

ПУЛАТ ҚОБИҚЛАРНИНГ КУЧЛАНГАНЛИК- ДЕФОРМАЦИЯЛАНГАНЛИК ҲОЛАТИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Давлятов Шохрух Муратович

Фарғона политехника институти Курилиш факультети Декани
e-mail: davlatshoh@ferpi.uz,

Тошматов Улугбек Кодиржон угли

Фарғона политехника институти Курилиш факультети талабаси
email: ulugbektoshmatov29@gmail.com

Мирзарахимов Мирзохидбек Алишер угли

Фарғона политехника институти Курилиш факультети талабаси
e-mail: al.mir2020@mail.ru

АННОТАЦИЯ

Панеллар билан кучайтирилган цилиндрик қобиқларнинг устуворлиги ва юк кўтариш қобилиятини кичрайтирилган моделда экспериментал тадқиқ этиш натижалари келтирилган. Мақолада синов услуги, қўлланилган ускуналар, воситалар, синов моделлари ва қурилмалари ҳақидаги маълумотлар баён этилган. Экспериментларда олинган натижалар таҳлил қилиниб, назарий ҳисоблар натижалари билан таққосланган. Конструктив - ортотроп схема бўйича ишлайдиган ёйсимон панеллар билан кучайтирилган цилиндрик қобиқларнинг кучланганлик-деформацияланганлик ҳолати таҳлил қилинган.

***Калит сўзлар:** цилиндрик қобиқ, ёйсимон панел, устуворлик, кучланганлик-деформацияланганлик ҳолати, мустаҳкамлик, юк кўтариш қобилияти.*

INVESTIGATION OF THE STRESS-STRAIN STATE OF STEEL SHELLS

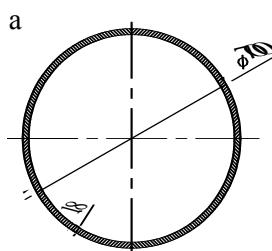
ABSTRACT

This article presents the results of an experimental study of a reduced model of cylindrical shells and load-bearing capacity reinforced by arc panels that operate according to a constructive-orthotropic scheme. The article provides information about the test method, equipment, tools, test models and devices used. The results obtained in the experiments were analyzed and compared with the results of theoretical calculations. The state of tensile deformation of cylindrical shells reinforced by arc panels operating in a constructive-orthotropic scheme is analyzed.

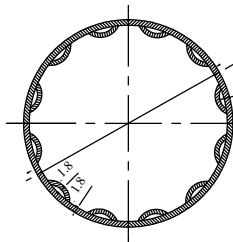
Keywords: cylindrical shell, arched panel, priority, stress-strain condition, strength, load-bearing capacity.

КИРИШ

Девори силлиқ цилиндрик қобик намуналари учун қалинлиги 1,8 мм ва 3,8 мм бўлган пўлат листлар ишлатилди. Девори панеллар билан кучайтирилган намуналар эса фақат қалинлиги 1,8 мм бўлган пўлат листлардан тайёрланди (1.а-расм). Бунда асосий қобик учун ҳам, кучайтирувчи панеллар учун ҳам бир хил листлар ишлатилди. Кучайтирувчи панеллар асосий деворнинг тўлиқ



б



1-расм. Моделларнинг кўндаланг қирқимлари: а) Кучайтирилмаган қобик, б) Девори ёйсимон панеллар билан кучайтирилган қобик

баландлиги бўйича узлуксиз пайванд чок билан бирлаштирилди. Асосий қобик ўлчамлари 2200x740 мм ли яхлит листни вальцовка қилиш йўли билан тайёрланди. Доиравий ёпик контурли қобик ҳосил қилиш учун унда битта вертикал пайванд чок кўзда тутилди. Кучайтирувчи ёйсимон панеллар 108x740 мм ли листларни аввал вальцовка қилиниб сегмент кўринишига келтирилди, сўнгра

асосий қобикқа пайвандланди. Кучайтирувчи ёйсимон панеллар сони ҳар бир намунада 12 та ни ташкил этади, бунда уларнинг орасида асосий қобикнинг кучайтирилмасдан қолган қисмлари сони 12 та бўлиб, уларнинг ҳар бирининг эни 90 мм га тенг қилиб олинди (1.б.-расм) [1-14].

МУҲОКАМА ВА НАТИЖАЛАР

Тайёрланган қобик намуналарини синашда сиқувчи кучларнинг маҳаллий эзилишдаги таъсирини кескин пасайтириш учун, натурадаги иншоотлар қобикларида кўзда тутилувчи бириктириш фланецлари кўйилди. Фланецлар халқасимон шаклда бўлиб, уларнинг эни 100 мм ни, қалинлиги 10 мм ни ташкил этади. Фланецлар қобик намуна деворига ҳар икки томондан узлуксиз пайванд чоклар орқали бириктирилди. Кучларнинг марказий узатилишини таъминлаш учун фланецнинг айлана шаклидаги марказий горизонтал ўқи кучайтирилган қобик намунасининг асосий қобик ва кучайтирувчи панеллар кўндаланг кесими оғирлик марказларидан ўтувчи айлана шаклидаги ўқ билан устма уст тушиши таъминланди. Фланецлар 3 та сегментдан ташкил топган

бўлиб, улар қобик деворига шундай бириктирилганки, куч фақат фланецлар орқали деворга узатилади.

Моделлар Бекобод металлургия заводида ВСтЗпс5 (ГОСТ 19903-2015) маркали пўлатдан ишлаб чиқарилган листлардан тайёрланди.

Моделлар деворларида ҳосил бўладиган деформацияларни ўлчаш учун пленка асосдаги “Strain gauges” – типдаги тензорезисторлардан фойдаланилди. Тензорезисторнинг базаси 5 мм га тенг бўлиб, улар аввалдан силлиқланиб, тозаланиб тайёрланган асосга БФ-2 суперелим воситасида ёпиштирилди (2-расм). Тензорезисторларнинг кўрсаткичларини қайд этиб бориш учун улардан чиқувчи симларнинг учлари узатиш кабелларига пайвандланди[11-24].

Қобиклар моделлари “Евразия ТАПО-Диск“ МЧЖ га тегишли бўлган Югославияда ишлаб чиқарилган “LITOSTROJ” типдаги №4305 рақамли ўлчаш диапазони $0 \div 100$ ($\delta \pm 2\%$) тонналик ва Италияда ишлаб чиқарилган “EMANUEL PRESSE” типдаги 400-тонналик гидравлик прессда намуналар бузилиш ҳолатигача синалди. Синов жараёнида маълумотларни ёзиб олиш учун Micro-Measurement компаниясининг Model 8000 ускуналари ва дастурий пакети “LENOVO” русумидаги ноутбук ёрдамида ёзиб олинди.



2-расм. Тензодатчикнинг ёпиштириб ўрнатилиши



3-расм. Ўлчов воситаларининг таркибий схемаси

Ўлчов воситаларининг схемаси 3-расмда келтирилган: тензорезистор 1 дан кучланиш тензометрик аппаратурани аналог рақамли ўзгартиргич 2 га берилади, унда кучайтирилган сигнал рақамланади ва шахсий компьютер 3 нинг қаттиқ дискида қайд этилади.

Барча намуна моделларга чизмаларда келтирилган схемалар бўйича тензорезисторлар ўрнатилиб, узатиш кабеллари уланди ва улар синовга шай ҳолатга келтирилди. Тайёрланган моделларда уларни прессда марказлаштириш учун устки ва остки қисмларида нишон (риски)лар қўйиб чиқилди. Шундан сўнг намуна қобиклар прессининг остки плитасига ўрнатилди. Моделларнинг устки ва остки фланецларини тўлиқ қамраб оладиган ёғочпайрахали плиталар уларнинг горизонтал сиртида мавжуд бўлиши мумкин бўлган нотекистикларнинг юк узатишдаги таъсирини кескин камайитириш ва марказий

сиқилишни (юкни) қобик деворларига тенг таксимлашга хизмат қилади. Шундан сўнг барча нуқталарга ўрнатилган тензорезисторларга уланган узатиш кабелларининг учлари махсус қурилма орқали компьютерга уланди. Юк берилмасдан аввал бошланғич кўрсаткичлар ёзиб олинди. Бундан кейин намуналарда вужудга келиши мумкин бўлган турли кучланиш ва деформацияларни нейтраллаштириш учун қобик ҳисобий бузувчи кучнинг 5-7% миқдоридаги куч билан юкланди ва барча нуқталардан кўрсаткичлар олинди. Қобикнинг марказлаштирилганлигини текшириб олингандан сўнг юк бутунлай олинди. Марказлаш-тиришдаги деформациялар фарқи қарама-қарши жойлашган симметрик нуқталар учун 2-3% дан ошмади.

Асосий синовлар бошланишида барча нуқталарга ўрнатилган тензорезисторлардан бошланғич кўрсаткичлар ёзиб олиниб, юклаш бошланди. Юклаш босқичма-босқич бажарилди. Ҳар бир босқич юки ҳисобий бузувчи кучнинг 10-14% ини ташкил этди. Юклаш тезлиги 20-24 кН/мин ни ташкил этди. Босқич юки берилаётганда барча нуқталардаги тензорезисторлар бўйича автоматик тарзда деформацияларнинг ўзгариши қайд этилди. Юк қиймати белгиланган миқдорга етгандан сўнг деформациялар қайд этилди ва юк шу ҳолатда ушлаб турилди. Бу вақт 15 минутгачани ташкил этди. Юкни босқич охирида белгиланган қийматда ушлаб туриш вақтида ҳам тензорезисторларнинг кўрсаткичлари ёзиб борилди. Деформациялар стабиллашгандан сўнг босқич сўнггида ҳам якуний кўрсаткичлар ёзиб олинди. Шундан сўнг навбатдаги босқич юкланиши бошланди ва барча ишлар аввалгидек такрорланди. Шу тариқа юклар миқдори ошириб борилди. Ҳар бир босқич юкланиши тугагандан сўнг намуна қобикларнинг сирти синчиклаб текшириб борилди, ўзгаришлар-қабаришлар, ботиқлар (чуқурчалар) ҳосил бўлиши ва бошқа кўз билан аниқласа бўладиган ҳолатлар қайд этиб борилди. Юк миқдори бузувчи юкнинг 60% дан ортгандан сўнг бундай текширувлар бевосита юклаш жараёнида ҳам олиб борилди. Синовлар бошлангандан устуворликни йўқотиш белгилари намоён бўлгунча 7-8 та босқич юклашлар бажарилди, юк кўтариш қобилятини йўқотгунча яна 1-2 та босқич кузатилди[24-33].

Кучайтирилмаган силлиқ деворли қобик моделини устуворлик ва мустаҳкамликка синаш намунанинг кучланганлик-деформацияланганлик кўрсаткичларини аниқлаш, устуворлик ва юк кўтариш қобилятини йўқотиш ҳолатларида конструкция қабул қила оладиган юкларни тажрибада аниқлаш имкониятини берди. Намунага таъсир этаётган юклар кичик бўлган ҳолларда (юклашнинг 1-5- босқичларида) модел деворидаги кучланишлар қийматлари

кичик бўлиб, қобик материали идеал эластик материал сингари қаршилиқ кўрсатиши аниқланди. Деформацияларнинг кучга боғлиқ ҳолда ортиб бориши пўлатнинг чўзилиш ва сиқилишдаги “ σ - ε ” графигига тўлиқ мос ҳолда ривожланиб борди. Юк миқдори ҳисобий бузувчи кучнинг 70% миқдоридан ошганда деформациялар сезиларли даражада тезроқ ортиши кузатилди. Намуна қобикнинг турли нуқталарида ўлчанган кучланишлар (деформациялар) бир хил миқдорда эмаслиги кузатилди: энг кичик ва энг катта кучланишлар ўртасидаги фарқ 4% дан 8% гача ни ташкил қилди.

Бузувчи юкнинг тахминан 94-96% миқдоридаги юкларда қобик маҳаллий устуворлигини йўқотиши аломатлари пайдо бўлди, кучланишларнинг ортиб бориши характериға мос ҳолда чуқурчалар дастлаб намунанинг пастки қисмида, кейин ўрта қисмида ва энг охири устки қисмида вужудга келди. Шундан сўнг юкнинг 4-6% га ортиши умумий устуворликни йўқотиш ва деярли шу билан бирга юк кўтариш қобилиятининг йўқотилишига олиб келди. Намуна устуворликни йўқота бошлаганидан сўнг мустаҳкамлигини йўқотгунча ўтган вақт жуда қисқа бўлди: бу босқичда деформацияларнинг кучнинг ортишидан ривожланиши шиддатли тарзда кечди.

Кучайтирилган қобик кўринишидаги моделларнинг марказий сиқилишдаги кучланганлик-деформацияланганлик кўрсаткичи кучайтирилмаган қобикларниқидан сезиларли даражада фарқ қилди. Бунда намунага таъсир этаётган юклар кичик бўлган ҳолларда (юклашнинг 1-6 - босқичларида) асосий қобикда ҳам, кучайтирувчи панелларда ҳам кучланишлар қийматлари кичик бўлиб, материалнинг идеал эластик материал сингари қаршилиқ кўрсатиши кузатилди. Берилаётган юк миқдори бу ҳолларда ҳисобий бузувчи кучнинг 80% миқдоридан ошгандагина деформациялар сезиларли даражада тезроқ ортиши юз берди. Намуна қобикларнинг энг пастки қисмида энг катта кучланишлар қайд этилди, қобик баландлигининг ўрта қисмида бирмунча кичикроқ, юқори қисмида эса уларнинг қиймати энг кичик бўлди. Умуман олганда, турли нуқталардаги кучланишлар фарқи 3-6% ни ташкил этди.



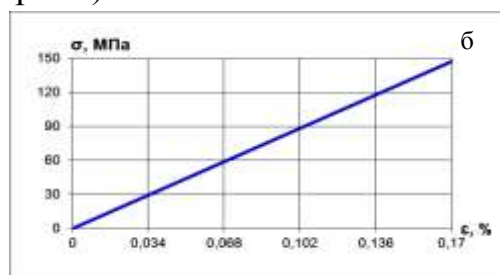
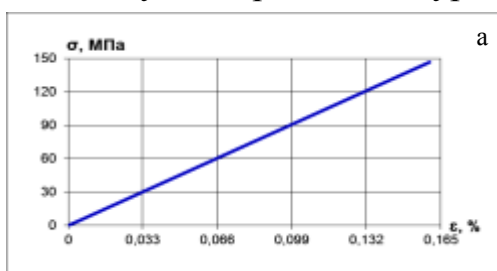
4-расм. Кучайтирилмаган силлиқ қобик МРТ намунасининг синовдан кейинги кўриниши



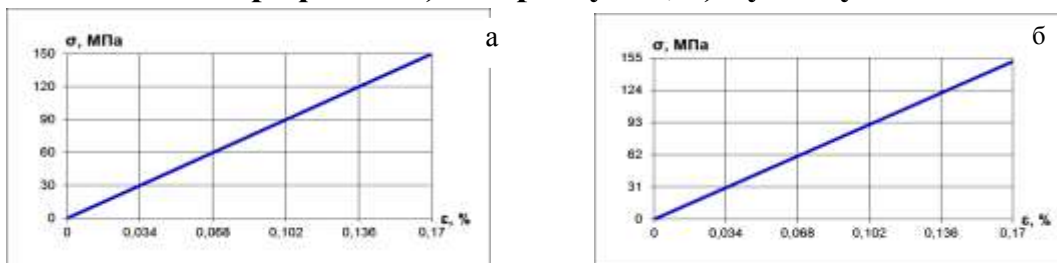
5-расм. Ёйсимон панеллар билан кучайтирилган МРП-1 намунанинг синовдан кейинги кўриниши

Бузувчи юкнинг тахминан 88-92% миқдоридаги юкларда асосий қобикларнинг кучайтирувчи панеллар орасидаги қисмининг маҳаллий устуворлигини йўқотиши аломатлари пайдо бўлди. Ушбу намуналарда ҳам кучланишларнинг ортиб бориши характериға мос ҳолда чуқурчалар дастлаб намуналарнинг пастки қисмида, кейин ўрта қисмида ва энг охири устки қисмида вужудга келди. Шундан сўнг юкнинг 4-6% га ортиши натижасида кучайтирувчи панелларда ҳам маҳаллий устуворликни йўқотиш белгилари кўринди. Уларда ҳам ушбу белгилар дастлаб остки қисмда, кейин ўрта ва устки қисмларда пайдо бўлди. Намуналар устуворликни йўқота бошлаганидан сўнг мустаҳкамлигини йўқотгунча ўтган вақт, кучайтирилмаган қобиклардагига нисбатан сезиларли даражада ортиши кузатилди. Ушбу босқичда деформацияларнинг кучининг ортишидан ривожланиши бирмунча секинроқ тарзда кечди. Қалинлиги 1,8 мм ли листлардан тайёрланган моделлар деворидаги деформацияларнинг кучга боғлиқ ҳолда ўзгариши графиклари 6-расмда, 3,8 мм ли листлардан тайёрланган моделлар учун 7-расмда келтирилган.

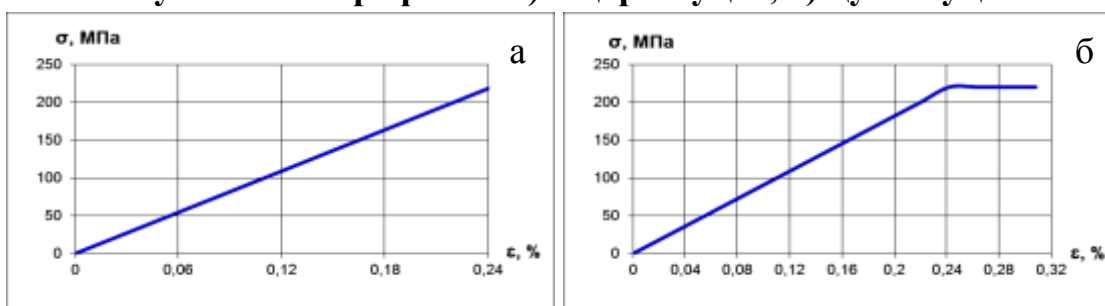
Асосий қобикнинг деворни ёйсимон панеллари билан кучайтирилган намуналарининг деворидаги деформацияларнинг кучга боғлиқ ҳолда ўзгариш графиклари ҳам тажрибалар давомида ўрнатилган тензорезисторлардан ўлчаб олинган маълумотлар асосида қурилди (8-расм).



6-расм. Қалинлиги 1,8 мм ли листлардан тайёрланган кучайтирилмаган моделларнинг “Нисбий деформация- нормал кучланиш” графиги: а) юқори нуқта, б) қуйи нуқта



7-расм. Қалинлиги 3,8 мм ли листлардан тайёрланган кучайтирилмаган моделларнинг “Нисбий деформация - нормал кучланиш” графиги: а) юқори нуқта, б) қуйи нуқта



8-расм. МРП-1 намуна деворидаги характерли нуқталарнинг “Нисбий деформация-нормал кучланиш” графиги: а) юқори нуқта, б) қуйи нуқта

Девори силлиқ кучайтирилмаган ва панеллар билан кучайтирилган қобиклар намуналарининг назарий ва экспериментал тадқиқотларда олинган натижалари солиштирилди. Бунда ҳисоб натижалари ва экспериментал тадқиқотлар натижалари билан фарқи 4-7% ни ташкил этди (1-жадвал).

1-жадвал. Девори силлиқ-кучайтирилмаган қобиклар намуналарини синаш натижалари (умумий устиворлик ва юк кўтариш қобилиятини йўқотиш ҳолатида)

Намуна №	Экспермент натижалари		Ҳисоб натижалари σ, МПа	Фарқи Δσ, %
	P, кН	σ _{max} , МПа		
1(t = 1,8мм)	586	148	158	-6,3
2(t = 3,8мм)	1280	153	164	-6,7

Ёйсимон панеллар билан кучайтирилган намуналарнинг назарий ва экспериментдан олинган натижалари солиштирилди (2-жадвал).

Кучайтирилган қобиклар моделлари устида ўтказилган экспериментал тадқиқотларда олинган натижалар статистик таҳлил қилинди. Ҳисобларни

бажаришда тасодифий қийматларнинг нормал тақсимланиш қонуни қўлланилди.

2-жадвал. Ёйсимон панеллар билан кучайтирилган намуналарда назарий ва экспериментал натижаларнинг бир-бирига мослиги солиштириш (умумий устуворликни ва юк кўтариш қобилиятини йўқотиши ҳолатида)

Намуна №	Экспермент натижалари				Ҳисоб натижалари, σ	Фарқи $\Delta\sigma, \%$
	P	σ_{\max}	σ_{\max}^{cp}	$\Delta\sigma_{\max}$		
	кН	МПа				
1	1394	221		-4	230	-3,9
2	1467	233	225	8		+1,3
3	1386	220		-5		-4,4

Синов натижаларини статистик ишлаб чиқиш хатоликларнинг нормал тақсимланиш қонунини қўллаш имкониятини ва уларнинг ўртача квадратик фарқларининг нисбатан кичик қийматларига эга эканлигини кўрсатди.

ХУЛОСА

Тадқиқотлар натижаларининг тасдиқлашича, бундай конструкцияларда юк кўтариш қобилиятини йўқотиши фақат кучайтирувчи панеллар ўзининг маҳаллий устиворлигини йўқотганидан кейингина содир бўлади. Шу сабабли, таклиф этилган кўринишда кучайтирилган қобикларда текис қобиклардан фарқли равишда, конструкцияни эксплуатация қилиш жараёнида юкларнинг кўзда тутилмаган миқдорларини ортиб кетиш ҳолларида тўсатдан бузилиш ҳавфи камайтириш имконини беради. Цилиндрик қобикларни ёйсимон панеллар билан кучайтириш орқали уларнинг бўйлама ҳам кўндаланг кесимларининг келтирилган бикрлик характеристикаларини (чўзилиш-сиқилишдаги, эгилишдаги ва бурилишдаги) сезиларли даражада ошириш имконини беради. Олинган натижалар девори кучайтирилган қобиклар конструкцияларининг кўндаланг кесими геометрияси уларнинг кучайтирилмаган қобикларга нисбатан статик, қаршилик ва инерция моментларининг сезиларли даражада ортишига олиб келишини, бир хил металл сарфида конструкциянинг устуворлик ва юк кўтариш қобилиятларининг ортишига сабаб бўлишини тасдиқлади.

REFERENCES

1. Davlyatov, S. M., & Makhsudov, B. A. (2020). Technologies for producing high-strength gypsum from gypsum-containing wastes of sulfur production-flotation tailings. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 10(10), 724-728.
2. Ахмедов, Ж. Д. (2010). Оптимизация преднапряженных перекрестных ферменных систем. *Промислове будівництво та інженерні споруди. К.: ВАТ "Укрдніпроектстальконструкція ім. ВМ Шумановського, 4.*
3. Akhrarovich, A. K., & Muradovich, D. S. (2016). Calculation of cylindrical shells of tower type, reinforced along the generatrix by circular panels. *European science review*, (3-4), 283-286.
4. Muratovich D. S. Study of functioning of reservoirs in the form of cylindrical shells //European science review. – 2016. – №. 9-10.
5. Adilhodzhaev A. et al. The study of the interaction of adhesive with the substrate surface in a new composite material based on modified gypsum and treated rice straw //European Journal of Molecular & Clinical Medicine. – 2020. – Т. 7. – №. 2. – С. 683-689.
6. Акрамов Х. А., Давлятов Ш. М., Хазраткулов У. У. Методы расчета общей устойчивости цилиндрических оболочек, подкрепленных в продольном направлении цилиндрическими панелями //Молодой ученый. – 2016. – №. 7-2. – С. 29-34.
7. Egamberdiyev B. O. et al. A Practical Method For Calculating Cylindrical Shells //The American Journal of Engineering and Technology. – 2020. – Т. 2. – №. 09. – С. 149-158.
8. Davlyatov S. M., Kimsanov B. I. U. Prospects For Application Of Non-Metal Composite Valves As Working Without Stress In Compressed Elements //The American Journal of Interdisciplinary Innovations Research. – 2021. – Т. 3. – №. 09. – С. 16-23.