

ENGINEER



international scientific journal

SPECIAL ISSUE

E-ISSN

3030-3893

ISSN

3060-5172



SLIB.UZ
Scientific library of Uzbekistan



A bridge between science and innovation



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



ENGINEER

A bridge between science and innovation

E-ISSN: 3030-3893

ISSN: 3060-5172

SPECIAL ISSUE

24-april, 2025



engineer.tstu.uz

**MUHAMMADAMIN KABULOVICH TOHIROVNING TAVALLUDINING
80 YILLIGIGA BAG'ISHLANGAN
“SAMARALI QURILISH MATERIALLARI, KONSTRUKSIYALARI VA
TEXNOLOGIYALARI”
MAVZUSIDAGI XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI
ILMIY ISHLARI TO'PLAMI**

Toshkent davlat transport universiteti Rossiya Arxitektura va qurilish fanlari akademiyasining akademigi, O'zbekiston Respublikasida xizmat ko'rsatgan yoshlar murabbiysi, texnika fanlari doktori, professor **Muhammadamin Kabulovich Tohirovning tavalludining 80 yilligiga bag'ishlangan “Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari”** mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya ilmiy ishlari to'plami chop etildi.

Muhammadamin Kabulovich kompozitsion qurilish materiallarining polistrukturaviy nazariyasini rivojlantirishga ulkan hissa qo'shgan olimdir. 1995-yilda Muhammadamin Kabulovich Rossiya Arxitektura va qurilish fanlari akademiyasining (RAASN) xorijiy a'zosi etib saylangan, bu esa ularning qurilish materialshunosligi sohasiga qo'shgan ilmiy hissasining xalqaro miqyosdagi e'tirofi bo'ldi. Ular o'z ilmiy faoliyati davomida 6 ta monografiya, 200 dan ortiq ilmiy maqola va 25 ta ixtiroga mualliflik guvohnomasi yaratganlar.

Ushbu konferensiyaning asosiy maqsadi – qurilish materialshunosligi, bino va inshootlarni loyihalash hamda qurilish sohasidagi zamonaviy ilmiy tadqiqotlar natijalarini muhokama qilish, shuningdek, muhandislik ta'limini takomillashtirish yo'llarini aniqlashdir.

Konferensiyada O'zbekiston Respublikasi hamda xorijiy mamlakatlarning oliy o'quv yurtlari va ilmiy-tadqiqot institutlari olimlari, shuningdek, muhim ilmiy tadqiqot natijalariga ega bo'lgan ishlab chiqarish vakillari o'z ilmiy ishlari bilan ishtirok etdilar.

“Samarali qurilish materiallari, konstruksiyalari va texnologiyalari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyaning asosiy yo'nalishlari quyidagilardan iborat:

1. **Resurs va quvvatni tejaydigan qurilish materiallari va texnologiyalari** – zamonaviy ekologik va iqtisodiy talablarni qondirishga qaratilgan innovatsion yechimlar.
2. **Bino va inshootlarning qurilish konstruksiyalari, zamonaviy hisoblash va loyihalash usullari - muhandislik** va texnologik yechimlarni takomillashtirish yo'nalishlari.
3. **Arxitektura va shaharsozlik** – estetik va funksional jihatlarni uyg'unlashtirgan zamonaviy loyihalar yaratish.
4. **Zamonaviy muhandislik ta'limi tizimini takomillashtirish** – kelajak mutaxassislarini yuqori malakali darajada tayyorlash uchun ta'lim jarayonini modernizatsiya qilish.

Mazkur konferensiya ilmiy hamjamiyatning turli vakillarini bir joyga jamlab, qurilish materialshunosligi sohasidagi zamonaviy muammolar va istiqbollarni muhokama qilish uchun qulay platforma vazifasini bajardi.

Effective steel structures for industrial buildings

A.I. Kholmurodov¹^a

¹Samarkand State University of Architecture and Construction, Samarkand, Uzbekistan

Abstract: The reforms being implemented in our republic are also rapidly developing the light steel structures sector, which is a leading sector of the construction industry. The products produced by the metallurgical plants commissioned in the last 10-12 years are producing elements necessary for the construction of modern light steel structures. At the same time, in the author's opinion, the factor hindering the widespread use of light steel structures is the lack of qualified personnel to design these structures, as well as the late publication of national standards (for LSTK) or their complete absence (for corrugated beams).

Keywords: steel, profile, thin-walled, corrugated beam, strength, priority, efficiency

Ishlab chiqarish binolari uchun samarali po'lat konstruksiyalar

Xolmurodov A.I.¹^a

¹Samarqand davlat arxitektura-kurilish universiteti, Samarqand, O'zbekiston

Annotatsiya: Respublikamizda amalga oshirilayotgan islohotlar qurilish sohasining yetakchi tarmog'i bo'lgan, yengil po'lat konstruksiyalar sohasini xam jadal rivojlantirmokda. Oxirgi 10-12 yilda ishga tushirilgan metallurgiya zavodlari ishlab chiqaradigan mahsulotlar, zamonaviy yengil po'lat konstruksiya barpo qilinishi uchun zarur bo'lgan elementlar ishlab chiqmorkda. Shu bilan birga, muallif fikricha, yengil po'lat konstruksiyalarni keng qo'llanilishiga tusqinlik qiladigan omil, mazkur konstruksiyalarni loyihalovchi malakaviy kadrlarning tanqisligi, xamda, milliy me'yorlarning kech chiqarilayotganligi(LSTK) yoki umuman yuqligi(gofrli to'sinlar uchun) sabab bo'lib kelmoqda.

Kalit so'zlar: po'lat, profil, yupqa devorli, gofro to'sin, mustahkamlik, ustuvorlik, samaralilik

1. Kirish

Po'lat konstruksiyalarning bir qator afzalliklari, ya'ni yuqori darajadagi mustahkamligi, yengilligi, ishonchligi, sanoatboblgi hamda zichligi ularni qurilishning barcha sohalarida qo'llash imkonini beradi. Biror-bir qurilish sohasi yo'qki po'lat qurilmaga bog'liq bo'lgan hisoblash yoki loyihalash ishlari amalga oshirilmasin. Shu bilan birga, oxirgi yillarda loyiha korxonalarida qurilish konstruksiyalarini va ayniqsa metall konstruksiyalarni loyihalovchi muhandislarga ehtiyoj yaqqol sezilmoqda.

Po'lat qimmatbaho, noyob material uni ishlab chiqarish uchun zarur bo'lgan temir ruda konlari cheksiz emas. Bu omillar o'z navbatida qurilish sohasida ishlatiladigan po'latlardan unumli foydalanishni, bino konstruksiyalarini loyihalashda samarali yechimlarni qo'llashni taqozo etadi.

Po'lat konstruksiyalarni iqtisodiy samaradorligini oshirish, barcha bosqichlarda, loyihalanishdan boshlab, binoni ekspluatatsiya bosqichiga qadar amalga oshirilishi lozim. Bunda, loyihalash alohida o'rin egallaydi, chunki bu bosqichda binoning konstruktiv shakli, konstruksiya elementlarining kesim turlari, material va h.k.z tanlanadi. Bino konstruksiyalarini tanlashda bir necha konstruktiv variantlar taqqoslanib, samrali yechim qabul qilinadi.

Po'lat yordamida barpo qilinadigan bino va inshootlarning konstruktiv shakllari turli xil bo'lishiga qaramay, tannaxrlarining tuzilishi o'zgarmaydi [6].

Po'lat yordamda qurilib, bitkazilgan bino-inshootga sarflangar mablag'ning 70-80% po'lat tashkil qiladi. Shu

uchun, bino-inshootlarga sarflanadigan po'lat miqdorini kamaytirish, dolzarb masala hisoblanadi.

Sarflanadigan po'lat xajmini tejallishida, yengil po'lat konstruksiyalar qatorida, sovuq bukilgan tug'ri burchakli profililar, yupka devorli yengil po'lat konstruksiyalar (LSTK) xamda gofr devorchali ko'shtavr kesimli elementlar alohida o'rin egallaydi.

2. Tadqiqot metodikasi

Mamlakatimizda amalga oshirilayotgan islohotlar qurilish sohasining yetakchi soxalaridan biri bo'lgan po'lat konstruksiyalar soxasida ham ulkan o'zgarishlarga olib kelmoqda. Qurilish sohasida ishlatiladigan po'lat konstruksiyalarning hajmi yildan yilga oshib bormoqda. Oxirgi 10-12 yillar mobaynida Respublika viloyatlarida ishga tushirilgan yirik va urta quvvatli metallurgiya zavodlari ishlab chiqarayotgan mahsulotlar yengil po'lat konstruksiyali bino va inshootlarni barpo kilishda katta imkoniyat ochib bermoqda. Mazkur metallurgiya zavodlari ishlab chikaradigan yupka devorli yengil po'lat konstruksiyalar (2017 yildan boshlab) samarali bo'lganligi tufayli, aksariyat qismi (60%) chet elga eksport qilinmoqda. Yupka devorli yengil po'lat konstruksiyalarni(LSTK) hisoblash va loyihash, [2] ananaviy konstruksiyalarni hisoblashga nisbatan ancha murakkab bo'lganligi xamda meyoriy xujatlar ishlab chiqarishga ancha kech(2024-dekabr) kiritilganligi tufayli "LSTK" nisbatan kam ko'llanib kelinmoqda. "LSTK" ni keng qo'llanilishiga to'sqinlik qiladigan asosiy sabab, mazkur konstruksiyalarni

^a <https://orcid.org/0009-0000-6482-4170>

hisoblaydigan kadrlarning tanqisligi. “LSTK” hisoblashda yassi kesimlar nazariyasini qo'llash katta xatoliklarga olib keladi. “LSTK” egilishida yoki siqilishida, yupqa devorchali bo'lganligi sababli, buralib-egilish natijasida mustahkamligini yuqotadi. Shuning uchun “LSTK” bilan bog'liq bo'lgan hisob-kitoblar kesimning qutbiy geometrik xarakteristikalarini, egilish markazini va ko'ndalang kesimning samarali (redutsiv) kesimini, ya'ni ustivor qismini aniqlashni taqozo qiladi. Bundan tashqari bitta konstruksiya oraliq'ida bunday kesimlarning soni bir necha bo'lishi mumkin. Keltirilgan omillar loyihachidan materiallar karshiligi, elastiklik nazariyasi borasida chuqur bilimlarga ega bo'lishni taqozo qiladi.

Respublikamizda po'lat konstruksiyalarni rivojlanishiga sababchi bo'lgan yana bir hodisa, Samarqandda «SAMARQAND ARYA BARON» MChJ korxonasini ishga tushirilishi bo'ldi. Mazkur korxona, penopoliuritan issiqlik qatlami asosida (42 kg/m^3) uta yengil «SENDVICH» panellar va gofr (to'liqsimon) devorchali ko'shtavr tusinlar ishlab chiqmoqda (Rasm.1).

Gofr devorchali tusinlar varakli po'latlarni payvandlash yordamida hosil qilinadi. Tusin tokchalarining qalinliklari odatda $6 - 30 \text{ mm}$, qalinliklari $2 - 3 \text{ mm}$, eni $160 - 400 \text{ mm}$ qabul qilinadi. Tusin devorchasi sinus shaklida gofrlangan yupqa ($2-3 \text{ mm}$) po'lat varaqdan tayyorlanadi. Gofro to'sinlar metall konstruksiyalar sohasida «inovatsion» konstruktiv shakl hisoblanadi. Amerika hamda Yevropa davlatlarida gofro to'sinlar o'tgan asrning 70 yillaridan boshlab samarali qo'llanib kelayotgan po'lat konstruksiya turi hisoblanadi. Gofro to'sinlarning hisoblanish meyorlari asosida Yevrokod (EN 1993-1-5, Design of steel structures;) turadi.

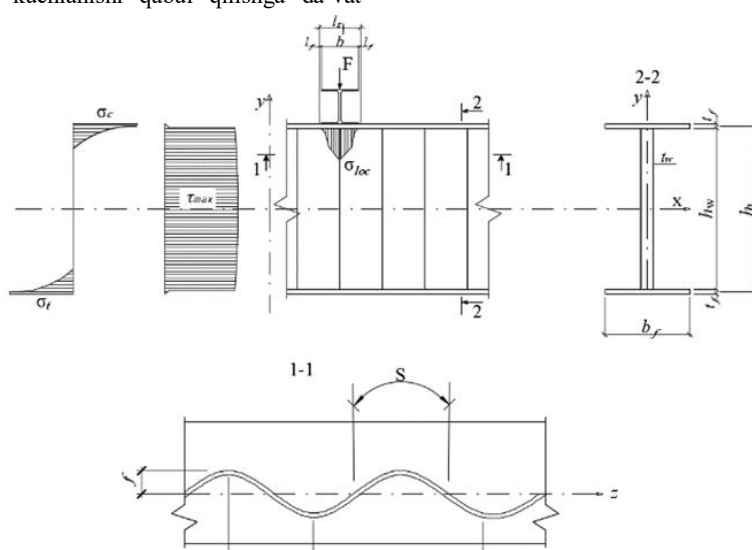
Gofra devorchali to'sinlarning ishlashi sobiq Sovet Ittifoqida hamda chet el davlatlarida o'rganilib, turli xil to'sinlar modeli sinalgan. Bunda, egilish natijasida hosil bo'ladigan normal kuchlanishlar σ_x to'sin devorchasining faqat tokchalarga yaqin qismlarida bo'lib va juda qisqa muddat ichida nolga tushgan, chunki gofrali devorcha ko'ndalang yo'nalishda siljishga qarshilik ko'rsata olmaydi [6]. Urinma kuchlanishlar devorcha balandligi bo'ylab tekis taqsimlanadi (rasm-2). Gofra devorchalar zo'riqlashlarni to'sin tokchalarga uzatib, ularda sterjen uzunligi bo'yicha o'zgaruvchan egilish kuchlanishi qabul qilishga da'vat

qiladi. Devorchalari bir xil egiluvchanlikka ega bo'lgan, yupqa devorchali to'sin bilan gofra devorchali to'sinlar taqqoslanganida, gofra devorchali to'sin elastik bosqichda mahalliy ustuvorligini yo'qotgunga qadar uzoqroq ishlaydi. Shuningdek gofra to'sinlarda tokchalar egilishga nisbatan ishlamaganligi tufayli ularning mustahkamligi yupqa devorchali to'sinlarga nisbatan ancha yuqori bo'ladi [3].

Gofra devorchali to'sinlarning deformatsiyalanishi (solqiligi), yupqa devorchali to'sinlarga nisbatan $15-20\%$ kichik bo'ladi. Bir qator gofra devorchali to'sinlarni loyihalab taqqoslash natijasida, yassi devorchali payvand to'sinlarga nisbatan $20-25\%$, yupqa devorli to'sinlarga nisbatan esa $8-10\%$ yengil ekanligi aniqlangan.



1-rasm. Qo'shtavr devorchasini gofrlash jarayoni (Samarqand)



2-rasm. Ko'ndalang gofr devorchali qo'shtavr elementlari

An'anaviy yasama (tuzma) payvandlangan qo'shtavrlarda eguvchi momentning aksariyat (90%) qismi

qo'shtavr tokchalari tomondan qabul qilinadi. Qo'shtavr devorchasi esa asosan tokchalarni o'zaro bog'lab turib



kesuvchi kuchlarni qabul qiladi. Urinma kuchlanish bo'yicha mustahkamlik sharti bajarilishi uchun, devorcha qalinligi qalin bo'lishi shart emas. Ammo devorchaning ustuvorligini ta'minlashi uchun, devorcha qalinlashtiriladi yoki ko'ndalang qobirg'alar bilan jihozlanadi. Mazkur tadbirlar qo'shtavr to'sin vaznining oshishiga olib keladi. Gofra devorchali to'sinlar bir vaqtning o'zida, mustahkamlik, ustuvorlik va tejamlilik masalalarining yechilishiga imkon beradi. Bundan tashqari, chet el hamda sobiq Sovet davlatlari olimlari tomonidan o'tkazilgan ko'plab tajribalar gofra devorchali konstruksiyalarni, oddiy to'sinlarga nisbatan seysmik kuchlarga qarshi yaxshi ishlashi ta'kidlangan (1).



3-rasm. Samarqand tumanida barpo qilingan gofra devorchali elementlardan tashkil topgan «SENDVICH» panellar ishlab chiqarish binosi (30m)

Gofralangan devorchali qo'shtavr to'sinlar birinchi sinf konstruksiyaga mansub bo'lib, hisoblashlar elastik bosqichda olib boriladi. To'liqsimon (sinusoidal) devorchali ko'ndalang gofrolangan qo'shtavr to'sinlarning hisobiy parametrlari quyidagicha:

a_s - gofra qadami;

h_{ef} - to'sin devorchasining hisobiy balandligi, payvand qo'shtavrlarda - h_w ;

t_w - gofra devorchaning qalinligi;

f - gofra to'liqning balandligi;

s - gofra to'liqini uzunligining yarmi

$s = a_s (1 + \pi^2 \cdot f^2 / 16 a_s^2)$;

Gofralangan devorchaning qalinligi 1,5 mm dan kichik bo'lmashligi lozim, egiluvchanligi $\lambda_w = 200-500$ oralig'ida, gofra panelining shartli egiluvchanligi

$$\lambda_s = s / t_w \sqrt{R_y / E} \leq 2,3.$$

Gofra parametrlari quyidagi shartlarga javob berishi kerak:

$$\tau_{p,cr} > \tau_{0,cr} \quad (1)$$

To'liq shaklidagi gofra panelining mahalliy ustuvorlik $\tau_{p,cr}$ yo'qolishidagi kritik kuchlanish:

$$\tau_{p,cr} = 1,12 \left(5,34 + \frac{f \cdot s}{h_w t_w} \right) \frac{R_y}{\lambda^2} \quad (2)$$

Gofra devorchaning umumiy ustuvorlik $\tau_{0,cr}$ yo'qolishidagi kuchlanish

$$\tau_{0,cr} = 32,4 \sqrt{\frac{D_1 D_2^3}{h_w^2 t_w}}, \quad (3)$$

Bunda, D_1 va D_2 - bosh yo'nalishlar bo'yicha egilish bikirliklari, N·mm:

$$D_1 = \frac{E t_w^3}{12(1-\nu^2)} \frac{a_s}{s}; \quad D_2 = \frac{E J}{a_s} \quad (4)$$

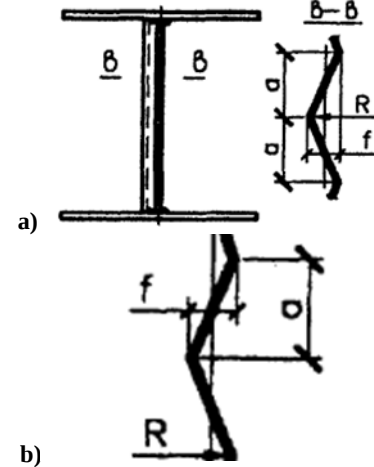
J - gofra qadami (a_s) bo'lgan devorchaning inersiya momenti.

Gorizontal seysmik kuchlarga qarshi ishlaydigan rama tarkibidagi ustunlarning konstruktiv shakllari

payvandlangan qo'shtavrli bo'lib, ular yupqa devorchali ko'ndalang va bo'ylama to'liqli bo'lishi talab qilinadi.

Ko'ndalang gofrolangan qo'shtavr ustun devorchalarining qalinliklari t_w tegishli hisoblashlarga doir qabul qilinib, bunda quyidagi shartlar bajarilishi lozim, bunda gofralar qadami $a \leq 60 t_w$, gofra balandligi

$$f \geq h_w / 30 + 30 \text{ mm}, \quad h_w - \text{devorcha balandligi, mm.}$$



4-rasm. Gofra devorchali qo'shtavrlarning konstruktiv shakllari: a- ko'ndalang gofra devorchali; b- bo'ylama gofra devorchali

Bo'ylama gofrolangan qo'shtavr ustun devorchalarining qalinligi h_w , ustunni ustuvorlikka hisoblashda aniqlanib, bunda gofra qadami $a \leq 30 t_w$, balandligi $f \leq 40$ mm, ko'ndalang diafragmalar qadami esa $3 t_w$ dan katta bo'lmashligi kerak.

Seysmik sinchli to'sinlar, ustunlar bilan ulanish tugunlarida seysmik energiya ta'sirlarini so'ndirish xususiyatiga ega. Ko'ndalang gofrolangan qo'shtavr to'sin devorchalarining qalinliklarini belgilashda $t_w \geq (1/100-1/120) h_w$ shart bajarilishi lozim. Ko'ndalang gofrolangan to'sin devorchalarining ustuvorligi ta'minlanishi uchun, gofralar qadami $60 t_w$ dan katta bo'lmashligi, balandligi esa $f \geq h_w / 30 + 30 \text{ mm}$ bo'lishi kerak. Gofra devorchali qo'shtavr to'sin tokchasining erkin (sves) o'lchami quyidagi shartni qanoatlantirishi kerak:

$$b_{ef} \leq [b_{ef}], \quad \text{bunda,} \quad b_{ef} = 0,5(b_f + 2/3 f); \quad [b_{ef}] = 0,25 t \cdot f \cdot \sqrt{E/R_u}. \quad (5)$$

b_f - tokcha eni; E - elastiklik moduli.

To'sin devorchasini, tokchaga birlashtirib turuvchi payvand choklar bir tomonlama bo'lib, choklarning qalinliklari $1,2 t_w$ dan katta bo'lmashligi talab qilinadi.

3. Xulosa

Po'lat konstruksiyalar yordamida quriladigan bino-inshootlarda, an'anaviy qo'shtavrli to'sinlar o'rniga gofra devorchali to'sinlarni qo'llash, to'sinlarga sarflanadigan po'latning 20-25% tejallishiga imkon beradi.

Gofra devorchali qo'shtavr to'sinlar po'lat sarfi bo'yicha samarali bo'lishi bilan bir qatorda, seysmik ustuvorligi oddiy qo'shtavrlarga nisbatan ustun turadi.

Milliy me'yoriy hujjatlar, texnik ilg'or mamlakatlar tajribalari (Yevrokod 8;9;10) asosida, O'zbekiston hududiy sharoitlariga moslashgan xolda ishlab chiqarilib, innovatsion konstruksiyalar ishlab chiqarilishidan ortda qolmasligi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar / References

[1] В.А. Рыбаков: Основы стрительной механики легких стальных тонкостенных конструкций. Санкт-Петербург, 2010 г.

[2] Расчет элементов из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3. УЦСС-Украинский центор стального строительства. 2015, Киев

[3] Расчет и проектирование сварных двутавровых профилей с волнистыми стенками: учеб.-метод. пособие / С. В. Кудрявцев; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017.

[4] Проектирование металлических конструкций: Спец. курс. Учеб. пособие для вузов / В. В. Бирюлев, И. И. Кошин, И. И. Крылов 1990–432 с.: ил. Металлические конструкции: учебник для студентов высших учебных заведений / Ю.И. Кудишин, Е.И. Беленя, В.С. Игнатъева и др. М.: Академия, 2006. – 688 с.

[5] Холмуродов А.И. Металл конструкциялари. (2-кисм. Ишлаб чиқариш бино конструкцияларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш). Самарқанд, 2023, 231 б.

[6] СП 16.13330.2017 Стальные конструкции (актуализированная редакция СНиП II-23–81. Стальные конструкции. Нормы проектирования).

[7] ШНК 2.03.05-23 «Стальные кнструкции. Правила проектирования» Градостроительные нормы и правила.

[8] EN 1993-1-1 Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-1: General rules and rules for buildings.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot / Information about authors

Xolmurodov Aslon Ibragimovich Samarqand davlat arxitektura-qurilish universiteti “Qurilish muhandisligi” kafedrası dotsenti, t.f.n., (PhD), dotsent
Email: aslonxolmurodov51@gmail.com
Tel.: +998975768887
<https://orcid.org/0009-0000-6482-4170>



B. Kodirov, S. Shaumarov, S. Kandakhorov

Evaluation of spatial-structural properties and thermal technical indicators of autoclave-free aerated concrete produced from industrial waste.....112

B. Kodirov, S. Shaumarov, S. Kandakhorov

Analysis of technological properties of heat-insulating aerated concrete.....118

2 section. Building structures of buildings and constructions, modern methods of calculation and design

L. Bocharova, K. Muhammadsoliyev

Study of the efficiency of using thin-walled structures in industrial building covering123

A. Kholmurodov

Effective steel structures for industrial buildings.....127

Kh. Akramov, J. Tokhirov, H. Samadov

Experimental investigation of load-bearing capacity of three-layer panels with insulation layer based on rice crete.....131

A. Abdusattarov

Models of deformation of main pipelines under repeated-variable loading considering material damageability.....135

G. Fridman, Sh. Turakulova

Calculation of a steel prestressed truss with a span of 60 m, taking into account seismic impacts.....139

Kh. Umarov, Yu. Tursinaliyeva

Geotechnical risk assessment and monitoring of the railway tunnel on the Angren - Pop section.....144

N. Khudayberdiyev, S. Khudaykulov

Calculations of seismic loads of the Rezaksai Reservoir.....148

S. Razzakov, D. Berdakov

Calculation of joints of bending wooden structural elements in ANSYS Workbench.....152

A. Abdujabarov, P. Begmatov, G. Khalfin

The use of armogrun structures to strengthen the railway roadbed.....157