

О. П. СТЕЦЬКІВ, В. І. ЮЩИК, С. Р. САВЧУК, С. М. САЛКО

ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЛІНОТИПНИХ МАТРИЦЬ МЕТОДАМИ ХІМІКО-ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ

Проблема підвищення довговічності лінотипних матриць полягає у вирішенні цілого комплексу різноманітних питань і може бути розв'язана різними шляхами. Перші вітчизняні дослідники, що вивчали цю проблему, підкреслювали її складність і вплив багатьох факторів на тривалість роботи лінотипних матриць. В одній з перших робіт [2], присвячених цьому питанню, вказується, що спрацювання лінотипних матриць виникає з таких чотирьох причин: 1) тертя між матрицею та частинами лінотипу; 2) затискування матриць для створення рядка; 3) взаємодії матриць з розплавленим металом; 4) неправильне регулювання лінотипу.

Довговічність роботи лінотипних матриць значною мірою залежить від спрацювання [4, 7] (у [2] йому не приділялось належної уваги), що спостерігається при ударі матриці, яка сходить з транспортера, з матрицею, що стоїть у верстатці. Щоб позбутись цього, можна зменшити кут нахилу транспортера з 26,5 до 23°, як це рекомендується у [4], або підвищити поверхневу міцність матриці. При подачі матриць транспортером із зменшеним кутом нахилу створюються такі умови, при яких руйнування зазнає не стінка робочого ока матриці, а міжлітерна стінка, пошкодження якої не має суттєвого значення. У [7] пропонується змінити форму, розміри та розміщення запобіжного скосу в нижній частині матриці, а також ширину ущільнюючої поверхні зі сторони робочого ока, тобто удосконалити конструкцію самої матриці.

Рекомендовані іншими дослідниками методи збільшення довговічності матриць полягали у підвищенні твердості стінок та поверхні ока шляхом гальванічного осадження хрому. Внаслідок цього значною мірою зростала твердість стінок ока, однак одночасно з цим збільшувалась їх хрупкість, що в процесі роботи при незначних ударних навантаженнях призводило до утворення тріщин. Між гальванічно нанесеним шаром хрому та стінками і поверхнею ока немає міцного зчеплення і, крім цього, одержуване покриття спотворює розмірні характеристики ока на товщину шару, що наноситься (рис. 1).

Лінотипні матриці виготовляються з α -латуні, оскільки необхідно здійснювати близько трьох десятків різних операцій, які були б нездійсними без великої деформуючої здатності вихідного матеріалу. Отже, слід підвищувати міцність не матеріалу, з якого виготовляються матриці, а вже готових матриць.

Дифузійне проникнення певних елементів у поверхневі шари, що відбувається в процесі хіміко-термічної обробки, супроводжується зміною в бажаному напрямку структури і, отже, властивостей поверхні матриці. Таким чином, з допомогою хіміко-термічної обробки вдається підвищити довговічність лінотипних матриць без додаткових конструкційних змін лінотипу і матриці.

У випадку цинкування [5] лінотипних матриць при температурі 500°C слід очікувати, виходячи з діаграми стану Cu—Zn, почергового

утворення на поверхні матриць β -фази, γ -фази, і ϵ -фази. Однак, як показали дослідження [5], утворюються лише β - і γ -фази, а поява ϵ -фази, очевидно, пов'язана зі збільшенням тривалості процесу хіміко-термічної обробки.

Під час цинкування здійснюються два дифузійні процеси: дифузія атомів цинку з суміші в глибину матриці й одночасно протилежний потік атомів міді на поверхню матриці та утворення там γ -фази, чим

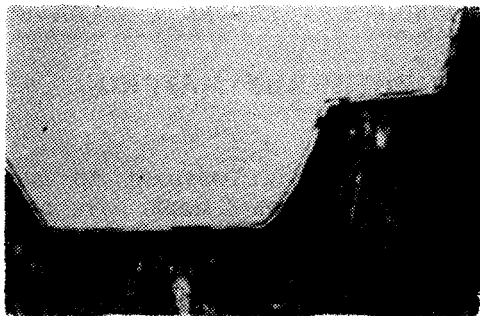


Рис. 1. Мікроструктура шрифтового очка лінотипної матриці з гальванічно нанесеним шаром хрому.

пояснюється незначне збільшення розмірних параметрів матриці. Атоми свинцю, що рівномірно розміщуються у вигляді окремих скупчень у латуні, під час цинкування також прямують з центральної зони на поверхню, утворюючи там більш крупні скупчення переважно на границі між новоствореними фазами. Одночасно з утворенням нових фаз відбуваються рекристалізаційні процеси, що приводять до збільшення величини зерна латуні.

Характерно, що зерна в обох новостворених фазах мають чітко виражений стовпчастий характер [5].

Залежно від природи утворених у поверхневому шарі фаз дифузія поділяється на атомну та реакційну. Атомна дифузія, що здійснюється в твердому розчині або хімічній сполуці, зумовлює тільки зміну концентрації останніх; реакційна дифузія завжди супроводжується утворенням на поверхні нових фаз, розміщених послідовно одна за одною. При цинкуванні лінотипних матриць маємо справу з реакційною дифузією, що дозволяє вираховувати коефіцієнт дифузії D_x для x -фази згідно з формулою [1, 3]

$$D_x = \frac{(y_x^2 - y_{x-1}^2)}{4t \left(\ln \frac{m_{x-1} + z_{x-1} y_{x-1}}{m_x + C_x y_x} \right)}$$

Для визначення коефіцієнта D_x достатньо знати місцезнаходження границь даної фази y_x і y_{x-1} в який-небудь момент часу t і відповідне цьому моменту відношення $\Theta_x = \frac{m_{x-1} + z_{x-1} y_{x-1}}{m_x + C_x y_x}$ інтегральних дифузій-

них потоків через ці границі. Вважається, що коефіцієнт дифузії в кожній фазі не залежить від концентрації і ріст фаз описується параболічним законом. Величина Θ_x є відношенням площ частин дифузійної зони, і її можна безпосередньо визначити з експериментальної концентраційної кривої, якщо розподіл концентрації фаз у досліджуваному зразку відомий (наприклад, взятий з діаграми стану).

Проведені обчислення для різної тривалості процесу цинкування 120, 240 і 360 хв і відповідно різних величин параметрів y_β та y_γ дали змогу знайти коефіцієнти дифузії в β - і γ -фазах (див. таблицю).

Коефіцієнти дифузії цинку в латуні ЛС64-2

Тип суміші	y_β , см			$D_\beta, \frac{\text{см}^2}{\text{сек}} \times 10^{-8}$			y_γ , см			$D_\gamma, \frac{\text{см}^2}{\text{сек}} \times 10^{-8}$		
	120	240	360	120	240	360	120	240	360	120	240	360
Свіжа	0,012	0,017	0,022	7,8	8,5	13,4	0,009	0,016	0,031	0,74	1,5	6,9
10% свіжої і 90% використуваної	0,018	0,023	0,021	12,6	13,8	12,1	0,015	0,012	0,017	2,2	1,5	9,5

Точність визначення коефіцієнтів дифузії D_β і D_γ залежить від форми концентраційної кривої. Додаткову похибку в остаточні результати вносить m_1 , яка хоч незначна, але точно не визначена.

Коефіцієнт дифузії для β -фази за величиною значно перевищує коефіцієнт дифузії у γ -фазі, тобто кристалічна гратка металу-розчинника суттєво впливає на дифузію елементів. Чим гущіше розміщені атоми в кристалічній гратці, тим повільніше відбуваються процеси дифузії.

У випадку алітування лінійних матриць слід звернутись до потрібної діаграми стану Cu-Zn-Al , горизонтальний переріз якої при кімнатній температурі свідчить про складні перетворення, які мають місце залежно від концентрації компонентів [8]. Наші дослідження [5] показали, що при температурі алітування (680°C) утворюється однофазна структура, яку можна переохолдити до кімнатної температури шляхом загартування і яка, очевидно, є твердим розчином на базі потрібної сполуки $\text{Zn}_2\text{Cu}_5\text{Al}_3$ (T -фаза). Переохолоджена структура не відповідає мінімуму вільної енергії системи і при кімнатній температурі здійснюються процеси старіння, що полягають у виділенні нової γ -фази (твердий розчин на основі сполуки Cu_9Al_4). Алітований шар неоднорідний щодо складу. На рис. 2 видно, що поверхневий шар складається з верхнього $T+\gamma$ -підшару, більшого за товщиною, де є голки γ -фази, що виділилась під час старіння, і нижнього, дуже тонкого γ -шару біля границі з основною фазою.

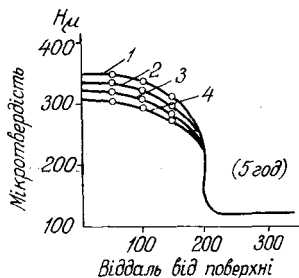


Рис. 2. Мікроструктура поверхні матриці після алітування.

Дослідження процесів старіння, що здійснювались методом вимірювання мікротвердості протягом тривалого часу, дало можливість установити, що криві мікротвердості загартованих зразків з часом змінюють свій характер. При кімнатній температурі спостерігається поступове зменшення мікротвердості, тобто відбувається розклад переохолодженої структури (рис. 3).

Рис. 3. Зміна мікротвердості поверхні алітованої матриці після гартування внаслідок природного старіння.

1 — свіжозагартована матриця; 2 — після старіння протягом 4 діб; 3 — після старіння протягом 10 діб; 4 — після старіння протягом 30 діб.



Як і під час цинкування, при алітуванні свинець дифундує на поверхню матриць і також утворює більш крупніші окремі скупчення, ніж до хіміко-термічної обробки. Рекристалізаційні процеси зумовлюють значне зростання розмірів зерен латуні [5].

Нижче наводимо результати досліджень лінотипних матриць після їх обробки методами цинкування та алітування, для чого було здійснено ряд експериментів, що мали на меті: а) вибір оптимальних режимів хіміко-термічної обробки, які збільшують поверхневу міцність і корозійну стійкість, не зменшуючи класу чистоти поверхні очка; б) дослідження впливу температури рідкого сплаву на корозійну стійкість матриць; в) попередній аналіз хіміко-термічно оброблених матриць, які проходять експлуатаційну перевірку.

Внаслідок проведених пошуків ми вибрали технологічний процес хіміко-термічної обробки.

I. Цинкування

1. Знежирення, очищення від бруду, іржі та промивання матриць: водний розчин зубного порошку — 3—5 хв; дистильована вода — 3—5 хв.

Ця операція полегшує також процес абсорбції цинку в поверхню матриць.

2. Нагрівання матриць, вміщених в герметично закрити реторту, в суміші складу: 50% Zn, 49% Al₂O₃ і 1% NH₄Cl. Температура процесу 330°C, тривалість 120 хв.

3. Хроматна пасивація очищених від порошокподібної суміші матриць в розчині складу: 150 г хромового ангідриду і 50 г хлористого натрію на один літр дистильованої води з наступним промиванням у холодній воді.

II. Алітування

1. Знежирення, очищення від бруду та іржі та промивання матриць: водний розчин зубного порошку — 3—5 хв; дистильована вода — 3—5 хв.

2. Нагрівання матриць, вміщених у герметично закрити реторту, в суміші складу: 44,4% Al, 54,4% Al₂O₃ і 1,2% NH₄Cl. Температура процесу 680°C, тривалість 240 хв.

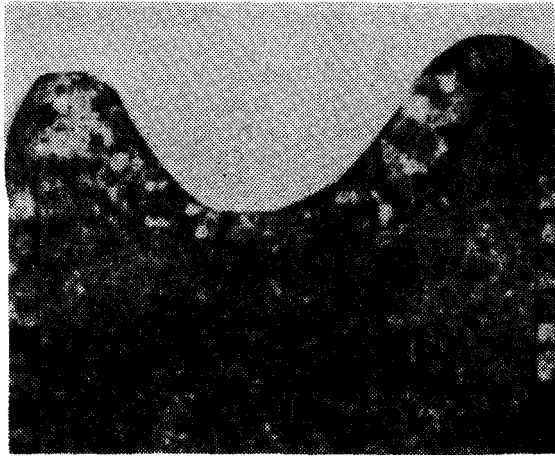
Після процесів цинкування та алітування вся стінка шрифтового очка матриці та його поверхня, які в процесі експлуатації зазнають динамічних навантажень і стикаються з розплавленим металом, змінюють свою структуру (рис. 4 а, б) і, отже, властивості.

При цьому розміри шрифтового очка не змінюються, а шорсткість поверхні очка стає не нижчою восьмого класу [6].

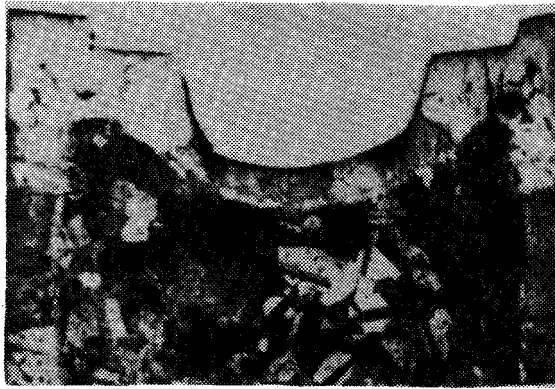
Як бачимо (рис. 5 а, б, в) літери, відлиті з матриць, що зазнали хіміко-термічної обробки, і зі звичайної матриці не відрізняються між собою; при друкуванні одержуємо цілком ідентичні відбитки.

Для розв'язання другого завдання була створена спеціальна установка, на якій проводили дослідження корозійної стійкості. Під час лабораторних досліджень корозійної стійкості прийнято підбирати умови, подібні до дійсних, які часто підсилюються для прискорення випробувань. У нашому випадку досліджували одночасно три матриці (звичайна, після цинкування, після алітування) шляхом їх періодичного занурення у рідкий сплав-гарт [6].

Установка складається з електричної печі та механізму зворотно-поступового руху, що приводився в дію електродвигуном. Через кожні 400 робочих циклів фотографували стінки очка матриць і здійснювали відливання літер на лінотипі та одержували відбитки на папері. Дослідження корозійної стійкості здійснювали при температурах 300 і 350°C для матриць, з допомогою яких одержується літера «є».

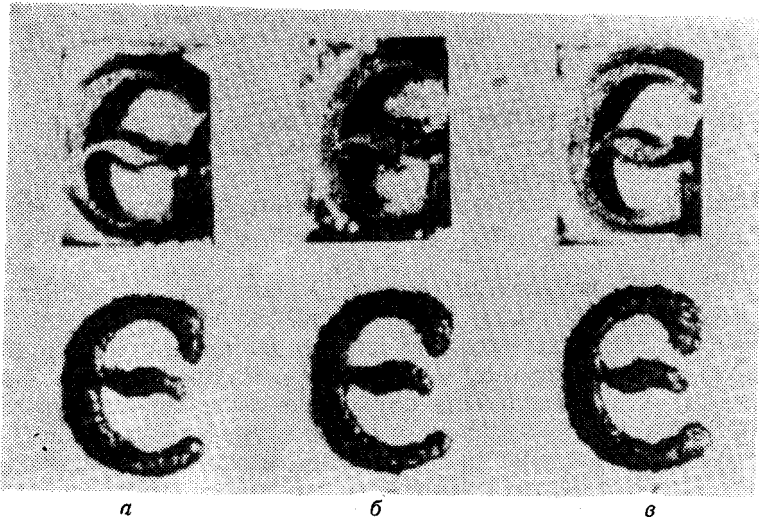


a



б

Рис. 4. Мікροструктура шрифтового очка лінотипних матриць після:
a — цинкування; *б* — алітування.



a

б

в

Рис. 5. Фотографії літер «е», одержані з різних матриць, та відбитки з цих літер:
a — після цинкування; *б* — звичайна матриця; *в* — після алітування.

Якщо розглянути під мікроскопом стінки шрифтового очка різних матриць, які ще не використовувались на виробництві, то можна помітити, що стінки очка нерівні і мають певні заглибини різної величини залежно від того, якій літері відповідає матриця. Для матриць «е» ще перед їх експлуатацією в багатьох випадках спостерігається заглибина в стінці, яка відповідає кінчику букви, і в цьому місці стінка шрифтового очка найтонша (рис. 6 *а, б*). Аналогічні заглибини зустрічаються для букв «а», «и», «с» та інших, причому, як правило, на правій стінці очка (коли дивитись на матрицю, що розміщена у верстатці, з робочого місця складальника).

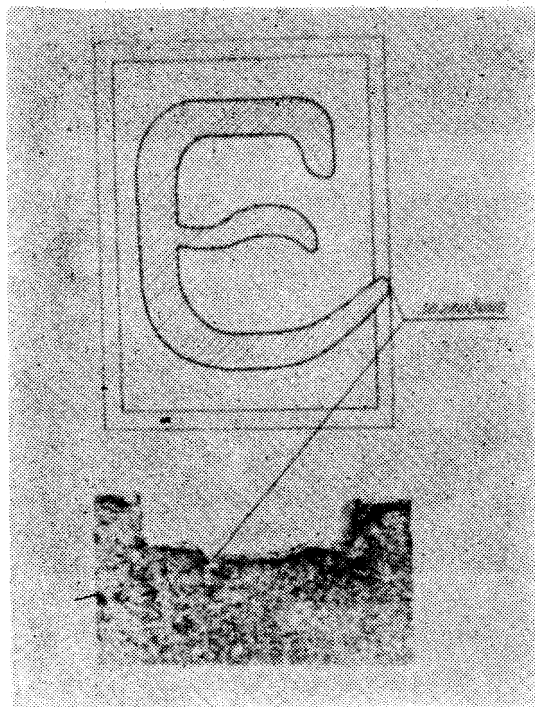


Рис. 6. Заглибина в стінці шрифтового очка, що існує для звичайних матриць перед їх експлуатацією:
а — вид зверху; *б* — вид збоку

Дослідження корозійної стійкості показали, що заглибини, які відповідають кінчикам букви, зі збільшенням кількості занурень у рідкий сплав зростають за розмірами.

Спостерігається різке прискорення утворення заглибин (руйнування стінки шрифтового очка) при збільшенні температури рідкого сплаву.

На рис. 7 і 8 показано, як зростає за розмірами заглибина в стінці шрифтового очка звичайної матриці залежно від кількості циклів (занурень) та температури друкарського сплаву порівняно з матрицями, що зазнали хіміко-термічної обробки. Рядок I на рис. 7 дає уявлення, як змінюється заглибина цинкованої матриці залежно від 1600, 3200, 4800 і 6400 циклів-занурень у сплав з температурою 300°C, рядок II дає аналогічну картину для звичайної матриці, а рядок III — для алітованої. Подібні картини в тій же послідовності показані на рис. 8, але при температурі сплаву 350°C і при кількості циклів 400, 1200 і 2000.

Наочне збільшення величини заглибини дало змогу зобразити процес руйнування стінки звичайної матриці графічно. На рис. 9 показана

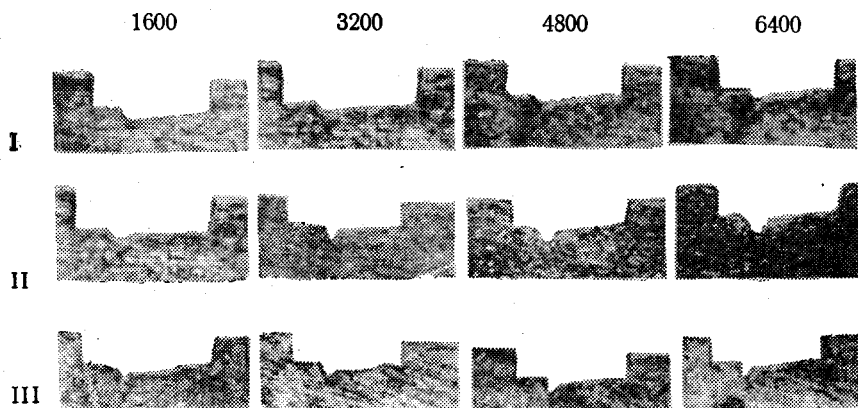


Рис. 7. Зміна заглибини в стінці шрифтового очка залежно від кількості циклів-занурень при температурі 300° С.

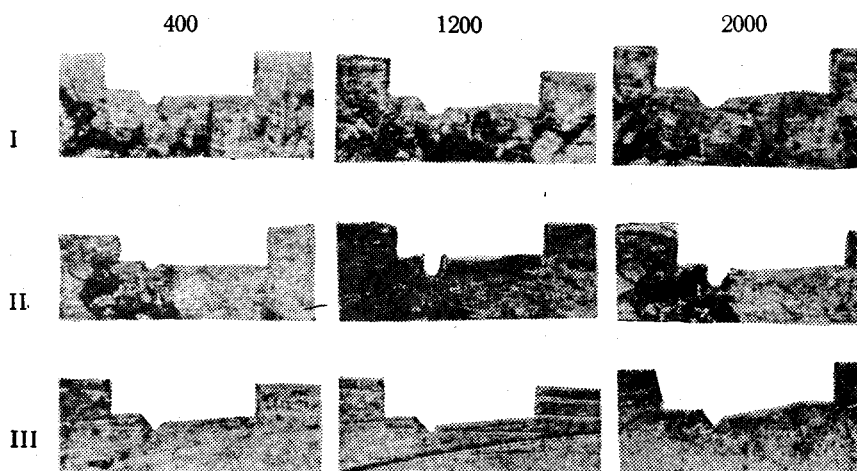


Рис. 8. Зміна заглибини в стінці шрифтового очка залежно від кількості циклів-занурень при температурі 350° С.

залежність між площею утвореної заглибини та кількістю циклів-занурень матриць у розплавленій гарт. Горизонтальна лінія на графіку відповідає граничному рівню, після досягнення якого відливаються вже неякісні літери.

Можна припустити, що причиною швидкого руйнування звичайної матриці є активна окисна плівка, яка утворюється на поверхні рідкого гарту і, очевидно, на поверхні тієї частини матриці, що періодично контактує з розплавом. Дослідження, проведені шляхом повного занурення матриць у рідкий метал, і витримка там тривалий час дають такий же результат: під час витримки звичайних матриць при температурі 350°С протягом 80 год одержується приблизно таке ж руйнування стінки, як і після здійснення 2000 циклів на описаній установці [6], в той час як матриці, оброблені хіміко-термічними методами, не зазнають помітних пошкоджень.

Слід зауважити, що таке прискорене дослідження на корозійну стійкість тільки наближено відображає процес руйнування очка

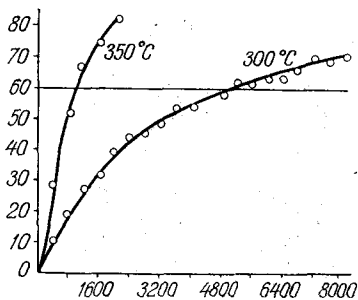


Рис. 9. Залежність між площею одержуваної заглибини та кількістю циклів-запурень.

лінотипних матриць внаслідок контакту з розплавленим гартом і точніші дані можуть дати лише виробничі випробування.

В умовах малоінтенсивної експлуатації проходили виробничі випробування 40 лінотипних матриць після хіміко-термічної обробки, а саме: 10 матриць для відливання літери «а», 10 — літери «и» і 10 — літери «о», що експлуатуються одночасно зі звичайними матрицями на лінотипі Н-7. Періодичний контроль за ними протягом півтори року дав змогу встановити, що стінки матриць, які оброблені хіміко-термічними методами, за-

лишаються без змін, тоді як стінки звичайних матриць зазнали значних пошкоджень.

Таким чином, руйнування стінок лінотипних матриць — процес складний і в основному здійснюється внаслідок накладання двох причин. По-перше, причиною спрацювання матриць є механічні пошкодження стінок шрифтового очка при ударі матриць у верстатці. По-друге, важливим є те, що рідкий друкарський сплав, який подається під тиском 2—3 атм, в процесі лиття затікає в існуючі в стінках та утворені внаслідок ударів тріщини та заглибини, що сприяє швидшому руйнуванню стінок очка, особливо при збільшенні температури. Хіміко-термічна обробка лінотипних матриць значно підвищує їх поверхневу міцність та корозійну стійкість, що дозволяє підвищити їх довговічність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Борисов В. Т., Голиков В. М., Дубинин Г. Н. Определение коэффициента диффузии в сплавах при наличии нескольких фаз.—*Известия АН СССР. Металлургия и горное дело*, 1964, № 4.
2. Бочаров С. Г. Износ матриц линотипа.—*Полиграфическое производство*, 1939, № 10.
3. Дубинин Г. Н. Диффузионное хромирование сплавов. М., «Машиностроение», 1964.
4. Соколовская М. Ф. О причинах износа стенок очка линотипных матриц.—*Полиграфическое производство*, 1941, № 2.
5. Стецьків О. П., Савчук С. Р., Ющик В. І. Хіміко-термічна обробка лінотипних матриць.—*Поліграфія і видавнича справа*, 1972, № 8.
6. Стецьків О. П. [и др.]. К вопросу о долговечности линотипных матриц.—*Полиграфия*, 1972, № 6.
7. Шнееров Л. [и др.]. О долговечности линотипных матриц.—*Полиграфия*, 1971, № 5.
8. Köster W., Moeller K. *Z Metallkunde*, 34, 206, 1942.

O. P. STETSKIV, V. I. YUSHCHYK, S. R. SAVCHUCK, S. M. SALKO

INCREASE OF LINOTYPE MATRIX LONGEVITY BY MEANS OF CHEMICAL-HEAT TREATMENT

Summary

The article deals with the questions of increase of linotype matrix longevity by means of chemical-heat treatment. Coefficients of diffusion phases arising on the surface at the zincification are defined, the influence of temperature on the corrosion stableness of brass LS-64-2 is investigated, the processes of aging in tempered after alitizing matrixes are being studied.