

**ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ, ՆՅՈՒԹԱԳԻՏԻԹՅՈՒՆ,
ԸՆԴԵՐՔՕԳՏԱԳՈՐԾՈՒՄ, ՔԻՄԻԱԿԱՆ ԵՎ
ԲՆԱՊԱՀՊԱՆԱԿԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՆԵՐ**
ՄԵՏԱԼՈՒՐԳԻԱ ԵՎ ՆՅՈՒԹԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

ՀՏԴ 621.762

Լ.Ձ. ԳԱԼՍՅԱՆ

**ՊՈՂՊԱՏՅԱ ԹԵԼՔԵՐՈՎ ԱՄՐԱՆԱՎՈՐՎԱԾ ԵՐԿԱԹ-ՔՐՈՄԱՅԻՆ
ՋԵՐՄԱՅԻՆ ԼԱՎԱՑՎՈՂ ՓՈՇԵՊՈՂՊԱՏՆԵՐԻ ԲՈՎԱԽԱՌՆՈՒՐԴԻ
ՄԱՍԼՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ ԵՎ ՕՊՏԻՄԱԼ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ
ԸՆՏՐՈՒՄԸ**

Հետազոտվել է երկաթ-քրոմային ջերմային լավացվող փոշեպողպատների ստացման գործընթացը: Կատարվել են մետաղափոշու ընտրություն, բովախառնուրդի մամլման գործընթացի հետազոտություն և օպտիմալ ռեժիմների ընտրություն: Ուսումնասիրվել են միսման և արձակման գործընթացների առանձնահատկությունները:

Առանցքային բաներ. ջերմային լավացվող փոշեպողպատ, մետաղափոշի, մամլում, մխում, արձակում:

Ներածություն: Պողպատյա մետաղաթելքերով ամրացված երկաթ-քրոմային փոշեպողպատների ստացման գործընթացը ներառում է մանրակրկիտ մոտեցում ինչպես նյութերի ընտրության, այնպես էլ մամլման և ռեժիմների օպտիմալացման հարցում: Նման նյութերը կարող են արդյունաբերական կիրառության մեջ ապահովել նոր հնարավորություններ՝ բարձր ամրություն, դիմացկունություն և կայունություն բարձր ջերմաստիճանների նկատմամբ:

Ամրանավորված փոշեկոմպոզիտային նյութերի ստացման տեխնոլոգիան մշակելու ընթացքում անհրաժեշտ է հաշվի առնել ամրանավորող լարերի ամբողջությունը և ամրությունը ձևավորման բոլոր փուլերում, ապահովել «լար-մայրակ» անցումային շերտում ամուր համակցում, մայրակի նյութում ամրանավորող լարերի հավասարաչափ բաշխում և կողմնորոշում:

Թույլատրելի դեֆորմացիայի աստիճանը խիստ կախված է լարերի ամրությունից, I/dI հարաբերությունից և V_լ-լարի ծավալային պարունակությունից:

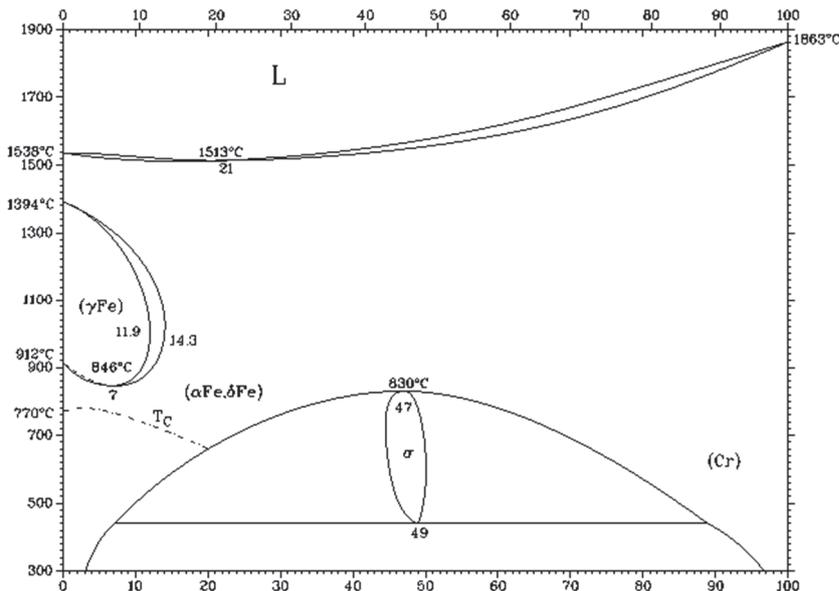
Այսպես, V_լ-ի մեծացման հետ նրանց քայքայման հնարավորությունը մեծանում է [1, 2]:

Հետազոտության նպատակը: Աշխատանքի նպատակն է հետազոտել պողպատյա թելքերով ամրանավորված երկաթ-քրոմային ջերմային լավացվող

փոշեպողպատների բովախառնուրդի մամլման գործընթացը և կատարել օպտիմալ ռեժիմների ընտրություն:

Խնդրի դրվածքը և մեթոդիկայի հիմնավորումը: Խնդիրը լուծվում է մետաղական թելքերով ամրանավորված փոշեպողպատի մամլման գործընթացի վիճակի առանձնահատկությունների բացահայտմամբ, ստացման տեխնոլոգիայի մշակմամբ և հատկությունների ուսումնասիրմամբ [3]:

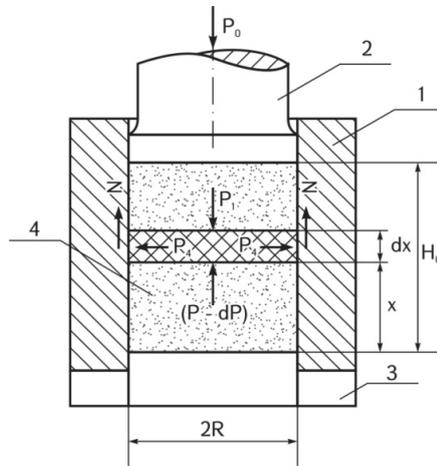
Հետազոտման է ենթարկվել Fe-Cr պողպատը*, որպես ելանյութեր ընտրվել են ПЖВ4 մակնիշի երկաթի փոշին (ГОУС 9849-86)՝ մինչև 160 մկմ հատիկաչափական կազմով, իսկ որպես ամրանավորող ֆազ հանդես են եկել պողպատ-40 մակնիշի պողպատյա թելքերը՝ (d=0,28մմ, l=4մմ) [2]: Բաղադրիչների «մետաղ-մետաղ» փոխազդեցության հիմքում ընկած է համապատասխան վիճակի դիագրամը (նկ. 1):



Նկ. 1. Fe-Cr երկակի վիճակի դիագրամը

Մետաղափոշի - մետաղալար բովախառնուրդի ձևավորումը կատարվել է ПСУ-125 հիդրավլիկական մամլիչի վրա (նկ. 2)՝ ճնշման 2 միջակայքերի պայմաններում.

- ա) 0...50000 կգմ→100կգմ (միավոր սանդղակի արժեքը),
- բ) 0...125000 կգմ→250կգմ (միավոր սանդղակի արժեքը):



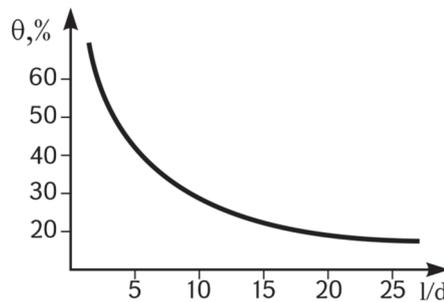
Նկ. 2. Մեքաղափոշների մամլման սխեման [3].

1 - մամլամայր, 2 - շարժական մամլամայր, 3 - անշարժ մամլամայր, 4 - մեքաղափոշի

Պատրաստվել են փորձանմուշներ տարբեր հարաբերական խտություններով (մնացորդային ծակոտկենությունը 20%, $\phi 24$ մմ, $H_0/D_0=1,5$, $l/d=20\dots 30$): Հարաբերական խտությունը հաշվարկվել է՝ ելնելով փորձանմուշի կշռից և չափերից:

$$Q = V d_i (1 - \theta / 100) K_1 K_2,$$

որտեղ d_i -ն կոմպակտ նյութի խտությունն է, գ/սմ³, Q -ն՝ նմուշի կշիռը, գ, V -ն՝ նմուշի ծավալը, սմ³, θ -ն՝ մնացորդային ծակոտկենությունը, %, K_1 -ը գործակից է, որը հաշվի է առնում մամլման գործընթացի ժամանակ նմուշի կորուստը (1,006), իսկ K_2 -ը գործակից է, որը հաշվի է առնում նյութի կորուստը եռակաման ժամանակ (1,01...1,03) [3]: Ստացված արդյունքների հիման վրա կառուցվել է մամլվածքի ծակոտկենության կախվածությունը մեքաղալարի l/d հարաբերությունից (նկ.3):



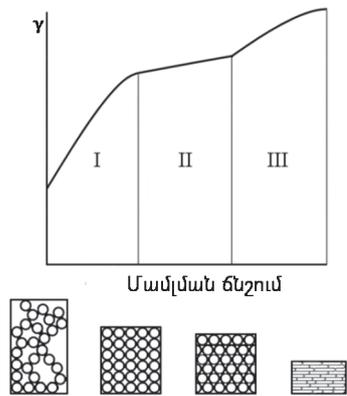
Նկ. 3. Մամլվածքի ծակոտկենության կախվածությունը մեքաղալարի l/d հարաբերությունից

Փորձանմուշների կշիռները որոշվել են անալիտիկ կշեռքների վրա 1մգ ճշգրտությամբ: Հարաբերական խտության հաշվարկային արժեքները ստուգվել են փորձնականորեն՝ հիդրոստատիկ կշռման միջոցով (2% ճշգրտությամբ):

Լարերով ամրանավորված կոմպոզիտային նյութերի ամրությունը առաջին հերթին կախված է լարերի ամրությունից, մայրակի հետ նրանց կառչման ամրությունից, ինչպես նաև բաժանման մակերևույթում մայրակի սահքի դիմադրությունից: Համեմատաբար կարճ և զուգահեռ լարերը լիարժեք բավարար են՝ իրենց վրա կրելու արտաքին բեռնվածությունը:

«Մետաղափոշի-մետաղալար» կոմպոզիտային նյութի բովախառնուրդի սառը մամլման ժամանակ առաջանում են առաձգական և պլաստիկ դեֆորմացիաներ, որոնք ըստ արժեքների գերազանցում են մետաղափոշիների ձևավորման ժամանակ առաջացած համանման արժեքներին: Ճնշման դադարեցման գործընթացում լարումների ռելաքսացիայի հետևանքով փորձանմուշներում կարող են առաջանալ շերտավորումներ կամ ճաքեր: Բովախառնուրդի մամլման ժամանակ մամլամայրում լարերը կողմնորոշվում են հարթություններում՝ համաձայն սեղմող և նորմալ ուժերի առկայության:

Մետաղափոշիների մամլման գործընթացը [4] կատարվում է մի քանի փուլերով (նկ.4):



Նկ. 4. Խտության կախվածությունը մամլման ճնշումից [4]

Առաջին փուլում, այսինքն մետաղափոշիների ազատ լցման ժամանակ, մետաղափոշիները մամլամայրի մեջ դասավորվում են քառսային ձևով՝ իրար հետ շփման տեղերում առաջացնելով, այսպես կոչված, կամրջակներ և կամարներ: Երկրորդ փուլում, երբ կիրառվում է որոշակի ճնշում, տեղի է ունենում առաջացած կամրջակների և կամարների քայքայում, որից հետո կատարվում է մետաղափոշիների որոշակի տոփանում: Արդյունքում նրանք տեղաշարժվում են՝

մեկը մյուսի նկատմամբ լցնելով միջհատիկային ազատ տարածությունները: Մամլվածքի հետագա խտացումը՝ առանց փոշեհատիկների դեֆորմացման, հնարավոր չէ: Ճնշման հետագա մեծացումով տեղի է ունենում փոշեհատիկների առաձգական դեֆորմացիա, որից հետո հատիկների սահմանագծերում առաջացած լարումները, շատ արագ մեծանալով և գերազանցելով տվյալ մետաղի առաձգականության սահմանը, հասնում են այնպիսի մեծության, որի ազդեցության տակ սկսվում է մետաղափոշիների պլաստիկ դեֆորմացիա կամ փխրուն քայքայում (երկրորդ փուլ): Փոշեհատիկների պլաստիկ դեֆորմացիայի հետևանքով մեծանում և հարթվում են հավող մակերևույթները, քայքայվում են օքսիդային թաղանթները, և շնորհիվ մեխանիկական կաչողունակության՝ առաջանում է որոշակի ամրությամբ մամլվածք: Ճնշման հետագա մեծացումով տեղի է ունենում փոշեհատիկների փխրուն քայքայում. մամլվածքի վրա կարող են առաջանալ ճաքեր, որոնք ցանկալի չեն:

Մետաղափոշիների մամլման գործընթացը կախված է փոշեհատիկների հատկություններից, ձևից և չափերից, իսկ խտացման գործընթացը կատարվում է տարբեր ձևերով: Քանի որ դեֆորմացիան և եռակցումը հիմնականում կատարվում են փոշեհատիկների մակերևույթային շերտերով, հետևապես՝ ոչ կանոնավոր ձև ունեցող մետաղափոշիներն ավելի հեշտ կենթարկվեն մամլման, քան կանոնավոր ձև ունեցողները: Մամլման ժամանակ կիրառված ճնշումը բաշխվում է հատիկների և հատիկների ու մամլածևի միջև եղած շփման ուժերի, կողային ճնշման, ինչպես նաև հատիկների դեֆորմացման վրա պահանջվող լարումները հաղթահարելու համար: Այդ իսկ պատճառով մամլվածքի խտության հետագա մեծացման համար պահանջվում են ավելի մեծ ճնշումներ, այսինքն՝ խտության հետագա մեծացումը կատարվում է ավելի դանդաղ: Սա պայմանավորված է նաև նրանով, որ հավող մակերևույթների մեծացումով մեծանում են նաև մեխանիկական կցորդման և սառը եռակցման համար պահանջվող ուժերը: Բացի նշվածից, մամլման ժամանակ տեղի են ունենում մետաղափոշիների դեֆորմացիա և ամրացում, որի հետագա դեֆորմացման համար պահանջվում են ավելի մեծ ճնշումներ:

Մամլման համար պահանջվող ճնշումները (P_0 , տ) կարելի է որոշել ինչպես փորձնական, այնպես էլ տեսական եղանակներով: Փորձնական եղանակով ճնշումը որոշելիս նախօրոք տվյալ մետաղափոշու համար կառուցվում է գրաֆիկական կախվածություն՝ ծակոտկենության (θ , %) կամ խտության (γ , գ/սմ³) և տեսակարար ճնշման (P , տ/սմ²) միջև: Այնուհետև, իմանալով տվյալ արտադրատեսակի ստացման համար նախատեսված մամլամայրի կտրվածքի մակերեսը (S , սմ²) և «ծակոտկենություն-ճնշում» գրաֆիկից որոշելով տվյալ ծակոտկենություն

ապահովելու համար պահանջվող տեսակարար ճնշումը (P), որոշվում է նախապատրաստվածքի համար պահանջվող լրիվ ճնշումը (P₀, տ)։

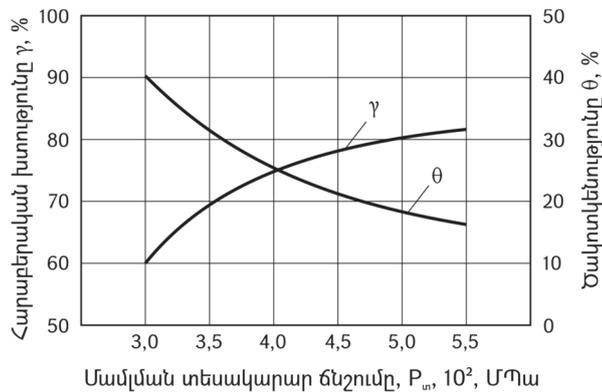
$$P_0 = P \cdot S:$$

Փոշեհատիկների մամլման համար պահանջվող տեսակարար ճնշումը (P) տեսականորեն կարելի է որոշել, ելնելով մամլվածքի մեջ ազդող ուժերի հավասարակշռության պայմանից [3], համաձայն որի՝

$$P_i = P_0 \cdot e^{-\frac{2 \cdot \mu \cdot f}{R} (H_0 - x)},$$

որտեղ P₀ - ն մամլման համար պահանջվող լրիվ ճնշումն է, X-ը՝ տվյալ պահին մամլվածքի բարձրությունը, H₀-ն՝ մետաղափոշիների ազատ լցման բարձրությունը կամ, որ միևնույնն է, մամլման բարձրությունը, R - ը՝ մամլամայրի անցքի շառավիղը, f-ը՝ փոշեհատիկների և մամլամայրի միջև եղած շփման գործակիցը, μ -ն՝ կողային ճնշման գործակիցը։

Արդյունքների հիման վրա ստացել ենք մամլման տեսակարար ճնշման կախվածությունը հարաբերական խտությունից և ծակոտկենությունից (նկ.5)։

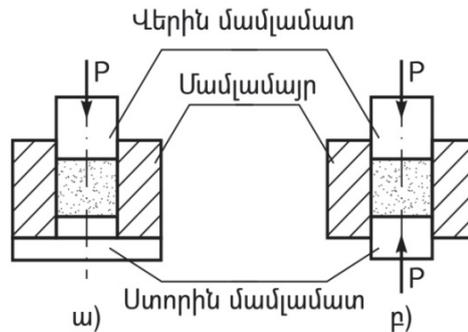


Նկ. 5. Մամլման տեսակարար ճնշման կախվածությունը հարաբերական խտությունից և ծակոտկենությունից

Ինչպես երևում է բանաձևից, մամլվածքի բարձրությունից կախված ճնշումը փոքրանում է, այսինքն փոշեհատիկների խտացումը կատարվում է ցուցային օրենքով։ Այդ է պատճառը, որ մամլվածքի այն մասը, որը մոտ է մամլամատին, օժտված է ավելի փոքր ծակոտկենությամբ, քան հակառակ կողմը, այսինքն ամրությունները տարբեր տեղերում տարբեր են։

Հետազոտվող երկաթ-քրոմային կոմպոզիտային բովախառնուրդի արտադրատեսակների վերջնական հատկությունների ձևավորումը խիստ կերպով

կապված է մամլվածքի խտությունից, ինչպես նաև նրա ողջ ծավալով խտության բաշխումից: Այդ տարբերությունը մինիմումի հասցնելու համար ցանկալի է մամլումը կատարել երկկողմանի (նկ. 6):



Նկ. 6. Մերադակյան փոշիների մամլման սխեմաներ.
ա - միակողմանի, բ - երկկողմանի

Եզրակացություն: Հետազոտությունների արդյունքում կատարվել են պողպատյա թելքերով ամրանավորված երկաթ-քրոմային ջերմային լավացվող փոշեպողպատների բովախառնուրդի մամլում (մնացորդային ծակոտկենությունը 20%, $\phi 24$ մմ, $H_0/D_0=1,5$, $l/d=20...30$), օպտիմալ ռեժիմների ընտրություն: Մամլումից, եռակալումից, տաք արտամղումից, մխումից և նորմալացումից հետո П40Х լեգիրված փոշեկոմպոզիտային նյութի ծակոտկենությունը $\theta=0$ %, $\sigma_h=534$ ՄՆ/մ², $\sigma_s=741$ ՄՆ/մ², $\delta=8$ %, $\Psi=38$ %, $KCU=500$ կՋ/մ², $HB=1100...1150$ ՄՊա:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Карпинос Д.М., Тучинский Л.И., Вишняков Л.Р.** Новые композиционные материалы. - Киев: Вища школа, 1977. - 312 с.
2. **Ушаков В.Г., Филагов В.И., Ибрагимович Х.М.** Выбор марки стали и режима термической обработки деталей машин. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2001.-23 с.
3. **Աղբալյան Ս.Գ., Սաֆարյան Տ.Ն.** Ալյումինային հրամուր փոշեհամաձուլվածքի բովախառնուրդի մամլման գործընթացի հետազոտումը և օպտիմալ ռեժիմների ընտրումը // ՀՊՃՀ (Պոլիտեխնիկ) Լրաբեր. Գիտական և մեթոդական հոդվածների ժողովածու. - Երևան, 2010. - Հատ. 2, N 2 . - էջ 395 - 399:
4. **Волков Г.М.** Материаловедение. - М., 2008. - 400 с.

Л.З. ГАЛСТЯН

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ
ЖЕЛЕЗОХРОМИСТОЙ ПОРОШКОВОЙ СТАЛИ, АРМИРОВАННОЙ
СТАЛЬНЫМИ ВОЛОКНАМИ, И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ
РЕЖИМОВ**

Проведены прессование спеченной смеси железохромистых термоупрочняемых порошковых сталей, армированных стальными волокнами (остаточная пористость 20%, $\phi 24\text{мм}$, $H_0/D_0=1,5$, $l/d=20\dots30$), а также выбор оптимальных режимов. После прессования, спекания, горячей экструзии, закалки и нормализации пористость легированного порошкового композитного материала П40Х снижается до $\theta=0\%$, $\sigma_h=534\text{ МН/м}^2$, $\sigma_b=741\text{ МН/м}^2$, $\delta=8\%$, $\Psi=38\%$, $KCU=500\text{ кДж/м}^2$, $HB=1100\dots1150\text{МПа}$.

Ключевые слова: термоупрочняемая порошковая сталь, металлический порошок, прессование, закалка, отпуск.

L.Z. GALSTIAN

**STUDYING THE PRESSING PROCESS BY STEEL FIBER REINFORCED
BY FERRO-CHROME POWDER STEEL AND SELECTING THE
OPTIMAL MODES**

As a result of the research, pressing of the sintered mixture of iron-chromium heat-strengthened powder steels reinforced with steel fibers is carried out (residual porosity 20%, $\phi 24\text{mm}$, $H_0/D_0=1.5$, $l/d=20\dots30$), and the optimal processing parameters are selected. After pressing, sintering, hot extrusion, quenching, and normalization, the porosity of the alloyed powder composite material П40Х is reduced to $\theta=0\%$, $\sigma_h=534\text{ МН/м}^2$, $\sigma_b=741\text{ МН/м}^2$, $\delta=8\%$, $\Psi=38\%$, $KCU=500\text{ кДж/м}^2$, $HB=1100\dots1150\text{ МПа}$.

Keywords: heat-hardening powder steel, metal powder, pressing, quenching, tempering.