

ՓՈՒԼԹՐՈՒԶԻՈՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅՈՎ ԻՐԱԿԱՆԱՑՎԱԾ ՖԵՐՄԱՅԻ ՓՈՐՁԱՐԿՄԱՆ
ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

Հակոբ Հարությունի Գյուլզադյան^{1*}, Արտաշես Նիկոլայի Սարգսյան¹,

Գագիկ Արտավազդի Կիրակոսյան²

¹Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ

² Օնիքս 3Գ ՄՊԸ, ք. Երևան, ՀՀ

*hakob_gyulzadyan@bk.ru

Ներկայացվում է համաշխարհային շինարարական պրակտիկայում կիրառություն ստացող փուլորուզիոն պրոֆիլների կիրառմամբ տեխնոլոգիայի նկարագրությունը, փուլորուզիոն պրոֆիլների դասակարգումը, ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերը: Որպես կոնստրուկտիվ տարրեր փուլորուզիոն պրոֆիլների կիրառելիության ուսումնասիրության նպատակով կատարվել է այդ պրոֆիլներից պատրաստված եռանկյունաձև ֆերմայի փորձարկում կոնստրուկցիայի լրիվ շահագործական բեռնվածքի ազդեցության տակ: Համակարգչային *ЛИРА САПР 2016* ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ կատարվել է փորձարկվող ֆերմայի հանգույցների ճկվածքների տեսական արժեքների որոշում և դրանց համեմատություն փորձնական արժեքների հետ: Արձանագրվել է, որ լրիվ շահագործական բեռնվածքի ազդեցության տակ ֆերմայի աշխատանքը կրել է հիմնականում առաձգական բնույթ, իսկ ֆերմայի հանգույցներում արձանագրված առավելագույն հարաբերական ճկվածքների արժեքը չի գերազանցել նորմատիվային պահանջը:

Բանալի բառեր. փուլորուզիոն պրոֆիլներ, ֆերմա, ճկվածք, դեֆորմացիաներ, ճկվածքաչափ, հատվածք, առաձգականության մոդուլ

Ներածություն

Ենթակառուցվածքների արագ զարգացումը նպաստում է շինարարական տեխնոլոգիաների և նյութերի բազմազանեցմանը: Ավանդական շինարարական նյութերից իրականացված կոնստրուկցիաների շահագործման սահմանափակ ժամկետը, դրանց հետագա վերանորոգումների բարձր արժեքները նպաստում են նոր շինարարական նյութերի զարգացմանը, որոնք պակաս են ենթակա կոռոզիայի և հեշտ են մոնտաժվում [1-3]: Հաշվի առնելով նշված հանգամանքները վերջին երկու տասնամյակներում ավանդական շինարարական նյութերի հետ մեկտեղ, ինչպես նոր կառուցվածքներում, այնպես էլ մաշվածություն ունեցող ենթակառուցվածքների վերակառուցման ժամանակ, կիրառություն են ստանում նոր տեխնոլոգիական կոմպոզիտներ, որոնք ստացել են փուլորուզիոն պրոֆիլներ անվանումը [4]: Փուլորուզիան մանրաթելային հագեցումով կոմպոզիտային դետալների պատրաստման տեխնոլոգիա է, որը կիրառվում է ապակեպլաստիկային պրոֆիլների ստացման համար: Փուլորուզիան իր անվանումը ստացել է անգլիական «pull» - ձգել և «through» - միջով բառերից: Փուլորուզիոն պրոֆիլները գնալով ավելի շատ են կի-

րառվում արդյունաբերական և քաղաքացիական կառուցվածքներում որպես այլընտրանք ավանդական շինարարական նյութերի՝ շնորհիվ իրենց որոշակի հատկությունների. բարձր ամրություն, ցածր սեփական կշիռ, արագ մոնտաժում, շահագործման նկատմամբ ցածր պահանջներ, բարձր ջերմակայունություն, գունային բազմազանություն, ագրեսիվ միջավայրերի նկատմամբ բարձր կայունություն և այլն [5]: Չնայած այդ առավելություններին, կան մի շարք գործոններ, որոնք խանգարում են արդյունաբերական և քաղաքացիական շինարարությունում փուլտրոզիոն պրոֆիլների կիրառմանը: Դրանցից հիմնականը այդ նյութերի քիչ ուսումնասիրվածությունն է և նորմատիվային բազային անկատարելիությունը: Հողվածի նպատակն է մասնակիորեն վերացնել այդ բացը՝ փուլթրոզիոն պրոֆիլներից իրականացված իրական չափսերով ֆերմայի փորձարկման միջոցով:

Փուլթրոզիոն պրոֆիլների նկարագրություն:

Փուլթրոզիայի մեթոդն անընդհատ գործընթաց է, որի ընթացքում տեղի է ունենում ապակեմանրաթելային նյութերի ձգում տաքացված (130...180 °C) կաղապարի միջով: Նախքան կաղապարի մեջ մտնելը ապակեմանրաթելային նյութերը տոգորվում են տարբեր տիպի խեժերով: Մանրաթելերի լամինացումը թույլ է տալիս ստանալ մանրաթելի զանգվածային մեծ քանակությամբ և հաստատուն լայնական կտրվածքով պրոֆիլներ: Փուլթրոզիոն պրոֆիլները բաժանվում են ըստ աղ. 1-ում բերված դասակարգման: Նկ. 1-ում բերված են փուլթրոզիոն պրոֆիլների տեսքերը, իսկ աղ. 2-ում՝ կոմպոզիտային նյութերի ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերը՝ որոշված ըստ [6-9]-ի:

Աղյուսակ 1

Փուլթրոզիոն պրոֆիլների դասակարգումը

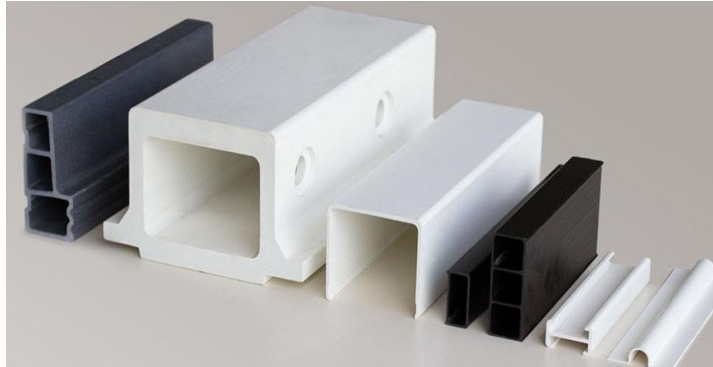
Ըստ կտրվածքի ձևի	Ըստ ամրանավորող լցանյութի տեսակի	Ըստ պոլիմերային մատրիցայի տիպի
ուղղանկյունաձև (չորսու)	ապակեկոմպոզիտային	պոլիէթերային
կլոր (ձող)	բազալտեկոմպոզիտային	վինիլէթերային
շվեղներ	ածխակոմպոզիտային	էպօքսիդային
երկտավրեր	արամիդակոմպոզիտային	ֆենոլային
անկյունակներ	պոլիէթիլենկոմպոզիտային	թերմապլաստիկային
տավրեր	համակցված	-

Նյութեր և մեթոդներ

Փորձարկվող ֆերմայի նկարագրությունը

Որպես կոնստրուկտիվ տարրեր փուլթրոզիոն պրոֆիլների կիրառելիության ուսումնասիրության նպատակով կատարվել է այդ պրոֆիլներից կոնստրուկցիայի փորձարկում: Փորձարկման ենթակա կոնստրուկցիան իրենից ներկայացնում է 21 լ՝ ընդհանուր երկարությամբ և 20 լ՝ թռիչքով եռանկյունաձև ֆերմա: Նկ. 2-ում բերված է փորձարկվող ֆերմայի սխեման: Ֆերմայի

բոլոր տարրերը (գոտիները, կանգնակները, թեքանները) իրականացված են փուլթրուզիոն եղանակով ստացված երկտուփ հատվածքով պրոֆիլներից, որոնց լայնական հատվածքը ներկայացված է նկ. 3-ում: Աղ. 3-ում բերված են երկտուփ լայնական հատվածքի երկրաչափական բնութագրերը:

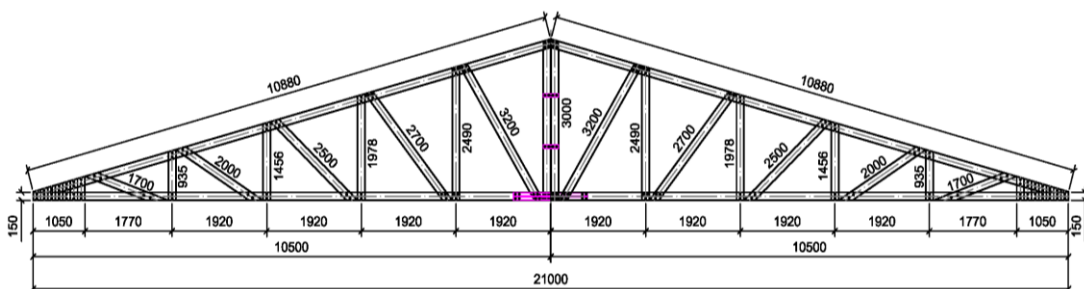


Նկ. 1. Փուլթրուզիոն պրոֆիլների տեսքերը

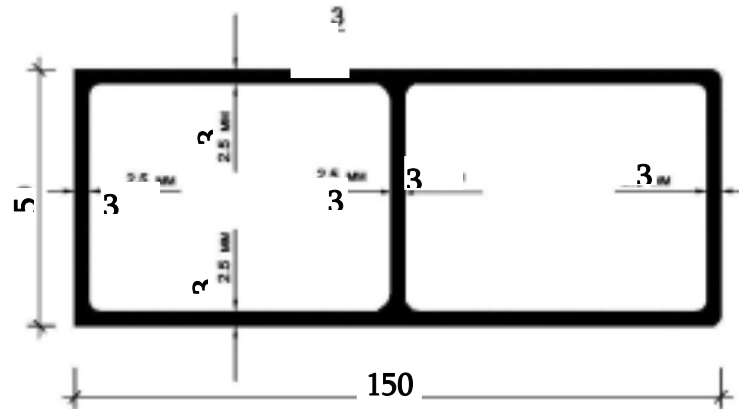
Աղյուսակ 2

Կոմպոզիտային նյութերի ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերը

N	Ցուցանիշների անվանումը	Ցուցանիշի արժեքը
1	Ամրության սահմանը ձգման դեպքում 90° ուղղությամբ, ՄՊա	50
2	Առաձգականության մոդուլը ձգման դեպքում 0° ուղղությամբ, ԳՊա	23
3	Առաձգականության մոդուլը ձգման դեպքում 90° ուղղությամբ, ԳՊա	7
4	Ամրության սահմանը բույթով ճմլելու դեպքում 0° ուղղությամբ, ՄՊա	150
5	Ամրության սահմանը բույթով ճմլելու դեպքում 90° ուղղությամբ, ՄՊա	150
6	Ամրության սահմանը եռակետ սեղմման դեպքում 0° ուղղությամբ, ՄՊա	240
7	Ամրության սահմանը եռակետ սեղմման դեպքում 90° ուղղությամբ, ՄՊա	100
8	Թվացյալ ամրության սահմանը միջշերտային սահքի դեպքում 0° ուղղությամբ, ՄՊա	25
9	Ամրության սահմանը սեղմման դեպքում 0° ուղղությամբ, ՄՊա	220
10	Ամրության սահմանը սեղմման դեպքում 90° ուղղությամբ, ՄՊա	70
11	Առաձգականության մոդուլը ամրանավորման հարթության մեջ սահքի դեպքում 0° ուղղությամբ, ԳՊա	23



Նկ. 2. Փորձարկվող ֆերմայի սխեման



Նկ. 3. Եռանկյունաձև ֆերմայի տարրերի լայնական հատվածքը

Աղյուսակ 3

Երկուսի լայնական հատվածքի երկրաչափական բնութագրերը

Կտրվածքի մակերեսը, $սմ^2$	1 զծ. $ս$ -ի զանգվածը, $կգ$	Տվյալներ ըստ առանցքների					
		X-X			Y-Y		
		$I_x, սմ^4$	$W_x, սմ^3$	$i_x, սմ$	$I_y, սմ^4$	$W_y, սմ^3$	$i_y, սմ$
10,8	2,0	48,0	19,2	2,1	263,0	35,0	4,9

Ֆերմայի ստատիկ փորձարկումը

Փորձնական եռանկյունաձև ֆերմայի փորձարկումն իրականացվել է 2024 թ. մայիսի 1-ին՝ համապատասխան ԳՕՍՏ 8829-94 “Методы испытаний нагружением” [10] ստանդարտի ընթացակարգի: Ստատիկ փորձարկման ստուգողական բեռնվածքի արժեքն ընդունվել է համաձայն կոնստրուկցիայի լրիվ շահագործական բեռնվածքի արժեքի: Բեռնավորումն իրականացվել է նախօրոք կշռված քարակտորներով:

Մինչև փորձարկման իրականացումը կատարվել է ֆերմայի հաշվարկ արտաքին բեռնվածքների ազդեցության տակ՝ ЛИРА САПР 2016 ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ: Ֆերմայի ձողերի մոդելավորման համար կիրառվել է No. 10 վերջավոր տարրը (ընդհանուր ձող): Ֆերմայի հանգույցներում ձողերի միացումներն ընդունվել են հողային: Ֆերմայի հենարանային հանգույցներից մեկն ընդունվել է հողային-անշարժ, մյուսը՝ նույնպես հողային-երկայնական ուղղությամբ շարժական: Թվային մոդելի բեռնավորման համար ստեղծվել են առանձին բեռնավորումներ, որոնցում բեռնվածքները համապատասխանում են փորձարկման ընթացքում համապատասխան փուլի համար նախատեսվող բեռնվածքին: Բեռնավորման այսպիսի մոտեցումը թույլ է տվել փորձարկման առանձին փուլերի համար կատարել ֆերմայի հանգույցների ուղղաձիգ տեղափոխությունների հաշվարկ՝ հետագա փորձնական արժեքների հետ համեմատելու համար:

Ստատիկ փորձարկման ժամանակ կատարվել է ֆերմայի հանգույցների ուղղաձիգ տեղափոխությունների որոշում: Չափումների համար կիրառվել է CYBER PLUS 8 EVOLUTIONS TOUCH SCREEN սարքը (նկ. 4), որը հնարավորություն է տալիս որոշել հանգույցների տեղափոխությունները 0,001 $սմ$ ճշտությամբ: CYBER PLUS 8 EVOLUTIONS TOUCH SCREEN սարքը համալրված է

C405-10 մակնիշի տելեկոպիկ ձողերով, որոնք հնարավորություն են տալիս չափիչ տենզոմետրերը բարձրացնել մինչև 6 մ բարձրություն: Թվով 7 չափիչ տենզոմետրերը (նկ. 5) միացվում են հիմնական սարքի N1-7 բնիկներին և փոխանցում ցուցմունքները:



Նկ.4. CYBER PLUS սառնոց տեսքով



Նկ. 5. CYBER PLUS սարքի տենզոմետրի տեսքով

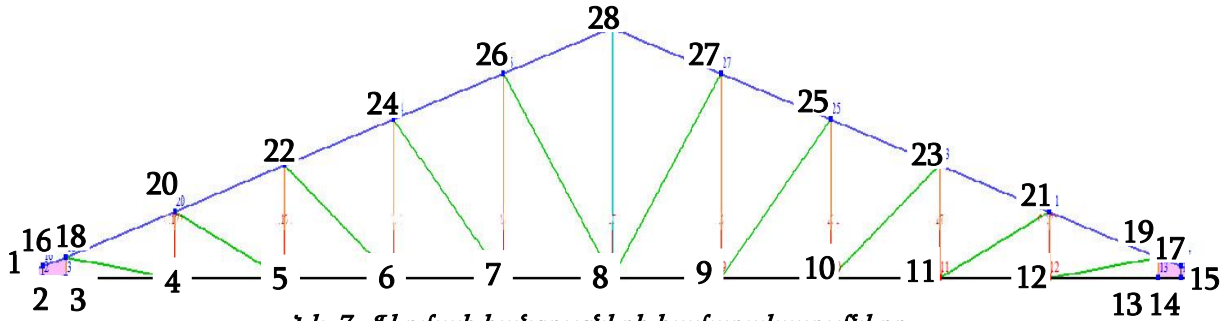
Ֆերմայի ստատիկ բեռնավորման համար ընդունվել են 4 փուլեր: Յուրաքանչյուր փուլի ժամանակ ամեն մի հանգույցի վրա փոխանցվել է 130 կգ ուժ բեռնվածք: Ֆերմայի ստատիկ բեռնավորման ժամանակ յուրաքանչյուր փուլից հետո, համաձայն ԳՕՍՏ 8829-94-ի [5], կատարվել է բեռի պահում 20 րոպե, որից հետո ցուցմունքների գրանցումը կրկնվել է: Լրիվ (ստուգողական) բեռնվածքի տեղադրումից հետո պահվել է 1 ժամ, որից հետո ցուցմունքները գրանցվել են և ֆերման բեռնաթափվել է: Բեռնաթափումից հետո կատարվել է սարքերի ցուցմունքների գրանցում ինչպես անմիջապես, այնպես էլ 1 ժամ պահումից հետո: Նկ. 6-ում բերված է ֆերմայի տեսքը բեռնավորման 4-րդ փուլից հետո:



Նկ. 6. Ֆերմայի և չափիչ սարքավորումների տեսքը բեռնվածքի IV փուլի բեռնավորումից հետո

Ֆերմայի հանգույցների համարակալումները բերված են նկ. 7-ում:

Աղ. 4-ում բերված են ֆերմայի հանգույցների և հենարանային հատվածքների ուղղաձիգ տեղափոխումների փորձնական արժեքները:



Նկ. 7. Ֆերմայի հանգույցների համարակալումները

Ինչպես վերը նշվել է, փորձարկող բեռնվածքի ազդեցությունից ֆերմայի տեսական հաշվարկը կատարվել է ЛИРА САПР 2016 ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ, որը հիմնված է վերջավոր տարրերի եղանակի վրա: Ֆերման իրենից ներկայացնում է 21 ս՝ ընդհանուր երկարությամբ և 20 ս՝ թռիչքով եռանկյունաձև կոնստրուկցիա, որի բոլոր տարրերը (գոտիները, կանգնակները, թեքանները) իրականացված են փուլթրուզիոն եղանակով ստացված երկտուփ հատվածքով պրոֆիլներից:

Փորձարկող բեռնվածքի ազդեցությունից ֆերմայի աշխատանքի մոդելավորման ժամանակ բեռնվածքի փոխանցումն ընդունվել է ստորին գոտու հանգույցներից՝ համապատասխան փորձարկման ժամանակ ընդունված սխեմայի: Հենարանային սալի հաստությունն ընդունվել է պրոֆիլի հարթակի կրկնակի հաստության չափով՝ 6 սմ: Ֆերմայի տարրերի երկրաչափական բնութագրերն ընդունվել են ըստ աղ. 3-ի, իսկ նյութերի ֆիզիկամեխանիկական բնութագրերը՝ ըստ աղ. 2-ի:

Աղյուսակ 4

Փորձարկող բեռնվածքից ֆերմայի հանգույցների ճկվածքների արժեքները

Բեռնավորման փուլերը	Ճկվածքներ, սմ				
	հանգույցներ				
	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0
1-ին փուլ հանգույցում 130 կգ	15,020	16,407	16,721	17,087	14,900
130 կգ պահում 20 րոպե	15,067	16,520	16,782	17,066	14,968
2-րդ փուլ հանգույցում 260 կգ	30,106	33,230	33,524	33,694	28,841
260 կգ պահում 20 րոպե	30,397	33,590	33,859	34,306	29,174
3-րդ փուլ հանգույցում 390 կգ	46,790	50,987	50,674	49,665	44,177
390 կգ պահում 20 րոպե	47,779	51,826	51,770	50,679	45,131
4-րդ փուլ հանգույցում 520 կգ	62,273	67,772	67,014	67,865	62,441
520 կգ պահում 1 ժամ	63,831	69,098	67,753	68,980	63,887
0 – Բեռնաթափում	4,812	5,195	4,773	4,831	4,676
0 – Պահում 1 ժամ	1,101	2,059	2,222	2,213	1,111

Համաձայն վերը ներկայացված հաշվարկային սխեմայի, համակարգչային ЛИРА САПР 2016 ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ կատարվել է փորձարկվող ֆերմայի հանգույցների ուղղաձիգ տեղափոխությունների և ճկվածքների տեսական արժեքների որոշում:

Աղ. 5-ում բերված են փորձարկված ֆերմայի հանգույցների ճկվածքների փորձնական և տեսական արժեքների համեմատությունները: Որպես ճկվածքների փորձնական արժեքներ աղ. 5-ում ներկայացված են փորձարկման փուլերի ընթացքում չափված առաձգական ճկվածքների արժեքները:

Աղյուսակ 5

Փորձարկվող ֆերմայի հանգույցների ճկվածքների տեսական և փորձնական արժեքների համեմատությունը

Հանգույցներ	Բեռնավորման փուլերը, կգ/մ ²							
	1-ին փուլ		2-րդ փուլ		3-րդ փուլ		4-րդ փուլ	
	Ճկվածքներ, մմ							
	փորձն.	տես.	փորձն.	տես.	փորձն.	տես.	փորձն.	տես.
6	15,020	14,813	30,106	29,627	46,790	44,440	62,273	59,254
7	16,407	15,629	33,230	31,258	50,987	46,887	67,772	62,516
8	16,721	15,615	33,524	31,230	50,674	46,846	67,014	62,461
9	17,087	15,629	33,694	31,258	49,665	46,887	67,865	62,516
10	14,900	14,813	28,841	29,627	44,177	44,440	62,441	59,254
Միջին ըստ հանգույցների	16,027	15,300	31,879	30,600	48,459	45,900	65,473	61,200

Արդյունքներ և քննարկում

Իրականացված փորձարկումները և ЛИРА САПР 2016 ծրագրային փաթեթի կիրառմամբ կատարված տեսական հաշվարկները թույլ են տալիս կատարել հետևյալ հետևությունները:

- Ըստ փորձարկման փուլերի հանգույցներում չափված ճկվածքների աճերը հիմնականում կրում են գծային բնույթ: Որոշ բացառություն է կազմել թիվ 9 հանգույցի ճկվածքների փոփոխությունները, ըստ որոնց վերջին 4-րդ փուլում ճկվածքների աճը կազմել է ավելի քան 18 մմ, մյուս փուլերում արձանագրված միջինում 16,555 մմ-ի փոխարեն: Մյուս հանգույցներում նշված տարբերություններն էական չեն:

- Ֆերմայի կենտրոնական 8-րդ հանգույցում ճկվածքների փորձնական արժեքներն ավելի քիչ են, քան հարևան 7-րդ և 9-րդ հանգույցներում արձանագրված արժեքները: Մասնավորապես, վերջին 4-րդ փուլում 8-րդ հանգույցում արձանագրված ճկվածքներն ավելի քիչ են 7-րդ հանգույցում արձանագրված ճկվածքներից 1,1 %-ով, իսկ 9-րդ հանգույցում արձանագրված ճկվածքներից՝ 1,3 %-ով: Նման տարբերությունները, ամենայն հավանականությամբ, պայմանավորված են նրանով, որ ֆերմայի կենտրոնական հատվածքի միացման հանգույցում տեղադրված է 5 մմ հաստությամբ պողպատե թիթեղից իրականացված մարդակներ, որոնք տեղայնորեն ուժեղացնում են ֆերմայի այդ հատվածքը, որն էլ բերում է հանգույցի հարաբերական կոշտացման և ճկվածքների պակասեցման:

- Ֆերմայի հանգույցների բեռնաթափումից 1 ժամ անց գրանցված մնացորդային ճկվածքները կազմել են 4-րդ փուլի առավելագույն ճկվածքների 1,7...3,3 %-ը: Դա վկայում է, որ փորձարկող բեռնվածքի տակ ֆերմայի աշխատանքը կրել է հիմնականում առաձգական բնույթ:

- Ըստ փորձարկման փուլերի ֆերմայի հանգույցների տեսական ճկվածքների աճը կրում է խիստ զծային բնույթ, կապված նրա հետ, որ նյութի առաձգականության սահմանները տեսականորեն չեն հաղթահարվում:

- Ֆերմայի հանգույցների ճկվածքների արժեքները որոշ չափով գերազանցում են տեսականներին: Մասնավորապես, փորձարկման 1-ին փուլի դեպքում թվով 5 հանգույցներում չափված փորձնական ճկվածքների միջին արժեքը գերազանցել է համապատասխան տեսական արժեքին 4,8%-ով: 2-րդ, 3-րդ և 4-րդ փուլերում նշված տարբերությունները համապատասխանաբար կազմել են 4,2 %, 5,6 % և 7,0 %: Տեսական ճկվածքների համեմատ ֆերմայի հանգույցների փորձնական ճկվածքների գրանցված տարբերությունները բացատրվում են ֆերմայի հանգույցներում առկա միացումներում հնարավոր տեղաշարժերով, որոնք բերում են դեֆորմացիաների կուտակման: Ըստ փորձարկման փուլերի տեսական ճկվածքների համեմատ ֆերմայի հանգույցների փորձնական ճկվածքների տարբերությունների որոշակի աճերը 3-րդ և 4-րդ փուլերում, ամենայն հավանականությամբ, պայմանավորված են ֆերմայի տարրերում ոչ էական մնացորդային դեֆորմացիաների կուտակմամբ:

- Շահագործական բեռնվածքների ազդեցության տակ (փորձարկման 4-րդ փուլ) ֆերմայի հանգույցներում արձանագրված առավելագույն հարաբերական ճկվածքների արժեքը կազմել է 1/295, որը պակաս փոքր է հարաբերական ճկվածքի սահմանային 1/200 արժեքից:

Եզրակացություն

Փուլորոգիոն եղանակով ստացված երկտուփ հատվածքով պրոֆիլներից եռանկյունաձև ֆերմայի փորձարկման արդյունքում կարող ենք եզրակացնել, որ ֆերմայի աշխատանքը կրել է հիմնականում առաձգական բնույթ, որի մասին վկայում են լրիվ շահագործական բեռնվածքի բեռնաթափումից հետո արձանագրված ոչ էական մնացորդային ճկվածքները: Փորձնական բեռնվածքից ֆերմայի հանգույցների փորձնական և տեսական ճկվածքները հիմնականում համընկնում են: Արձանագրված ոչ էական տարբերությունները բացատրվում են ֆերմայի հանգույցներում առկա միացումներում հնարավոր տեղաշարժերով: Լրիվ շահագործական բեռնվածքի ազդեցությունից ֆերմայի հանգույցներում արձանագրված առավելագույն հարաբերական ճկվածքների արժեքը չի գերազանցում նորմատիվային պահանջը: Միաժամանակ պետք է նշել, որ կատարված փորձարկումը թույլ չի տալիս գնահատել փուլորոգիոն եղանակով իրականացված կոնստրուկցիաների աշխատանքը երկարատև գործող բեռնվածքների ազդեցության տակ, որի գնահատումը պահանջում է լրացուցիչ հետազոտություններ:

Գրականության ցանկ

- [1] **Ф. Мэттьюз, Р. Ролингс**, Мир материалов и технологий. Техносфера, Москва, 2004, 406 с.
- [2] **Н.Н. Паламарчук, С.В. Скачков, М.О. Онуфриев, А.И. Жигульский**, Разработка положений расчета конструкций из растянутых элементов пултрузионных профилей. Инженерный Вестник Дона 8 (80) (2019) 69-73.
- [3] **Н.Н. Паламарчук**, Пултрузионные профиля. Преимущества перед стандартными строительными материалами. Аэтерна, Таганрог, 2019, 47 с.
- [4] **М.В. Шишенок**, Современные полимерные материалы. Минск, Высшая школа, 2017, 287 с.
- [5] The Pultex Pultrusion Design Manual. Creative Pultrusions.Inc., 2017, 270 p.
- [6] **ГОСТ 32656-2017 (ISO 527-4:1997, ISO 527-5:2009)**. Композиты полимерные. Методы испытаний. Испытания на растяжение.
- [7] **ГОСТ 32659-2014 (ISO 14130:1997)**. Композиты полимерные. Методы испытаний. Определение кажущегося предела прочности при межслойном сдвиге методом испытания короткой балки.
- [8] **ГОСТ 33519-2015**. Композиты полимерные. Метод испытания на сжатие при нормальной, повышенной и пониженной температурах.
- [9] **ISO 15310:1999**. Fibre-reinforced plastic composites — Determination of the in-plane shear modulus by the plate twist method.
- [10] **ГОСТ 8829-94**. Методы испытаний нагружением, Москва, 1997.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ФЕРМЫ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ ПО ПУЛТРУЗИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

**Акоп Арутюнович Гюлзаян^{1*}, Арташес Николаевич Саркисян¹,
Гагик Артаваздович Киракосян²**

¹ *Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г. Ереван, РА*

² *ООО Оникс ЗГ, г. Ереван, РА*

*hakob_gyulzadyan@bk.ru

Представлено описание технологии с применением пултрузионных профилей, получающих широкое применение в мировой строительной практике, а также классификация пултрузионных профилей и их физико-механические характеристики. С целью изучения возможности применения пултрузионных профилей в качестве конструктивных элементов, было проведено испытание треугольной фермы, изготовленной из этих профилей, под воздействием полной эксплуатационной нагрузки конструкции. С помощью программного пакета ЛИРА САПР 2016 было произведено определение теоретических значений прогибов узлов испытываемой фермы и проведено их сравнение с экспериментальными значениями. Было зафиксировано, что под воздействием полной эксплуатационной нагрузки работа фермы носила в основном упругий характер, а значения максимальных относительных прогибов, зафиксированных в узлах фермы, не превышали нормативные требования.

Ключевые слова: *пултрузионные профили, ферма, прогиб, деформации, прогибомер, сечение, модуль упругости*

THE RESULTS OF TESTING A TRUSS MANUFACTURED USING PULTRUSION TECHNOLOGY

Hakob Gyulzadyan^{1*}, Artashes Sargsyan¹, Gagik Kirakosyan²

¹National University of Architecture and Construction of Armenia, Yerevan, RA

²Onix 3G LLC, Yerevan, RA

*hakob_gyulzadyan@bk.ru

This paper presents a description of the technology using pultrusion profiles, which are used in world construction practice, as well as the classification of pultrusion profiles and their physical and mechanical characteristics. In order to study the applicability of pultrusion profiles as structural elements, a triangular truss made of these profiles was tested under the influence of the full operational load of the structure. It was recorded that under the influence of full operational load, the work of the truss was mainly elastic, and the values of the maximum relative deflections recorded in the nodes of the truss did not exceed the regulatory requirements.

Keywords: pultrusion profiles, truss, deflection, deformations, deflectometers, cross section, modulus of elasticity

Գրվողաղյան Հակոբ Հարությունի, տ.գ.թ., դոցենտ (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոն, (+374)94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Սարգսյան Արտաշես Նիկոլայի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք. Երևան) – ՃՇՀԱՀ, «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոնի վարիչ, (+374)77414228, ansargsyan@yahoo.com, **Կիրակոսյան Գագիկ Արտավազի** (ՀՀ, ք. Երևան) – Օնիքս 3Գ ՄՊԸ, (+374)91405280, gagikkirakosyan51@gmail.com

Гюлзаян Акоп Арутюнович, к.т.н. доцент (РА, г. Ереван) – НУАСА, кафедра “Дороги и мосты”, (+374)94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Саркисян Арташес Николаевич, к.т.н., доцент** (РА, г. Ереван) – НУАСА, заведующий кафедры “Дороги и мосты”, (+374)77414228, ansargsyan@yahoo.com, **Киракосян Гагик Артаваздович** (РА, г. Ереван) – ООО Ониск 3Г, (+374)91405280, gagikkirakosyan51@gmail.com

Gyulzadyan Hakob, doctor of philosophy (Ph.D) in engineering, associate professor (RA, Yerevan) –NUACA, Chair “Highways and Bridges”, (+374)94151019, hakob_gyulzadyan@bk.ru, **Sargsyan Artashes, doctor of philosophy (Ph.D) in engineering, associate professor** (RA, Yerevan) – NUACA, Head of Chair “Highways and Bridges”, (+374)77414228, ansargsyan@yahoo.com, **Kirakosyan Gagik** (RA, Yerevan) – Onix 3G LLC, (+374)91405280, gagikkirakosyan51@gmail.com

Ներկայացվել է՝ 15.10.2024թ.

Գրախոսվել է՝ 24.11.2024թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 25.12.2024թ.