

Ա.Ա. ԱԼԱՅԱՆ, Ա.Ս. ԳԱՄՊԱՐՅԱՆ

ԱԼՅՈՒՄԻՆԱՅԻՆ ՀԱՄԱՁՈՒԼՎԱԾՔՆԵՐԻՑ ՊԱՏՐԱՍՏՎԱԾ ՓԱՅԼԱԹԻԹԵՂՆԵՐԻ ՎԵՐԱԲՅՈՒՐԵՂԱՑՄԱՆ ԳՈՐԾԸՆԹԱՅՑ

Ուսումնասիրվել է 8011 մակնիշի դեֆորմացված ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղի կառուցվածքագոյացման և հատկությունների փոփոխության գործընթացը՝ տարբեր ռեժիմներով վերաբյուրեղացման ընթացքում: Գիտականորեն հիմնավորված են նման հետազոտությունների արդիականությունն ու անհրաժեշտությունը: Կատարվել է քանակական մետաղագրական և ռենտգենակառուցվածքային անալիզներ, ինչպես նաև որոշված են փայլաթիթեղի՝ վերաբյուրեղացման աստիճանից կախված հատկությունները:

Ստանդարտային բառեր. փայլաթիթեղ, վերաբյուրեղացում, դիֆրակտագրեր, տեքստուրա, գլոցում, կլինետիկա, մետաղագրություն, ռենտգենագրություն:

Տեխնիկայի զարգացման հետ զուգընթաց օրըստօրե աճում են բարձր տեսակարար ամրությամբ օժտված նյութերի քանակը և վերջիններիս հատկություններին ներկայացվող պահանջները: Այս նյութերի թվին են պատկանում նաև ալյումինային համաձուլվածքները, որոնց տեսականին և կիրառման բնագավառները խիստ բազմազան են: Հատկապես մեծ է ալյումինային համաձուլվածքներից պատրաստված փայլաթիթեղների պահանջարկը, որոնց ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները կախված են համաձուլվածքների բաղադրությունից, երկրաչափությունից և կառուցվածքից:

Այս պահանջները բավարարելու նպատակով անհրաժեշտ է ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղի համար կատարել համալիր ուսումնասիրություններ և մշակել անհրաժեշտ տեխնոլոգիաներ:

Ալյումինային փայլաթիթեղի համար առավել կիրառական համաձուլվածքների (ըստ EN և DIN) բաղադրությունը բերված է աղյուսակում:

Աղյուսակ

Փայլաթիթեղների համար օգտագործվող համաձուլվածքների մակնիշները և բաղադրությունները

ՇՍՏ EN և DIN	NN	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
AlFe1,5Mn	8006	0,40	1,2-2,0	0,30	0,30-1,0	0,10	-	0,10	-
AlFeSi (A)	8011A	0,5-0,9	0,6-1,0	0,1	0,20	0,05	0,05	0,10	0,08
AlFeSi (B)	8111	0,3-1,1	0,4-1,0	0,10	0,10	0,05	0,05	0,10	0,08
AlFe1Si	8079	0,05-0,30	0,7-1,3	0,05	-	-	-	0,1	-
Al99,5	1050	0,25	0,4	0,05	0,05	0,05	-	0,07	0,05
Եվրոպական դասակարգում	3003	0,17	0,6-0,7	0,057-0,075	1,0-1,1	0,2	-	0,028-0,039	-
Եվրոպական դասակարգում	8009	0,1-0,2	1,7	0,05-0,06	0,32	0,06	-	0,036	-
Եվրոպական դասակարգում	8011	0,6-0,7	0,8-0,9	0,06-0,18	0,03-0,07	0,02- -0,04	-	0,06-0,14	-
Եվրոպական դասակարգում	3003 EN AlMn1Cu 573-3	0,60	0,7	0,05-0,20	1,0-1,5	-	-	0,10	-

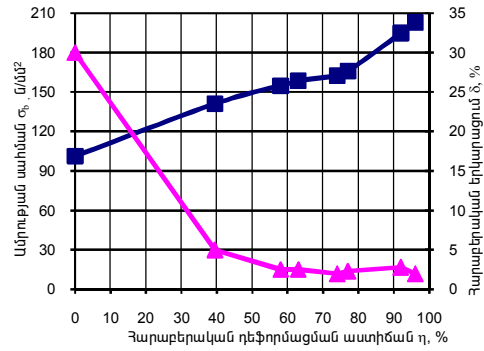
Հատուկ ուշադրության է արժանացել 8011 մակնիշի համաձուլվածքը, որն առավել կիրառական է և վերամշակվում է «Արմենալ» ՓԲԸ-ում:

Այս համաձուլվածքից փայլաթիթեղի ստացման տեխնոլոգիան ներառում է. պահանջվող համաձուլվածքի բովանդակությունից ստացում, վառարանի (ИАТ-6) բեռնում բովանդակությունը (վառարանում հեղուկ մետաղի մնացորդը կազմում է 4 տ), հալում (ջերմաստիճանը՝ 730⁰10°C), վառարանում հալույթի գտում (ֆլյուսի պարունակությունը՝ 0,47KCl+0,30NaCl+0,23 կրիոլիտ (*կգ/տ*)), հեղուկ մետաղի լցում շերտի մեջ (~2 տ), նստվածքի հեռացում հալույթի մակերևույթից, շերտից հալույթի լցում կուտակիչի մեջ (ջերմաստիճանը՝ 700⁰10°C), հալույթի կուտակում կուտակիչում (9...13,5 տ), կուտակիչում հալույթի դեգազացիա (ազոտի ներմուծմամբ, պահման տևողությունը՝ 30...40 ր), ձուլի ստացում (ձուլակաղապարում հալույթի լցման արագությունը՝ 9...11 սմ/ր, լիզատուրայի մատուցման արագությունը՝ կախված ստացվող ալյումինային համաձուլվածքի բաղադրությունից, կազմում է 40...60 սմ/ր, ձուլի սառեցման համար տրվող ջրի ջերմաստիճանը 30 °C, ճնշումը՝ 1...1,2 մթնոլորտ), ստացված ձուլի մեխանիկական մշակում՝ պոչամասի հեռացում կտրմամբ, բազմաստիճան տաք զլոցում (ջերմաստիճանը՝ 500°C, 16...20 ժ պահմամբ), հաստությունների անցումների տարբերությունը՝ 180...0,6 մմ, դեֆորմացման գումարային աստիճանը՝ 99,6%, (զլոցումը կատարվել է հաջորդաբար՝ Трис-700, Дуго-650, Кварто-300 հաստոնների վրա՝ 1,4 մ/վ միջին արագությամբ), հոմոգենացնող թրծում (CH3X վառարանում՝ 500...550°C-ում 20 ժ պահմամբ), բազմաստիճան սառը զլոցում (զլոցումը կատարվել է HUNTER հաստոնների վրա՝ 450 մ/ր միջին արագությամբ, հաստությունների անցումների տարբերությունը՝ 0,6...0,012 մմ, դեֆորմացման գումարային աստիճանը՝ 98%), մեխանիկական կտրում, վերջնական հատկություններն ապահովող թրծում, պատրաստի արտադրանքի փաթեթավորում և առաքում:

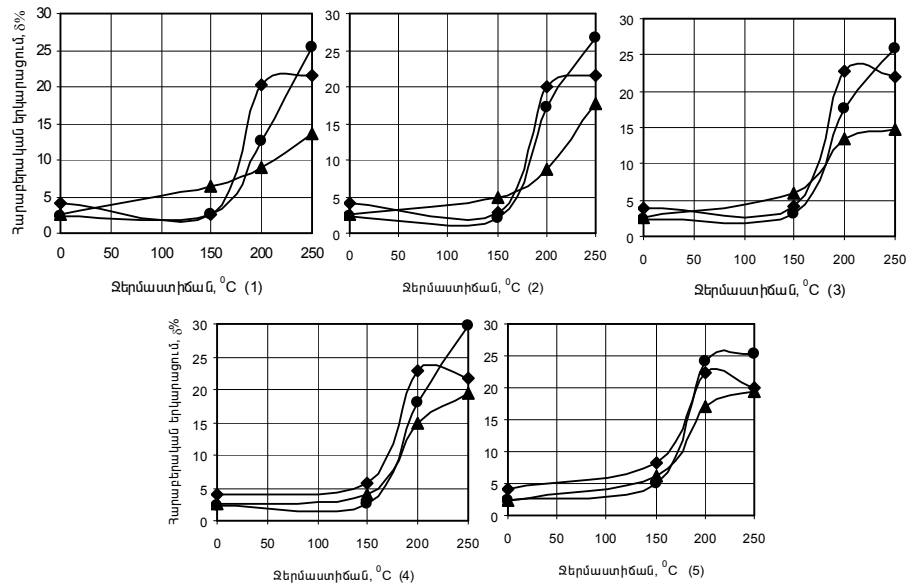
Քանի որ փայլաթիթեղի նախաառաքման ջերմամշակումը կատարվում է վերջնական զլոցումից հետո, ուսումնասիրվել է 8011 մակնիշի ալյումինային համաձուլվածքի փայլաթիթեղների ամրության և պլաստիկության փոփոխությունը՝ կախված դեֆորմացման աստիճանից (նկ.1): Փայլաթիթեղի մեխանիկական հատկությունները որոշվել են մինչև 130 մկմ- HSK5, իսկ ավելի հաստերը՝ PMY-0,05 մակնիշների ձգման մեքենաների վրա:

Ինչպես երևում է ստացված արդյունքներից, բարձր ամրություն և ցածր հարաբերական երկարացում ստացվում է ավելի մեծ դեֆորմացման աստիճանի դեպքում, իսկ սկսած 55% և ավելի դեֆորմացման աստիճանի դեպքում հարաբերական երկարացումը մնում է հաստատուն (2...4%-ի սահմաններում):

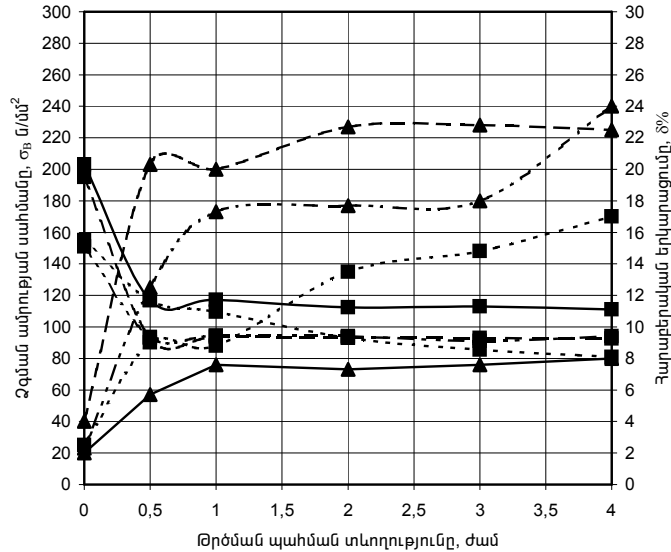
Հետազոտվել է նաև 8011 մակնիշի ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղների հատկությունների և կառուցվածքի փոփոխությունը տարբեր ռեժիմներով ջերմային մշակումից հետո, արդյունքները բերված են նկ.2-ում և 3-ում:



Նկ.1. 20-570 մկմ հաստությամբ 8011 պլումինային համաձուլվածքի փայլաթիթեղների ամրության և պլաստիկության կախվածությունը դեֆորմացման աստիճանից
(—■— σ , —▲— δ)



Նկ.2. 45, 130, 237 մկմ հաստությամբ 8011 մակնիշի պլումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղի հարաբերական երկարացման կախվածությունը թրծման ջերմաստիճաններից:
Պահման տևողությունը՝ 1-30 ր, 2-1 ժ, 3-2 ժ, 4-3 ժ, 5-4 ժ
(—◆— 45 մկմ, —●— 130 մկմ, —▲— 237 մկմ)

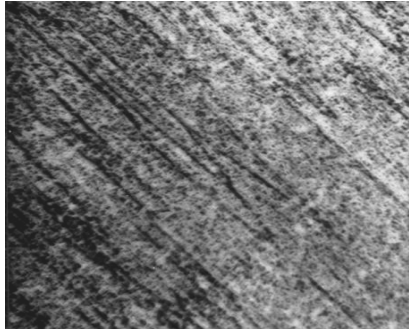


Նկ. 3. 20, 45, 130, 270 մկմ հաստությամբ 8011 մակնիշի ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղների ամրության և պլաստիկության կախվածությունը 200°C-ում թրծման տևողությունից (■ -σ, ▲ -δ; — 20 մկմ, -- 45 մկմ, ···-130 մկմ, -.-237 մկմ)

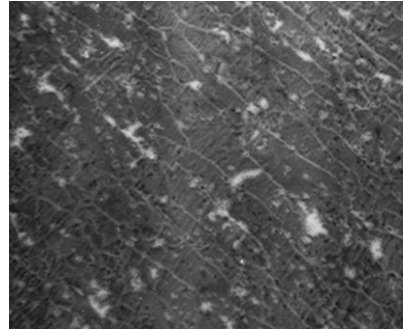
Ինչպես երևում է ստացված արդյունքներից, վերաբյուրեղացման ջերմային մշակման ընթացքում փոփոխվում են ամրության և պլաստիկության ցուցանիշները, ըստ որում՝ օրինաչափորեն նվազում է ամրությունը և աճում՝ պլաստիկությունը: Մակայն այս ցուցանիշների փոփոխության աստիճանը տարբեր հաստության փայլաթիթեղների համար տարբեր է: 20...45 մկմ հաստությամբ ալյումինային փայլաթիթեղների համար վերաբյուրեղացումն ընթանում է ավելի ցածր ջերմաստիճաններում՝ ~ 145...225°C-ում, իսկ 130 և 237 մկմ հաստությամբ փայլաթիթեղի համար այս ջերմաստիճանների միջակայքը սկսվում է համապատասխանաբար՝ ~ 170°C-ից՝ 237 մկմ-ի համար ու 160°C-ից՝ 130 մկմ-ի համար և չի ավարտվում նշված ռեժիմների դեպքում, այսինքն՝ անհրաժեշտ է պահման ավելի երկար տևողություն: Ինչպես երևում է գրաֆիկներից, ավելի մեծ հարաբերական երկարացում ունեն հաստ նմուշները և ընդհակառակն: Մինչդեռ վերաբյուրեղացումից հետո ձգման ամրության սահմանը գտնվում է 100°20 Ն/մմ² միջակայքում:

Տարբեր աստիճաններով դեֆորմացված և տարբեր ռեժիմներով թրծված 8011 մակնիշի ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղները ենթարկվել են մետաղագրական հետազոտության, որի համար անհրաժեշտ հղկուկները պատրաստվել են էլեկտրական մեթոդով՝ տարբեր էլեկտրոլիտներում և տարբեր ռեժիմներով: Մինչև 45 մկմ հաստությամբ ալյումինային փայլաթիթեղի համար օգտագործվել է հետևյալ բաղադրությամբ էլեկտրոլիտը. 100 սմ³ H₂SO₄ + H₃PO₄ 400 սմ³ + 50 գր. CrO₃ + 25 սմ³ H₂O (0,6 Մ/դմ²), իսկ 130 մկմ և ավելի հաստերի համար՝ 400 սմ³ H₃PO₄ + 380 սմ³ էթիլային սպիրտ + 250 սմ³ H₂O (5°1 p, 35 Մ/դմ², 50...60 °C, 42...45°C) [2]:

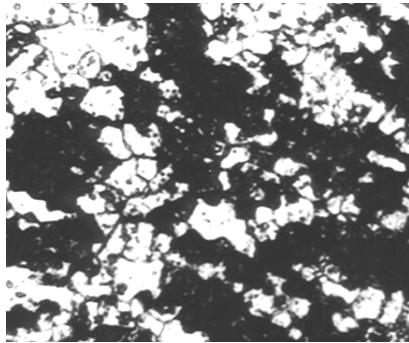
Նկ. 4-ում ցույց են տրված չդեֆորմացված, տարբեր աստիճաններով դեֆորմացված և տարբեր աստիճաններով վերաբյուրեղացված 8011 մակնիշի ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղների միկրոկառուցվածքները:



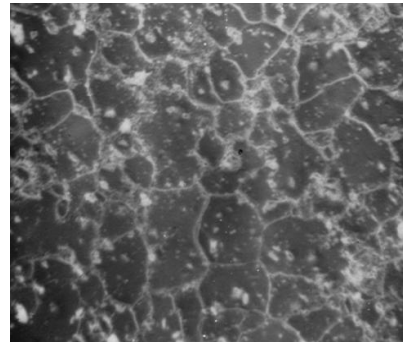
ա)



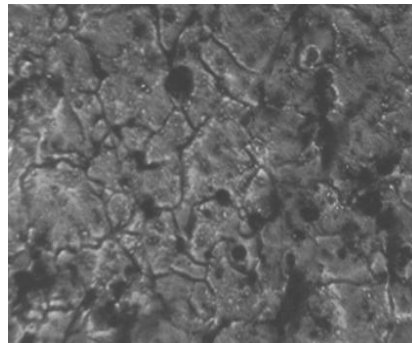
բ)



գ)



դ)



ե)

Նկ. 4. 8011 մակնիշի ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղների միկրոկառուցվածքները: ա- դեֆորմացված 45 *սկս*, ճ100; բ- դեֆորմացված 237 *սկս*, ճ100; գ- վերաբյուրեղացված 200°C, 30 *ր* պահմամբ 45 *սկս*, ճ250; դ- վերաբյուրեղացված 200°C, 4 *ժ* պահմամբ 45 *սկս*, ճ400; ե- հոմոգենացված 500°C, 20 *ժ* պահմամբ 570 *սկս*, ճ100

Կատարվել է միկրոկառուցվածքի քանակական հետազոտում Ա. Ա. Սալտիկովի «պատահական և ուղղորդված հատողների» և Ա. Գլազովի «դաշտերի» տեսության եղանակներով [3]: 570 մկմ հաստությամբ գլոցված և 500°C- 20 ժ պահամբ թրծված փայլաթիթեղի հավասարառանցք կառուցվածքի դեպքում հատիկի միջին չափը 40 մկմ է, իսկ առաջնային վերաբյուրեղացումից հետո հատիկի միջին տրամագիծը՝ 10 մկմ:

Որոշվել է նաև ուղղվածության α գործակիցը տարբեր դեֆորմացման աստիճաններից հետո [3]: Դեֆորմացված 45 մկմ հաստությամբ 8011 ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղի համար

$$\alpha = \frac{m_{\perp} - m_{\parallel}}{m_{\perp} + m_{\parallel}} = 0,84, \quad (1)$$

իսկ դեֆորմացված 237 մկմ հաստությամբ փայլաթիթեղի համար

$$\alpha = \frac{m_{\perp} - m_{\parallel}}{m_{\perp} + m_{\parallel}} = 0,54, \quad (2)$$

որտեղ $m_{\perp}$ -ը գլոցման ուղղությանը զուգահեռ հատույթների դեպքում հատումների քանակն է միավոր (1 մմ) երկարության վրա, $m_{\parallel}$ -ը՝ գլոցման ուղղությանը ուղղահայաց հատույթների դեպքում հատումների քանակը՝ միավոր (1 մմ) երկարության վրա:

Կատարվել է նաև 45 մկմ հաստությամբ տարբեր ռեժիմներով ջերմամշակված 8011 ալյումինային փայլաթիթեղի ռենտգենակառուցվածքային անալիզ Cu-ի α ճառագայթների օգնությամբ [4, 6]: Քանի որ 30...80 մկմ հաստությամբ փայլաթիթեղներից պատրաստում են փականներ, կոնտեյներներ, ֆինստոկներ և այլն, ապա սրանցից պահանջվում է համեմատաբար բարձր ամրություն և պլաստիկություն: Դիֆրակտագրերի ուսումնասիրությունները ցույց են տալիս, որ դեֆորմացված փայլաթիթեղը տեքստուրացված է, ըստ որում՝ գլոցման հարթությունը համընկնում է (220) բյուրեղագրական հարթության հետ [5, 6]: Գործող տեսության համաձայն առաջնային վերաբյուրեղացումից հետո կարող է դիտվել երեք դեպք՝

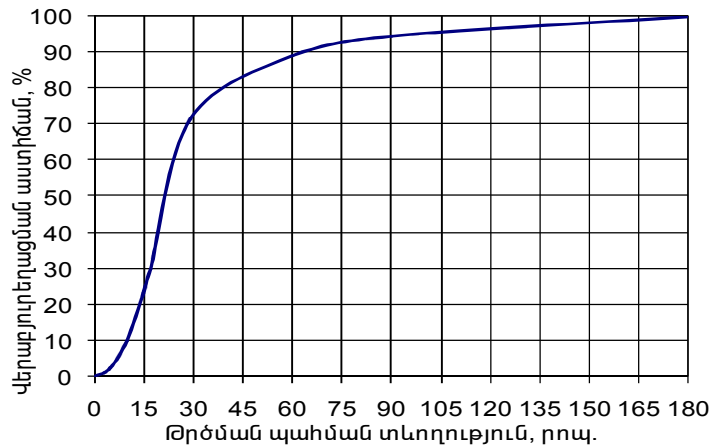
ա) վերաբյուրեղացված կառուցվածքը չտեքստուրացված է;

բ) վերաբյուրեղացման տեքստուրան համընկնում է դեֆորմացման տեքստուրայի հետ;

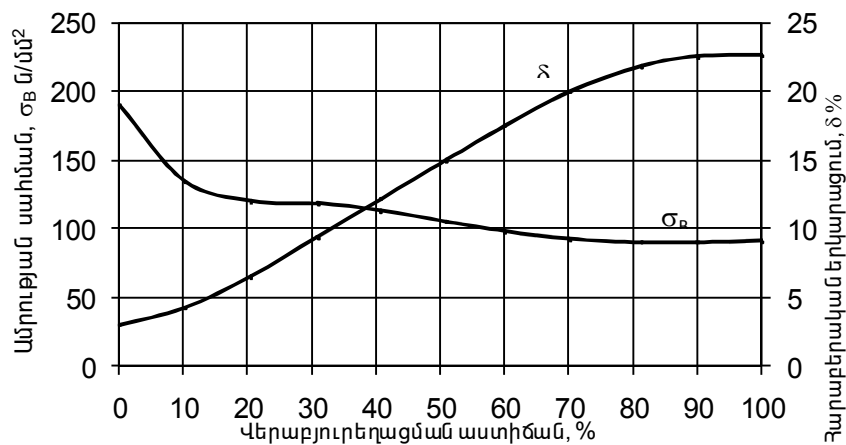
գ) վերաբյուրեղացման տեքստուրան չի համընկնում դեֆորմացման տեքստուրայի հետ, այսինքն ուրույն է:

Գիտական հետազոտությունները ցույց են տվել, որ իրականացել է գ) դեպքը, այսինքն՝ առաջացել է վերաբյուրեղացման տեքստուրա և փայլաթիթեղի հարթությունը համընկնում է (200) բյուրեղագրական հարթության հետ: Այս հանգամանքը թույլ է տալիս կատարել վերաբյուրեղացման աստիճանի քանակական ռենտգենակառուցվածքային անալիզ, որի իրականացման շնորհիվ կառուցվել է ալյումինային փայլաթիթեղի վերաբյուրեղացման գործընթացի կինետիկ կորը: Նկ.5-ում բերված է 45 մկմ հաստությամբ 8011 ալյումինային համաձուլվածքի փայլաթիթեղի վերաբյուրեղացման գործընթացի կինետիկ կորը:

Նկ. 6-ում ցույց է տրված 45 մկմ հաստությամբ փայլաթիթեղի ամրության և պլաստիկության կախվածությունը վերաբյուրեղացման աստիճանից:



Նկ. 5. 8011 մակնիշի ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղների վերաբյուրեղացման աստիճանի և 200°-ում թրծման տևողության կախվածության կինետիկ կորը



Նկ. 6. 8011 ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված 45 մկմ հաստությամբ փայլաթիթեղի ամրության և պլաստիկության կախվածությունը վերաբյուրեղացման աստիճանից

Ինչպես ցույց են տալիս համալիր հետազոտությունները, կարելի է 8011 մակնիշի ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված փայլաթիթեղների համար ընտրել այնպիսի ջերմամշակման ռեժիմներ, որոնց միջոցով կորոշվեն վերաբյուրեղացման աստիճանը և նրանց համապատասխանող մեխանիկական հատկությունները: Այսպես, օրինակ, որպեսզի 8011 մակնիշի ալյումինային համաձուլվածքից պատրաստված 45 մկմ հաստությամբ փայլաթիթեղը ունենա $\sigma_B=120$ Ն/մմ² ամրության սահման և $\delta=8,6\%$ հարաբերական երկարացում, վերաբյուրեղացման աստիճանը պետք է լինի 23%, իսկ 200°C ջերմաստիճանում թրծման պահման տևողությունը՝ 15 ր:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Вайсман З., Имура Т., Хосокова Н.** Возврат и рекристаллизация металлов. -М.: Металлургия, 1966.-382 с.
2. **Смитлз К. Д.** Металлы. Справочник.- М.: Металлургия, 1980.-446 с.
3. **Салтыков С. А.** Стереометрическая металлография. - М.: Металлургия, 1976.-271 с.
4. **Уманский М. М.** Аппаратура рентгеноструктурных исследований. - М.: Гос. изд-во физ.- мат. лит-ры, 1960.-348 с.
5. **Миркин Л. И.** Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. - М.: Гос. изд-во физ.- мат. лит-ры, 1961.-863 с.
6. **Гиллер Я. Л.** Таблицы межплоскостных расстояний. Том. 2.- М.: Недра, 1966.- 360 с.

ՀՊՃՀ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 17.04.2004:

А. А. АЛАЯН, А. С. ГАСПАРЯН

ПРОЦЕСС РЕКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ФОЛЬГИ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Изучены вопросы структурообразования и изменения свойств деформированной фольги из алюминиевого сплава 8011 в процессе рекристаллизации при различных режимах. Показана актуальность и необходимость этих исследований для составления научно обоснованной технологии. Применены количественные металлографические и рентгеноструктурные анализы, а также определены свойства фольги в зависимости от степени рекристаллизации.

A.A. ALAYAN, A. S. GASPARYAN

INVESTIGATION ON FOIL RECRYSTALLIZATION PROCESS FROM ALUMINIUM ALLOYS

The problems of structure formation and foil deformation change from aluminium alloy 8011 during recrystallization at different conditions are studied. The urgency and necessity of these investigations to compile scientifically grounded technology are shown. Quantitative metallographic and X-ray analyses as well as properties of a foil depending on an extent of recrystallization are used.