

ՀՏԴ 624.5

ՇԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ԿՈՆՍՏՐՈՒԿՑԻԱՆԵՐ

**ԽՆՁՈՐԵՍԿԻ ՀԵՏԻՈՏՆԱՅԻՆ ԿԱՆՈՎԻ ԿԱՄՐՁԻ ԿՐՈՂՈՒՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՈՐՈՇՄԱՆ  
ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ**

**Հակոբ Հարությունի Գյուլզադյան\*, Արտաշես Նիկոլայի Սարգսյան**

*Ճարտարապետության և շինարարության Հայաստանի ազգային համալսարան, ք. Երևան, ՀՀ  
\*hakob\_gyulzadyan@bk.ru*

*Բերված են ՀՀ Սյունիքի մարզի Խնձորեսկ համայնքի կախովի կամրջի կրողունակության որոշման արդյունքները, որոնք ստացվել են կամրջի ստատիկ փորձարկման հիման վրա: Նախապես կատարվել են կամրջի կրող տարրերի ճոպանների փորձարկումներ՝ դրանց լարվածադեֆորմացիոն բնութագրերի որոշման նպատակով: SAP2000 ծրագրային փաթեթում մշակվել է կամրջի հաշվարկային սխեման, որը հետագայում ստուգաճշտվել է: Կամրջի փորձարկման համար կատարվել է փորձարկող բեռնվածքի ընտրություն՝ հիմնվելով մշակված հաշվարկային սխեմայի վրա: Ստատիկ բեռնավորման առանձին փուլերում որոշվել են վերին և ստորին ճոպանների ճկվածքները և հետևաբար՝ կրող տարրերի հարաբերական երկարացումները և լարումները: Փորձարկման արդյունքով որոշվել է կամրջի համար անվտանգ հետիոտնային բեռնվածքի մեծությունը:*

***Առանցքային բառեր.** կախովի կամուրջ, ճոպան, կախիչ, փորձարկող բեռնվածք, ճկվածք, հարաբերական դեֆորմացիա, լարում*

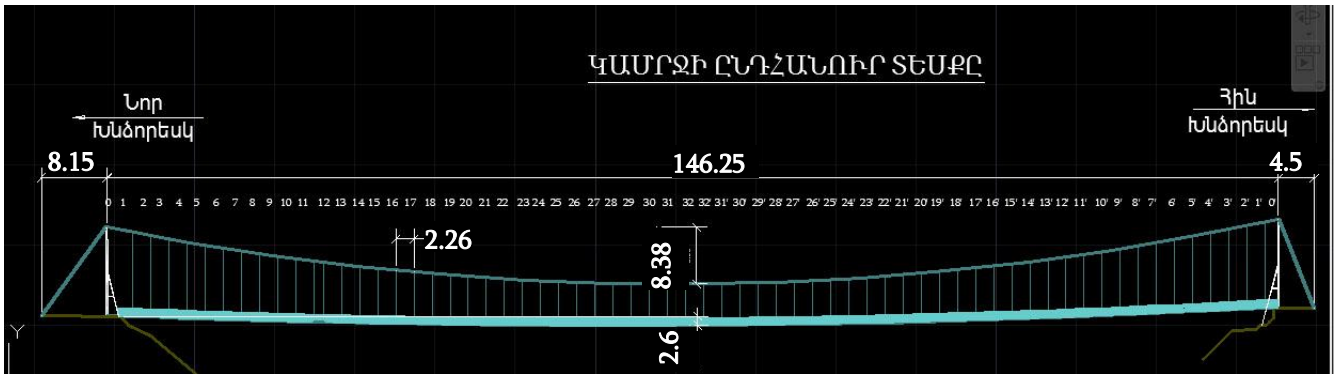
**Ներածություն**

Սյունիքի մարզի Գորիսի տարածաշրջանի Խնձորեսկ համայնքի կախովի կամուրջը կառուցվել է 2011-2012 թթ.: Հաշվի առնելով այն հանգամանքը, որ կամուրջը կառուցվել է առանց նախագծանախահաշվային փաստաթղթերի, ՀՀ ԱԻՆ-ի կողմից խնդիր դրվեց գնահատել այն առավելագույն բեռնվածքը, որը կարող է անվտանգ կիրառվել կամրջի հետիոտնային մասի վրա՝ դրա հետագա ապահով շահագործման պայմանները գնահատելու համար:

**Կամրջի նկարագրությունը**

Խնձորեսկի կախովի հետիոտնային կամրջի թռիչքը 146,25 մ է (նկ.1): Կամուրջը բաղկացած է 65 առանձին սեկցիաներից, որոնց երկարությունները կազմում են միջինը 226 սմ:

Կամրջի եզրային հենասյուների (պիլոնների) հիմնական կանգնակներն ստորին տեղամասում իրականացված են 219 սմ տրամագծով պողպատյա խողովակներից: Վերին 150 սմ երկարությամբ տեղամասերն իրականացված են ավելի փոքր տրամագծի խողովակներից: Հենասյուների խողովակները լցված են բետոնով, ինչը բարձրացրել է հենասյուների տեղական կայունությունը և ընդհանուր ամրությունը: Աջափնյա հենասյան բարձրությունը 950 սմ է, իսկ ձախափնյա՝ 920 սմ: Կամրջի կառուցման ժամանակ կիրառված ստորին և վերին գոտու ճոպանների և կախիչների լայնական հատվածքի բնութագրերը բերված են աղ. 1-ում:



Նկ. 1. Կամրջի սխեման

Աղյուսակ 1

Կիրառված ճոպանների լայնական հատվածքի բնութագրերը

Տարրի անվանումը	Ճոպանի անվանական տրամագիծը, մմ	Միջուկի տրամագիծը, մմ	Գալարների քանակը	Մեկ գալարում լարերի քանակը, մմ	Լարերի տրամագիծը, մմ	Մեկ գալարի մակերեսը, մմ <sup>2</sup>	Միջուկի մակերեսը, մմ <sup>2</sup>	Ճոպանի ընդհանուր մակերեսը, մմ <sup>2</sup>
Կախիչ	11	-	1	9	2,60	60,7	-	60,7
				8	1,44			
Ստորին գոտու ճոպան	21	-	6	9	1,81	27,5	-	165,2
				8	0,94			
Վերին գոտու ճոպան	32	17,6	6	9	2,60	60,7	243,1	650,7
				8	1,44			

Կամրջի երթևեկամասն իրականացված է առանձին 226սմ երկարությամբ մոդուլներից, որոնցից յուրաքանչյուրը բաղկացած է 3 հատ 226սմ և 5 հատ 111սմ երկարությամբ N40 անկյունակներից, 4 հատ 226սմ երկարությամբ, 2սմ լայնությամբ ու 2մմ հաստությամբ մետաղական շերտավոր թերթերից և ալիքաձև լարերով զոդված ցանցերից: Երթևեկամասի բլոկներն ամրակցված են ստորին ճոպանին: Կամրջի սեփական քաշի ազդեցության տակ ստորին ճոպանի ճկվածքի սլաքը 260սմ է, իսկ վերին ճոպանինը՝ 838 սմ: Կամրջի հետիոտնային մասի լայնությունը կազմում է 120սմ: Վերին ճոպանի ընդհանուր երկարությունը մոտ 173մ է:

Կամրջի բազրիքները նույնպես իրականացված են 226սմ երկարությամբ մոդուլներով, որոնք բաղկացած են 2 հատ 226սմ երկարությամբ և 4 հատ 110սմ երկարությամբ N 30 անկյունակներից, 110սմ երկարությամբ ամրանային ձողերից և ալիքաձև զոդված ցանցերից:

**Կամրջի կրող ճոպանների փորձարկումը:** Կամրջի հաշվարկային սխեմայի կազմման և կրողունակության գնահատման մոդելի մշակման համար անհրաժեշտ էր ունենալ կամրջի կառուցման ժամանակ կիրառված կրող ճոպանների լարվածադեֆորմացիոն վիճակի

բնութագրերը, որի համար պահանջվել է ճուպանների նմուշների փորձարկում: Փորձարկումն իրականացվել է Հայկական ատոմակայանի փորձարարական լաբորատորիայի 20տ P-20 հիդրավլիկական մամլիչով, համաձայն [1]-ի պահանջների: Փորձարկման են ենթարկվել կախովի կամրջի վրա առկա հիմնական երեք տիպի ճուպաններից երկուսը՝ ստորին գոտու ճուպանը  $d=21մմ$  և ձգիչների (կախիչների) ճուպանը  $d=11մմ$ : Ճուպանների փորձարկման արդյունքները բերված են աղ. 2-ում:

**Աղյուսակ 2**

**Ճուպանների փորձարկման արդյունքները**

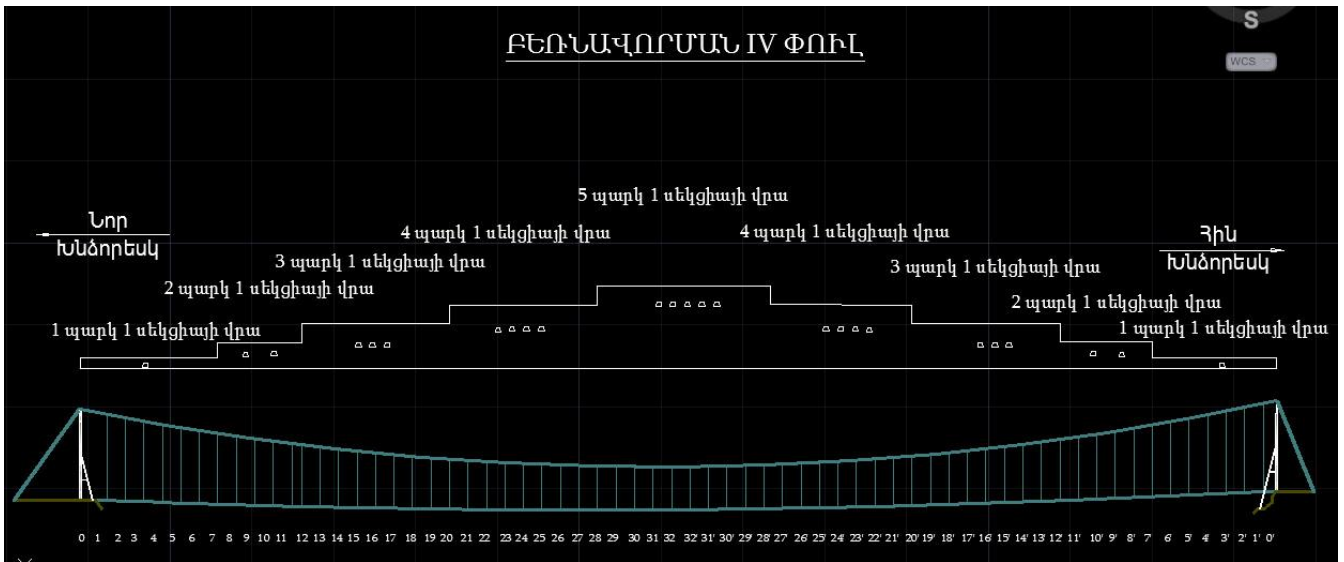
Ճուպանի անվանումը	Լարումների միջակայքը, ՄՊա	$\Delta\sigma$ , ՄՊա	$\Delta\varepsilon \cdot 10^4$	$E \cdot 10^{-4}$ , ՄՊա
Կախիչ	0...65,9	65,9	411	0,16
	65,9...131,8	65,9	70	0,94
	131,8...164,7	32,9	13	2,50
	164,7...494,1	329,4	37	8,90
Ստորին գոտու ճուպան	0...60,5	60,5	33	1,83
	60,5...121,0	60,5	14	4,32
	121,0...181,6	60,5	10	6,05
	181,6...242	60,5	8	7,56
	242,0...484,2	242,2	20	12,10

Փորձարկման արդյունքները թույլ են տվել եզրակացնել, որ ինչպես ստորին ճուպանների, այնպես էլ կախիչների հաշվարկային դիմադրությունը կարելի է ընդունել  $\sigma_n=600 ՄՊա$ :

**Կամրջի ստատիկ փորձարկումը և կրողունակության գնահատումը**

Կամրջի ստատիկ փորձարկումն իրականացվել է 2018թ. մայիսի 18-ին, համաձայն [2]-ի պահանջների: Ստատիկ փորձարկմանը նախորդել է փորձարկող բեռնվածքի ընտրությունը: Հաշվի առնելով բեռնավորման գործընթացի աշխատատարությունը՝ որոշում ընդունվեց հրաժարվել փորձնական բեռնվածքը կամրջի հետիոտնային մասի վրա հավասարաչափ բաշխման սկզբունքից և բեռնավորումը կատարել՝ առավել բեռնելով կենտրոնական հատվածները կրող տարբերում առավելագույն ճիգեր ստանալու նպատակով: Արդյունքում որոշվել է կամրջի բեռնավորումն իրականացնել 4 փուլերով: Ստատիկ փորձարկման համար կիրառվել են բեռնավորված պարկեր, որոնց միջին քաշը կազմել է 550Ն: Նկ.2-ում բերված է փորձարկող բեռնվածքի բեռնավորման վերջին IV փուլի սխեման:

Աղ. 3-ում բերված են փորձարկման ժամանակ կամրջի կրող ճուպանների ուղղաձիգ տեղափոխումների (ձկվածքների) արժեքները: Ուղղաձիգ տեղափոխումների չափումների համար կիրառվել են ձկվածքաչափեր և ուղղաձիգ տեղադրված սանդղակավորված քանոններ:



Նկ. 2. Բեռնավորման IV փուլի սխեման

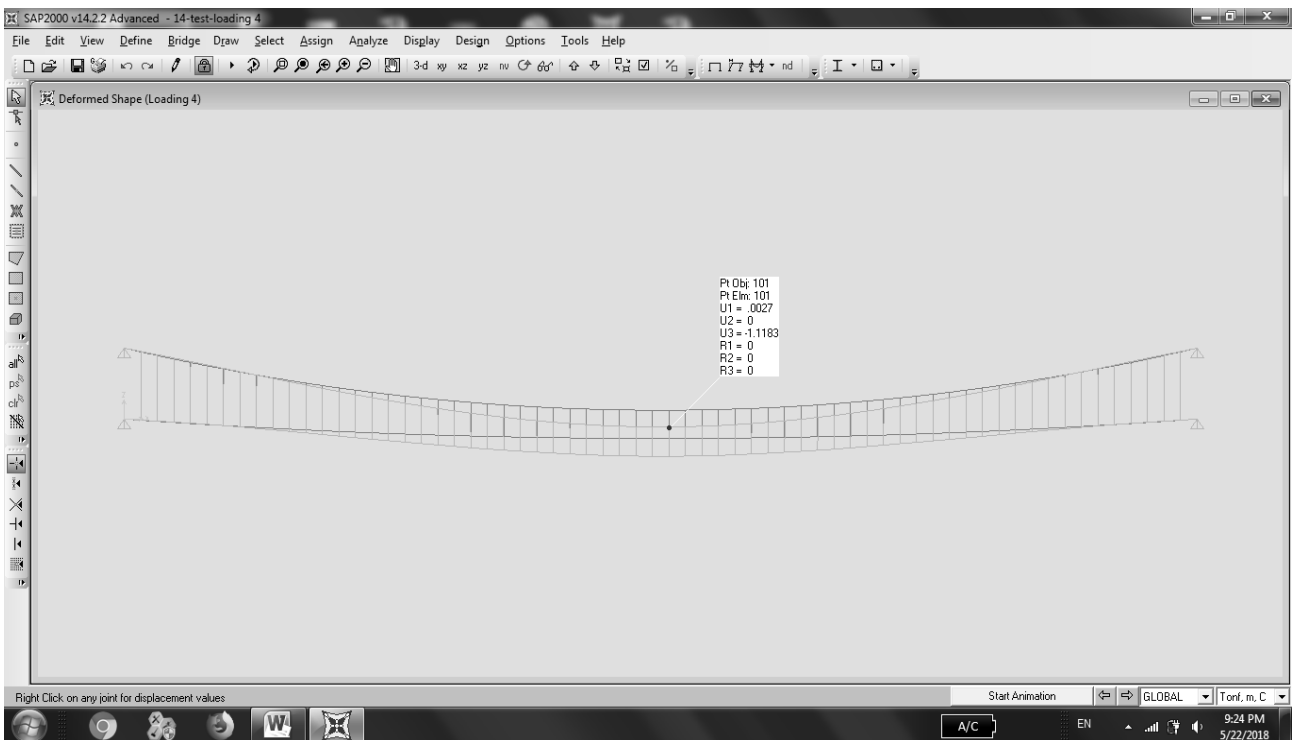
Ճկվածքների ստացված արժեքները թույլ են տվել ստուգաճշտել մշակված հաշվարկային սխեման՝ պարզելով ճուշտության լարվածադեֆորմացիոն վիճակի դիագրամի իրական միջակայքը: Փորձարկման առաջին երկու փուլերի համար առավել համապատասխան էր ճուշտության աշխատանքը երկրորդ միջակայքում ( $E=4,32 \cdot 10^4 \text{ ՄՊա}$ ), որը նշանակում է, որ ճուշտությունը հաստատված է եղել որոշակի նախնական լարում: Նախնական լարման մեծությունը վերին և ստորին ճուշտությունը ընդունվել է այդ միջակայքի միջին լարմանը հավասար, որը կազմում է մոտ  $90 \text{ ՄՊա}$ : Փորձարկման երրորդ և չորրորդ փուլերի համար ընդունվել են համապատասխանաբար երրորդ ( $E=6,05 \cdot 10^4 \text{ ՄՊա}$ ) և չորրորդ ( $E=7,56 \cdot 10^4 \text{ ՄՊա}$ ) միջակայքերի առաձգականության մոդուլները:

Բեռնավորման առանձին փուլերի համար SAP2000 ծրագրային փաթեթում մշակված հաշվարկային սխեմայում ստացվել են ճկվածքների դիագրամներ: Որպես օրինակ նկ.3-ում բերված է վերին ճուշտանի ճկվածքների հաշվարկային դիագրամը բեռնավորման IV փուլի համար: Այդ և նման հաշվարկային դիագրամներում թռիչքի կենտրոնի համար ստացված հաշվարկային ճկվածքները բավարար կերպով համընկնում են փորձարկման ժամանակ արձանագրված տվյալների հետ, որը վկայում է մշակված հաշվարկային մոդելի իրական աշխատանքի հետ համապատասխանությունը: Աղ.4-ում բերված են փորձարկման արդյունքում ստացված տվյալների հիման վրա կամրջի ստորին և վերին կրող ճուշտությունը առաջացող լարումների արժեքները:

Ստացված փորձնական արժեքները վկայում են, որ փորձարկող բեռնվածքի ազդեցության տակ կրող ճուշտությունը առաջացող լարումները զգալիորեն քիչ են հաշվարկային արժեքներից:

**Խնձորեսկի կախովի կամրջի թռիչքային կառուցվածքի տարրերի ուղղաձիգ տեղափոխումների չափումների արդյունքները**

Բեռնա-վորման փուլերը	Բեռի ընդհանուր քաշը, կՆ	Ուղղաձիգ տեղափոխումներ, մմ					
		վերին ճուպան			ստորին ճուպան		
		վերին-սանքյա	վարին-սանքյա	միջին	վերին-սանքյա	վարին-սանքյա	միջին
0	-	0	0	0	0	0	0
I	35,75	275	286	280,5	290	289	289,5
Պահում	35,75	295	300	297,5	310	310	310,0
II	66,55	649	630	639,5	676	668	672,0
Պահում	66,55	651	632	641,5	678	669	673,5
III	78,10	856	840	848,0	898	888	893,0
Պահում	78,10	859	843	851,0	901	890	895,5
IV	105,05	1120	1109	1114,5	1166	1165	1165,5
Պահում	105,05	1125	1120	1122,5	1171	1182	1175,5
Բեռնաթափում	-	175	130	147,5	175	145	160,0
Պահում	-	108	88	98,0	110	106	108,0



**Նկ. 3. Վերին ճուպանի ձկվածքների հաշվարկային դիագրամը բեռնավորման IV փուլի համար: ձկվածքը թռիչքի կենտրոնում կազմել է 1118,3 մմ**

Քանի որ փորձարկման ժամանակ կիրառված բեռնվածքը հավասարաչափ բաշխված չէր, նպատակ դրվեց գնահատել կիրառված բեռնվածքին հավասարազոր այն հավասարաչափ բաշխված բեռնվածքը, որը համաձայն հաշվարկային մոդելի կամրջի կրող ճոպաններում առաջացնում է նույն ճկվածքը, ինչ առաջացել է փորձարկող բեռնվածքից: Ինչպես ցույց տվեցին մոտեցումների եղանակով կատարված հաշվարկները այդպիսի, հավասարաչափ բաշխված բեռնվածքի ինտենսիվությունը մոտ  $1,2 \text{ կՆ/մ}^2$  է: Նկ.4-ում բերված է  $q=1,2 \text{ կՆ/մ}^2$  հավասարաչափ բաշխված բեռնվածքից վերին ճոպանում առաջացող ճկվածքների դիագրամը:

**Աղյուսակ 4**

**Փորձարկման ժամանակ կրող ճոպաններում առաջացած լարումների արժեքները**

Բեռնա- վորման փուլ	Ստորին ճոպան			Վերին ճոպան		
	լարում ների աճ, ՄՊա	լարում, ՄՊա	հաշվարկային դիմադրության %-ը	լարում- ների աճ, ՄՊա	լարում, ՄՊա	հաշվարկային դիմադրության %-ը
I	10,5	100,5	16,8	28	118	19,7
II	32,0	122,0	20,3	97	187	31,1
III	47,0	137,0	22,8	147	237	39,5
IV	75,0	165,0	27,5	202	292	48,6

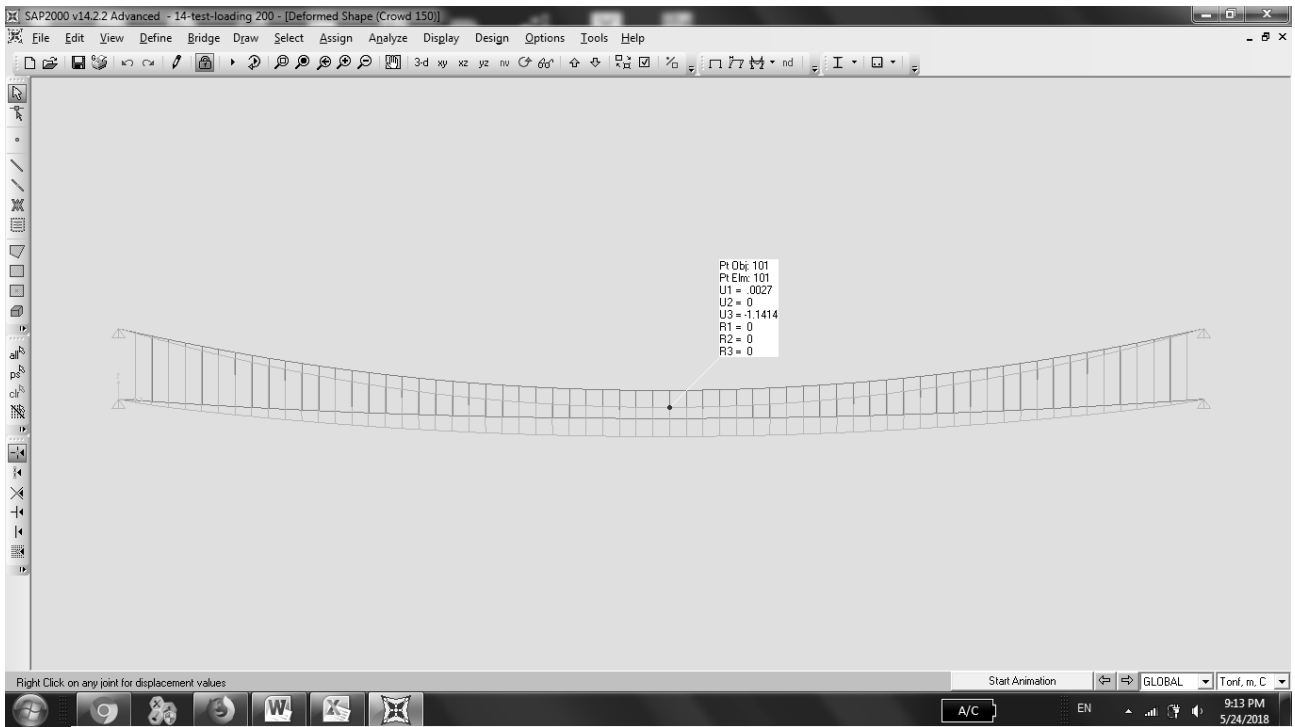
Աղ. 5-ում բերված է առավելագույն փորձարկող բեռնվածքից և  $q=1,2 \text{ կՆ/մ}^2$  հավասարաչափ բաշխված բեռնվածքից առաջացած ճկվածքների արժեքների համեմատությունը:

**Աղյուսակ 5**

**Ճկվածքների համեմատությունը**

Ճկվածքներ, մմ					
ստորին ճոպան			վերին ճոպան		
փորձ- նական	տեսական		փորձնական	տեսական	
	փորձարկող բեռնվածքից	$q=1,2 \text{ կՆ/մ}^2$ բեռնվածքից		փորձարկող բեռնվածքից	$q=1,2 \text{ կՆ/մ}^2$ բեռնվածքից
1175,5	1190,8	1218	1122,5	1118,3	1141

Կամրջի վրա անվտանգ տեղադրվող հավասարաչափ բաշխված բեռնվածքի արժեքը գնահատելու համար կատարվել են հաշվարկային մոդելի մոտեցումների եղանակով բեռնավորումներ: Ընդունվել են հավասարաչափ բաշխված բեռնվածքի երկու արժեքներ՝  $q=1,5$  և  $2,0 \text{ կՆ/մ}^2$ : Աղ. 6-ում բերված են ընդունված բեռնվածքների ազդեցության դեպքում կրող ճոպաններում հաշվարկային մոդելով գնահատվող լարումների արժեքները:



Նկ. 4. Վերին ճոպանի ճկվածքների հաշվարկային դիագրամը  $q=1,20$  կՆ/մ<sup>2</sup> հավասարաչափ բաշխված բեռնվածքի ազդեցության տակ: Ճկվածքը թռիչքի կենտրոնում կազմել է 1141 մմ

## Աղյուսակ 6

### Կրող ճոպաններում հաշվարկային մոդելով գնահատվող լարումների արժեքները

Բեռնվածքը, կՆ/մ <sup>2</sup>	Ստորին ճոպան			Վերին ճոպան		
	լարումների աճ, ՄՊա	լարում, ՄՊա	հաշվարկային դիմադրության %-ը	լարումների աճ, ՄՊա	լարում, ՄՊա	հաշվարկային դիմադրության %-ը
1,2	75	165	27,5	202	292	48,6
1,5	97	187	31,2	260	350	58,3
2,0	140	230	38,3	345	435	72,5

Համաձայն նորմերի [3], հետիոտնային բեռնվածքների հուսալիության գործակիցը կազմում է 1,4: Վերին ճոպանի լարման համար  $q=2$  կՆ/մ<sup>2</sup> -ին համապատասխան ստացված  $\sigma=435$  ՄՊա լարման արժեքի դեպքում բեռի հուսալիության գործակիցը՝  $1/0,725=1,37 < 1,4$ : Հիմնվելով վերը նշված գնահատումների վրա և նպատակ ունենալով ապահովել լիակատար հուսալիություն՝ բեռնվածքի համար առավելագույն արժեք է ընդունվել  $q=1,5$  կՆ/մ<sup>2</sup> հավասարաչափ բաշխված հետիոտնային բեռնվածքը:

**Եզրակացություն:** Հիմնվելով Խնձորեսկի կախովի կամրջի ստատիկ փորձարկման արդյունքների վրա՝ կարելի է եզրակացնել, որ կամուրջը կարող է անվտանգ կրել  $q=1,5$  կՆ/մ<sup>2</sup> հավասարաչափ բաշխված հետիոտնային բեռնվածք: Միաժամանակ շահագործողներին

հանձնարարվել է խստորեն պահպանել հետիոտների անցման անվտանգ ռեժիմի պահանջները, որը ներառում է կենտրոնական հատվածքներում կուտակումներից խուսափում, դինամիկական ազդեցությունների (ճոճումներ, վազք) արգելում:

## РЕЗУЛЬТАТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ ХНДЗОРЕСКОГО ВИСЯЧЕГО ПЕШЕХОДНОГО МОСТА

Առոպ Արուտյոնովիչ Գյուլադյան\*, Արտաշես Նիկոլաևիչ Տարգիսյան

Национальный университет архитектуры и строительства Армении, г.Ереван, РА  
\*hakob\_gyulzadyan@bk.ru

Приведены результаты определения грузоподъемности Хндзореского висячего пешеходного моста Сюникского марза РА. Грузоподъемность моста определена на основе статического испытания. Предварительно были проведены испытания несущих кабелей моста с целью определения параметров напряженно-деформированного состояния. В программном пакете SAP2000 разработана расчетная модель моста, которая впоследствии была скорректирована на основании результатов испытания. На разных этапах статического испытания были определены прогибы верхних и нижних несущих кабелей и, соответственно, их относительные удлинения и напряжения. На основе результатов испытания, определено значение безопасной пешеходной нагрузки.

**Ключевые слова:** висячий мост, кабель, подвеска, испытательная нагрузка, прогиб, относительная деформация, напряжение

## RESULTS OF THE EVALUATION OF KHNDZORESK SUSPENSION PEDESTRIAN BRIDGE'S LOAD CAPACITY

Hakob Gyulzadyan\*, Artashes Sargsyan

National University of Architecture and Construction of Armenia, Yereva, RA  
\*hakob\_gyulzadyan@bk.ru

The results of evaluating the load capacity of the Khndzoresk suspension pedestrian bridge in the Syunik region of the RA are presented. Load capacity of the bridge is determined on the basis of a static test. Previously, the bridge cable tests were conducted to determine the parameters of the stress-strain state. In the SAP2000 software package, a design model of the bridge was developed, which was later adjusted based on the test results. At different stages of the static test, the deflections of the upper and lower cables and, respectively, their relative elongations and stresses were determined. Based on the test results, the value of a safe pedestrian load is determined.

**Keywords:** suspension bridge, test load, cable, deflection, relative strain, stress

## Գրականություն

1. СНиП 3.06.07–86. Строительные нормы и правила. Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. - М., 1987.
2. ГОСТ 3241-91. Канаты стальные. Технические условия. - М.: Стандартинформ, 2008.



3. СНиП 2.05.03–84\*. Строительные нормы и правила. Мосты и трубы. - М., 2000.

### References

1. SNiP 3.06.07–86. (1987), *Stroitelnie normy i pravila. Mosrti I trubi. Pravila obsledovaniy I ispitanii.* [SNiP 3.06.07–86. Construction norms and rules. Inspection and testing rules], Moscow. (in Russian)
2. GOST 3241-91. (2008), *Kanati stalnie. Technicheskie uslovia* [Steel cables. Technical requirements], Moscow, Standardinform Publ. (in Russian)
3. SNiP 3.06.07–86. (1987), *Stroitelnie normy i pravila. Mosrti I trubi. Prvila obsledovaniy I ispitanii.* [SNiP 3.06.07–86. Construction norms and rules. Inspection and testing rules.], Moscow. (in Russian)

Աշխատանքն իրականացված է ՀՀ պետական բյուջեից զիտական և զիտաստեխնիկական գործունեության բազային ֆինանսավորմամբ «ՀՀ ճարտարապետական և շինարարական համալիրների կայուն զարգացման ուղիների բացահայտում, ճշգրտում, ներդրման առաջարկությունների և հանձնարարականների մշակում՝ մշտական մոնիտորինգի կիրառմամբ» ծրագրի շրջանակում:

**Գյուլզադյան Հակոբ Հարությունի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ակ. Ալ. Թամանյանի անվ. Քաղաքաշինության, ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, ատ.գ.ա., «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոնի վարիչ (+374)94151019, [hakob\\_gyulzadyan@bk.ru](mailto:hakob_gyulzadyan@bk.ru), **Սարգսյան Արտաշես Նիկոլայի, տ.գ.թ., դոցենտ** (ՀՀ, ք.Երևան) - ՃՇՀԱՀ, ակ. Ալ. Թամանյանի անվ. Քաղաքաշինության, ճարտարապետության և շինարարության պրոբլեմային լաբորատորիա, ատ.գ.ա., «Ճանապարհներ և կամուրջներ» ամբիոն (+374)91414238, [ansargsyan@yahoo.com](mailto:ansargsyan@yahoo.com)

**Гюльзаян Акоп Арутюнович к.т.н., доц.** (РА, г.Ереван)- НУАСА, Проблемная лаборатория Градостроительства, архитектуры и строительства им. акад. Ал. Таманяна, с.н.с., зав. кафедрой "Дороги и мосты", (+374) 94151019, [hakob\\_gyulzadyan@bk.ru](mailto:hakob_gyulzadyan@bk.ru), **Саргсян Арташес Николаевич, к.т.н., доц.** (РА, г.Ереван) - НУАСА, Проблемная лаборатория Градостроительства, архитектуры и строительства им. акад. Ал. Таманяна, с.н.с., кафедра "Дороги и мосты" (+374)91414238, [ansargsyan@yahoo.com](mailto:ansargsyan@yahoo.com)

**Gyulzadyan Hakob**, doctor of philosophy (PhD) in Engineering, associate professor (Yerevan, RA) - NUACA, Problem Laboratory of Urban Development, Architecture and Construction after Academician Al. Tamanyan, senior researcher, head of chair "Roads and bridges", (+374) 94 151019, [hakob\\_gyulzadyan@bk.ru](mailto:hakob_gyulzadyan@bk.ru), **Sargsyan Artashes**, doctor of philosophy (PhD) in Engineering, associate professor (Yerevan, RA) - NUACA, Problem Laboratory of Urban Development, Architecture and Construction after Academician Al. Tamanyan, senior researcher, chair "Roads and bridges", (+374)91414238, [ansargsyan@yahoo.com](mailto:ansargsyan@yahoo.com)

Ներկայացվել է 05.10.2018 թ.

Ընդունվել է տպագրության՝ 03.12.2018թ.