

澆合鑄件的 製 造

斯密良可夫著

機械工業出版社

澆合鑄件的製造

斯密良可夫著

董鴻賓譯



機械工業出版社

1955

出版者的話

在鑄造生產中把另外一種或幾種金屬製成的構件嵌在鑄型中，用液體金屬把它一起澆合在鑄件中，使鑄件獲得新的性質和簡化製作過程，稱為澆合鑄件。

本書就是介紹澆合鑄件的基本原理，澆合鑄件的一些優點及其應用範圍，同時，還詳盡地說明了幾種主要的生產方法和工藝過程中的特點，以及澆合鑄件的缺陷及其防止的方法和對澆合鑄件的質量檢查等。最後並敘述了設計澆合鑄件所要根據的基本原則，並舉出了許多實例，說明澆合鑄件的寬廣用途。

本書適合於一般的鑄造工作者學習和其他專家技術人員們參考。

蘇聯 Н. Н. Смеляков 著 'Изготовление армированных отливок' (Машгиз 1953 年第一版)

* * *

書號 0899

1955 年 10 月第一版 1955 年 10 月第一版第一次印刷

787×1092 $\frac{1}{32}$ 字數 121 千字 印張 5 $\frac{5}{8}$ 0,001—1,600 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價(8) 0.89 元

原序	5
一 澆合鑄件	7
1 金屬之間的機械附着和它們的熔合	8
金屬相互作用下中間區域的形成 (13)——難熔金屬在易熔金屬中的溶解 (14)	
2 澆合鑄件的優點	18
局部加強和耐磨性的提高 (19)——脆弱破壞和腐蝕的預防 (22)——缺乏金屬的節約 (24)——鑄件質量的提高和廢品的減少 (26)——鑄造構造工藝性的提高 (30)——機械加工的勞動量的減少和鑄件成本的降低 (33)——鑄件生產工藝過程的改進 (36)——鑄件的新物理性能的獲得 (41)	
3 澆合鑄件的應用範圍	42
二 澆合鑄件的生產	58
1 閘瓦和鋼錠模	59
2 皮帶輪、車輪和飛輪	68
3 渦輪機的隔汽板和活塞	74
4 內燃機的零件	83
5 冷卻板、電極卡頭和支架	91
6 雙層軋輥	96
7 鐵砧台、落錘和其他零件	101
8 雙金屬機件和工具	115
三 澆合鑄件的缺陷及其防止方法	144
四 澆合鑄件的設計	152
五 澆合鑄件的應用前途	158
參考文獻	177
中俄名詞對照表	179

原 序

在我國(蘇聯)由於社會主義經濟制度的優越性，在鑄造生產上創造了具有堅固科學根基的強大的技術基礎。現代工業對鑄件提出了日新月異的要求。同時隨着機械製造業上的鑄件生產量的增加，對改善鑄件的質量也提出更高的要求。巨大的、真正全民規模參加的偉大的共產主義建設，就必須從事一些新機器的創造：如強大的泥泵，掘泥機設備，大馬力的水力渦輪機，水閘機構及其設備，走動式掘鑿機等。

要提高工業上工作的質量指標，首先須進一步改善機器的品質，降低金屬的消耗量（尤其是有色金屬）和減少用在每個機器上的勞動力的消耗。而在機械製造中鑄件的比重佔60%~85%。由於這種原因，就對鑄造生產提出特殊的和更高的要求。巨大的、各種各樣的鑄件，根據它們的用途和使用特性，把很多複雜的問題提到鑄造生產工作者的面前。但是鑄工車間和國家科學機關共同進行有成效的工作，以及斯大哈諾夫鑄工們經常地改進生產的結果，是可以使這些問題得到很好解決的。

在戰後五年計劃的日子裏，鑄造生產在應用最先進的工藝方法製造鑄件方面前進了一大步。最近幾年，離心鑄造，壓力鑄造，金屬型鑄造，熔模型鑄造，毛坯的連續鑄造等都獲得了極大的發展；研究並掌握了高強度鑄鐵的生產，運用了可鍛鑄鐵的快速熱處理。研究出快速乾燥的製型材料，泥心結合劑，製型塗料等的配製方法。

所有這些都形成了改善鑄件質量，減低清理工作的勞動量和縮短鑄件生產週期的可能性。蘇聯專家們不僅創造了新的工

藝方法，並且也學會了控制金屬的凝結，研究出冒口和澆注系統的計算方法，減少鑄件中內應力和偏析的方法和熱處理的新方法等。設計者和鑄造工人們的共同勞動，弄清了很多有關普遍提高鑄件工藝性的原理。

在生產鑄件的很多工藝方法中，澆合鑄件的製造佔重要的地位。澆合能使鑄件得到完全新的性質，由此就可製得優質鑄件，而製造費用並不提高。

應該指出，在澆合工件鑄造中所發生的現象及與其有關的擴散，結構的變化，金屬的收縮，金屬溫度對它們附着的影響，一直到現在還沒有足夠的研究。這對於繼續改善鑄件澆合的方法是很大的阻礙。現在還缺乏關於澆合鑄件生產技術的綜合性文獻，因之也就妨礙了把這些方法應用到生產中去。但是，在我國製造澆合鑄件的長期經驗，有條件使這種方法在工藝方面和新機器的設計以及它的現代化方面得到廣泛的應用。

本書在一定程度上補充了在澆合鑄件生產範圍內文獻中的不足之處，這種鑄件和它們的製造方法的推廣，無疑地會引起廣大鑄工對此書的注意，以使用澆合的方法幫助他們改善鑄件生產和使用的技術經濟指標。

——編者——

一 澆合鑄件

澆合鑄件的製造方法，是由兩種或兩種以上具有不同性質的金屬，接合而組成一個整體的構造。金屬的接合方法，或者是把液體金屬澆注到鑲入型中的用其他金屬製成的部分上，或者是把兩種金屬先後澆到一個型中。

澆合鑄造法是很早就有的。根據路布卓夫(Н. Н. Рубцов)的資料……以前在西亞細亞，鐵大概是比青銅便宜……這個可由在當地挖出的一些完整的物體都是青銅包在鐵的基體上的事實來證實。我們研究了這些物品中的一個——公牛前腿的鑄塊，它的脚是圓的鐵質鑲入物。當把它鋸開後，發覺內部是鐵的基體，它是鑄在青銅內的。澆入的金屬是完全均一而緊密的，在緊接着鐵的地方，連極微小的間隙也沒有。甚至用普通的眼光也可以很明顯的看出，這鐵是直接澆到青銅內的，而決不是鑄好之後鑲入的〔41〕[●]。

廣泛的採用澆合鑄件是隨着機械製造的發展而開始的。它幾乎普及到機械製造工業、冶金工業、建築工業等所有的部門中去。

除了強度和應用時的可靠性外，對澆合鑄件還有另外一些要求。這些要求是因機件的工作條件和需要解決一些特殊的技術問題而產生的。對於某些機件、部件和建築構件等提出的各種不同的要求，往往是無法由任何一種材料來滿足的。因此，就有由兩種或幾種具有不同性質的金屬來製造機器零件和建築構件

● 方括弧裏的數字是表示參看本書後面的參考文獻的第幾項，以下同。

的必要性。

很難找到一種材料，它同時既有高的硬度又有大的塑性，還具有耐蝕性、抗磨性、導磁性和耐熱性、小比重和強度等等。正是因為這樣，所以才有鋼筋混凝土的結構，它是由基本材料——混凝土和金屬的鋼筋所組成。這樣的兩種在性質上不同的材料的結合，使作出的機件具有新的性質。混凝土具有很低的抗拉強度，但是抗壓強度很高。而把鋼筋澆在混凝土的結構中，使其達到全部截面的 $0.5 \sim 2\%$ ，就可以耐受很大的拉力。鋼筋水泥的澆合使結構獲得在同時受拉受壓的工作條件下所必需的新的性質。

使某種金屬製成的鑄件中包容有另種金屬製的嵌入物的方法，可使鑄件獲得新的性質。例如生鐵鑄件帶有鋼的嵌入物，碳鋼鑄件帶有特殊鋼的嵌入物，鋁鑄件帶有鋼的嵌入物，很多種雙金屬的鑄造機件在強度方面，耐磨性方面，減磨性方面等都得到完全新的性質。

1 金屬之間的機械附着和它們的熔合

鑄件的澆合是以主要金屬和嵌入物的各種結合方法為基礎的。而結合的方法分兩種：金屬之間的機械附着和它們的熔合。

兩種金屬的機械附着，不發生相互間的原子間的滲透，沒有一種金屬往另外一種金屬中擴散的現象。雖然被澆合的嵌入物和液體金屬相接觸，但由於缺乏相互的浸潤作用，以及液體金屬交界層的迅速凝固，故此時在金屬互相之間未形成滲透。所以在嵌入物和主體金屬間僅發生機械的附着，而沒有金屬原子的相互滲透。機械附着力是由於液體金屬在凝固收縮時發生在它和鑲入物之間的摩擦力引起的。這種摩擦力往往是靠在嵌入物上

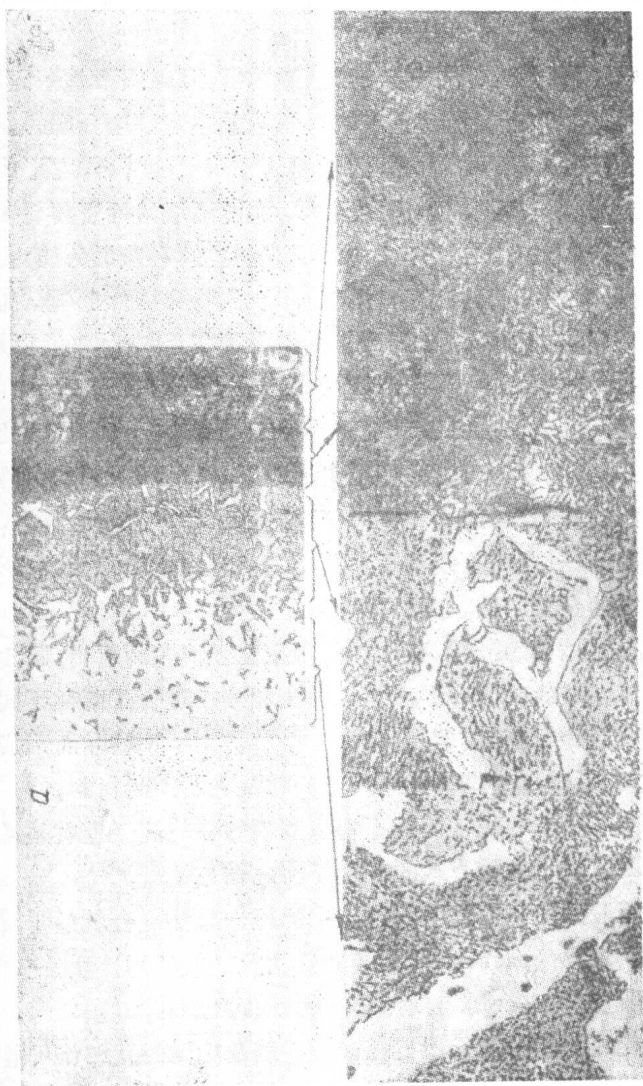
做出各種各樣的螺紋、溝槽、鳩尾槽和用其他結合方法來使其增加。

熔合連接是以不同金屬邊層的溶解、互相擴散為基礎的。嵌入物外層的熔合和溶解是在鑄件的過熱主體液態金屬的作用下發生的。同時呈現不同金屬的機械的和擴散的混合，它形成具有與主體金屬性質不同的過渡區域。過渡區域的性質要看接合金屬的特性和其化學成分，金屬形成互相溶解和擴散的能力，以及熱條件（液體金屬的數量和溫度）、嵌入物和鑄件金屬結晶的條件等而定。兩種熔融金屬的結晶過程是在互相接觸的區域中共同進行的。顯而易見，嵌入物的表面會成為結晶形成的中心，凝固着的液體金屬的晶粒就從這裏開始長大。結果形成新的結構相，使結合金屬的性質發生很大的改變。在一種金屬和另外一種金屬的熔合區域，或互相擴散的過渡區域中，金屬的性質，如同已指出的一樣，完全變樣了。其化學成分、結構，以及與成分、結構有關的金屬的機械性質都發生了改變。

金屬結構的改變，在顯微磨片上能很清楚的看出。圖 1 中表示過渡區域的結構。顯微磨片的金相分析證實了兩種不同金屬互相擴散的存在。與熔合的同時，金屬發生了重結晶而形成新的晶粒。鄰近金屬的結構元素就是晶粒長大所需的材料。

不同金屬的正常熔合不形成劇烈的分界面（也就是過渡區域）。圖 2 表示這種方式的各種不同的結合情況。

用液體生鐵來鉗補鑄件缺陷的這一方法〔也就是所謂各種金屬的熔鉗（разварка）法、鑄鉗法及一般的鉗接法——電鉗、氣鉗〕是建立在金屬能彼此熔合的性質之上的。當被嵌入金屬的熔點比嵌入物的熔點低得很多時，則金屬間的互相作用過程好像是鑲鉗（пайка）的過程。在這裏也呈現金屬的互相擴散和溶解



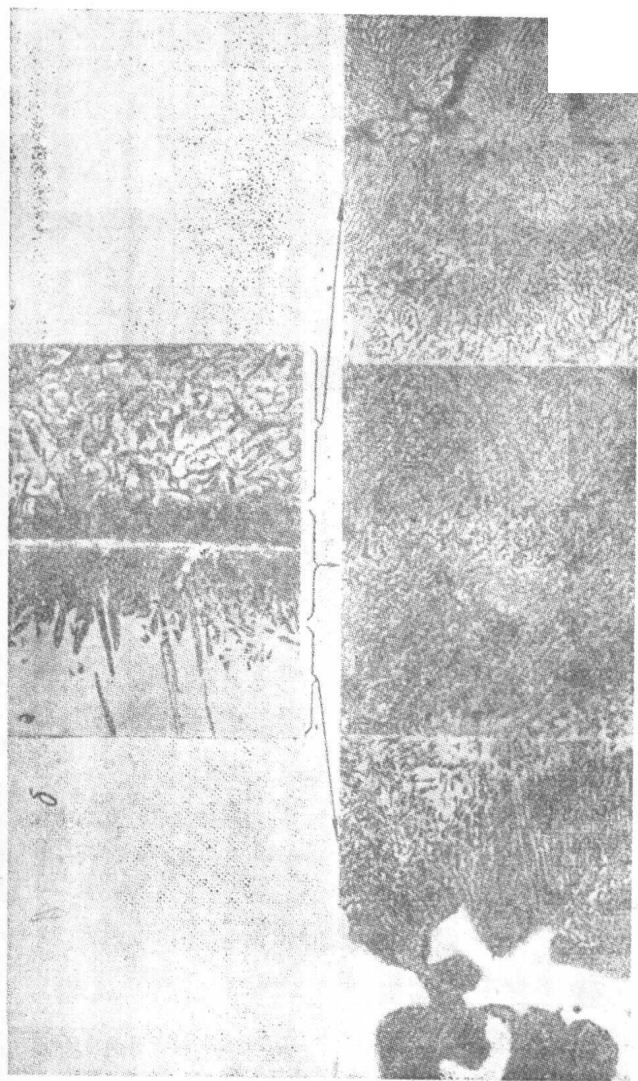


圖 1 灰鑄鐵和鋼嵌入股(軟鋼)的熔合區域的顯微結構:
 a —有碳化物網狀組織存在; δ —沒有碳化物網狀組織存在。

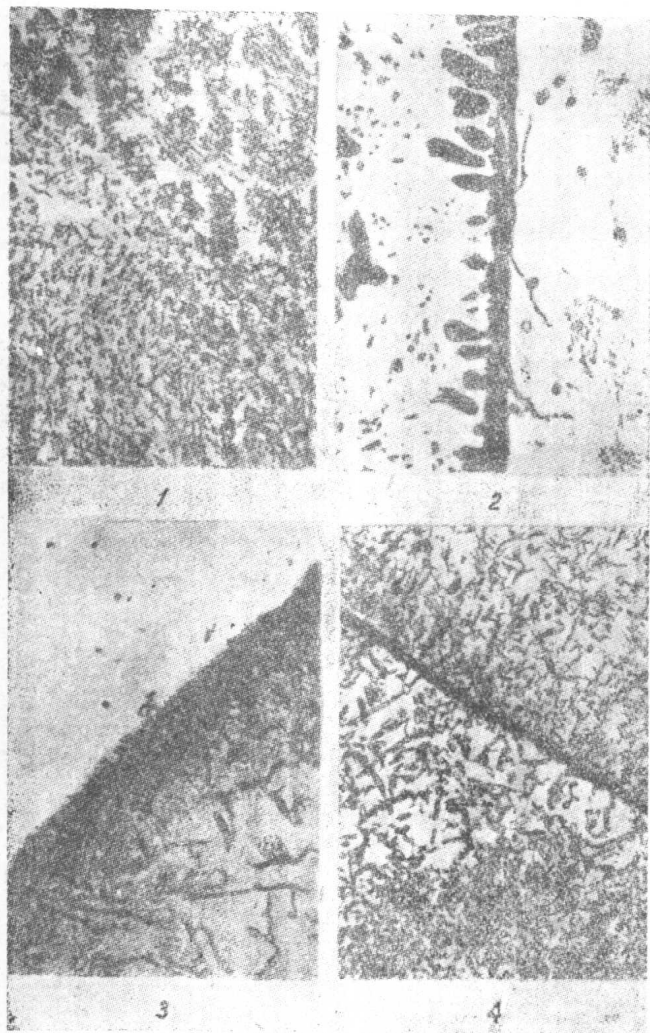


圖2 正常熔合時金屬的結合情況：

1—不同種類灰鑄鐵的良好結合；2—銅銀合金和拉延黃銅的良好結合， $\times 100$ ；3—青銅和灰鑄鐵的良好結合， $\times 100$ ；4—因為在結合區域中存在氧化膜的不良結合， $\times 25$ 。

的過程，並且有的時候這種情況可能得到很大的發展。只有當澆入型中的金屬量多時，或者是這種金屬和嵌入物的金屬在與其接觸的區域中會形成共晶體的時候，才可使嵌入物的外層熔化並形成中間合金。

金屬相互作用下中間區域的形成

當鑄件澆合時，常發生固體的難熔金屬和液體的易熔金屬的相互作用。兩種金屬的擴散性的結合作用，就是鑄件澆合法的基礎。布達可夫(В. З. Бутаков)[7]研究了原子擴散和自動擴散的理論，大大的幫助說明在金屬互相作用下中間區域形成的機構。原子的擴散是一種金屬的原子在另外一種金屬的格子中位移的過程，在這種擴散的過程中不形成新的相。擴散的結果形成帶有溶解[●]金屬格子的固體溶液。在形成的固體合金的溶劑的格子中，濃度發生變化時，則主體金屬表面的結構和性質必發生改變。但是，當在高溫下增加固體溶液的濃度時，在以後的冷卻中，其中的擴散層會發生相的轉變，同時分出新的結構成分。鐵的滲碳就是這種過程的一個例子，其結果就形成了碳化鐵相(Fe_3C)。

還在1868年，科學的金相學的創始人契爾諾夫(Д. К. Чернов)就已指出：因為存在有擴散關係，所以兩種燒紅的金屬塊銲接時，不用把它們熔化。業已證明，金屬互相擴散的濃度，可能超過由擴散金屬從各方向形成的固體溶液極限濃度的很多倍。很明顯的可以看出，在金屬接觸的區域中形成與主體金屬格子不相同的新相。這種擴散稱為反應式的擴散。根據這個基礎建立了一些與金屬表面化學熱處理有關的工藝過程：鐵的滲氮、滲鋁、鍍鋅、鍍錫和鍍銅等。

● 原書為[Растворение]，但可能是[Растворитель，溶劑]之誤。——編者

正如布哥阿闊夫(В. З. Бугаков)所肯定的,當兩種金屬接觸時,不管有沒有相互溶解的現象發生,都能夠發生化學反應,而直接在反應金屬的分界處形成金屬間化合物。這些化合物應該符合於反應金屬的合金系統的狀態圖。金屬間化合物區域中的成分和結構,與反應金屬的結構及其表面狀態,反應的溫度條件、壓力、雜質的存在等有關。

難熔金屬在易熔金屬中的溶解

當互相作用的金屬之一存在於固體狀態,而另外一種為液體時,則其互相的作用過程是複雜的,並且是各種各樣的,因此,關於它的理論上的研究也就比較困難。當固體的難熔金屬和液體的易熔金屬互相作用,即難熔金屬在易熔金屬中發生溶解時,這些過程會更複雜。在這種情況下,不管在兩種金屬的接觸表面上是否能夠直接發生化學反應,都會形成與該系的狀態圖相符的合金中間層。

根據布哥阿闊夫所說的,這種過程的機構發生如下:當難熔金屬 A 和液態金屬 B 緊接時,一部分 A 轉入液體溶液中,此時金屬 A 在溶液中的濃度,逐漸地隨時間而增加。這種增長由 A 和 B 的擴散速度來決定。在圖3中的線圖上表示當金屬 A 和 B 互不形成中間化合物相時的情況。液態合金金屬 B 的飽和是符合於點 C 的(濃度等於 $K\% A$)。在一定的溫度 t° 時,熔化停止,而從液體合金中開始分出多餘的結晶 A ,它一部分將存在於液體合金中,而另一部分則結晶在固體合金的表面。當金屬凝固後,結構將符合於線圖中的 C 點,是由共晶體($A+B$)與過剩的金屬 A 的結晶所組成。奧克諾夫(М. Г. Окнов)的試驗證實能得到這種結構。

在圖4的線圖中指明:兩種互相作用的金屬,能夠形成金屬

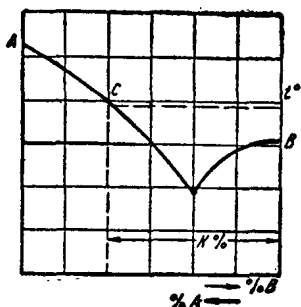


圖3 不形成化合物狀態圖的圖解形式

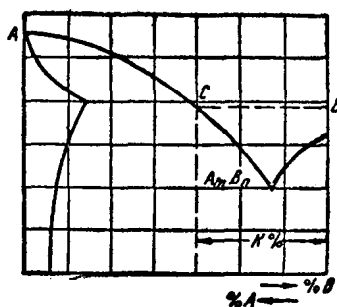


圖4 形成金屬間化合物狀態圖的圖解形式

間化合物的情況。難熔金屬 A 溶解在液體金屬 B 中，而當其達到液體溶液的極限濃度時（在 t° ），將要由其中分出金屬間化合物 $A_m B_n$ 的結晶，它可能部分地存在於液體合金中，而部分地結晶在固體金屬 A 的表面。表面層的結構相當於在點 C 的合金（ $K\%A$ ），也就是由金屬間化合物相 $A_m B_n$ 和共晶體（ $A_m B_n + B$ ）所組成。

在難熔金屬表面萌芽的 $A_m B_n$ 的晶粒，將在與此表面相垂直的方向上向易熔金屬方面長大。有時在二金屬交接區中不形成共晶體，而形成極限濃度的固體溶液或其他新的相。在任何情況下，液體金屬和固體難熔金屬相接觸的中間區域中的結構，應該完全反映出它們的平衡，也就是應符合於該合金系的狀態圖。

若是當兩種能進行互相溶解的金屬互相作用時，可能形成中間金屬相，這是由於難熔金屬在緊接着它的液體金屬中飽和而發生的。按其本身的特性，這些中間金屬相在這種情況下完全是擴散的，而沒有化學反應的特徵。當固體金屬和液體金屬互相作用時，也可能由於在兩種金屬的接觸面上發生化學反應的結果而形成中間相。這樣一來，當固體金屬和液體金屬互相作用

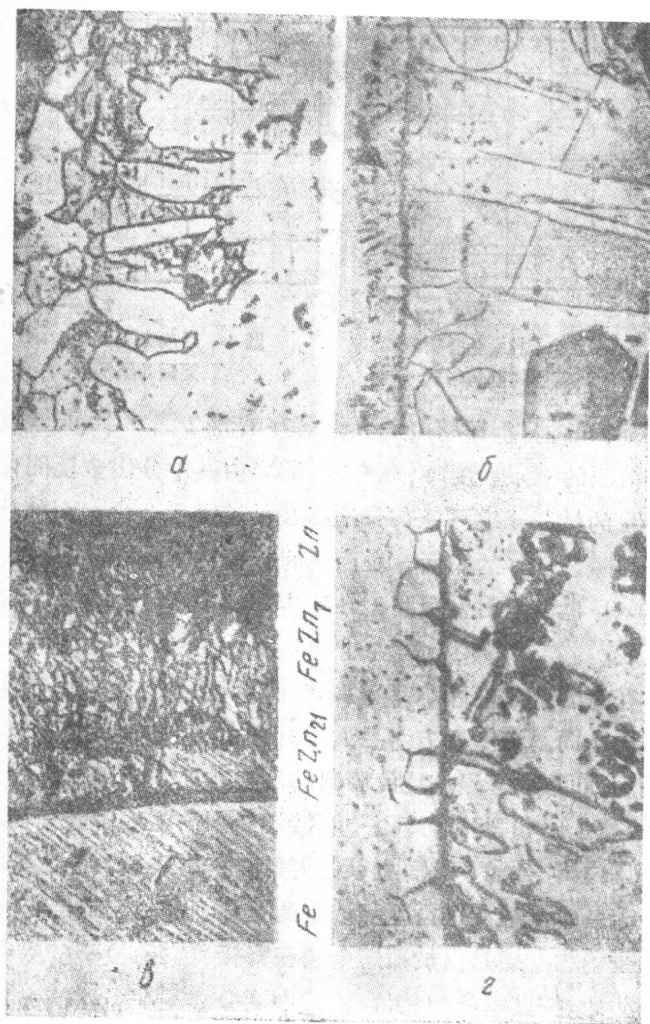


圖 5 不同金屬在

a—鐵和鋁，在 700°C 溫度下表面滲鋁 3 小時， $\times 100$ ；*b*—銅合金和鋼，錫合金， $\times 500$ ；*c*—銅和鋁，在 500°C 溫度下保持 15 分鐘， $\times 200$ ；*d*—鋼