжувати варити 15 хвилин.

Відтак охолодити та влити з бюретки (циліндра) надвидку розчину соли Могра, наприклад, 5-10 мл., та 25 мл. розчину MnSO₄ (67 гр. MnSO₄ + 600 мл. H₂O + 130 мл. H₂SO₄ + 138 мл. H₃PO₄. Доповнити водою до літри). Титрувати перманганатом погасу до появи рожевого кольору. Теж можна визначити відсоток хрому, титруючи паралельно стандарт і виводячи від нього відсоток хрому.

$$\text{Cr}^0/\% = \text{цм. куб. FeSO}_4 \cdot \text{NH}_4\text{SO}_4 - \text{цм. куб. KMnO}_4 \times \text{титр} \times 500.$$

Н. Б. Можна приготувати $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ 25 гр/л, а KMnO_4 1,824 гр/літру.

III. АНАЛІЗА ГРУПИ АЛЬПАКСІВ.

З цієї групи найчастіше застосовувані в ливарняній практиці є ASI3 та AS4G. Відсотковий склад альпаксів переважно вагається між 2 та 22% кремнія.

1. ВІДДІЛЕННЯ КРЕМНІЯ. До нікельової чашки відважити 1 гр. струшків, атакуючи їх 40 мл. $\text{NaOH} 20\%$. Відтак випарувати рідину до половини її об'єму. Після охолодження влити розчин порційками та по стінці посудини до 10 відсоткової сульфатної к-ти (60 мл.), безпереривно мішаючи.

Вимити нікелеву чашку та накривку водою, до якої влило кілька см. куб. $\text{H}_2\text{SO}_4 10\%$. Концентруємо розчин до появи флюкуляції, додавши перед тим кілька крапель HNO_3 . Охолодивши та додавши до нього 300 мл. H_2O й желатини, продовжуємо аналізу як для Si (гл. ізоляція Si та Cu), $\text{Si}\% = (\text{P}-\text{p}) 0,4672 \cdot 100$.

2. МАГНЕЗІЙ.

Реактиви: лікер сіліція ($\text{HCL} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}$ в однакових пропорціях), $\text{NaOH} 20\%$, $\text{NaOH} 40\%$, $\text{COOH}-(\text{CHON})_2-\text{COOH} 10\%$, $\text{HNa}_2\text{PO}_4 10\%$.

Перебіг аналізу. Розчинити 2,5 гр. альпаксу 75 мл. лікеру сіліція. Розчин підігрівати (випаровувати) до початку кристалізації. Потім долити 200 мл. гарячої води й додавши желатини, гріти, щоб розчин кипів 10 хвилин. По перефільтруванні промити фільтр 3 рази гарячою водою. Фільтрат служитиме для відділення Cu.

Фільтр з осадом кладеться до 600 мл-ої склянки, куди доливаємо 50 мл. $\text{NaOH} 40\%$, мішаючи. Після кількахвилинного кипіння, випадає з розчину осад, який фільтруємо, промиваючи фільтр 3X гарячою водою. (У фільтраті перевірити Zn!). При помочі $\text{HNO}_3 1/2$ та кількох крапель H_2O_2 розчинюємо на фільтрі отриману сполуку.

Доливши до цього розчину 2 мл. H_2SO_4 , випаровуємо його до суха. Прохолодивши й добавивши до сухої субстанції 5 гр. KClO_3 та 40 мл конц. HNO_3 , варимо мішанину щонайменше 10 хв. Доливши 50 мл. холодної дест. води, фільтруємо, промиваючи фільтр 4 рази.

До фільтрованої рідини вливаємо 50 мл. $\text{COOH}-(\text{CHON})_2-\text{COOH} 10\%$ розчину, 100 мл. конц. NH_4OH та 50 мл. $\text{HNa}_2\text{PO}_4 10\%$. По 10 хвилинним мішанні, дотикаючись стінок, фільтруємо отриману сполуку, промиваючи її на фільтрі 8 разів 25% амонія-

кальною водою. По кальцинації вичислюємо відсоток магнезії, беручи до уваги коефіцієнт 0,2186.

3. ЕЛЕКТРОЛІЗА МІДІ. До 1-го фільтрату, який дістанемо при аналізі магнезії, доливаємо 10 мл. конц. азотової кислоти й піддаємо його електролізі. Щодо деталей електролізи гл. стор. 157, Наук. Записок УТГІ, том XXII, 1971-1972. Між іншим, там заподано методу пряму, без попереднього відлучення кремнія!

4. ВИЗНАЧЕННЯ ЦИНКУ. До 2-го фільтрату, який дістали в ході відлучення магнезії (гл. розділ 2. Магнезій) доливаємо 10 мл. Na_2S , додаючи 5 гр. NaCl , і продовжуємо ізолювати цинк, як у методі для всіх алюмінієвих сплавів на стор. 3.

5. ТИТРАЦІЯ ЗАЛІЗА. Цією методом користуємося в аналізах альпаксів, в яких є малий відсоток міді, як, наприклад, у AG3T, AG4Z, AG6 та AZ5G.

Реактиви: HCl 1/2, KMnO_4 N/30, NH_4CNS (або KCNS) 50%, TiCl_3 15%. Підготовка розчину TiCl_3 : Влити 25 см. куб. 15%-го розчину TiCl_3 до скляної посудини (бекера) та підігрівати його до двохвилинного кипіння. Прохолодити та доповнити водою до об'єму 1-ої літри. Наповняємо ним особливий апарат до титрування, виганяючи кількаразово повітря. Кінцево визначаємо його титр з поміччю розчину соли Могра 1/30 нормальности.

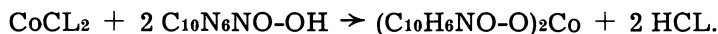
Аналіза: В пірамідальній кольбі розчиняємо 2,5 гр. стружок 60 мл. напіврозпущеною соляною кислотою. Відтак розчин підігрівати до припинення атаки (не можна добавляти води!). Охолодити під краном перефільтрувати через складений фільтр і титрувати KMnO_4 N/30 аж до появи стабільного рожевого кольору. Доливши мл NH_4CNS , титруємо розчином TiCl_3 надшвидко перманганату до цілковитого зникнення рожевого забарвлення.

$$\text{Fe}\% = (n \text{ см. куб. } \text{KMnO}_4 - \text{см. куб. } \text{TiCl}_3) \cdot \text{титр } \text{TiCl}_3 \cdot 40.$$

6. ВІДЛУЧЕННЯ КОБАЛЬТУ.

Кобальт зустрічається в AS4G, AS9KG, ASI0G, ASI3, AS22UNK.

В середовищі кислім соняної кислоти кобальт осаджується при допомозі розчину нітросо-бета-нафтолевого. По кальцинації, яка не сміє переступити поріг температури 750°C , кобальт перемінюється в Co_3O_4 :



Реактиви: HCl 1/2, HNO_3 1/2, насичений розчин нітросо-бета-нафтолю: 0,15 гр. цієї субстанції розчинити в 10 см. куб. гарячої $\text{CH}_3\text{-COOH}$ 1/2. Ця пропорція важлива для сплавів, в яких кобальт не перевищує 0,01 грама. Інакше треба її подвоїти. З дру-

ного боку, цей розчин повинен бути вживаний безпосередньо перед користуванням, тобто свіжим.

ПЕРЕБІГ АНАЛІЗИ. До 2,5 гр. стружок вливаємо 80 мл. соляної к-ти, напів розпущеної водою. По атаці долити 50 мл. HNO_3 1/2 та підігрівати до кипіння, під час якого в розчині випадає осад. Фільтруючи його, фільтрат скеровуємо в 500 міліметрову кольбу. Промити добре посудину один раз з HCL 1/2, яка є гарячою, та 3 рази кип'ячою водою. А фільтр альтернативно: 4 рази гарячою HCL 1/2 та 4 рази з кип'ячою водою. До фільтрату додати надвишку розчину ZnO та доповнити водою до 500 мл. Перелити його до 800 міліметрового стаканчика, вимішати й залишити 5 хв. у спокої. Відтак перефільтрувати через скляний фільтр в 200 мл. кольбу. Цей об'єм, який відповідає 1-му гр. стружок, переливаємо до ерленмеєру 600 міліметрового, додаючи 20 мл. HCL 1/2 та 200 мл. кип'ячої води. Підігріваємо цей розчин до $70-80^\circ \text{C}$, та вливаємо нітросо-бета-нафтоль. Залишити в спокою реакцію одну годину, відтак відділяємо прозору рідину через звичайний фільтр та прополоскуємо 2 рази осад в ерленмеєрі з $30-40$ мл. гарячої HCL 10% і 2 рази з 30 мл. гарячої води, відділюючи кожний раз рідину від осаду. Кінцево осад перекидаємо на фільтр, промиваючи його 4 рази гарячою водою.

До осаду, який відповідає сполуці нітросо-бета-нафтолевого кобальту, додаємо 1 гр. щавлевої кислоти (COOH-COOH) та поступово кальцинуємо в плятиновій накритій чашочці аж до хвилини, коли скальцинується (згорить) фільтр на Бунзеновім полум'ї. Тоді скинути плятинову накривочку та продовжувати обережно кальцинацію, не переступаючи поріг 750°C ., аж до сталої ваги!

$$\text{Co}^{\%} = (p-p_1) \cdot 0,7343 \cdot 100.$$

Н. Б. Якщо при кальцинації переступимо 750°C ., Co_3O_4 частинно трансформується в CoO , якого пропорція невідома.

7. АНАЛІЗИ Ti , Ni та Mn .

Вони є тотожними з аналізами, які застосовуються для всіх алюмінієвих сплавів (гл. Аналіза AU5GT).

IV. ОРГАНІЗАЦІЯ АНАЛІЗ ТА ВИСНОВОК.

Кінець-кінців залишається зорганізувати належно лабораторію працю, щоб зискати якнайбільше часу. Тож зі самого початку праці серійно відважуємо пробки для поодиноких окремих аналіз, тобто для Si-Cu , Mg , Mn , Fe , Ti або й для Co та Cr , які є рідкісними в ливарняних, відлитих частинах.

Рівнож серійно розчинюємо алюмінієві стружки відповідними реактивами. В принципі працю зосереджуємо на елементах, яких сепарація є найдовшою. В данім випадку над сіліцієм, магнезієм, а потім цинком та титаном.

Під час кристалізації кремнія, яка є довгою, фільтруємо, наприклад, магнезія. До 1-го фільтрату, в якому є цинк, вливаємо реактиву Na_2S і стакан зі зануреною паличкою ставимо в тепле місце. Під час гріття розчину магнезія, фільтруємо двоокис кремнія. А по 5-ох промиваннях електролізуємо мідь. Під час кальцинації кремнія продовжуємо аналізу магнезія. В ході його кальцинації кінчаємо працю над кремнієм, міддю та продовжуємо нікелю, який походить з кінцевого фільтрування магнезія. Потім зосереджуємось над титаном і т. д.

На самий кінець, коли головна праця майже скінчена, починаємо залізо та манган, іноді (дуже рідко) кобальт та хром.

В практиці аналізу різnorodних алюмінієвих сплавів робляться серійно. Тим способом значно заощаджується час. І так, наприклад, висліді 5-ох різних сплавів, в яких аналізується всі вище згадані хемічні первні, можна мати по 6-7 годинах.

А тепер залишається сказати кілька слів про точність заподаних метод. Без сумніву, вони є не лише практичними, але теж точними. Доказом може послужити конкурс, організований 1957-1959 рр. французьким Технічним Центром ливарняної промисловости, на яким вони витримали суворий іспит. І так в остаточній класифікації ми отримали перших 5 місць на 160 найліпших промислових лябораторій, які початково брали участь у конкурсі й були поступово вилучені.

ANALYSES CHIMIQUES DES ALLIAGES LEGERS

(Résumé)

En nous basant sur certaines méthodes et normes nous avons mis au point des méthodes appropriées à nos exigences industrielles. Toutefois, il y a lieu de distinguer 2 sortes d'analyses: 1) celles de tous les alliages légers en général et 2) celles de certains éléments du groupe d'ALPAX.

Premier cas. En ce qui concerne le dosage du Si et du Cu on attaque les copeaux avec la liqueur de silicium ($\text{HCL} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$). Après la cristallisation, l'insolubilisation et la filtration, on poursuit l'analyse d'une façon habituelle. Dans le filtrat on ajoute 10 ml d' HNO_3 conc. et on le soumet à l'électrolyse (cf. Naukovi Zapyski UTHI, T. XXII, München 1971/72).

Quant au Mg il faut attaquer les copeaux par la solution de NaOH à 20%. Après la filtration le filtrat est gardé pour l'analyse ultérieure du Zn. Ensuite le précipité est dissous par le HNO_3 au $1/2$, évaporé à sec et filtré. Le Mg est précipité dans un milieu d'ac. tartrique sous forme de $\text{MgNH}_4 \cdot 6\text{N}_2\text{O}$. Dans la dernière solution provenant de la filtration du $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ on dose le Ni en le précipitant au moyen de la solution du diméthylglyoxime ($\text{CH}_3 - \text{C} = \text{NOH}$)₂. Le contenu, calciné dans un creuset en Pt, renferme une forme de TiO_2 .

En oxydant le Mn par le $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ on le transforme en ac. permanganique qui est titré par l' $\text{As}(\text{OH})_3$. Dans ce cas les copeaux sont attaqués par 10 ml de NaOH à 20%, tandis que ceux destinés à l'analyse du Fe sont dissous par l' H_2SO_4 à 60%. La solution contenant le fer est refroidie, filtrée et titrée par le $\text{KMnO}_4\text{N}/30$.

La prise suivante destinée à l'analyse du Ti est soumise à l'action de la NaOH 20% et du KCN 50%. Après la dissolution des copeaux on filtre deux fois en dissolvant chaque fois le contenu sur le filtre par H_2SO_4 à 10%. Après avoir

précipité le Ti par le cupferron ($\text{C}_6\text{H}_5 \begin{matrix} \nearrow \text{OH} \\ \searrow \text{NO} \end{matrix}$), le contenu se transforme en TiO_2 au cours de la calcination.

Le premier filtrat provenant du dosage du Mg servira à isoler le zinc. En y ajoutant 10 ml de Na_2S et 5 g de NaCl on met le becher sur le four de moufle. Ensuite on filtre et on dissout le précipité par 25 ml d' HCL $1/2$ + quelques gouttes d' N_2SO_4 . Après l'évaporation à sec et la reprise par 100 ml d'eau bouillante on filtre de nouveau. Le Zn est précipité par la solution de Zn ($\text{NH}_4\text{CNS} + \text{HgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$), filtré sur le verre fritté et séché. Le coefficient correspond à 0,1267.

Deuxième cas. Dans ce cas l'analyse concerne les alliages légers appartenant au groupement d'alpax. Elle diffère en ce qui concerne le Si, le Mg, le Cu et le Fe. Les autres éléments sont dosés de la même façon comme dans le premier cas.

Dosage du Si: les copeaux sont dissous par NaOH 20% dans un creuset en nickel et la solution est neutralisée par 60 ml d' H_2SO_4 au demi. On la concentre jusqu'au début de la floculation du SiO_2 en mettant au préalable quelques gouttes d' HNO_3 . Après le refroidissement on ajoute un peu de gélatine et on procède selon la méthode classique.

En ce qui concerne l'isolement du Mg, l'attaque est identique comme pour le silicium dans le premier cas. Ensuite on fait bouillir la solution jusqu'au début de la cristallisation. En la reprenant par l'eau et la gélatine, on refiltre. Le filtrat contient du cuivre. En dissolvant le précipité sur le filtre avec NaOH à 40%, on fait bouillir la solution jusqu'à formation de flocons et on filtre (garder le filtrat pour le dosage du Zn).

Après avoir dissous le précipité par $\text{HNO}_3^{1/2}$ + qqs gouttes d' H_2O_2 , on ajoute à la solution 2 ml d' H_2SO_4 et on l'évapore jusqu'à la succité. En reprenant le contenu par le KClO_3 et l' HNO_3 on le soumet à l'ébullition pendant une dizaine de minutes. On filtre et on précipite le Mg par le HNa_2PO_4 dans un milieu d'ac. tartrique.

D'autre part, les copeaux servant au dosage du fer sont attaqués par l'HCL au demi. Après la filtration et le refroidissement de la solution, le fer est tiré par la solution de KMnO_4 puis par TiCl_3 en ajoutant au préalable qqs ml de sulfocyanure d'ammonium et caetera.

Ces méthodes se prêtent par excellence aux dosages industriels en série. D'autre part, elles sont élégantes et précises. Au cours de la compétition organisée en 1957—1959 par le Centre Technique des Industries de la Fonderie, nous sommes placés dans les premiers rangs.

Проф. д-р. д-р. П. Шулежко

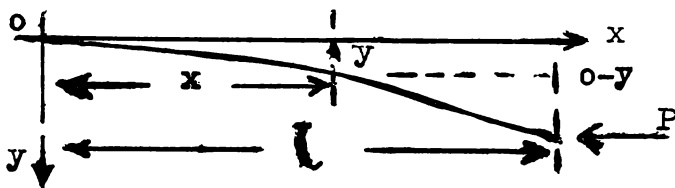
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДИ ЗІСТАВЛЕННЯ (КОЛОКАЦІЇ) ДО РОЗВ'ЯЗАННЯ ІНЖЕНЕРНИХ ПРОБЛЕМ

Важлива і проста метода наближеної розв'язки різних інженерних проблем — це метода колокації, яка залишилася без належної уваги інженерів-конструкторів і дослідників. Ця метода базована на тому, що дане диференційне рівняння, або система диференційних рівнянь, задовольняється в певному кінцевому числі точок. Опис цієї методи поданий в найзагальнішій формі в працях (1), (2), а приклади її застосування — в працях (3), (4), (5), (6); там же можна знайти також посилання на іншу літературу. Розумним користуванням цією методою інженери можуть одержати досить точну розв'язку найскладніших проблем з відносно невеликою кількістю затрати праці на вираховальну роботу. Як ілюстрацію вживання цієї методи, розглянемо декілька проблем з Теорії Еластичности.

Проблема 1.

Визначити критичну силу для траму з одним цупко заправленим кінцем, а другим — вільним рис. 1), що стискається по довжньому силою P .

Рис. 1



Згинаючий момент y у перекрої на віддалі x від цупко заправленого кінця буде дорівнювати

$$M = P(6-y) \quad (1)$$

де b є прогин вільного кінця, а y — є прогин траму на віддалі x від цупко заправленого кінця. Диференціальне рівняння може бути записане в такому вигляді

$$EI y'' = -P (b - y) \quad (2)$$

Наближений вираз для прогину візьмемо в такій формі

$$y = b_2 x^2 + b_4 x^4 \quad (3)$$

Легко перевірити, що рівнянн (3) задовольняє кінцеві (гранині) умови на цупко закріпленому кінці. де при

$$x = 0, \quad y = 0 \text{ і } \frac{dy}{dx} = 0$$

Довільні сталі b_2 і b_4 визначимо з умови, що рівняння (2) має задоволянитись в точках:

$$x = \frac{1}{2} \text{ і } x = 1,$$

Прогин b на вільному кінці визначимо через довільні сталі b_2 і b_4 з рівняння (3)

$$b = b_2 l^2 + b_4 l^4 \quad (4)$$

Вставляючи (3) в (2) і приймаючи $x = \frac{1}{2}$ і $x = 1$,

дістанемо наступні два рівняння для визначення довільних сталих b_2 і b_4 , які після спрощення, будуть мати вигляд

$$\begin{aligned} \sigma_2 \left(2 - \frac{3}{4} k\right) + \sigma_4 \left(3 - \frac{15}{16} k\right) l^2 &= 0 \\ \sigma_2 + 6 \sigma_4 l^2 &= 0 \end{aligned} \quad (5)$$

Щоб ця однорідна система рівнянь (5) мала розв'язку відносно щодо b_2 і b_4 відмінну від нуля, необхідно і достатньо, щоб детермінант цієї системи дорівнював нулеві, тобто має бути:

$$\begin{vmatrix} \left(2 - \frac{3}{4} k\right), & \left(3 - \frac{15}{16} k\right) l^2 \\ 1 & 6 l^2 \end{vmatrix} = 0 \quad (6)$$

Спрощуючи детермінант на l^2 і розв'язуючи відносно k , дістанемо:

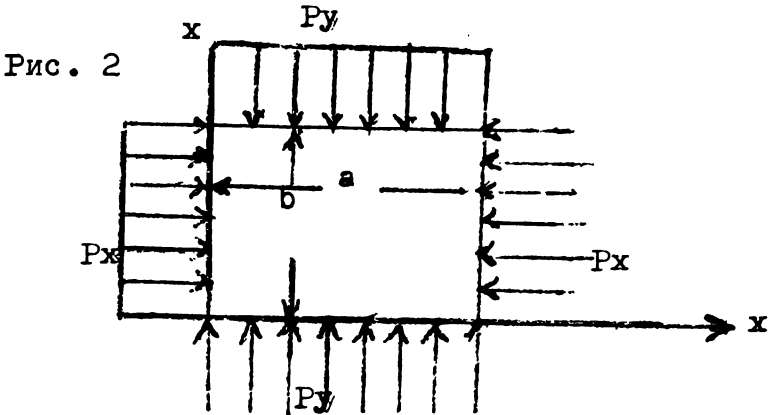
$$k = 2.526,$$

що відрізняється від точного значення $k = \frac{\pi^2}{4} = 2.4674$ На

$$\frac{2.526 - 2.4674}{2.526} \times 100\% = 2.34\%$$

Проблема 2.

Визначити критичну силу для плити з цупко заправленими краями (рис. 2), що рівномірно стикається в двох взаємно прямокутних напрямках силами існтенсивности Р.



Диференціальне рівняння прогину плити, як відомо (7), буде мати вигляд

$$D \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = - \left(P_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + P_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \quad (7)$$

де w — функція прогину плити.

$$D = \frac{E h^3}{12 (1 - \nu^2)} \quad \text{— цупкість плити при згині.}$$

- E — модуль пружности,
- h — товщина плити,
- ν — коефіцієнт Пуассона,
- a — довжина плити,
- b — ширина плити.

Межові умови, як відомо, будуть мати такий вигляд:

$$\left. \begin{aligned} w = 0, \quad \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \quad \text{при } x = 0 \text{ і } x = a \\ w = 0, \quad \frac{\partial w}{\partial y} = 0 \quad \text{при } y = 0 \text{ і } y = b \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

При розв'язанні задач наблизженими методами, а особливо, методом колохатії велике значення має раціонально вибрати приблизну функцію, або функції. При розв'язці задач теорії плит методом зіставлення бажано брати функції прості за своєю струк-

турою, що є точними розв'язками споріднених задач, хоч це не є обов'язковим.

При розв'язці двомірних задач теорії еластичності, в даному випадку теорії прогину плит, функцію прогину можна брати в такій формі:

$$w = X(x) Y(y) F(x, y) \quad (9)$$

де функції $X(x)$ і $Y(y)$ вибираються так, щоб функція $w(x, y)$ задовольняла межові умови.

$F(x, y)$ — коректурна функція.

В нашому випадку межові умови плити будуть задовільні, якщо ми візьмемо функції X та Y в такій формі (4):

$$X = x(x - a) \sin \frac{\pi x}{a}, \quad Y = y(y - b) \sin \frac{\pi y}{b} \quad (10)$$

За коректурну функцію візьмемо сталу величину b_{00} , тоді рівняння (9) залишиться в такому вигляді:

$$w = b_{00} X \cdot Y \quad (11)$$

Вставляючи рівняння (11) в (7), одержимо:

$$b_{00} D(X^{1\nu} Y + 2 X^{11} Y^{11} + X Y^{1\nu}) = -b_{00} (P_x X^{11} Y + P_y X Y^{11}) \quad (12)$$

де

$$\left. \begin{aligned} X^{11}(x) &= \left[2 - \frac{\pi^2}{a^2} x(x - a) \right] \sin \frac{\pi x}{a} + \frac{2\pi}{a} (2x - a) \cos \frac{\pi x}{a}, \\ X^{1\nu}(x) &= \left[\frac{\pi^4}{a^4} x(x - a) - \frac{12\pi^2}{a^2} \right] \sin \frac{\pi x}{a} - \frac{4\pi^3}{a^3} (2x - a) \cos \frac{\pi x}{a}, \\ Y^{11}(y) &= \left[2 - \frac{\pi^2}{b^2} y(y - b) \right] \sin \frac{\pi y}{b} + \frac{2\pi}{b} (2y - b) \cos \frac{\pi y}{b}, \\ Y^{1\nu}(y) &= \left[\frac{\pi^4}{b^4} y(y - b) - \frac{12\pi^2}{b^2} \right] \sin \frac{\pi y}{b} - \frac{4\pi^3}{b^3} (2y - b) \cos \frac{\pi y}{b}. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Вставляючи (10) і (13) в рівняння (12) і покладаючи $b = a$ і $P_x = P_y = P$, одержимо:

$$\begin{aligned} D \left\{ \left[\left(\frac{4}{a^4} x(x - a) - \frac{12\pi^2}{a^2} \right) \sin \frac{\pi x}{a} - \frac{4\pi^3}{a^3} (2x - a) \cos \frac{\pi x}{a} \right] y(y - a) \sin \frac{\pi x}{a} + \right. \\ \left. + \left[\left(2 - \frac{\pi^2}{a^2} x(x - a) \right) \sin \frac{\pi x}{a} + \frac{2\pi}{a} (2x - a) \cos \frac{\pi x}{a} \right] \cdot \right. \\ \left. \cdot \left[\left(2 - \frac{\pi^2}{a^2} y(y - a) \right) \sin \frac{\pi y}{a} + \frac{2\pi}{a} (2y - a) \cos \frac{\pi y}{a} \right] + \right. \\ \left. + \left[\left(\frac{\pi^4}{a^4} y(y - a) - \frac{12\pi^2}{a^2} \right) \sin \frac{\pi y}{a} - \frac{4\pi^3}{a^3} (2y - a) \cos \frac{\pi y}{a} \right] \cdot x(x - a) \sin \frac{\pi x}{a} \right\} = \end{aligned} \quad (14)$$

$$= P \left\{ \left[\left(2 - \frac{\pi^2}{a^2} x(x-a) \right) \sin \frac{\pi x}{a} - \frac{2\pi}{a} (2x-a) \cos \frac{\pi x}{a} \right] \cdot \left[\left(2 - \frac{\pi^2}{a^2} y(y-a) \right) \sin \frac{\pi y}{a} - \frac{2\pi}{a} (2y-a) \cos \frac{\pi y}{a} \right] \right\}$$

Візьmemo за точку колокації центр плити, тобто точку $x = y = \frac{a}{2}$ після відповідних спрощувань, одержимо:

$$D \left\{ \left[-12 \frac{\pi^2}{a^2} - \frac{\pi^4}{4a^2} \right] \left(-\frac{a^2}{4} \right) + \left(2 + \frac{\pi^2}{4} \right)^2 \right\} = -P \left[2 + \frac{\pi^2}{4} \left(-\frac{a^2}{4} \right) \right] \quad (15)$$

звідки

$$P = \frac{\pi^2 D}{a^2} \left[\frac{8}{\pi^2} + 8 + \frac{\pi^2}{4} \right] : \left[1 + \frac{\pi^2}{8} \right] = 5.05 \frac{\pi^2 D}{a^2} \quad (16)$$

Тобто критична сила дорівнює

$$P_{кр} = 5.05 \frac{\pi^2 D}{a^2} \quad (17)$$

Правдива відповідь є $5.3 \frac{\pi^2}{a^2}$, яка відрізняється від наближеної відповіді на 4.1%.
.

Точніша розв'язка може бути одержана, якщо взяти коректурну функцію у вигляді:

$$F(x, y) = \sigma_{00} + \sigma_{10} x + \sigma_{01} y + \sigma_{11} xy + \sigma_{20} x^2 + \sigma_{02} y^2 + \sigma_{22} x^2 y^2 + \quad (18)$$

і для визначення коефіцієнтів біж, взяти більше точок зіставлення. Це легко зробити при вживанні компютера, бо розв'язка задачі зводиться до системи лінійних однорідних рівнянь відносно біж. Критична сила $P_{кр}$ визначиться із детермінанта однорідної системи рівнянь, бо така система рівнянь, як відомо, матиме розв'язку для біж відмінну від нуля, коли детермінант системи дорівнюватиме нулеві.

В першому наближенні, коли береться лише одна точка колокації, вислід у значній мірі залежить від вдалого вибору функції прогину $w(x, y)$, що, наприклад, можна бачити з наступних прикладів:

$$w(x, y) = \sigma_{00} \left(1 - \cos \frac{2\pi x}{a} \right) \left(1 - \cos \frac{2\pi y}{b} \right) \quad (19)$$

де початок координат вміщено в центрі плити. Ширина і довжина плити відносно дорівнюють $2b$ і $2a$, легко перевірити, що функція (19) задовольняє межові умови при $x = \pm a$ і $y = \pm b$. Щоб визначити $R_{кр}$, візьмемо симетричні точки колокації $x = \pm \frac{a}{2}$ і $y = \pm \frac{b}{2}$.

Оминаючи виклади, дістанемо:

$$R_{кр} = 6.00 \frac{\pi^2 D}{(2a)^2} > 5.30 \frac{\pi^2 D}{(2a)^2} \quad (20)$$

Одержаний вислід відрізняється від точного на 13⁰/о.

Якщо взяти функцію прогину $w(zu)$ в формі:

$$w(x, y) = \sigma_{00} \left[1 - \left(\frac{x}{a} \right)^2 \right] \cos \frac{2\pi^2}{a} \left[1 - \left(\frac{y}{b} \right)^2 \right] \cos \frac{2\pi y}{b} \quad (21)$$

а за точки колокацій точки: $x = \pm \frac{a}{2}$, $y^2 \pm \frac{b}{2}$.

то $R_{кр}$ буде дорівнювати:

$$R_{кр} = 5.94 \frac{\pi^2 D}{(2a)^2} > 5.30 \frac{\pi^2 D}{(2a)^2} \quad (22)$$

Цей вислід відрізняється від точного на 12⁰/о.

Якщо взяти більше точок колокації, то вислід буде більш точніший. Це ми побачимо з наступного прикладу.

Приклад 3.

Визначити прогин плити з цупко заправленими краями, що навантажена рівномірно розподіленим навантаженням і інтенсивності q . Прогин плити візьмемо в формі [5]:

$$w = \left(1 - \frac{x^2}{a^2} \right) \cdot \left(1 - \frac{y^2}{b^2} \right) (\sigma_{00} + \sigma_{20} x^2 + \sigma_{02} y^2 + \sigma_{22} x^2 y^2) \quad (23)$$

При точній розв'язці задачі, функція прогину плити мусить задовольняти наступне диференціальне рівняння:

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q}{D} \quad (24)$$

і такі межові умови:

$$\text{при } \left. \begin{array}{l} w = 0, \frac{\partial w}{\partial x} = 0 \\ w = 0, \frac{\partial w}{\partial y} = 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{при} \\ \text{при} \end{array} \left. \begin{array}{l} x = \pm a \\ y = \pm b \end{array} \right\} \quad (25)$$

Центр плити є в точці $x=0$, $y=0$. Довжина плити = $2a$, ширина = $2b$.

Легко перевірити, що взята функція прогину $w(x, y)$ (23) задовольняє межові умови (25), але не задовольняє диференціальне рівняння (24). Диференціальне рівняння (24) будемо намагатися задовольнити в наступних трьох точках колокації:

$$(x=0, y=0) \quad \left(x = +\frac{a}{2}, y=0\right), \quad \left(x=0, y = \frac{b}{2}\right)$$

і в точках симетричних до них $\left(x = -\frac{a}{2}, y=0\right)$ і $\left(x=0, y = -\frac{b}{2}\right)$

Обмежимося розглядом квадратної плити, для якої $2a = 2b$, $b_{02} = b_{20}$.

Щоб диференціальне рівняння (24) задовольнялося у вище наведених точках, треба щоб коефіцієнти b_{00} , b_{02} , b_{22} задовольняли такі три рівняння:

$$10 \sigma_{00} - 16 \sigma_{02} + \sigma_{22} = \frac{1}{8} \frac{q a^4}{D}$$

$$5.6875 \sigma_{00} + 3.9219 \sigma_{02} - 1.9063 \sigma_{22} = \frac{1}{8} \frac{q a^4}{D} \quad (26)$$

$$3.6250 \sigma_{00} + 7.9062 \sigma_{02} + 2.6795 \sigma_{22} = \frac{1}{8} \frac{q a^4}{D}$$

Розв'язуючи систему рівнянь (26), дістанемо:

$$\sigma_{00} = 0.12458 \frac{q(2a)^4}{D}, \quad \sigma_{02} = \sigma_{20} = 0.24977 \sigma_{00} \quad (27)$$

$$\sigma_{22} = 0.22870 \sigma_{00}$$

Підставляючи значення коефіцієнтів (27) в рівняння прогину плити (23) дістанемо:

$$w = 0.12458 \frac{q(2a)^4}{D} \left(1 - \frac{2^2}{a^2}\right) \cdot \left(1 - \frac{y^2}{a^2}\right) \left(1 + 0.24977 \frac{x^2}{a^2} + 0.22870 \frac{x^2}{a^2} \cdot \frac{y^2}{a^2}\right)$$

У рівняння (28) бачимо, що прогин у центрі плити (0, 0), дорівнює:

$$w_{00} = \sigma_{00} = 0.12458 \frac{q(2a)^4}{D} \quad (29)$$

що відрізняється від величини прогину в центрі плити, поданого проф. С. П. Тимошенком (8) на 0.796%

$$\frac{0.12558 - 0.12458}{0.12558} \times 100\% = 0.796\%$$

Згинаючий момент набуває найбільшого значення на краю плити в точці ($x = \pm a, y = 0$) і має вираз:

$$M_x = M_y = 0.05014 q (2a)^2$$

що відрізняється від значення $M_x = 0.0513q (2a)^2$, поданого проф. С. П. Тимошенко (8) на 2.22%

$$\frac{0.0513 - 0.05014}{0.0513} \times 100\% = 2.22\%$$

Цей приклад 3 показує, що якщо взяти більше точок колокації, то вислід буде точніший,

Люба технічна проблема, що її розв'язка зводиться до розв'язки певного диференціального рівняння, може бути розв'язана за допомогою *методи колокації*, яка є найкраща з усіх відомих методів розв'язки за допомогою цієї методи зводиться, як ми вже вище згадували, до розв'язки системи алгебраїчних рівнянь, а у випадку однорідних рівнянь — до розв'язки детермінанта. Всі ці розв'язки можна виконати за допомогою компютера.

ЛІТЕРАТУРА:

1. P. Shuleshko: 1959 — Generalization of Previous Methods of solving Boundary Value Problems of Mathematical Physics. Aust. J. Appl. Sci. Vol. 10, pp. 9—16.
2. P. Shuleshko: 1960 — Generalized Collocation Method and its Particular Cases and Application. Rochester Institute of Technologic. Rochester, N. Y., U.S.A.
3. P. Shuleshko: 1961 — Comperative Analysis of Defferent Collocation Methodos on the Basis of the Solution of a Torsional Problem. Aust. J. Appl. Sci. Vol. 12, pp. 194—210.
4. Bertram Klein and Hugh L. Cox. 1954 — Approximate Structural Analysis by the Method of Collocation. I. of Aeronatical Sci. October 1954, p. 719.
5. М. С. Корнишин: 1960 — Применение метода коллокации к решению некоторых линейных и нелинейных задач теории пластин. Известия Казанского филиала Академии наук СССР. Серия физико-математических и технических наук. № 14, стр. 43—54.
6. М. Г. Пономарев, В. А. Ермаков: 1973 — Определение напряжений и перемещений при осеметричном деформировании цилиндров переменной толщины. (Метод коллокации применен к граничным условиям). Труды Горьковского Политехнического Ин-та. Том 29, № 21, стр. 38—41.
7. S. Timoshenko: 1936 — Teory of Elasticity Stability, pp. 363—365. McGraw — Hill Books Co., Inc.
8. S. Timoshenko: Пластинки и оболочки. Москва. Физматгиз.

Михайло Ільків

ІНЖЕНЕРІЯ ТЕКСТИЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Метою цієї статті є розглянути різні роди текстильних волокон, інженерію пряжі та виробів з неї і їхнє застосування в щоденному житті. Сучасна людина не може обійтися без текстильних виробів. Текстиль — це продукт першої потреби і застосовується в усіх ділянках життя людини.

Історія розвитку текстильного виробництва давня. Сукання і ткання ниток, мабуть, почалося ще в кам'яній добі, коли людина навчилася в'язати звірячі шкіри і вкривати ними своє тіло. Археологічні знахідки вказують, що текстильні вироби були знані за тисячі років перед писаною історією людства і позначки їх знаходили в швейцарських та єгипетських могилах. Мітологія вчить, що шовкові вироби були знані в Китаї 2700 років до народження Христа.

З часом шовкове виробництво поширилося до інших країн, як Індія, Персія, а вже в VII ст. по Христі шовкові вироби були відомі в Італії, Іспанії, Англії. Ткацькі варстати, тобто кросна, подвиглися 15 000 років тому в Азії і приблизно 12 000 років у північній Африці.

Спочатку волокно обвивали на кужіль, з якого з поміччю веретена сукали нитку, пізніше на кроснах переплітану, і так виробляли полотно. Все це була ручна і дуже повільна праця. З часом для сукання нитки застосовано колесо, яке також крутили руками. Отже, пряжа і ткацькі вироби мають за собою дуже довгу історію.

У ЗСА текстильна промисловість почала розвиватися в XVI ст. Під час промислової революції, тобто у XVIII і XIX ст., із застосуванням машини, доморобні текстильні вироби замінено машиновими. В Україні застосовано машини в текстильній промисловості у XIX ст. З поступом науки і техніки текстильну про-

мисловість механізовано, що значно збільшило виробництво. В давнину на сукання одного мотка нитки, тобто понад 55,296 тис. м., треба було витратити біля 16 годин ручної роботи з поміччю веретена. Тепер механізоване веретено обертається 9,200 разів на хвилину. (І. ст. I)

Нитки виробляють з волокон, що поділяються на: дереворослинні і тваринні та синтетичні — гумові і металічні. До дереворослинної групи волокон належать: целюльоза, з якої за посередництвом хемікалій виробляють рейон (rayon). Целюльозу добувають з клейоватої речовини м'якого дерева. (5 ст. 331). Бавовна, льон, коноплі, бучки, джут, рам'е (ramie) або т. зв. китайська трава, кенафа (kenaf) подібна до джуту, юрена (urena) — це африканська рослина, подібна до конопель, сісаль (sisal) у вигляді листя, генеквін (henequen) у вигляді листя, абака (abaca), піна (pina), коїр (coir), що добувається з клейоватої речовини кокосового горіха, яка міститься між зовнішньою поверхнею та властивим горіхом, і капок (karok), який добувається з дерева, що росте на Яві.

Тваринні волокна одержують з овець, ангори, кашміра, верблюда, альпака, лями (lamu) вікуни, гванасо (gvanaco), лиса і різного роду павуків, які виділяють шовкове волокно. Азльон (azlon) це рід шовкової тканини, яку виробляють з протеїн.

Синтетичні волокна виробляють з хемічних комбінацій способом реакції. До цієї групи належать: найлон (nylon), продукт Дю Понт Ко. 1933 року. Перший фунт цього волокна коштував 27 мільйонів доларів. (2 ст. 99). Поліестер (polyester), продукт 1951 року. (3 ст. 145). Акрилік (acrylic), що його почали виробляти в 1950 році. (3 ст. 157). З інших волокон слід згадати модакрилік (modacrylic), олефін (olefin), саран (saran), виніон (vinyon), віналь (vinal), нітріл (nytril), тефлон (teflon), стирена (styrene). (3 ст. 168).

Інші роди волокон одержують з природної або синтетичної гуми. До цієї групи також зараховується спандекс (spandex).

Азбест добувають з волокнистого мінералу і уживають головню в будівництві на ізолятори. Ще є т. зв. скляні волокна (glassfiber), які виробляють з кварцового піску, та кремнезему з домішкою хемічних комбінацій. Це волокно не горить, міцне та надається на різні текстильні вироби. І остання група волокон — це т. зв. металічні волокна або нитки, які виробляють з металу, плястику, золота або срібла. Ці останні дорогі, і їх вживають тільки для прикрас.

З кожного зокрема та з усіх родів волокна виробляють нитки. Структура нитки може складатися з одної тканини або з комбіна-

ції тканин та їх структур, що зв'язані разом на ткацькім варстаті, створюють текстильні вироби. Нитки можуть бути поодинокі, по-двійні або різно комбіновані. Інженерія пряжі і виробів з неї може бути з різних родів волокна, комбінованих в одну нитку, або нитка з різних якостей волокна, або більша кількість ниток, скручених в одну нитку. Такого роду плянування текстильних виробів — це вислід довгих дослідів, відкриті та їх перевірок. Мішані текстильні вироби, 55% акриліку і 45% вовни, надаються добре до прання. Матеріяли рейону і поліестру змішані разом можуть бути роблені на тій самій машині, що й бавовняні, з тим одначе, що волокно рейону і поліестру повинно бути тьятє такої довжини, як бавовна, і навпаки. З ниток виробляється різного роду полотно, яке можна виправити механічним або хемічним способом. Перший спосіб полягає в тому, що всі складники до матерії додаються з поміччю механічних пристроїв. Хемічне виправлювання матерії полягає в тому, що для її викінчення вживається різного роду хемікацій. Складність викінчування матерії полягає в тому, що кожний рід волокна має свої властивості, а тому треба знайти таку комбінацію волокон, що відповідала б усім вимогам текстильних виробів. Молекули вовни мають властивості гнучкості зціплювання. Тому вовна включена майже в усі роди комбінованих текстильних виробів. Кожний рід матерії викінчується окремо. При викінчуванні звертається головну увагу на властивості волокна, тобто: елястичність, блискучість, тривалість барви, відпорність на соняшне проміння, температуру під час прасування, корчення, вогкість, відпорність на хемікалії в пранні та ін. Тому викінчування мішаних рослинно-тваринних і синтетичних текстильних виробів вимагає багато дослідів. Отже, завданням дослідників у лябораторії — невідоме перетворити на відоме і після того застосовувати в щоденному житті людини. Це досить складна справа і вимагає багато праці.

Отже, комбінація волокон і виробів з них вимагають багато експериментальних проб. В минулому році багато дослідів і дискусії віддано на вибір нитяних (knit) або т. зв. в'язаних виробів. Ці вироби складаються на 75% з поліестру і на 25% з вовни, одначе вони гуртової продукції не набули, хоч мали великий попит на ринку. На здержливість продукції цих виробів складалися такі причини: нитяні матеріяли не заповняють споживача повним комфортом, головно в холодну пору року, дуже ускладнена їх виправа, і для їх виробництва потрібно окремого машинового устаткування. Це стримувало продуцента від ухвалення відповідного бюджету на виробництво цих матеріялів. Великий текстильний концерн Бірлінгтон Індастокріс мав на 35 мільйонів до-

лярів машинового устаткування для нитяних виробів у 1971-72 рр. Цього вистачало, щоб відповісти попиту ринку, принаймні на короткий час. (4 ст. 16).

Після систематичних лабораторних експериментів частинно знайдено розв'язку складних питань і урухомлено продукцію нитяних виробів для широкого вжитку т. зв. *texturized*, які частинно відповідали звичайним текстильним одяговим виробам. При тому треба згадати, що попит ринку і продукція нитяних виробів для широкого вжитку, значно зменшилися в сезоні 1973-74 роках, тим самим збільшилися дефіцити текстильних підприємств. З цього можна зробити висновок, що переключування в підприємствах продукційних засобів продукції, це складна і ризикозна справа. Зміна виробництва в підприємстві вимагає великого вкладу дослідної праці і повинна відповісти всім властивостям даного виробу, вимогам покупця та забарвлювання матерії.

Фарба в текстильній промисловості відіграє дуже важливу роль. В давнину фарби виробляли з природних, головню з тваринних і рослинних сирівців. Це була дуже коштовна продукція. Тепер виробляють їх синтетичним способом, вони дешевші і для забарвлювання текстилю надаються ліпше від колишніх природних. Відповідно підібрана комбінація волокна і вироблений з неї матеріал можна пофарбувати на два кольори в одному хемічному розчині. Матеріал з багатьма фарбами забарвлюється у вигляді ниток, кожну зокрема. Забарвлювання полотна різними зорами, т. зв. друкований спосіб, відбувається на довгому столі з помічню вальця, відповідно до того достосованого. Всі способи забарвлювання механізовані.

Ще комбінований спосіб забарвлювання з помічню вальців, при чому кожний валець має інший взір, який при обертанні фарбує полотно різними барвами. Цей спосіб дуже коштовний.

Кожний рід текстильних виробів вимагає інших фарб та іншої методи забарвлювання. Відповіді на ці складні питання покупця хеміки шукають у лабораторіях. Дослідники мають перед собою великі перспективи у вишукуванні нових фарб, щоб задовольнити потребу модерної продукції не тільки рослинних, тваринних, але головню синтетичних текстильних виробів. Барва є звичайню сенсацією для людського ока, тому її роль дуже важлива в текстильній промисловості. Купець-психолог має це на увазі, замовляючи текстильні вироби.

Щоб побачити з якою швидкістю зростає текстильна промисловість, варто навести світову продукцію (без СССР) району, синтетичних, бавовняних, вовняних та шовкових текстильних виробів у мільйонах фунтів у роках 1950—1964:

роки	рейдон	синтетичні	бавовна	вовна	шовк	разом
1950	3553 (17)	153 (1)	14,654 (71)	2330 (11)	42	20,732
1955	5030 (17)	580 (2)	20,926 (71)	2789 (10)	64	29,389
1960	5710 (17)	1563 (5)	22,372 (68)	3231 (10)	69	32,995
1961	5908 (18)	1841 (5)	22,004 (67)	3277 (10)	70	33,100
1962	6301 (17)	2383 (7)	23,384 (66)	3266 (9)	73	35,406
1963	6749 (18)	2936 (8)	24,019 (65)	3326 (9)	69	37,099
1964	7265 (19)	3722 (9)	24,597 (63)	3340 (9)	64	38,979

З цієї таблиці видно, що текстильна промисловість у світі зросла за час від 1950 до 1964 р. на 18,247 фунтів, а бо 18.56%.

Скільки пряжі зужито на одну особу в ЗСА у тих самих роках видно з наступної таблиці:

роки	1950	1955	1960	1961	1962	1963	1964
синтетична	9.5	11.0	9.9	10.7	12.4	14.2	15.8
бавовна	29.3	25.3	23.3	21.9	22.9	22.0	22.6
вовна	4.5	3.0	3.0	2.9	3.1	3.0	2.5
разом	43.3	39.3	36.2	35.6	38.4	39.2	40.9

Отже, на одну особу в ЗСА у 1964 році припало біля 41 фунта пряжі. Це вказує на високий життєвий стандарт населення, який є вислідом високого промислового розвитку країни.

Як виглядало виробництво готових тканин в Україні в тих самих роках, видно з нижче поданої таблиці: (тисяч погінних метрів)

Роки	тканини бавовняні	тканини вовняні та напіввовняні	тканини шовкові	разом
1950	20609	7890	1297	29796
1955	48236	13922	14087	76245
1960	94919	19068	40023	154010
1961	110002	19964	40475	170441
Разом	273766	60844	95882	430492

Отже, в Україні у 1961 році вироблено 129,966 тис. погінних метрів з бавовняних, вовняних та напіввовняних волокон. На 47 мільйонів населення, на одну особу припадає 2,76 метра матерії.

В 1961 у ЗСА на особу припадало 24,8 фунта бавовни і вовни. На вироблення 3 метрів матерії потрібно приблизно 2,5 фунта поданого волокна. На вшиття середнього розміру убрання потрібно 3 метри матерії. Тоді в ЗСА на одну особу припадало 9,9 убр-ань, в Україні менше одного.

Чому Україна в розвитку текстильної промисловости стоїть далеко позаду ЗСА та інших країн світу видно з такої таблиці:

Підприємства	Кількість підприємств % Україна		
	Україна	Росія	
Виробництво бавовни	13	986	1.3
„ вовни	48	1,037	4.6
„ шовку	—	277	—
„ льон-коноплі	40	175	22.8
„ інших волокон	28	384	7.3

З таблиці видно, що Росія, де не продукують зовсім бавовни і шовку, є головним продуцентом цих виробів. Це — типова картина колоніальних відносин в ССРСР. Колонії постачають сировину метрополії, яка дає готовий продукт, при чому споживачами того продукту є й населення колоній. Текстильна промисловість України порівняльно з іншими родами промисловости завжди була найслабшою. Довіз заморської сировини через Чорне море забирала й забирала Москва. Тому не розвинулася текстильна промисловість у гирлі Дніпра, як би це було б практично. Текстильних фабрик на місцевій сировині в північних областях України небагато. З цього видно найкраще, як глибоко, крім економічних чинників, відбився політичний факт колоніальної залежності України від царської і большевицької Москви на розміщенні і зростанні текстильної промисловости. Розвиток цієї пром. в Україні має значно більші можливості, ніж в інших районах ССРСР, бо Україна є одним з найбільш зосереджених ринків споживання виробів прядиво-джутової промисловости; довозувана сировина, яка потрібна для цієї галузі промисловости, лежить ближче України, завдяки Чорному морю, через яке переходить довіз. Розвиток текстильної промисловости в Україні був би корисним також для зменшення її аграрного перенаселення.

Щодо місцевої сировини для прядиво-джутової промисловости, то становище України значно ліпше від інших районів ССРСР. Збільшення виробництва грубого сукна в Україні зміцнило б сировинну базу вовнообробної промисловости. Також справа забез-

печення текстильної промисловости фаховими силами в Україні досить сприятлива тому, що є підготовлені кадри, які працюють в прядиво-джутовій промисловості і кустарно-текстильна промисловість досить поширена.

Після другої світової війни відремонтовано частинно старі і побудовано декілька нових текстильних підприємств. Найголовнішими осередками текстильної промисловости в Україні є: Одеса, Харків, Чернівці, Луганськ, Херсон, Київ, Дарниця, Житомир, Рівне і Львів. Щоб поживити розвиток текстильної промисловости, засновано Науково-дослідний інститут текстильної промисловости в 1960 році. Завдяки інтенсивній праці цього інституту впроваджено нове технологічне устаткування в текстильну промисловість, що причинилося до помітного її зростання. Зростає виробництво не тільки з тваринно-рослинних волокон, але також з хемічних волокон, головню в Черкаському та Чернігівському заводах. У роках 1958 по 1964 виробництво їх підвищилося з 9,3 тис. тонн до 38,6 тис. тонн. Зріст у виробництві хемічних волокон треба пояснити механізацією і автоматизацією виробництва, раціональним використанням сировини, зокрема відходів волокон. Другий фактор удосконалення займають, як окремі текстильні операції, крутіння, перемотування і снування. Впровадження нової техніки вплинуло на підвищення продуктивности праці, кваліфікації робітників та поліпшення організації праці над освоєнням нової техніки. На окрему увагу заслугоує Київський комбінат штучного і синтетичного волокна з його удосконаленням технічних операцій. Тут впроваджено теплове витягування капрового волокна, застосовано процес полімеризації капролактаму і прядіння, змонтовано керамічні фільтри, вдосконалено виробництво штучного шовку та механічне фарбування віскозних і капронових волокон у масі. Випускати капроновий шовк комбінат почав у 1961 році. Успіх операцій механізованого підприємства видно з таких даних: в 1962 р. виготовлено 46,5 тонни такого шовку, 1963 р. — 158,8 тонни, в 1964 р. — 228,7 тонни. Частинний зріст продукції Київського комбінату треба завдячувати вдосконаленню крутильних машин для виготовлення петельної нитки і перемотувального устаткування для виробництва пухнастої нитки. (8 ст. 42).

У висновку треба ствердити, що центральне планування та філософія колективної системи господарювання в Україні є стагнаційною і не практичною. Продукційне підприємство — це комплекс складних питань, що їх повинні вирішувати люди з практикою, і повною індивідуальною свободою та ініціативою. Бюджетові справи підприємства повинно вирішувати його управління. Текстильна промисловість в Україні зростає завдяки пра-

цьовитості української нації, професійним кадрам і їх ініціативі в плануванні цього роду промисловости та сирівцям, що культивуються на українських землях. Зі зростом населення зростають і його потреби, які треба задовольняти. Дивлячись з перспективи часу, можна сподіватися ще більшого розвитку текстильної промисловости в Україні і світі.

Михайло Ільків

ІНЖЕНЕРІЯ ТЕКСТИЛЬНОЇ ПРОМИСЛОВОСТИ

(Р е з ю м е)

Стаття на повищу тему включає коротку історію розвитку текстильної промисловости. Перехід з ручної на машинове виробництво цієї промисловости. Роди рослинних, тваринних, синтетичних та металевих волокон і виробів з них. Структура ниток. Інженерія пряжі і виробів з неї. Механічне і хемічне викінчування полотна. Властивості волокон та їх комбінація. Кольори, забарвлювання матерії та комбінація волокон. Таблиця світової продукції рослинних, тваринних і синтетичних волокон. Таблиця про скількість фунтів зужитої пряжі на одну особу в ЗСА. Таблиця виробництва готових тканин в Україні. Таблиця, що показує кількість підприємств текстильної промисловости в Україні і Росії. Історія розвитку текстильної промисловости в Україні та її центри. Український Дослідний Інститут текстильної промисловости і впровадження нової техніки. Комбінати синтетичного волокна та зріст продукції текстильної промисловости в Україні. Висновки.

Mychajlo Ilkiw

ENGINEERING IN THE TEXTILE INDUSTRY

(R e s u m e)

Paper on above theme includes a short history of the Textile Industry. Transition from manual to machine production of this industry. Type of plant, animal, synthetic and metallics fibers and their production. Structure of the thread. Yarn engineering and production. Mechanical and chemical finishing of the cloth. Fiber characteristics and their combination. Colors, dyeing of material and combination of fibres. Tables of world production of plant, animal and synthetic fibers. Tables of per capita consumption in lbs/person of yarn in USA. Table of production of

prepared fabrics in Ukraine. Table that indicates the number of communal textile industries in Ukraine and Russia. History of the development of textile industry in Ukraine and it's centers. Ukrainian research institute of textile industries and introduction of new technology. Combination of synthetic fibers and the production growth of the textile industry in Ukraine. Conclusions.

ЛІТЕРАТУРА

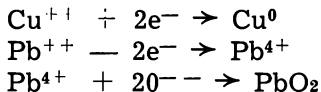
1. Burlington Review. Vol. 10, No. 6, Sept. 1969, p. 1.
2. Mary L. Cowan. Ohio University, Introduction to Textiles, Appleton Century-Crofts, Inc. New York, p. 99.
3. Marjory L. Joseph. Introductory Textile Science, San Fernando Valley State College, Holt, Rinehart and Winston. Inc. p. 5, 6, 145, 157, 168.
4. Daily News Report, Vol. 1. No. 90, New York, May 10, 1971, p. 16.
5. Textile Fabrics and Their Selection. Fifth Edition. Isabel B. Wingate, Profesor of Retailing N. Y. University School of Retailing. Prentice Hale. Inc. Englewood Clifs, New Jersey, p. 331.
6. Центральне Статистичне Управління при Раді Міністрів Української РСР. Народне Господарство Укр. РСР. 1961. Статистичний щорічник держ. статистичного видавництва. Київ, 1962, стор. 167.
7. Konstantyn Kononenko. Ukraine and Russia. A History of the Economic Relations Between Ukraine and Russia (1654—1917). The Marquette University Press Milwaukee 1958 Wisconsin, p. 121.
8. Економіка Радянської України. Травень 1966, стор. 42.

Іван Вергун

ДОСЛІДИ НАД ОДНОЧАСОВОЮ ЕЛЕКТРОЛІЗОЮ МІДІ ТА ОЛИВА В БРОНЗАХ

Вступ

На перший погляд рівночасна електроліза міді й олива в бронзах видається простою. Двовалентний йон міді відкладається на катоді, редуючись в інертний метал, коли ж ідентичний йон олива мандрує до аноди й там, оксидуючись, відкладається як двоокис олива. Інакше кажучи, катіон міді побирає з катода два електрони, а «аніон» олива додатково віддає їх аноді, стаючи чотиривалентним:



Насправді ця електроліза надзвичайно ускладнена в бронзах, в яких відсотковий склад міді вагається між 60 та 80%, а олива між 8 та 15%. Крім того є ще там інші хемічні первні, як станій, стібій, цинк, манган, нікель, фосфор і залізо й які в менше-більшій мірі, отруднюють нормальний перебіг електролізи. Але справа представляється далеко легшою, якщо доводиться електролізувати ці два елементи в ладунях, мідяних та антифрикаційних сплавах (протитертя), де вони (мідь або олива) знаходяться в далеко меншій кількості.

Одначе і в подібнім випадку в фаховій літературі та нормах подибуються далекобіжні розходження. Залежно від методи, рекомендується там віддільну електролізу міді та олива, або зменшення теоретичного коефіцієнту Pb/PbO₂. Часом середовище є азотно-сірчане, а деколи в азотний електроліт добавляється флюористичний водень... В подібних випадках електроліза довга та складна.

У французькій нормі антифрикційних сплавів (гл. бібл. 1), де переважають сталі та оливи, частинно осаджується олива при допомозі сірчаної кислоти в нітро-тартратнім середовищі. По вилученні сульфату олива та неутралізації фільтрату їдким натрієм, доливається до нього сірчистий натрій, щоб осадити решту олива (свинця) та всеціло відкласти мідь. По фільтрації та розчиненні осаду гарячою азотною кислотою, піддається електролізу спочатку олива, а відтак мідь. Електроліза відбувається на протязі 3-ох годин при інтенсивності електричного струму від 1,25 до 2,5 амперів. По цілковитому вилученні олива до рідини додається 2,5 мл. сірчаної кислоти та продовжується електролітне вилучення міді. Заподаний коефіцієнт для вичислення олива в нормі-стандарті є 0,85.

На підставі 2-ої нормалізаційної методи для міді та її сплавів (гл. 2), в яких відсоток олива є більший від 0, 30, електроліза повинна відбуватись в азотно-флюористичнім середовищі (15 мл. азотної к-ти, 5 мл. флюористичної та 15 мл. води). Час її тривання 1 год. 45 хвилин, а коефіцієнт для олива рівняється 0,845.

Зі свого боку проф. Г. Шарль (гл. бібл. 3) пропонує електролізувати спочатку оливу в азотнім середовищі й по випаруванні надміру нітратної кислоти продовжувати електролізу міді, додавши попередньо до електроліту кілька крапель сірчаної кислоти. Але на його думку, процес електролізування задовгий, тому вважає, що краще застосувати «менше точну, але прийнятну методу одночасного відкладення олива на аноді та міді на катоді». В тому подібнім випадку ці первні електролізуються впродовж 3-ох годин, при інтенсивності 1,5 А та в азотно-флюорівім середовищі (150 мл. води, 12 мл. азотної к-ти та кілька крапель флюорової к-ти). Для вичислення відсоткового складу олива професор пропонує коефіцієнт 0,861.

До електролітичного розчину латуню та жовної міді (0,05% сталія, 0,1—4% олива, 50—95% міді американці (гл. літер. 4), по розчиненні металю нітратною кислотою, ще додають 0,1 гр. соляної кислоти, 0,1 нормальної й, доповнивши рідину до 150 мл. дест. водою, електролізують її (оливу й мідь) при інтенсивності струму 4-ох Амперів протягом 2¹/₂ години. Потім прополіскують аноду водою, а катоду один раз водою й два рази етанолем, сушать їх 15—30 хв. при температурі 110° Ц.

Цю саму методу вони застосовують, розуміється по відділенні сталія, до бронзи. Але тому, що на аноді крім олива відкладається ще манган (марганець), допоручають розчинити двоокиси олива

та мангану при допомозі так званої «олив'яної кислоти» (lead acid: 150 ml H_2SO_4 + 900 ml H_2O ; 0,5 g $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ + 150 ml H_2O) та осадити оливу в виді соли сульфату олива.

Інтерпретація

У промислових умовах повищі методи непрактичні, бо вимагають додаткових маніпуляцій, як окрема електроліза міді, редукція азотної кислоти, розчинення двоокисів олива та марганця (манган) й поновне осадження олива і т. д.

Вони й недокладні, на що, зрештою, вказують їхні коефіцієнти: 0,845; 0,85; 0,86, які занизькі в порівнянні з теоретичним коефіцієнтом 0,8662.

Цю аномалію можна пояснити невідповідним електролітичним середовищем, занизьким електричним струмом (1,30 А) та відкладенням певних катйонів та анійонів, як Fe^{3+} , Cr^{3+} , P^{5+} , Mn^{2+} , NO_2^- , Cl^- , F^- й мабуть OH^- (гл. 3, стор. 869—870). Деякі з цих анійонів і катйонів, як фосфор, марганець та флюор, відкладаються рівночасно на аноді з оливом і тим самим впливають від'ємно на коефіцієнт Pb/PbO_2 . Між іншим, мала кількість мангану в бронзах зберігається в чисто нітратнім середовищі й тим самим цей первень не відкладається на аноді.

Відомо теж, що велика кількість двовалентного заліза, навіть в азото-сірчанім середовищі, протиставиться нормальному відокремленню міді (гл. бібл. 5). Про це ми мали змогу переконатися під час електролізи міді в чавунах (6). Спочатку треба було кількаразово осадити це залізо у виді гідроксиду, вилучити з нього мідь та щойно потім її електролізувати. Щодо міді та олива в сталях, то їх необхідно було відкласти в кислім середовищі (рН 5,5) при допомозі реактивів $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, NH_4Cl , розчинити їхні сірчисті солі й відтак лише піддати процесові електролізи.

На думку Г. Шарльота (3, 7), мідь не відкладається цілком на катоді, якщо електроліт має забагато нітратної кислоти. Коли її замало, мідь матиме губчастий вигляд. Це явище є теж внаслідок виділення водня, коли різниця електричного потенціалу завелика.

Відкладена мідь, в принципі, повинна бути рожево-жовтого кольору. Оскільки вона брудно-чорнява — це ознака, що разом з нею відклалося двовалентне залізо, як вислід редукції, водень та триокис азоту.

Енергійне мішання електроліту додатньо сприяє відкладанню міді.

Беручи до уваги плюси та мінуси цитованих метод, ми зосередили свої дослідження над одночасовою електролізою міді й оліва в бронзах через те, що вона в умовах промислових лабораторій є найскладнішою й найважливішою процедурою. Студіюючи уважно проблему, ми завважили, що її правильний перебіг залежить від наступних факторів:

- форми та величини електродів,
- циклу оборотів аноди, або електро-магнетної палички,
- інтенсивности електричного струму,
- об'єму розчину,
- кількості вільної нітратної к-ти в електролізованій рідині.

Щодо лабораторійної апаратури, то ми користувались елементарним електролізором. Чергово досліджуючи кожний фактор, ми стабілізували останні, внаслідок чого ствердили, що:

1. Плоска форма аноди зовсім не надається до відкладення більшої кількості оліва. Двоокис оліва слабо прилягає до неї й має тенденцію відпадати в бігу електролізи. Це явище проявляється особливо тоді, коли анода швидко крутиться.

Краще надається на ту ціль сітчаста плятинова анода, циліндричної форми, менша від катода й теж, як ця остання, закріплена. Функцію мішання електроліту сповняє електро-магнетична паличка.

Все ж таки при більшій кількості оліва рекомендується змінити напрям електричного струму: катода сповнює функцію аноди й навпаки. Це самозрозуміле, бо при однаковій вазі відкладених первнів двоокис оліва 3,7 разів важчий від міді і більший розмірами. Тому не дивно, що PbO_2 потребує більшої поверхні зачепу.

Отже, остаточно мідь та оливо краще відкладаються на плятиново-сітчастих електродах, циліндричної форми, яких поверхня повинна бути між 0,5 та 1 дцм².

2. Спроби над припиненням мішання електроліту виказали, що електроліза триває задовго, тобто 18 годин та не є цілковитою. Більше того, мідь губчаста та темнуватого кольору. Двоокис оліва (свинцю) слабкувато зачіплюється до аноди, внаслідок надмірної гідратації.

Це можна пояснити тим, що азотна кислота замало йонізується і здебільшого випаровує $2HNO_3 \rightarrow H^+ + 2NO_3^-$. Катіон водня, не маючи достатньої кількості триокису азоту, виділяється на катоді, а гідратні анійони на аноді. Також там можуть мішати відкладенню оліва анійони двоокису азоту, які створюються внаслідок йонізації азотного триокису: $2NO_3^- \rightarrow 2NO_2^- + 2O^-$.

Збільшуючи швидкість обороту електро-магнетної палички, тим самим зменшуємо час електролізу:

цикл обороту палички на хвилину: 60, 120, 180, 240, 300, 360;
час електролізування в годинах: 15, 13, 11, 9, 6, 3.

По 3-годинній електролізі, з 360 оборотами палички на годину, мідь відклалася повністю й представляється далеко менше губчастою. Оливо, навпаки, ще цілковито не відклалося, мабуть, з причини гідратних аніонів та двоокису азоту.

3. Теж інтенсивність електричного струму відіграє в електролізі чималу роль. Бож за засадою Фарадея інтенсивність струму прямо пропорційна до кількості відкладеної маси первня та електричності, переміщеної протягом одної секунди струмом 1-го ампера, а відворотно пропорційна до електрохімічного еквівалента та часу перебігу електролізу: $I = m \cdot 96.500 / k \cdot t$

В нашій випадку теоретичні вичислення трохи різняться з практичними даними тому, що електродні потенціали міді та олива різні: $-0,34$ та $+0,13$ й за цей самий час при однаковій інтенсивності струму відкладається різна кількість хемічних елементів. В додатку в електроліті пробігають другорядні реакції, які протиставляються правильному перебігові електролізу. Все ж таки по довших експериментах встановлено, що в ході 2—2 $\frac{1}{2}$ годин можна відкласти одночасно на електродах 0,77 гр. міді та 0,15 гр. олива, якщо інтенсивність електричного струму дорівнюватиме 2-ом Амперам.

4. Далеко краще відбувається електроліза міді й олива, якщо рідина достатньо розріджена дестильованою водою.

При об'ємі 150 мл. мідь спочатку відкладається досить скоро, оливо пізніше й повільніше. Мідь «забруджена», а двоокис олива не прилягає цупко до аноди. При 300 мл-вим об'ємі електроліза триває 3 й більше години. В подібнім випадку надвишку електроліту потрібно випарувати, щоб відкласти решту міді та олива.

Найліпше електролітичний процес відбувається тоді, коли початковий об'єм розчину дорівнює 200 мл. По півгодинній електролізі треба долити ще 50 мл. дест. води, щоб збільшити ступінь електролітичного відокремлення (с.д. = k_1/k_2), розуміється при сталій інтенсивності електричного струму.

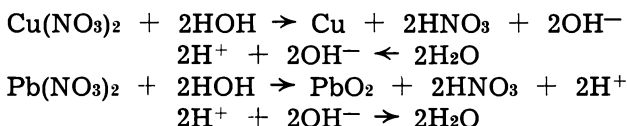
5. Найважнішим чинником, який діє додатньо на електролізу олива та міді в бронзах, є кількість вільної нітратної кислоти в електролітичному розчині, який доливаємо безпосередньо перед електролізуєю. Застосувавши попередні дані, ми експерементували з 13, 14, 15, 16, 17 кубічними міліметрами цієї кислоти й знайшли відповідну відсоткову надвишку, або брак відкладеної міді й олива:

азотна кислота в мл.	% надвишки, або брак	
	мідь	оливо
13	+0,25	—0,30
14	+0,10	—0,15
15	0,05	0,00
16	—0,10	+0,10
17	—0,15	+0,17

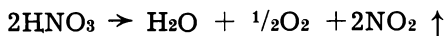
Повищі середні цифри вказують на те, що найкращий перебіг електролізу відбувається при 15 мілілітрах азотної кислоти, яка є в так званому вільному виді. Надвишку міді 0,05% можна теж пояснити промисловими обставинами, як неточним відваженням прібки, спадом інтенсивности струму і т. д. Але й тому подібна надвишка малозначна в порівнянні з відсотковим складом міді. Більші її надвишки пояснюється недостатньою кількістю вільної кислоти, внаслідок чого відкладалися з нею чужі елементи, як, наприклад, двовалентне залізо. Від'ємний відсоток міді, немає сумніву, пояснюється надвишкою вільної кислоти. Як бачимо, існує визначений, певний оптимум.

Загально кажучи, електроліза олива поліпшується, коли в рідині є більша надвишка вільної азотної кислоти. Але надвишку 0,10 та 0,17 треба пояснювати тим, що в бронзах є коло 0,10 до 0,20% фосфору, який зелектролізувався разом з оливом. Крім того є ще коло 0,05% марганцю.

При вживанні 15 мл. нітратної кислоти примарні реакції довершені. Мідь й оливо нормально відкладаються на електродах, відроджується правильно азотна кислота, а з йонів 2H^+ й 2OH^- твориться вода:

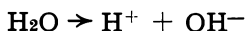


Достатня кількість вільної кислоти вилучує вторинні реакції, цебто виділення на електродах водня та окисів азоту. І навпаки, коли нітратна кислота невідповідно розріджена, інтенсивність струму завелика (більше 2,5 А), а теж її концентрація, то в подібнім випадку вона, розщеплюючись, творить так звану «рудаву пару», яка певною мірою може протидіяти правильному відкладанню олива:

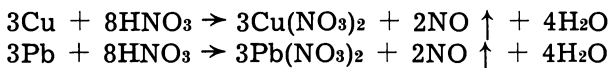


коли ж вода, відділюючись, в свою чергу може своїми катійонами

водня гальмувати відкладання міді, надаючи йому «губчастого» вигляду:



Необхідну кількість азотної вільної кислоти можна теж визначити на підставі первісної реакції, цебто під час атаки бронзи:



І так, щоб розчинити 271 вагових частин міді та олива потрібно 252 вагових частин азотної кислоти (63 x 4), а для 950 міліграмів цих металів (1 гр. прибіки має 800 mgr. міді та 150 mgr. олива) 883 міліграмів нітратної кислоти. Отож, 15 см. куб. кислоти, 36° Боме, відповідають тій кількості, маючи 58,86 міліграмів HNO_3 в кубічному сантиметрі.

Метода електролізу

На підставі цих розшуків і по довших експериментах, ми дістали остаточно відмінну методу від цитованих норм. Її перебіг наступний:

1. Необхідним є розчинити 1 гр. бронзи в 50-ох мілілітрах азотної кислоти, наполовину розрідженою водою. Спочатку атака металу відбувається на звичайній температурі, відтак треба підогрівати рідину до кипіння.

2. Додати 50 мл. холодної води (розуміється дестильованої) й легко підогрівати об'єм аж до формації колоїдального осаду $\text{Sn}(\text{OH})_4$. з якого в ході кальцинації випаровує вода та твориться сполука двоокису станія:



3. Профільтрувати осад $\text{Sn}(\text{OH})_4$ через слабопропускательний фільтр, до якого попередньо влито воду з розпущеними (розрідженими) кусочками звичайного фільтру. По стараннім промитті фільтру водою, кальцинується отриманий осад тетрагідроксиду станія.

4. До попереднього фільтрату додається 15 мл азотної кислоти, 36° Боме, доповнюється його водою до 200 мл. об'єму й електролізується. Впродовж 30 хвилин інтенсивність струму повинна бути 1,5 А, відтак 1,75, а на кінець електролізу можна теж користуватись 2-ма Амперами. Якщо є забагато олива, більше 15%, треба змінити напрям струму, щоб двоокис олива відкладався на первісній катоді, яка тепер сповняє функцію аноди!

5. По цілковитому зникненні голубого кольору розчину, додати трішки води, або краще, обнизити електроди, та продовжувати електролізу ще 5 хвилин. Електроліза закінчена, якщо мідь та двоокис оліва більше не відкладаються на респективних електродах. В протилежному випадку, по деякім промежутку часу, знову застосувати попередню процедуру.

6. По скінченні електролізи, підняти електроди з рідини, не припиняючи струму, та промити їх струмком води з кольби.

7. Виключити електричний струм, відчепити електроди (рідина служитиме для аналізу цинку) й промити аноду в 2-ох окремих водах, а катоду (мідь) 1 раз у воді, потім 2 рази в етанолу.

8. Просушити їх у спеціальній печі на температурі 105° Ц протягом 10 хв. та відтак прохолодити в десікаторі.

9. Зважити електроди й вичислити відсотковий склад отриманих первнів:

$$\begin{aligned} \text{Cu}^{\%} &= (P - p) \cdot 100 \\ \text{Pb}^{\%} &= (P - p) \cdot 86,62 \end{aligned}$$

де P є вагою електродів з відкладеними металами, p — вага міді, або біоксиду оліва, 0,8662 коефіцієнт Pb/PbO₂.

Замітки:

1. Мідь розпускається на катоді в наполовину розрідженій нітратній кислоті, двоокис оліва при помочі соляної кислоти, або тартратної (винокам'яної). В обидвох випадках треба підогрівати рідини.

2. Якщо в бронзі є значний відсоток мангану та фосфору, треба по їхній окремій аналізі відняти його від двоокису оліва.

Висновки

Від самого початку аналізу, себто зваження прібки та відділення станія, аж до отримання вислідів міді й оліва, потрібно менше-більше 3 години. Сама електроліза триває 2 год. максимум. Це передусім залежить від відсоткового складу бронзи. Навпаки, в заподаних нормах потрібно від 2^{1/2} до 3-ох годин, і то при меншій кількості оліва (менше-більше 0,30%). Коли є більше оліва в сплавах, автори тих метод пропонують окрему аналізу цих двох металів.

З другого боку, треба підкреслити, що в нашій методі обидва згадані первні відкрадаються на електродах рівночасно. Але при більшому відсотку оліва (≥15%) цей первень відкладається пізні-

ше від міді. В подібнім випадку дораджується «переставити» електричне сполучення таким чином, щоб олива відкладалося на більшій електроді, яка первісно мала служити як катода, а в данім випадку сповнює функцію аноди. При меншій кількості олива ($\leq 15\%$) електролізу триває всього півтори години.

Порівнюючи цю методу з прібкою-стандартом, стверджуємо, що між ними найбільша розбіжність є біля $0,20\%$. Це відхилення можна пояснити промисловими умовами, як початковому відваженню прібки, збільшенню, або зменшенню інтенсивности електролітичного струму і т. д. При сприятливіших умовах лябораторійної праці ця різниця була незначна, найбільше $0,05\%$.

Одним з найважливіших факторів, який впливає додатньо на перебіг електролізу, є вільна нітратна кислота. В нашім випадку її визначена кількість повинна бути 15 цм. кубічних та 36° Боме. Крім того вона вилучує «паразитні» реакції та скорочує тривання електролітичної процедури. А найважливіше те, що додатньо сприяє відкладанню олива, про що, зрештою, ми переконалися, вживаючи при наших обчисленнях теоретичного коефіцієнту $0,8662$ (в референціях навпаки).

Підсумовуючи сказане, можна без перебільшення ствердити, що описана метода одночасної електролізу міді та олива в бронзах є елегантною, точною й короткою в порівнянні з нормалізованими методами. Мало того, вона може бути теж застосованою до лютунів та мідяних й антифрикційних сплавів.

З-поміж багатьох чинників, які впливають на її правильний перебіг, найважнішими є: кількість вільної азотної кислоти в електроліті, інтенсивність електричного струму та об'єм електролітичного розчину.

ЛІТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHIE

1. NF, A 06 — 691, avril 1950: Alliages antifrictions à base d'étain et de plomb.
2. NF, A 06 — 701, juillet 1967: Analyse chimique du cuivre et ses alliages.
3. G. Charlot: Les méthodes de la chimie analytique (Analyse quantitative minérale), Masson et Cie Editeurs, 1966, p. 1023 (pp. 711, 719, 720).
4. 1973 Annual Book of Standards, Part 32, p. 1224 (p. 304/306, 426/429). American Society for Testing and Materials.
5. A. Lassieur: Electrolyse rapide. Paris 1927 (p. 100, 101).
6. J. Verhun: Méthode de dosage rapide du cuivre et du plomb dans les aciers et les fontes. (Chimie Analytique, Vol. 41, No 8, août 1959, p. 333).
7. G. Charlot: Méthodes modernes d'analyse quantitative minérale. Paris 1949 (p. 409),

CONTRIBUTION A L'ETUDE DE L'ÉLECTROLYSE SIMULTANÉE
DU CUIVRE ET DU PLOMB DANS LES BRONZES

(Résumé)

Les normes et les méthodes de l'électrolyse simultanée du Cu et du Pb dans les bronzes ne sont pas encore au point. L'électrolyse de ces deux éléments est effectuée séparément. D'autre part, les coefficients du Pb/PbO₂ sont inférieurs (0,845; 0,85; 0,86) par rapport au coefficient théorique 0,8662 et ils sont dus au dégagement des ions Mn⁺⁺ et P⁵⁺ sur l'anode...

Après avoir étudié divers facteurs d'électrolyse simultanée (surfaces des électrodes, vitesse de l'agitation de l'électrolyte, intensité du courant électrique, volume de la solution et la quantité de l'HNO₃ libre dans l'électrolyte), nous sommes parvenus à mettre au point une méthode plus courte et plus précise de cette électrolyse dans les bronzes, fortement chargés en Cu et en Pb. Elle consiste, grosso modo, en ceci:

Après la dissolution d'1 g de bronze par l'HNO₃ au 1/2 et la séparation de l'Sn, on ajoute au filtrat 15 ml d'HNO₃ conc. en complétant le filtrat jusqu'à 200 ml avec de l'eau distillée. L'électrolyse s'effectue avec une intensité du courant de 1,50—2 A. Après la disparition de la couleur bleue de l'électrolyte, on descend les électrodes plus bas et on continue l'électrolyse encore pendant 5 min. S'il n'y a plus de dépôt de Cu ni de PbO₂, l'électrolyse est terminée.

En définitive, l'électrolyse ne dure que 2 h. Le Cu est couleur saumon, le PbO₂ bien adhérent à l'anode. Cela prouve qu'il n'y a pas de dégagement d'ions tels que H⁺, Fe⁺⁺, NO₃⁻, NO₂⁻, Cl⁻ et F⁻ sur les électrodes. D'autre part, elle est élégante, courte et précise ($\pm 0,05\%$ et 0% pour 80% Cu et 15% Pb). Mais un des facteurs les plus importants, qui influence la bonne marche de l'électrolyse est l'HNO₃ libre (15 ml). Entre autre, cette méthode est applicable aussi à des alliages cuivreux, à des laitons et à des antifrictions.

З М І С Т

Федір Великохатько

Тривалість утворення видів у природі 3

Іван Вергун

Виробництво сталі методом Л. Д. та з нею пов'язані хемічні процеси 33

Іван Вергун

Хемічні аналізи алюмінійових сплавів 43

П. Шулежко

Застосування методи зіставлення (колокації) до розв'язування інженерних проблем 55

Михайло Ільків

Інженерія текстильної промисловости 63

Іван Вергун

Досліди над одночасовою електролізою міді та олива в бронзах 72