Пролетарі всіх країн, єднайтеся!

ВІСТІ

АКАДЕМІЇ НАУК

УКРАЇНСЬКОЇ СОЦІАЛІСТИЧНОЇ РАДЯНСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ

№ 3

ПРИСВЯЧЕНИЙ КОНФЕРЕНЦІЇ МОЛОДИХ
УЧЕНИХ РАДЯНСЬКОЇ УКРАЇНИ

ВИДАВНИЦТВО АКАДЕМІЇ НАУК УСРР
КИЇВ — 1936

Бібліографічний опис цього видання вміщено в „Літопису українського доуку“, „Картковому репертуарі“ та інших покажчиках Української книжної палати.

Відповід. редактор акад. *О. В. Палладін*
Вчений коректор *І. М. Коган*

Друкується з розпорядження Академії Наук УСРР
Неодмінний секретар академік *О. В. Палладін*

Друкарня-літографія Академії Наук УСРР, Київ

ВІД РЕДАКЦІЇ

№ 3 „Вістей Академії Наук УСРР“ присвячуємо Конференції молодих учених Радянської України.

На цій конференції Академія Наук УСРР, як і інші науково-дослідні і учбові заклади УСРР, має демонструвати наслідки роботи своїх інститутів по підготовці молодих радянських кадрів наукових робітників.

За останні роки інститути Академії Наук УСРР підготували чималу кількість молодих учених, переважно українців, які вже одержали цінні наслідки в своїх наукових дослідженнях.

Частина молодих учених, вихованих Академією Наук за останні роки, візьмуть участь у конференції як делегати-доповідачі, частина — як делегати.

В цьому нумері „Вістей АН УСРР“ ми друкуємо доповіді[1] (в скороченому вигляді) молодих учених Академії Наук УСРР, що їх вони мають зробити на секціях Конференції молодих учених Радянської України.

---

[1] Доповідь наукового співробітника Л. А. Лепікаша не друкуємо в цьому збірнику, тому що її вже надруковано в № 8—10 „Вістей УАН“ за 1935 р. Не друкуються також доповіді кількох товаришів, які не встигли подати до редакції авторефератів своїх доповідей.

Г. І. Дрінфельд
Наук. співр. Ін-ту математики

КОНТРАВАРІАНТНІ ФУНКЦІЇ СИСТЕМИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ

Г. І. Дрінфельд
Нар. 1908 р.

Для системи диференціальних рівнянь

$$\frac{dx_1}{x_1}=\frac{dx_2}{x_2}=\cdots=\frac{dx_n}{x_n}=dt \qquad (1)$$

сукупність функцій

$$\xi^{\beta_1,\cdots,\beta_q}$$

$$(\beta_1,\cdots\beta_q=1,2,\cdots n) \qquad (2)$$

називають контраваріантними функціями q-го порядку, якщо ці функції задовольняють умови визначені формулою (3),
де

$$x(f)=\sum_{i=1}^{n}X_i\frac{\partial f}{\partial x_i}$$

Th. De-Donder та його учні в ряді своїх робіт вивчали ці контраваріантні функції, вони ж перші використовували їх у теорії інтегральних інваріантів.

В одній з попередніх наших робіт ми використали контраваріантні функції (і дещо загальніші) для розв'язання такої задачі: по даному інтегральному інваріанту p-го порядку системи рівнянь (1) побудувати інтегральний інваріант $(p-q)$-го порядку.

Цю саму задачу можна було розв'язати і за допомогою операторів

$$\xi^{\beta_1\cdots\beta_i\cdots\beta_i\cdots\beta_q}\equiv 0,\ \xi^{\beta_1\cdots\beta_i\cdots\beta_j\cdots\beta_q}\equiv-\xi^{\beta_1\cdots\beta_j\cdots\beta_i\cdots\beta_q},$$

$$\frac{\partial}{\partial t}\xi^{\beta_1\cdot\beta_2\cdots\beta_q}+X\left(\xi^{\beta_1\cdot\beta_2\cdots\beta_q}\right)=\sum_{j=1}^{n}\frac{\partial X\beta_1}{\partial x_j}\xi^{j\beta_2\cdots\beta_q}+$$

$$+\sum_{j=1}^{n}\frac{\partial X\beta_2}{\partial x_j}\xi^{\beta_1 j\cdots\beta_q}+\cdots+\sum_{j=1}^{n}\xi\frac{dX\beta_q}{\partial x_j}\xi^{\beta_1\cdots\beta_{q-1}j_j}, \qquad (3)$$

$$(\beta_1,\beta_2\cdots,\ \beta_q=1,2,\cdots n)$$

$$Y[f] = \sum_{i=1}^{n} \xi_i \frac{\partial t}{\partial x_i}$$

системи (1), якщо (в загальному випадку) ці оператори задовольняють умову

$$x(y) - y(x) = 0.$$

На підставі цього і деяких інших міркувань з'явилась думка, що контраваріантні функції, можливо, не мають певного права на самостійне існування, а якось визначаються через коефіцієнти операторів системи (1).

Маючи q операторів системи (1), не важко було побудувати за ними систему контраваріантних функцій, але не видно було, чи кожну систему контраваріантних функцій можна здобути в такий спосіб.

Готуючись до Конференції молодих учених України, ми поставили собі мету остаточно дослідити ці питання, важливість яких для спеціалістів ясна.

Перед нами було кілька шляхів, зокрема такі.

1. Дослідити ту систему диференціальних рівнянь (2), якій задовольняють контраваріантні функції.

2. Використати результати акад. Ю. В. Пфейфера в теорії контраваріантних функцій і в розв'язанні задачі A. Buhl-я про оператори системи (1).

Можливо, що такими шляхами можна було б досягти мети, але ці шляхи здавалися досить важкими.

Ми обрали не прямий, але, як кінець-кінцем виявилось, дуже простий і плідний шлях. А саме, ми обрали апаратом дослідження теорію інтегральних інваріантів.

За допомогою цього апарату ми не тільки розв'язали задачу про контраваріантні функції, але одночасно розв'язали ще одну, більшої ваги задачу: побудувати найзагальніший інтегральний інваріант довільного порядку системи (1). Цю задачу для випадку інваріантів $(n-1)$-го порядку раніше розв'язав акад. Ю. В. Пфейфер.

Ми довели, насамперед, що коли відомі C_n^p інтегральних інваріантів

$$\int \Omega_{ip} \qquad (i = 1, 2, \cdots C_n^p) \qquad (4)$$

системи (1) з лінійно-незалежними підінтегральними формами, то найзагальніший інтегральний інваріант p-го порядку тої ж системи (1) має вигляд

$$\int \sum_i \lambda_i \Omega_{ip},$$

де λ_i — довільні функції інтегралів системи (1).

Після цього треба було відшукати інваріанти (4). Побудувавши їх по Jacobi-євому фактору і n незалежних операторах системи (1), ми довели потрібну лінійну незалежність, а це вже дало змогу написати найзагальніший інтегральний інваріант (довільного) p-го порядку.

З другого боку, ми мали змогу, на основі давніших своїх робіт побудувати інтегральний інваріант p-го порядку по тому ж Jacobi-євому фактору і контраваріантних функціях системи (1). Це й дало змогу визначити контраваріантні функції системи (1) через коефіцієнти операторів та інтеграли тої ж системи.

За браком місця ми не можемо подати тут здобутих нами оста-

точних формул. До того ж, докладна наша стаття на цю тему друкується в „Журналі Інституту математики АН УСРР“ № 1 (1936).

Зважаючи на вагу здобутих результатів і бажаючи подати на Конференції молодих учених цілком перевірену доповідь, ми вважали потрібним надіслати тези її Th. De-Donder-ові — видатному спеціалістові питання.

Th. De-Donder доповів про нашу роботу в Бельгійській Академії Наук і вмістив її у виданнях тої Академії.

Б. М. Рибаков

Наук. співр. Ін-ту математики

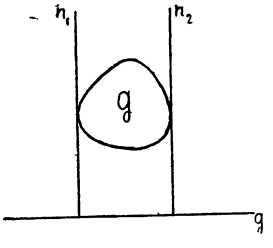
ПРО ОДНУ ВЛАСТИВІСТЬ ТІЛ КОНСТАНТНОЇ ШИРИНИ

Б. М. Рибаков
Нар. 1904 р., член ЛКСМУ.

Хай ми маємо плоске тіло константної ширини $\mathfrak{G}$ з діаметром d. Далі будемо припускати, що воно не є коло. Проробимо Steiner-ову симетризацію цього тіла $\mathfrak{G}$ відносно осі g, що, як це припускаємо далі, не є ось симетрії $\mathfrak{G}$.

Постає питання, чи існують такі тіла константної ширини, які при зазначених вище умовах переходять після симетризації знову в тіла константної ширини? Доведемо, що при зазначених вище умовах тіла константної ширини переходять в конвексні тіла, які не будуть тілами константної ширини.

З метою доведення цього припустимо, що після симетризації $\mathfrak{G}$



воно перейшло в нове тіло константної ширини $\mathfrak{G}^*$, діаметр якого є d^*. Тоді, коли периметр тіла зазначимо через Lg, а периметр $\mathfrak{G}^*$ через Lg^*, то, як відомо:

$$Lg = \pi d \qquad Lg^* = \pi d^* \tag{1}$$

І тому, на підставі властивостей симетризації Steiner-а маємо

$$Lg^* < Lg \tag{2}$$

або

$$d^* < d \tag{3}$$

Але з рисунка бачимо (провівши дві фундаментальні криві n_1 і n_2, перпендикулярні до осі симетризації g), що нове тіло $\mathfrak{G}^*$ після симетризації мусить мати діаметр, рівний d.

Це суперечить нерівності (3). Отже наше припущення, що $\mathfrak{G}^*$ є тіло константної ширини, неправдиве. Таким чином, наше твердження доведене.

Ця властивість тіл константної ширини дає можливість висловити відповідну ознаку для кола серед усіх інших тіл константної ширини.

А. Бреус
Аспірант Ін-ту математики

ДЕЯКІ ТИПИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИХ РІВНЯНЬ, ЯКІ ЗВОДЯТЬСЯ ДО РІВНЯННЯ ГІПЕРГЕОМЕТРИЧНОГО РЯДУ

К. А. Бреус
Нар. 1904 р.

Розв'язання ряду задач математичної фізики і техніки часто зводиться до розв'язання диференціального рівняння 2-го порядку з змінними коефіцієнтами. Серед цих диференціальних рівнянь 2-го порядку важливе місце займає рівняння гіпергеометричного ряду з його граничними окремими випадками.

Тому значний інтерес являє задача визначення певних типів диференціальних рівнянь, хоча б лише 2-го порядку, які мають вигляд, відмінний від гіпергеометричного, але інтегрування яких, після деяких перетворень, зводиться до розв'язання гіпергеометричного рівняння. Ясно, що таких рівнянь існує безліч, але деякі з них, найбільш прості по виду, мають безпосереднє застосування в задачах математичної фізики і техніки і почасти вже відомі.

Слід додати, що ряд цікавих випадків застосування гіпергеометричного ряду подав акад. Д. О. Граве [1], використовуючи диференціальне рівняння

$$x^2(a+bx^n)y''+x(c+dx^n)y'+$$
$$+(f+gx^n)y=0,$$

яке акад. Граве називає Euler-овим рівнянням другого рангу.

Відомо також, що диференціальне рівняння

$$[(a+bx+cx^2)^2y''+(a+bx+cx^2).$$
$$.(a_1+b_1x)y'+(a_0+b_0x+c_0x^2)y=0$$

зводиться в окремих випадках до рівняння гіпергеометричного ряду.

В даній статті ми розглядаємо простий, але досить загальний ви-

---

[1] Акад. Д. О. Граве. Функції математичної фізики і гіпергеометричний ряд. — „Журнал Інституту математики УАН", № 3—4, 1934 р.

падок зведення диференціальних рівнянь виду:

$$(a+bx+cx^2+dx^3)^2y''+(a_1+ \\ +b_1x+c_1x^2). \\ +x+cx^2+dx^3)y'+(a_0+b_0x+ \\ +c_0x^2)y=0,$$

$$x^2(a+bx^n+cx^{2n})^2y''+x(a_1+ \\ +b_1x^n+c_1x^{2n})(a+bx^n+cx^{2n})y'+ \\ +(a_0+b_0x^n+c_0x^{2n})y=0$$

до рівняння гіпергеометричного ряду.

Метод зведення полягає в знищенні однієї особливості через певне перетворення незалежної змінної.

Крім того, ми розглядаємо цікавий приклад диференціального рівняння, відмінного своїм виглядом від гіпергеометричного рівняння, розв'язання якого подане у G. Darboux іншим шляхом. Це рівняння після елементарних підставлянь зводиться до рівняння гіпергеометричного ряду, в якого аргументом є тригонометрична функція змінної величини.

Відзначимо ще, що питання зведення певних типів рівнянь до рівнянь з сталими коефіцієнтами та до рівнянь, які розв'язуються в Бесселевих функціях, розглядав проф. І. Я. Штаєрман.

П. Г. Борзяк

Наук. співр. Ін-ту фізики

ФОТОЕЛЕКТРИЧНІ ЯВИЩА В ВЕНТИЛЬНИХ ФОТОЕЛЕМЕНТАХ ПРИ НИЗЬКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

П. Г. Борзяк.
Нар. 1903 р.

Проблема напівпровідників є одна з центральних проблем сучасної фізики, як теоретичної, так і прикладної. Особливого значення набуває група явищ у напівпровідниках, зв'язана з т. зв. запірним шаром. Одні з них (фотоелектромагнітне явище) покищо лишаються дуже цікавими фізичними експериментальними фактами, інші є вже широким надбанням не лише фізики, а й сучасної техніки (випрямлювачі, фотоелементи). Проте досі ще багато в цих явищах є нез'ясованого і їхній механізм ще до кінця не відомий.

В зв'язку з цим наші дослідження вентильного фотоефекту при низьких температурах набувають певного значення. Справа в тому, що звичайно вивчають у цих явищах процеси рівноваги, які при звичайних умовах встановлюються дуже швидко. Отже через це не було спроб безпосередньо вивчити наростання їх. Ми ж у наших дослідах за нашою методикою маємо змогу легко слідкувати за процесом також і в стадії його наростання до встановлення рівноважного стану, чи, таксамо, вивчати його від моменту порушення рівноваги до його зникнення. Ці досліди, таким чином, становлять експериментальні підвалини до вивчення кінетики процесів.

Ці знайдені експериментальні можливості ми використали для вивчення спаду фотоелектрозворушення купроксного фотоелементу в темноті при температурі рідкого повітря. При відповідно дібраних умовах освітлення ми можемо з допомогою електрометричних вимірів слідкувати за ходом процесу наростання фотоелектрозворушення на світлі та його зникнення в темноті.

Хід спадання з часом у темноті електрозворушення, одержаного від освітлення $[V = f(t)]$ описується формулою:

$$V_1 \ln V - V = -kt + A,$$

де V_1, k та A є деякі сталі, t — час від початку затемнення і V — електрозворушення, що відповідає часові t. Ця формула одержується на основі залежності для пропускного опору запірного шару від напруги: $R = R_0\left(1 - \frac{V}{V_1}\right)$, яка приймається за основну, що описує властивості запірного шару, в теорії О. Г. Гольдмана [1]. Таким, чином, дані дослідження потверджують цю основну властивість запірного шару. Обчислення констант, які входять до поданої формули, дає можливість обчислити обернену залежність між V та t, саме $t = \varphi(V)$ і звірити одержані значення для t із спостереженими. Знову одержується задовільне збігання з експериментально знайденим ходом.

У наших дослідах з купроксними фотоелементами при температурі рідкого повітря ми одержали неспостережувані досі значення максимального фотоелекрозворушення до 0,68 вольта і шукаємо можливості одержати ще більше значення. Одержання таких високих значень електрозворушення важливе для виявлення впливу енергії $\left(hV = \frac{h}{\lambda}\right)$ світляних квантів, які дають фотоефект на величину фотоелектрозворушення, тобто для перевірки можливості перенесення уяв про зовнішній фотоефект на фотоефект запірного шару. Вплив довжини світляної хвилі λ на максимальну величину фотоелектрозворушення не виявляється в звичайних умовах, тому що ця величина раніше вже обмежується залежністю опору зовнішнього шару від напруги на ньому. В тому ж випадку, коли це обмеження ми піднесемо до високих значень напруги, тоді і вплив λ може виявитись.

Ми спостерігали також велику чутливість купроксного фотоелементу при температурі рідкого повітря до дуже слабких освітлень. Освітлення в невеликій долі люкса уже викликають ефект порядку десятих вольта. Разом з тим спостерігається велика чутливість до інфрачервоного промінювання. Так напр., промінювання нагрітої до порівняно низької, темної температури металічної бляхи викликає електрозворушення порядку кількох десятих вольта. Сума цих спостережених фактів дає підстави сподіватись, що ці досліди будуть найчутливішим методом визначення фотоелектричної абсорбції Cu_2O в інфрачервоному світлі, що дасть нам докладніші відомості про енергетичні рівні електронів.

Таким чином, наші досліди обіцяють, крім дальшого висвітлення явищ переходового шару, дати й докладніші відомості з фізичної картини самого напівпровідника.

---

[1] Див. „Acta Physico-chimica U. R. S. S.“ III, № 2—3, 308, 315, 1935.

К. Б. Котляревська
Наук. співроб. Ін-ту фізики

ЗАЛОМЛЕННЯ РЕНТГЕНОВИХ ПРОМЕНІВ

К. Б. Котляревська.
Нар. 1904 р.

Дослідження заломлення рентгенових променів має інтерес, бо дає можливість: б) точніше визначити довжину хвилі, внісши поправку на заломлення, б) визначити або перевірити деякі фізичні константи, напр. відношення заряду електрона до його маси, в) перевірити і уточнити теорію дисперсії рентгенових променів.

Перші дослідження властивостей рентгенових променів, які провів ще Рентген, показали, що вони своїми властивостями подібні до звичайного світла. Спроби Рентгена знайти заломлення рентгенових променів не дали позитивних наслідків. Вперше явище заломлення рентгенових променів дослідив Стренстрем у 1919 р. На можливість заломлення рентгенових променів ще до Стренстрема вказав Евальд у своїй динамічній теорії інтерференції, Ейнштейн же передбачав теоретичне явище повного внутрішнього відбиття рентгенових променів.

Заломлення рентгенових променів визначаються тепер трьома методами: а) із відхилення від закону Брега, б) із явища повного внутрішнього відбиття, в) із заломлення в призмі.

Відхилення від закону Брега. Відношення Брега $n\lambda = 2d \sin\varphi$, яке лягло в основу рентгеноскопічних вимірів, як доведено роботами різних авторів, не строго вірне. Вперше експериментально це довів Стренстрем. Визначаючи сталу гратки для цукру та гіпсу з різних порядків відбиття, він помітив систематичне збільшення сталої гратки із збільшенням порядку відбиття. Він пояснив це відхилення заломленням рентгенових променів у досліджуваних кристалах.

Виміривши кути відбиття для двох різних порядків, можна звідси визначити покажчик заломлення із такого співвідношення

$$S = \frac{\dfrac{\sin\varphi\, n_1}{n_1} - \dfrac{\sin\varphi\, n_2}{n_2}}{\dfrac{1}{n_1 \sin\varphi\, n_1} - \dfrac{1}{n_2 \sin\varphi\, n_2}}$$

де S є величина, на яку відрізняється покажчик заломлення від одиниці.

Заломлення в призмі. В 1924 р. Зігбан, Ларсон і Валлер одержали заломлення в призмі з великим заломлюючим кутом, при чому приз-

му вони ставили так, що проміння падало до неї дотично. Схему досліду видно з рис. 1.

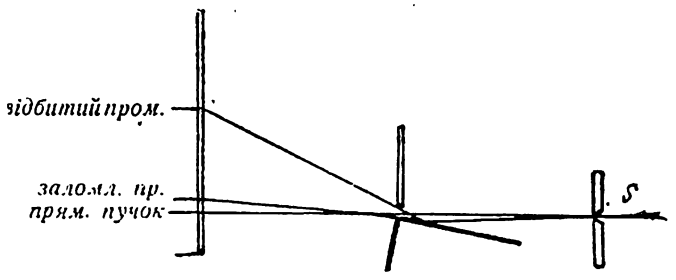


Рис. 1.

На фотографічній пластинці поруч з прямим пучком одержується і відхилений.

Берген, Девіс і Слак досліджували заломлення, користуючись подвійним спектрометром і іонізаційною камерою (рис. 2). Подвійний спектрометр складався з двох

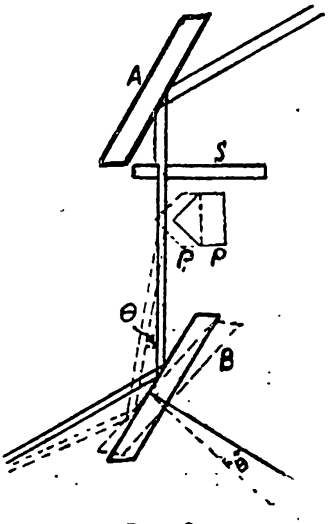


Рис. 2.

половинок A і B того самого кристалу кальциту. Паралельний пучок проміння, відбившись від кристала A, черз щілину S попадав на кристал B і звідти в іонізаційну камеру. Кристал B можна було обертати і кут повороту — точно відраховувати. Максимум відбиття наступає тоді, коли обидва кристали паралельні один до одного. Після того призму за допомогою спеціального гвинта вводили в хід променів і, обертаючи кристал B, можна було знов досягти максимумів інтенсивності. Із кутового віддалення двох максимумів відбиття — першого без призми, другого з призмою — визначали відхилення, зумовлюване заломленням в призмі. Покажчик заломлення в призмі визначали із формули $\delta = \Phi \operatorname{ctg} R$ для звичайної призми і $S = -\frac{1}{2} \Phi \operatorname{ctg} \frac{R}{2}$ для подвійної; тут R — заломлюючий кут, а Φ — відхилення променів.

Повне внутрішнє відбиття. Перші два методи визначення покажчика заломлення дають можливість досліджувати лише кристалічні речовини. Крім того, при дослідженні заломлення в призмі доводиться працювати з речовинами з незначною абсорбцією, бо проміння, проходячи через велику товщу кристала, значно знижує свою інтенсивність. Тому найбільш розповсюджений метод визначення покажчика заломлення є метод повного внутрішнього відбиття. Як уже було доведено попередніми дослідами, покажчик заломлення рентгенових променів менше 1. Це означає, що повітря для рентге-

нових променів є середовище, оптично щільніше ніж інші тіла. В такому разі при певному куті падання, а саме — при куті, не більшому ніж граничний кут, ми повинні спостерігати явище повного внутрішнього відбиття. Визначивши кут повного внутрішнього відбиття, можна визначити покажчик заломлення рентгенових променів таким самим способом, як у звичайній оптиці із відношення

$$\mu = \frac{\cos\vartheta}{\cos\vartheta'},$$

де ϑ — кут між падаючим променем і дзеркалом. Для граничного кута повного внутрішнього відбиття маємо:

$$\cos\vartheta = \mu = 1 - \delta$$

Перетворивши цей вираз, одержуємо:

$$\delta = \frac{1}{2}\sin^2\vartheta$$

Відхилення покажчика заломлення від 1 — величина дуже мала (порядок 10^{-6}), тому кут ϑ має лише декілька секунд і для малих кутів

$$\delta = \frac{\vartheta^2}{2}$$

Вимірявши граничний кут падання можемо звідси визначити покажчик заломлення рентгенових променів.

Вперше явище повного внутрішнього відбиття спостеріг Комптон. На рис. 3 подано його установку.

Вузький пучок паралельних променів виділяється діафрагмою S_1 S_2,

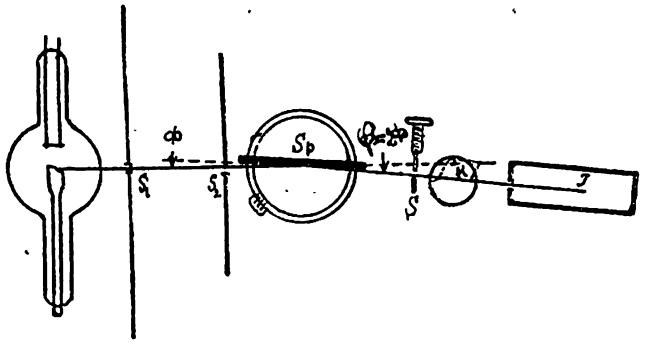


Рис. 3.

звідти попадає на встановлену на гоніометрі скляну оптично-поліровану пластинку. Щоб визначити граничний кут, спочатку фіксується нулеве положення дзеркала S_p і щілини S. Останню можна було б з допомогою мікрометричного гвинта переміщувати на який завгодно кут. Далі дзеркало обертали на певні кути, для яких положення щілини було точно відоме, і відбиті від дзеркала за допомогою кристала промені відбивались в іонізаційну камеру. Експериментальне утруднення в методиці Комптона утворює точне встановлення дзеркала на граничний кут повного внутрішнього відбиття.

Лінник і Лошкарьов запропонували нову методику визначення покажчика заломлення рентгенових променів із явища повного внутрішнього відбиття, застосовуючи яку авторам удалось уникнути цього утруднення; вони користувались розбіжним пучком променів при нерухомому дзеркалі, в якому зав-

жди є певна кількість променів, що попадуть на дзеркало під граничним кутом.

Експериментальна установка досить проста, а разом з тим дає можливість досить точно визначити граничний кут. Рис. 4 показує установку досліду. Проміння по виході з трубки проходить крізь вузьку щілину, яка утворюється між поверхнею відбиваючого дзеркала і ножем. AA' — відбиваюча площина, S — край ножа, що лежить проти середини пластинки. Промені AMb та SA'b' — граничні промені, що проходять без відбиття. Поза цим кутом будуть лежати лише промені, відбиті від дзеркала, при чому кут α є граничний кут повного внутрішнього відбиття. Кут b'Ab мусить бути меншим за кут α, звідси виникають вимоги до ширини щілини і довжини дзеркала. Коли на шляху променів поставити фотографічну пластинку, то на ній одержимо чорну смужку, край якої P відповідатиме граничному променеві. Коли щілину разом з дзеркалом повернути навколо осі на 180°, то одержимо подібну смужку, де граничному променеві відповідатиме P'. Кут α повного внутрішнього відбиття, як видно з рис. 5, визначається з вимірів двох пластинок: однієї — на дальшому, а другої — на ближчому віддаленні. Граничний кут визначається із співвідношення

$$\alpha = \frac{l_2 - l_1}{d},$$

де l_2 — ширина смуги на дальшій пластинці, l_1 — на ближчій, d — відстання між пластинками. Щоб уникнути повороту, точність якого повинна бути досить високою, Лошкарьов і Герцрікен удосконалили цей метод тим, що встановили 2 дзеркала по змозі рівнобіжно, а між ними вміщували металічний екран, так що між екраном і дзеркалом залишились дві вузькі щілини. При умові повної паралельності пластинок кут α можна було визначити з формули

$$\alpha = \frac{l_1 + l_2}{d}$$

Щоб уникнути похибки, зв'язаної з неповною паралельністю пластинок, установку обертали на 180°, при чому ясно, що точність повороту в даному разі не так важлива. Точне значення α обчислювали за формулою

$$\alpha = \frac{l_1 + l_2 + l_1' + l_2'}{4d}$$

В 1930 р. Герцрікен запропонував новий тотальрефлектометр. Замість двох дзеркал, він вжив

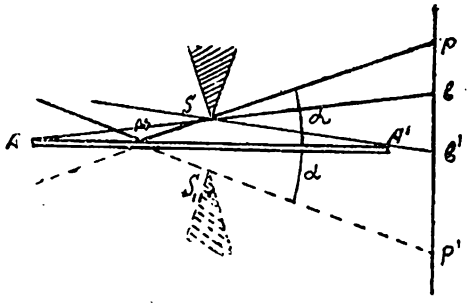


Рис. 4.

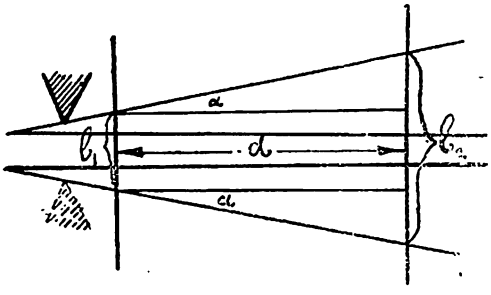


Рис. 5.

одну плоско-паралельну, відполіровану з обох боків пластинку, на яку з обох боків накладали по ножу (рис. 6), так що між поверхнею дзеркала і ножем утворювалась вузька щілина близько 0,01 *мм*.

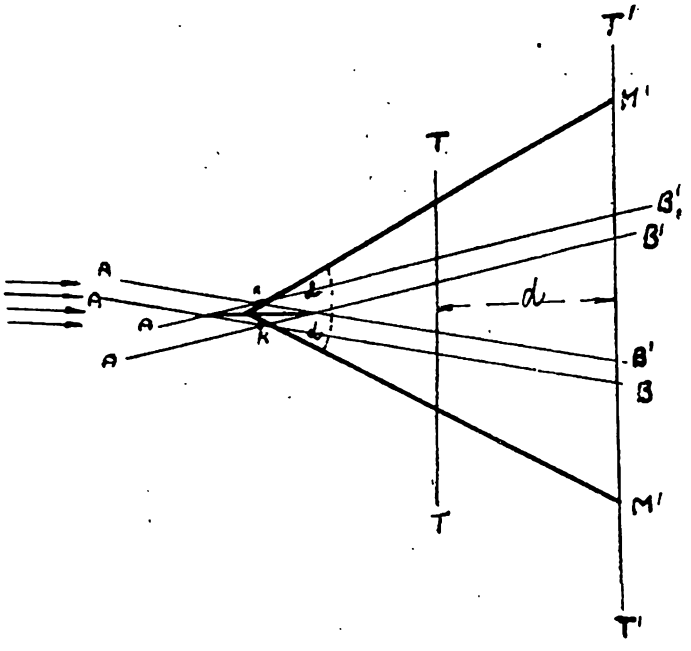


Рис. 6.

Щоб уникнути похибки через неповну плоско-паралельність пластинки, дзеркало і тут обертали на 180°.

Користуючись цією методикою, ми визначили досить точно покажчик рентгенових променів для променів CuK у кварці. Одержане значення із 9-ти серій знімків:

$$\delta = 1 - \mu = 8{,}556 \pm 0{,}005$$

Порівняння одержаних експериментальних даних з теорією показали, что теорію дисперсії можна звести до формули, цілком аналогічної з класичною формулою Друде-Лоренца для видимого світла, яка має такий вигляд:

$$\delta = \frac{e^2 N}{2\pi m} \sum \frac{Z_i}{\nu^2 - \nu_i^2},$$

де N — число атомів в 1 $см^3$, Z — атомний нумер, ν — частота коливання падаючої хвилі, ν_i — частота абсорбційної смуги. В ділянці частот, яка лежить далеко від частоти абсорбційної смуги, величиною ν_i можна нехтувати; тоді формула набере такого вигляду:

$$S = \frac{e^2 N}{2\pi m \nu^2} \sum Z = \frac{e^2 N}{2\pi mc^2} Z\lambda^2$$

Виходячи з квантової теорії дисперсії, Калман і Марк запропонували таку формулу:

$$\delta = \frac{e^2 N}{2\pi m} \sum_1^Z i Z_i \left[\frac{1}{\nu^2} + \frac{\nu_i^2}{\nu^4} \ln \left(\frac{\nu_i^2 - \nu^2}{\nu_i^2} \right) \right]$$

В ділянці частот, яка лежить далеко від абсорбційної смуги, формула Калмана і Марка подібна до формули Друде-Лоренца:

$$\delta = \frac{e^2 N}{2\pi m \nu^2} \sum Z = \frac{e^2 N}{2\pi mc^2} Z\lambda^2$$

Для речовин з малою абсорбцією експериментальні значення добре збігаються з обома формулами для нормальної дисперсії, а поблизу абсорбційної смуги експериментальні дані краще збігаються з формулою Калмана і Марка.

Визначення $\frac{e}{m}$ із явища повного внутрішнього відбиття. Заломлення рентгенових променів можна використати як новий метод для визначення відношення заряду електрона до його маси.

Визначивши досить точно покажчик заломлення рентгенових променів, можна, користуючись формулою дисперсії Дорде-Лоренца:

$$S = 1 - \mu = \frac{e^2 N}{2\pi m} \sum \frac{Z}{\nu^2 - \nu_i^2},$$

визначити $\frac{e}{m}$.

Замінивши в цій формулі $\frac{NeW}{\rho} = F$, де F — число Фарадея, W — молекулярна вага, а ρ — густота досліджуваної речовини, можна цю формулу переписати в такому вигляді:

$$\frac{e}{m} = \frac{\delta \cdot 2\pi}{Nec^2 \sum \frac{Z}{\nu^2 - \nu_i^2}} = \frac{\delta \cdot 2\pi \cdot W}{F \rho c^2 \sum \frac{Z}{\nu^2 - \nu_i^2}}$$

Всі величини, які належать до правої частини, обчислені досить точно. Визначивши точно S, можна було звідси найти і відношення $\frac{e}{m}$.

В розгорнутому вигляді попередня формула має такий вигляд:

$$\frac{e}{m} = \frac{\delta \cdot 2\pi W}{F \rho c^2 \left[\frac{Z_{si} - K_{si} + 2(Z_0 - K_0)}{\nu^2} + \frac{K_{si}}{\nu^2 - \nu_{si}^2} + \frac{2K_0}{\nu^2 - \nu_0^2} \right]}$$

Підставляючи в цю формулу значення $S = (8{,}556 \pm 0{,}005) \cdot 10^{-6}$

$\rho = 2{,}6485$
$F = 9648{,}9$
$Z_{si} = 14$
$K_{si} = 2$
$Z_0 = 8$
$K_0 = 2$
$W = 60{,}06$
$\lambda = 1{,}54712 \cdot 10^{-8}$
$\lambda_{si} = 6{,}731 \cdot 10^{-8}$
$\lambda_0 = 24{,}41 \cdot 10^{-8}$

(S — взято із наших помірів CuK_α в кварці), одержуємо значення:

$$\frac{e}{m} = (1{,}764 \pm 0{,}001) \cdot 10^{-7}$$

Подвійне заломлення рентгенових променів. Спроби визначити подвійне заломлення рентгенових променів досі не дали позитивних наслідків. Коли вважати, що подвійне заломлення і має місце для рентгенових променів, то цей ефект у всякому разі мусить бути незначний. Маючи можливість визначити з великою точністю покажчик заломлення, ми вирішили поставити дослід щодо визначення подвійного заломлення рентгенових променів. Для цього в Ленінградському оптичному інституті було виготовлено кварцову пластинку (відхилення від плоско-паралельності менше від 1), вирізану паралельно до оптичної осі.

Методику в цій роботі було застосовано таку саму, як і в попередній. Було зроблено 8 серій знімків в одному положенні дзеркала, а потім, повернувши дзеркало на 90° у власній площині, встановлювали його в нове положення і знову знімали 8 серій.

Одержане значення

$\delta = 1 - \mu = (13{,}719 \pm 0{,}010).10^{-6}$

$\delta = 1 - \mu = (13{,}730 \pm 0{,}010).10^{-6}$

для двох положень дзеркала різниться на 0,011, шо не перевищує похибки вимірювання. Таким чином, подвійного заломлення не спостережено.

Покажчик заломлення рентгенових променів із явища повного внутрішнього відбиття можна визначити досить точно, коли середовище цілком прозоре для рентгенових променів. В усіх останніх випадках крива інтенсивності немає різкого спаду для граничного кута. З цього боку цікаво було б визначити покажчик заломлення для речовин з малим атомним нумером (що дало б велику точність визначення покажчика заломлення) та застосувати це значення для перевірки теорії дисперсії.

О. Г. Миселюк
Наук. співр. Ін-ту фізики

ПРО ЕФЕКТ БЕКЕРЕЛЯ НА МІДЬ І-ОКСИДНИХ ЕЛЕКТРОДАХ

О. Г. Миселюк
Нар. 1904 р., член КП(б)У з 1927 р.
член ЛКСМУ

Ефект Бекереля відкритий у 1839 р. Він належить до явищ, в яких енергія світла своєрідно використовується для одержання електричної енергії.

Одна група з цих явищ, відома під назвою фотоефекту, дає змогу безпосередньо, до того ж у зручних для практичного використання формах переводити енергію світла в електричну. Практичне використання властивостей цієї групи явищ здійснюється в конструюванні приладів — фотоелементів, які тепер досить широко застосовуються в найрізноманітніших галузях техніки.

Ефект Бекереля полягає в тому, що система, складена з розчину і занурених у нього металічних електродів, з чистими або оксидованими поверхнями, при освітленні стає джерелом електричної енергії. Отже, ефект Бекереля дає змогу своєрідно використовувати енергію світла для одержання електричної енергії. Але питання, чи маємо тут безпосередній перехід енергії світла в електричну, — ще не розв'язане, оскільки природа ефекту Бекереля, не зважаючи на те, що його досліджували протягом століття, ще не розкрита. Такий стан зумовив порівняно слабкий розвиток практичного використання властивостей ефекту в науці і техніці.

Дослідженнями ефекту Бекереля виявлено дві особливості в системах, від яких він одержується. Так, в одній групі систем фоточутливою частиною виступає електрод, тобто ефект постає лише при освітлюванні електрода. При чому в цих системах електрод уживають не з чистою металічною поверхнею, а з вкритою шаром оксиду або солі іншого металу. У другій групі систем фоточутливою частиною виступає розчин, тобто ефект постає лише при освітленні розчину. За розчини в цих системах уживаються органічні барвники, як еозин, родамін тощо.

Ці відміни між системами зумовили поділення ефекту Бекереля на два роди; ефект, одержуваний від першої групи систем, називають Бекерель-ефектом 1-го роду, а ефект, одержуваний від систем другої групи, — Бекерель-ефектом 2-го роду. Ми працюємо над вивченням Бекерель-ефекту 1-го роду.

Виникнення ефекту Бекереля 1-го роду в значній частині систем супроводжується хемічним перетвореннями освітлюваної речовини на електроді. Особливо виразно виявляються ці хемічні перетворення в системах з електродами, вкритими солями галоідів срібла, як AgBr, AgCl, AgJ. На грунті таких фактів постала фотохемічна теорія ефекту, за якою його слід розглядати як наслідок хемічних процесів на електроді, що виникають під впливом освітлення, тобто виникання ефекту перебуває в прямій залежності від здатності речовини хемічно змінюватись на світлі. Якщо такий зв'язок ефекту з хемічними процесами в дійсності має місце, то тоді ефект Бекереля стає зручним засобом, щоб за допомогою одержуваних електричних струмів вивчати фотохемічні процеси. Така перспектива використання ефекту була одним з факторів, який визначав інтерес до нього з боку дослідників і викликав досить широкий розвиток його досліджень.

Другим основним фактором, що зумовлює інтерес до ефекту Бекереля 1-го роду є можливість використати своєрідне сполучення металу, напівпровідника і розчину з метою перевести енергію світла в електричну. Така перспектива є особливо привабливою, бо її здійснення збагачує науку і техніку на засоби у вирішенні одної з актуальніших проблем сучасної науки і техніки — безпосереднього використання енергії світла для одержання електричної енергії.

В процесі експериментальних досліджень ефекту було виявлено велике число систем, від яких можна одержати ефект, і були встановлені експериментальні дані, які виявляють умови виникнення ефекту і окремі його закономірності.

Поруч з цим розвивалось, особливо в перший період дослідження ефекту (1839—1900 рр.) конструювання різних приладів, заснованих на використанні його властивостей, як от актинометрів та застосування їх у фотометрії. У ці роки було досить багато спроб конструювати і Бекерель-елементи. Але основною перешкодою на шляху до опанування ефекту, для справи практичного використання його була нез'ясованість його природи. Тому, особливо в другий період досліджень ефекту (після 1900 року), основна увага дослідників була скерована на розкриття природи

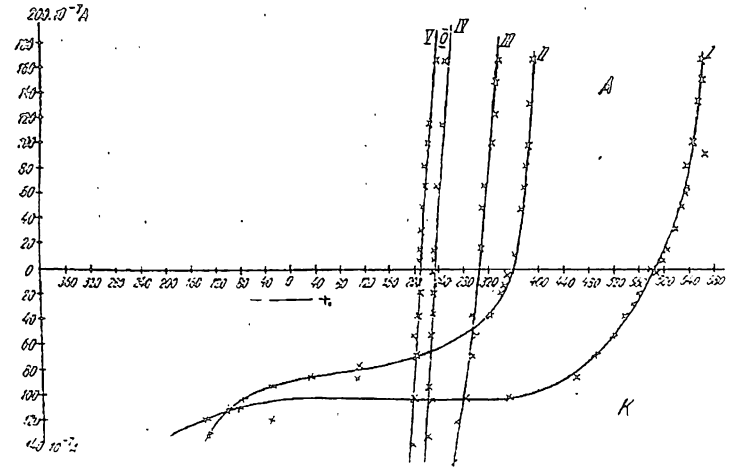


Рис. 1.

I — Cu/Cu_2O — електрод з закритою підкладкою
II " " " з відкритою підкладкою S = 2,5 *мм*²
III " " " " " " S = 10 *мм*²
IV " " " " " " S = 50 *мм*²
V - Cu — електрод

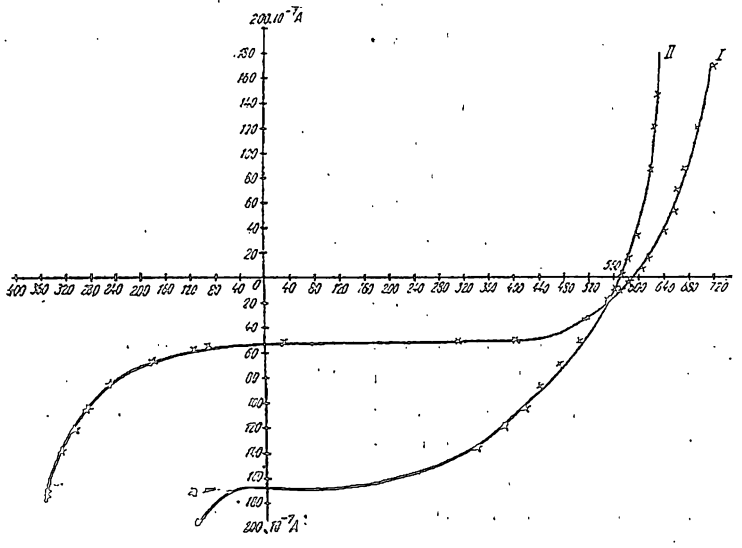


Рис. 2.

I — Cu/Cu_2O — електрод з дзеркальною поверхнею
II — " " " з полірованою "

ефекту. В цей період було висловлено велике число гіпотез і теорій про природу ефекту, які засновувались на різних властивостях речовин, що з них складались системи, і їх можливих взаємодій на світлі.

До найпоширеніших теорій про природу ефекту належать такі теорії: а) фотохемічна (Becquerel—Zuggin), б) фотоелектрохемічна (R. Audubert), в) фотопровідності (Chr. Winther), г) фотоелектрична (О. Г. Гольдман). Але жодна з них на сьогодні ще не розвинулась настільки, щоб обгрунтовуваними нею закономірностями охопити ефект від різних систем. Характерним для рівня теоретичного розроблення ефекту є те, що всі ці теорії потверджуються або цілком розроблені (останні три) на грунті досліджень одних і тих самих систем — систем з $Cu|Cu_2O$- і $Cu|CuO$-електродами.

Ми дослідили ефект Бекереля на системах з $Cu|Cu_2O$-електродами з метою перевірити на числовому матеріалі закономірності, що їх обгрунтовують перелічені вище теорії, і виявити умови, за яких від цих систем одержується ефект.

Подаємо далі в короткому викладі результати наших дослідів.

1. Коли Cu_2O закриває суцільним шаром мідну підкладку і в контакті з розчином KCl перебуває лише цей шар, то освітлення такого електрода викликає ледве помітний ефект зміни потенціалу. Якщо на освітлюваному електроді відкрити підкладки (зчищенням Cu_2O) площею приблизно 0,5 *см*², то ефект зміни потенціалу зростає у 1000 разів. Отже наявність відкритої підкладки у досліджуваних $Cu|Cu_2O$-електродах в контакті з розчином електроліту є необхідною умовою одержання при освітленні значнішого ефекту.

При цьому встановлено, що потенціал електрода з закритою підкладкою різко спадає з її відкриттям і наближається по величині, при певній площі відкритої підкладки, до потенціалу чистого металічного мідного електрода. Так напр., коли величина потенціалу закритого електрода, в порівненні з нормальним каломельним електродом має величину близько 600 mV, то вже при відкритті площі підкладки 0,5 *мм*² потенціал спадає до 400 mV і нижче.

Якщо систему скласти з двох однакових $Cu|Cu_2O$-електродів з закритими підкладками, то, щоб від неї одержати фотострум, потрібно відкрити підкладку на електроді, який зберігається в темноті.

Було проведене дослідження залежності нормального потенціалу $Cu|Cu_2O$-електрода (з закритою і відкритою підкладками) від концентрації розчину KCl в порівненні з змінами потенціалу чисто мідного електрода. Цими дослідами встановлено, що нормальний потенціал закритого $Cu|C_2O$-електрода (з закритою підкладкою) від зміни концентрації розчину змінюється в протилежному напрямі по відношенню до потенціалу чисто мідного електрода, а електрод з відкритою підкладкою змінюється в тому ж напрямі, що й потенціал чистого мідного електрода.

2. Залежність потенціалу $Cu|Cu_2O$-електрода від наявності на ньому відкритих місць підкладки (наявність локаль-елементів) примусила звернути увагу на дослідження

поляризаційних характеристик електродів цих двох структур. Досліди показали, що електрод з закритою підкладкою має поляризаційну характеристику, різко відмінну від електрода з відкритою підкладкою. На рис. 1 подаємо графік поляризаційних характеристик електрода з закритою і відкритою підкладкою та чисто мідного електрода.

3. Ми провели дослідження впливу стану поверхні на поляризаційні характеристики. Встановлено, що з шліфування тонкого зверхнього шару Cu_2O приводить до значно симетричнішої характеристики поляризації електрода. Цей факт указує на особливість складу зверхнього шару CuO. На рис. 2 подаємо до цього відповідний графік.

4. Для залежності фотоелектрорушної сили від інтесивності освітлення встановлено вираз

$$\Delta v = v_1 \frac{L}{L+\mu},$$

який обгрунтовується в рівній мірі і фотоелектричною теорією, і теорією фотопровідності. Цей вираз закономірності виявив добру придатність для опису ефекту в границях зміни: а) інтенсивності освітлення від 100—3000 люксів, б) температури від 10—60°C, в) концентрації розчину KCl від 1 норм. до 0,001 норм.

Закономірність, що її обгрунтовує фотоелектрохемічна теорія, значно більше розбігається з даними досліджень. У таблиці подаємо приклад застосування названих закономірностей до обчислення наших експериментальних даних.

Обчислення фотоелектрорушної сили за формулами

II — фотоелектричної теорії:

$$\Delta v = v_1 \frac{L}{L+\mu};$$

III — фотоелектрохемічної теорії:

$$\varepsilon = A \lg (1 + \alpha L)$$

Таблиця 1

Інтенсивність освітл. L люксів	I експерим. дані	Обчислення II $\Delta v = v_1 \frac{L}{L+\mu}$ (за Гольдманом)	Обчислення III $\varepsilon = A \log (1 + \alpha L)$ (за Auduberт-ом)
95	$9{,}5.10^{-3}$	$9{,}7.10^{-3}$	$5{,}5.10^{-3}$
158	$14{,}0.10^{-3}$	$12{,}4{,}10^{-3}$	$8{,}5.10^{-3}$
268	$18{,}0.10^{-3}$	$17{,}6.10^{-3}$	$12{,}1.10^{-3}$
475	$25{,}5.10^{-3}$	$26{,}6.10^{-3}$	$20{,}2.10^{-3}$
950	$35{,}0.10^{-3}$	$36{,}2.10^{-3}$	$31{,}3.10^{-3}$
1785	$42{,}0.10^{-3}$	$44{,}0.10^{-3}$	$44{,}6.10^{-3}$
3175	$50{,}0.10^{-3}$	$48{,}5.10^{-3}$	$56{,}0.10^{-3}$
		$\pm 4{,}4\%$	$\pm 18{,}5\ \%$

5. Для з'ясування одержаних даних висловлене припущення, що дія світла викликає деполяризацію Cu_2O шару в локаль-елементі: металічна підкладка (розчин) напівпровідник. Цей процес викличе зростання струму в локаль-елементі, і через підсилення анодної поляризації підкладки підноситиме потенціал електрода. Щодо механізму деполяризації, то зібрані дані ще не дають можливості його визначити.

Ми ставимо собі надалі завдання вивчати властивості верхнього шару Cu_2O з метою виявити засоби підвищення чутливості Cu | Cu_2O-електрода до дії світла і цим піднести коефіцієнт використання енергії світла для одержання електричної енергії та працювати над розкриттям механізму деполяризації.

Н. Д. Моргуліс
Наук. співр. Ін-ту фізики

РОЗПОРОШЕННЯ МЕТАЛІЧНОЇ ПОВЕРХНІ ПРИ УДАРАХ ПОЗИТИВНИХ ІОНІВ [1]

Н. Д. Моргуліс
Нар. 1904 р.

Сучасна техніка електровакуумних приладів, яка має дуже велике практичне значення, висуває для дослідження ряд актуальних фізичних проблем, зокрема проблему поверхневих явищ. До цієї проблеми стосується також і питання про розпорошення металічної поверхні при ударах позитивних іонів— катодне розпорошення, яке і було об'єктом нашого дослідження.

В цій роботі спочатку було розвинуто термічну теорію катодного розпорошення Штарка — Гіппеля, в наслідок чого одержано співвідношення, яке пов'язує основні параметри досліджуваного явища (залежність від енергії іона, матеріалу катода, роду газу тощо).

Ми обчислили енергію, яку виділяє іон при нейтралізації на металічній поверхні. При врахуванні цієї величини в одержаному вище співвідношенні, маємо загальний вираз для ступеня розпорошення, який при порівненні з даними експерименту достатньо задовільно по своєму характеру охоплює основні закономірності явища катодного розпорошення.

Далі було проведене експериментальне дослідження розпорошення активної плівки торію на поверхні вольфраму при ударах ртутних іонів, щоб з'ясувати фізичний зміст так званої критичної енергії розпорошення, яка не вкладалась в рамки загального співвідношення. При цьому з'ясовано, що ця величина може залежати від конкретних умов експерименту і лише при великих щільностях іонного струму вона залежить тільки від властивостей поверхні, яка розпорошується, та іонів, що її розпорошують. В світлі цих даних стає ясною причина розбіжності в старих дослідженнях Ленгмюра та Хелла.

Після того було розвинуто теорію елементарного процесу катодного розпорошення, в наслідок чого одержано вираз для критичної енергії, який був зв'язаний

[1] Експериментальну частину цієї роботи було виконано разом з аспірантом Інституту фізики АН УСРР т. Бернадінером (катод із торированого вольфраму) та з аспірантом Київського державного університету т. Патіохою (чистий вольфрам та оксидний катод).

з попередніми співвідношеннями. Одержане таким чином загальне співвідношення задовільно збігається з даними наших експериментів і з даними інших дослідників.

Далі ми провели експериментальне дослідження питання про вплив температури катода на умови його розпорошення і з'ясували, що критична енергія розпорошення торированого вольфраму і ступінь розпорошення чистого вольфраму практично від температури катода не залежать. Це явище було проаналізовано в світлі попередньої теорії.

Нарешті, ми за завданням Всесоюзного радіокомітету провели експериментальне дослідження розпорошення оксидних катодів електровакуумних приладів. Було проаналізовано специфіку умов досліду і одержано деякі дані щодо розпорошення холодного оксидного шару та щодо критичної енергії розпорошення оксидного катоду в реальних умовах газотронної виснаги.

М. В. Пасішник
Наук. співр. Ін-ту фізики

ЕЛЕКТРОНОГРАФІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТОПІВ

М. В. Пасішник
Нар. 1912 р., член ЛКСМУ

До останнього часу для дослідження структур користувались майже виключно рентгенографічним методом. Тепер, в одних випадках — на допомогу, в інших — на доповнення, прийшов електронографічний метод.

Основою цього методу є хвильові властивості електронів, здатність їх інтерферувати та дифрагувати, подібно до видимого світла та рентгенових променів.

Загальні методи електронографічних досліджень запозичено з рентгенографії (методи Дебая — Шерера, Лауе — Брегга, обертання кристала).

Причиною цього є те, що електронні хвилі мають довжину — порядку довжини хвилі рентгенового проміння. Довжина електронних хвиль визначається для електронів їх швидкістю і масою:

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

де: λ — довжина електронної хвилі,
h — Планкова константа,
m — маса електрона,
v — швидкість руху електрона.

Швидкість руху електрона визначається різницею потенціалів, під дією якої рухаються електрони.

Коли визначити швидкість електронів v через прикладену різницю потенціалів до трубки — V та врахувати релятивістську зміну маси електрона (що треба робити для швидких електронів), тоді одержуємо таку практичну формулу для обчислення довжини хвилі:

$$\lambda = \frac{12{,}21}{\sqrt{v} \cdot \sqrt{1 + 9{,}78 . 10^{-7} V}}$$

Тут λ взято у Å, а V — у вольтах.

Цікавішим питанням у вивченні стопів є питання про дифузію твердого тіла в тверде, напр., металу в метал. Рентгенографічне дослідження зводиться до виміру параметра грати металу, в який дифундує інший метал, і звідти — встановлення закону дифузії. Для обчислення потрібних при цьому концентрацій користуються законом Вегарда.

Дифузію електронографічно досліджували тільки в одній роботі (Eisenhut і Kaup). Досліджували дифузію золота в мідь.

Проведений нами перерахунок показує, що і для тонких шарів здійснюється закон Вегарда: існує пропорційність між концентрацією та величиною грати металу, в який дифундує інший метал (для твердих розчинів).

Раніше, ніж перейти до встановлення закону дифузії в тонких шарах, одержаних напаренням (це цікаво через те, що тут маємо справу з дифузією головним чином у межах кристалітів, дифузію, так би мовити, в „чистому вигляді"), ми вивчали умови одержання стопів.

Виявляється, що стоп можна одержати простим напаренням одного металу на інший без додаткового прогріву при умові, що напилюваний метал має нижчу температуру топлення, ніж підкладка. Так ми одержали, що при напаренні міді на цинк одержується стоп міді з цинком. Навпаки, при напаренні цинку на мідь електронограми показували існування обох компонентів — і міді, і цинку.

Отже, проведена нами робота може бути основою встановлення величини тепла дифузії на встановлення закону дифузії при дальших кількісних вимірах змін параметра грати з температурним ходом.

Ми користувались електронографом іонного типу, побудованим у нашому інституті. Монохроматизації електронних хвиль досягали рівнобіжним включенням у високовольтне коло місткості 10 000 *см*². Напруження вимірювали електростатичним вольтметром.

І. Н. Францевич
Член-кореспондент
АН УСРР

ФІЗИКО-ХЕМІЧНІ ОСНОВИ ДО ВСТАНОВЛЕННЯ РЕЖИМУ ОБРОБЛЕННЯ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

Питання про використання характеристик механічних властивостей стопів як засобу фізико-хемічного аналізу їх не є нове. Не кажучи вже про випробування систем, що їх вивчають на твердість, які є загальновживаними при проведенні фізико-хемічного аналізу металічних систем, тепер починає набувати великої популярності, як знаряддя фізико-хемічного аналізу, дослідження у металічних системах величин тиску витікання, що вперше були виміряні для металів у 1913 р. Курнаковим та Жемчужним (роботи Інституту фіз.-хем. аналізу при Всесоюзній Академії Наук, НІС-у алюмінію, окремі дослідження, опубліковані в роботах Шишокіна і Агеєвої та ін.). Також треба вказати на дослідження Joveur-a і Lee, а також Tammann-a, які показали, що можна використати для фізико-хемічного аналізу також і величини тимчасових опорів, виміряні при різних температурах, тому що вони дають місцеві специфічні наростання, які припадають на зони фазових перетворень.

Границі використання методу механічних випробувань, як знаряддя фізико-хемічного аналізу, значно поширюються в зв'язку з установленням залежностей від температури деяких властивостей міцності металічних систем в інтервалі температур, при яких не буде відогравати помітної ролі процес наклепування, що супроводить всяке випробування на міцність, який у цьому випадку безпосередньо знімається рекристалізацією металу (Chevenarol, Portevin, Dickenson, Le Chatelieur, Йоффе, Курнаков і Жемчужний, Ito, Шишокін та ін.).

Найцікавіше виробити такий метод фізико-хемічного аналізу, який, не поступаючись чутливістю і точністю перед загальновживаними сучасними методами, разом з тим давав би і безпосередній ефект у використанні досліджуваних систем у практиці виробництва, тобто подав би дані, на основі яких можна було б установити умови оброблення досліджуваних систем і передбачати, в умовах їх безпосередньої експлуатації в промисловій практиці, зміни властивостей.

З цією метою ми провели дослідження вуглецевих сталей, а також залізо-вуглецевих стопів із спеціальними присадками — методом систематичних випробувань на розрив при високих температурах, який дає характеристику всього комплексу механічних властивостей металу: його міцності (величиною тимчасового опору) і його пластичності (величиною подовження та утяжки).

Перед цим, на основі літературних даних, а потім і на основі наслідків згаданих вище наших досліджень з залізо-вуглецевими стопами, склад яких дано в нижченаведеній таблиці, нами була встановлена температурна залежність величини тимчасового опору у вигляді $P = P_{0l}^{-kT}$, тобто в такому ж вигляді, як і для твердості, величини тиску витікання, повзучості та ін.

Аналіз механізму пластичної деформації металів в умовах, коли ефект рекристалізації накладається на процес наклепування, зумовлюючи цим установлення певного спрямованого процесу текучості в металах, зв'язаного з дифузійними потоком атомів (у полі діючих зусиль), що переходять з метастабільного стану в стан стабільності в шарах ковзання, дає підстави описувати цей процес у першому наближенні, виходячи з канонічних рівнянь Gibbs-a, враховуючи особливості виучуваного об'єкту (виродженість електронного газу в металічних системах). На підставі цих міркувань доводиться наявність зв'язку пластичної міцності металів з температурою, що потверджується експериментальними даними.

Аналіз одержаних нами даних дозволив достатньою мірою точно встановити діаграму стану залізо-вуглецю з урахуванням стопів такого складу, перетворення в яких не можна було вловити звичайно вживаними методами фізико-хемічного аналізу, тому що нові структурні складники, які вилучалися, фігурували в них у зникаючо-малих кількостях (місце, де відбувається цементний розпад у вуглецевих сталей складу, що межує з евтектоїдом [1], місце вилучення на

№№ стопів	C	S	P	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	W
1	0,15	0,044	0,024	0,16	0,44	—	—	—	—
2	0,30	0,046	0,033	0,25	0,58	—	—	—	—
3	0,45	0,025	0,023	0,35	0,74	—	—	—	—
4	0,56	0,052	0,025	0,46	0,76	—	—	—	—
5	1,03	0,050	0,030	0,49	0,31	—	—	—	—
6	1,12	0,019	0,015	0,30	0,30	—	—	—	—
7	1,10	0,025	0,035	0,30	0,20	3,15	0,90	—	—
8	0,34	0,020	0,025	0,24	0,30	3,30	1,65	—	—
9	0,95	0,020	0,035	0,50	0,25	—	1,50	—	—
10	0,26	0,016	0,035	0,20	0,30	—	0,70	0,12	—
11	0,20	0,010	0,015	0,30	0,45	8,20	17,20	—	—
12	0,73	0,010	0,040	0,25	0,30	—	4,50	—	18,5

[1] Тамман механічні випробування при високих температурах теж застосовував для виявлення евтектики у системах, де склад евтектичних сумішей аналітично і мікрографічно не можна відрізнити від чистого компоненту.

границях кристалів та в площинах зсунення в останніх, що виникають у процесі пластичних деформацій металу, слідів високо дисперсного структурного складника FeCr [1], який не можна вловити звичайними методами, у хромо-нікелевій сталі типу З—З з відносно невеликим надвишком хрому, зумовленим нестачею вуглецю, та ін.).

Всупереч звичайним методам аналізу пропонований нами метод виявився особливо чутливим до такого роду перетворень.

Одержані в наслідок проведених досліджень дані з особливою чіткістю подтверджують наявність і таких фазових перетворень, які не зв'язані з розподілом на два структурні складники (типу $\alpha \rightleftarrows$ перетворень), у противагу механістичній спробі вичерпати природу будови твердої фази—її якість однієї з її властивостей (геометрією будови її просторової гратниці), не зважаючи на головне: специфічність носіїв металічності — валентних електронів, що перебувають в обмінному зв'язку і якісними змінами в своєму поводженні можуть змінити електромагнітне поле гратниці, і не зумовлюючи в деяких випадках перерозподілу атомів у систему, що відповідатиме станові рівноваги (випадок утворення стану неврівноваженості і напруги у взаємодії валентних електронів та іонів у гратниці металу; зокрема фази такого типу, як β-фаза являють таким чином стан гальмування, що виявляється в просторовій гратниці твердого тіла). До того ж випадку слід залічити перетворення в системах, зв'язані з виникненням надструктурних елементів, а можливо тією ж природою пояснюється і специфічна природа механічних властивостей, що спостерігається в зонах фазових перетворень.

Одержані наслідки потвердили, а в деяких випадках і уточнили дані, які є в світовій літературі, щодо тих перетворень, які здійснюються в полікомпонентних системах типу Fe—C—Cr; Fe—C—Cr—Ni Fe—C—Cr—W і ін., зокрема місце перетворень, скупчених в інтервалі температур вище 1000° (сталь З—З, сталь $Э_{нерж.}$—6 та сталь Э—М).

Загальними принциповими висновками з поданих досліджень було таке:

Щодо твердих гетерогенних систем ми повинні розрізняти два типи перетворень:

а) Перетворення фазові, зв'язані з появою або зникненням нової фази (не в феноменологічному розумінні цього слова), що іноді і не приводить до розподілу на нові структурні складники.

б) Перетворення структурні, зв'язані з розвитком або формуванням фаз, що вже існують (перетворення типу евтектоїдних, а також на кривих вилучення або розпаду при охолодженні, хоч у першому разі має місце, звичайно, і чисто фазове перетворення, вплив якого, проте, в певних умовах експерименту можна алімінувати).

Виходячи з такого типу систематики, ми вважаємо, що міцність (тимчасовий опір) і пластичність

[1] Специфіка цього процесу дає можливість використати механічні випробування, проведені з різними швидкостями, для встановлення кінетики процесу вилучення дисперсної фази під час розпаду твердого розчину на границі насичення.

(подовження й утяжка), що визначається комплексними механічними випробуваннями, відображають дві сторони природи перетворень металу. Міцність, як показали наші дослідження, зв'язана безпосередньо з енергетичним станом гратниці фаз, що утворюють гетерогенну (не в феноменологічному розумінні цього слова) структуру. Таким чином міцність, подана в вигляді логарифмічної функції температури, відображає якісну специфічність фаз, що виникають і зникають, характеризуючи ці останні дискретними значеннями коефіцієнтів логарифмічних прямих. Пластичність, насамперед, визначається природою системи і зв'язана безпосередньо з величиною міцності в межах існування останньої (тобто системи), разом з окремими значеннями міцності, відображає міру кількісних змін у межах даної якості. Такі є процеси кристалізації, характеризовані законами Тамманна, зміни складу, які відбуваються в зонах гетерогенності (співвідношення між фазами і змінами всередині їх), а також ряд інших кількісних змін, що приводять до якісних стрибків.

Відповідно до структурних перетворень існують явища метастабільності, так само як і при фазових перетвореннях, але з тією відміною, що стабільність системи визначається тут не енергетичною характеристикою в об'ємному відношенні (енергією гратниці і разом з тим, наприклад, ступенем нагрітості), а ступенем її дисперсності в зв'язку з поверхневою енергією. Специфічна крихкість металу, зв'язана з появою високодисперсних фаз, зумовлена саме таким структурно-метастабільним станом виникаючих елементів системи. І, як існувала можливість побудувати термодинаміку фазових перетворень і метастабільних форм і цим характеризувати рівновагу гетерогенних систем щодо якості фаз, так принципово можливий розвиток термодинаміки структурних перетворень (власне кажучи, дисперсних систем) що характеризує цим рівновагу гетерогенних систем щодо дисперсності (умови стабільності фази при даному ступені її дисперсності, умови взаємопереходу і росту кристалів одного коштом іншого в умовах кристалізації і перекристалізації, умови кристалізації взагалі та ін.).

Тільки в цьому разі основне рівняння шредерівської логарифміки

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = \frac{Q}{R}\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = $$
$$= AQ\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)$$

(Q — тепло процесу, R — стала Клапейрона) має бути замінене логарифмічним рівнянням Гіббса, що стосується поверхневих явищ:

$$\ln \frac{p_2}{p_1} = \frac{2Mv\sigma}{RT}\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right) = $$
$$= A'\sigma\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right),$$

де M—молекулярна вага, v — питомий об'єм розглядуваної фази, R — стала Клапейрона, T — температура в абсолютних градусах, σ — вільна поверхнева енергія.

Практичні висновки з проведених дослідів дозволяють установити:

а) температурний режим оброблення досліджених сталей тиском при високих температурах (при куванні, штампуванні і прокатці);

б) природу та умови виникнення червоноламкості в легованих сталей і, в деяких випадках, можливі засоби, щоб їй запобігти;

в) зв'язок флокеноутворень із специфічними змінами механічних властивостей металу в зонах фазових перетворень (різке підвищення крихкості) і в зв'язку з цим деякою мірою уточнити методи для запобігання цим вадам у сталі;

г) на основі обчислених коефіцієнтів у рівнянні: $P = P_0 e^{-kT}$ для всіх досліджених сталей і для всіх фазових областей в останніх, користуючись тим, що хід зміни питомого опору тискові витікання при прокатці, в функції температури, задовольняє те саме співвідношення аж до величини кутових коефіцієнтів (як це потвердили досить численні проведені прокатним відділом Інституту металів дослідження витрати енергії при прокатці на станах дротяному, дрібносортному, при прокатці фасонних профілів, при прокатці труб Менасмана), вдалося навіть у дуже несхожих, в температурному відношенні, випадках прокатки в різних проходах основну константу тиску витікання, що входить у формулу, за якою підраховується витрата енергії при прокатці, привести до однієї температури, таким чином алімінувати вплив температури і проаналізувати залежність витрати енергії від швидкості прокатки, типу калібрів та інших факторів, а також дати аналіз зміни витрати енергії залежно від матеріалу, який підлягає прокатці.

Всі ці дані є дуже необхідними при розробленні режиму прокатки в енергетичному відношенні і при розрахунку моторів прокатних станів.

Дальшим розвитком фізико-хемічних основ оброблення металів тиском є вивчення процесу рекристалізації і зокрема рекристалізації металів, деформованих при високих температурах.

Дослідження, проведені нами з залізом (C — 0, 1%), дали змогу збудувати просторову діаграму рекристалізації, що має певні кількісні відміни від одержаних іншими дослідниками (Hanemann, Tafel) і може відограти роль своєрідного пашпорта організації технологічного процесу при обробленні металів тиском. Доведено специфічність структурних перетворень і типу рекристалізованих структур у металі, деформованому в зонах фазових перетворень (утворення мікродефектів). Виявлено своєрідну макроанізотропію в рекристалізованих структурах і встановлено зв'язок між вихідною структурою металу і рекристалізованою структурою після деформації в протилежність висновкам Hanemann-а і Tafel-я і в повній згоді з положеннями, розвинутими Polanyi-ем і Masing-ом та Arkel-ем і Brugenn-ом.

Отже вивчення рекристалізації металів, деформованих при високих температурах, разом з механічними випробуваннями є шлях до пашпортизації технологічного процесу оброблення металів тиском, що гарантує високі якісні покажчики щодо фізико-механічних властивостей та структури готової продукції.

Дослідження Йоффе, Ребіндера, Ільїна та ін. довели, що в певних умовах поверхневий фактор набуває превалюючого значення перед об'ємним у встановленні механічних властивостей твердої фази. Особливої ваги ці дослідження на-

були в зв'язку з серією робіт проф. Ребіндера над вивченням процесу диспергації мінералів та металів у присутності капілярно-активних факторів, що змінюють величину вільної поверхневої енергії диспергованої фази. В умовах прокатки тонкого листового матеріалу можна досягти умов, коли поверхневий фактор теж набуває превалюючого значення перед об'ємним. Покажчиком ролі поверхневого фактора буде величина витяжки та розширення, що являють собою відносну міру зміни поверхні. Тому можна передбачити, що з певного моменту, змінюючи величину поверхневої вільної енергії металу за допомогою капілярно-активних домішок в нейтральному мастилі, можна досягти порівняного збільшення поверхні (при незмінному настроєнні валків), а тим самим — витяжки та розширення.

Таким чином, за допомогою свідомо добраних домішок можна регулювати режим прокатки так само, як і настроюванням валків, але далеко ефективніше і з більшим економічним ефектом щодо витрат енергії.

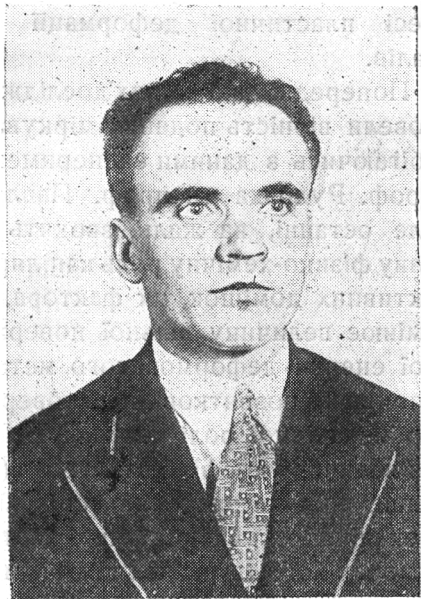
З другого боку, за допомогою тих самих домішок можна дослідити з фізико-хемічного боку процес зміни співвідношення об'ємного та поверхневого факторів у процесі пластичної деформації металів.

Попередні дані наших досліджень довели вірність поданих міркувань, збігаючись з даними експериментів проф. Рудбаха та проф. Павлова, але останні, на жаль, зводять цікаву фізико-хемічну роль капілярно-активних домішок, як фактора, що змінює величину вільної поверхневої енергії деформованого металу, сприяючи розвиткові його поверхні, до механічної ролі мастила, що діє на величину коефіцієнта тертя (має лише побічне значення), або дії як механічного витискувача металу в порах його та рисках під впливом тиску валків стана.

Укр. фіз.-техн. інститут
(Харків)

В. П. Чалий
Наук. співр. Ін-ту хемії

ЕЛЕКТРОХЕМІЯ ЙОДНИХ РОЗЧИНІВ



В. П. Чалий
Нар. 1911 р., член ЛКСМУ

Електрохемічні дослідження розчинів йодидів у розтопленому йоді (йодні розчини), розпочаті в Інституті хемії АН УСРР в 1933 р., належать до проблеми неводних розчинів, яку розробляє школа акад. В. О. Плотнікова. Електрохемічні дослідження йодних розчинів належать до тих досліджень, що мають велике значення для теорії розчинів.

Завданням цих досліджень було вивчити природу провідних комплексів, які утворюються при взаємодії розчиненої речовини і розчинника з малою діелектричною сталою. З цих міркувань були проведені дослідження електропровідності та потенціалу розкладу йодидів у розтопленому йоді як розчиннику і визначено кріоскопічним методом величину молекулярної ваги йодидів у йоді.

Дослідження йодних розчинів, як це видно з літератури, йшли такими трьома напрямами: 1) електрохемічні дослідження, 2) кріоскопічні дослідження і 3) дослідження в галузі полійодидів. Йодні розчини електрохемічно були найменше досліджені в електрохемії неводних розчинів, порівнюючи з бромними і хлорними розчинами. До наших досліджень у літературі були відомі лише дві роботи: 1) Льюіса і Уілера (1906) про електропровідність калій-йодиду в розтопленому йоді і 2) Хевеші (1921) про електропровідність ртутьII-йодиду в розтопленому йоді.

Сам же розтоплений йод (температура топлення 113,5°C) як розчинник за своїми електрохемічними властивостями є дуже цікавий об'єкт дослідження для електрохемії неводних розчинів. У твердому стані він має електропровідність порядку 10^{-7} і проявляє властивості електролітичного провідника (позитивний температурний коефіцієнт електропровідності), а в розтопленому стані електропровідність його досягає порядку 10^{-5} (стрибок електропровідності при температурі топлення) і зменшується з температурою як у металічних провідниках.

Взагалі, природа електропровідності йоду, і в твердому, і в розтопленому стані, ще не з'ясована. Гаслінгер (1907), М. А. Рабінович (1926) та інші, що досліджували електропровідність йоду в твердому та розтопленому стані, приймають у цілому для нього електропровідність електролітичної природи. Ми тепер провадимо дослідження над виясненням природи електропровідності йоду в твердому стані.

До наших дослідів природа електропровідності розчинів йодидів у розтопленому йоді була також незʼясована. З'ясувати це питання ми змогли тільки після того, як було одержано більше нових експериментальних даних і враховано літературні дані по згаданих вище трьох напрямах дослідження йодних розчинів. Ці літературні дані досі не були між собою пов'язані, а це значно утруднювало можливість зробити певні висновки про природу електропровідності йодних розчинів.

Як виявилось після наших досліджень, електропровідність йодидів у розтопленому йоді зв'язана з величиною їх молекулярної ваги в йоді. Ті йодиди, які в розтопленому йоді мають молекулярну вагу більшу за свою теоретичну, тобто молекули їх асоційовані (літій-, натрій-, калій-, рубідій-, алюміній-, таліїI- і фосфорIII- йодид) проводять електричний струм у розтопленому йоді далеко краще (електропровідність для літій-, калій-, рубідій- і таліїIII-йодиду досягає навіть порядку 10^{-1}), ніж йодиди, молекули яких перебувають у йоді в мономерному стані (ртутьII-, оловоIV-, стабійV- йодид та йодоформ; останні в розтопленому йоді майже не проводять електричного струму).

Величину молекулярної ваги зазначених йодидів у йоді (дані про таліїI- і фосфорIII-йодид — наші) кріоскопічним методом дослідили Тімермано (1906), Бекман (1912), Оліварі (1909, 1910, 1913) та інші.

Надзвичайно характерним для йодних розчинів є зміна знаку температурного коефіцієнта питомої електропровідності, який для літій-, калій- і рубідій-йодиду з негативного при малих концентраціях цих йодидів переходить у позитивний при більших; навпаки, іде зміна знаку температурного кеефіцієнта для алюміній-йодиду, а для натрій- і фосфорIII-йодиду він для всіх концентрацій негативний.

На підставі встановленого нами зв'язку між величиною молекулярної ваги йодидів у йоді і їх електропровідністю в розтопленому йоді виходить, що електропровідність ця обумовлена електролітичною дисоціацією комплексних сполук — асоційованих молекул йодидів, наприклад, за однією з нижчеподаних найпростіших схем:

$$(MeI\cdot)_n \rightleftarrows Me_{\,n}I^{\cdot +}_{n-m} + {}_mI^{\cdot -},$$

або

$$(MeI\cdot)_n \rightleftarrows Me_{n-n}I^{\cdot -}_n + {}_mMe^{+}$$

Таким чином, електропровідність обумовлена не дисоціацією полійодидів (за існування останніх у системах йод-йодид висловлювались багато дослідників), бо взагалі утворення полійодидів у цих системах не доведене. Я. А. Фіалков і Г. О. Кузьменко (1935) на основі термічного аналізу довели, що в системах йод-йодид літій, калій, рубідій і талій полійодидів не утворюють. Інші дослідники довели,

що полійодидів в аналогічних системах не утворюють також такі елементи, як мідь, кальцій, ртуть, олово, фосфор, арсен, стибій, бісмут, селен і телур.

Ми провели також дослідження потенціалу розкладу деяких йодидів (літій-, рубідій-, ртутьII-алюміній-, оловоIV- і стібійV-йодид) у розтопленому йоді. Ці дослідження показали, що для всіх перелічених йодидів здійснюється закон Ома, що треба пояснити деполяризуючим впливом розтопленого йоду на продукти електролізу.

Ми тепер поставили роботу по визначенню чисел переносу йодиду в розтопленому йоді, щоб перевірити вищезазначену схему дисоціації.

Електрохемічні дослідження йодних розчинів, поруч з іншими дослідженнями неводних розчинів, збагачують новими даними теорію розчинів, яка, в свою чергу, потрібна для практики нашої соціалістичної батьківщини.

В. А. Олександрович
Ст. наук. співр. Ін-ту фіз. хемії ім. акад. Пісаржевського

ЗДОБУВАННЯ „ВАЖКОЇ ВОДИ“

З часу відкриття в 1932 р. ізотопу водню з масою атома було випробувано кілька способів здобування цього ізотопу в більш-менш значних кількостях.

Промислово рентабельним, проте, і досі лишається спосіб електролітичного розкладу води і збагачення лишку „важкою водою“.

Лабораторія фізичної хемії Дніпропетровського хеміко-технологічного інституту з ініціативи проф. А. І. Бродського та під його керівництвом розробила методи здобування „важкої води“, які можуть бути промислово застосовані.

Електрозізові піддається розчин калійного лугу (в електролізерах, сконструйованих лабораторією фізичної хемії спеціально для цієї мети) до зменшення об'єму в 10—15 разів. Після того розчин піддається нейтралізації, перегонці, знову підлуговується та йде на електроліз.

В результаті 6—7 стадій електролізу в лишку виходить майже чиста „важка вода“.

М. Ф. Гулий
Наук. співр. Біохем. ін-ту

ВПЛИВ КИСЛОГО І ЛУЖНОГО КОРМУ НА ОКСИДАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В МУСКУЛАХ ПРИ РОБОТІ ТА ТРЕНІРОВЦІ

М. Ф. Гулий
Нар. 1905 р., член ЛКСМУ

Дослідженнями оксидаційних процесів при втомній роботі та тренірівці в організмі тварин, опрацьованими у Біохемічному інституті АН УСРР, встановлено, що втомна робота і тренірівка викликають глибокі зміни в цих процесах.

При втомній роботі оксидаційні процеси в мускулах, порівнюючи з контрольними, набагато знижуються, тоді як при тренірівці вони відбуваються з далеко більшою інтенсивністю, про що свідчать дослідження акад. О. В. Палладіна, С. Е. Боржковського і Л. Палладіної (1), Л. І. Палладіної (2), акад. О. В. Палладіна і О. Я. Рашби (3), акад. О. В. Палладіна і О. М. Кашпура (4) та Р. В. Чаговця (5).

Дослідження інших дослідників щодо втомної роботи, напр. Возерської-Ніколаєвої (6) та Masturzo, Aldo (7) говорять те саме.

Разом з тим акад. О. В. Палладін і Д. Фердман (8) по кількості окисленого (з введеного кроликам під шкіру) фенолу, за кислого і лужного корму, встановили, що кислий корм в організмі створює кращі умови для оксидаційних процесів ніж лужний корм.

У зв'язку з цим далі постало питання, чи не можна, добираючи відповідним чином кормові раціони, з тим або іншим вмістом кислот чи лугів у них, тим самим впливати на зміни оксидаційних процесів в мускулах при роботі тварин.

Такі дослідження мають особливе значення хочби вже тому, що питання впливу відповідним добором харчових раціонів на оксидаційні процеси в мускулах, які лежать в основі фізичної роботи, має вже не лише теоретичний, але і практичний інтерес, бо тісно пов'язується з питанням працездатності мускулів.

З цією метою ми, за пропозицією акад. О. В. Палладіна, і провели цю роботу, яка складається з трьох серій досліджень, — досліджень впливу кислого і лужного

корму на оксидаційні процеси: а) при втомній роботі, б) при втомній роботі на фоні попередньої тренировки і в) при тренировці мускулів.

Дослідження провадили на кроликах, яких завжди спочатку протягом 10 днів і більше витримували в однакових умовах і лише тоді використовували для досліду.

Кормовий раціон для них складався з вівса, сіна та кормового буряку і за своєю поживністю для всіх тварин був однаковий.

Тваринам, які мали одержувати кислий корм, у додаток до цього раціону давали певну кількість суміші кислот, а тим, які мали одержувати лужний корм, — певну кількість суміші лужних солей.

Додатки ці, виходячи з мінерального складу корму, вирахувані таким чином, щоб одні тварини одержували корм з певною перевагою кислот, а інші — з еквівалентною кількістю лугів.

На такому кислому чи лужному раціоні всі дослідні тварини перебували протягом 20 днів. Напували тварин дестильованою водою.

Тренування тварини провадилось протягом 15 днів, починаючи з 5-го дня перебування їх на дослідному раціоні. Тренували двічі на день по 20 хвилин щоразу, з п'ятихвилинною паузою після перших 10 хвилин.

Тренування полягало в подразненні m. biceps femoris електричним струмом від індукційної катушки, з темпами 40—50 скорочень на хвилину. Закінчивши тренування, тваринам давали добовий відпочинок і після того забивали їх для досліджень. Втомлювання, як тренованих, так і нетренованих тварин провадили теж електричним струмом, шляхом одноразового подразнення протягом 30 хвилин без перерви. Втомлених тварин забивали зараз же після втомлювання.

Для досліджень завжди брали, як уже зазначено вище, m. biceps femoris, а контролем був той же мускул другої кінцівки.

Щоб запобігти корчів при забої, які можуть викликати в досліджуваних мускулах зміни, тварин забивали, перерубуючи їм спину.

В зв'язку з тим, що оксидаційні процеси в тканинах самців і самок протікають неоднаково (у самців більш інтенсивно ніж у самок), на що вказують, на основі своїх досліджень, Kogiyama, Sakae (9—10), для досліджень використовувались лише самці, вагою від 2 до 3,5 *кг*.

Після забою тварин яко мога швидше вирізували мускули, клали їх на годинникові стекла, які стояли на льоду, і підготовляли для досліджень.

Дослідження провадились за методом Тунберга, вдосконаленому Ahlgren-ом (11).

Розчин метиленової синьки брали протягом всього часу досліджень 1:5000; як буфер використовували суміш децимолярних розчинів первинного і вторинного фосфатів калію. Редукцію метиленової синьки провадили при постійній температурі огрівника 38°. Наважка мускулів дорівнювала 200 *мг*.

Наслідки всіх трьох серій проведених досліджень коротко подано в таблиці. Тут маємо найменші, найбільші і середні числа, які виражають час знебарвлення метиленової синьки дослідними мускулами в процентах до часу

знебарвлення метиленової синьки мускулами контрольними всіх трьох серій досліджень: при втомній роботі, при треніровці та при втомній роботі на фоні попередньої треніровки.

Групи кролів	Втомна робота			Треніровка			Втомна робота на фоні попередньої треніровки		
	Числа (в %%)			Числа (в %%)			Числа (в %%)		
	Найменші	Найбільші	Середні	Найменші	Найбільші	Середні	Найменші	Найбільші	Середні
Кисла	125,50	220,00	179,11	40,16	53,16	47,15	49,01	152,00	99,87
Лужна . . .	153,53	225,74	187,39	42,43	93,15	95,71	71,42	163,39	115,34

В кожній серії досліджували 7—9 тварин. Час знебарвлення метиленової синьки контрольними мускулами тут взято скрізь за 100 і тому в таблиці не показано. Середні числа є середні не між найбільшим і найменшим числами, а між числами всієї групи даної серії кроликів.

Уже з цієї короткої таблички видно, що час знебарвлення метиленової синьки мускулами обох груп кроликів у всіх серіях має чималі індивідуальні коливання. Ці індивідуальні коливання, звичайно, набагато утруднюють порівняння даних обох груп. Та проте, розглядаючи кожну серію досліджень окремо, ми бачимо істотну різницю між дослідними і контрольними мускулами і між мускулами обох груп кроликів.

Так, при втомній роботі в наших дослідженнях скрізь знебарвлення втомленими мускулами приблизно в два рази довше від часу знебарвлення синьки контрольними мускулами (час знебарвлення яких прийнято за 100), що цілком збігається з даними попередніх досліджень інституту і вказує на те, що втомна робота погіршує оксидаційні процеси.

З другого боку, з таблиці видно, що найнижчі і найвищі числа (що, як ми вже зазначили, виражають у процентах до контрольних мускулів час знебарвлення дослідними мускулами метиленової синьки) у лужної групи при втомі більші від тих же чисел у кислої групи: 153,53% і 225,74,% проти 125,50% і 220,00%.

Те саме і щодо середніх чисел. Вони змінені в тому ж напрямі, що і найвищі та найнижчі числа: 187,39% у лужної групи і 179,11%— у кислої.

Ці числа показують, що час знебарвлення метиленової синьки втомленими мускулами у лужної групи кроликів довший ніж у кислої групи, тобто що за кислого корму оксидаційні процеси в мускулах при втомі відбуваються краще ніж за лужного.

Ту саму картину щодо часу знебарвлення метиленової синьки спостерігаємо і в тренованих мускулах обох груп кроликів. Знову таки бачимо велику різницю між тренованими і нетренованими мускулами. Треновані мускули обох груп приблизно в 2 рази скоріше знебарвлюють метиленову синьку ніж нетреновані мускули, чого

і треба було сподіватися за попередніми дослідженнями інституту.

Але, знову таки, найнижчі і найвищі числа (що виражають час знебарвлення синьки тренованими мускулами у процентах до часу знебарвлення нетренованими контрольними мускулами) лужної групи кроликів (42,43% і 93,15%) більші від відповідних чисел (40,16% і 53,16%) кислої групи. Те саме і щодо середніх чисел — 59,71% у лужної групи і 47,51% у кислої групи.

Отож бачимо, що час знебарвлення метиленової синьки тренованими мускулами у кролів кислої групи менший ніж у кролів лужної групи, що знову вказує на більшу інтенсивність оксидаційних процесів за кислого корму, тільки тут різниця ще більше виявлена ніж при втомі.

Такі ж наслідки спостерігаємо щодо часу знебарвлення синьки мускулами, розглядаючи результати, одержані і в кроликів III серії при дослідженні втомлених попередньо тренованих мускулів. Тут також бачимо, що найнижче, найвище і середнє числа швидкості редукції синьки втомленими, попередньо тренованими мускулами у процентах до швидкості редукції контрольними мускулами у лужної групи вищі ніж у кислої: 71,42 — 163,39% і 115,34% у лужної групи проти 49,01—152,00% і 99,87% у кислої.

Таким чином у всіх трьох серіях досліджень вплив реакції корму на зміни оксидаційних процесів в мускулах виявлявся цілком однаково. Скрізь, як при втомній роботі, так і при треніровці, і при втомній роботі на фоні попередньої треніровки, редукція синьки мускулами відбувалась краще за кислого корму ніж за лужного.

В зв'язку з цим слід пригадати дослідження акад. О. В. Палладіна та Л. І. Палладіної (2), в яких вони показали, що за лужного корму при втомній роботі ввесь введений під шкіру фенол виділювався у кроликів з сечею, тоді як за кислого корму при однаковій роботі його оксидувалось в організмі до 30%.

Отже, дані цих досліджень по виявленню впливу реакції корму на оксидаційні процеси, проведені на цілому організмі за методом оксидації фенолу, цілком збігаються з даними наших досліджень, проведених на мускулах за методом Тунберга.

Все це дає нам цілковите право на основі проведених усіх трьох серій досліджень зробити висновок, що при кислому і лужному кормі втомна робота і треніровка спричиняють не однакові зміни оксидоредукційних процесів у мускулах.

Список використаної літератури

1. Акад. О. В. Палладін, С. С. Боржковський і Л. Палладіна — „Укр. біохем. журн.", т. VII, № 1, 1934 р.

2. Л. І. Палладіна — „Укр. біохем. журн.", т. VII, № 1, 1934 р.

3. Акад. О. В. Палладін і О. Я. Рашба — „Укр. біохем. журн.", т. VII, № 2, 1935 р.

4. Акад. О. В. Палладін і О. М. Кашпур — „Укр. біохем. журн.", т. VII, № 3 — 4, 1935 р.

5. Р. В. Чаговець — „Укр. біохем. журн.", т. VII, № 3 — 4, 1935 р.

6. Возерская-Николаева — Журн. эксперим.. медиц.", т. 1, тетр. 3, 1928 р.

7. Masturzo, Aldo — „Rona-Berichte", B. 42, S. 650, 1928.

8. Акад. О. В. Палладін і Д. Фердман — „Наукові записки Укр. біохем. інституту", т. I, 1926 р.

9. Kogiyama, Sacae — „J. of Biochem.", V, 16, 99 — 104, 1932.

10. Kogiyama, Sakae — „Bona-Berichte.", B. 73, H. 1—2, S. 48, 1933.

11. Ahlgren, Gunnar — „Skand. Arch. f. Physiol." Supl. zum B. 47, 1925.

12. Акад. О. В. Палладін і Л. І. Палладіна — „Укр. біохем. журн.", т. VII, № 1, 1934 р.

М. Ф. Мережинський
Аспірант Біохем. ін-ту

ВПЛИВ ВТОМНОЇ РОБОТИ НА ОКСИДАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В МУСКУЛАХ АВІТАМІНОЗНИХ ТВАРИН

М. Ф. Мережинський
Нар. 1906 р., кандидат КП(б)У, член ЛКСМУ

Дослідження академіка О. В. Палладіна і його школи, зроблені в Біохемічному інституті Академії Наук УСРР, над впливом втомної роботи на вміст оксидованого і редукованого глютатіону і каталази в мускулах — на оксидо-редукційний потенціал з цілковитою ясністю довели, що втомна робота порушує нормальний перебіг оксидаційних процесів і що ці порушення бувають не однакові при різних (щодо реакції) кормових раціонах.

Різні наслідки бувають також у попередньо тренованих мускулах порівняно з нетренованими мускулами.

Оскільки різні умови можуть впливати на ступінь порушень оксидаційних процесів, що їх спричиняє втомна робота (а тим самим і на явища втоми), варто дослідити, як саме впливає робота на оксидаційні процеси в мускулах тварин, у кормах яких бракує вітамінів. Тому ми і проробили дослідження на тваринах при B_1 і C авітамінозах, наслідки яких і подаємо далі.

Такі дослідження цікаво зробити тим більше, що в численних роботах (О.В. Палладіна, Коляццо, Біккеля, Черкеса та ін.) встановлено наявність глибоких порушень процесів обміну речовин при різних авітамінозах, зокрема наявність порушень оксидаційних процесів: про це говорять, наприклад, дослідження Гесса, який знайшов, що тканини авітамінозних тварин повільніше редукують *m*-динітробензол, або дослідження Альгрена з поліневритними голубами, проведеними за методом Тунберга, або дослідження О. Палладіна і Утевського, які встановили значне зниження утворення ацетатного альдегіду мускулами поліневритних

голубів порівняно з мускулами здорових голубів.

В наших дослідах оксидаційні процеси в мускулах авітамінозних тварин ми вивчали за методом Тунберга, тобто вивчали здатність мускулів редукувати метиленову синьку. Дослідними тваринами були голуби та морські свинки.

На голубах ми вивчали вплив B_1 авітамінозу, для чого частину голубів годували харчовим раціоном, позбавленим вітаміну B_1.

Морські свинки були поділені також на дві групи. Одна одержувала звичайні раціони, в яких були всі вітаміни, а друга—раціони, в яких вітамін С був відсутній.

Для дослідження брали мускули двох кінцівок, при чому одна кінцівка була контрольна, а мускули другої кінцівки втомлювали шляхом подразнення індукційним током від катушки Дюбуа-Раймонда протягом 30 хв., що є загальноприйнятим методом у Біохемічному інституті Академії Наук УСРР.

Після втомлювання тварин відразу забивали, відпрепаровували однозначні мускули обох кінцівок (контрольні і втомлені) і досліджували оксидо-редукційні процеси за методом Тунберга.

Дослідження з авітамінозом B_1.

В першій серії наших досліджень ми насамперед встановили можливість користуватись лівою ногою голуба, як контролем для правої. Дослідження показали, що оксидаційні процеси в правій і лівій ніжці перебігають паралельно. Мускули лівої ноги в середньому знебарвлювали метиленову синьку за 15 хв., а правої—за 14,1 хв.

Після цього ми провели дослідження оксидаційних процесів у авітамінозних голубів, яких забивали, коли в них були всі ознаки авітамінозу B_1 (опистотонус, порушення функції шлунково-кишкового тракту та ін.).

Мускульна тканина лівої ноги таких тварин знебарвлювала метиленову синьку в середньому за 38,7 хв., а правої — за 39,2 хв. Ми, таким чином, спостерігаємо значне гальмування оксидаційних процесів під час авітамінозу (норма = 15 і 14,1 хв.).

В дальшій серії спостерігали вплив втоми на швидкість оксидо-редукційних процесів у голубів, які одержували нормальний харч, де був вітамін B_1.

Мускули лівої (контрольної) ноги знебарвлювали метиленову синьку за 15,6 хв., а правої (втомленої) — за 23 хв. Різниця в часі знебарвлення дорівнює 7,4 хв. Отже, ми мали значне гальмування оксидаційних процесів після втомної роботи.

Дальша серія досліджень проведена на авітамінозних голубах, яких втомлювали так, як і в попередній серії. Контрольна ніжка знебарвлювала метиленову синьку в середньому за 38,2 хв., а втомлена — за 53,6 хв.

Отже різниця в цій серії між втомленими і невтомленими мускулами дорівнює вже 15,4 хв. проти 7,4 хв., яка була в серії досліджень мускулів, що одержували повноцінний харч.

Таким чином, втомна робота однакової інтенсивності спричиняє неоднакові порушення оксидо-редукційних процесів у нормальних голубів і в голубів, хворих на В авітаміноз. При В авітамінозі

робота більше порушує оксидаційні процеси, а тому можна думати, що авітамінозні голуби перебувають у гірших умовах щодо можливості проведення втомної роботи.

Дослідження з авітамінозом С.

У першій групі морских свинок, яка одержувала харч з вітаміном С, ми встановили, що час знебарвлення метиленової синьки мускулами контрольної ніжки дорівнював 8,8 хв., а мускулами втомленої ніжки — 12,4 хв. Різниця в швидкості редукції тут дорівнює 3,4 хв. Це стверджує ще раз гальмування оксидаційних процесів після втомної роботи. Дальша група морських свинок одержувала харч без вітаміну С, і для дослідів брали тварин тоді, коли в них були якісь ознаки скорбуту. Втомна робота тривала 30 хв.

У цій серії дослідів ми знайшли, що контрольна ніжка знебарвлювала метиленову синьку за 10,8 хв., а втомлена — за 15,8 хв. Різниця в середньому дорівнювала 5 хв.

Отже і в тому випадку, коли в харчовому раціоні бракує вітаміну С, це не залишається без впливу на зміни в оксидо-редукційних процесах у мускулах, які спричиняє втомна робота.

У тварин, що були в стані С авітамінозу, втомна робота спричиняла більшу затримку редукції метиленової синьки, ніж у тварин на нормальному харчі, інакше кажучи, спричиняла більші порушення оксидо-редукційних процесів.

Наслідки наших досліджень кажуть про те, що зміни в процесах обміну речовин, що їх спричиняє втомна робота, залежать не тільки від інтенсивності втомної роботи, але й від деяких інших причин. Це вказує на потребу враховувати всі ці причини при фізичній праці, бо в залежності від умов, в яких перебуває тваринний організм, робота однакової інтенсивності може спричиняти різні порушення процесів обміну речовин, тобто не однакові явища втоми.

Водночас подані вище наслідки ще раз ставлять питання про те, що відповідним добором харчових раціонів можна впливати на втому тваринного організму, який виконує фізичну роботу.

О. Я. Рашба
Асист. Біохем. ін-ту

КРЕАТИН У МОЗКУ ПІД ЧАС ОНТОГЕНЕТИЧНОГО РОЗВИТКУ ХРЕБЕТНИХ ТВАРИН

О. Я. Рашба
Нар. 1910 р.

Дослідження О. В. Палладіна і О. Я. Рашба щодо креатину різних відділів мозку тварин, які стоять на різних ступенях філогенетичного розвитку, висунули потребу вивчити зміни його вмісту в мозку під час онтогенетичного розвитку для дальшого з'ясування ролі та обміну креатину в центральній нервовій системі. В цій доповіді і подаються наслідки наших відповідних досліджень, в яких ми вивчали зміни вмісту креатину, всього азоту і води в мозку ембріонів на різних стадіях ембріогенезу і новонароджених тварин.

Ембріохемія мозку покищо вивчена мало, зокрема майже не досліджена ембріохемія креатину мозку, бо роботи Гардінга та Іглса (Harding a. Eagles) і Бекера (Beker) дають лише декілька даних про вміст креатину в мозку ембріонів, не висвітлюючи будьякою мірою динаміки його обміну під час ембріогенезу.

Ми дослідили вміст креатину, всього азоту і води у ембріонів кроликів, морських свинок, корів і курей.

Ембріони корів ми одержували в М'ясокомбінаті і визначали їх вік за довжиною від тім'ячка до кореня хвоста. Мозок виймали, звільняли від оболонок і окремо досліджували півкулі, стовбур мозку (довгастий мозок, Варолієв міст і Corpora quadrigemina) і мозочок.

У ембріонів кроликів вік визначали за вагою ембріонів; на раніших стадіях (15—20 день) для досліду брали мозок усіх ембріонів разом, на пізніших — мозок кожного ембріона окремо. В ембріонів морських свинок вік ембріонів визначали за вагою ембріонів за таблицями Ібсена (Ibsen), у курячих — за часом інкубації, яка провадилась у лабораторному термостаті при 38,5—39°C.

Мозок ембріонів виймали, звільняли поможливості від оболонок і для досліду матеріал розтирали в агатових ступках, звідки й брали наважки.

Креатин визначали за мікрометодом акад. О. В. Палладіна, весь азот — за методом Фолін — Гулика, суху речовину — доведенням до постійної ваги наважки мозку.

Всього було досліджено 77 ембріонів кроликів, 45 новонароджених крольчат, 24 ембріони морських свинок і 3 новонароджені морські свинки, 15 ембріонів корів і 36 ембріонів курей.

Наслідки досліджень мозку ембріонів кроликів показали (рис. 1), що в порівненні до дорослих нормальних кроликів, самок і самців, кількість креатину, всього азоту і води у ембріонів вища, особливо на ранніх стадіях. Те саме можна сказати і про ембріонів морських свинок, але в них ця залежність менш чітко виявлена.

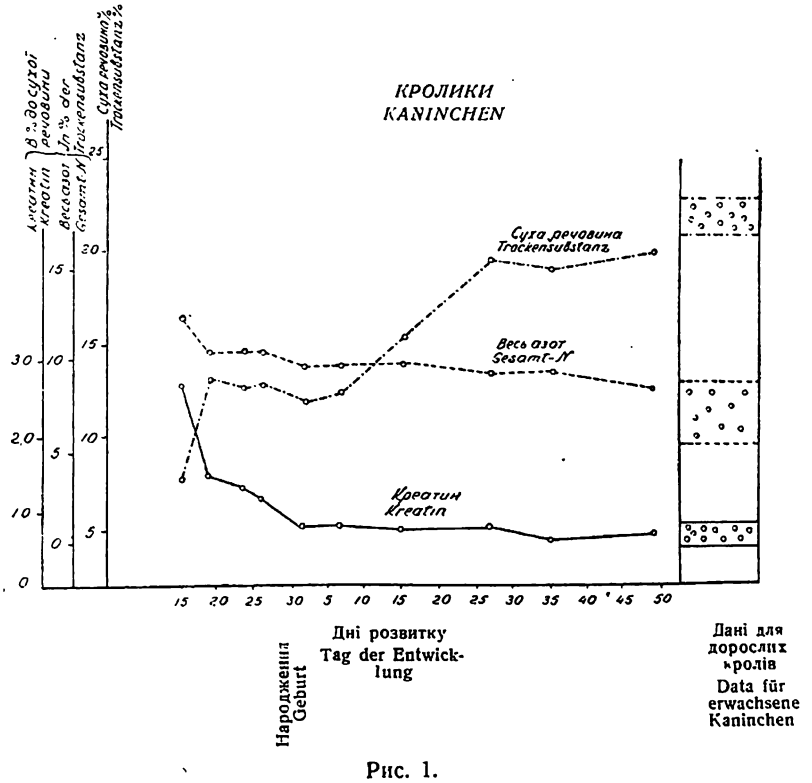


Рис. 1.

Тут треба підкреслити два моменти: 1) у ембріонів одної матері індивідуальні відміни дуже незначні, а після народження — значно більші і майже такі, як у дорослих кроликів, 2) восени у кроликів (як ембріонів, так і дорослих) вміст креатину в мозку вищий, ніж на весні. Отже, обмін речовин у мозку тварин, на що вже вказували О. Палладін і М. Гулий, перебігає неоднаково в різні місяці року; цікаво, що це стосується не тільки мозку дорослих, але, як показали наші досліди, — навіть ембріонів.

Вивчивши в такий спосіб загальний напрям ембріохемічної динаміки цих сполук на цілих мозках ембріонів кроликів і морських свинок, ми дослідили також різні відділи мозку ембріонів корів. При цьому, всупереч даним ряду старих дослідників, як Неймайстер (Neumeister), Шлоссбергер (Schlossberger), заперечень яких ми не знайшли в новішій літературі, про

те, що в мозку ембріонів до мієлінізації (тобто до останніх стадій розвитку) нема різниці в хемічному складі різних відділів мозку, ми виявили, що різні відділи мозку відмінні один від одного по хемічному складу вже з третього місяця розвитку (рис. 2). Так, сухої речовини було найбільше в стовбурі мозку, креатину — в мозочку (що так характерно для мозку дорослих тварин); всього азоту майже в усіх випадках було найменше у стовбурі мозку.

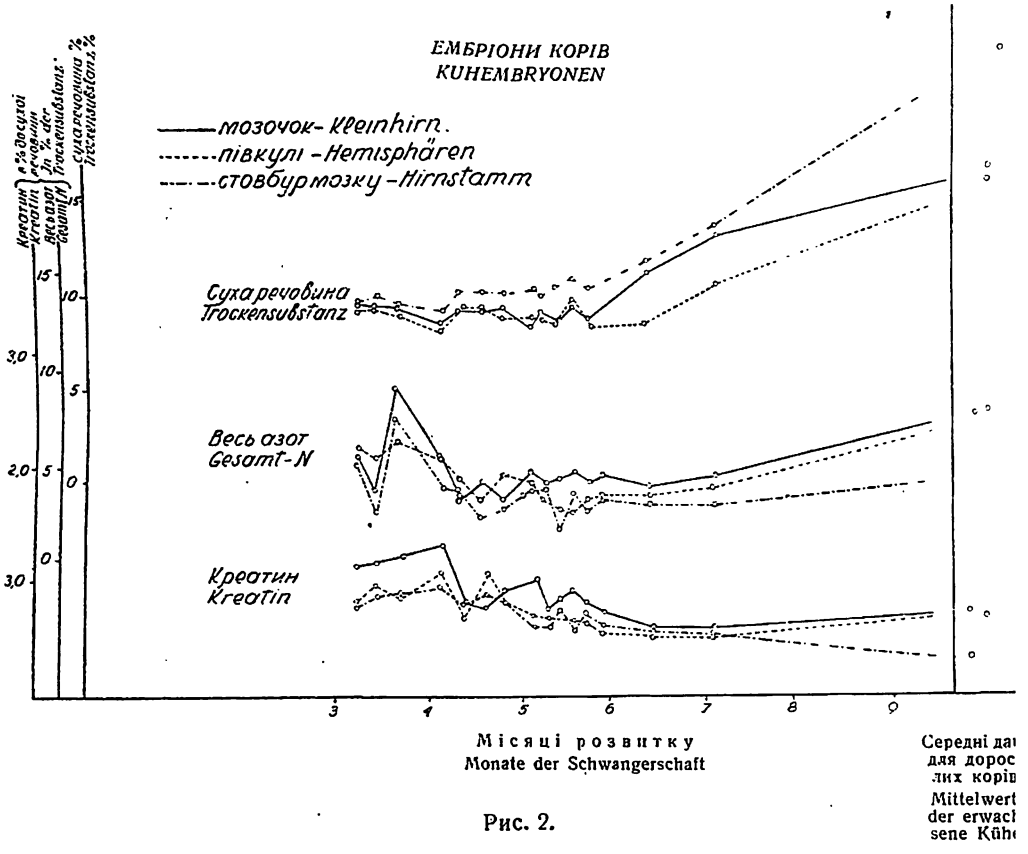


Рис. 2.

У всіх досліджених тварин кількість креатину в мозку змінюється паралельно змінам вмісту всього азоту.

Суха речовина в мозку ембріонів всіх досліджених тварин під час розвитку потроху зростає, проте не досягає характерної для дорослих кількості навіть тоді, коли креатин і весь азот уже дійшли цього рівня.

Щодо зменшення кількості всього азоту, то це явище було відоме давно і його пояснювали тим, що приріст білків у мозку через швидкий розвиток білої речовини мозку не встигає за приростом ліпоїдів; щодо сірої речовини, то в ній процент білку ніби не змінюється (Капланський). Проте, з рис. 2 ми бачимо, що це не так, бо найменше азоту майже у всіх випадках у стовбурі мозку, більшу частину якого в ембріонів складають осеві циліндри провідних нервових шляхів, оскільки білої речовини в цей час ще немає. Отже, очевидно, є різниця в хемічному складі не лише

між білою речовиною (м'якотні оболонки осевих циліндрів + циліндри) і сірою речовиною (нервові клітини, невроглія), а також і між клітинами та їх паростками (осевими циліндрами). Можливо, що якраз у мозках ембріонів є можливість виявити цю різницю в хемічному складі клітин і їх паростків, бо в дорослих тварин, де осеві циліндри вкриті м'якотними оболонками, відокремити циліндри з метою хемічного дослідження нашими методами неможливо. Беручи на увагу, що інші автори (Шкарин) знайшли в мозку ембріонів протягом розвитку зростання білків, можна думати, що одержане нами зменшення вмісту азоту йде за рахунок азоту небілкових речовин, яких у ембріонів багато і зменшення яких може замасковувати невелике зростання білків.

Щодо ембріонів курей, у яких розвиток іде за іншим типом, ніж середутробний розвиток ссавців, то в них ми не знайшли такого виразного зменшення кількості креатину і всього азоту протягом розвитку, як у інших досліджених тварин (рис. 3).

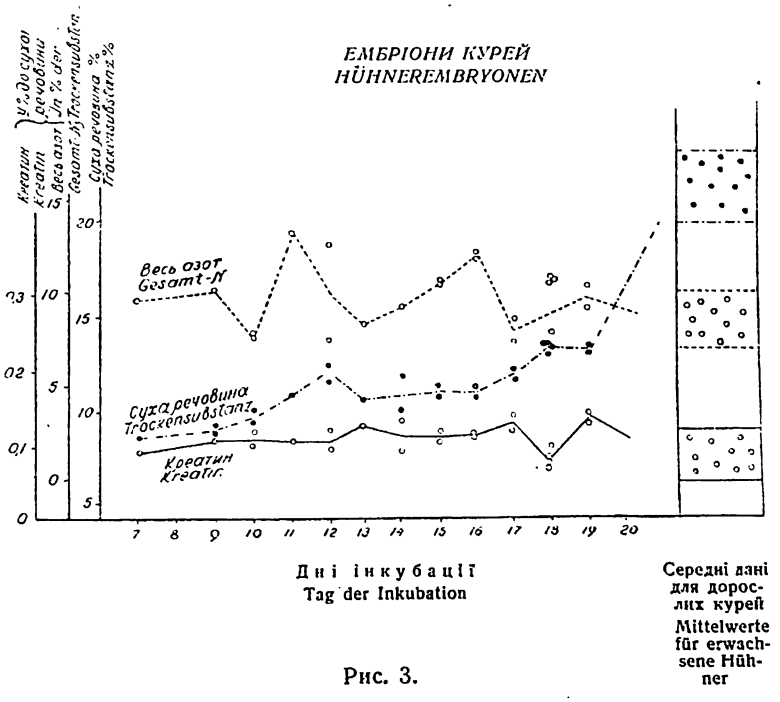


Рис. 3.

Проте, як видно з рисунка, і в курей кількість креатину і всього азоту в мозку ембріонів вища, ніж у мозку дорослих тварин.

Весь азот у мозку ембріонів дає дуже різкі коливання, особливо на 11 — 12 день, коли ембріон за дослідами Нідгема (I. Needham) переходить з головним чином вуглеводанового обміну на переважно білковий обмін. Крім того, 11-й день для ембріона курчати є критичним днем, який, за Нідгемом, є початком спеціального розвитку (з'являються гормони тощо).

Оскільки мозок ембріона курчати на 5-й день розвитку становить 30% ваги тіла, на 8-й день — 14%

і на 12-й день — 6,3% (в той час як у дорослої курки він складає лише 0,2%), то треба думати, що він займає важливе місце в процесах обміну і всі зміни останнього повинні бути на мозку чітко помітні. Цікаво, що як 13-й день є день максимального виділення залишкового азоту ембріоном, так і креатин дає в мозку найвищу цифру саме на цей день.

На 18 — 19 день розвитку ембріона курчати кількість креатину і всього азоту досягає рівня, характерного для дорослих тварин.

Отже під час онтогенетичного розвитку досліджених хребетних тварин кількість креатину в мозку вища ніж у дорослих тварин, і протягом ембріогенезу знижується, досягаючи кінець-кінцем рівня, характерного для дорослих. Оскільки в роботах О. В. Палладіна і О. Я. Рашби [1] у філогенетичному ряді теж було виявлено нахил креатину мозку до зниження, ці дані дають підставу застосувати до цієї речовини теорію рекапітуляції; чи має тут місце лише палінгенез, чи ценогенез, — покажуть дальші дослідження.

Р. В. Чаговець

Наук. співр. Біохем. ін-ту

ДО ПРИРОДИ ЗМІН ОКСИРЕДУКЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ МУСКУЛЬНОЇ ТКАНИНИ ПІД ВПЛИВОМ ВТОМНОЇ РОБОТИ ТА ТРЕНУВАННЯ

Р. В. Чаговець
Нар. 1904 р.

Відомо, що і втомна робота, і тренування викликають зміни перебігу оксидо-редукції в мускульній тканині. Masturzo, за методом Lipschitz-a, і О. В. Палладін з О. М. Кашпуром, досліджуючи, за методом Thunberg-a, мускульну тканину, показали, що в наслідок втомної роботи в ній пригнічуються оксидаційні перетворення. Крім того, в останній роботі було виявлено, що мускульна тканина, яка зазнавала тренування, набувала властивості швидше, ніж контрольна, знебарвлювати метиленову синьку. Л. І. Палладіна, вивчаючи долю фенолу в організмі, виявила, що втомна робота мускулів гальмує його оксидацію, тобто вона відбивається не тільки на оксидаційних властивостях мускулів, а і на перебігу оксидо-редукції в інших органах тварини. Отже доцільно було простежити, чи зазнають змін у наслідок різного функціонування

[1] „Укр. біохемічний журнал", т. VII, № 2, т. VII, № 3 — 4.

мускулів такі оксидаційно-редукційні системи тканини, які можна досліджувати, використовуючи метод визначення оксидаційно-редукційного потенціалу (редокспотенціалу).

Тому, за пропозицією акад. О. В. Палладіна, в 1933 р. проведено першу серію досліджень, які полягали у визначенні редокспотенціалу екстрактів з мускулів, що по-різному функціонували. Досліди проведено на кролях, у яких втому та тренування викликали, подразнюючи певні групи мускулів кроля фарадичним струмом. Вони показали, що цей метод є придатний до виявлення змін перебігу оксидо-редукції, які виникають у мускульній тканині залежно від функціонування.

В дальших серіях досліджень було вдосконалено методику визначення редокспотенціалу. Щоб уточнити умови дослідів, запроваджено спеціальні електродні посудини, які мали в собі два платинові електроди і давали змогу створювати достатньо анаеробні умови (рис. 1).

Встановлено такі закономірності щодо зміни редокспотенціалу мускульних екстрактів: 1) втомна робота зумовлює зсування редокспотенціалу екстрактів у позитивний бік і 2) тренування викликає зміну величини редокспотенціалу мускульного екстракту в негативний бік, якщо порівнювати з контрольними мускулами.

Встановлені закономірності зберігаються незалежно від більшого чи меншого ступеню анаеробності під час визначення редокспотенціалу. Змінюється тільки форма кривих та величина різниці потенціалів, як порівнювати редокспотенціал дослідних та контрольних мускулів.

Під час дослідження виявилось, що тренування однієї групи мускулів впливає на величини редокспотенціалу симетричних мускулів. Отже, постає важливе питання про можливий вплив тренування однієї групи мускулів на оксидо-редукцію в інших мускулах, які не зазнають тренування.

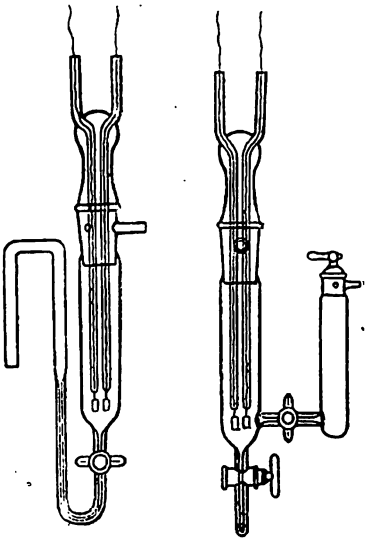


Рис. 1. Рис. 2.

До того було досліджено зміни *p*H екстрактів під час вимірювання редокспотенціалу.

Для цього було сконструйовано спеціальну посудину (рис. 2). Вона складається з електродної посудини, з'єднаної з Thunberg-овою пробіркою. Евакуюючи з останньої повітря, створюємо більший вакуум, як у посудині, де визначають редокспотенціал. Тому, коли відкрити кран, який сполучає обидві половини системи, можна перевести в Thunberg-ову пробірку певну

кількість екстракту, потрібну, щоб визначити *p*H, не порушуючи анаеробності в іншій посудині.

*p*H екстракту протягом тригодинного досліду зсувається в кислий бік і зміни виявляються головно в другу половину досліду. Відбуваються вони звичайно тоді, коли редокспотенціал екстракту набуває певних стабільних величин. Час, з якого починаються зміни *p*H у різних серіях екстрактів, неоднаковий, що можна пояснити тим, що різні мускули, — втомлені, контрольні, треновані, — по-різному забуферовані.

Щоб пояснити природу змін редокспотенціалу, що виникають як наслідок різного функціонування мускулів, можна зробити припущення, що під час мускульної діяльності в тканині йдуть зміни у двох напрямах: 1) змінюється співвідношення між оксидованими та редукованими компонентами редокс-систем і 2) змінюється співвідношення між концентраціями окремих редокс-систем.

Як показали недавні роботи, проведені в Біохемічному інституті АН УСРР, в дійсності можна простежити зміни обох порядків. Так, в дослідах О. В. Палладіна, С. Є. Боржковського і Л. І. Палладіної виявилось, що в наслідок втомної роботи не набагато змінюється загальний вміст глютатіону, проте значно збільшується вміст оксидованого компонента, очевидно, коштом редукованого. Відомо, що через нагромадження оксидованих компонентів редокспотенціал зсувається в позитивний бік, що саме і довелося спостерігати на екстрактах з втомлених мускулів. Робота Є. Т. Сорені свідчить про те, що в складі тренованих мускулів набагато збільшується вміст жовтого дихального ферменту Warburg-Christian-a. Активна група цього ферменту—флавіно-дериват—являє собою справжню аутооксидабельну редокс-систему, яку характеризує дуже негативний редокспотенціал (близько 225 mV). Очевидно, нагромадження компонентів цієї негативної редокс-системи може зсунути редокспотенціал в негативний бік, що спостерігалося в дослідах з екстрактами з тренованих мускулів.

Дуже важливим у проблемі мускульної роботи є питання впливу харчу на перебіг біохемічних процесів у мускулах.

В окремій серії досліджень було виявлено, що падання редокспотенціалу екстрактів з мускулів тварин, які перебували на лужному та кислому раціоні, дуже відмінні. Це виявляється на контрольних мускулах і особливо яскраво на тих, що виконували роботу після тренування. Очевидно, харчовий раціон змінює співвідношення між компонентами, що беруть участь у реакціях оксидо-редукції. Отже, є підстави вважати, що, змінюючи харч, можна міцно впливати на перебіг оксидо-редукції у працюючому мускулі.

Підсумовуючи, слід визначити, що метод визначення редокспотенціалу тканинних екстрактів є цінний засіб, який дає змогу відзначати відносні інтенсивності перебігу оксидо-редукції у тканинах, що по-різному функціонували. Покажчиком слід вважати відмінність кривих падання редокспотенціалу та час, потрібний для його встановлення.

Природа зміни редокспотенціалу мускульних екстрактів у зв'язку з різним фукціонуванням зумовлена змінами співвідношення концентрацій компонентів окремих систем та зміною співвідношення між різними системами. До цього слід додати, що харчування є впливовий фактор, який створює різні умови для перебігу оксидоредукції у тканинах.

Б. І. Балінський
Ст. наук. співр. Ін-ту зоол. та біол.

ІНДУКЦІЯ КІНЦІВКИ

Б. І. Балінський
Нар. 1905 р.

До кінця минулого століття в біології панували два основні погляди на індивідуальний розвиток організмів: преформістичний та епігенетично-віталістичний.

Експериментальні дослідження, проведені під лозунгом нового напряму в ембріології — „механіки розвитку", кінець-кінцем довели можливість новотворення, в основі якого лежать цілком матеріальні причини.

Новотворення в ембріогенезі виступає, між іншим, і в явищі ембріональної індукції додаткових органів у зародків.

Докладно дослідивши відкритий нами випадок індукції — індукцію додаткових кінцівок, ми довели неспецифічність впливу індуктора та можливість заміни одного індуктора іншим.

Специфічність новотворення, як виявилось, зумовлена насамперед властивостями того матеріалу, на який діє індуктор, — вона є вияв внутрішніх можливостей ембріонального матеріалу.

Індукція певного органа можлива тільки в певних межах у просторі і тільки в певний час — саме там і тоді, коли можливість індукції підготовлена властивостями ембріонального матеріалу.

Ембріональний матеріал при індукції виступає в формі певних систем з обмеженою кількістю формотвірних можливостей. Ці системи, змінюючись у часі, дають початок новим системам з новими формотвірними можливостями.

Вивчення формотвірної системи зародка з його підпорядкованими, відносно автономними, формотвірними системами та закономірностей змін цих систем відкриває можливість, вводячи неспецифічні індуктори, довільно здобувати новотворення органів у зародків тварин.

М. І. Драгомиров
Ст. наук. спір. Ін-ту зоол. та біол.

РОЛЬ ІНДУКЦІЇ В РОЗВИТКУ ОКА

М І. Драгомиров
Нар. 1905 р.

Вивчаючи взаємодіяння частин зародка в конкретних його проявах, ми все глибше пізнаємо фактори розвитку організму як єдиного цілого. При цьому відпадають механістичні концепції, які розглядають ембріогенез як мозаїку відокремлених, тільки сумарно об'єднаних процесів, і виключається визнання в будьякому виді нематеріального фактора внутрішньої доцільності, який, на думку віталістів, координує розвиток частин зародка. Більше того, аналіз функціональних зв'язків між закладками і кореляцій у межах суцільних клітинних мас висвітлює основні закономірності розвитку і допомагає нам оволодіти тими шляхами, які ведуть до прогресивного розчленування зародка і одночасно до перетворення його в складнішу морфологічну і функціональну єдність. Щодо цього, то основне значення має, зрозуміло, точне знання закономірностей розвитку різних органів.

Дослідження динаміки органогенезу стосується, поперше, утворення закладки даного органа і, подруге, гістологічного диференціювання, яке приводить до певної організації зачатка і визначає функціональну будову органа. При цьому перше завдання експериментатора — це з'ясувати, в якій мірі з'явлення закладки можна розглядати як наслідок самодиференціювання відповідного зародкового листка і оскільки місце і час її утворення визначаються впливом тої або іншої, раніше відокремленої, частини зародка. Таксамо і в періоді гістологічного розчленування природно припустити певну залежність зачатка від його організованого оточення і необхідно висвітлити характер і значення цієї залежності.

Результати наших робіт по розвитку очного бокала і кришталика показують як тісно переплітаються в розвитку органа внутрішні фактори закладкового матеріалу і вплив суміжних компонентів організму; разом з тим виявляється можливим оцінювати значення специфічних потенцій матеріалу, з одного боку, і роль індукції, з другого.

Очний бокал — це зачаток основної, сприймаючої світло частини ока хребетних тварин. Він розвивається із стінки ембріонального

мозку. Закладка мозку — медулярна пластинка, як відомо, утворюється в ектодермі гаструли під впливом прилеглої до неї криші первісної кишки. Недавно американські дослідники Адельман і Альдермен показали, що саме та ділянка архентерона, яка в нормі підстелює передній відділ медулярної пластинки, безпосередньо сприяє утворенню тут очей. На тій стадії, коли медулярна закладка вже згортається в трубку, а зачатки очей мають вигляд її бічних випинів, кожний з них здатний до дальшого самостійного розвитку і до диференціювання на сітківку і пігментний епітелій. Але це ще не доводить, що тут можливе справжнє самодиференціювання, тобто що співвідношення сил у межах самого зачатка може визначити різну долю його частин. Можна припустити, що індуктор (криша архентерона) вже раніше остаточно детермінував особливості майбутньої сітківки і пігментного листка.

Щоб розв'язати це питання, ми трансплантували в зародків амфібій шматок пігментного листка або кілька клітин презумптивної сітківки з зачатків різного віку. Як той так і той матеріал утворював цілий маленький очний бокал у різних місцях тіла і незалежно від орієнтації щодо суміжних органів. Отже, з'ясувалось, що частини зачатка мають однакові потенціальні властивості, і було доведено, що для типової організації ока і його тканинної диференціації досить внутрішніх факторів закладкового матеріалу.

Друга серія дослідів була поставлена, щоб з'ясувати, чи може сторонній вплив відбиватись на розташуванні гістологічних структур у цьому органі. З цією метою ми трансплантували очний бокал до слухової області голови, орієнтуючи його так, щоб він своєю тильною стороною дотикався до дна слухого лабіринту. Експеримент дав позитивні наслідки. В багатьох випадках у місці контакту з лабіринтовим епітелієм пігментний листок очного бокала перетворювався в сітківку (рис. 1). Оскільки в нормальних умовах у сітківку перетворюється вся та ділянка стінки очного пухиря, яка щільно прилягає до покривного епітелію голови, то тепер здається дуже імовірним, що контакт з епітелієм сприяє розвиткові сітківки і встановленню гетерополярної будови очного бокала.

Кришталик походить з покривної ектодерми голови. Його закладка постає саме там, де очний бокал дотикається до ектодерми. Ряд дослідів, починаючи з досліду, проведеного Шпеманом у 1901 р., загалом стверджують залежність розвитку кришталика. Коли закладку ока вилучити раніше ніж вона дійде контакту з лінзогенним матеріалом, то цей останній здебільшого зовсім не відокремлюється від шкіри або, в кращому випадку, дає рудиментарну закладку кришталика.

Інший результат буде, якщо лінзогенну ділянку трансплантувати на стадії, коли вона хоч виглядом ще не відмінна від решти епітелію, але вже деякий час перебувала в контакті з очним бокалом. Як показали досліди Гарісона і наші, такий трансплантат часто дає справжній кришталик з характерним ядром з прозорих волокон і вкриттям з ясного епітелію. Ми спосте-

рігали розвиток типової організації кришталика навіть у тих випадках, коли трансплантат оточений пухкою мезенхімою і його диференціювання не можна приписати індукції будьяким оформленим органом.

Проте, здатність до автономного розвитку не виключає втручання тих або інших впливів. Приводячи епітеліальний полюс кришталикової закладки (яка зберігає нормальне положення в зіниці) в контакт з невроепітелієм внутрішнього вуха або з нервовим ганглієм, ми збуджували індукцію в кришталику додаткового волокнистого ядра (рис. 2). Це привело до припущення, що в нормі контакт з очним бокалом зумовлює утворення волокон на проксимальному полюсі кришталика і цим сприяє його поляризації. Ми ствердили це, імплантуючи шматок очного зачатка між закладками кришталика і рогівки. Виявилось, що очний бокал, який утворився з трансплантата, прилягаючи своєю зіницевою поверхнею до кришталика, справді може індукувати в ньому волокна.

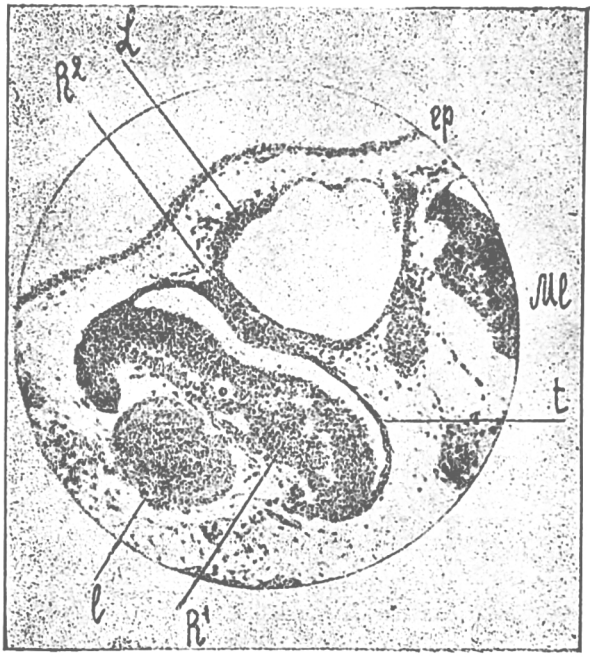


Рис. 1. Поперечний розріз через вушну область оперованого пуголовка. R^1 — сітківка трансплантованого ока: t — пігментний епітелій ока; R^2 — додаткова сітківка, індукована в пігментному епітелії там, де він прилягає до дна слухового пухирця; L—стінка слухового пухирця; l— кришталик; ep — епідерміс; Ml — мозок.

Таким чином, для обох розглянутих тут органогенезів можна вивести деякі загальні закономірності.

При нормальних умовах закладковий матеріал в результаті контакту з певним індуктором (головний відділ архентерона для ока, сітківку

очного бокала для кришталика) набуває здатності до автономного розвитку. Проте, нормальна ситуація зберігає повне значення і для детермінованого зачатка, сприяючи його диференціюванню.

справжні кришталики з волокнистим ядром, незалежно від свого нового розміщення. З іншого боку, за нашими даними, і кришталикове ядро, і сітківку можна індукувати органом, який не має безпо-

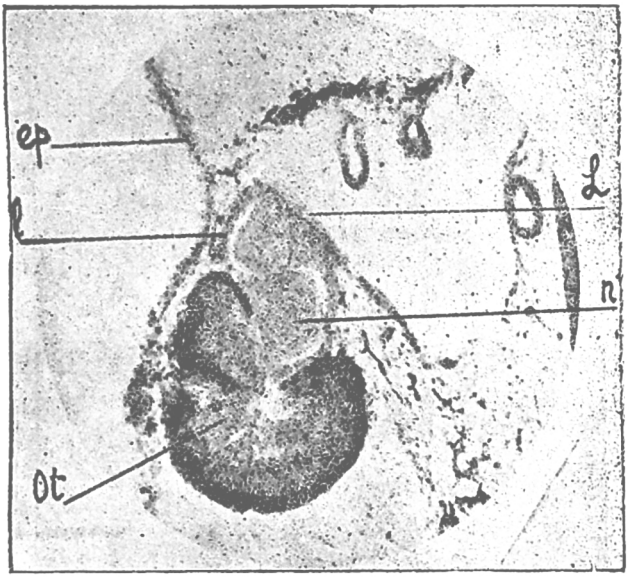


Рис. 2. Фронтальний розріз через головку пуголовка з трансплантованим оком і подвійним кришталиком, який розвився між оком і слуховим лабіринтом. *ep* — епідерміс; *Ot* — трансплантоване око; *l* — епітелій кришталика; *n*¹ — волокнисте ядро кришталика, індуковане сітківкою ока; *L* — стінка лабіринта з прилеглим до неї додатковим ядром.

Дуже істотно, що той самий морфогенез може бути здійснений власними силами матеріалу, або ж може бути реакцією на сторонній вплив. Трансплантуючи фрагмент пігментного листка з очного бокала, ми звичайно одержували маленький очний бокал з сітківкою і пігментним епітелієм, іноді ж навіть чисту сітківку і до того в найрізноманітнішій ситуації трансплантатів. Аналогічний експеримент зробив недавно Ікеда на кришталику, трансплантуючи шматки його епітеліальної стінки. Вони давали середнього відношення до нормального розвитку ока (слуховий лабіринт, нервовий ганглій).

Специфіка гістологічних структур, очевидно, цілком визначається властивостями закладкового матеріалу. Більше того, і типове розташування цих структур, тобто організація закладки, теж може визначатись через внутрішню кореляцію її частин. Щождо індукційного впливу, то він не вимагає органогенної специфіки індуктора. Він активує певну ділянку закладки і спричиняє тут складніший гі-

стогенез. Звичайно, не можна вважати, що індукція зовсім не залежить від особливостей індуктора. Навпаки, наші досліди свідчать, що, наприклад, плоский епітелій лабіринту і пігментний листок очного бокала не мають лінзогенних властивостей; таксамо контакт очного бокала з ганглієм або поверхнею мозку не приводить до перетворення пігментного епітелію в сітківку.

Не тільки додатковий компонент органа, а навіть ціла закладка може бути індукована неспецифічним індуктором. В умовах експерименту ми одержували справжній додатковий кришталик з епітелію під впливом слухового епітелію або ганглію. Новіші спроби індукції вбитими тканинами різного походження, екстрактами, синтетичними речовинами тощо (Гольтфретер, Вемейер, Уодінгтон, Нідгем та ін.) показують, що однаковий орган, напр. додаткову мозкову закладку, можна індукувати різними засобами, а з другого боку, той самий збудник в окремих випадках може викликати утворення то одного, то зовсім іншого органа (в тому числі і очного бокала або кришталика). Звідси видно, що специфіку тої або іншої закладки аж ніяк не можна цілком пояснити якістю індуктора і що потенції до утворення різних органів дифузно поширені в зародковому матеріалі, не обмежуючись нормальним місцем відповідної закладки.

Проте, відомо, що органи, які в нормі функціонують як індуктори, найлегше індукують відповідний витвір і в умовах експерименту. При роботах по регулятивному розвитку фрагментів ока ми спостерігали індукцію кришталика рішуче в усіх випадках, коли зіницева поверхня новоутвореного ока дотикалась до епідермісу. Таксамо в експериментах Шпемана і його учнів передній відділ первісної кишки, який у нормі зумовлює розвиток головного мозку з очами, при трансплантації в інше місце переважно викликає утворення цих саме структур. Навпаки, вживаючи неспецифічний індуктор з метою індукції цілого органа, ми покищо не можемо з певністю передбачати наслідки.

Усе це свідчить, що наші знання про фактори розвитку органів ще недостатні. Але всебічні дослідження в цій галузі з кожним днем наближають нас до того моменту, коли ми зможемо перейти від часткових порушень організації з метою експерименту до контролю всього ембріонального розвитку і до використання закладених у ньому можливостей.

П. О. Ситько

Наук. співр. Ін-ту зоології і біології

РОЛЬ ГЕНОТИПУ В МУТАЦІЙНОМУ ПРОЦЕСІ

П. О. Ситько
Нар. 1906 р.

В сучасній генетиці важливе місце займає проблема факторів мутаційного процесу.

Хоч спадкові зміни організмів — мутації—були відкриті ще в 1899 р. Коржинським і в 1900 р. Де-Фрізом, проте причини та природа їх довгий час лишались невідомі.

Всякі спроби експериментально змінити хід мутаційного процесу не давали позитивних наслідків і тому виникла теорія *автогенезу*, за якою мутації виникають через внутрішні, невідомі причини і не залежать від впливу зовнішнього оточення. Ця теорія, власне, не пояснювала явища, а тільки констатувала факт і демобілізовувала наукову думку в дослідженні цієї проблеми. Ясна річ, така теорія не задовольняла частину генетиків, які експериментальним шляхом хотіли розв'язати це питання.

В 1927 р. американському вченому Меллеру (який тепер працює в Інституті генетики Академії Наук СРСР) вперше вдалось одержати експериментальним шляхом мутації в мушки дрозофіли (Drosophila melanogaster) за допомогою рентгенпроміння.

Незабаром було доведено, що мутаційний процес можна змінити не тільки рентгенопромінням, але й ультрафіолетовим промінням, сублетальною температурою, хемічними речовинами.

Рядом експериментів над різноманітними тваринами і рослинами доведено, що мутаційний процес залежить від зовнішніх факторів.

Але чи можна природу і характер мутаційного процесу пояснити виключно зовнішніми факторами? Безперечно ні! Вже спостереження над природними і штучними мутаціями одних і тих самих організмів, напр. дрозофіли, показує, що експериментально, незалежно від того, чим впливали—*X*-промінням, сублетальною температурою, хемічними речовинами тощо, ми одержуємо в основному ті самі мутації, які знайдені і в природних умовах.

Ці і багато інших фактів, описаних у генетичній літературі, можна пояснити впливом генотипів організмів на мутаційний процес.

Мутації є одна з основних властивостей генотипу і їхня природа

зумовлюється ним. Але генотип не існує ізольовано від оточення, а завжди зв'язаний з ним. Мутаційний процес є наслідок взаємодії зовнішніх факторів і внутрішніх — генотипу, і останній зумовлює природу і характер цього процесу.

Без вивчення ролі генотипу не можна пізнати і оволодіти мутаційним процесом. Для вивчення ролі генотипу в мутаційному процесі ми поставили ряд експериментів.

Перша серія експериментів. В цих дослідах порівнювалась частота мутацій *w*-локуса (точка *x*-хромосоми, зміна якої виявляється в зміні кольору очей від червоного до білого fw—1—1,5f) в лініях мушки дрозофіли (Drosophila melanogaster): 1) дикий тип (Florida), 2) yellow (єлов) — жовтого кольору тіла (*Y*—1—0,0), 3) facet (фасет) — неправильно розташовані фасетки (*fa*—1—3,0), 4) ruby (рубі) — рубіновий колір очей (*rb*—1—7,5). Таким чином, взяті лінії відрізнялись між собою тільки одним геном.

Мух усіх ліній тримали в однакових умовах і на 5 або 6 день розвитку переносили на 24 год. з нормальної температури (25°C) в сублетальну (36°C), а після того знову переносили в термостат з температурою в 25°C.

Одержані такі мутації *w* — локуса: а) дикий тип — 6 мутацій на 23 843 мух, б) rubi (рубі) — 3 мутації на 21 076 мух, в) yellow (єлов) — на 21 465 мух та г) facet (фасет) — на 24 693 мухи. Зміни *w*-локуса не спостерігалося.

Через невелику кількість мутацій немає певності щодо дійсної різниці мутаційного процесу взятих ліній. Тому довелося вжити сильніший зовнішній агент—рентгенпроміння.

Друга серія експериментів. Мутації викликались за допомогою рентгенпроміння. Досліджували не тільки видимі зміни окремих генів, але і частоти леталей та різні хромосомні поломки (делеції і транслокації). Дозу вживали 4620 r. Для дослідів було взято лінії, які відрізнялись між собою тільки одним геном, а саме: 1) дикий тип— (Florida), 2) yellow (єлов) — жовтого кольору тіла (*Y*—1—0,0), 3) crossveinless (кросвайнлес)—відсутні поперечні жилки на крилах (*w*—1—13,7), 4) cut (кет) — виразні крила (*ct*—1—20,0) та 5) Bar (бар) вузенькі очі (*B*—1—57).

Подаємо тут одержані дані.

1. Точечні видимі мутації (див. табл. 1):

Таблиця 1

Частота мутацій Sc, w, ec, f-локусів

Лінії	Кількість мух	*Sc*-локус		*w*-локус		*ec*-локус		*f*-локус	
		Кількість мут.	Частота ‰ ± m	Кількість мут.	Частота ‰ ± m	Кількість мут.	Частота ‰ ± m	Кількість мут.	Частота ‰ ± m
Дикий тип (Florida)	14 600	1	0.067 ± 0,087	13	0,896 ± 0,247	17	1,16±0,28	6	0,411 ± 0,165
Yellow (єлов)	12 800	1	0,078 ± 0,077	1	0,078 ± 0,077	3	0,23±0,13	2	0,156 ± 0,090
Crossveinless (кросвайнлес)	14 000	4	0,285 ± 0,142	3	0,214 ± 0,124	3	0,21±0,12	5	0,357 ± 0,139
Cut (кет)	13 600	12	0,882 ± 0,244	2	0,147 ± 0,100	17	1,25±0,30	10	0,739 ± 0,236
Bar (бар)	13 700	3	0,218 ± 0,125	4*	0,292 ± 0,145	—	—	3	0,219 ± 0,127

*) В лінії Bar ураховувались тільки *w* — мутації.

а) частота мутації *Sc*-локуса (точка *x*-хромосоми — *Sc*—0,0, зміна якої зв'язана з редукцією щетинок на спинці, голові тощо) статистично достовірно вища в лінії cut (кет), порівнюючи з диким типом та yellow (єлов);

б) частота мутації *w*-локуса статистично достовірно вища в дикого типа (Florida), порівнюючи з yellow (єлов).

в) частота мутації *ec*-локуса (точка *x*-хромосоми — *ec* —1—5,5, що виявляється в грубій поверхні ока) статистично достовірно вища з дикого типа, порівнюючи з лініями crossveinless (кросвайнлес) та yellow (єлов), і в cut (кет), порівнюючи з лініями yellow (єлов) та crosveinless (кросвайнлес);

г) різниця частоти мутацій *f* — локуса статистично недостовірна.

2. *Деталі* (див. табл. 2). Частота деталей статистично достовірно вища в лінії crossveinless (кросвайнлес), порівнюючи з лінією Bar (бар) та yellow (єлов), і в лінії cut (кет), порівнюючи з Bar (бар).

Таблиця 2

Частота леталів

Лінії	Кількість культур	Кількість леталів	% леталів ± m
Дикий тип (Florida)	521	56	10,7±1,3
Yellow (єлов)	471	45	9,6±1,3
Crossveinless (кроснсвайнлес)	543	84	15,7±1,5
Cut (кет)	506	74	14,6±1,5
Bar (бар)	487	33	6,7±1,1

Велика імовірність різниці є між лініями crossveinless — дикий тип, cut—yellow та дикий тип — Bar.

3. *Поломки (делеції і транслокації) x—хромосоми* (див. табл. 3). Частота поломок статистично достовірно вища в лінії crossveinless (кронсвайнлес), порівнюючи з лініями Bar (бар), дикий тип та cut (кет), і в лінії cut (кет), порівнюючи з лінією Bar (бар). Велика імовірність різниці є між лініями cut — дикий тип. Цікаво, що і довжина поломок різна в окремих лініях.

Ми умовно поділили поломки на короткі і довгі. Короткі поломки — ліві куски *x*-хромосоми з розривами з лівого боку *w*-локуса, довгі поломки — ліві куски *x*-хромосоми з розривами праворуч від *w*-локуса.

Різниця співвідношення коротких до довгих поломок статистично достовірна в лініях: дикий тип—Bar, дикий тип — crossveinless, cut—crossveinless, cut—Bar і дикий тип —cut.

Із наведених даних можна зробити висновок:

1) частота точечних видимих мутацій, леталей і поломок *x*-хромосоми різна в різних лініях і зумовлюється генотипом цих ліній,

2) частота виникнення мутацій та аберацій під впливом того чи

Таблиця 3

Частота поломок *x*-хромосоми

Лінії	Кількість мух	Кількість поломок	Частота поломок %%±m
Дикий тип (Florida)	14 600	217	1,35±0,09
Crossveinless (кросвайнлес)	14 000	445	3,18±0,15
Cut (кет)	13 600	227	1,67±0,19
Bar (бар)	13 700	153	1,12±0,09

іншого гена не однакова у всіх локусах *x*-хромосоми: на одні локуси гени впливають інтенсивніше, на інші ж — слабше; до того ж цей вплив не залежить від віддалення між впливаючим геном і локусом, що міняється.

Щоб глибше пізнати роль генотипу в мутаційному процесі, ми тепер ставимо ряд експериментів з різними лініями, які відрізняються тільки порядком розташування генів у хромосомі.

Хай у нормальній хромосомі гени розташовані в такому порядку: a b c d e f k l, тоді в інверсіях (частина хромосоми повертається на 180°) вони будуть розташовані так: a k f e d c b l. Інверсії бувають різної довжини.

Отож нас цікавить питання: чи відбивається на мутаційних властивостях генів їх положення у хромосомі? Попередні дані експериментів доводять, що розташування генів має велике значення в мутаційному процесі.

М. А. Лаврик
Ст. наук. співр. ін-ту
мікроб. і епідем.

ДО ВИВЧЕННЯ ПРИРОДИ БАКТЕРІОФАГА І МЕХАНІЗМУ ЙОГО ДІЇ

М. А. Лаврик
Нар. 1904 р., член КП(б)У з 1930 р.

Бактеріофагія, як феномен лізису мікробів, виникаючи в організмі щодо патогенних бактерій під час інфекційного процесу, відбувається в складних умовах. З'являючись не на перших етапах інфекції, а вже після того, як минув період цілком виявленої реакції організму на мікроб та продукти його життєдіяльності, бактеріофагія виявляється власне тоді, коли реакція організму стає цілком специфічною щодо мобілізації захисних сил проти даного мікроба і часто при умові, коли перевага стає на боці організму, а не інфекції. Це відзначають всі дослідники, починаючи з самого Д'Ерелля, що остаточно встановив феномен бактеріофагії. І тому, коли питання йде про вивчення природи бактеріофага, про механізм його з'явлення і дії in vivo, не можна відриватись від цих складних умов, за яких він виникає. Вивчення in vitro, хоч і з дуже малим наближенням до цих умов, може дати багато в пізнанні згаданих сторін питання про бактеріофагію. На етапі інфекції, коли захисні сили у вигляді антитіл і мікробів певно знаходяться у великому і успішному для організму контакті, виявляється феномен бактеріофагії, в інфекованому організмі знаходять бактеріофаг. Тому надзвичайно цікавим є дослідження саме моменту взаємодії мікроба—антитіл—бактеріофага в їх специфічній системі.

В наших дослідах вивчення взаємовпливу аглютинуючих сироваток і бактеріофагів до бактерій Шіга, Флекснера, Гісса і черевного тифа з подальшою постановкою реакції аглютинації показує, що відбуваються зміни, як щодо аглютинуючої сили сироваток (зменшення титру), так і щодо появлення феномену лізису (останній виявляється лише в пробірках з малою концентрацією сироватки). При

цьому межі кінця аглютинації та початку лізису посуваються залежно від концентрації бактеріофага та величини титру аглютинуючої сироватки. Ці межі різні в залежності від того, як ставиться реакція аглютинації: без попередньої інкубації в термостаті якихось двох елементів у специфічній системі—аглютинуюча сироватка + бактеріофаг + культура чи з попередньою інкубацією; тоді до цього додається залежність від часу інкубації та комбінації різних парних елементів цієї системи.

Явище такого взаємовпливу не спостерігається, коли замість специфічної аглютинуючої сироватки в специфічну систему трьох елементів запровадити нормальну сироватку або неспецифічну аглютинуючу, або додати сироватку з адсорбованими аглютинінами.

Спостереження над титром бактеріофага (за Аппельманом) після сумісної інкубації з аглютинуючою сироваткою в термостаті, виявляють, що титр бактеріофага не зменшується, порівнюючи до інкубованих у термостаті комбінацій—бактеріофаг + неспецифічна сироватка, бактеріофаг + бульйон. І лише при застосуванні великих концентрацій специфічної аглютинуючої сироватки і малих концентрацій бактеріофага в перших пробірках виявляється реакція аглютинації.

На підставі відсутності зменшення титру бактеріофага у випадку обробки його сироваткою з адсорбованими та неадсорбованими аглютинінами підтверджуються старі спостереження, що аглютинуючі сироватки не нейтралізують бактеріофага. Але в гіпотезу Одюруа про те, що аглютинуючі сироватки, пригнічуючи життєдіяльність мікробів, цим не дають виявлятись дії бактеріофага, не вкладаються факти особливо великого зменшення титру аглютинуючих сироваток в залежності від часу попередньої інкубації специфічних парних елементів—бактеріофаг+аглютинуюча сироватка, а також і те, що аглютинація малими дозами сироватки на протязі двох годин витримування в термостаті не перешкоджає лізисові бактерій при послідуючому додаванні бактеріофага.

В світлі наших дослідів, а також даних, які є в літературі, щодо адсорбції фага живими чутливими і малочутливими до фага мікробами і мертвими мікробами справа нам уявляється складнішою і, як ми вже вище зазначали, це не можна звести тільки до пригнічення росту мікробів, як це робить Одюруа.

Так, відомо, що чутлива до відповідного фага бактеріальна емульсія за 15 хвилин адсорбує його і після центрофугації (з метою викликати осідання мікробів) верхній прозорий шар рідини майже не має літичних властивостей. Мікроби, на які фаг впливає слабко, малочутливі, теж адсорбують його, але в порівненні з чутливими, вимагають більшої густоти емульсії, що, як цілком справедливо зазначає Гарднер, зв'язане з малою кількістю в бактеріальній емульсії чутливих до фага бактеріальних клітин, фіксуючих бактеріофаг. Далі, відомо, що чутливі до фага, але вбиті нагріванням мікроби теж фіксують на собі бактеріофаг, хоч феномену лізису останніх з повною достовірністю не спостереже-

но. До цього треба додати цікавий, встановлений Сергієнком в Інституті мікробіології та епідеміології АН УСРР факт, що мертві мікроби, оброблені специфічною аглютинуючою сироваткою, бактеріофага вже не адсорбують. Таким чином, виходить, що адсорбція бактеріофага відбувається специфічно чутливими живими і мертвими бактеріальними клітинами, але при умові, коли рецепторний апарат їх вільний для сприймання. І якщо пригнічення життєдіяльності мікробів під впливом аглютинінів існує, то це не єдиний момент, який перешкоджає впливові, бо адсорбція відбувається і мертвими клітинами; отже, пригнічення має, як видно, другорядне значення, порівнюючи з вказаними факторами.

Це стане особливо ясним, якщо розглянути наші експерименти. Так, ми встановили, що при аглютинації сироватками живих мікробів у присутності бактеріофага (Сергієнком це доведено щодо оброблених аглютинуючими сироватками мертвих бактеріальних клітин) бактеріофаг не тільки просто присутній у пробірках, де є аглютинація, але і титр його, порівнюючи до відповідних розведень контрольних пробірок з бульйоном, не зменшується. Значить, за умов переваги діючої сили аглютинінів над силою бактеріофага при одночасному впливі аглютинінів і бактеріофага на цю бактерійну клітину перші роблять її неприступною не тільки для фаголізиса, а й для адсорбції бактеріофага бактерійною клітиною.

Відбувається, як бачимо, своєрідна конкуренція антитіл і бактеріофага, боротьба за вхідні ворота бактеріальної клітини.

Спостережені факти можна пояснити лише тим, що під впливом аглютинінів, а може й іншого роду антитіл, рецепторний апарат мікробів, в разі великої концентрації аглютинінів, порівнюючи з діючою концентрацією бактеріографа, переважно насичується аглютинінами і в наслідок цього виявляється реакція аглютинації, а феномен лізису відсутній. І, навпаки, при зворотних відношеннях настає лізис, а реакція аглютинації відсутня.

Разом з тим, оскільки бактеріофаг, і грітий, і фільтрований, являє собою суміш часток фага і уламків мікробів, сумісна інкубація бактеріофага + специфічна аглютинуюча сироватка дає зменшення титру аглютинації сироватки в залежності від часу інкубації, бо частина аглютинінів тоді зв'язується з уламками мікробів, що особливо яскраво ілюструється дослідами по аглютинації в присутності насиченого бактеріофага, який дає ще більше зменшення титру сироваток.

В світлі цих дослідів та виведеної на їх основі гіпотези щодо механізму впливу бактеріофага на мікроб у присутності специфічних щодо мікроба антитіл стають ясними спостереження практики при терапії бактеріофагом інфекційних хвороб (насамперед дизентерії, черевного тифу тощо), а саме — успіх терапії в перші дні хвороби, коли мікроб ще сам і дуже активно освоює організм. А як тільки починають зростати захисні сили організму, тобто організм починає засвоювати мікроб, то в міру зростання цих захисних сил терапев-

тичний вплив фага зменшується і зникає.

І лише з часом під впливом захисних сил у наслідок певних змін у клітинах мікробів, що викликали інфекцію, з них самих з'являється ензимоподібна речовина, що розчиняє бактерії, яку Д'Ерелль назвав бактеріофагом. Останнє підтверджується в експерименті фактом одержання бактеріофага під впливом специфічних сироваток на середовищах з аглютинуючими сироватками (Гедлі, Плантюро, Сергієнко), морфологічними змінами в бактеріальних клітинах напередодні виділення бактеріофага (Ручко—форми інтрацистального розмноження), а також з'явленням спонтанного бактеріофага при інфекційних кишкових захворіннях у терміни пізніші ніж початок утворення специфічних антитіл.

На підставі наших експериментальних даних ми приєднуємось до погляду Ручко, що бактеріофаг є ензимоподібна речовина, яка і в нормі несе в бактеріальній клітині певну функцію, зв'язану з розмноженням бактерій. Бактеріофаг являє собою парціальний антиген бактеріальної клітини, який стає таким у наслідок виходу його з клітини, що може статися в результаті мінливості морфологічної і фізіологічної бактеріальної клітини під впливом дії організму і особливо його захисних сил (антитіл).

В той же час бактеріофаг і сам може служити таким фактором мінливості. Зв'язуючись з бактеріальною клітиною по типу антиген — антитіло, фаг у той же час тільки може діяти, коли це зв'язування пройде 2 етапи: 1) адсорбування бактеріофага бактеріальною клітиною і 2) вступ у контакт з життєвими функціями бактеріальної клітини, наслідком чого вже наступає певна диспропорція в цих життєвих процесах бактеріальної клітини і відбувається лізис її.

К. А. Жуковський
Ст. наук. співр.
Ін-ту геології

ВЕРХНЬО-ДОКЕМБРІЙСЬКІ ПОРОДИ ОВРУЦЬКО-БІЛОКОРОВИЦЬКОГО РАЙОНУ [1]

К. А. Жуковський. Нар. 1902 р., член ЛКСМУ, член КП(б)У

В роботах попередніх дослідників — Роговича, Борбот-де-Марні, Армашевського, Морозевича, Лучицького, Тутковського, Закревської та інших ми знаходимо різні невірні твердження про геологічну будову та корисні копалини Овруцько-Білокоровицького району.

В літературі відомо, що в дослідженому районі розповсюджені так звані „овруцькі пісковики" і „лоснякові лупаки"; попередні дослідники відносили їх до різного віку (силур, девон, кембрій та третинні). А ми на основі геологічного, хемічного і мінералогічного вивчення встановили, що так звані „овруцькі пісковики" є кварцити верхньо-докембрійського віку.

Наші дослідження геологічної будови порід Овруцько-Білокоровицького району, що охоплює площу до 1300 *км*, виявили наявність верхньо-докембрійських порід. Це дало можливість виявити такі корисні копалини: пірофілітові сланці (як сировину для реконструкції радіоламп, для сажових пальників, для електротехніки), кварцити (як будівельний і динасовий матеріал), яшму (як личкувальне каміння) тощо. З цих корисних копалин покищо найбільше промислове значення мають пірофілітові сланці та кварцити.

Геоморфологічно досліджений район поділяється на такі елементи: вододіли, прохідні долини та долини сучасних і мертвих річок, які різняться між собою геологічною будовою і деталями рельєфу.

---

[1] Акад. Тутковський у своїх роботах відзначає 6 окремих кряжів (Словечансько-Овруцький, Озерянський, Білокоровицько-Попільнянський, Гньоздо-Терриганський, Костюковський та М'яколовицький), що залишились від денудації серед пісків. Наші досліди показали, що це є суцільна площа розповсюдження кварцитів. Верхня поверхня їх дуже нерівна — вона утворює цілий ряд горбів; отже назва „кряж" невдала.

Досліджена територія лежить у північній частині Української кристалічної смуги. Геологічно вона характеризується виходами кристалічних порід, що беруть участь в її будові виходами на поверхню кварцитів та тісно зв'язаних з ними пірофілітових сланців, виходами палеогену і розповсюдженням льодовикових та польодовикових порід.

Стратиграфію району можна подати в такому вигляді.

1. Четвертинні поклади широко розвинені на дослідженій території і репрезентовані давніми і сучасними відкладами, а також делювієм, лесуватим та моренним суглинками, польодовиковими флюво-гляціальними пісками і прісноводними суглинками.

2. Перерва між четвертинними покладами і верхнім палеогеном.

3. Палеогенові відклади репрезентовані світлосірими з плямами пісковиками та глинами.

4. Перерва.

5. Крейдяні прородн репрезентовані світлосірим крейдяним пісковиком.

6. Далі йде велика перерва, в якій виникли ефузії порід. Ефузивні породи характеризуються виходами на поверхню граніто-порфірів та кварцових порфірів.

7. Верхньо-докембрійські породи репрезентовані кварцитами і пірофілітовими сланцами.

8. Перерва.

9. Граніти і гнейси,— найбільш давні породи, які виступають на поверхню дослідженого району.

В Овруцько-Білокоровицькому районі ми дослідили такі корисні копалини, зв'язані з породами верхнього докембрію: пірофіліти, кварцити, гірський кришталь та яшму.

Пірофілітові сланці на території цього району знайдені в таких адміністративних пунктах: сс. Збранки, Покальов, Тикльовка, Рудня-Франковка, Хлоп'яки і район ст. Білокоровичі. Вони залягають на глибині від 1 до 12 *м* від поверхні, грубина їх — від 1 до 1,4 *м*.

Попередні дослідники — Барботде-Марні, Осовський, Дубнянський та інші вважали пірофіліт „лосняковим лупаком", Так, наприклад, акад. Тутковський писав[1]) „Тепер місцеві селяни майже зовсім не добувають тут лупаку з первинного його зложища і вважають за догідніше і доцільніше користуватися готовими, ще дуже значними запасами лупаку, що колись наломала передісторична людина і що нагромаджений у виді описаних вище стіжкуватих куп; тільки значний ступінь звітрілості лупаку в цих старих купах примушує іноді здобувати свіжішу породу з рову, але це буває дуже зрідка бо попит на лупак у місцевого населення невеликий; проте його постачають звідси (на особливі замовлення) в м. Овруч і в с. Бігун, де я бачив привезені звідси плити, і в інші місця; мета сучасного вжитку лупаку (набивання дна грубок) теж допускає вживати більш-менш звітрілого матеріалу і не вимагає здобування свіжого лупаку, а для майстерень передісторичної людини потрібна була, розуміється, сама свіжа, не звітріла порода.

[1] Акад. Тутковський. Словечансько-Овруцький кряж і узбережжя ріки Словечни § 78, с. 37, 1923 р.

Як видно з поданої цитати, акад. Тутковський доводив, що цей лупак мало придатний, що його можна вживати лише для набивання дна пічок і що він потрібний був тільки для майстерень передісторичної людини.

Пірофіліт, як мінерал, належить до групи глин. Він різниться від каоліну, як головного представника цієї групи, хемічним складом, структурою та ступенем кристалічності своїх агрегатів. Його хемічна формула — $Al_2O_3 . 4 SiO_2 . H_2O$. Хемічна формула каоліну, як відомо, — $Al_2O_3 . 2 SiO_2 . 2H_2O$.

Пірофіліт відрізняється від каоліну збільшенням кремнезему та зменшенням води.

Зведена таблиця хемічного складу пірофілітових сланців УСРР

	с. Рудня-Франковка		с. Покальов		Білокоровичі		Тикльовка		с. Збранки	
	%	Молек. віднош.	%	Молек. віднош.	%	Молек. віднош.	%	Молек. віднош.	%	Молек. віднош.
SiO_2	77,45	1,290	70,60	1,176	60,71	1,011	80,08	1,334	68,05	1,133
TiO_2	0,55	0,007	0,70	0,009	0,59	0,008	0,47	0,006	0,55	0,007
Al_2O_3	13,24	0,129	19,37	0,190	21,92	0,215	11,79	0,116	25,43	0,249
Fe_2O_3	4,40	0,028	5,59	0,035	2,87	0,018	3,96	0,025	0,72	0,007
FeO	0,35	0,005	0,35	0,005	2,79	0,039	0,56	0,014	сліди	—
CaO	0,28	0,005	0,28	0,005	0,28	0,005	0,57	0,010	0,22	0,004
MgO	0,59	0,015	0,21	0,005	1,57	0,040	0,30	0,008	0,18	0,005
K_2O	0,16	0,003	0,07	0,001	2,33	0,024	0,35	0,003	сліди	
Na_2O	0,58	0,010	0,52	0,008	3,95	0,064	0,55	0,005	„	
Втрата при прожарюванні	2,48	—	2,72	—	3,18	—	1,97	—	4,80	—
Сума	100,08		100,41		100,19		100,60		99,95	

Мінералогічний склад пірофілітових сланців в УСРР

Назва родовищ	Кварц	Пірофіліт	Епідот	Рутил	Біотит	Цирконь	Рудні мінерали		
							Гематит	Лейкоксен	Ліконіт
Ур. Кам'яна Гора (с. Рудня-Франковка) . . .	+	+	—	—	—	+	+	—	—
с. Покальов	+	+	+	—	+	—	—	+	—
с. Тикльовка	+	+	—	—	—	+	+	—	—
с. Білокоровичі	+	+	—	+	+	—	—	—	+
с. Збранки	+	+	—	+	+	—	—	+	+

Мінералогічний склад пірофілітового сланцю: кварц, пірофіліт, епідот, рутил, біотит, гематит, лейкоксен і лімоніт.

Найтонші агрегатні лусочки пірофіліту та найгрубше викристалізовані каоліни, як крайності обох цих мінералів, між собою сходяться.

Родовища пірофілітових сланців УСРР різняться між собою хемічним та мінералогічним складом.

Крім вивчення мінералогічного і хемічного складу пірофілітових сланців окремих родовищ, ми провели також рентгеноскопічне і термічне дослідження.

На основі рентгеноскопічного дослідження пірофілітових сланців окремих родовищ доведено, що головним компонентом пірофілітового сланцю є пірофіліт, кварц і домішка рудних мінералів (гематит і лейкоксен).

Термограми. Для визначення термокривих були взяті зразки пірофілітового сланцю з 4-х родовищ, а саме:

№ 910 — родовище району Білокоровичі, пірофілітовий сланець сіро-зеленого кольору, $W = 6$ *г*, чутливість — 500 Ω, нагрівання — від 20° до 1000°.

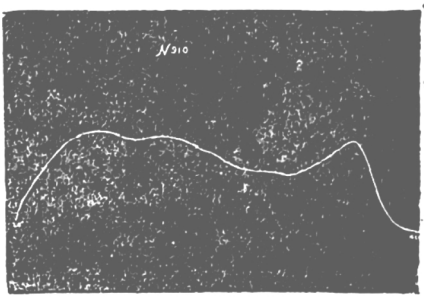
№ 911 — родовище Кам'яна гора (с. Рудня-Франківка), пірофілітовий сланець фіалкового кольору, $W = 6{,}5$ *г*, чутливість — 100 Ω, нагрівання — від 20° до 1010°.

№ 912 — родовище с. Покальов, пірофілітовий сланець фіалкового кольору, $W = 5{,}5$ *г*, чутливість — 100 Ω, нагрівання — від 20° до 1020°.

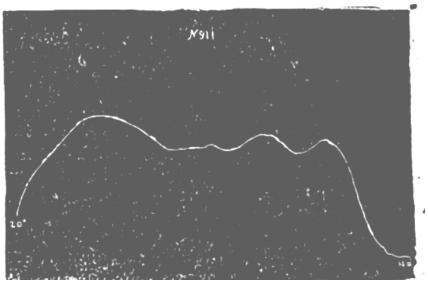
№ 913 — родовище с. Збранки, пірофілітовий сланець рожевого кольору з білим проверстком, $W = 6{,}5$ *г*, чутливість — 100 Ω, нагрівання — від 20° до 1000°.

№ 914 — родовище с. Збранки, пірофілітовий сланець рожевого кольору, $W = 6{,}5$ *г*, чутливість — 100 Ω, нагрівання — від 20° до 1000°.

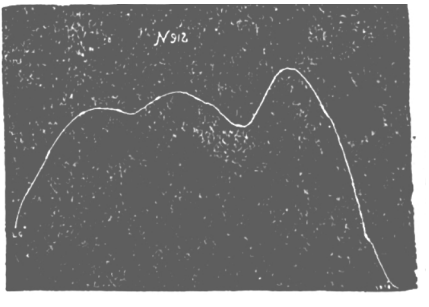
Інтерпретація термограм. Термограма № 910 — розтягнений ендотермічний стрибок в інтервалі



20—230° і чіткий ендотермічний стрибок в інтервалі 710—850°. Порода в основному складається з пірофіліту.



Термограма № 911 — ендотермічні стрибки в інтервалах: 1) 20—230°, 2) 610—670°, 3) 750—800°.

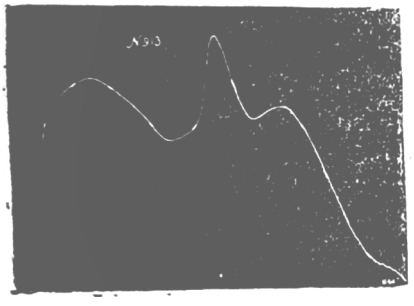


Порода складається з пірофіліту і, можливо, каоліну. Після 900° починається спікання.

Термограма № 912 — ендотермічні стрибки в інтервалі: 1) 20—230°, 2) 330—450°, 3) 620—720°,

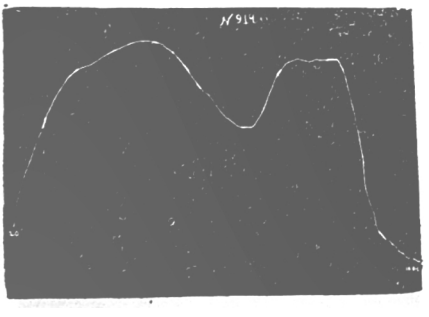
4) 810° (прихований максимум). Порода складається з каоліну, пірофіліту і незначної кількості гібеіту. Після 900° починається спікання.

Термограма № 913 — розтягнений ендотермічний стрибок в інтервалі 20—230° і чіткий ендотермічний стрибок в інтервалі 500—



550°. Невеликий ендотермічний стрибок в інтервалі 640—700°. Порода складається з діаспору і пірофіліту (монтморилоніту). В інтервалі 850—1000° починається спікання.

Термограма № 914 — ендотермічні стрибки в інтервалах: 1) 20—210°, 2) 230—400°, 3) 620—720° і 4) 820°. Порода складається з ка-



оліну, пірофіліту і габеіту. Цілком певно доведено, що порода складається з пірофіліту і, можливо, в склад її входять ще каолін і гібеіт. Після 900° починається спікання.

Пірофілітові сланці, як видно з наших дослідів, відрізняються від молекулярної формули збільшенням кремнезему і зменшенням глинозему.

Пірофілітові сланці збранковського родовища були випробувані інж. Єфремовим та Гусевою (Ленінград) на усадку, механічну міцність, термічну стійкість, водопоглинальність та деформацію під навантаженням; за своїми властивостями вони можуть бути використані для виготовлення дрібних електроізоляційних деталей та форсунок. Центральна радіолабораторія також випробувала пірофіліт на діелектричні виграти; виявилось, що пірофілітові сланці на території УСРР за своїми хеміко-технологічними властивостями цілком заміняють імпортний мінерал стаетит[1], що його довозили з Німеччини.

Крім того, технологічні випробування показали, що вони можуть бути використані для виробу кінцівок для сажових пальників (сажа, як відомо, використовується в поліграфічній, фарбовій, гумовій та інших галузях промислового господарства).

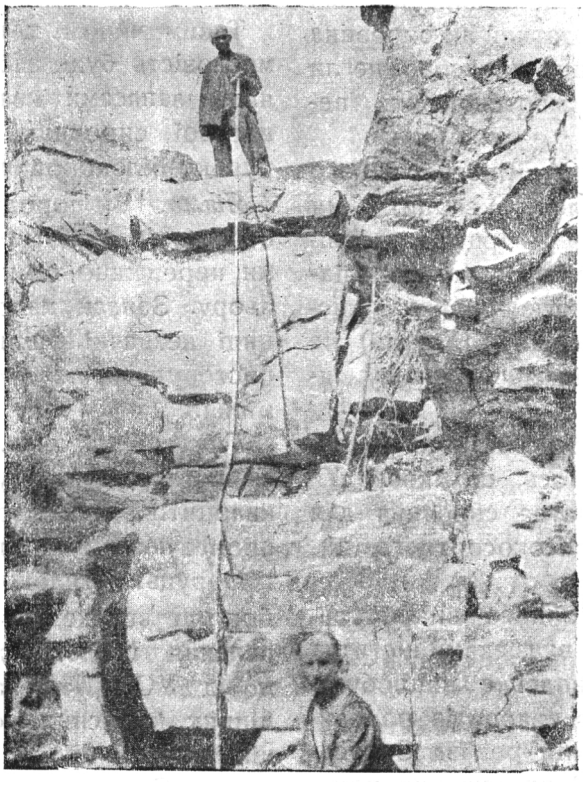
Кварцити поширені на території Овруцько-Білокоровицького району в північній частині УСРР. Вони залягають суцільним масивом і безпосередньо виступають на денну поверхню то в вигляді окремих плит, то в вигляді роздрібнених уламків. Вони поділені розколинами на окремості. Розколини ідуть і вертикально, і похило-горизон-

[1] Стаетит уживали для виробу кінцівок у сажовому виробництві і для електроізоляційних деталей.

тально і мають пануючий напрям на NW — 340—350°.

Попередні дослідники вважали, що овруцька серія порід залягає горизонтально, тому явища пофалдування не були визначені.

Кварцити по зовнішньому вигляду неоднорідні і, в залежності від домішки того чи іншого мінералу, змінюють свій колір від сіро-рожевого, сірого, сірувато-зеленого до малиново-червоного. Під



Село Збранки. Яр „Дехтярія", відслонення кварциту.

Наші досліди показали, що докембрійські породи залягають похило-горизонтально і мають кут спаду від 11° до 34°. Крім того встановлено, що давніші породи (граніти і гнейси), а також і верхньо-докембрійські породи мають один і той самий напрям простягання і кут спаду.

Кварцити на дослідженій території мають видиму грубину від 10 до 23 *м* і займають площу до 650 *км*².

мікроскопом встановлено, що кварцити мають ознаки механічної деформації зерен кварциту і їх перекристалізації.

Мінералогічний склад кварцитів: кварц — до 96%, аксесорні і рудні мінерали — пірофіліт, лімоніт, лейкоксен і гематит — до 6%. Хемічний склад кварцитів: SiO_2 (крем'янка) — до 96%, Al_2O_3 — до 1,60%, Fe_2O_3 (оксид заліза) — 1,5%.

Хемічний і мінералогічний склад а також технологічні властивості

показують, що кварцити досить міцні (опір на розчавлювання 2800—2900 *кг/см*²) і цілком можуть бути використані, як личкувальний та будівельний матеріал. Крім того, хемічно-мінералогічний склад та технологічні властивості сірої відміни кварциту показали, що він може бути придатний як сировина для виготовлення динасової цегли (обличкування мартенівських печей).

Крім вивчення мінералогічного і хемічного складу кварциту, ми послали зразки кварцитів дослідженої території в Науково-дослідний інститут вогнетривких і кислотривких матеріалів (Харків) на випробування їх як динасову сировину.

В наслідок лабораторного випробування виявилось, що кварцити є цілком придатна сировина для виготовлення високосортного динасу.

Крім лабораторного випробування, за нашими вказівками Інститут провів напівзаводське випробування 2-х вагонів кварцитів родовища Товкачівський роз'їзд Овруцького району. Випробування показали, що динас, виготовлений з кварцитів цього родовища, задовольняє всім вимогам стандарту на мартенівський динас класу А.

В 1936 р., за розпорядженням ГУМП і НКВП, буде відправлено для 3-х заводів Донбаса 1000 тонн кварцитів Овруцько-Білокоровицького району.

Таким чином, металургічна промисловість буде забезпечена значними запасами кварцитів, як динасової сировини, з родовищ Овруцько-Білокоровицького району.

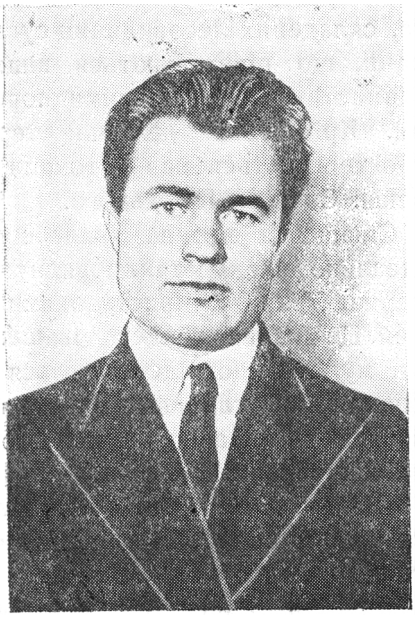
Яшма. В породах кварцового порфіру трапляються прожилки яшми, переважно темночервоного кольору. Запаси на розвіданій дільниці незначні. Яшму можна використовувати, як личкувальне каміння.

Гірський кришталь зустрічається на дослідженому районі серед кварцитів, здебільшого там, де жили пронизують кварцит.

Овруцько-Білокоровицький район має велике значення щодо виявлення геології докембрійських порід УСРР та наявністю дуже цінних корисних копалин для соціалістичної промисловості Радянського Союзу.

П. К. Заморій
Наук. співр. Ін-ту геології

ГЕОЛОГІЯ, ГІДРОГЕОЛОГІЯ І ГІДРОХЕМІЯ РАЙОНУ ЗАХІДНОГО СІВАША



П. К. Заморій
Нар. 1906 р., член ЛІКСМУ

Географічне положення та геоморфологія. Сіваш, або Гниле море, розташований на крайньому півдні УСРР і є природною межею, що відокремлює УСРР від Кримської АСРР.

Він являє собою величезний і дуже розчленований водний басейн, відокремлений від Азовського моря вузькою Арабатською стрілкою. Берега Сіваша дуже хвилясті і утворюють цілий ряд півостровів, мисів, заток і проток різноманітної форми. Максимальним по величині є Чонгарський півострів; він глибоко врізується в Сіваш і розділяє його на дві частини: 1) Східний Сіваш, розташований на схід від Чонгарського півострова, і 2) Західний Сіваш, витягнений на захід від Чонгарського півострова.

Східний Сіваш сполучається з Західним Сівашем вузькою Чонгарською протокою, а з Азовським морем — Генічеською або Тонкою протокою.

З геоморфологічного погляду в межах дослідженої території можна виділити: 1) район верхньопліоценової тераси, 2) Арабатську стрілку, 3) тераси вздовж північного узбережжя Сіваша та сівашських балок, які впадають у Сіваш, і 4) Сівашську низину.

Район верхньопліоценової тераси розташований на північ і південь від Сіваша і підступає до його берегів, за винятком дільниці між сс. Строганівкою і Перво-Костянтинівкою, де безпосередньо біля Сіваша спостерігаємо вузьку терасу, вкриту одним ярусом лесовидних суглинків. Поверхня верхньопліоценової тераси розчленована незначною кількістю надсівашських балок та затоками Сіваша. На її поверхні зустрічаються поди та озера. Абсолютні відмітки поверхні тераси в межах дослідження коливаються від 2—6 *м* до 38 *м*. У геологічній будові цієї тераси на північ від Сіваша, як це виявлено шурфами, беруть участь 4 яруси лесовидних суглинків, які підстелюються пісками, очевидно, верхньопліоценового віку. У найповніших відслоненнях північного і південного узбережжя Сіваша спостерігається лише три яруси лесовидних суглинків, а четвертий

ярус, очевидно, іде під рівень Сіваша. До верхньопліоценової тераси належить і Чонгарський півострів, що відокремлює Східний Сіваш від Західного Сіваша і сполучається з материком перешийком, складеним лесовидними гіпсоносними суглинками. Вказівки Н. Соколова, що цей перешийок складений „з новіших піщано-черепашкових відкладів", не відповідають дійсності. Поверхня Чонгарського півтрова трохи хвиляста. На ньому зустрічаються поди різної величини. В східній частині півострова спостерігаємо цілий ряд невеликих солоних озер, відокремлених від Сіваша вузькими смугами мулуватих і піщано-мулуватих сучасних морських покладів. Геологічна будова півострова майже не відрізняється від геологічної будови верхньопліоценової тераси.

Арабатська стрілка відокремлюється від материка генічеською або Тонкою протокою. Північна частина стрілки на протязі перших 7 *км* від Генічеської протоки до району „сьоми прісних колодязів" підіймається на 1,5 — 5 *м* над рівнем моря і складена морськими сучасними пісками з численними морськими черепашками. Далі на південь спостерігається островоподібне підвищення до 10 — 12 *м* над рівнем моря, довжиною до 10 *км*, складене лесовидними суглинками. Геологічна будова його аналогічна будові Чонгарського півострова. Майже на середині цього підвищення розташоване Генічеське солоне озеро. На південь від усього підвищення Арабатська стрілка знову знижується до 1,5—5 *м* над рівнем моря і складена (в межах дослідження) піщано-черепашковими покладами.

Вздовж північного узбережжя Сіваша спостерігаємо нешироку терасу в околицях сіл Строганівка—Перво-Костянтинівка. Ця тераса зливається з терасами вздовж балок Тарами, Байчур і Терендж-Елога, складених лесовидними суглинками, що підстелюються піщано-глинистими алювіальними породами. Крім того, незначні тераси спостерігаються над затоками Сіваша: Єрча та Каїрського.

Сівашська низина являє собою ідеально рівну такировидну поверхню, вкриту кристаликами солей. Ця низина складена сівашськими мулами, що підстелюються лесовидними суглинками, нижче яких залягають піщано-глинисті породи пліоценового віку.

В геологічній будові дослідженого району беруть участь дочетвертинні і четвертинні поклади.

Дочетвертинні поклади за даними глибоких свердлувань репрезентовані знизу вверх такими породами: 1) черепашковими фоладовими пісками 2-го середземноморського ярусу, 2) піщано-глинистими породами і вапняками сармату, 3) вапняками меотису, 4) вапняками понту і 5) піщано-глинистими та піщаними породами пліоценового віку.

Четвертинні поклади дослідженого району репрезентовані такими генетичними типами порід: 1) лесовидними („еоловими") суглинками, іноді зміненими процесами оглеювання в зеленкувато-сірі суглинки, 2) зеленкувато-оливковими та буроватими солодководними (озерними) суглинками, 3) річними і балочними алювіально-делювіальними покладами, 4) сучасними еоловими сизувато-оливковими суглин-

ками і 5) озерно-морськими і морськими покладами.

Лесовидні суглинки вкривають майже всю досліджену територію, за винятком Сіваша, частини Арабатської стрілки, озер та балок, де вони відсутні. Ці суглинки глинисті, карбонатні і дуже гіпсоносні. Іноді здається, що друзи і кристали гіпсу в суглинках складають до 50% основної маси дрібноземлі породи. Характерно, що друзи гіпсу по вертикальному профілю суглинку розподілені нерівномірно: в одних горизонтах їх надзвичайно багато, а в інших вони майже відсутні. Це накопичення великої кількості друз гіпсу в окремих горизонтах суглинків пояснюється різними рівнями стояння грунтових вод у присівашському районі в минулі епохи. Товща суглинків, як це виявлено шурфами поділяється трьома копальними грунтами на 4 яруси. Копальні грунти — переважно степового чорноземного типу грунтотворення і мають незначну грубину — від 0,4 до 0,6 *м* і рідко до 1 *м*. Час утворення кожного ярусу лесовидних суглинків ми пов'язуємо з зледенінням середини і півночі Европейської частини СРСР, а саме: 1 ярус суглинків з оршицьким зледенінням (*w*), II ярус — з дніпрянським зледенінням (*R*), III і IV яруси — з березинським зледенінням (*MR*) та його коливаннями. 1-й і 2-й копальні грунти утворились у міжльодовикові епохи, а 3-й, очевидно, утворився за березинського інтерстадіалу.

В західній частині Сіваша II ярус лесовидних суглинків змінений процесами оглеєння в зеленкувато-сірі суглинки, очевидно, в наслідок більш високого залягання грунтових вод у минулу (дніпрянську) епоху.

Треба відмітити, що в товщі неоглеєних лесовидних суглинків іноді зустрічаються „подові суглинки", тобто суглинки, які набули зеленкувато-сірого кольору від оглеєння. Присутність оглеєних порід подів серед неоглеєних суглинків вказує на існування тут давніх депресій або „копальних подів", в яких збирались і застоювались поверхневі води в минулі епохи, в наслідок чого і виникло оглеєння порід деяких стратиграфічних горизонтів. Взагалі, для міжльодовикових епох четвертинного періоду півдня УСРР характерним є не лише утворення грунтів чорноземного типу, а також і розвиток „копальних подів", які виникли в наслідок діяльності поверхневих вод та просадок лесовидних порід.

Зеленкувато-оливкові та буроваті солодководні (озерні) суглинки констатовані у відслоненнях озер Кіятського, Старого, Красного, і Круглого, а також у деяких пунктах північного узбережжя Західного Сіваша. Ці суглинки — середньо глинисті, іноді піскуваті, верствуваті, сипкі. В них зустрічаються конкреції $CaCO_3$, іноді кристалічний гіпс, Fe Mn намиви і бобовинки та солодководна фауна.

Надзвичайно цікавою є знахідка в товщі солодководних суглинків шару вулканічного попелу завгрубшки до 5—7 *см* на глибині 2,97—3,02 (3,04) *м*, який простежується у природному відслоненні оз. Старого і складається з шматочків або уламків аморфорного скла з незначною домішкою (до 1%) зерен кварцу, польового шпату, карбонатів та інше. Цей шар

породи попередні дослідники вважали за пісок. Це перша знахідка вулканічного попелу в товщі четвертинних покладів у межах північної частини Кримської АСРР. До Криму вулканічний попіл був занесений вітрами. Надалі знайдений шар вулканічного попелу, очевидно, зможе бути за маркіруючий горизонт при розчленуванні товщі четвертинних покладів на окремі стратиграфічні горизонти.

Річкові і балочні алювіальні та алювіально-делювіальні поклади поширені по балках та річках Присівашшя і представлені на терасах річок верствуватими суглинками і пісками, а в балках — алювіально-делювіальними мулуватими суглинками сизувато-сірого кольору, нерідко з частими напівскам'янілими конкреціями $CaCO_3$.

Сучасні еолові сизувато-оливкові суглинки зустрічаються, головним чином, біля схилів засух (висохлі затоки) Сіваша, суглинки яких розвіюються вітрами. Ці суглинки мають зернисто-порошисту будову. Грубина їх коливається від 0,5 до 1,5 *м*.

Морські і озерно-морські поклади репрезентовані піщано-черепашковими породами, що складають коси, пересипи та більшу частину Арабатської стрілки, а також мулами оливково-сизого кольору, поширеними на Сівашській низині. Мули Сівашської низини мають незначну грубину; в середньому грубина їх дорівнює 3—4 *м* і лише в окремих пунктах Західного Сіваша, на захід від миса Кугаран, їх грубина, за літературними даними, досягає до 10 *м*. Характерно, що в затоках Сіваша грубина мулу зменшується до 2,13 *м* (на північ від с. Хаджі Булаж) і навіть до 1,5 *м* (південна частина Ярошикської затоки). На основі дослідження мулу Ярошикської затоки можна зробити висновок про два різко відмінні режими в утворенні мулу Західного Сіваша. Перший — більш давній, коли відкладалися зеленкуваті та зеленкувато-сірі мули з численними водоростями та другий — молодший (сучасний), коли утворились і ще й тепер продовжують утворюватись мули світлосизого і оливково-сизого кольору з незначною кількістю водоростів. Мули в Західному Сіваші підстелюються жовтуватими лесовидними суглинками континентального походження грубиною до 4—5 *м* і лише в окремих пунктах ці суглинки розмиті і під мулами залягають піски пліоценового віку. Звідси виходить, що теорії про те, ніби Сіваш є залишком відступаючого моря, відпадають, бо під морськими мулами майже на всій території Західного Сіваша залягають континентальні лесовидні суглинки. Як відомо Сіваш утворився в післяльодовиковий час, одночасно з утворенням лиманів Чорноморсько-Азовського узбережжя. До цього на місці Сіваша була знижена і дуже розчленована рівнина, очевидно ціла система подів, вкрита континентальними покладами. Ця розчленована рівнина в наслідок тектонічних процесів значно знизилася і була залита водами Азовського моря.

Гідрогеологія дослідженого району. В межах дослідженого району артезіанські води залягають у породах понтичного, меотичного, сарматського і 2-го середземноморського ярусів, а грунтові води —

в породах верхньо-пліоценового і четвертинного віку.

Гідрохемія району Західного Сіваша. Щільність і хемічний склад рапи Західного Сіваша підлягають коливанням у залежності від топографії, гідрогеології та гідрометеорологічних умов. Зібраний матеріал дає підставу говорити про „висихання“ Сіваша. Дані спеціального гідрохемічного дослідження рапи та мулів Ярошикської затоки Західного Сіваша дають матеріал, щоб порушити питання про використання його рапи для комплексного соледобування.

Рапа Ярошикської затоки Західного Сіваша в порівненні з рапою Східного Сіваша має далеко вищу концентрацію і відрізняється чистотою, а тому її треба рекомендувати для використання Великобільському соляному промислу, що дасть йому можливість вдвоє збільшити видобуток солі.

Констатування в рапі Сіваша бору дає можливість ставити питання про виявлення його запасів.

Сіваш з його численними затоками і високою концентрацією рапи являє собою невичерпну сировинну базу для видобування кухонної солі, хлористого магнію, брому, глауберової солі, хлору, гіпсу, калію, оксиду магнію і, можливо, бору.

Треба продовжувати дослідні роботи в напрямі з'ясування можливостей використання природних ресурсів Сіваша для хемічної промисловості Радянського Союзу.

Т. Ю. Лапчик
Наук. співр. Ін-ту геології

ПРО НАСЛІДКИ ДОСЛІДЖЕННЯ МІДНИХ РУД ДОНБАСУ

Т. Ю. Лапчик
Нар. 1904 р., член ЛКСМУ

Мідні руди Донбаса розроблялись ще в глибоку давнину (можливо скіфами). У другій половині XIX ст. Клейманов відновив розробки, але вони не дали позитивних наслідків. Перші літературні відомості про родовища мідних руд Донбаса знаходимо в Носових 1-го і 2-го (1865 р., 1869 р.), у Чирикова, інженера Ре; докладніше про руди міді в Донбасі пише Н. Яковлев (1914 р.), І. І. Танатар (1915 р.). Спеціальні розвідкові роботи провадили Рожкова і Горшкова (1924 — 1925 р.) та Укргеолтрест (1931 р.). Але ніхто з цих дослідників не дав докладної характеристики міднорудних родовищ та відповіді про їх промислове значення, крім інж. Ре, який вважає, що руди Донбаса не мають промислового значення; а Н. Яковлев вважає, що розробляти донбасівські руди буде доцільно тоді, коли будуть вичерпані багатші родовища тодішньої Росії.

У 1934 р Інститут прикладної фізико-хемії провадив детальні розвідки на Картамишському родовищі з метою використання мідних руд для виробу мідного купоросу, але про промислове значення цього родовища мідних руд теж не маємо відповіді.

У тому ж 1934 р. розпочав досліджувати мідні руди Донбаса Інститут геології АН УСРР. Цю роботу було доручено мені, за консультацією акад. М. Г. Світальського.

Мідні руди Донбаса, зв'язані з товщею мідистих пісковиків, поширені в західній частині Донбаса в межах Слов'яно-Бахмутської котловини та Кальміусо-Торецької котловини. Загальна площа виходів товщі мідистих пісковиків у цьому районі доходить до 600 *км*². Наші дослідження були сконцентровані головно в Слов'яно-Бахмутській котловині.

Поверхня досліджуваної площі, маючи похил до середини Слов'яно-Бахмутської котловини, значно розчленована, але з лагідним рельєфом, у наслідок положистих схилів гідрографічної сітки. Головні ріки району: р. Горілий Пень, р. Вискровка, р. Артаманська, р. Кодима, р. Зайцево, р. Гурти. Всі вони, за винятком останньої, течуть у західному і північно-західному

напрямі згідно похилу поверхні, яку вони розчленовують.

Товща мідистих пісковиків, з якою зв'язані міднорудні родовища, залягає згідно на арнукаритовій товщі та згідно виривається доломітовою товщею. Вік її за Н. Яковлевим, Лутугіним та Чернишовим визначається як пермокарбоновий. Ми додержуємося думки більшості новіших геологів про нижньопермський вік товщі мідистих пісковиків.

Ця товща складається з червоно-бурих та меншою мірою сірих пісковиків, глин та глинистих і піщано-глинистих сланців, які взаємно переверствовуються.

Вся товща німа щодо фауни, але в своїх сірих утвореннях містить рештки флори віку C_3^2-перм, перм та форми болотного типу, властиві мідистим пісковикам.

Поруч з тим, як товща мідистих пісковиків Донбасу в цілому бере участь у тектоніці Слов'яно-Бахмутської котловини, констатовано ще дрібнішу пофалдованість внутрі самої товщі, що виявлено по б. Пилипчатій, Горілому Пню та по б. Клиновій.

Мідне зруденіння зв'язане з сірими породами товщі і здебільшого супроводжує собою рослинні рештки. Всіх родовищ на сьогодні відомо до 30, які належать до різних рудоносних горизонтів товщі мідистих пісковиків. Н. Яковлев нараховує п'ять стратиграфічних горизонтів зруденіння.

Ми провели дослідження родовищ, зв'язаних з другим зверху рудоносним горизонтом у частині між с. Пилипчатим та Клиновим (родовища Пилипчатинське, Покровське, Клиновське).

Мідне зруденіння в цих родовищах представлене оксидними сполуками міді (мідна зелінь, малахіт, азурит, мідна синь) та сірчастими сполуками (халькозин, хальскопірит, борніт) і зв'язане з пісковиками та з глинами і сланцями. Сірчасті руди супроводжуються значною кількістю піриту. Оксидні руди в зазначених вище родовищах представлені вкрапленнями та нальотами, головним чином, у пісковиках, а також у глинах та сланцях, тоді як сірчасті представлені гніздами конкрецій, просякаючи собою рослинні рештки, зв'язані з глинами та глинистими і піщано-глинистими сланцями і рідше з пісковиками. Наші дані заперечують думку Н. Яковлева, який твердить, що у всіх родовищах дослідженої нами площі руди представлені оксидними сполуками міді в пісковиках і лише в родовищі с. Клинового руди залягають у вигляді желваків сірчастих сполук у глинах.

Площинне поширення сірих рудовмісних порід досліджене в родовищі с. Пилипчатого на території 2000 × 100 *м*; в родовищі Покровському 700 × 130 *м* та в Клиновому 400 × 50 *м*. Дійсна товщина сірих порід на досліджених дільницях досить мінлива і доходить від 0,5 *м* до 7 *м* в хут. Клиновому та до 14,55 *м* в Пилипчатому і 14,85 *м* в родовищі Покровському.

В наслідок пофалдування товщі мідистих пісковиків рудоносні верстви виходять на поверхню в південно-східній і східній частині досліджених дільниць та ховаються на глибину до 25 *м* в північно-західному і західному напрямі.

У зазначених родовищах оксидні сполуки міді зв'язані з приповерхневою зоною вище водоносного горизонту, тоді як сірчасті залягають нижче поверхні водоносного горизонту. Отже, різко розчленовується зона оксидних та зона вторинних сульфідних руд міді.

Хемічний аналіз зразків руди показав, що кількість міді по досліджених трьох родовищах доходить до 3,86%. Зокрема, по родовищу Пилипчатівському в восьми кращих свердловинах та шурфах середній вміст міді — від 0,7% до 2,19% при товщині шару в 0,65 *м*; по Покровському родовищу в п'яти свердловинах кількість міді в середньому доходить від 0,55% до 3,51% при товщині шару 0,37 *м*, а по родовищу Клиновському кількість міді в рудоносних породах доходить до 3,86% при товщині шару до 0,55 *м*. Коли врахувати те, що у всіх зазначених родовищах, над зруденілим і під зруденілим шаром поданої вище товщини, залягають ще бідніші на мідь шари сірих порід, то загальна товщина зруденілого шару в цих родовищах доходить до 2 — 2,5 *м*. Крім того, в зазначених родовищах хемічні аналізи виявили ванадій, кількість якого доходить до 0,04%.

Мідні руди Донбаса своїми умовами залягання та характером зруденіння подібні до міднорудних родовищ Німеччини, так званих Мансфельдських мідистих сланців, які є джерелом сировини для міднорудної промисловості Німеччини. У цих сланцях кількість міді доходить до 2 — 3% при товщині зруденілого шару в 20 — 30 *см*, з яких експлуатуються 8 — 12 *см* і рідко — 17 *см*.

Крім того, в родовищі с. Серебрянки разом з мідним зруденінням констатовано наявність сажистих руд свинцю. Хемічний аналіз виявив у них PbO — від 8,28% до 10,5%, міді — 0,6% та ванадію 0,16%. Знахідка свинцю в товщі мідистих пісковиків с. Серебрянки дає підставу розшукувати руди свинцю на північносхідному крилі Слов'яно-Бахмутської котловини.

Цінність мідних руд Донбаса підвищується ще й тим фактом, що на території приблизно в 120 *км*² між с. Клиновим, Попасною та с. Пилипчатим, нараховується до 15 родовищ мідних руд, де рудоносні верстви виходять на денну поверхню.

Залягання мідних руд ми дослідили на глибину до 25 *м*, тобто ми охопили дослідженням тільки верх рудоносних шарів, а на більшій глибині, куди ховаються ці шари через тектонічні порушення, мідні руди Донбаса ще не досліджені. Ось чому в найближчі роки потрібно розгорнути розвідкові роботи по дослідженню мідних руд Донбаса на більших глибинах з застосуванням глибокого механічного свердлування та інших видів геолого-розвідкових робіт.

Наші попередні дослідження встановили, що при сучасній вивченості мідних руд Донбаса найбільш багатими є родовища в другому зверху стратиграфічному горизонті, який простежений нами на протязі 7 *км* від Пилипчатого до Клинового і який, треба гадати, продовжується й далі на північний схід, аж до уроч. Кортаниш (у районі ст. Попасної). Цей горизонт заслуговує на серйозну увагу і в майбутньому може мати промислове значення.

Надалі треба продовжити попередні дослідження з застосуванням свердлових і шурфових робіт у нових районах на родовищах, розташованих по р. Горілому Пню, р. Артаманській, р. Вискровці та по р. Зайцевій і Кодимі, а також провести попереднє обстеження на території Кальміусо-Торецької котловини. Крім того, особливої уваги для попередніх досліджень заслуговує родовище с. Серебрянки з його свинцевими рудами, які ще не досліджені, та міднорудні родовища, розташовані на північносхідному крилі Слов'яно-Бахмутської котловини в урочищі Суходол південніше ст. Нирково.

К. І. Маков

Стар. гідрогеолог Укр. геол. тресту, наук. співр. Ін-ту водного господарства

ПРО ДЕЯКІ РЕЗУЛЬТАТИ РОБІТ ПО ВИВЧЕННЮ АРТЕЗІАНСЬКИХ ВОД ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

Всі науково-дослідні роботи, що ми їх провадимо в зв'язку з вивченням артезіанських вод Дніпровсько-Донецької (північноукраїнської) западини, виконувались за завданням і на кошти Українського геологічного тресту.

Основною метою робіт по вивченню артезіанських вод Дніпровсько-Донецької западини було вивчення артезіанських вод для потреб постачання соціалістичних господарств (великих населених місць, промисловості і сільського господарства) доброякісною і в достатній кількості водою.

Роботи були розгорнуті на величезній площі, обчислюваній наближено 300 — 350 тис. *км*². Сюди входили: Лівобережжя України (середня течія Дніпра), південна Білорусія, більша частина Західної і Воронізької областей, Курська область.

Такі грандіозні масштаби робіт, які охопили колосальні площі, могли бути розгорнуті лише в умовах планового ведення народного господарства, в умовах Союзу Радянських Соціалістичних Республік.

Для окремих водоносних горизонтів западини (девонського, кам'яновугільного, юрського, сеноманського, мергельно-крейдяного, бучакcько-канівського, харківського) були висвітлені такі питання: а) розпросторення, б) області живлення і дренажу, в) області циркуляції напірних вод, г) області стоку, д) продуктивність свердловин, е) хеміко-бактеріологічна характеристика вод, є) режим вод, ж) можливості й умови експлуатації.

Про розпросторення окремих водоносних горизонтів западини можна мати уяву на підставі рис. 1.

В результаті проведених численних обслідувань і експериментальних робіт, а також багатолітніх спостережень за режимом напірних вод мульди вдалося зібрати значний фактичний матеріал. Після обробки цього матеріалу (включаючи і велику кількість літературної спадщини) з'явилася можливість відповісти на основні питання, поставлені програмою робіт.

Таким чином, основні проблеми, поставлені перед гідрогеологічною партією, при сучасному стані знань про Дніпровсько-Донецьку западину були розв'язані. В результаті обробки одержаних матеріалів для кожного конкретного випадку можна розв'язати питання: а) про можливість одержання води того або іншого водоносного горизонту, б) про можливу глибину свердловини на воду, в) про тип фільтра і встаткування забою свердловини, г) про конструкцію свердловини, д) про стан п'єзометрів води у свердловині, е) про тип водопідіймальників, є) про продуктивність і взаємний вплив свердловин (орієнтовно), ж) про фізико-хемікобактеріологічні властивості води, з) про режим вод окремих водоносних горизонтів.

Крім того, для кожного окремого району виділені напірні водоносні горизонти, які найближче залягають від поверхні землі і які можуть бути надійним і доброякісним джерелом водопостачання для малих і середніх споживачів води.

Отже, проектувальник-водопостачальник має в даному випадку необхідні матеріали для проектування водопостачання населених місць, розташованих на площі Дніпровсько-Донецької (північно-української) западини.

Одночасно з загальними дослідженнями гідрогеологічних умов Дніпровсько-Донецької западини особливу увагу було приділено вивченню районних депресійних знижень (лійок) на ділянках великих споживачів напірних вод (райони Києва, Харкова, Брянська, Курська та ін.). В результаті багатолітнього вивчення режиму вод у цих районах вдалося з цілковитою очевидністю встановити, що депресії п'єзометрів в окремих пунктах мають місцевий, локальний характер і викликані збільшенням відбору води. До того ж таке порушення за межами експлуатаційних свердловин незабаром відновлюється. Цей висновок надзвичайно важливий при розв'язанні питання про можливості експлуатації напірних вод западини і зокрема цілком заперечує висунуте деякими дослідниками питання про виснаження напірних вод мульди.

На основі вивчення депресійних лійок Києва, Харкова, Брянська, Курська тепер у цих районах можна проектувати нові ділянки експлуатації напірних вод, подібно до того, як це зроблено для сеноманських і юрських вод у районі Дарниці біля м. Києва, тобто проектувати водопостачання великих соціалістичних міст.

В результаті робіт гідрогеологічної партії, крім розв'язання питань водопостачання населених місць були зроблені загальні висновки по таких проблемах і питаннях: а) циркуляції напірних вод, б) зв'язку окремих напірних водоносних горизонтів, в) хемізму глибоких напірних вод у зв'язку з нафтоносністю в межах мульди, г) запасів напірних вод.

В результаті робіт встановлено, що напірні води Дніпровсько-Донецької (північно-української) западини рухаються надзвичайно повільно від північно-східних окраїн мульди (Брянськ — Курськ — Касторна) до південного заходу, до долини Дніпра, де вони в районі Переяслав — Черкаси дренуються

цією рікою. Цей факт грунтовно відмінний від висунутих проф. Б. Л. Личковим припущень про стабільність напірних вод мульди, які відбились на його гідрогеологічній карті УСРР (1930 р.).

Потік напірних вод, який в окремих районах має вигляд відділених водоносних горизонтів, є загалом зв'язаний. Подана тут схема (рис. 1) виявляє це дуже рельєфно.

Таким чином, встановлюється чудовий гідрогеологічний комплекс напірних водоносних горизонтів найбільшого в світі синклінала—Дніпровсько-Донецької (північно-української) западини.

На основі вивчення геології, геотектоніки і гідрохемії вод мульди, вперше для Дніпровсько-Донецької западини були побудовані гідрохемічні карти, які після глибокого аналізу дозволили виділити

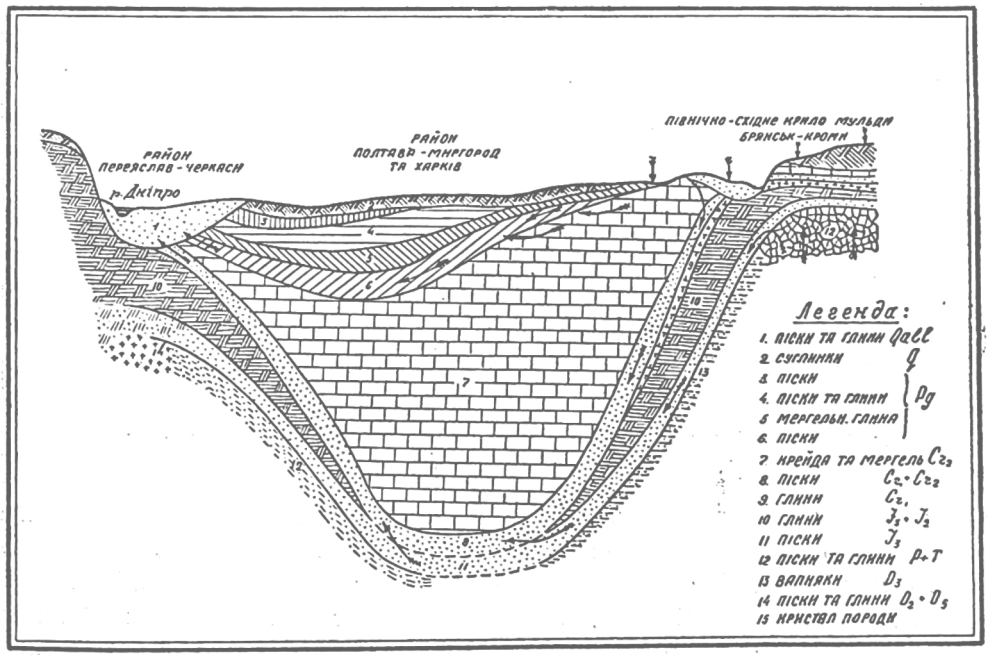


Рис. 1. Схема переливання напірних вод північно-української мульди в р. Дніпро в районі Переяслав—Черкаси, 1934 р.

На основі геологічних, гідравлічних і гідрохемічних факторів встановлено, що на північносхідному крилі девонські води переливаються в юрські, а крейдяні води — в бучацькі. В осевій частині мульди юрські води переливаються в сеноманські. Останні разом з бучацькими водами в районі Середнього Дніпра виливаються в давній алювій Дніпра.

зони розвитку вод, близьких за своїм габітусом до нафтоносних.

На основі комплексу — геотектоніки, геологічних структур і гідрохемії виділені зони розвитку соленосних і нафтоносних структур (куполів). Ці зони представлені на рис. 2.

Особливо цінним у роботі партії треба вважати розв'язання питання про запаси вод великих гідрогео-

логічних районів, яким зокрема є район Дніпровсько-Донецької западини. В результаті вивчення зібраного матеріалу ми прийшли до висновку, що вікові запаси вод мульди, які накопились за довгі тисячоліття в надрах западини, становлять колосальне число в 3270 *км*³ води. Це число стане ще більш грандіозним, якщо врахувати, що тепер Київ або Харків одним кубічним кілометром води можна постачати протягом 35—40 років.

Разом з тим динамічні запаси вод мульди, тобто ті кількості води, які надходять у межі западини з областей живлення, надзвичайно малі (близько 60 000 *м*³ на добу) і, звичайно, не поповнюють теперішніх витрат води.

Звідси зроблений (у попередньому вигляді) надзвичайно важливий для практики висновок, що основним джерелом живлення водоспоживачів є вікові запаси вод мульди, які треба підраховувати за принципами підрахунку, застосовуваними до інших рідких корисних копалин, тобто основою водопостачання того або іншого району є цілком певна кількість води, яка є в надрах даної конкретної ділянки, плюс підток напірних вод, створений у наслідок різниці потенціалів у районі експлуатації.

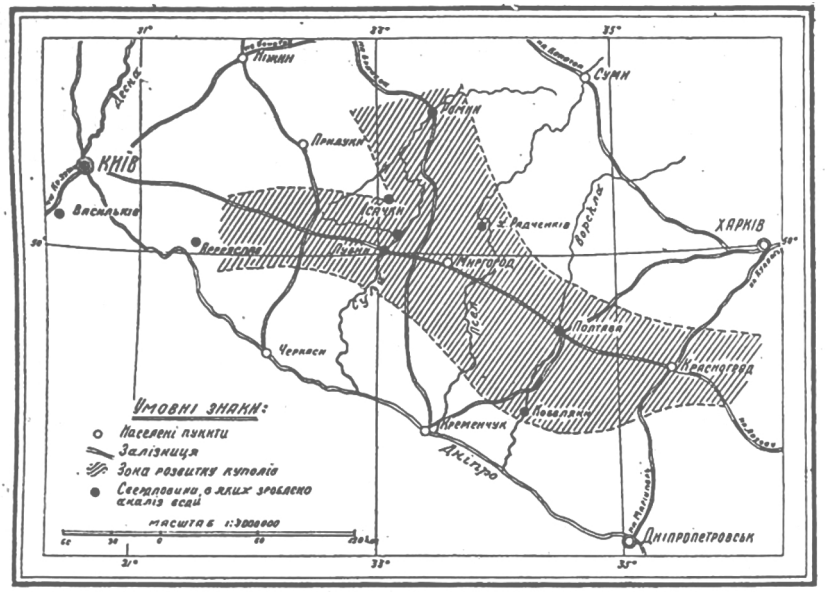


Рис. 2. Схема напряму можливого розвитку соленосних куполів на площі Півн. Укр. мульди.

Кінчаючи, відмітимо, що при вивченні артезіанських вод великих гідрологічних районів особливу увагу треба звернути на дослідження зв'язку водоносних горизонтів окремих гідрогеологічних районів.

М. В. Корноухов
Ст. наук. співр. Ін-ту будівельної механіки

ПЕРЕВІРКА СТІЙКОСТІ СТИСНУТО-ЗІГНУТИХ КОНСТРУКЦІЙ (СТРИЖНІВ, АРОК ТА РАМ) ДО І ЗА ГРАНИЦЕЮ ПРУЖНОСТІ

М. В. Корноухов
Нар. 1908 р.

Загальне визначення поняття „втрата стійкості" для стиснуто-зігнутих конструкцій.

Ще недавно поняття „втрата стійкості" вживалося лише в випадку дії осевого стиску, в випадку ж ексцентричного стиску пропонували перевіряти напруги в крайніх фібрах. Але в останні 10—20 років з'явився ряд робіт, наприклад M. Grüning, M. Roš, E. Chwalla та ін., в яких уже фігурує обгрунтоване поняття „втрата стійкості" стиснуто-зігнутих конструкцій. З нового погляду такій втраті стійкості відповідає досягнення конструкцією її граничної несної здібності, тобто такого стану, коли конструкція продовжує деформуватись без збільшення зовнішніх обтяжень [1].

Стиснуто-зігнутий стрижень. До останнього часу не існує загальновизнаного засобу перевірки на міцність та стійкість стиснуто-зігнутих стрижнів. Деякі з існуючих формул (наприклад, формула Ясинського [2]:

$$\frac{N}{\varphi . F_{br}} = \frac{M}{W} < R)$$

---

[1] Проілюструймо це визначення на простішому випадку стиснуто-зігнутого стрижня. Відомо, що диференціальне рівняння зігнутої осі стрижня за границею пружності можна записати так:

$$TI \frac{d^2 y}{dx^2} = - M,$$

де T — так званий „модуль поздовжнього згину", змінний за границею пружності. Під час втрати стійкості обтяження залишаються без зміни, а деформації y набувають приростків δy; це спричиняє зміну плеч обтяжень, а тому і моменти M набувають приростків δM. Таким чином, ті значення обтяжень, за яких рівняння:

$$TI \frac{d^2 \delta y}{dx^2} = - \delta M$$

даватиме реальні розв'язки, є критичні значення, відповідні втраті стійкості стрижня.

[2] Це стосується і формули Погоржельського:

$$\frac{N}{RF} + \frac{M}{RW} + \frac{N}{Ne} < 1$$

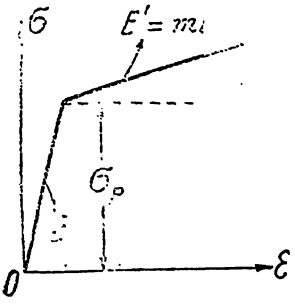


Рис. 1.

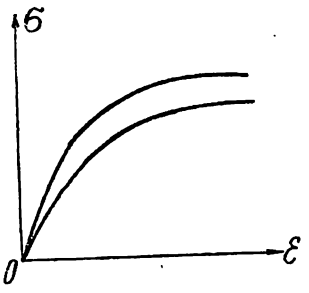


Рис. 2.

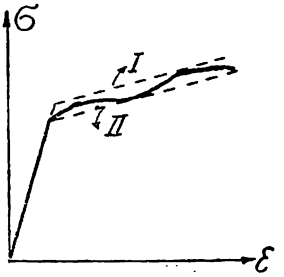


Рис. 3.

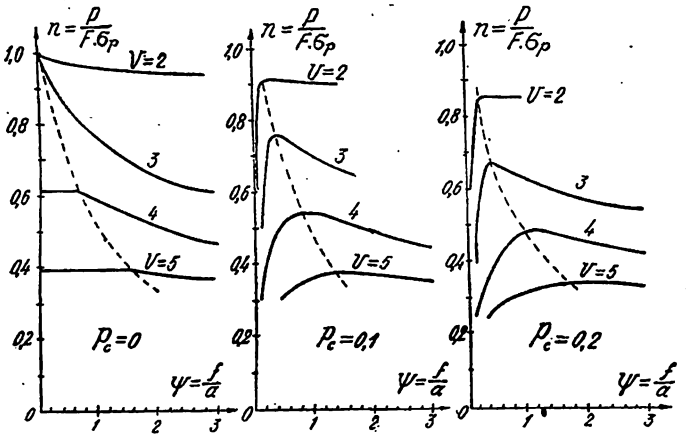


Рис. 4.

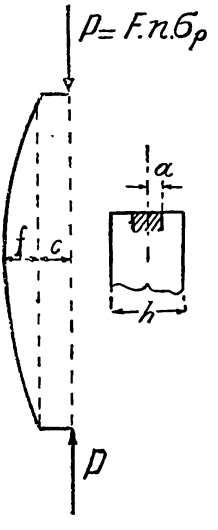


Рис. 5.

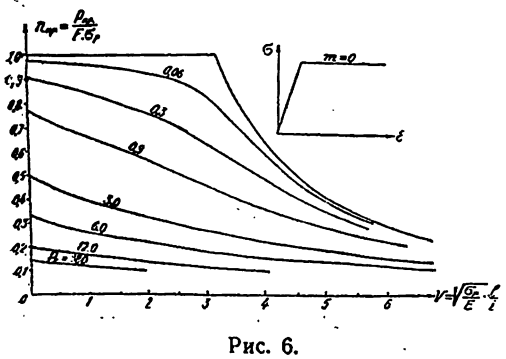


Рис. 6.

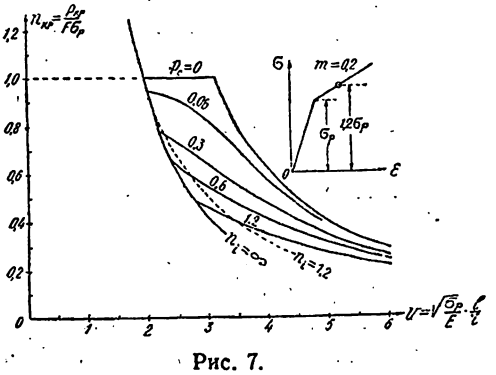


Рис. 7.

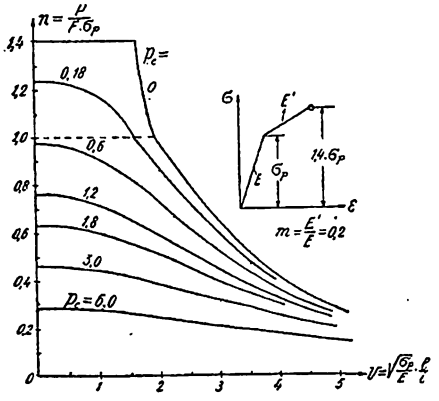


Рис. 8.

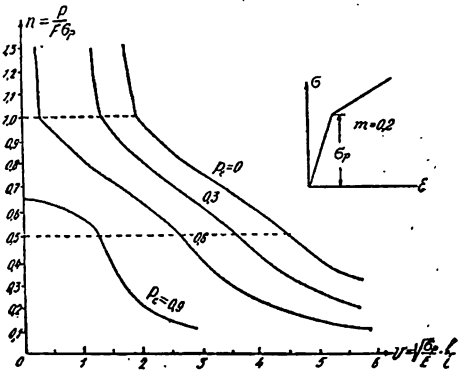


Рис. 9.

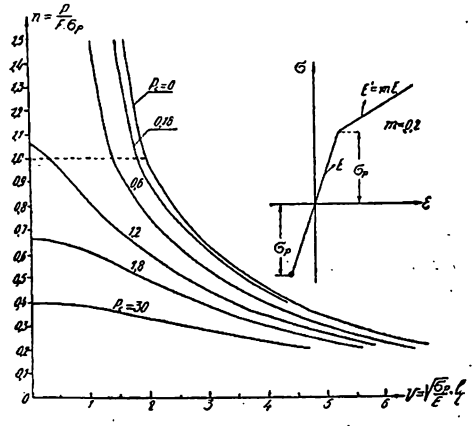


Рис. 10.

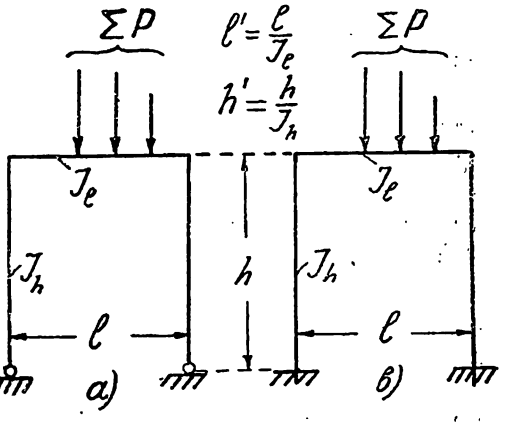


Рис. 11.

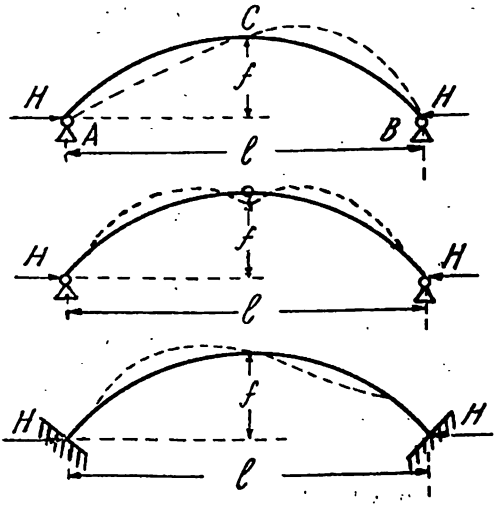


Рис. 12.

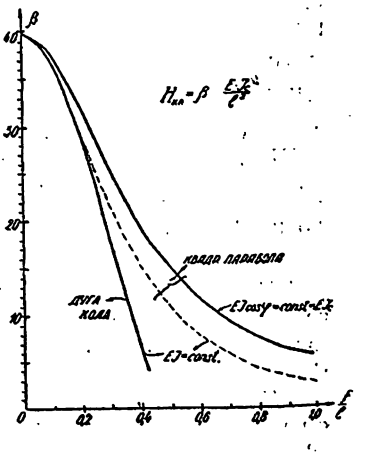


Рис. 13.

цілком умовні і мають випадковий характер, в інших формулах екстраполюються за границі пружності ті висновки, що їх можна зробити лише для ідеально-пружного стрижня.

Такі формули не можуть дати правильного уявлення про дійсні запаси міцності — стійкості реальних стиснуто-зігнутих стрижнів, що руйнуються переважно за границею пружності. В роботах проф. Roš і Chwalla намічений принципово правильний підхід до цього питання з врахуванням дійсних залежностей між напругами і деформаціями за границею пружності. В цих роботах наведені графіки для перевірки стійкості ексцентрично-стиснутих стрижнів з певних гатунків сталі на деяких інших матеріалів. Використання методики Roš — Chwalla для будьякого повного матеріалу вимагає досить великої попередньої роботи по складанню розрахункових графіків.

В 1932 р. нам довелось занятись [1] розробкою загального методу розрахунку ексцентрично стиснутих стрижнів (з місцевих будівельних матеріалів), що працюють під час руйнації за границею пружності [2]; при цьому механічні властивості матеріалу стрижнів, згідно з завданням, могли змінюватись в надзвичайно широкому діапазоні.

Щоб аналітично, хоч наближено, охопити цей широкий діапазон, було введено поняття про ідеалізований матеріал, що характеризується ідеалізованою діаграмою (σ, ε) стиску матеріалу (рис. 1). Ця діаграма утворюється з двох простолінійних відрізків, одного — до границі пропорціональності (з модулем E) і до другого — за границею пропорціональності (з модулем $E' = \frac{d\sigma}{d\varepsilon}$). Головною характеристикою такої діаграми є відношення модулів $m = \frac{E'}{E}$.

Користування ідеалізованими діаграмами стиску для випадків практики засновано на двох майже очевидних принципах.

1. Стрижнень з менш деформативного матеріалу, діаграма стиску якого по всій її довжині проходить вище (ближче до осі напруг σ, як на рис. 2), ніж для матеріалу даного стрижня, за всіх інших однакових умов є більш міцний і більш стійкий, ніж даний.

2. Міцність і стійкість дійсного стрижня з матеріалу з криволінійною діаграмою стиску, що лежить між двома ідеалізованими діаграмами (див. рис. 3), є величини проміжні між міцностями і стійкостями стрижнів з двох таких ідеалізованих матеріалів.

В роботі подаємо ряд формул для розрахунку напруженого стану та деформацій при ексцентричному стиску для елемента стрижня з ідеалізованого матеріалу. Для спрощення цих формул в них введено ряд допоміжних коефіцієнтів K_p, K_M, K_T, K_l, K_i, а для обчислення цих коефіцієнтів, в свою чергу, побудовано спеціальні графіки для різних числових значень відношення

---

[1] М. В. Корноухов, Перевірка міцності й стійкості ексцентрично обтяжених грунтових стін, „Збірник пам'яті акад. К. К. Симінського", ВУАН, Київ 1933.

[2] Ця робота, закінчена влітку 1935 р., є природне продовження і розвиток роботи 1932 р.

модулів $m = \frac{E'}{E}$ (в межах від нуля до одиниці).

Далі, розроблено методику надзвичайно точного числового інтегрування диференціального рівняння осі ексцентрично стисненого стрижня. За цією методикою, пророблені обчислення при різних значеннях відношення модулів $m = \frac{E'}{E}$, на основі яких є побудовані графіки для центрально-стиснутих стрижнів, що дають залежність між несною здібністю стрижня, його гнучкістю $\frac{l}{i}$ та стрілкою викривлення.

На графіку (рис. 4) для прикладу показано, як зменшується несна здібність ексцентрично стиснутого стрижня (з матеріалу $m = 0{,}2$) при збільшенні стрілки його викривлення за границею пропорціональності σ_p *.

Найвищим точкам кривих цих графіків, сполучених пунктиром, відповідає момент досягнення стрижнем його граничної несної здібності, інакше кажучи, момент втрати стійкості.

Для випадку, коли $m = \frac{E'}{E} = 0$ (так званий ідеальний пружно пластичний матеріал Prondtl-я) формули значно спрощуються. В цьому випадку можна проінтегрувати аналітично диференціальне рівняння критичного стану. На рис. 6 подано графік залежності між $n_{кр} = \frac{P_{кр}}{F \cdot \sigma_p}$ гнучкістю стрижня і початковим ексцентриститетом. Графіком цим можна користуватись для перевірки стійкості ексцентрично-стиснутих стрижнів з ідеального матеріалу Prondtl-я ($m = 0$).

Якщо замість точного інтегрування диференціального рівняння критичного стану зробити припущення проф. Roš-а про те, що форма кривої викривлення осі ексцентрично стиснутого стрижня має форму півхвилі синусоіди, то одержимо наближений розв'язок, розходження якого з точним розв'язком буде для $m = 0$ не більше за 2,3% а для $m = 1$ буде дорівнювати нулеві [1]. Звідси приходимо до висновку, що припущення проф. Roš-а з практичного погляду цілком допустиме [2] і для проміжних між нулем і одиницею значень $m = \frac{E'}{E}$.

На основі цього припущення про форму викривлення побудовано ряд графіків для перевірки стійкості стрижнів при різних зна-

---

* Позначення — на цих графіках. Несна здібність характеризується величиною $n = \frac{P}{F \cdot \sigma_p}$, гнучкість стрижня величиною $\nu = \sqrt{\frac{\sigma_p}{E}} \frac{l}{i}$, стрілка викривлення величиною $\psi = \frac{f}{a}$, початковий ексцентриситет (рис. 5) — величиною $p_c = \frac{c}{a}$, де $a = \frac{h}{6}$ — одна шоста висоти перекрою стрижня.

[1] Найбільша помилка в 2,3% має місце для величини $\nu_{кр}$ (критичної гнучкості) для заданих значень критичної напруги і початкового ексцентриситету.

[2] Було перевірено на графіку $n_{кр}$ для матеріалу $m = 0{,}2$ декілька точок, при чому похибка не перевищувала 2—3%.

ченнях $m = 0{,}1$; 0,2; 0,4; 0,6 (див. приклад для $m = 0{,}2$ на рис. 7). Пунктирна крива на цьому рисунку сполучає точки, яким у критичному стані відповідають в крайньому угнутому волокні небезпечного перекрою напруги $\sigma_i = 1{,}5\ \sigma_p$. Як ми бачимо, ця крива проходить досить близько до кривої $\sigma_i = \infty$, звідси приходимо до висновку, що графіком (рис. 7) можна користуватись і в тих випадках, коли проста за границею пропорціональності швидко обривається на невеличкому тимчасовому опорові. За цим самим припущенням про синусоідальну форму викривлення побудовано ряд графіків для перевірки напруг у крайніх фібрах (волокнах) ексцентрично стиснуто-зігнутих стрижнів ще до втрати стійкості. Для прикладу для матеріалу $m = 0{,}2$ подаємо на рис. 8 графік залежності між середньою напругою $\sigma = \frac{P}{F}$, гнучкістю стрижня і початковим ексцентриситетом, яким відповідає виникнення найбільшої фібрової напруги $\sigma_i = 1{,}4\ \sigma_p$. На рис. 9 і 10 подані аналогічні графіки для перевірки фібрових напруг розтягу в крайньому опуклому волокні $\sigma_e = 0$ і $\sigma_e = 1.\sigma_p$.

Всі ці графіки подані для ексцентрично стиснутого стрижня, але ними можна користуватись і для перевірки стиснуто-зігнутих стрижнів з найбільшим згинальним моментом M_{max} близько до середини стрижня, припускаючи, в запас міцності, що одночасна дія стиску і поперечного згину еквівалентна ексцентричному стиску з початковим ексцентриситетом $c = \frac{M_{max}}{N}$.

Перевірка стійкості стиснуто-зігнутих пружних систем.

Для взаємного контролю при перевірці стійкості стиснуто-зігнутих рам вживалося два методи: статичний („точний") і енергетичний (наближений). Статичний метод зводиться до інтегрування ряду рівнянь типу:

$$EI\frac{d^2\delta v}{ds^2} = -\delta M \qquad (1)$$

і вимагає великої кількості математичних перетворень і обчислень. За цим методом побудовано спеціальні графіки для перевірки стійкості рам двох типів (рис. 11). Енергетичний метод перевірки стійкості плоских систем зводиться до користування формулою:

$$\sum\int N\left(\delta\varphi\right)^2 ds = \sum\int EI\left(\frac{d\delta\varphi}{ds}\right)^2 ds + \left[\sum\int EF\left(\frac{d\delta s}{ds}\right)^2 ds + \sum\int GF'\left(\frac{d\delta w}{ds}\right)^2 ds\right] \qquad (2)$$

Останні два члени, взяті у квадратові дужки, при перевірці стійкості арок і рам у більшості випадків за малістю можуть бути відкинуті.

В цій формулі (2) N — поздовжня сила в перекрої, відповідна зовнішнім обтяженням, $\delta\varphi$ — можливий додатковий кут повороту перекрою для форми системи, суміжної з критичною. Трудність перевірки стійкості рам за формулою (2) полягає в належному доборі додаткової форми викривлення рами під час втрати стійкості, інакше кажучи, в законі зміни величини $\delta\varphi$ вздовж контура рами. Для рам за рис. 11 досить вдало за таку

форму для несиметричної втрати стійкості можна обрати форму деформації від дії горизонтальної сили вздовж ригеля. Подаємо фор-

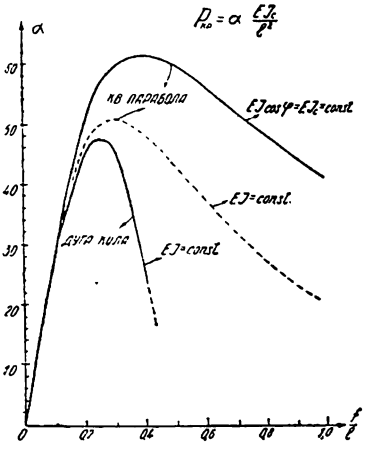


Рис. 14

мули для таких втрат форми стійкості для рами рис. 11 a:

$$\sum P_{кр} = \frac{2 + \frac{l'}{h'}}{24 + 20\frac{l'}{h'} + \left(\frac{l'}{h'}\right)^2 \left[5 + \frac{l}{h} \cdot \frac{H}{\sum P}\right]} \cdot \frac{60EI_1}{h^2}, \qquad (3)$$

для рами рис. 11 b:

$$\sum P_{кр} = \frac{18 + 15\frac{l'}{h'} + 2\left(\frac{l'}{h'}\right)^2}{18 + 21\frac{l'}{h'} + \left(\frac{l'}{h'}\right)^2 \left[8 + 3\frac{l}{h} \cdot \frac{H}{\sum P}\right]} \cdot \frac{20EI_1}{h^2} \qquad (4)^*$$

Для рам багатоповерхових, багатопрогінних формул за складністю не подаємо. Наслідки обчислень за статичним і енергетичним методами дуже добре збігаються.

Перевірка стійкості арок (рис. 12) за статичним методом зводиться до інтегрування рівняння: а за

$$EI \cdot \frac{dx}{ds} \cdot \frac{d^2\delta v}{dx^2} = -\delta M, \qquad (5)$$

енергетичним — до користування рівнянням:

$$\int_0^s N\left(\frac{dv}{dx}\right)^2 ds = \int_0^l EI_0\left(\frac{d_2v}{dx^2}\right)dx \qquad (6)$$

де для скорочення запису позначено

$$I_0 = I \cdot \cos\varphi = I \cdot \frac{dx}{ds} \qquad (7)$$

В випадку вертикального обтяження формула (6) набуває вигляду:

$$H_{кр}\int_0^l \left(\frac{ds}{dx} \cdot \frac{dv}{dx}\right)^2 dx = \int_0^l EI_0\left(\frac{d^2v}{dx^2}\right)dx \qquad (8)$$

Задавши рівняння епюри вертикальних прогинів v, що задовольнятиме кінцеві умови деформацій, як функцію від одного параметра — одержимо перше наближення, як функцію від двох параметрів — друге, і т. д. Співвідношення між параметрами знаходимо з міркувань про мінімальне значення критичного обтяження. Одержані нами наслідки другого та вищого наближень для арок практично збігаються навіть для дуже високих арок з співвідношенням $f = l$. На рис. 13 подано графік критичного розпору $H_{кр}$ для двошарнірних симетричних арок, колової та параболічної сталого перекрою і для параболічної арки з законом зміни перекроїв $EI \cos\varphi = \text{const}$. На рис. 14 для тих самих арок подано

* Раму фіг. 11 в за нашою методикою вивчив ст. наук. співр. Ін-ту буд. механіки В. Г. Чудновський.

величини критичного вертикального обтяження $P_{кр}$. Обмежуючись першим наближенням, можна одержати формули для критичного розпору симетричних арок довільного окреслення з довільним законом зміни перекроїв вздовж довжини. Для прикладу подамо формули:

для двошарнірної арки:

$$H_{кр} = \frac{4\pi^2}{l^2} \cdot \frac{\frac{1}{3}(D_1 + D_2 + D_3)}{1 + \frac{1}{6}(t_A + 2t_1 + 2t_3)} \quad (9)$$

для тришарнірної арки:

$$H_{кр} = \frac{\pi_2}{l_2} \cdot \frac{D_1 + D_2 + D_3}{1 + [0{,}047t_A + 0{,}047t_1 + 0{,}043t_2 + 0{,}64t_3]} \quad (10)$$

для безшарнірної арки:

$$H_{кр} = \frac{21\ D_A + 60\ D_T}{1 + 0{,}4\ \mathrm{tg}^2\ \varphi_{0,15}} \cdot \frac{1}{l^2} \quad (11)$$

В цих формулах $D_A, D_1, D_2, + D_3$, D_T величини $EI\cos\varphi$ відповідно для перекроїв: A — в $^1/_5$ прогону, 1 — в $^1/_8$ прогону, 2 — в $^1/_4$ прогону, 3 — в $^3/_8$ прогону, T — в $^1/_3$ прогону, а за допомогою символу t з позначками A, 1, 2, 3 для скорочення запису позначень $\mathrm{tg}^2\varphi$ в тих же перекроях арки. Символ $\varphi_{0,15}$ в (11) стосується перекрою на віддаленні $x = 0{,}15l$ від п'яти арки.

Перевірка стійкості стиснуто-зігнутих систем за границею пружності.

В випадку, коли елементи конструкції працюють виключно на осевий стиск, формули для перевірки стійкості за границею пружності можна одержати шляхом заміни модуля пружності E на модуль поздовжнього згину T, що залежить від форми перекрою, напруги в перекрої і форми діаграми стиску матеріалу конструкції. На рис. 15 подано графік для перевірки стійкості дерев'яних двошарнірних параболічних арок сталого перекрою, що перебувають під дією виключно осевих зусиль. В випадку, коли стрижні конструкції

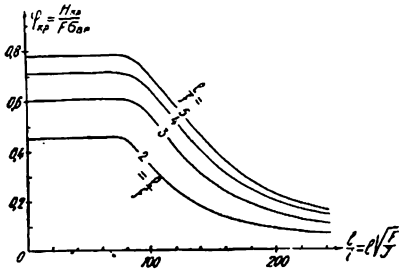


Рис. 15

працюють з великими ексцентриситетами, як це ми маємо в рамах, в формулах для пружних конструкцій треба так само зробити заміну модуля E на модуль T, але цей модуль T буде залежати, крім перелічених вище факторів, також і від ексцентриситету, як правило — змінного по довжині стрижня. Вважаючи, що початкові ексцентриситети виражаються в метрах, зростанням ексцентриситетів під час втрати стійкості практично можна нехтувати, таким чином можна практично обчислити модулі T для ряду перекроїв стрижня рами або арки.

В зв'язку з складністю закону зміни модуля T для перекроїв вздовж стрижня при користуванні формулою (2), яку тепер можна переписати в вигляді:

$$\sum \int N(\delta\varphi)^2\, ds = \sum \int TI \left(\frac{d\delta\varphi}{ds}\right)^2 ds, \quad (12)$$

треба окремі інтеграли обчислю-

вати за способом механічних квадратур[1].

[1] Наприклад, користуючись формулою Симпсона

$$\int_0^l f(x)\,dx = \frac{l}{12}\left[f(0) + 4f\left(\frac{l}{4}\right) + 2f\left(\frac{l}{2}\right) + 4f\left(\frac{3}{4}l\right) + f(l)\right]$$

або, навіть, простішою:

$$\int_0^l f(x)\,dx = \frac{l}{6}\left[f(0) + 4f\left(\frac{l}{2}\right) + f(l)\right]$$

За цим способом зроблено ряд прикладів перевірки арок і рам. В випадку, коли початкові ексцентриситети малі — одного порядку з деформаціями, що матимуть місце під час втрати стійкості, модуль T буде змінюватись під час росту деформацій, а тому задачу треба розв'язати способом послідовних наближень.

В. М. Бабак
Наук. співр. Ін-ту мовознавства

ПРО ДЕЯКІ ПИТАННЯ ІСТОРИЧНОГО РОЗВИТКУ УКРАЇНСЬКОЇ МОВИ

В. М. Бабак
Нар. 1910 р., член ЛКСМУ

Історія української мови є однією з найважливіших ділянок українського мовознавства. Без історичного обгрунтування не можна глибоко усвідомити і науково пояснити ті закономірності, які діють у сучасній українській мові.

І тут, насамперед, заслуговує на найсерйознішу увагу питання про походження і шляхи історичного розвитку української мови, бо саме в цій галузі дуже багато було перекручень великодержавницького і місцево-націоналістичного характеру.

Не треба забувати, що в умовах нестерпного національного гніту, запроваджуваного царизмом протягом віків на Україні, заборонялося не тільки друкування українських книжок і газет, а й зовсім заперечувалися будьякі історичні права на існування української мови, яка розглядалася, як „безобразный мужицкий говор", не зважаючи на те, що вона, всупереч усяким „височайшим указам" і заборонам, була рідною мовою кількох десятків мільйонів населення України і мала досить міцну і розвинену літературу.

Українські буржуазні націоналісти (Кримський, Огієнко, Тимченко й ін.) теж не залишили поза своєю увагою цієї ділянки, підмінюючи справжнє наукове вивчення історичних фактів націоналістичною фальсифікацією. Всупереч великодержавникам, які вважали українську мову зіпсованим діалектом єдиної російської мови, націоналісти намагались за всяку ціну довести споконвічну самобутність і окремішність її історичного розвитку.

Початок української мови, як мови національної, вони встановлюють ще в добу Київської Русі (X—XI ст.), підпираючи цим буржуазно-націоналістичну схему історії України, витворену М. С. Грушевським. Саме

Грушевський порогом історичного з'явлення українців вважає IV ст. і говорить про українську колонізацію на Дніпрі вже в X ст., про Київську Русь, як про українську державу, і про київських князів, як про українську династію, шукаючи вже за тих часів корінь так званої „української державності" і української нації [1].

Цілком зрозуміло, що як великодержавницькі, так і націоналістичні вправи над історією української мови не можуть становити наукової цінності, бо вони грунтуються на тенденційно підібраному і так само тенденційно висвітленому матеріалі.

Радянському мовознавству, безперечно, цілком чужі подібні настановлення і воно у своїх дослідженнях у галузі історії української мови мусить іти зовсім іншим шляхом. І тут, насамперед, треба підкреслити величезне значення для українського мовознавства і для всієї радянської мовознавчої науки творчих досягнень нового вчення про мову акд. М. Я. Марра.

У тій величезній науковій спадщині, що її залишив радянському мовознавству акад. М. Я. Марр, поряд з роботами, в яких висвітлюються загальні проблеми мовознавчої науки і досліджуються матеріали окремих мов, чимале місце займають також спеціальні роботи і висловлення з приводу української мови, не кажучи вже про широке використання українських мовних фактів при палеонтологічному аналізі мов світу, зокрема слов'янських мов [2].

[1] Див. „Очерк истории украинского народа", 1906 р., „Історія України-Руси" т. I, 1913 р. та інші роботи.

Роботи М. Я. Марра протягом довгого часу свідомо ігнорувалися і замовчувалися представниками буржуазного мовознавства і цим, насамперед, пояснюється той факт, що в українському мовознавстві ми досі не мали таких досліджень, які продовжували б розробку питань української мови в світлі нового вчення про мову. Вороже ставлення, яке викликає до себе нове вчення про мову з боку буржуазно-ідеалістичного мовознавства, цілком зрозуміле, бо це вчення є найбільшим ворогом усякого націоналізму, як великодержавного, так і місцевого.

Нове вчення про мову відкинуло псевдонаукові твердження про монолітність сучасних пануючих мов Европи, показавши всю безпідставність і шкідливість теорії міграцій, яка з'ясовує історичний процес творення мов і народів, як наслідок боротьби між расами і змін однієї раси на іншу.

По-матеріалістичному висвітлюючи питання про походження людської мови взагалі, М. Я. Марр встановлює процес історичного розвитку кожної конкретної мови не від т. зв. прамови, принесеної з якоїсь міфічної прабатьківщини, а пов'язує цей процес з загальним процесом творення людської мови, тобто, як він сам неодноразово

[2] Див: „Яфетические зори на украинском хуторе", 1930 р., „Книжная легенда об основании Киева на Руси и Куара в Армении", 1924 р., „Термин „скиф", 1922 р., „Скифский язык", 1926 р.. „Ольвия и Альба-Лонга" 1925 р., „К семантической палеонтологии в языках не яфетических систем", 1931 р. і багато інших робіт. Повний перелік усіх друкованих робіт М. Я. Марра дано в т. I вибраних творів, вид. ГАИМК, 1933 р.

підкреслює, ставить мовну піраміду з вершини на основу [1].

В дослідженнях М. Я. Марра є чимало цінних вказівок щодо напряму вивчення історії української мови, а також і безпосереднього розв'язання багатьох принципових питань у цій галузі. Особливо цінна з цього погляду спеціальна його робота, присвячена українській мові,—„Яфетические зори на украинском хуторе". Насамперед треба відзначити, що М. Я. Марр заперечував визнання української мови діалектом спільно-російської мови. Близкість слов'янських мов одна до однієї, в тому числі і близькість російської і української мов, він пояснював як явище історичне, що виникло не в наслідок розпадання єдиної праслов'янської мови на діалекти, а в наслідок спільності соціальних умов і господарського укладу тих виробничих людських колективів, які були передосновою для створення слов'янських народів тоді, коли ще не існувало ні росіян, ні українців, ні взагалі слов'ян.

Така вказівка М. Я. Марра відкриває величезну історичну перспективу в питанні про формування слов'янства і створення слов'янських мов, зокрема й української.

Безпосередні, живі зв'язки української мови з мовами яфетичними, зокрема кавказькими, які встановлює М. Я. Марр на сучасному матеріалі, до щенту руйнують освячений традицією міф про єдине слов'янське плем'я і єдину праслов'янську мову, тим самим доводячи, що справжні коріння слов'янства знаходяться не на вигаданій прабатьківщині, існуючій в уяві буржуазних дослідників, а в себе вдома, на власній батьківщині, — і якнайтісніше зв'язані з історією легендарних кімерів, скіфів, сарматів і інших численних попередників слов'янства, які, як показують дослідження М. Я. Марра, говорили яфетичними мовами. Піддаючи палеонтологічному аналізові терміни української мови, М. Я. Марр яскраво показує, що з'ясування їх у межах самих лише слов'янських мов далеко не відбиває їх справжнього змісту і історичного походження і можливе лише при порівнянні з яфетичними мовами. Так наприклад, на матеріалі яфетичних мов розкривається зв'язок термінів „джерело", „дзюрчати" з семантичним рядом 'рука + жінка + вода'; „багаття", „топити", „палити", „теплий" — з 'огнем'; „райдуга", „рід", „рік" — з 'небом'; „дрімати" — з 'оком'; „трудитися", „шукати" — з 'рукою' і т. ін. [1] Такі сходження української мови, як і інших слов'янських мов, з яфетичними, звичайно, зовсім не випадкові; вони свідчать про те, що історію української мови не можна вивчати, не враховуючи цих реальних зв'язків, які зовсім випадали з поля зору буржуазної науки.

Буржуазна історіографія, а слідом за нею і буржуазне мовознавство не вважають історичних попередників сучасного населення України предками слов'янства і тому

[1] Цей фігуральний вираз має ось який зміст: буржуазне мовознавство виходило з однієї спільної прамови до багатьох мов, М. Я. Марр виходить з величезної кількості мов первісного суспільства, що відбивали його господарську і соціальну подрібненість, до єдиної мови майбутнього комуністичного суспільства з єдиним господарським і соціальним укладом.

[1] Див. Н. Я. Марр, Яфетические зори на украинском хуторе. 1930 р.

не включають вивчення їх мов у свої дослідження з історії української мови. Зміни в племінному складі так званого доісторичного населення сучасної України пояснюється за допомогою міграційної теорії. Узвичаєна в буржуазній науці схема історичного розвитку на території України, базуючись на свідченнях старовинних істориків (Геродота й ін.) і на археологічних пам'ятках, реєструє цілий ряд племін, які розглядаються відокремлено, без генетичного зв'язку між собою. Висвітлюється це питання так: в IV—V вв. до нашої ери тут були скіфські поселення, згодом, у II в. до нашої ери, натомісць розвиваються поселення сарматів. У I—IV вв. нашої ери тут мешкають готи, в IV в. їх витіснюють гуни, з V в. на місце гунів приходять болгари, в VI в. — авари, хозари. Десь у V—VI вв. починається колонізація України слов'янськими племенами. Цілий калейдоскоп племін, ізольованих одне від одного, приходять, таким чином, до українських степів з невідомих прабатьківщин і зникають у невідомих закутках історії, аж поки не з'являються слов'янські племена, які міцно осідають на українській землі.

Нове вчення про мову розкриває тут цілком інші горизонти, які показують, що китайські мури, виведені буржуазною наукою для відокремлення слов'ян від попереднього дослов'янського населення України, не мають під собою реального грунту. Якщо раніше скіфські й інші мовні елементи в сучасних слов'янських мовах розглядались лише як залишки витісненої слов'янами культури, то дослідження М. Я. Марра діаметрально протилежно з'ясували це питання, встановивши, що всі попередні різноплемінні і різномовні людські колективи були складовими елементами в творенні слов'янських племін і слов'янських мов.

Все це має безпосередній стосунок до історії української мови і допомагає викрити до кінця і науково дискредитувати реакційні і шкідливі настановлення буржуазних націоналістів у цій галузі, зовсім по-новому висвітлюючи історичні коріння слов'янських мов і народів.

Візьмім хоч би питання про сучасну національну назву росіян і українців. Терміни „Русь", „руський", „руська мова" зустрічаються в найдавніших пам'ятках, означаючи територію, назву народу і мови. Щодо походження терміна „Русь" у буржуазному мовознавстві немає сталої думки, хоч найбільшого поширення здобула етимологія, яка виводить його з назви скандинавського племені Ruotsi пов'язуючи це з норманською теорією. Центром зародження цього терміна вважається Київська Русь. Виходячи з того, що назва „Русь" збігається з сучасною національною назвою росіян, великодержавники будували свою теорію спільноруської мови, відкидаючи будьякі права на історичне існування для мов української і білоруської. Місцеві націоналісти заперечували такі твердження і намагалися показати, що ім'я „Русь" є старою українською національною назвою і що цю назву росіяни привласнили собі від українців.

Раніше ми вже згадували про те, як буржуазні націоналісти шукали українську націю ще в період

Київської Русі і розглядали тодішню мову як єдину національну мову, прототип сучасної національної української мови. Чи треба доводити абсолютну ненауковість такого підходу до вивчення історії української мови? Здається, коментарі тут цілком зайві.

Щодо термінів „Україна", „українці" — справа далеко складніша: вони остаточно встановилися як національні назви лише в XIX в., хоч термін „Україна" вживався далеко раніше в застосуванні до назв території взагалі, а не як племінна назва. Націоналісти ставлять знак рівності між українцями XIX в. і населенням Київської Русі XI в. на тій підставі, що вже тоді існувала самостійна держава на території сучасної України. А великодержавники, спираючись на назву „Русь", вбачали тут початок російської державності і російської мови.

Як бачимо, і великодержавники, і націоналісти чимало доклали старань, щоб використати в своїх інтересах засвідчені історією терміни „Русь", „руський".

М. Я. Марр викриває повну неспроможність буржуазної науки з'ясувати походження терміна „Русь", встановивши, що „руси" засвідчені не лише в Київській Русі, а й на Чорноморському узбережжі в Тмутаракані і на Кавказі, де в писемних пам'ятках ще у VIII в., підтримуваних даними історії матеріальної культури і усної мови, абхази звалися 'русами', маючи однакову назву з 'русами-слов'янами' [1].

В Малій Азії і в Середземномор'ї цей же термін викривається в „пеласгах„ і „етрусках", в архетипі „ласах" і „рушах", попередниках еллінів і римлян [1].

Отже, нема чого шукати росіян і українців, в сучасному розумінні цих термінів, де їх не було. Звідси, звичайно, не випливає, що українці раптом з'явились у XIX в., а до того часу існувало інше, чуже їм національне утворення. Зовсім ні: терміни „Україна" і „українці" оформились, як національні назви, тоді, коли для цього назріли відповідні умови, а до того їх не було, як не було і самої української нації, хоч процес формування українського народу почався далеко раніше ніж у XIX в. Подібна ж картина і в мові. Не було і не могло бути єдиної національної мови на всіх етапах історичного розвитку українського народу.

Процес утворення племінних назв далеко складніший, ніж це іноді висвітлюється індоевропеїстикою, яка вважає цілком достатнім і закономірним виведення якихнебудь „древлян" від „дерева", тому що в літопису сказано, що вони „зане сѣдоща в лѣсѣх", а в "дреговічей" від слова „дрегва", що означає „багно", „мочари", чи тієї ж славнозвісної „Русі" від скандинавського Ruotsi.

Історичні свідчення покищо не дозволяють говорити про більш давніх попередників скіфів, ніж легендарні кімери, але вже й того матеріалу, який є в розпорядженні історії, цілком досить для того, щоб встановити автохтонність населення Північного Надчорномор'я. Як могли безслідно зникнути кі-

[1] Див. Н. Я. Марр, Яфетические языки, Избр. соч., т. I, с. 292.

[1] Див. Н. Я. Марр, К вопросу о происхождении племенных названий „этрусски" и „пеласги", 1926 р.

мери, скіфи і інші племена, коли вони викриваються в слов'янах, зокрема в слов'янських мовах. Сучасна українська мова має, таким чином, далеко глибші коріння, ніж ті, що відводяться їй індоевропеїстикою в межах єдиного слов'янського племені.

Нема потреби зупинятись докладно на різних етимологіях терміна „слов'янин", що їх виводили індоевропеісти (напр. від „доблесті", і інших понять у цьому дусі)[1], бо такі етимології не мають під собою реального грунту.

Палеонтологічний аналіз терміна „слов'янин" (scla — v — us) вказує на його реальний зв'язок не тільки з терміном „скіф" (sku — ϑa), але і з терміном „кімер" (ki — mer)[1]. Таким чином, ні кімери, ні скіфи не зникли без сліду, вони послужили творчими складовими елементами в процесі формування слов'янських племін. Історична епоха в процесі етногонії Північного Надчорномор'я і взагалі Східної Европи, ототожнювана з гаданим приходом слов'янства з його прабатьківщини, насправді була дальшою вищою стадією суспільного розвитку, залежного не тільки від зовнішніх причин, а, насамперед, від внутрішніх закономірностей історії людського суспільства на даній території.

Виходячи з цього, М. Я. Марр переконливо довів, що питання про племінне чи, точніше, про виробничо-соціальне формування українського народу не можна вирішити, не зваживши на ті зв'язки, які мають українці не тільки з спорідненими слов'янськими народами, що зовсім не враховувалося раніше при розгляді генетичних питань української мови, хоч ці народи і мають багато спільних рис з українцями у мові й історії матеріальної культури. Так наприклад, перебій губних голосних о ⟷ u в і ⟷ е, що становить характерну рису української мови, відмінно від російської, характерний і для таких мов як мегрельська, чанська, грузинська і інші кавказькі мови (напр. мегр. jir — i 'два', чанськ. jur — i; мегр. dima 'брат', чанськ. duma мегр. tkid — i 'кукурудзяний хліб', чанськ. tkud — i і т. ін.)[1].

Таким чином, з'ясовується, що теорія праслов'янської чи праруської спільності, що виводить українську мову з російської, не має під собою грунту. Перебій о ⟷ u в і ⟷ е не є результатом викривлення звукових норм прамови, а становить собою яфетичний вклад, що зберігся в українській мові, як характерна її ознака.

Дослідження М. Я. Марра показали також хисткість і необгрунтованість цілого ряду тих суто мовних матеріалів, які в дослідженнях індоевропеістів використовувалися для доведення спільнослов'янської, єдності. З цього погляду заслуговують на увагу мовні факти в галузі назв металів. Буржуазна наука висвітлює це питання таким чином: слов'яни прийшли на Україну нібито з залізною технікою, якої там до них не існувало. Назви основних металів (залізо, мідь, золото, срібло)

[1] М. С. Грушевський, наприклад, найбільш імовірним вважає виведення терміна „слов'янин" від „слоу", „слово": „люди, що говорять зрозуміло, в противність чужеродцям — німцям, що не вміють говорити". („Іст. України — Руси", т. I, с. 78).

[1] „Яфетические зори", с. 11.

мають спільне коріння у всіх слов'янських племен, і це мусить означати, що слов'яни знали ці метали і вживали їх на своїй прабатьківщині до поділу на окремі племена. Такі міркування не мають під собою грунту.

Палеонтологічний аналіз яскраво показує, що назва металу не з'являється в мовах в порядку запозичення і не встановлюється за зовнішніми його ознаками, а виникає в результаті використання старих назв, виступаючи в новій суспільній функції. Роль, наприклад, золота не як металу, а в ширшому використанні, як предмету і засобу обміну, виконували послідовно такі предмети як 'хутро', і живі істоти, як 'скот', 'корова', 'вівця' і т. ін. Подібні ж дані дає й аналіз інших назв металів: срібла, заліза, міді тощо.

Не менш яскрава картина спостерігається і в ділянці виробничої, і соціальної, і культово-надбудовної термінології. Так наприклад, терміни 'мотига', 'соха', рос. 'пахать', укр. 'орати', 'ратай', 'оратай' і інші в своїх архетипах з'ясовуються, як скіфо-кімерський вклад в російську і українську мови, показуючи, що знов таки індоевропеістика не має підстав твердити, ніби слов'яни прийшли на Україну з готовою сільскогосподарською технікою.

Розглянуті нами питання лише в незначній мірі охоплюють і висвітлюють ту надзвичайну цінну і багату спадщину, яку залишив М. Я. Марр для всього радянського мовознавства, в тому числі и для українського. В завдання даної роботи не входив послідовно-хронологічний огляд усіх робіт М. Я. Марра, які так чи інакше стосуються до вивчення української мови. Наголос було зроблено на найбільш принциповій проблемі, а саме — на з'ясуванні питання про походження української мови і її взаємовідносин з іншими слов'янськими мовами і з мовами яфетичними.

Аніяк не претендуючи на вичерпність у висвітленні поставленої проблеми, дана робота мала на меті показати антинауковість і шкідливість націоналістичних перекручень у галузі історії української мови, які живляться за рахунок ще й досі не вижитої буржуазо-ідеалістичної індоевропейської теорії. Радянське українське мовознавство, будуючи історію української мови на справді наукових засадах, не може обминути в своїх дослідженнях досягнень нового вчення про мову, бо це вчення в цілому, як і в тій частині, що стосується до вивчення української мови, прокладає нові матеріалістичні шляхи в мовознавчій науці.

ЗМІСТ

Від редакції 5
Г. І. Дрінфельд. Контраваріантні функції системи диференціальних рівнянь . . . 9
Б. М. Рибаков. Про одну властивість тіл константної ширини 13
К. А. Бреус. Деякі типи диференціальних рівнянь, що зводяться до рівняння гіпергеометричного ряду 15
П. Г. Борзяк. Фотоелектричні явища в вентильних фотоелементах при низьких температурах 19
К. Б. Котляревська. Заломлення рентгенових променів 23
О. Г. Миселюк. Про ефект Бекереля на мідьі-оксидних електродах 35
Н. Д. Моргуліс. Розпорошення металічної поверхні при ударах позитивних іонів . . 45
М. В. Пасішник. Електронографічні дослідження стопів 47
І. Н. Францевич. Фізико-хемічні основи до встановлення режиму оброблення металів тиском 51
В. П. Чалий. Електрохемія йодних розчинів 63
В. А. Олександрович. Здобування „важкої води“ 67
М. Ф. Гулий. Вплив кислого і лужного корму на оксидаційні процеси в мускулах при роботі та тренировці 69
М. Ф. Мережинський. Вплив втомної роботи на оксидаційні процеси в мускулах авітамінозних тварин 77
О. Я. Рашба. Креатин у мозку під час онтогенетичного розвитку хребетних тварин 83
Р. В. Чаговець. До природи змін окси-редукційного потенціалу мускульної тканини під впливом втомної роботи та тренування 91
Б. І. Балінський. Індукція кінцівки 99
М. І. Драгомиров. Роль індукції в розвитку ока 101
П. О. Ситько. Роль генотипу в мутаційному процесі 111
М. А. Лаврик. До вивчення природи бактеріофага і механізму його дії 119
К. А. Жуковський. Верхньо-докембрійські породи Овруцько-Білокоровицького району 127
П. К. Заморій. Геологія, гідрогеологія і гідрохемія району Західного Сіваша . . 141
Т. Ю. Лапчик. Про наслідки дослідження мідних руд Донбасу 151
К. І. Маков. Про деякі результати робіт по вивченню артезіанських вод Дніпровсько-Донецької западини 157
М. В. Корноухов. Перевірка стійкості стиснуто-зігнутих конструкцій (стрижнів, арок та рам) до і за границею пружності 165
В. М. Бабак. Про деякі питання історичного розвитку української мови 183

Головліт № 1657. Вид. № 33. Зам. 289. Тир. 2000. Фор. пап. 72×110 *см*. Вага 50,5 *кг*. Пап. арк. 3¹/₅. Друк. зн. в 1 пап. арк. 112 тис. Здано до друку 22/III—36 р. Підписано до друку 25/III—36 р.