ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 3

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ЎУК: 624.12

ЁНҒИН ПАЙТИДА ТЕМИРБЕТОН ТЎСИНЛАРНИНГ ДЕФОРМАЦИЯЛАНИШ БОСҚИЧЛАРИНИ ТАҲЛИЛИ

Алимов Х.Т.
Тошкент архитектура қурилиш университети PhD., доцент
Шукуров Ф.Ж.
Тошкент архитектура қурилиш университети магистр

Аннотация. Мазкур мақолада темирбетон тўсинларнинг ёнғин таъсири остидаги деформацияланиш жараёнлари тадқиқ қилинган. Ёнғин вақтида бетон ва арматуранинг физик-механик хусусиятлари ўзгариши натижасида конструкциянинг эгилиши ва мустаҳкамлик кўрсаткичлари пасайиши таҳлил қилинган. Ҳарорат таъсирида тўсинларда юзага келадиган деформация босқичлари назарий ва ҳисобий усуллар асосида кўриб чиқилган. Шунингдек, тўсинлардаги эгилиш деформациясини ҳисоблаш усуллари келтирилган ва натижалар таҳлил қилинган.

Калит сўзлар. темирбетон тўсин, ёнғин, ҳарорат таъсири, деформация, эгилиш, бетон, арматура, термик таъсир, конструкция мустаҳкамлиги.

Аннотация. В данной статье исследуются процессы деформации железобетонных балок под воздействием огня. В результате изменений физико-механических свойств бетона и арматуры во время пожара анализируются показатели изгиба и прочности конструкции. На основе теоретических и расчетных методов рассмотрены стадии деформации, происходящие в балках под воздействием температуры. Также представлены методы расчета изгибной деформации в балках и проанализированы полученные результаты.

Ключевые слова: железобетонная балка, огонь, температурный эффект, деформация, изгиб, бетон, арматура, термический эффект, прочность конструкции.

Abstract. This article studies the deformation processes of reinforced concrete beams under the influence of fire. As a result of changes in the physical and mechanical properties of concrete and reinforcement during the fire, the bending and strength indicators of the structure are analyzed. The stages of deformation occurring in the beams under the influence of temperature were considered based on theoretical and computational methods. Also, the methods of calculating the bending deformation in the beams are presented and the results are analyzed.

Keywords. reinforced concrete beam, fire, temperature effect, deformation, bending, concrete, reinforcement, thermal effect, structural strength.

КИРИШ.

ISSN 3030-3907

Бугунги кунда бинолар ва иншоотларнинг ёнғин хавфсизлиги масаласи қурилиш соҳасидаги энг муҳим йўналишлардан бири ҳисобланади. Ёнғин вақтида конструкция элементлари юқори ҳарорат таъсирига учрайди ва бу ҳолат уларнинг мустаҳкамлиги ҳамда деформация хусусиятларини кескин ўзгартиради.

Қурилиш соҳасида биноларнинг ёнғинга чидамлилигини таъминлаш муҳим масалалардан бири ҳисобланади. Ёнғин вақтида конструкциялар юқори ҳарорат таъсирида бўлади ва бу ҳолат уларнинг механик хусусиятларини сезиларли даражада ўзгартиради. Айниқса темирбетон тўсинлар биноларнинг асосий юк кўтарувчи элементларидан бири бўлиб, уларнинг ёнғин шароитида деформацияланиши бутун конструкция барқарорлигига таъсир кўрсатади.

Ёнғин вақтида бетоннинг мустаҳкамлиги пасайиши, арматуранинг қизиши ва конструкциянинг ички кучланишлари ортиши натижасида тўсинларда турли даражадаги деформациялар юзага келади.

Юқори ҳарорат таъсирида бетонда микродарзлар ҳосил бўлади, намлик буғланади ва материалнинг мустаҳкамлиги пасаяди. Арматура эса маълум ҳароратдан кейин ўзининг эластиклик модулини йўқота бошлайди. Бу эса тўсинларда қўшимча эгилиш ва деформацияларга сабаб бўлади [1].

Шу сабабли темирбетон тўсинларнинг ёнғин вақтидаги деформацияланиш босқичларини ўрганиш конструкцияларнинг хавфсизлигини баҳолаш ва уларнинг ишончлилигини таъминлаш учун муҳим аҳамиятга эга.

АСОСИЙ ҚИСМ. Ёнғин вақтида тўсинлардаги ҳарорат ташқи юзадан ички қисмга қараб ўзгаради. Шу сабабли кесимда термик градиент ҳосил бўлади. Бу эса қўшимча ички кучланишлар ва деформацияларни келтириб чиқаради.

Ёнғин пайтида ҳарорат 600–800°C гача кўтарилиши мумкин. Бу ҳолатда бетоннинг мустаҳкамлиги 40–60% гача камаяди. Арматура эса 500°C атрофида ўзининг механик хусусиятларининг катта қисмини йўқотади [2, 3].

Темирбетон тўсинларда асосан эгилиш деформацияси кузатилади. Бу деформация ташқи юклар ва термик таъсирнинг биргаликдаги натижаси ҳисобланади.

Темирбетон тўсинлар ёнғин таъсирида бир нечта деформация босқичларидан ўтади. Бу босқичлар конструкциянинг ҳароратга боғлиқ ҳолда мустаҳкамлик ва қаттиқлик хусусиятларининг ўзгариши билан боғлиқ.

1-босқич. Бошланғич қизиш босқичи (20–200°C)

ISSN 3030-3907

Бу босқичда бетон ва арматуранинг механик хусусиятлари деярли ўзгармайди. Аммо ҳарорат таъсирида материалларда термик кенгайиш бошланади.

Бу босқичда:

- деформациялар асосан термик кенгайиш билан боғлиқ;
- тўсиннинг умумий мустаҳкамлиги сақланиб қолади;
- эгилиш деформацияси кичик бўлади.

2-босқич. Мустаҳкамликнинг пасайиш босқичи (200–500°C)

Бу босқичда бетоннинг мустаҳкамлиги ва эластиклик модули камая бошлайди. Арматура ҳам аста-секин ўз мустаҳкамлигини йўқота бошлайди.

Бу босқичда:

- бетонда микрочақишлар пайдо бўлади;
- конструкция қаттиқлиги камаяди;
- тўсин эгилиши ортиб боради.

3-босқич. Интенсив деформация босқичи (500–800°C)

Юқори ҳарорат таъсирида бетоннинг мустаҳкамлиги кескин камаяди, арматуранинг чўзилиш мустаҳкамлиги ҳам пасаяди.

Бу босқичда:

- катта эгилиш деформациялари юзага келади;
- конструкцияда пластик деформациялар пайдо бўлади;
- тўсиннинг иш қобилияти пасаяди.

4-босқич. Бузилиш босқичи (800°C дан юқори)

Бу босқичда бетон структураси жиддий зарарланади, арматуранинг мустаҳкамлиги жуда камаяди.

НАТИЖАДА:

- катта эгилиш;
- бетоннинг парчаланиши;
- конструкциянинг бузилиши юзага келади [1, 5].

Деформацияланишни ҳисобловчи методлар.

Темирбетон тўсинларнинг ёнғин вақтидаги эгилиш деформациясини ҳисоблашда бир қатор назарий ва ҳисобий усуллар қўлланилади.

Ҳарорат ўзгариши натижасида материалларда термик кенгайиш содир бўлади. Термик деформация қуйидаги формула орқали аниқланади:

$$\varepsilon_T = \alpha \cdot \Delta T$$

Бу ерда:

ε_T - термик деформация

α - термик кенгайиш коэффициенти

ΔT - ҳарорат фарқи

ISSN 3030-3907

Бетон ва пўлат учун термик кенгайиш коэффициентлари бир-бирига яқин бўлса ҳам, ҳарорат нотекис тақсимланганда ички кучланишлар юзага келади.

Мисол учун.

Темирбетон тўсин ёнғин таъсирида 20°C дан 520°C гача қизиган.

Берилган маълумотлар:

Бошланғич ҳарорат: $T_1 = 20^0C$

Якуний ҳарорат: $T_2 = 520^0C$

Тўсин узунлиги: $L = 6$ м

Бетон учун термик кенгайиш коэффициенти:

$$\alpha = 1 \cdot 10^{-5}\ (1/^0C)$$

Аниқланиши керак:

1. Термик деформация ε_T
2. Тўсин узунлигининг ўзгариши ΔL

Ҳарорат фарқини аниқлаш

$$\Delta T = T_2 - T_1$$

$$\Delta T = 520 - 20$$

$$\Delta T = 500\ ^0C$$

Термик деформацияни ҳисоблаш

$$\varepsilon_T = 1 \cdot 10^{-5} \cdot 500$$

$$\varepsilon_T = 0.005$$

Демак,

$$\varepsilon_T = 5 \cdot 10^{-3}$$

Бу нисбий деформация ҳисобланади.

Узунлик ўзгаришини ҳисоблаш

Тўсин узунлигининг ўзгариши қуйидаги формула орқали топилади:

$$\Delta L = \varepsilon_T \cdot L$$

$$\Delta L = 0.005 \cdot 6$$

$$\Delta L = 0.03 \text{ м}$$

$$\Delta L = 30 \text{ мм}$$

Ёнғин таъсирида ҳарорат 500°C га ошганда:

Термик деформация:

$$\varepsilon_T = 0.005$$

Тўсин узунлигининг ўзгариши:

$$\Delta L = 30 \text{ мм}$$

Демак, 6 метрли темирбетон тўсин ёнғин пайтида тахминан 30 мм га узаяди. Темирбетон тўсинда бетоннинг нормал шароитдаги эластиклик модули маълум. Ёнғин таъсирида ҳарорат ошиши натижасида бетоннинг

ISSN 3030-3907

эластиклик модули камаяди. Берилган ҳароратда бетоннинг эластиклик модулини аниқлаш талаб этилади.

Ҳарорат таъсирида эластиклик модули қуйидаги коэффициент орқали камаяди:

$$E_T = k_T \cdot E_0$$

бу ерда:

E_T - ҳароратдаги эластиклик модули

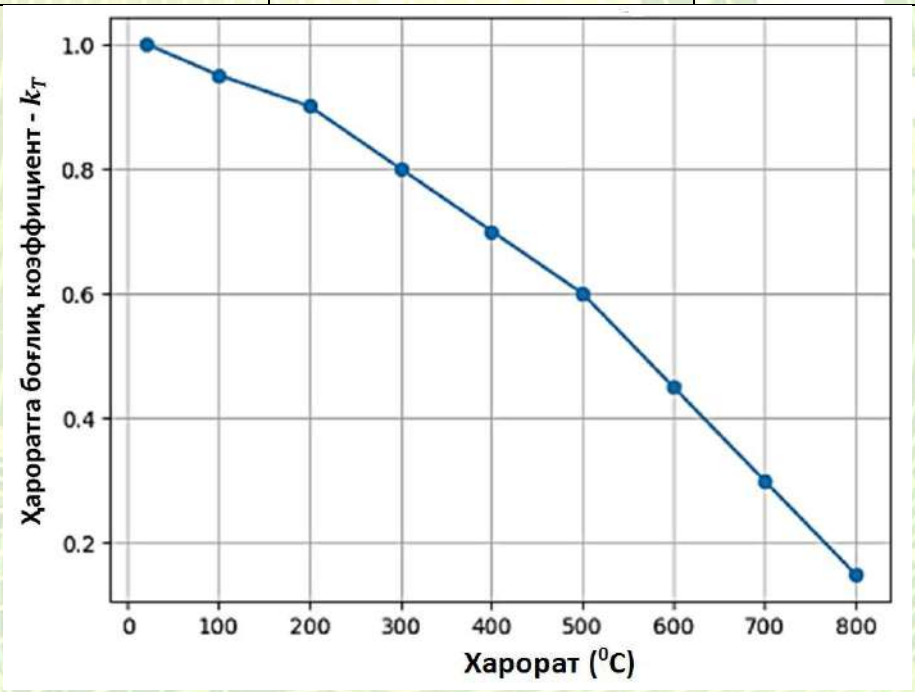
E_0 - нормал ҳолатдаги модуль

k_T - ҳароратга боғлиқ коэффициент.

Мисол учун E_0 - нормал ҳолатдаги эластиклик модуль = 30000 МПа.

1-Жадвал

Ҳарорат T (°C)	**Коэффициент (k_T)**	**Эластиклик модули (E_T) (МПа)**
20	1.00	30000
100	0.95	28500
200	0.90	27000
300	0.80	24000
400	0.70	21000
500	0.60	18000
600	0.45	13500
700	0.30	9000
800	0.15	4500



1-расм. Ҳароратга боғлиқ k_T коэффициент диаграммаси

Диаграммадан қуйидагини кўриш мумкин:

ISSN 3030-3907

20 - 200°C да коэффициент деярли ўзгармайди.
300 - 500°C оралиғида материал хусусиятлари аста-секин пасаяди.
600°C дан кейин коэффициент кескин камаяди.
800°C да $k_T \approx 0.15$, яъни бетоннинг эластиклик модули жуда катта даражада камайган бўлади.
Эгилиш қиймати қуйидаги формула билан аниқланади:

$$f = \frac{5qL^4}{384EI}$$

бу ерда:
f - эгилиш деформацияси
q - тақсимланган юк
L - тўсин узунлиги
E - материаллнинг эластиклик модули
I - инерция моменти.
Мисол учун.
Тўсин узунлиги $L = 6$ м
Тақсимланган юк $q = 20$ кН/м -
Бетоннинг эластиклик модули $E = 3 \cdot 10^4$ МПа
Кесимнинг инерция моменти $I = 8 \cdot 10^{-4}$ м^4

ҲИСОБЛАШ

Биринч бўлиб L^4ни аниқлаймиз:

$$L^4 = 6^4 = 1296$$

Формулага қўямиз ва эгилишни аниқлаймиз:

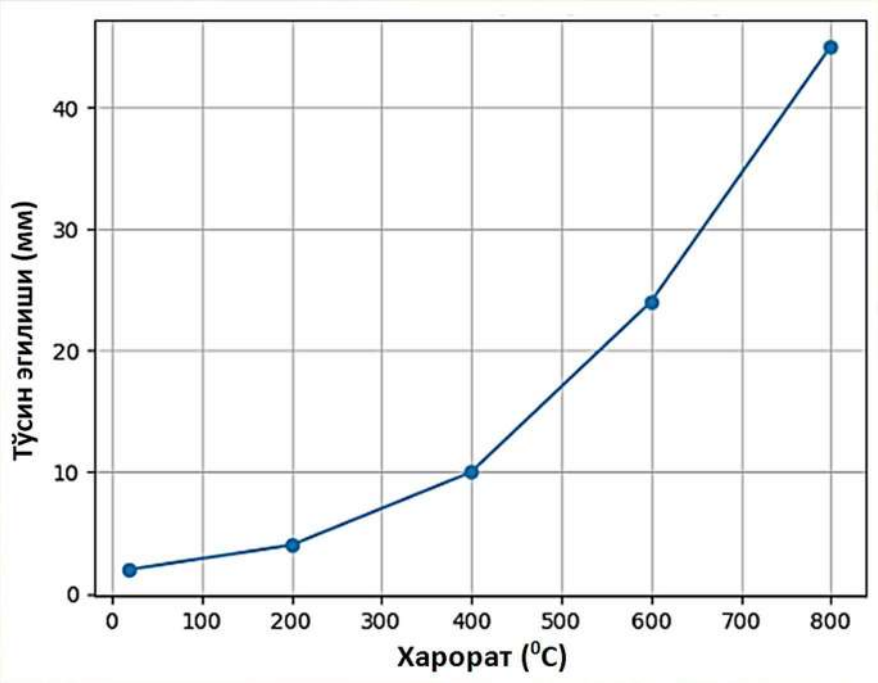
$$f = \frac{5qL^4}{384EI} = \frac{5 \cdot 20 \cdot 1296}{384 \cdot 30000 \cdot 10^{-4}}$$

Демак, берилган параметрлар учун тўсиннинг максимал эгилиш деформацияси $f \approx 14$ мм га тенг. Тадқиқот натижаларига кўра ҳарорат ошиши билан тўсинлардаги деформация миқдори ортиб бориши аниқланди.

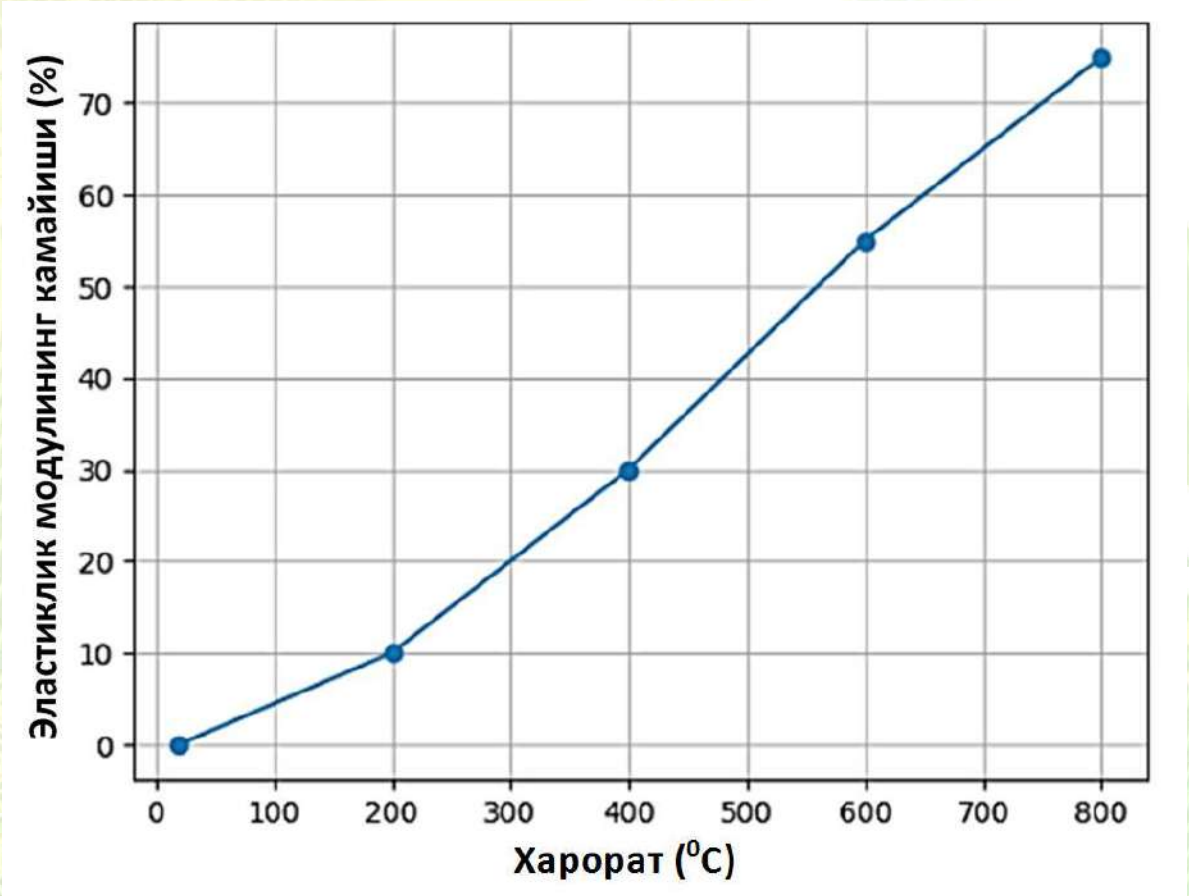
2-Жадвал

Ҳарорат (°C)	Эластиклик модули камайиши (%)	Тўсин эгилиши (мм)
20	0	2
200	10	4
400	30	10
600	55	24
800	75	45

ISSN 3030-3907



2-расм. Ҳарорат таъсирида эгилиш графиги



3-расм. Ҳарорат таъсирида эластиклик модулининг камайиши графиги

Бу графикдан кўриш мумкинки:

1. 20 - 200°C оралиғида деформация жуда кам ўзгаради. Бу босқичда асосан термик кенгайиш содир бўлади.

ISSN 3030-3907

2. 200 - 400°C оралиғида бетоннинг эластиклик модули пасайиши натижасида эгилиш аста-секин ортади.
3. 400 - 600°C оралиғида деформация сезиларли даражада кўпайади.
4. 600°C дан юқори ҳароратларда тўсинларда интенсив эгилиш кузатилади ва конструкция мустаҳкамлиги кескин пасаяди.

Натижалар шуни кўрсатадики, 500–600°C дан кейин конструкцияда критик деформация босқичи бошланади.

Таҳлиллар:

Кўпаб тадқиқотчиларнинг асосий натижалари шуни кўрсатадики:

- 600°C ҳароратда темирбетон ригелнинг эгилиши 35–45 мм га етган [2].
- 700°C да бетон мустаҳкамлиги 50–60 % гача камайиши аниқланган [3].
- арматура ҳарорати 500°C га етганда эластиклик модули 40 % га камайган [4].

Олинган натижалар таҳлили шуни кўрсатадики:

- ҳарорат ошиши билан бетон ва арматуранинг мустаҳкамлиги пасаяди;
- конструкциянинг қаттиқлиги камаяди;
- тўсинларда эгилиш деформациялари ортиб боради.

Айниқса 500°C дан юқори ҳароратларда деформациялар тез ўсади ва конструкциянинг барқарорлигига жиддий таъсир кўрсатади.

ХУЛОСАЛАР.

Темирбетон тўсинларнинг ёнғин пайтидаги деформацияланиш жараёни бир нечта босқичда кечади. Бошланғич босқичда термик кенгайиш кузатилса, кейинги босқичларда бетон ёриқланиши ва арматура мустаҳкамлигининг пасайиши натижасида эгилиш деформацияси ортиб боради.

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики, ҳарорат таъсирида материал параметрларининг ўзгаришини ҳисобга олган ҳолда аналитик ва сонли моделлаштириш усулларини қўллаш конструкцияларнинг ёнғинга чидамлилигини аниқ баҳолаш имконини беради.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Van Doan, Vui Van Cao. Fire Behavior of Concrete Beams Reinforced with GFRP and Steel. Civil Engineering Journal 11(5): 2045-2065
2. Andrew H. Buchanan. Structural design for fire safety: Wiley, New York, 2001, 421pp.
3. Kodur, V., & Dwaikat, M. (2008). Fire performance of reinforced concrete beams under design fire exposure. In Proceedings of the 2008 Structures Congress - Structures Congress 2008 American Society of Civil Engineers (ASCE).

ISSN 3030-3907

4. Anderberg, Y., & Thelandersson, S. (1976). Stress and Deformation Characteristics of Concrete at High Temperatures. 2. Experimental Investigation and Material Behaviour Model. (Bulletin of Division of Structural Mechanics and Concrete Construction, Bulletin 54; Vol. Bulletin 54). Lund Institute of Technology (1976).
5. EN 1992-1-2 — Eurocode 2: Design of Concrete Structures under Fire.

ISSN 3030-3907