

Baş redaktortex. üzrə f.d. **Qarayev A.N.** –AzİMETİ**Baş redaktorun müavini**tex. üzrə f.d. **Yusifov N.R.** –AzİMETİ**Məsul katib**iqd. üzrə f.d. **Şirinova N.S.** -AzİMETİ**Redaksiya heyəti**t.e.d., prof. **Seyfullayev X.Q.** -AzİMETİmem.dok. **Abdullayeva N.C.** -AzMİUm.d.,prof. **Əbdülrəhimov R.H.** –AzMİUt.e.d.,prof. **Hacıyev M.Ə.** –AzMİUm.d.,prof. **Nağıyev N.H.** –AzMİUtex. üzrə f.d. **Eminov Y.M.** –AzİMETİtex. üzrə f.d. **Əmrahov A.T.** –AzİMETİtex. üzrə f.d. **Həbibov F.H.** –AzİMETİiqd. üzrə f.d. **Nuriyev E.S.** –AzİMETİtex. üzrə f.d. **Poluxov İ.X.** – FHNtex. üzrə f.d. **Rzayev R.A.** –AzİMETİ**MÜNDƏRİCAT****Əsgərov C.V., Yusifov Y.N.***Şaquli yüklərin təsirindən struktur konstruksiyasının deformasiyalarının tədqiqi.....2***Poluxov İ.X., Rzayev Ş.B.***Nüfuzedici təsirli hidroizolyasiya.....8***Zeynalov L.M., Rüstəmov E.C., Zeynalov M.L.***"Penetron" sistemli materiallar haqqında.....13***Əliyev T., Məstənzadə N., Rüstəmli T.***Yeraltı fibrobeton boruların gərginlik- deformasiya halının araşdırılması.....18***Məmmədova İ.H., Qurbanova İ.D.***Daşkəsən plagiogranit süxurunun keramik materialların xassələrinə təsiri.....26***Seyfullayev X.Q., Qarayev A.N.***Avrokodun tələblərinə müvafiq olaraq AzDTN 2.16-1 "Beton və dəmir-beton konstruksiyaları" normativ sənədinin yeni variantının işlənməsi üçün tövsiyələr.....30***Təsisçi :****AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI
DÖVLƏT ŞƏHƏRSALMA VƏ
ARXİTEKTURA KOMİTƏSİ****AZƏRBAYCAN
İNŞAAT VƏ MEMARLIQ
ELMİ-TƏDQIQAT İNSTİTUTU****Hüquqi ünvanı :****Az 0014, Bakı ş.
M.Füzuli küç. 65****Əlaqə telefonları:****(012) 597 51 46 əlavə (205)****E-mail:****azimeti_elmikatib@mail.ru
azimeti@arxkom.gov.az****Kompüter dizaynı:****Abdurahmanova A.İ.**

UOT 624.04**ŞAQLI YÜKLƏRİN TƏSİRİNDƏN STRUKTUR KONSTRUKSIYASININ
DEFORMASIYALARININ TƏDQIQI**

tex.üçrə f.d. C.V.Əsgərov, magistr Y.N.Yusifov Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Univeusiteti

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ СТРУКТУРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАГРУЗОК**

к.т.н. Аскеров Д.В., магистр Юсифов Ю.Н.

Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства

**INVESTIGATION OF DEFORMATIONS IN STRUCTURAL CONSTRUCTION
FROM THE EFFECTS OF VERTICAL FORCES**

Phd in tech. sc. Askerov J.V., magister Yusifov Y.N.

Azerbaijan University of Architecture and Konstruktion.

Xülasə: Məqalədə 8 və 9 ballıq seysmik aktivlikli ərazidə tikilmiş I və II qar rayonu üçün nəzərdə tutulmuş struktur konstruksiyanın qüvvə-yerdəyişmə münasibəti tədqiq edilmişdir.

Açar sözlər: Struktur tava, şəbəkə elementləri, kəmə elementləri, yerdəyişmə.

Аннотация: В статье исследованы отношение нагрузок и перемещений в структурной конструкции, построенной на участке с сейсмическими активностями в 8 и 9 баллов и рассчитанными для I и II снеговых районов.

Ключевые слова: Структурная плита, элементы решетки, поясные элементы, перемещение.

Summary: In this article, the relationship between the load and displacement of structural construction, built at a site, affected by the seismic activity events with the magnitude of 8 to 9 at the earthquake strength scale and located in the type I and II snowfall load regions, are analyzed.

Key words: Structural platform, elements of the structural lattice, belt elements, vectoral displacement.

Struktur konstruksiyaları bir sıra müsbət xüsusiyyətləri, o cümlədən universallığı, yüksəkməhsuldar axın texnoloji xəttlərində hazırlanması mümkünlüyü, nəql olunmasının sadəliyi və quraşdırılmasının rahatlığı ilə bağlı sənaye və mülki binaların tikintisində uzun illərdir ki öz yerini tutmuşdur. Struktur konstruksiyalarının sabiq SSRİ məkanında inkişafının əsasını o dövrdə SSRİ Nazirlər Kabinetinin “Sənaye binalarının yüngül metal konstruksiyalarının istehsalının təşkili və komplekt təchizati haqqında” 29 may 1972-ci il qərarı qoymuşdur. Bundan sonra yüngül struktur konstruksiyalarının hazırlanması, layihələndirilməsi, tədqiqatı sahəsində və müvafiq istehsalat bazasının yaradılması üzərində böyük iş aparılmışdır.

Struktur konstruksiyalarının bir sıra üstünlüklərindən düzgün istifadə, digər əhəmiyyətli konstruksiya və həllərlə müqayisədə onların iqtisadi effektivliyinin artırılmasına imkan verir.

Bir-biri ilə dirsək şəkilli sərt rabitələrlə birləşdirilmiş, paralel müstəvi şəbəkəli və beləliklə dəfələrlə təkrarlanan elementlərin birləşməsi əsasında əmələ gələn mil sistemləri struktur konstruksiyalar adlanır. Struktur konstruksiyaları əhəmiyyətli konstruksiyalarından fərqli olaraq əsas yükdaşıyan və rabitə elementlərinə ayrılır.

Bu sistemlər “kristallik” quruluşa malik olaraq, təbiətdə rast gəlinən bəzi olduqca möhkəm və sərt törəmələrə bənzərdir və bütün elementləri strukturun fəza işində yükdaşıyan konstruksiya elementi kimi iştirak edir.

Konstruksiyaya təsir edən yüklərdən, o cümlədən tikinti rayonundan, binanın aşırımından, meteoroloji və klimatik şəraitindən, örtük konstruksiyasının xüsusiyyətlərindən asılı olaraq struktur konstruksiyalarının müxtəlif tip konstruktiv həlləri mövcuddur.

Belə konstruksiyalarda bir düyünə ixtiyari istiqamətdə tətbiq olunmuş xarici yük ilk növbədə düyünə birləşən və həmçinin bütün millərdə, bütöv en kəsikli sistemlərin (tava və qabıq) müqavimətinə bənzər reaksiya qüvvələri yaradır və materiala qənaət etməyə imkan verir. Bununla belə struktur konstruksiyalarının müxtəlif aspektləri istiqamətində tədqiqatların aparılmasına ehtiyac duyulur. Bu baxımdan Struktur konstruksiyaların qüvvə-yerdəyişmə halının tədqiqi aktual məsələlərdən biri sayılır.

Araşdırılan məsələdə “Kislovodsk” tipli struktur konstruksiyasının qüvvə - deformasiya halının tədqiqinə baxılmışdır.

Tədqiqat üçün seçilən “Kislovodsk” tipli struktur konstruksiyasının konstruktiv həlli məlumdur. Bu struktur konstruksiyalarının örtüyün planda ölçüsü 30x30 m və ya 36x36 m təşkil edir və dörd dayaq üstündə oturdulur. Struktur tavaşı dayaq üzərində oynaq oturdulur. Dayaq arasında məsafə müvafiq olaraq 18x18 m və ya 24x24 m təşkil edir. Struktur konstruksiyalarının kəmərlərdə düyünlərarası məsafə 3 m-dir.

Yuxarı və aşağı kəmərlərin düyünləri bir-biri ilə çəp dirsəklər vasitəsi ilə birləşdirilmişdir. Örtüyün uyğun elementlərinin ölçüləri eyni qəbul olunmuşdur. Bütün elementlərin en kəsiyi boru şəkillidir.

Araşdırdığımız məsələdə struktur konstruksiyasının dayaqların hündürlüyü $H=5,0$ m və planda dayaq arasında məsafə 18 m, tavanın planda ölçüsü (30x30) m, qalınlığı – 2,12 m qəbul olunmuşdur.

Struktur tavaşının analitik hesablanma metodikası təxminidir və millərdəki iç qüvvələr örtüyün şərti olaraq mailli fermalara bölünməsi ilə tapılır.

Örtüyün gərginlikli-deformasiya halının aydınlaşdırması üçün, hesabi model çevik lövhə kimi qəbul olunur və differensial tənliyi aşağıdakı kimi yazılır.

$$\frac{\partial^4 Z}{\partial x^4} + 2\xi \frac{\partial^4 Z}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 Z}{\partial y^4} = \frac{P(x, y)}{D},$$

burada: D – tavanın silindrik sərtliyi; D_{kp} – tavanın burulma zamanı sərtliyi;

$$\xi = \frac{2D_{kp}}{D} + \vartheta$$

Struktur konstruksiyaların millərindəki iç qüvvələrinin tapılması model üçün təyin edilmiş hesabi iç qüvvələrindən keçid cədvəllərin (köməyi) vasitəsi ilə aparılır.

Cədvəl vasitəsi ilə aparılmış hesabatdan alınmış nəticələr konstruksiyanın real işindən xeyli fərqlənir. Bu səbəbdən struktur konstruksiyalarının dəqiq hesablanması, son dövrdə geniş inkişaf etmiş müasir proqram təminatı köməyi ilə aparılması daha məqsədəuyğundur. Bunu nəzərə alaraq struktur tavaların müxtəlif yüklərdən qüvvə-yerdəyişmə halının tədqiqində Lira 9.6 proqram kompleksindən istifadə olunmuşdur. Şəkil 1-də struktur konstruksiyasının hesabat modeli verilmişdir.

Tədqiqat üçün aşağıdakı yükləmə variantları nəzərdə tutulmuşdur:

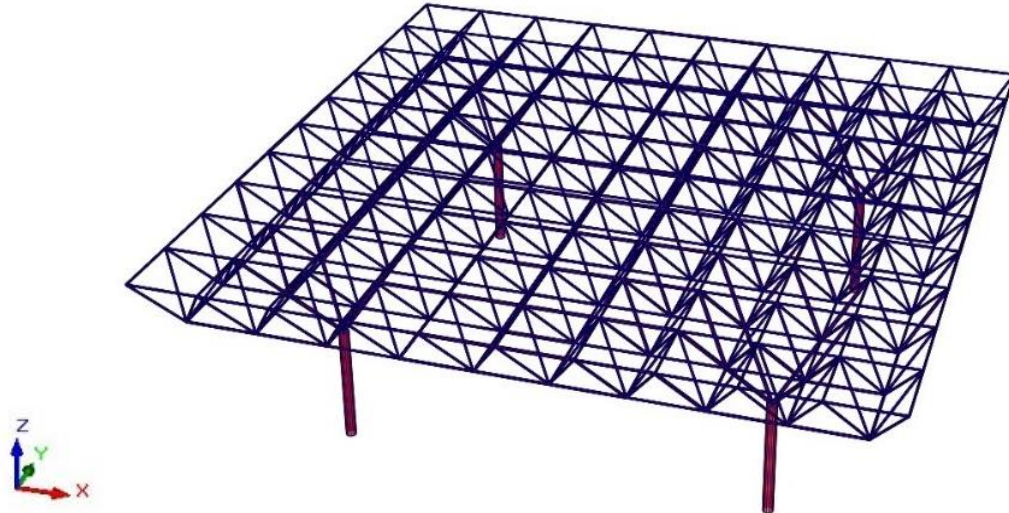
I – variant:

- 1) Daimi yük: öz çəkisi + döşəmənin və proqonun çəkisi (40 kq/m²)
- 2) Qar yükü – I və II qar rayonu üzrə bütün səth üzrə müntəzəm səpilmiş
- 3) 8 ballıq seysmik ərazi üçün üfüqi və şaquli zəlzələ yükləri (X; Y; Z istiqamətində)

II – variant:

- 1) Daimi yük: öz çəkisi + döşəmənin və proqonun çəkisi (40 kq/m²)
- 2) Qar yükü – I və II qar rayonu üzrə bütün səth üzrə müntəzəm səpilməmiş
- 3) 9 ballıq seysmik ərazi üçün üfüqi və şaquli zəlzələ yükləri (X; Y; Z istiqamətində)

Hesablamalarda tikinti ərazisinin seysmiki aktivliyi 8 və 9 bal şərtində müqaisə olunmaqla baxılmışdır.



Şəkil 1. Struktur tavanın modeli

Araşdırılmış məsələdə ilkin təqribi qiymətləndirmə əsasında bütün elementlər polad borudan olmaqla en kəsiyi diametri Ø60 mm və divarının qalınlığı $t=3$ mm qəbul olunmuşdur.

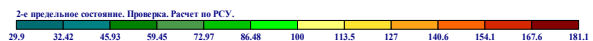
Aparılmış hesablamaların nəticəsində konstruktiv elementlərin en kəsiyinin yükötürmə qabiliyyətinin I və II həddi hallar üzrə istifadə faizi və tələb olunan en kəsiyi müəyyən edilmişdir.

Hesabat nəticələrini əks etdirən qrafiklərə nəzər yetirək.

(a)

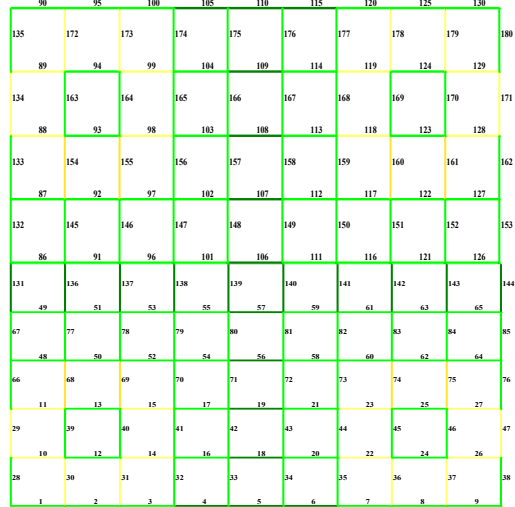
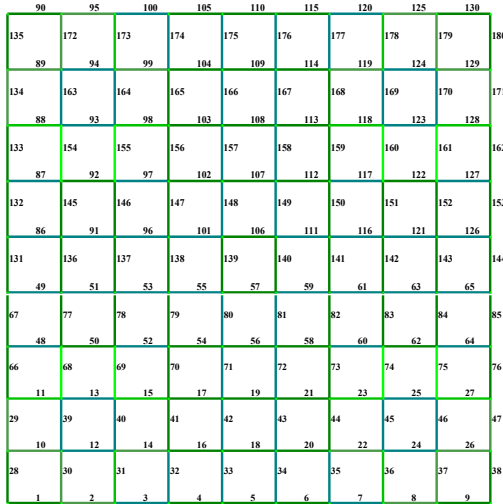
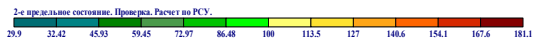
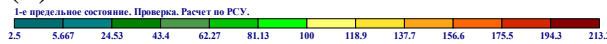


| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 280 | 286 | 292 | 298 | 304 | 310 | 316 | 322 | 328 | 334 | |
| 340 | 391 | 392 | 393 | 394 | 395 | 396 | 397 | 398 | 399 | 400 |
| 279 | 285 | 291 | 297 | 303 | 309 | 315 | 321 | 327 | 333 | |
| 339 | 381 | 382 | 383 | 384 | 385 | 386 | 387 | 388 | 389 | 390 |
| 278 | 284 | 290 | 296 | 302 | 308 | 314 | 320 | 326 | 332 | |
| 338 | 371 | 372 | 373 | 374 | 375 | 376 | 377 | 378 | 379 | 380 |
| 277 | 283 | 289 | 295 | 301 | 307 | 313 | 319 | 325 | 331 | |
| 337 | 361 | 362 | 363 | 364 | 365 | 366 | 367 | 368 | 369 | 370 |
| 276 | 282 | 288 | 294 | 300 | 306 | 312 | 318 | 324 | 330 | |
| 336 | 351 | 352 | 353 | 354 | 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 |
| 275 | 281 | 287 | 293 | 299 | 305 | 311 | 317 | 323 | 329 | |
| 335 | 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 |
| 234 | 236 | 238 | 240 | 242 | 244 | 246 | 248 | 250 | 252 | |
| 254 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 | 274 |
| 233 | 235 | 237 | 239 | 241 | 243 | 245 | 247 | 249 | 251 | |
| 253 | 255 | 256 | 257 | 258 | 259 | 260 | 261 | 262 | 263 | 264 |
| 192 | 194 | 196 | 198 | 200 | 202 | 204 | 206 | 208 | 210 | |
| 212 | 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 |
| 191 | 193 | 195 | 197 | 199 | 201 | 203 | 205 | 207 | 209 | |
| 211 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 |
| 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | |

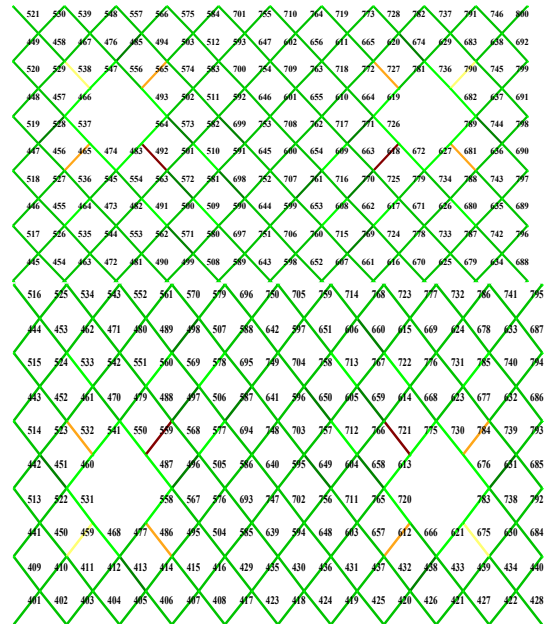
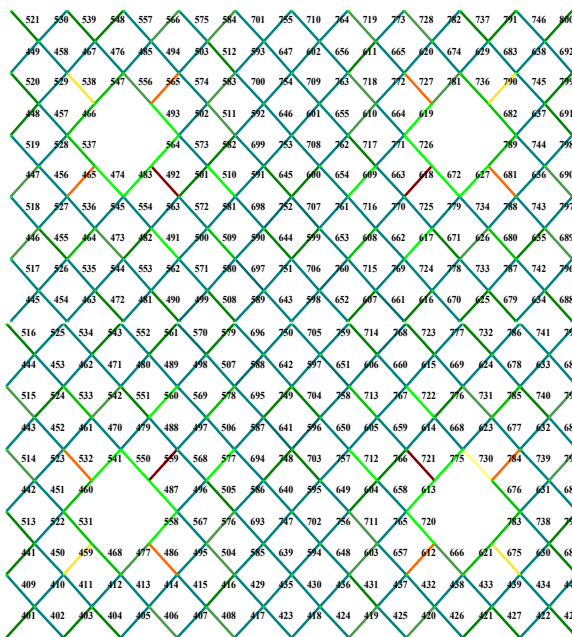
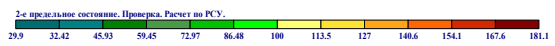
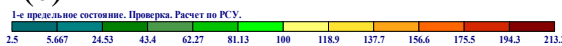


| | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 280 | 286 | 292 | 298 | 304 | 310 | 316 | 322 | 328 | 334 | |
| 340 | 391 | 392 | 393 | 394 | 395 | 396 | 397 | 398 | 399 | 400 |
| 279 | 285 | 291 | 297 | 303 | 309 | 315 | 321 | 327 | 333 | |
| 339 | 381 | 382 | 383 | 384 | 385 | 386 | 387 | 388 | 389 | 390 |
| 278 | 284 | 290 | 296 | 302 | 308 | 314 | 320 | 326 | 332 | |
| 338 | 371 | 372 | 373 | 374 | 375 | 376 | 377 | 378 | 379 | 380 |
| 277 | 283 | 289 | 295 | 301 | 307 | 313 | 319 | 325 | 331 | |
| 337 | 361 | 362 | 363 | 364 | 365 | 366 | 367 | 368 | 369 | 370 |
| 276 | 282 | 288 | 294 | 300 | 306 | 312 | 318 | 324 | 330 | |
| 336 | 351 | 352 | 353 | 354 | 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 |
| 275 | 281 | 287 | 293 | 299 | 305 | 311 | 317 | 323 | 329 | |
| 335 | 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 |
| 234 | 236 | 238 | 240 | 242 | 244 | 246 | 248 | 250 | 252 | |
| 254 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 | 274 |
| 233 | 235 | 237 | 239 | 241 | 243 | 245 | 247 | 249 | 251 | |
| 253 | 255 | 256 | 257 | 258 | 259 | 260 | 261 | 262 | 263 | 264 |
| 192 | 194 | 196 | 198 | 200 | 202 | 204 | 206 | 208 | 210 | |
| 212 | 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 |
| 191 | 193 | 195 | 197 | 199 | 201 | 203 | 205 | 207 | 209 | |
| 211 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 |
| 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | |

(b)

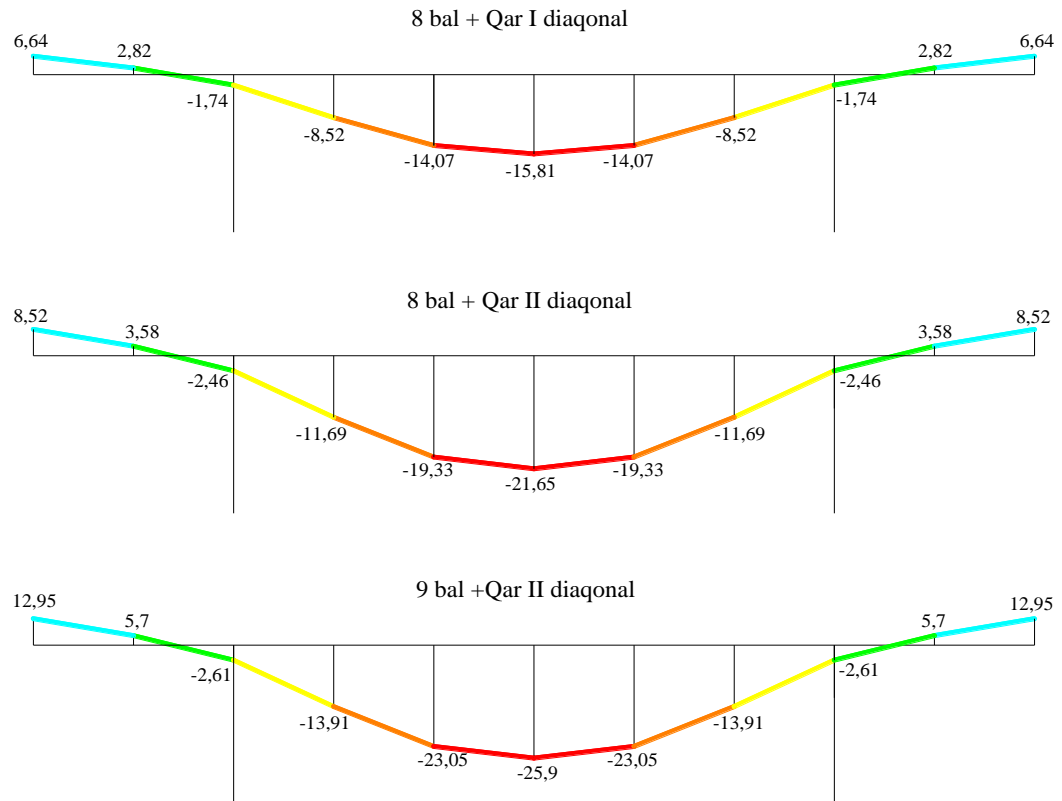


(c)

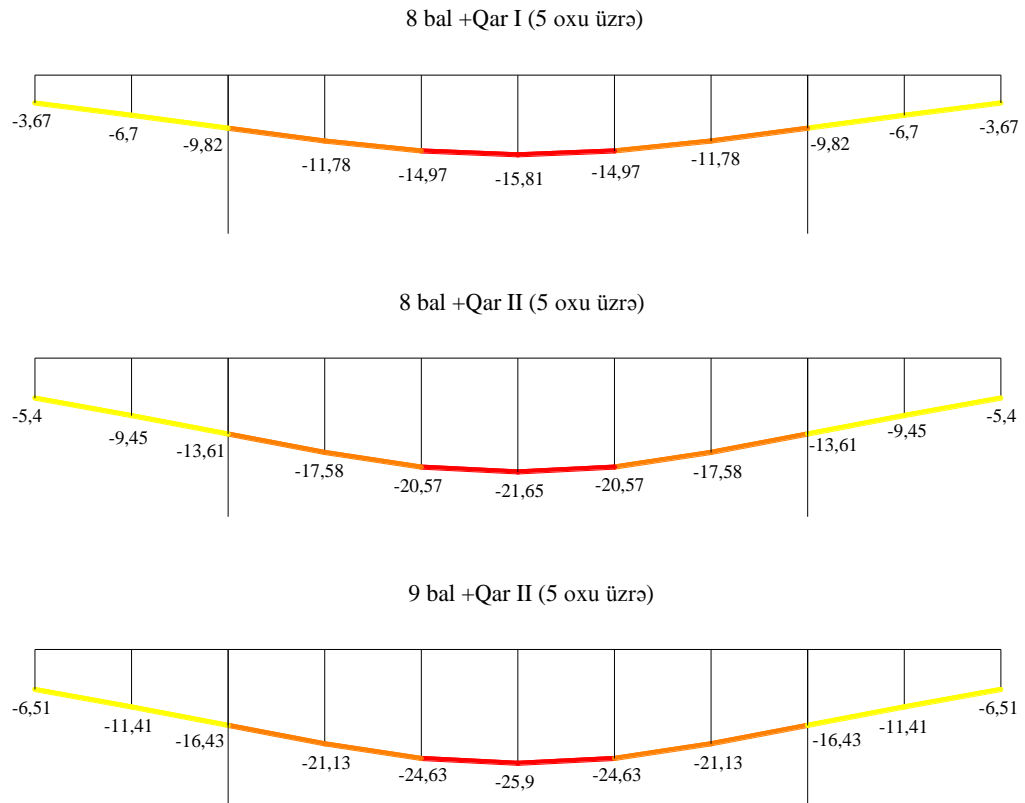


Şək.2. *Struktur tavanının üst(a), alt (b) və şəbəkə millərinin (c) yerləşmə sxemi üzrə konstruktiv elementlərin en kəsiyinin yüklətmə qabiliyyətinin I və II həddi hallar üzrə istifadə faizi (8 ballıq seysmik zona).*

Şəkil 2-də verilmiş struktur tavanının elementlərinin yüklənmə xarakteri aydın müşahidə olunur. Şəkildə solda I, sağda isə II həddi hallar üzrə hesabat nəticələri verilmişdir. Belə ki, yüklətmə qabiliyyətinin istifadə faizinin maksimum qiyməti üst torda sütunlar arası oxlarda yerləşən millərdə, alt torda və şəbəkə sistemində isə sütunların kapitel ətrafı millərdə müşahidə olunur.



Şəkil 3. Struktur konstruksiyasının diaqonal üzrə üst kəmərin diüynlərinin şaquli yerdəyişmə epyuru.



Şəkil 4. Struktur konstruksiyasının diaqonal üzrə üst kəmərin diüynlərinin şaquli yerdəyişmə epyuru.

Şəkil 3-də və 4-də görüldüyü kimi müvəqqəti yükün (II qar rayonu) və 8 ballıq Z oxu üzrə seysmik yükün birgə təsirinə maksimum şaquli yerdəyişmə aşırımının ortasında 21,65 mm olub, II qar rayonu və 9 ballıq seysmik yükün təsirinə isə 25,9 mm təşkil edir. Hər iki variantda dayağa yaxın hissədə şaquli yerdəyişmə nəzərə alınmayacaq qədər azdır (müvafiq olaraq 2,46 və 2,65 mm). Üst kəmərin 342-352 və 302-308 millərini birləşdirən və konfigurasiya üzrə eyni yerləşmə xarakterli düyünlərdə şaquli yerdəyişmənin qiyməti II qar rayonu və 8 ballıq seysmik yükün təsirinə 13,61 mm, II qar rayonu və 9 ballıq seysmik yükün təsirinə 16,43 mm təşkil edir.

Beləliklə, 9 ballıq seysmiki zonada zəlzələ yükünün 8 ballıq zonaya nəzərən 2 dəfə çox olmasına baxmayaraq, maksimal (aşırımın ortasında) şaquli yerdəyişmələrin fərqi 17% təşkil edir.

Aşırımın ortasında 8 ballıq ərazidə alınmış nəticələrin 9 ballıq ilə müqayisədə müvafiq yerdəyişmələrin qiymətinin fərqi 4,25 mm, bu göstəricinin aşırıma olan nisbəti isə $f/l=1/4200$, yerdəyişmənin tavanın qalınlığına nisbəti isə $1/500$ alınmışdır. Bu nəticə tavanın əyilmədə sərtliyinin çox böyük olmasını göstərir.

Bütün bunları nəzərə alaraq aşağıdakı nəticələrə gəlmək olar:

1. Yükün intensivliyinin dəyişməsinə baxmayaraq dayağa yaxın hissədə gərginliklər kəmərlərdə yox, şəbəkə milləri vasitəsi ilə qəbul olunur. Dayağa yaxın hissədə kəmərlərinin en kəskin ölçüləri araşdırılan intervallarda dəyişmir.
2. 8 və 9 ballıq zəlzələ zonasında I və II qar rayonlarında tikiləcək struktur konstruksiyaların kəmərlərinin en kəskinlərini ərazidən asılı olaraq eyni qəbul etmək mümkündür və bu halda yalnız şəbəkə millərinin en kəskin ölçülərini dəyişdirməsi zəruridir.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat:

1. AzDTN 23.3-1 “Seysmik rayonlarda tikinti”. Bakı, 2009-cu il.
2. AzDTN 2.1-1 “Yüklər və təsirlər”. Bakı, 2015-ci il.
3. AzDTN 2.18-1 “Polad konstruksiyaları. Layihələndirmə normaları”, Bakı, 2015-ci il.
4. Трофимов В.И., Бегун Г.Б. Структур. Москва, 1972.
5. Песчанский П.С., Пугачевская Л.М. : Металлические решетчатые пространственные конструкции за рубежом. Москва, 1974.
6. Щадурский В.Л. Таблицы для расчета прямоугольных плит. М. Стройиздат, 1976.

UOT 691.32:391.328

NÜFUZEDİCİ TƏSİRLİ HİDROİZOLYASIYA

*tex.üZRƏ.f.d. Poluxov İ.X. FHN/ TTNDA/Dövlət Ekspertiza Baş İdarəsi,
memar Rzayev Ş.B. "İzolbeton" MMC*

ПРОНИКАЮЩАЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ

*к.т.н. Полухов И.Х. Главное Управление Вневедомственной Государственной Экспертизы,
архитектор Рзаев Ш.Б. ООО "İzolbeton"*

PENETRATING WATERPROOFING

*Ph.d in tekh. sc. Polukhov İ.Kh. MES/General Administrative office for State Expertise
architect Rzayev S.B. "İzolbeton" LTD*

Xülasə: Məqalədə beton tərkibindəki sement və hidroizolyasiya əlavələrinin tərkibindəki aktiv mineral komponentlərin reaksiyası nəticəsində kristallik baryerlərin yaranması və bunun hesabına köhnə betonun bərpası və təmiri, yeni betonun sukeçirməzliyi, möhkəmliyi və aqressiv mühitlərə dayanıqlığının yüksəldilməsi məsələləri nəzərdən keçirilmişdir.

Açar sözlər: Betonun sukeçirməzliyi, betonun korroziyası, kapillyar nüfuzedici hidroizolyasiya, osmotik sorma, sementin hidratasiyası, kalmatron, kolmatasiya, kristallik baryer, betonun bərpası.

Аннотация: В статье рассмотрены вопросы по восстановлению старого и увеличению прочности, водонепроницаемости, стойкости к агрессивным средам и др. нового бетона путем применения капиллярных проникающих материалов на специальной цементной основе, действующих за счет создания кристаллических барьеров полученных с помощью реакции между активными минеральными компонентами этих материалов и цементом находящимся в составе бетона.

Ключевые слова: Гидроизоляция бетона, коррозия бетона, капиллярная проникающая гидроизоляция, осмотический подсос, гидратация цемента, кальматрон, кольматация, кристаллический барьер, восстановление бетона.

Summary: The article discusses the restoration of the old and increase the strength of water resistance, resistance to violent environments, etc. of the new concrete by applying the capillary penetration of materials on special cement-based, operating through the creation of crystalline barriers obtained by reaction between the active mineral components of these materials and cement in the concrete.

Keywords: Waterproofing of concrete, corrosion of concrete, capillary penetrating waterproofing, osmotic suction, cement hydration, kalmatron, colmatation, crystal barrier, concrete restoration.

Nüfuzedici təsirli hidroizolyasiyaların inşaat sənayesində tətbiqinə XX əsrin 50-60-cı illərindən başlanıb. Beton istehsalı və tətbiqinin bütün mərhələlərində insan amilindən geniş istifadənin yaratdığı problemlər, habelə betonun özəl xüsusiyyətlərindən irəli gələn çatışmazlıqlar (sukeçirməzlik, saxtayadavamlılıq və möhkəmliyin azalması, aqressiv mühitlərə, radiasiyaya, korroziyaya aşağı dayanıqlıq və s.), klassik hidroizolyasiyaların (yapışdırma və bükmə-rulon izolyasiyalar) aşağı səmərəliliyi həmin qüsurların optimal həllini, prinsipcə yeni texnologiyalar əsasında yeni materialların hazırlanması və tətbiqini zəruri etmişdir. Hələ XX əsrin 50-ci illərindən Avropada (Danimarka) və 90-cı illərdən isə SSRİ-də (sonra isə Rusiya Federasiyası-Xabarovsk, Novosibirsk) nanotexnologiyalar əsasında

hazırlanan və ən müxtəlif tikinti obyektləri və mühəndisi qurğularda işlədilən nüfuzedici təsirli hidroizolyasiyalar məlum izolyasiyalardan fərqli olaraq mühafizə edəcəyi səthin üzərində bilavasitə bir lay (qat) şəklində qalmır, yaxıldıği səthin dərinliklərinə nüfuz edərək (osmotik sorma vasitəsilə) mövcud rütubətin (nəmişliyin) hesabına divar (döşəmə və s.) betonundakı sementlə reaksiyaya girərək kristallaşır ki, bu da öz növbəsində həm "+", həm də "-" istiqamətdə rütubətin qarşısına keçilməz sədd yaradır.

Optimal xüsusiyyətlərə malik betonun əldə olunması üçün onun tərkibindəki sementin və digər komponentlərin faza və kimyəvi tərkibi mükəmməl seçilməkdən savayı betonun məsaməliliyinə nəzarət mühümdür. Kapilyar nüfuzedici təsirli hidroizolyasiya materiallarından hazırlanmış mühafizə kompozisiyaları beton, dəmir-beton və kərpic hörgülərin möhkəmlik və antikorroziya xüsusiyyətlərinin bərpasına xidmət edir.

Çoxillik tədqiqatların nəticələrinə görə 95 %-ə qədər əksər yeraltı və dərinləşdirilmiş qurğularda hidroizolyasiya sistemləri sıradan çıxır ki, bu da istismarın erkən mərhələsində baş verir və dəmir-beton konstruksiyaların sürətlə aşınmasına səbəb olur. Bunun səbəbi tikinti vəsaitinə qənaət olunması və ya tamamilə hidroizolyasiya quraşdırılmasından imtina edilməsi, habelə layihələndirmə səhvləri və keyfiyyətsiz materiallar seçilməsi və ya onlardan düzgün istifadə olunmamasıdır. Belə qurğuların təmiri əlavə maliyyə və əmək məsrəfləri tələb edir.

Keyfiyyətli hidroizolyasiya məsələsi həm köhnə, həm də yeni, çoxmərtəbəli tikililər üçün aktualdır. Fərqi isə ondadır ki, əgər yeni tikilən binalarda xarici hidroizolyasiya yerinə yetirilsə, köhnə binalarda konstruktiv baxımdan və ya iqtisadi nöqteyi-nəzərdən bu mümkün olmadığından hidroizolyasiya daxildən yerinə yetirilir. Binaanın istismarı zamanı hidroizolyasiya qatının işin öhdəsindən gəlmədiyi və xarici suyu buraxdığı məlum olarsa problemi 2 üsulla həll etmək olar:

1. Suyun sızdığı yerdə bünövrənin hündürlüyü qazılır, hidroizolyasiya qatı təmir olunur. Əgər divarlar bükmə və ya püskürmə hidroizolyasiya ilə örtülmüşdürsə zirzəmidə aşkar edilən sızma yeri ilə hidroizolyasiya qatının pozulduğu yer üst-üstə düşməyə bilər. Dəlikdən daxil olan su beton divarla material arasında çox "gəzdikdən" sonra sızma nöqtəsindən deyil zirzəminin tamamilə fərqli bir yerində üzə çıxar. Belə halda onu tapmaq müşkülə çevrilir və bütün hidroizolyasiya qatını soymaq və hidroizolyasiyanı yenidən işləmək lazımdır.
2. Təmir işlərini zirzəmi daxilində xüsusi hidroizolyasiya materialları ilə yerinə yetirmək lazımdır. Ancaq nüfuzedici hidroizolyasiya yerləşmə daxilindən həmin işlərin yerinə yetirilməsinə imkan verir.

Bəs bu nəyin hesabına baş verir? Ümumiyyətlə, nüfuzedici hidroizolyasiya əlavələri nədir və necə olur ki, digər izolyasiyaların tətbiqinə imkan verməyən (və ya birmənalı şəkildə çətinləşdirən) nəmişlik nüfuzedici izolyasiya materialları üçün hətta zəruri bir komponentə çevrilir?

Məsələ burasındadır ki, bu suallara Rusiya və dünyanın bir-sıra nüfuzlu elmi-tədqiqat və peşəkar sahə institutları (məsələn, dəmir-beton konstruksiyalar, radiasiya, sanitariya-epidemioloji və s. sahələr) kifayət qədər səmimi tədqiqatlarla cavab vermiş və bunların əsasında Rusiyada hələ 2015-ci ildə bu sahənin işini tənzim edən P 56703 sayılı dövlət standartı (QOST) qəbul edilmişdir. Respublikamızda da həmin standartın əsasında kapilyar nüfuzedici təsirli hidroizolyasiya materiallarının tətbiqinə icazə verilmişdir. Belə ki, "Kalmatron" (Rusiya) şirkətlər qrupunun Azərbaycan üzrə təmsilçisi "İzolbeton" MMC-nin müraciətinə Azərbaycan

Standartlaşdırma İnstitutunun cavabında bu sahədə milli standartlar qəbul olunana qədər “Kalmatron” hidroizolyasiya materiallarından istifadəyə yuxarıda göstərilən standartlar əsasında tətbiqinə etiraz edilməmiş və sözügedən QOST respublika standartlaşma üzrə normativ sənədlər reyestrinə daxil edilmişdir.

Müxtəlif metodlarla hesabat nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, nüfuzedici hidroizolyasiya materiallarının tərkibinin əsasını qələvi (Na) və qələvi torpaq (Ca) metallarının duzları təşkil edir. Beləliklə, materialın komponentləri portlandsementin təkibindəki maddələrlə identikdir, ancaq konsentrasiyaları müxtəlifdir. Bu da imkan verir ki, təmir olunan səthin emalı zamanı konsentrasiyalar eyniləşdiyindən məsələlərin dolması təmin olunur, nəticədə betonun cismində suyun hərəkəti dayanır. Kalmatron materiallar sırasından istifadə olunması beton konstruksiyasının cismindən suyun filtrasiyasını istisna edir. Nüfuzedici hidroizolyasiya materiallarının effektivliyi köhnə betonların materiallarının regenerasiyası zamanı daha parlaq şəkildə üzə çıxır, sukeçirməzlik W2-dən ən azı W12-yə yüksəlir. Habelə, betonun möhkəmliyi və şaxtaya davamlılığı artır. Nüfuzetmə dərinliyi bütün cəbhə boyu 15 sm-ə çatır. Bununla belə, beton buxar (hava) keçiriciliyini saxlayır ki, məhz örtüyün “nəfəsalma” qabiliyyəti həm tikinti materiallarının “sağlamlığı” üçün, həm də insanların sağlamlığı üçün çox mühümdür.

Kapilyar nüfuzedici təsirli hidroizolyasiya kompozitlərinin istifadəsini zəruri edən digər xüsusiyyətlərinə nəzər salaq:

Mühafizə tərkibinin üstünlüyü istər təbii, istərsə də texnogen xarakterli müxtəlif növ aqressiyalara dayanıqlığıdır. 1,5-2,0 mm qalınlığında nüfuzedici hidroizolyasiya qatı betonu 50 il ərzində yumşaq su ilə yuyulmadan qoruyur.

Nüfuzedici hidroizolyasiya tətbiq edilməsi betonu maşın yağları və solyar üçün keçilməz edir. Mühafizə örtüklü betonun turşu korroziyasının sürəti ən azı 15 dəfə azalır. Nüfuzedici hidroizolyasiya betonun karbonizasiyasını xeyli azaldır və xlor duzlarının betona nüfuzunun sürətini aşağı salır. Bu zaman nüfuzedici hidroizolyasiya armaturun korroziyasına səbəb olmur və betonun polad armatura nisbətən passivləşdirmə təsirini aşağı salmır. Bu, sementin hidratasiyası gedişində əmələ gələn və betonun korroziyasının səbəblərindən biri olan azad kalsium-hidroksidlə rabitə yaradılması hesabına əldə edilir. Nüfuzedici hidroizolyasiya örtüyünün qaz korroziyasından qoruma qabiliyyəti kanalizasiya kollektorlarının mühafizəsində aktiv istifadə edilir.

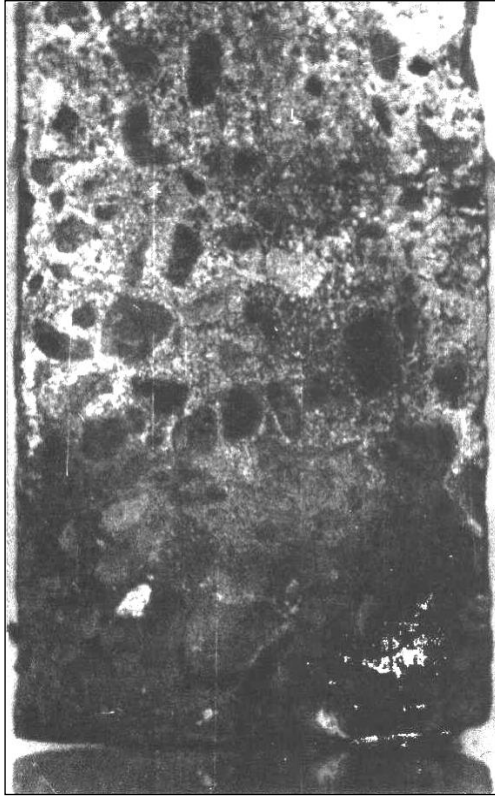
Nüfuzedici hidroizolyasiya tərkibi biosid xüsusiyyətlərinə malikdir ki, bu da onun yeyinti sənayesi və kənd təsərrüfatı obyektlərinin təmir və tikintisində tətbiqini aktuallaşdırır. Əlavə edək ki, məhlulun hazırlanması və işlədilməsi sadə, işləyənlərin həyatı və sağlamlığı üçün təhlükəsizdir, üstünlükləri isə şəxsizdir:

- Yüksək sukeçirməzlik – 2-4 pillə və daha artıq;
- Yüksək şaxtayadavamlılıq - ən azı 100 sikl artırır;
- Yüksək dayanıqlıq – aqressiv (turşu və qələvi) mühitlərə;
- Sıxılda möhkəmlik – 28 günlük tərkiblər ən azı 50 MPa möhkəmlik alır;
- Yüksək adgeziya – betonla ən azı 2,0 MPa adgeziyaya malikdir.

Sözsüz, mühafizə materialının betonla uyğunluğunun təmin olunması onun maye və qaza bənzər fazalarının betonun kapilyar-məsələli strukturuna etibarlı nüfuzetməsi zamanı mümkündür. Mahiyyət etibarlı ilə elektrolit məhlullarının betona nüfuz etməsi məhlulun

“ələk” effektinə uyğun olaraq müxtəlif konsentrasiyalı məhlullara lay-lay ayrılması ilə müşayiət edilən “strukturun osmotik nəmlənməsi” kimi müəyyən olunur.

Şəkil 1-də öncədən aşağı köndələn səthdən məhlulla doyurulmuş beton silindrin qurudulmuş mişarlanma izidir. Yaxşı görüldüyü kimi aşağıdan sorma səthində duzlar yoxdur, ondan yuxarıda isə aktiv duzlaşma zonası görünür.



Beton strukturun ion nüfuz
etməsi sahəsi

Beton strukturun molekulyar
nüfuz etməsi sahəsi

*Nümunənin köndələn istiqamətdən
məhlulla dolğunlaşması*

Şəkil 1. Köndələn istiqamətdən məhlulla dolğunlaşmış beton silindrin mişarlanması.

Beləliklə, məhlulun molekulyar (su və zəif məhlullar üçün) və ion nüfuzetməsi sahələri üzrə laylanma imkanı nüfuzetmə materialına beton strukturunun dərinliklərinə müdaxilə etməsini təmin edir. Sıxlığı 2200kq/m³-ə qədər olan betonlar üçün nüfuzetmə dərinliyi 150mm, sıxlığı 2400 kq/m³ olan betonlar üçün isə 5-28 mm təşkil edir. Bu effekt konstruksiyanın səthin təmiz strukturuna qədər təmizlənməsi əhəmiyyətindən yan keçməyə imkan verir. Səthin su ilə isladılması kifayət edir.

Nüfuzedicilə hidroizolyasiyanın effektivliyi həm də mühafizə olunan betonun yaşından asılıdır. Cavan beton daha çox miqdarda kalsium–hidroksid kapillyar tərkiblə rabitəyə girir. Sərbəst kalsium-hidroksidin miqdarı azaldıqca, beton daha uzunömürlü olur. Həmin əlavələrdən istifadə nəticəsində beton məsələlərinin ölçülərinin kiçildilməsi və strukturunun sıxlaşdırılması hesabına betonun sukeçirməzliyi ən azı 2-4 pillə, şaxtaya davamlılıq 50 tsikl artırmağa imkan verir, betonun möhkəmlik markası yüksəlir, aqressiv mühitlərə dayanıqlığı artır. Yəqindir ki, universal mühafizə kompozisiyası yaratmaq qeyri-mümkündür, belə ki, təmir dövrü başlanğıc xarakteristikalarından, istismar şəraitindən və yaşından asılı olaraq beton naməlum aşınma dərəcəsinə malik olur. Sement daşının kristallik və amorf fazalarında

heç olmasa xüsusi çəki nisbətlərini statik dayanıqlı təqribi qiymətləndirilməsi mümkün olmaması bizi qeyri–tsiklik proseslər üçün təmirlərarası müddətin səhih hesablama aparatını yaratmaq imkanından məhrum edir.

Nəticələr

Beləliklə, betonun bərpası və təmiri, habelə möhkəmlik, sukeçirməzlik, şaxtaya və aqressiv mühitlərə dayanıqlıq və s. fiziki- kimyəvi xarakteristikalarının yüksəldilməsi kapillyar nüfuzedicisi təsirli hidroizolyasiya materiallarının hesabına daha səmərəli şəkildə mümkündür:

1. Nüfuzedicisi təsirli hidroizolyasiya materialları təmir və bərpa olunan betonla həmcinsdir yəni sement əsaslıdır.
2. Digər materiallardan fərqli olaraq beton səthin nəmliyindən “yararlanması”–bu zaman səthin qurudulmasına nəinki ehtiyac olmur, hətta xüsusi şəkildə isladılması tələb olunur.
3. Nüfuz etmiş hidroizolyasiya materialı yaratdığı kristallik baryer hesabına keçirməzliyi yüksəldir.
4. Bu materiallar armaturun korroziyasına səbəb olmur, onların mühafizəsini yüksəldir.
5. Kapillyar nüfuzedicisi hidroizolyasiya materiallarının inkişaf etmiş ölkələrdəki tətbiq praktikasının uğurlu nəticələri bu materialların ölkəmizdə daha geniş miqyasda istifadəsinə zərurəti reallaşdırır.

İstifadə olunmuş ədəbiyyatlar

1. Alexandrovsky S.V. The creep of concrete. Moscow. 1975.
2. Emmons P.H., Vaysburd A.M. Long-term durability of concrete repairs under severe environments, Structural Preservation Systems, Inc., Baltimore, MD, USA, pp.709-716. ??
3. Kreijeger P.C. Inhomogeneity in concrete and its effect on degradation: a review of technology, Protection of concrete, Conference of Dundee, Scotland, UK, p.p. 31-52 (11-13 September, 1990).
4. Neville A.M. Properties of concrete, New York, 1993.
5. Vaysburd A.M. Some Durability Considerations for Evaluation and Repairing Concrete Structures, Structural Preservation Systems, Inc., Baltimore, pp.29-35,(1993).

UOT 691.32:391.328

"PENETRON" SİSTEMLİ MATERİALLAR HAQQINDA

*t.e.n. Zeynalov L.M. və t.e.n. Rüstəmov E.C. FHN TTNDA Dövlət Ekspertiza Baş İdarəsi,
Məmmədov K.H. "Penetron Azərbaycan" MMC-nin direktoru,
doktorant Zeynalov M.L. "Granproje" MMC*

О СИСТЕМНЫХ МАТЕРИАЛАХ “ ПЕНЕТРОН”

*к.т.н. Зейналов Л.М. и к.т.н. Рустамов Э.Д.
ГАНБС Главное Управление Вневедомственной Государственной Экспертизы,
Мамедов К.Г. директор ООО "Пенетрон Азербайджан",
докторант. Зейналов М.Л. ООО " Granproje"*

ABOUT "PENETRON" SYSTEM MATERIALS

*Ph.d in tech. sc. Zeynalov L.M. and phd in tech. sc. Rustamov E.J.
General Administrative office for State Expertise;
Mammadov K.H. director of "Penetron Azerbaijan",
doctorand Zeynalov M.L. "Granproje" LLC*

Xülasə: Məqalədə "Penetron" sistemli nüfuzedicilə izolyasiya materialları ilə mühafizənin klassik izolyasiya üsullarına nisbətən üstünlükləri haqqında qısa məlumat verilir, beton və dəmirbeton konstruksiyaların sukeçirməzliyinin və korroziyaya davamlılığının artırılması şərh olunur. "Penetron" materiallarının kifayət qədər normativ əsaslara malik olduğu və Azərbaycanda da uğurla tətbiq edildiyi qeyd olunur.

Açar sözləri: Penetron, admiks, nüfuzedicilə hidroizolyasiya, korroziya, aqressiv mühit.

Аннотация: В статье дана краткая информация о преимуществах материалов системной проникающей гидроизоляции "Пенетрон" по отношению к классическим способам гидроизоляции, говорится о повышении водонепроницаемости и коррозионной устойчивости бетонных и железобетонных конструкций. Отмечается, что "Penetron" материалы имеют достаточную нормативную базу и успешно применяются в Азербайджане.

Ключевые слова: Пенетрон, адмикс, проникающая гидроизоляция, коррозия, агрессивная среда.

Summary: In this article, a brief overview is given on the advantages of the "Penetron" penetrating insulation materials compared to the classic insulation methods, and increase of waterproofing and corrosion resistance of concrete and reinforced concrete structures is explained. It is noted that the Penetron materials have normative bases and are successfully applied in Azerbaijan.

Key words: Penetron, admix, waterproofing, corrosion, aggressive environment, penetrating.

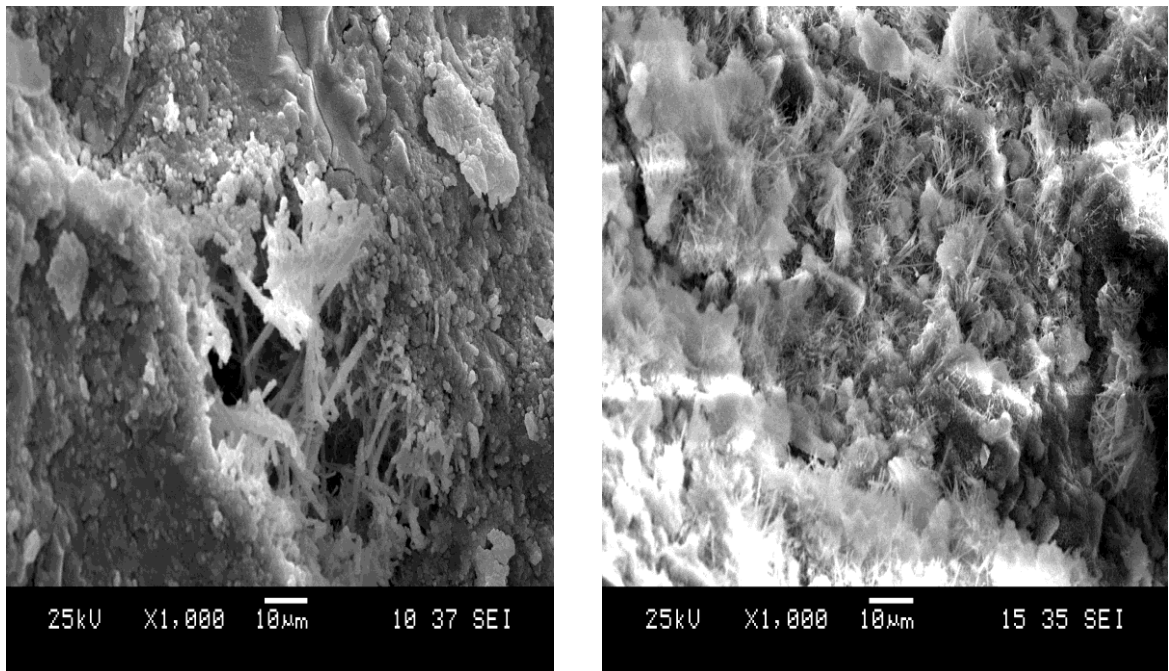
Sukeçirməzlik və su izolyasiya problemlərinə bir neçə aspektdən baxmaq və müvafiq həllər qəbul etmək lazım gəlir. Dəmir-beton konstruksiyalarının sukeçirməzliyi bir tərəfdən qurğunun izolyasiyası, digər tərəfdən isə konstruksiyanın özünün mühafizəsi baxımından əhəmiyyət kəsb edir.

Hovuzların, yeraltı tikililərin (zirzəmilərin), atmosfer təsirlərinə məruz qalan divar, örtük hissələrinin su buraxmaması birbaşa istismar tələbidirsə, ümumilikdə dəmir-beton konstruksiyasında su keçirməzlik konstruksiyasının, xüsusi ilə, onun tərkibindəki armaturun korroziyadan mühafizə məsələsidir.

Məlumdur ki, konstruksiyaların su buraxmazlığını təmin etmək məqsədi ilə onun səthi su keçirməyən materiallarla örtülür. Bu üsulun müsbət və mənfi cəhətlərini ətraflı izah etmək məqsədimiz deyil. Lakin, bütün hallarda bu tip izolyasiyanın uzunömürlü olmadığı, xarici təsirlərə, eləcə də, mexaniki təsirlərə davamlı olmadığı aydındır. Konstruksiyanın korroziyadan qorunması baxımından da bu cür örtmə daha az əhəmiyyətlidir.

Betonun bərkiməsi dövründə onun strukturunda müxtəlif qüvvə və yığılma çatları, ətraf mühitin təsirindən temperatur-deformasiya çatları, sonrakı istismar dövrü hesabi yüklərdən konstruksiyanın dartılan zonası yaranan gərginliyin betonun R_{bt} dartılma müqavimətini keçməsindən qüvvə çatları yaranır. Normal halda bu çatların eni 0.3-0.4 mm-ə qədər olur və konstruksiyanın səthi üzrə xeyli sahəni əhatə edir. Bunlardan əlavə betonlama zamanı konstruksiyada müxtəlif ölçülü və formalı boşluqların, soyuq tikişlərin olması mümkündür. Göstərilən çatlardan, boşluqlardan konstruksiyaya daxil olan su armaturun korroziyasına səbəb olur. Aqressiv mühitdə isə bu proses qısa müddətdə təhlükəli həddə çatır, ümumilikdə konstruksiyanın zəifləməsinə, hətta yükəgötürmə qabiliyyətinin itirilməsinə gətirib çıxarır.

Problemin həlli istiqamətində aparılan tədqiqatların nəticəsi olaraq səth izolyasiyalarından tam fərqli və dəfələrlə effektiv nüfuzedic materiallarla izolyasiya texnologiyası yaradıldı. Bu texnologiyanın məğzi ondadır ki, konstruksiyanın strukturundakı boşluqlar nəmli mühitdə, nüfuzedic materialların təsirindən yaranan və suda həll olmayan, kimyəvi dayanıqlı kristallarla dolur (şəkil 1)



Şəkil 1.

Bu tip materiallardan olan "Penetron" sistemli materialların yaradıcısı və ilk istehsalçısı ICS/Penetron International LTD (ABŞ) olmuşdur və bu gün şirkət betonun izolyasiyası, mühafizəsi və bərpası üzrə materialların istehsalında dünya lideri sayılır.

"Penetron" sistemli materiallar 50 ildən artıqdır ki, dünyanın 90-dan artıq ölkəsində, o cümlədən, Rusiyada 1989-cu ildən tətbiq olunur.

2004-cü ildən "Penetron" hidroizolyasiya materialı istehsalına başlayan Yekaterinburq zavodu bu gün həm ISO 9001:2000, həm də, ГОСТ P sistemlərində sertifikatlara malikdir və onun məhsulları dünyanın bir çox iri tikinti obyektlərində tətbiq olunmaqdadır.

"Penetron" sistemli izolyasiya materialları təyinatından asılı olaraq aşağıdakı əsas növlər şəklində istifadə olunurlar [1]:

Penetron - səthə sürtülərək yığma və monolit beton və dəmir-beton konstruksiyaların daxilinə nüfuz etməklə onu bütün qalınlıqda izolyasiya edir. Çatların, tikişlərin, birləşmələrin izolyasiyası üçün "Penekrit", təzyiqli axımların dayandırılması üçün "Peneplaq" və ya "Vaterplaq" materialları ilə birlikdə işlədilir.

Penekrit - istifadəsinin rahatlığı, yüksək möhkəmliyi, yığılması, beton, metal, daşla möhkəm yapışma xüsusiyyətləri ilə fərqlənir və konstruksiyadakı tikişlərin, çatların, birləşmələrin, kommunikasiya xətləri ətraflarının hidroizolyasiyasında tətbiq olunur.

Penebar - hidrostatik təzyiqlə yüksək davamlı özünü genişləndirən elastik kompozision material olub yeraltı və yerüstü qurğuların üfüqi və şaquli, işçi və konstruktiv tikişlərin germetikləşdirilməsi və izolyasiyası məqsədi ilə işlədilir.

Peneplaq, vaterplaq - qısa müddətdə bərkimə və həmin dövrdə genişlənmə xüsusiyyətinə malik olan materiallar kimi konstruksiyadakı təzyiqli axımın qarşısını anı alır.

Penetron admiks - konstruksiyanın bütün qalınlığının hidroizolyasiyası məqsədi ilə elementin hazırlanması mərhələsində betona qatqı kimi işlədilir. Həm də betonu aqressiv mühitin təsirindən etibarlı şəkildə qoruyur.

"Penetron" sistemli materialların tərkibi əsasən xüsusi sementdən müəyyən qranulometrikliyə malik kvars qumundan, aktiv kimyəvi komponentlərdən ibarətdir.

Ekoloji, gigiyenik, kimyəvi, radiasiya, partlayış və digər zərərli təsirlərə malik deyil, uzunömürlüdür (konstruksiyanın mövcud olduğu bütün dövr üçün), saxlanması, daşınması, istifadəsi sadə və rahatdır.

"Penetron" materialların beton və dəmir-beton konstruksiyalarına təsirinin xarakterini öyrənmək məqsədi ilə aparılmış bir sıra tədqiqat işləri göstərmişdir ki, betonun strukturundakı çatlarda və boşluqlarda sərbəst suyun olduğu halda səthə sürtülmüş və ya betona qatılmış "penetron" materiallarının təsirindən həmin boşluqlarda yeni kristallar yaranaraq bərkimiş betonun sərbəst həcmələrini doldurur. Nəticədə çatlar "bitişir", betonun çatlarında əmələ gəlmiş yeni kristallar suyun daxil olmasının qarşısını almaqla (hidroizolyasiya effekti) yanaşı, hesabi en kəsiyin bütövlüyünü bərpa edir, onun ilkin (çatsız) möhkəmliyi və sərtliyi təmin olunur. Yekaterinburq şəhərində yeraltı avtomobil dayanacağına xarici hidroizolyasiyasız, "Penetron admiks" qatqısı ilə hazırlanmış örtük konstruksiyasında aparılmış uzunmüddətli tədqiqatların nəticələrini misal göstərmək olar [3].

Heç bir əlavə izolyasiya tədbiri yerinə yetirilmədən, ancaq "Penetron admiks" əlavəsi ilə hazırlanmış açıq örtükdə, hətta statik və dinamik yükləmə ilə 0.2-0.3 mm ölçülü qüvvə çatları yaradıldıqdan sonra da 43 ay müddətində su keçmə halına rast gəlinməmişdir. Daha maraqlı nəticə çat açılmış hissələrdən götürülmüş nümunələrdə alınmışdır. Çatlı nümunələrin sukeçirməzliyi WO olduğu halda, 45 sutka su mühitində saxlanılan nümunələrdə W20-yə qədər yüksəlmişdir.

Beləliklə, tərkibində "Penetron" materialı olan dəmir-beton konstruksiyaların çatlarının sulu mühidə yaranmış kristallarla bağlandığı, beton strukturunda "özözünə müalicə" hadisəsinin baş verdiyi bir daha təsdiqlənmişdir.

"Penetron" sistemli materialların istifadəsi ilə beton konstruksiyaların korroziyaya davamlılığının artırılması da bir sıra tədqiqatlarla təsdiqlənmişdir. Buna səbəb də ilk növbədə "Penetronun" nüfuzəci hidroizolyasiya xarakterli olmasıdır.

Sement daşının aqressiv mühitdə işini qiymətləndirmək üçün $K=R_{aqr}/R_{norm}$ – korroziyaya davamlılıq əmsalından istifadə etmək olar. Burada R_{aqr} – aqressiv mühitdə, R_{norm} – həmçinin, normal mühitdə saxlanılan nümunənin sıxılmada möhkəmliyidir.

B.N.Yelsin adına Ural Federal Universitetində aparılmış tədqiqatlar təsdiq etmişdir ki, "Penetron" sistemli materialların istifadə olunduğu nümunələrin R_{aqr} aqressiv mühitdəki möhkəmliyi adi nümunələrdəkindən (R_{norm}) xeyli artıq olur və aqressiv mühitdə uzunmüddətli saxlanılan nümunələrdə korroziyaya davamlılıq əmsalı (k) azalmır [4].

"Penetron" sistemli izolyasiya materialları bir sıra ölkələrdə sertifikatlaşdırılmışdır, müxtəlif konstruksiyalarda, qurğularda tətbiq edilmək üçün bir tipli detallar, düyünlər işlənmişdir. Misal olaraq "ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ"-nm (Moskva) hazırladığı "Monolit və yığma beton və dəmirbeton yeraltı konstruksiyaların və istifadədə olan örtüklərin Penetron sistemli materialların tətbiqi ilə hidroizolyasiyası" albomu göstərmək olar [2]. Albomda penetronun istifadə etməklə örtüklərin layihələndirilməsinə və müxtəlif təyinatlı konstruksiyalarının hidroizolyasiyasına aid materiallar, cizgilər verilmişdir.

СРД "РСПППГ" tərəfindən işlənmiş "Texnoloji Reqlament"-də penetron sistemli materialların təyinatı, təsir prinsipi, xüsusiyyətləri, tətbiq sahələri, istifadə üçün tərkibin hazırlanması, istifadə texnologiyası və digər məsələləri haqqında geniş məlumat verilmişdir [1]. Reqlament bir sıra aparıcı elmi mərkəzlərdə, o cümlədən, ГУП "НИИЖБ"-də və ВНИИ "ЖЕЛЕЗО-БЕТОН"- da aparılmış tədqiqatlar əsasında tərtib olunmuşdur.



Şəkil 2.

S.Ə.Dadaşov adına ETLKİMİ-də aparılmış tədqiqatların nəticələri göstərmişdir ki, 1% "Penetron Admiks" qatılmış beton nümunələrin sukeçirməzlik göstəriciləri ən azı 2 dəfə artır. "Taxtakörpü" su anbarının tikinti ilə bağlı aparılmış sınaqda da oxşar nəticələr alınmışdır.

"Penetron" Azərbaycanda da müvəffəqiyyətlə tətbiq olunmaqdadır. Misal olaraq "Bakı Metropoliteni" QSC tunellərin təmirini (2007-ci ildən, bax şəkil 2), "Azenco" ASC Mingəçevir Su Elektrik Stansiyasında derevasiya qalereyasının deformasiya tikişlərinin hidroizolyasiyasını (2012-2108-ci illər), "Azərsu" ASC Ceyranbatan Ultrasüzgəclli Sutəmizləyici Qurğular Kompleksində Kimyasal depoların izolyasiyasını (2012-2018-ci illər), "Pasha İnşaat" MMC - Caspian Waterfront və digər layihələr üzrə işləri (2009-cu ildən)) göstərmək olar.

Nəticələr:

1. "Penetron" sistemli materialların tətbiqi beton və dəmir-beton konstruksiyaların sukeçirməzliyini, korroziyaya davamlılığını etibarlı şəkildə təmin edir.
2. "Penetron" vasitəsi ilə hər hansı digər izolyasiya tədbiri görmədən konstruksiyayı və qurğunu tam mühafizə etmək, hətta beton, dəmir-beton konstruksiyalarındakı çatları, boşluqları aradan qaldırmaq olar.
3. Qonşu respublikalarda, o cümlədən, Rusiya Federasiyasında "Penetron" sistemli materiallar yetərinə istehsal olunur və müvafiq texniki əsaslandırma sənədləri ilə təmin edilmişdir. Azərbaycanda da kifayət qədər tətbiq olunduğunu nəzərə almaqla müvafiq normativ sənədlərin hazırlanması məqsədəuyğundur.

İstifadə olunmuş ədəbiyyatlar:

1. Технологический Регламент на проектирование и выполнение работ по гидроизоляции и антикоррозионной защите монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций СРО "РСППГ", Москва, 2008.
2. Шифр М27.16/2008 Подземная гидроизоляция монолитных и сборных бетонных и железобетонных конструкций и эксплуатируемых кровель с применением материалов системы Пенетрон. Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов. ОАО "ЦНИИПРОМЗДАНИЙ", Москва, 2008.
3. Д.В.Балакин, Д.А.Ермолаев, П.Ю.Исаков, Ю.Н.Карнет. Использование гидроизоляционной добавки "Пенетрон Адмикс" для исключения внешней гидроизоляции подземных железобетонных конструкций. ООО ИВЦ "Технология", Екатеринбург, 2017.
4. Ф.Л.Капустин, А.М.Спиридонова, Е.П.Помазкин. Применение проникающей гидроизоляции для повышения коррозионной стойкости цементного камня. БСТ Наука 2,0, №11, 2015.

UOT 624.01.07

**YERALTI FİBROBETON BORULARIN GƏRGİNLİK-DEFORMASIYA
HALININ ARAŞDIRILMASI**

T.Əliyev¹, N.Məstanzadə², T.Rüstəmli³

¹ Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, ² S.Ə.Dadaşov adına ETLKİMİ,
³"Gidrotransproyekt" ETM MMC, Bakı şəhəri

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ФИБРОБЕТОННЫХ ТРУБ**

T.Алиев¹, Н.Мастанзаде², Т.Рустамлы³

¹ Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства,
² НИПКИ строительных материалов им.С.А.Дадашева, ³"Гидротранспроект" ЕТМ ММС

**RESEARCH ON STRESS-STRAIN STATE OF UNDERGROUND
FIBER CONCRETE SEWER PIPES**

T.Aliyev¹, N.Mastanzade², T.Rustamli³

*1.Azerbaijan University of Architecture and Construction,
2.Research and Design Intitute of building materials after named S.A.Dadashev,
3"Gidrotransproyekt" ETM MMC, Baku*

Xülasə: Məqalədə quru vibropresləmə üsulu ilə hazırlanan fibrobeton su-kanalizasiya borularının gərginlik-deformasiya halına baxılır. Fibrobeton borunun mexaniki xüsusiyyətlərini - elastiklik modulu, Puasson əmsalı, dartılma qüvvəsini təyin etmək üçün S.Ə.Dadaşov adına İnşaat Materialları Elmi-Tədqiqat İnstitutunun sınaq poliqonunda laboratoriya şəraitində əyilmə, çatadavamlılıq, dartılma və yarıma sınaqları keçirilmişdir. Sınaqlarda "Kemerix" şirkətinin istehsalı olan polad fibrələr istifadə edilmişdir. İşdə fibrobeton boruların sınağı aparılmışdır. Məqalədə dəmir-beton və fibrobeton boru istehsalındakı sərf olunan material və işçi qüvvənin müqayisəsi verilir.

Açar sözlər: fibrobeton, boru, gərginlik, müqavimət, dartılma.

Аннотация: В статье рассматривается напряженно-деформированное состояние фибробетонных водоканализационных труб изготовленных методом сухого вибропрессования. На испытательном полигоне НИИ Строительных Материалов им. С.А.Дадашева были проведены лабораторные испытания фибробетонных образцов на сжатие, изгиб, трещиностойкость, растяжение и раскалывание. Были определены модуль упругости, коэффициент Пуассона и растягивающие нагрузки. При испытании использовались стальные фибры "Кемерих" 3D. В работе приводятся результаты испытания фибробетонных труб. В статье приводятся результаты сравнения сметной стоимости затраченных материалов и рабочей силы для железобетонной и фибробетонной трубы.

Ключевые слова: фибробетон, труба, напряжение, сопротивление, растяжение.

Summary: The stress-strain state of the fiber concrete sewer pipes is presented. For test of mechanical characteristics of fiber concrete pipes – modulus of elasticity, Poisson ratio, tension load laboratory tests in the test hall of research institute of building materials after named S. Dadashev were conducted. Here tests on longitudinal tension, a bend, crack strength and a splitting test were carried out. In tests steel fibers of "Kemerix" company were used. Experimental tests were conducted for determining of the necessary mechanical characteristics. The results of matherials and working force coast of the reinforced concrete and fiber concrete pipes are presented.

Keywords: fiber concrete, pipe, stress, strength, longitudinal tension

Giriş

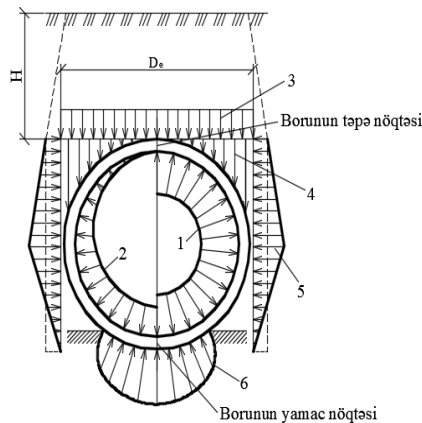
Yeraltı su-kanalizasiya boruları dəmir-betondan hazırlanır, uzunluğu 1-2,5m, diametri Ø600-3000mm arasında dəyişən, 4-6 m dərinlikdə torpaq içərisində bir-birinə qeydirilərək yerləşdirilir. Dəmir-beton boruların hazırlanmasında yaranan problemlərdən - borudaki armatur karkasının mühafizə qatının tələb olunan ölçüdə olmaması, boru üzərində və onun daxili səthində çatların olması, qopmalar və s. boru tikintisinin vaxtını uzadır. Vibropresləmə üsulu ilə borular beton zavodunda hazırlanır. Əgər yeraltı beton borularının möhkəmliyi yetərinə araşdırılıbsa, ona təsir edən quvvələr, və o təsirdən qurğuda yaranan gərginliklər, demək olar ki, hələ də açıq qalır [1, 2]. Zədə alan çox sayda yeraltı boru kəmərlərini təhlil edərək əsas səbəb boyuna dartılma quvvəsinin yaranması olduğu göstərilir [2]. Bu, daha çox qaynaq polad boru kəmərlərin üçün qeydə alınmışdır. Dəmir-beton borular ancaq bir-birinə keçirmə üsulu ilə montaj edildiyinə görə və boruların keçmə məsafəsi 10sm-dən artıq olmadığı üçün torpaq çökməsi və istismar zamanı yaranan eninə quvvədən boruların bir-birindən ayrılma təhlükəsi vardır. Polad armatur əvəzinə fibra liflə armaturlanmış boruların yaradılmasında yuxarıda sadalanan problemlərin azalmasına və aradan qalxmasına nail olmaq mümkündür [4, 6]. Bu zaman armatur karkasdan tam imtina edilə bilər, həm də qaynaq və elektroenerjiyə də qənaət edilir. Betonun dartılmaya müqaviməti artır, nəticədə, boyuna yaranan çatlar və qopmalar baş vermir. İstifadə ediləcək fibranın növünə, ölçüsünə və miqdarına görə boruların dartılma, əyilmə və çatadavamlığının təyin edilməsi üçün əlavə laboratoriya sınaqları keçirilməlidir.

Boruların gərginlik-deformasiya halının araşdırılması

Yeraltı su-kanalizasiya dəmir-beton boruları mühəndis hesablamalarında sərt qəbul edilir və deformasiya olmayan sxem üzrə hesablanır. Yəni, yan qrunnun təpəsi nəzərə alınmır [5]. Borunun ağırlığı və içindəki suyun ağırlığı, borunun ölçüsü, dəmir-betonun və suyun özəl çəkirlərini nəzərə alaraq hesablamaya qatılması vacibdir. Qrunnun şaquli istiqamətdə təzyiqi bərabər yayılan quvvə, boru ilə torpaq arasına qalan torpaq yükü isə dəyişən yayılan quvvə kimi qəbul edilir. Bu quvvənin toplam toplam qiyməti aşağıdakı kimi yazıla bilər:

$$G_g = \gamma_g H D_e k \quad (1)$$

Burada γ_g -qrunnun özəl çəkisi; H -torpaq səviyyəsində boruya qədər olan dərinlik; k -qrunnun təzyiq əmsalı; D_e -boru yerləşən xəndəyin eni. Boruya təsir edən quvvələr sxemi şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. Yeraltı boruya təsir edən quvvə sxemi: 1-boruiçi su təzyiqi; 2-borunun ağırlığı; 3-üst torpaq qatının şaquli təzyiqi; 4-üst boşluqlardakı təzyiq; 5-kənar qrunn təzyiqi; 6-qrunn özülünün reaksiyası.

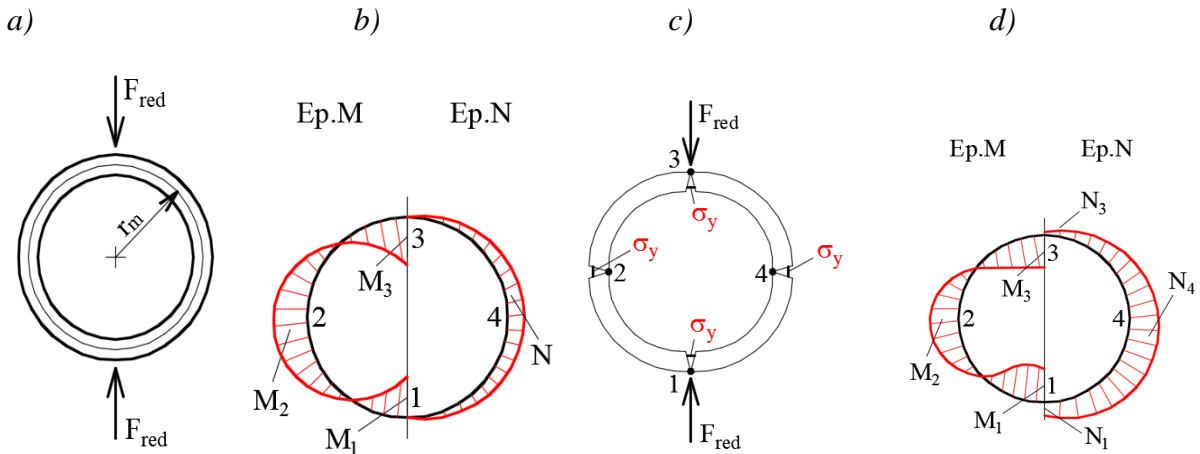
Qruntun yan təzyiqini təyin edəndə, onun borunun aşağı yarısında daha az olduğunu görə bilirik. Qruntun daxili sürtünmə bucağı (φ) ilə toxunan xətt arası bucaq üst-üstə düşürsə bu təzyiq sıfır olur. Ona görə yeni təzyiqin epürü kəşik trapes kimi qəbul edilir. Maksimal ordinatı isə boru ortasına düşər və maksimal üfüqi təzyiq bu epürün sahəsi kimi qəbul edilir:

$$Q = \left[\frac{0,25\gamma H D_e}{\left(3 + \frac{D_e}{H}\right)} \right] \tan^2(45^\circ - 0,5\varphi) \quad (2)$$

Dəmir-beton boruların statik hesablaması quvvələr üsulu ilə aparılır, üç dəfə statik olmayan halqa kimi. Halqa hər bir yük növünə ayrıca hesablanır. Sonra isə, hıll cıbrı cəmlənir. Maksimal əyici momentlər boru en kəsiyinin ən yüksək və ən aşağı nöqtələrində daha təsir edicidir. Boru içindəki su təzyiqi (P_w) ancaq normal dartılma quvvəsini yaradır $N = P_w r b$. Burada r -borunun daxili radiusu; b -boru divarının qalınlığı. Statik hesablamaları yüngülləşdirmək üçün bütün quvvələri iki qarşı təsir edən quvvəyə gətirmək olar. Hesablamalarda quvvələr normalarda verilən əmsallarla tənzimlənir [1]. Bu, əsasən, kiçik və orta diametrlili ($\varnothing 1600\text{mm}$ -ə qədər) borular üçün tətbiq olunur. Maksimal əyici momentlər en kəsikdə aşağıdakı düsturla hesablanır (şəkil 2 b,d):

$$\left. \begin{aligned} M_1 = M_3 = 0,318 F_{red} r_m \\ M_2 = M_4 = -0,182 F_{red} r_m \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Maksimal normal sıxıcı quvvə en kəsikdə $N = -0,5 F_{red}$ -ə bərabərdir. Dəmir-beton boru sınağı aşağıdakı sxem üzrə aparılır (şəkil 2a). İlk çatlar boru təpəsində və oturan yamac nöqtəsində yaranır (şəkil 2c). Yük artdıqca bu zonalardakı armaturlar axma həddinə çatır. Bu zaman en kəşik yük daşıma qabiliyyətini itirir və orada plastik oynaq yaranır. Amma borunun yük daşıma qabiliyyəti tam bitməyib, sistem bir dəfə statik həll olmayandır. Quvvə artdıqca borunun yan bölgələrdəki armaturlarda gərginlik axma həddinə çatır və orada iki plastik oynaq da yaranır. Beləliklə, boruda dörd plastik oynaq yarandığı boruda dağılma başlayır və o, praktik olaraq dörd deformasiya etməyən diskə bölünür. Bu hal borunun perimetri boyu momentlərin yayılmasına gətirir.



Şəkil 2. Yeraltı dəmir-beton su-kanalizasiya borusuna təsir edən quvvə sxemi (a), əyici moment və normal quvvə epürləri (b, d) və yaranan çat şəkilləri (c)

Təzyiqsiz boruların sınır həddi durumunda hesablanması halqanın elastiklik durumunda hesablamasından alınan epür düzəmləməsi ilə həll edilir. Burada 1,2,3 və 4 nöqtələrində maksimal nəticə verməsi və o zaman yük daşıma qabiliyyətinin itirilməsi qəbul edilir. Bu halda aşağıdakı möhkəmlik şərti ödənilir:

$$\sum M_i = F_{red} r_m \leq \sum M_{iu}^0 \quad (4)$$

burada $\sum M_i = (2 \times 0,138 + 2 \times 0,182) F_{red} r_m$ -halqanın elastik sxem üzrə daxili momentlərin toplamıdır. Hər bir en kəsikdə təmiz əyilmədə həddi momentlərin toplamı olar:

$$M_{ix}^0 = R_s A_s \left(h_{0i} - \frac{x}{2} \right) \quad (5)$$

Borunun yan en kəsiyi ortadankənar şəklində sıxılırsa o zaman en kəsiyin daşıma qabiliyyətinin təyinində sıxılan quvvəni də nəzərə almaq lazımdır. Bunu əlavə əmsal $\nu = 1,1 \div 1,2$ kimi hesablamaya əlavə etmək olar.

$$0,5 F_{red} r_m \leq M_{1u}^0 + \nu M_{2u}^0 \quad (6)$$

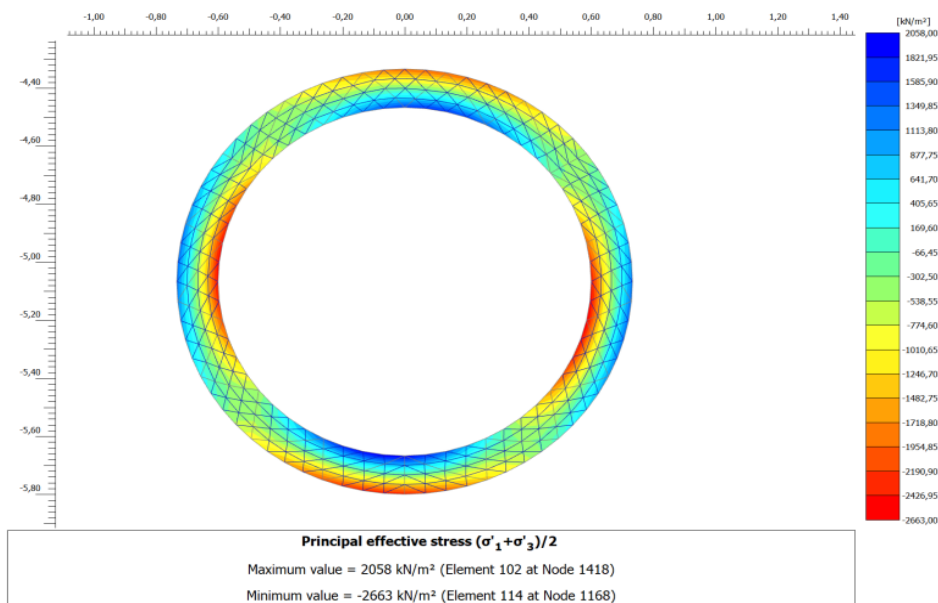
Əgər bütün en kəsikdə yük daşıma qabiliyyətinin eyni qəbul etsək $M_{1u}^0 = M_{2u}^0$, onda möhkəmlik şərti belə olar: $0,5 F_{red} r_m \leq (1 + \nu) M_u^0$ və xarici momenti aşağıdakı kimi yazı bilərik:

$$\frac{0,5 F_{red} r_m}{1 + \nu} \cong 0,25 F_{red} r_m \quad (7)$$

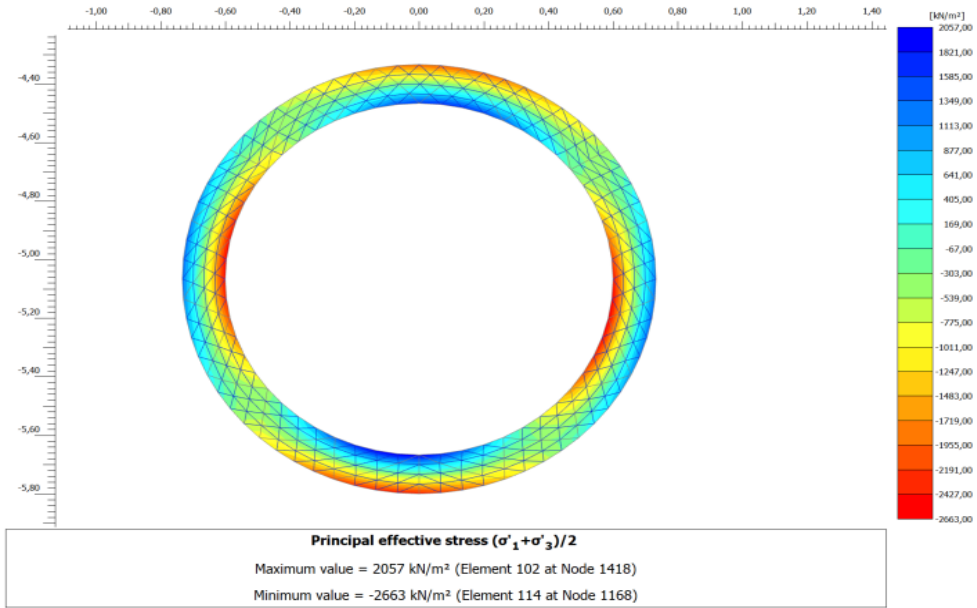
Bu da, elastik durumdakı momentdən azdır. Bu onu göstərir ki, sınır həddində hesablama elastiklik durumdakı hesablamadan daha doğrudur və armatur qənaətinə gətirir. Təzyiqsiz boruların çatdavamlılıq hesablamasının elastik halda normativ quvvələrə qarşı aparılır. Çatların yaranması hələ borunun su keçirməsi anlamına gəlmir. Belə çatlar çox vaxt divar qalınlığının yarısına qədər olur. Təsir edən quvvələrə qərə çatların genişlənmə hesablanması borunun təpə və yamac nöqtəsində aparılır.

Fibrobeton boruların gərginlik-deformasiya halının ədədi üsulla araşdırılması

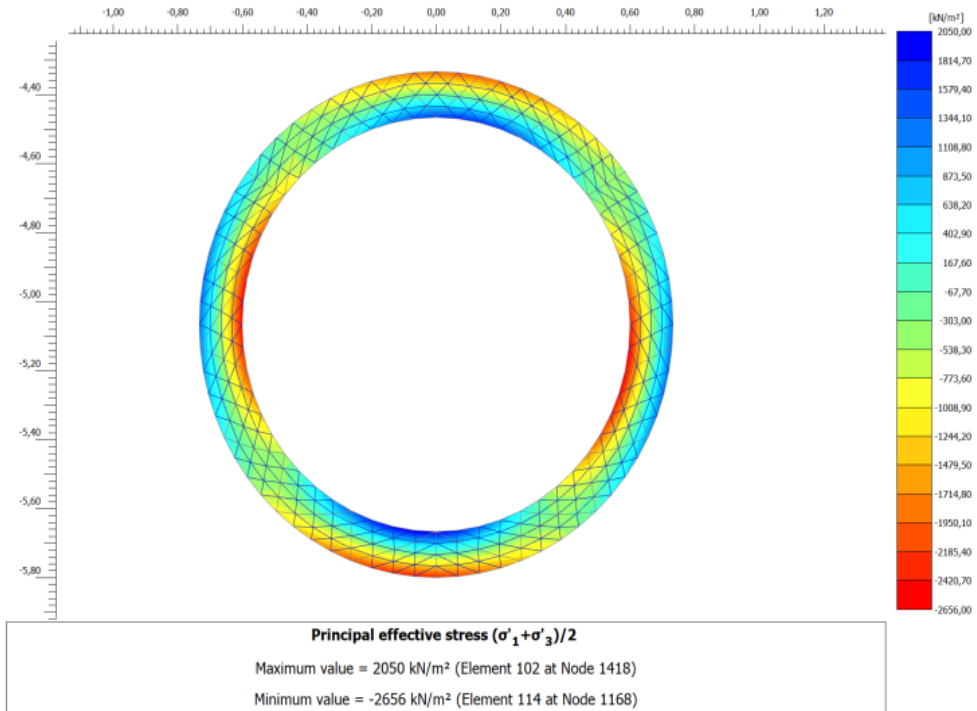
Boru-qrunt sisteminin riyazi modelləşdirilməsi üçün PLAXIS 2D kompüter hesablama proqramı seçilmişdir. Bu proqram sonlu element sisteminin təhlili üçün mühəndis-geoloji və layihələndirmədə istifadə edilir. Hesablama səthi deformasiya şərtində keçirilmişdir. Hesablamada 15 düyün elementi, 4150 düyün nöqtəsi, 495 sonlu element istifadə edilmişdir. Hesablamada boruya düşən üst torpaq yükü, yol döşəməsinin və üzərində hərəkət edən nəqliyyat yükü ilə bərabər seysmik yük də nəzərə alınmışdır. Gərginliklər dəmir-beton, polad fibralı və polipropilen fibralı fibrobeton boru üçün ayrıca hesablanmışdır (şəkil 3 a, b, c).



Şəkil 3a. 1200mm diametrli dəmir-beton boruda seysmik yükü nəzərə almaqla əsas effektiv gərginliklərin epürü.



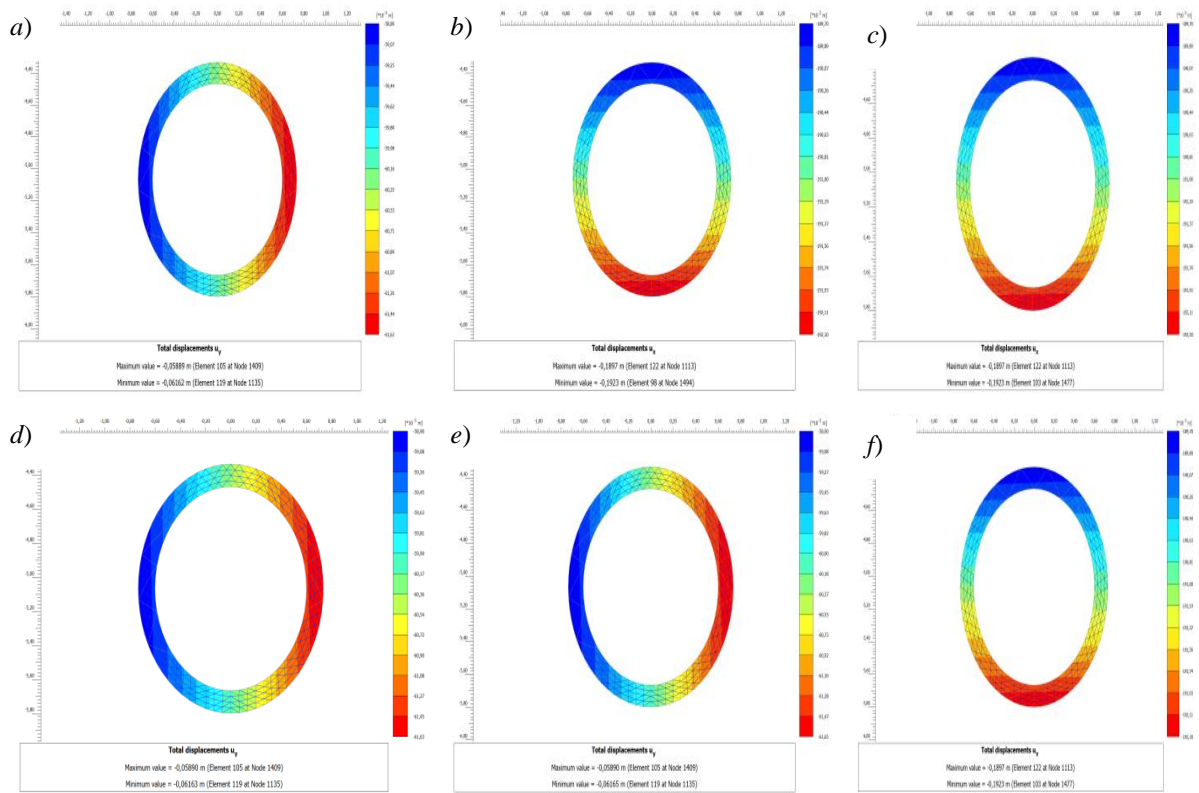
Şəkil 3b. 1200mm diametrlı polad fibralı fibrobeton boruda seysmik yükün nəzərə almaqla əsas effektiv gərginliklərin epürü.



Şəkil 3c. 1200mm diametrlı polipropilen fibralı boruda seysmik yükün nəzərə almaqla əsas effektiv gərginliklərin epürü.

Hər üç epürdən görmək olur ki, əsas gərginliklər plastik oynaq yaranan yerdə mövcuddur. Yəni, borunun təpə nöqtəsində, yamac nöqtəsində və borunun ortasında iki kənar nöqtədə. Burada qeyd etmək lazımdır ki, borunun təpə və yamac nöqtələrində daha çox borunun xarici divarında, amma borunun ortadaki kənar nöqtələrində isə borunun daxili divarındadır. Bu da borunun sıxılan bölgələrində gərginliyin maksimuma yaxınlaşmasını göstərir.

Eyni prosedur borularda seysmik quvvədən yerdəyişmənin fərqi göstərən epürlərdə hesablanmışdır (şəkil 4 a-f). Buradan görmək olar ki, seysmik yükədən yaranan deformasiyalar $u_x=19$ sm və $u_y=6$ sm qədər ola bilər. Burada seysmik sürətləmə 0,3g qəbul olunmuşdur.



Şəkil 4. a) Dəmir-beton boruda seysmik quvvədən şaquli istiqamətdə yaranan yerdəyişmələr epürü;
 b) dəmir-beton boruda seysmik quvvədən üfüqi istiqamətdə yaranan yerdəyişmələr epürü;
 c) polad fibrəli fibrobeton boruda seysmik quvvədən şaquli istiqamətdə yaranan yerdəyişmələr epürü;
 d) polad fibrəli fibrobeton boruda seysmik quvvədən üfüqi istiqamətdə yaranan yerdəyişmələr epürü;
 e) polipropilen fibrəli fibrobeton boruda seysmik quvvədən şaquli istiqamətdə yaranan yerdəyişmələr epürü;
 f) polipropilen fibrəli fibrobeton boruda seysmik quvvədən üfüqi istiqamətdə yaranan yerdəyişmələr epürü.

Fibrobeton nümunələrinin və boruların laboratoriya sınağı

Fibrobeton borunun mexaniki xüsusiyyətlərini təyin etmək üçün S.Ə.Dadaşov adına İnşaat Materialları Elmi-Tədqiqat İnstitutunun sınaq poliqonunda laboratoriya şəraitində nümunə sınaqları keçirilmişdir [8]. Burada boyuna dartılma, əyilmə, çatadavamlılıq, sıxılma və yarıma sınaqları keçirilmişdir. Sınaqlarda polad və polipropilen fibrələri istifadə olunmuşdur. Sınaq nəticəsində polad fibrəli fibrobeton nümunələrin elastiklik modulu $E=60000$ MPa, Puasson əmsalı $\mu=0,214$. Polipropilen fibrəli nümunələrin elastiklik modulu $E=25000$ MPa, Puasson əmsalı $\mu=0,248$ tapılmışdır.

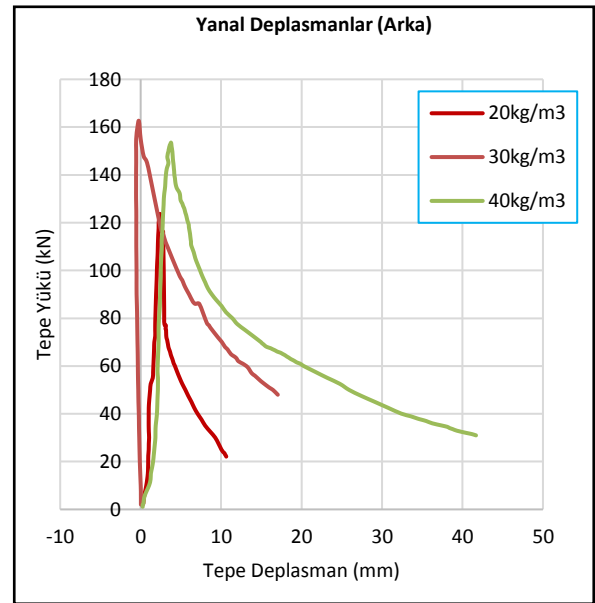
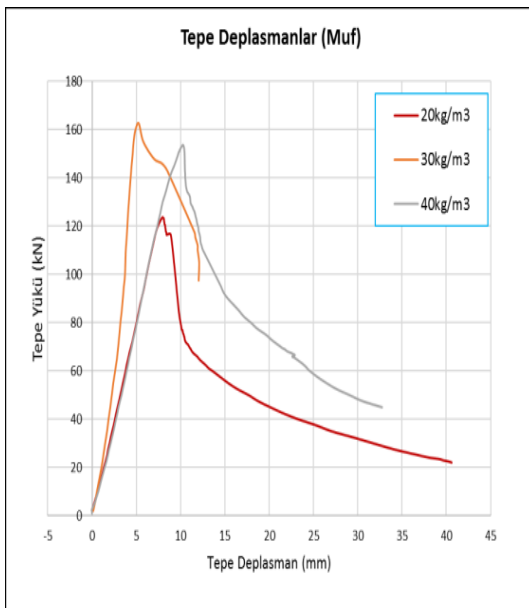
Boru sınaqları Dövlətlərarası Standart GOST 6482-2011 əsasında aparılmışdır [1]. Buna görə Akkord şirkətinin Zığ şossesindəki Dəmir-Beton Boru İstehsalı zavodunda quru vibropresləmə üsulu ilə hazırlanan su-kanalizasiya borularından Ø1200mm diametrlili B25 beton sinfindən polad fibrəli, fibrə miqdarı 20, 30 və 40 kq/m³ fibrəli borular hazırlanmışdır. Bu zaman fibrobeton borularda polad armaturdan tam imtina edilmişdir və armatur karkas əvəzi polad fibrə qatılmışdır. Polad fibrələri 6 sm boyunda, 3D şəkilli, bir kub metrəyə 20, 30 və 40 kq fibrə qatqısı olmuşdur. Borular 28 günlük beton möhkəmlilik həddinə toplayana qədər zavod ərazisində saxlanmışdır. Müqavimətini yığandan sonra zavodun mərkəzi

laboratoriyasında borular sınaqdan keçirilmişdir. Borunun sıxılmaya möhkəmlik və çatadavamlılıq sınaqları FORE A.Ş. markalı hidravlik presdə aparılmışdır (şəkil 5).



Şəkil 5. Boruların sınağı

Hər bir qüvvə mərhələsi 2-5 dəqiqə interval içində gözlənilirdi və boruda yaranan çatlar və defromasiyalar müşahidə edilərək, qeydə alınır. Defromasiyalar SDP-100C elektron defromasiya ölçən sensorlarla qeyd olunaraq kompyutərə ötürülürdü. Bu sensorlar stasionar ştativlərə bərkidilib, təsir edən qüvvə altında borunun şaquli və üfüqi defromasiyalarını qeydə alır. Sınaqlar aşağıdakı nəticələri göstərmişdir və qrafik şəklində verilmişdir: 20 kq/m^3 üçün - $P_{max}=123,67\text{kN}$, $\varepsilon_y=15\text{mm}$, $\varepsilon_x=2,5\text{mm}$; 30 kq/m^3 üçün - $P_{max}=162,50\text{kN}$, $\varepsilon_y=15\text{mm}$, $\varepsilon_x=0,1\text{mm}$; 40 kq/m^3 üçün - $P_{max}=153,55\text{kN}$, $\varepsilon_y=20\text{mm}$, $\varepsilon_x=4\text{mm}$ (şəkil 5). Buradan görmək olur ki, 30 kg/m^3 fibra qatqısı olan borular ən optimal seçimdir. Daha çox fibra qatılması göstəriciləri aşağı salır.



Şəkil 5. Fibrobeton boruların fibra qatqısına görə qüvvə-şaquli(a) və üfüqi (b) yerdəyişmə qrafiki

Sınaq nəticələri cədvəldə göstərilmişdir. Buradan görmək olur ki, 30 kg/m^3 fibra qatqısı olan borular ən optimal seçimdir. Daha çox fibra qatılması göstəriciləri aşağı salır.

Cədvəl

| s/s | Sınaq olunan boru tipi, Ø600 mm | Təsir edən maksimal quvvə, kN | Sıxılmadan alınan maksimal şaquli deformasiya, mm | Sıxılmadan alınan genişlənmə deformasiyası, mm |
|-----|---|-------------------------------------|---|--|
| 1 | 20 kq/m ³ polad fibra ilə hazırlanmış fibrobeton boru | 123,67 | 15 | 2,5 |
| 2 | 30 kq/m ³ polad fibra ilə hazırlanmış fibrobeton boru | 162,50 | 15 | 0,1 |
| 3 | 40 kq/m ³ polad fibra ilə hazırlanmış fibrobeton boru | 153,55 | 20 | 4 |

Nəticələr

- Polad fibralarla miqdar sayına qorə (20, 30 və 40 kq/m³) hazırlanan fibrobeton borularda 1 kub metrə 30 kq fibra kütləsi olan boru daha yüksək quvvə təsirinə sıxılmaya müqavimət qöstərmişdir. Bu bir də təsdiq edir ki, fibra miqdarı artdıqca sıxılmaya müqavimət bir mərhələyə qədər artır, sonra isə düşüşə səbəb olur, yəni azalır.
- Boruların sınağında istifadə olunan elektron deformasiya ölçən cihazlar quvvə-yerdəyişmə nisbət qrafikinə qurulmasına imkan vermişdir.
- Sınaq nəticələri "Kemerix" KMX 90/60 BG markalı 3D fibraların önəmli üstünlüyünü göstərmişdir. Əsasən müasir inşaat texnologiyasında, yeni metropoliten stansiyalarının inşaatında, tyubin qurğularında, körpülərdə və uzun müddətli istismarda olan tikintilərdə və Avropa Standartına uyğun olması tələb olunan layihələrdə böyük effekt verə bilməsi təqdirə uyğundur ki, bu da bizim sınaqlarla ilkin olaraq təsdiq edilmişdir.

Ədəbiyyat

1. ГОСТ 6482-2011. Межгосударственный стандарт. Трубы железобетонные безнапорные. Технические условия. Москва, Стандартинформ, 2013 г.
2. Клейн Г.К. Расчет труб уложенных в земле -М.: Госстройиздат, 194с., 1957 г.
3. C.Heyes, S.Ram, C.Evans, H.Lambourne, R.P.Orence. Performance of sewer pipes riner during earthquakes. Australian Geomechanics. Vol.50.No.4 dec.2015 г.
4. EN 1916:2002. Concrete pipe and fittings, unreinforced steel fiber and reinforced.
5. Инженерные конструкции: Учеб. для гидромелиор. спец. вузов /Р.И.Берген, Ю.М.Дукарский, В.Б.Семенов, Ф.В.Расс. Под ред. Р.И.Бергена-2е изд., перераб. и доп.-М.:Высшая школа 415с., 1989 г.
6. Z.Doru. Steel fibers reinforced concrete pipes - experimental tests and numerical solutions. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 245(2017) 02232.
7. Яваров А.В., Колосов Г.С., Курshedов В.В. Напряженно-деформированное состояние подземных трубопроводов. Интернет-журнал "Строительство уникальных зданий и сооружений" № 1 (6) 2013 г.
8. Əliyev T.X., Məstanzadə N.S., Rəsulov X.İ., Rüstəmli T.M., Mürsəlov O.E.Yeraltı fibrobeton su-kanalizasiya borularının sınaq üsulu ilə tətqiqatı. "İnşaat materiallarının istehsal sahələrinin aktual problemləri və həlli yolları". Beynəlxalq elmi konfransın materialları. Bakı, 2018 г.

UOT 691.7

**DAŞKƏSƏN PLAGİOQRANİT SÜXURUNUN KERAMİK MATERİALLARIN
XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ***Məmmədova İ.H., Qurbanova İ.D. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti***ВЛИЯНИЕ ДАШКЕСЕНСКИХ ПЛАГИОГРАНИТОВЫХ ПОРОД
НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ***Мамедова И.Г., Курбанова И.Д. Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет***IMPACT OF DASHKESEN ON PLAGIOQRANIT ROCKS ON PROPERTIES
OF CERAMIC MATERIALS***Mamedova I.H., Kurbanova I.D. Azerbaijan Architectura and Construction University*

Xülasə: Məqəladə yerli gilli xammalların tərkibi və xassələri tədqiq olunub. Bu gillərin tərkibinə yüksəkdispersli plagiogranit əlavə etməklə keramik material alınmışdır. Keramik plitələrin alınması üçün kütlənin optimal tərkibi seçilmişdir.

Açar sözlər: Keramik material, yüksəkdispersli plagiogranit, gilli xammal, optimal tərkib.

Аннотация: Исследованы состав и свойства местного глинистого сырья. Был получен керамический материал на их основе с добавкой высокодисперсного плагиогранита. Выбран оптимальный состав массы для получения керамических плит.

Ключевые слова: керамический материал, высокодисперсный плагиогранит, глинистое сырье, оптимальный состав.

Summary: Investigated composition and properties of the local clay resources. Was obtained ceramic material at their base with the addition of high dispersion plagiogranites. Selected optimal weight for composition of ceramic tiles.

Key words: ceramic material, dispersion plagiogranites, clay, optimal weight.

İnşaat materialları sənayesinin də inkişaf perspektivləri bütün sənaye sahələrində olduğu kimi yerli xammalların istifadəsi ilə sıx sūtrətdə bağlıdır. Ölkəmizdə keramik materiallar sənayesi üçün yerli xammal bazasının öyrənilməsi bu istiqamətdə görülən ən mühüm işlər sırasına daxildir. Ona görə ki, xammal və materialların xassələrini daha dərindən öyrənmədən yüksək keyfiyyətlə malik keramik materialların istehsalı mümkün deyildir.

Məlumdur ki, keramik materialların xassələrinin yaxşılaşdırılması üçün təkəcə inşaat keramikası üçün əsas xammal hesab edilən gillərin fiziki-kimyəvi, texnoloji, və başqa xassələrinin öyrənilməsi kifayət etmir. Bununla bərabər daha rəssional keramik şixta tərkibi üçün təshihəedicilərin əlavələrinin seçilməsi də əsas amillərdəndir. Yüksək keyfiyyətlə malik keramik materialın alınmasında lazım olan şixta tərkibinin seçilməsi və əsaslandırılması onların yandırılması zamanı baş verən fiziki-kimyəvi proseslərin və quruluş dəyişikliklərinin öyrənilməsi olmadan mümkün deyildir.

Yüksək keyfiyyətli və sıx quruluşlu keramik materiallar texnologiyası şixta tərkibində əlaqələndiricilərin (kaolinlər, gillər, bentonitlər və s.), aşqarların (çöl şpatları) və quruluşmələgətirici xüsusiyyətlərə malik olan xammal və materialların istifadəsini təmin edir.

Tədqiqat işində yüksək keyfiyyətli keramik materialın alınmasında istifadə edilən əlavə eyni zamanda həm quruluşmələgətirici, həm də sıxlaşdırıcı, rolunu oynayır. Keramik materialın xassələrini yaxşılaşdırmaq məqsədi ilə çox narın üyüdülmüş Daşkəsən plagiograniti süxuru tozundan istifadə edilmişdir. Plagiogranit süxuru əlavəsinin seçilməsinin

səbəbi həmin süxurun tərkibində plagioklazların (albit - $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ və anortitin- $\text{Ca}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) və qranitin olmasıdır. Ədəbiyyatlardan məlumdur ki, plagioklazlar keramik kütlənin laxtalaşma temperaturunu aşağı salır, qranit isə materialın mexaniki möhkəmliyini yüksəldir. [1,2].

Məlum olduğu kimi çöl şpatları keramik kütlənin ərimə temperaturunu aşağı salır, materialın sıxlığını artırır. Nəticədə keramik materialın suhopma, şaxtayadavamlılıq, mexaniki möhkəmlik kimi fiziki-mexaniki xassələri də yaxşılaşır. Çöl şpatlarının istifadə edilməsi keramik materiallar texnologiyasında məlumdur. Lakin çöl şpatları və qranit qarışığının birlikdə istifadəsə olunması ilə keramik materialın alınması ilk dəfədir tədqiq edilir [1,2].

Tədqiq edilən işin əsas məqsədi yerli xammalların istifadəsi ilə yüksək keyfiyyətə malik olan keramik materialın alınması və texnoloji reqlamentin işlənməsindən ibarətdir. Məlumdur ki, respublikamızın ərazisi asanəriyən hidraslyudalı gillərlə zəngindir. Ona görə də, son illərdə, demək olar ki, bütün regionlarda boşluqlu kərpicin istehsalı təşkil olunmuşdur. Amma bu kərpiclərin keyfiyyəti çox zaman standartın tələblərinə cavab vermir.

Yerli xammalların tərkib və xassələrini öyrənməklə, texnoloji reqlamentin işlənməsi alınan materialın keyfiyyətini yüksəltməyin əsas şərtlərindən biridir.

Yüksək disperslikli plagioqranit süxurunun tozu (kvars-çöl şpatı tərkibli süxur) laboratoriya kürəli dəyirmanında alınmışdır. Ultradispers plagioqranit tozunun xüsusi səthi səth ölçən cihaz (UTEST-Türkiyə) vasitəsilə ölçülmüşdür.

Tədqiqat işində aşağıdakı xammallardan istifadə edilmişdir:

- kaolinləşmiş Umbakı gili
- hidroslyudalı Zığ gili
- Daşkəsən plagioqraniti.

Rentgenospektral analiz üsulunun köməyi ilə istifadə olunan xammalların kimyəvi tərkibi öyrənilmişdir. Xammalların kimyəvi tərkibi cədvəl 1-də verilmişdir.

Xammalların kimyəvi tərkibi

Cədvəl 1.

| İstifadə olunan materiallar | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | CaO | MgO | Na ₂ O ₃ + K ₂ O | SO ₃ | k.i. |
|-----------------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------|------|--|-----------------|-------|
| Kaolinləşmiş Umbakı gili | 67.5 | 19.2 | 0.95 | 2.76 | - | 2.0 | - | 7.36 |
| Hidroslyudalı Zığ gili | 56.3 | 11.65 | 2.3 | 11.50 | 3.46 | 4.53 | 0.75 | 10.02 |

Xammalların kimyəvi analizlərin nəticəsindən görünür ki, Zığ gilinin tərkibində əhəmiyyətli miqdarda karbonat süxurları və müəyyən qədər də dəmir birləşmələri vardır.

Kaolinləşmiş Umbakı gilində isə kənar qatışıqlar çox azdır [3].

İstifadə olunan hər iki gil qranulometrik tərkibi öyrənilmişdir və nəticələr cədvəl 2-də verilmişdir.

Gillərin qranulometrik tərkibi

Cədvəl 2.

| Hissəciklərin ölçüsü, mm | Hissəciklərin miqdarı, kütlə üzrə % | |
|--------------------------|-------------------------------------|----------|
| | Umbakı gili | Zığ gili |
| 3-2 | 19 | 20 |
| 2-1 | 20 | 24 |
| 1-0.5 | 18 | 16 |
| 0.5-dən kiçik | 43 | 40 |

Yüksək dispersliyə malik plagioqranit tozu həm Umbakı yatağının kaolinləşmiş gilinə, həm də Zığ yatağının hidroslyudalı gilinə əlavə edilmişdir.

Şixta aşağıdakı ardıcılıqla hazırlanmışdır:

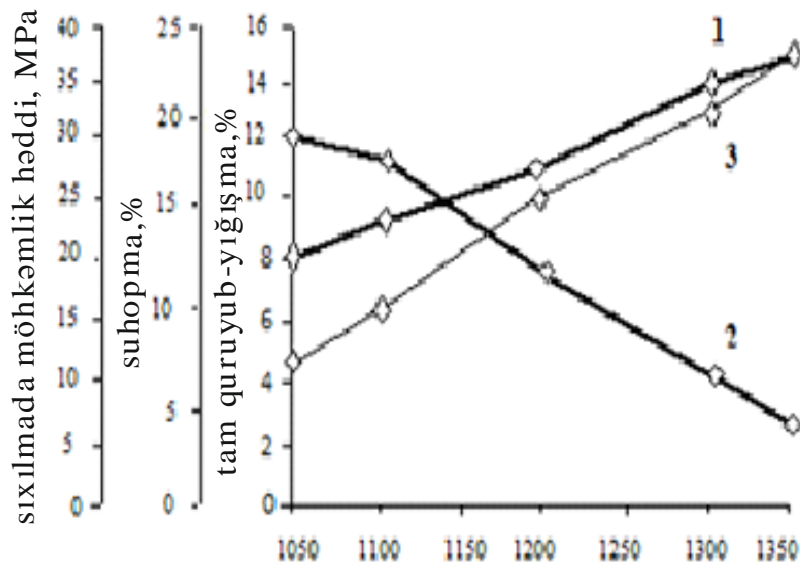
Gillər və plagioqranit süxuru ayrı-ayrılıqda üyüdülmüşdür, daha sonra qarışdırılmışdır. Ona görə ki, gillərin xırdalanması daha asanlıqla həyata keçirilir, plagioqranit süxurunun xırdalanmasına isə daha çox enerji tələb olunur. Həm də eyni zamanda plagioqranit süxurunun daha narın üyüdülməsi (xüsusi səthi $4500-5000\text{sm}^2/\text{q}$) məqsədəuyğundur. Hazırlanan nümunələrin qəliblənməsi yarımquru presləmə üsulu ilə həyata keçirilmişdir [4, 5]. Nümunələr bir gün otaq temperaturunda saxlanılaraq qurutduqdan sonra 1300°C -də yandırılmışdır. Təcrübənin nəticələri cədvəl 3-də göstərilmişdir.

Daşkəsən Plagioqranit süxurunun keramik materialın xassələrinə təsiri Cədvəl 3.

| Göstəricilər | Kaolinləşmiş Umbakı gili əsasında nümunələr | | | | Hidroslyudalı Zığ gili əsasında nümunələr | | | |
|-------------------------------------|---|----------|----------|----------|---|----------|----------|----------|
| | əlavəsiz | 3% əlavə | 5% əlavə | 7% əlavə | əlavəsiz | 3% əlavə | 5% əlavə | 7% əlavə |
| Orta sıxlıq, kq/m^3 | 1100 | 1590 | 1600 | 1620 | 1030 | 1600 | 1630 | 1650 |
| Suhopma, % | 19.0 | 16.9 | 16.0 | 15.3 | 20.0 | 16.2 | 15.7 | 15.0 |
| Sıxılmada möhkəmlik, MPa | 12.5 | 18.2 | 20.5 | 30.4 | 13.0 | 24.4 | 29.0 | 30.0 |

Təcrübə nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, 3-7% miqdarında narın üyüdülmüş plagioqranit süxurunun istifadə olunması həm Umbakı gili, həm də Zığ gili əsasında hazırlanan keramik materialların fiziki-mexaniki xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırmışdır.

Kaolinləşmiş Umbakı yatağı gili və Daşkəsən plagioqranit süxuru əsasında hazırlanan keramik materialların yanma temperaturu ilə fiziki-mexaniki xassələrinin (suhopma, tam quruyub yığılma və sıxılmada möhkəmlik həddi) arasındakı asılılıq öyrənilmişdir (şəkil 1).



Şəkil 1.

Qrafikdən görüldüyü kimi yanma temperaturunun artması keramik materialın quruyub yığılmasını və sıxılmada möhkəmlilik həddini artırır, suhopmasını isə aşağı salır.

Nəticələr:

Tədqiqatın nəticələri sübut edir ki, plagioqranit süxurunun istifadəsi keramik materialların həm nisbətən aşağı(1000-1100⁰C), həm də yüksək temperaturda (1300-1350⁰C) yandırılması zamanı xassələrini yaxşılaşdırır.

Ədəbiyyat

1. Ağabəyli N.M. İnşaat materialları və məmulatları. Bakı. 2011. 542 s.
2. Şirin zadə İradə . Materialşünaslıq. Bakı. 2018. 314 s.
3. ГОСТ 9169-75. Сырье глинистое для керамической промышленности. Москва. Издательство стандартов. 1977.
4. Практикум по технологии керамики. //под редакцией И.Я.Гузмана. Москва. 2005. 328 с.
5. Г.И.Книгина, Э.Н.Вершинина. Лабораторные работы по технологии строительной керамики и легких и пористых заполнителей. М.; Высшая Школа. 1972.195 с.,

AzDTN 2.16-1 BETON VƏ DƏMİR-BETON KONSTRUKSIYALARI NORMATİV SƏNƏDİNİN YENİ VARIANTININ İŞLƏNMƏSİ ÜÇÜN TÖVSIYƏLƏR

*tex.elm.doktoru, prof. X.Q.Seyfullayev, tex.üzrə fəlsəfə doktoru A.N.Qarayev
Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi -Tədqiqat İnstitutu*

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ НОВОГО ВАРИАНТА НОРМАТИВА ПО ЖЕЛЕЗОБЕТОНУ AzDTN 2.16-1 В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ЕВРОКОДА

*док.тех.наук,проф. Сейфуллаев Х.К., канд.тех.наук. Гараев А.Н
Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры*

RECOMMENDATIONS FOR THE DEVELOPMENT OF A NEW OPTION OF THE NORMATIVE REGULATION ON AzDTN 2.16-1 REINFORCED CONCRETE, IN ACCORDANCE WITH EUROCODE REQUIREMENTS

*doctor of tech. sc., prof. Seifullayev Kh.K., phd in tekhn. sc. Garaev A.N.
Azerbaijan Scientific-Research Institute of Construction and Architecture*

Xülasə: AzDTN 2.16-1 “Beton və dəmir-beton konstruksiyalar. Layihələndirmə normaları” 24.04.2015-ci il tarixindən Respublika ərazisində qüvvəyə mindirilmişdir. Lakin rus alimləri R.Sanjarovski və T. Musabayev 9 may 2014-cü il №19 “Строительная газета”da (Rusiya) “Нестыковка актуализированного норматива по железобетону и Еврокода - препятствие в строительстве” məqaləsində СНиП 52.01-2003 dəmir-beton üzrə aktuallaşdırılmış variantının Avrokodlarla bir sıra səhvlər nəticəsində uzlaşmadığını və yenidən işlənməsini təklif etmişdirlər. Ona görə də AzDTN 2.16-1 normativ sənədi ilə Avrokod-2 (İngiltərə) və BAEL-85 (Fransa) normativ sənədlər arasında olan uyğunsuzluqlar AzİMETİ-də müzakirə olunduqdan sonra nəticələri Moskvada БСТ № 9, 2017 [9], Ukraynada [16], Avropa ölkələrində Çexiya və Polşada [14,15], Azərbaycanda [Azərbaycanda İnşaat və Memarlıq jurnallarında № 10,11,12,13] çap olunmuşdur.

Azərbaycanda qüvvədə olan normativ sənəd AzDTN 2.16-1 ilə və Avrokod-2 arasındakı uyğunsuzluqları aradan qaldırmaqla layihələndirmədə tətbiq olunmaq üçün tövsiyələr hazırlanmışdır.

Açar sözlər: Həddi-hallar, möhkəmlik, materialların hal diaqramları, müstəvi kəsiklər fərziyyəsi.

Аннотация: Нормативный документ по железобетону AzDTN 2.16-1 “Бетонные и железобетонные конструкции” был введен в действие 25.04.2015 году. Но в 09.05.2014 году в “Строительная газета” № 19 была опубликовано статья Р. Санжаровского и Т.Мусабаяева “Нестыковка актуализированного норматива по железобетону и Еврокода - препятствие в строительстве”. Эта статья была изучена в АЗНИИСА и опубликованы статьи в Москве в БСТ № 9, 2017 [9], в Киеве [16], Чехии и Польши [14,15], а также в Азербайджане [10,11,12,13]. В результате исследования опубликованных в статьях, были разработаны рекомендации для устранения нестыковок между AzDTN 2.16-1 и Еврокод-2.

Ключевые слова: Предельные состояния, прочность, диаграммы состояния материалов, гипотеза плоских сечений.

Summary: Regulatory document on reinforced concrete AzDTN 2.16-1 "Concrete and reinforced concrete structures" came into the force on 25.04.2015. But in 2014, the Russian edition of “Construction newspaper” № 19, on May 9, published an article by R.Sanzharovsky and T.Musabaev “Discrepancy of the updated standard for reinforced concrete and Eurocode - is an obstacle in construction”. This article was studied in Azerbaijan Scientific-Research Institute of Construction and Architecture and published articles in Moscow in BST, № 9, 2017 [9], in Kiev [16], the Czech and Poland [14,15], and also in Azerbaijan [10,11,12,13]. As a result of a study published in articles, recommendations were developed to resolve inconsistencies between AzDTN 2.16-1 and Eurocode-2.

Key words: limit state, strength, material state charts, the hypothesis of plane sections.

AzİMETİ-nin aparıcı mütəxəssisləri tərəfindən Avrokod-2 ilə qüvvədə olan AZDTN 2.16-1 “Beton və dəmir-beton konstruksiyaları” normativ sənədinin maddələrinin uyğunluğu tədqiq və təhlil olunmuş və alınmış nəticələrin Tövsiyələr kimi çap olunması institutun 12.06.2019-cu il tarixli iclasında qərara (Protokol № 7) alınmışdır.

Tövsiyələr:

Qüvvədə olan AzDTN 2.16-1 “Beton və dəmir-beton konstruksiyaları. Layihələndirmə normaları” normativ sənədində “Qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında normal kəsiklərin möhkəmliyə görə hesablanması” və “Dəmir-beton konstruksiyaların möhkəmliyə görə hesablanması” bölümlərin verilmə ardıcılıqları dəyişdirilərək aşağıdakı kimi yeni redaksiyada verilsin:

Qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında normal kəsiklərin möhkəmliyə görə hesablanması.

8.1.1. Dəmir-beton elementlərin möhkəmliyə görə həddi-hallara hesablamalar aşağıdakı kimi aparılır:

$$\varepsilon_{b,max} \leq \varepsilon_{b,ult}; \quad \varepsilon_{s,max} \leq \varepsilon_{s,ult}$$

Burada $\varepsilon_{b,max}$ elementin normal kəsiyində xarici yüklərin təsirindən betonun ən çox sıxılan liflərində nisbi qısalma, $\varepsilon_{s,max}$ elementin normal kəsiyində xarici yüklərin təsirindən ən çox dartılan armaturda nisbi uzanmadır;

$\varepsilon_{b,ult}$ betonun hal diaqramına müvafiq nisbi qısalmanın həddi qiymətidir və $\varepsilon_{b,ult} = \varepsilon_{b2}$ qəbul olunur.

$\varepsilon_{s,ult}$ armaturda nisbi uzanmanın həddi qiymətidir və armaturun hal diaqramına müvafiq $\varepsilon_{s,ult} = \varepsilon_{s2}$ qəbul olunur.

8.1.2. Həddi-hallarda möhkəmliyə görə hesablamalarda dəmir-beton elementlərin həddi deformasiya halları müstəvi kəsiklər fərziyyəsi əsasında alınan deformasiya diaqramları düz xətt olub, kəsiyin xarakter A, B, C nöqtələrinin birindən keçirdiyi qəbul olunur. Kəsiyin bu nöqtələri həddi-hallarda deformasiya diaqramlarından təyin olunurlar:

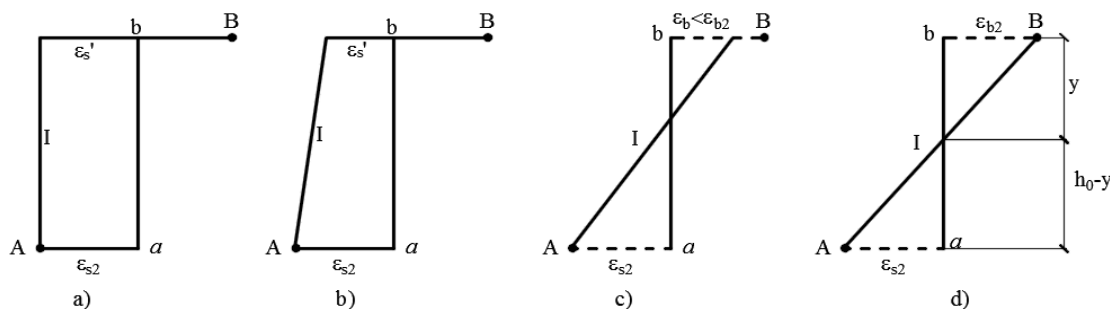
A nöqtəsi kəsiyin dartılan zonasındakı ən çox dartılan armaturun ε_{s2} qədər nisbi uzanmasına müvafiqdir.

B nöqtəsi betonun sıxılan zonasının ən çox sıxılan liflərinin qısalmasına ε_{b2} -yə müvafiqdir.

C nöqtəsi betonun ən çox sıxılan liflərdən kəsiyin hündürlüyünün $\frac{3}{7} h$ məsafəsində betonun sıxılan nisbi qısalmasının ε_{b0} qiymətinə müvafiqdir.

Bu anlayışlara əsasən həddi-hallarda möhkəmliyə görə hesablamalarda elementin en kəsiklərinin deformasiya diaqramlarının aldığı üç vəziyyət xarakterik olaraq qəbul olunur:

a) 1-ci vəziyyət (dartılmada həddi hallar): Deformasiya diaqramı kəsiyin A nöqtəsindən keçir. Bu halda kəsik I vəziyyətləri ala bilər və dartılan elementin həddi-hallarda deformasiya hallarını xarakterizə edir.



Şəkil 1. Dartılmada deformasiyalara görə həddi-hallar.

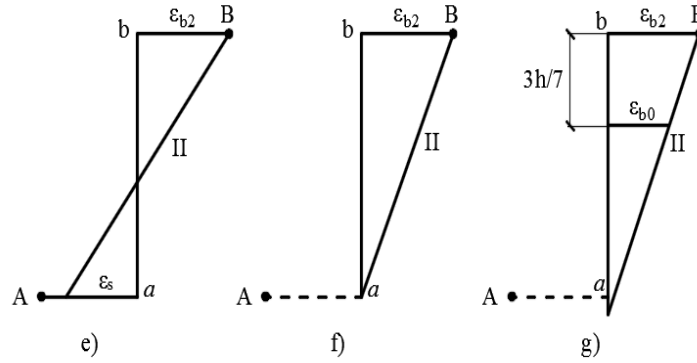
- axemi mərkəzi dartılmaya müvafiqdir;
- axemi kəsik tamamilə dartılan mərkəzdən xaric dartılmaya müvafiqdir;
- axemi mərkəzdən xaric dartılmada əyilməyə müvafiqdir və sıxılan zonada nisbi qısalma həddi qiymətə çatmamışdır; $\varepsilon_b < \varepsilon_{b2}$
- axemi mərkəzdən xaric dartılmadan sadə əyilməyə keçidi müəyyən edir. Bu hal dartılmanın sonunda əyilmədə betonun sıxılan zonasında nisbi qısalma kimi xarakterizə olunur. $\varepsilon_b = \varepsilon_{b2}$

Bu halda müvafiq betonun sıxılan zonasının hündürlüyü "y" aşağıdakı kimi $\varepsilon_{b2} = 0,0035$ və $\varepsilon_{s2} = 0,014$ olduqda təyin olunur: $\frac{\varepsilon_{s2}}{\varepsilon_{b2}} = \frac{y}{h_0 - y}$ və $y = 0,2h_0$

Beləliklə, $y \leq 0,2h_0$ olduqda, diaqram A nöqtəsindən keçir və mərkəzdən xaric dartılma deformasiyasına müvafiqdir.

$y > 0,2h_0$ olduqda, diaqram B nöqtəsindən keçərək, əyilmədə həddi-hallar yaranır.

b) 2-ci vəziyyət (əyilmədə həddi-hallar): Deformasiya diaqramı B nöqtəsindən keçir. Bu halda aşağıdakı vəziyyətlər mümkündür:



Şəkil 2. Əyilmədə deformasiyalara görə həddi-hallar.

d) sxeminə baxılmışdır;

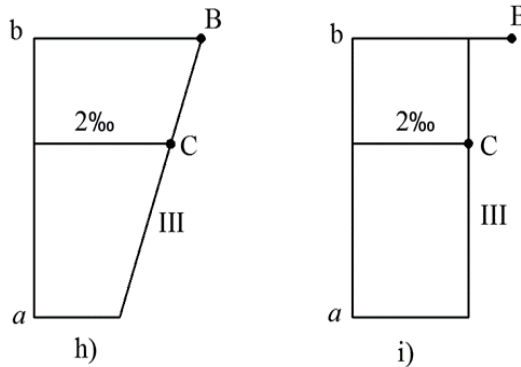
e) sxemi sadə əyilmədə və ya mərkəzdən xaric sızılmada alınır. Dartılan armaturda nisbi uzanma həddi qiymətə çatmamışdır;

f) sxemi e) sxeminə yaxındır, lakin armaturun f) sxemində uzanması yoxdur, deməli, $\sigma_s = 0$ alınır.

g) sxemi mərkəzdən xaric sızılmaya müvafiqdir, əyici moment və sıxıcı normal qüvvənin birgə təsirindən əyilmə $y = h$ olmaqla bitir, yəni əyilmədə

$$0,2h_0 \leq y \leq h \text{ şərti ödənilməlidir.}$$

III vəziyyət (Mərkəzdən xaric sızılmada həddi-hallar): Deformasiya diaqramı "C" nöqtəsindən keçir və kəsik tamamilə sıxılır. Deformasiya diaqramı III vəziyyəti alır.



Şəkil 3. Mərkəzdən xaric sızılmada deformasiyalara görə həddi-hallar.

Diaqramma g) yuxarıda baxılan II mərhələnin sərhədini göstərir.

h) sxemi kəsiyin tamamilə sıxıldığı mərkəzdən xaric sızılmaya müvafiqdir. Bu halda neytral ox kəsikdən kənardan keçir. Betonun qısalması bütün kəsik üzrə onun həddi qiyməti ε_{b2} -dən kiçikdir.

i) sxemi sadə sızılmaya, yəni mərkəzi sızılmaya müvafiqdir və kəsiyin bütün nöqtələrində betonun nisbi qısalması eynidir və ε_{b0} -ə bərabərdir.

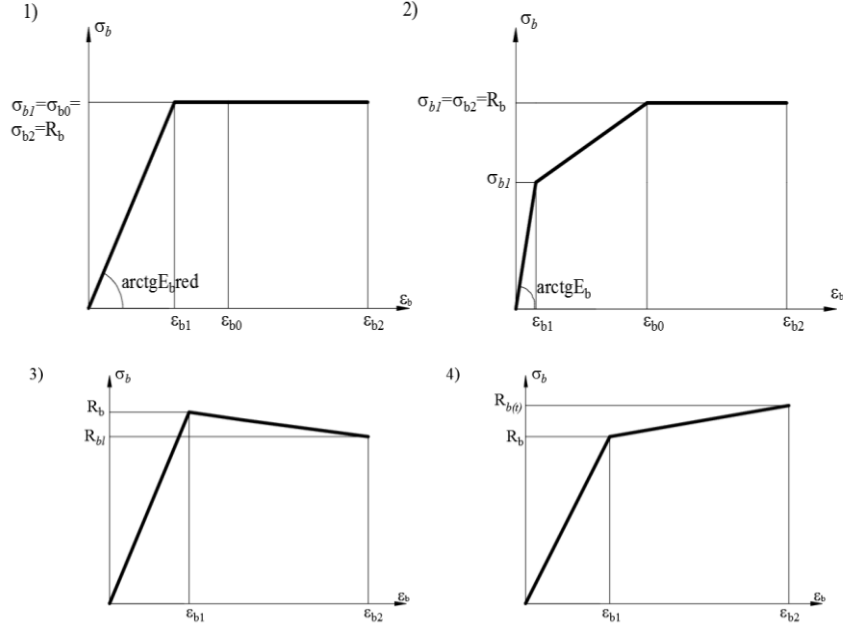
8.1.3. Hesablamalarda gərginliklər və deformasiyalar arasında əlaqələr betonun və armaturun hal diaqramlarının betonun sızılmada və armaturun dartılmada işlərinə cavab verən formalarından istifadə oluna bilər: hissə-hissə xətti və aşağı düşən qollu (betonun azalan uzunmüddətli möhkəmliyi), yuxarı qalxan qollu (betonun zamandan asılı artan möhkəmliyi) diaqramları. Bütün hallarda materialların hal diaqramlarında yükün uzunmüddətli təsirini xarakterizə edən əsas parametrlər qeyd olunmalıdır (ən böyük gərginliklər və ona müvafiq deformasiyaların həddi qiymətləri və s.) Bu şərt yerinə yetirildikdə, betonun əyri xətti hal diaqramlarında yükün uzunmüddətli təsirindən gərginliklə deformasiya arasında əlaqə mütənəşib olub, xətti qəbul edilməlidir (şəkil 4-də 3,4 sxemləri).

Yükün qısa müddətli təsirindən betonun hal diaqramlarına gəldikdə deformasiya ilə gərginlik arasında asılılıqları ifadə edən hissə əyri xətti də ola bilər.

Onlar aşağıdakı kimi qəbul olunurlar:

a) Betonun hal diaqramları:

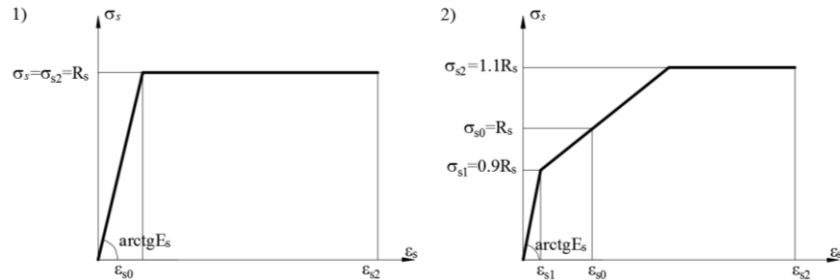
Betonun hal diaqramlarından axıcılıq meydançaları məhdud olan forması ilə qeyri-xətti deformasiya modeli birgə tətbiq olunmaqla dəmir-beton elementlərin elastik-plastik deformasiyalarını nəzərə alan möhkəmlik şərtlərinin yeni anlayışlarla əldə olunmasında istifadə olunur. Qeyri-xətti deformasiya modeli mexanika məsələlərinin həll olunma qaydasıdır.



Şəkil 4. Betonun hal diaqramları.

1. Sıxılmış betonun ikixətli diaqramı; 2. Sıxılmış betonun üçxətli hal diaqramı;
3. Sıxılmış betonun uzunmüddətli möhkəmliyini azaldan hal diaqramı;
4. Sıxılmış betonun zamandan asılı möhkəmliyini artırən hal diaqramı.

b) Armaturun hal diaqramları (şəkil 5):



Şəkil 5. Armaturun hal diaqramları.

- 1) dartılmış armaturun ikixətli hal diaqramı; 2) dartılmış armaturun üçxətli hal diaqramı.

8.1.4. İki xətlilik diaqrama görə betonda sıxıcı gərginlik σ_b nisbi deformasiyalardan ε_s -dən asılı olaraq aşağıdakı kimi təyin olunurlar:

$$0 \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b1} \text{ olduqda } \varepsilon_{b1} = \frac{R_b}{E_{b,red}}; \quad \sigma_b = \varepsilon_b E_{b,red};$$

$$\varepsilon_{b1} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b2} \text{ olduqda } \sigma_b = R_b$$

Betonun deformasiyasının çevrilmiş modulunun $E_{b,red}$ qiyməti aşağıdakı kimi qəbul olunur:

$$E_{b,red} = \frac{R_b}{\varepsilon_{b,red}}$$

Betonun uzunmüddətli möhkəmliyini ifadə edən hal diaqramı:

$$0 \leq \varepsilon_b < \varepsilon_{b1} \text{ olduqda } \sigma_b = \varepsilon_b E_b;$$

$$\varepsilon_{b1} \leq \varepsilon_b \leq \varepsilon_{b2} \text{ olduqda } \sigma_b = R_b \left[\left(1 - \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b2} - \varepsilon_{b1}} \right) + \frac{R_{bl}}{R_b} \cdot \frac{\varepsilon_b - \varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b2} - \varepsilon_{b1}} \right]$$

Burada R_{bl} betonun uzunmüddətli möhkəmliyidir.

$$R_{bl} \geq 0,85R_b; \quad \varepsilon_b = \frac{R_b}{E_b}; \quad \varepsilon_b = \varepsilon_{b2} \cdot \frac{y_1}{y}$$

Armaturun ikixətli hal diaqramı:

$0 < \varepsilon_s < \varepsilon_{s1}$ olduqda $\sigma_s = \varepsilon_s E_s$;

$\varepsilon_{s1} \leq \varepsilon_s \leq \varepsilon_{s2}$ olduqda $\sigma_s = R_s$

Beton və armaturun hal diaqramlarının qalan formalarının analitik ifadələri AzDTN 2.16-1-də verilmişdir.

8.1. 5. Həddi-hallarda möhkəmliyə görə hesablama şərtlərinin $\varepsilon_{b,max} \leq \varepsilon_{b,ult}$ və $\varepsilon_{s,max} \leq \varepsilon_{s,ult}$ hesablamalarda əlverişli hallara salmaq məqsədilə qeyri-xətli deformasiya modeli əsasında elastik plastik deformasiyalara uğrayan əyilən elementlərin həllərinə baxılır. Ona görə də məsələnin üç tərəfi: statika, həndəsi (deformasiya) və fiziki tərəfləri araşdırılaraq, möhkəmlik şərtlərinin deformasiyalarla ifadələri tərtib olunur:

1) Statikanın müvazinət tənlikləri:

$$M = \int_{A_b} \sigma_b b y d y + \int_{A_s} \sigma_s (h_0 - y) d A_s + \int_{A'_s} \sigma'_s (y - a') d A'_s;$$

$$N = \int_{A_b} \sigma_b b d y + \int_{A'_s} \sigma'_s d A'_s - \int_{A_s} \sigma_s d A_s$$

Burada: N -xarici yüklərdən normal qüvvə;

M -xarici yüklərdən kəsiyin neytral oxuna nəzərən əyici momentdir;

$$M = M_{xd} + N \cdot e_x$$

M_{xd} - xarici yüklərdən təyin olunan əyici momentdir.

2) Beton və armaturun nisbi deformasiyalarının elementin en kəsiyində hündürlük boyu paylanması xətti qanun üzrə qəbul olunur (müstəvi kəsiklər fərziyyəsi):

a) dartılmada:

-normal qüvvə N A_s və A'_s armaturları birləşdirən xətt üzərindədir (Betonun dartılmada işi nəzərə alınmır).

$$\varepsilon'_s = \frac{d}{h_0 - a' - d} \varepsilon_{s2};$$

-normal qüvvə N kəsikdən kənarında təsir edir:

$$\varepsilon_b = \varepsilon_{s2} \cdot \frac{y}{h_0 - y}; \quad y_u = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon_{s2}}{\varepsilon_{b2}}} h_0$$

b) əyilmədə

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{b2} \frac{h_0 - y}{y}; \quad \varepsilon'_s = \varepsilon_{b2} \frac{y - a'}{y}; \quad y_u = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon_{s1}}{\varepsilon_{b2}}} h_0$$

c) sıxılmada : $\varepsilon_s = \varepsilon_{b0} \cdot \frac{y-h+a}{y-\frac{3}{7}h}$; $\varepsilon_{b0} = \varepsilon_{b2} \frac{y-\frac{3}{7}h}{y}$

3) Normal gərginliklərlə nisbi deformasiyalar arasında əlaqə betonun və armaturun hal diaqramlarına əsasən qəbul olunur:

$$\sigma_b = E_b \cdot v_b \cdot \varepsilon_b$$

$$\sigma_s = E_s \cdot v_s \cdot \varepsilon_s$$

v_b və v_s beton və armaturun hal diaqramlarına müvafiq elastiklik əmsallarıdır:

$$v_b = \frac{\sigma_b}{E_b \varepsilon_b}; \quad v_s = \frac{\sigma_s}{E_s \varepsilon_s};$$

İki xətlə hal diaqramlarında : başlanğıc məntəqələrdə $\sigma_b = \varepsilon_b \cdot E_b$ olduğundan $v_b = 1$; $v_s = 1$; ikinci hissədə-axıcılıq meydançalarında $v_b = \frac{R_b}{E_b \varepsilon_b}$ və $v_s = \frac{R_s}{E_s \varepsilon_s}$ qəbul olunur.

8.1.6. Betonda yaranan normal gərginliklərdən əvəzləyici daxili qüvvələrə keçid (M və N) normal kəsik üzrə gərginliklərin paylanması nəzərə alınaraq inteqrallama proseduru kəsiyin elastik və plastik oblastlarını müəyyənləşdirərək, analitik formada aşağıdakı kimi həyata keçirilir.

Plastik deformasiyalarla elastik deformasiyaların sərhədinin neytral oxdan olan səviyyəsi $y_0 = k_0 y$, burada $k_0 = \frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b,max}}$ düzxətli deformasiya diaqramından təyin olunur. Onda betonda normal

gərginlik elastik oblastda neytral oxdan y_0 məsafəsində $\sigma_b = \varepsilon_b E_b$ Huk qanunu ilə, y_0 -dan y -ə qədər plastik oblastda $\sigma_b = R_b$ qanunu ilə dəyişdiyi betonun hal diaqramından və deformasiya diaqramından aşkar edilir. Onda:

$$\int_{A_b} \sigma_b b y d y = \int_0^{y_0} \varepsilon_b E_b b y d y + \int_{y_0}^y R_b b y d y = \frac{R_b b y^2}{2} \left(1 - \frac{1}{3} k_0^2\right);$$

$$\int_{A_b} \sigma_b b d y = \int_0^{y_0} \varepsilon_b E_b b d y + \int_{y_0}^y R_b b d y = R_b b y \left(1 - \frac{k_0}{2}\right);$$

Burada $\varepsilon_b = \varepsilon_{b1} \frac{y}{y_0}$ və $R_b = \varepsilon_{b1} E_b$ olduğu qəbul olunmuşdur.

8.1.7. Statikanın müvazinət tənliklərində inteqrallama əməliyyatları analitik üsulla aparıldıqdan sonra məsələnin analitik həlli aşağıdakı kimi əldə olunur:

$$M = \frac{R_b b y^2}{2} \left(1 - \frac{1}{3} k_0^2\right) + \sigma_s A_s (h_0 - y) + \sigma'_s A'_s (y - a');$$

$$N = R_b b y \left(1 - \frac{k_0}{2}\right) + \sigma'_s A'_s - \sigma_s A_s$$

Elastik-plastik deformasiyalar nəzərə alınmaqla əyilən elementlərin sərtliyi aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\frac{1}{r} = \frac{M}{D}$$

və ya

$$D = M \frac{y}{\varepsilon_{b,max}}$$

Burada $\frac{1}{r}$ əyilən elementin əyilmiş oxunun əyriliyidir və materiallar müqavimətindən məlum düsturla aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\frac{1}{r} = \frac{\varepsilon_{b,max}}{y}$$

Əyilmədə dəmir-beton elementlərin sərtliyi aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$D = \frac{R_b}{\varepsilon_{b,max}} \left[\frac{b y^3}{2} \left(1 - \frac{1}{3} k_0^2\right) + \frac{\sigma_s}{R_b} A_s y (h_0 - y) + \frac{\sigma'_s}{R_b} A'_s y (y - a') \right]$$

Bu düstur elastik-plastik deformasiya əmsalının ixtiyari qiyməti üçün ($k_0 = 0,167 \div 1$) doğrudur, lakin kəsiyin dartılan və sıxılan zonalarında yerləşən armaturlarda yaranan σ_s və σ'_s gərginlikləri əyilən elementin deformasiya hallarından asılı olaraq dəyişir. Əyilmədə deformasiyalar arasında əlaqələrdən aşağıdakı kimi qəbul olunmuşdur:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{b1} \frac{h_0 - y}{y_0}; \quad \varepsilon'_s = \varepsilon_{b1} \frac{y - a'}{y_0}; \quad y_0 = k_0 y$$

Bu əlaqələr əsasında $\frac{\sigma_s}{R_b}$ və $\frac{\sigma'_s}{R_b}$ nisbətləri aşağıdakı kimi təyin olunurlar:

əgər $\varepsilon_s \leq \varepsilon_{sl}$ olarsa $\sigma_s = \varepsilon_s E_s$;

əgər $\varepsilon_s > \varepsilon_{sl}$ olarsa $\sigma_s = R_s$ olduğu müəyyən olunur.

Onda $\varepsilon_s \leq \varepsilon_{sl}$ olan halda:

$$\frac{\sigma_s}{R_b} = \frac{\varepsilon_s E_s}{\varepsilon_{b1} E_b} = n \frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b1}} \frac{h_0 - y}{y_0} = \frac{n}{k_0} \frac{h_0 - y}{y} \quad \text{və} \quad \frac{\sigma'_s}{R_b} = \frac{n}{k_0} \frac{y - a'}{y};$$

$\varepsilon_s \geq \varepsilon_{sl}$ olan halda

$$\frac{\sigma_s}{R_b} = \frac{R_s}{R_b} = \frac{\varepsilon_{s1} E_s}{\varepsilon_{b1} E_b} = n \frac{h_0 - y}{y_0} = \frac{n}{k_0} \frac{h_0 - y}{y}; \quad \frac{\sigma'_s}{R_b} = \frac{R_{sc}}{R_b} = \frac{n}{k_0} \frac{y - a'}{y}$$

Burada $n = \frac{E_s}{E_b}$ - çevrilmə əmsalıdır, $\frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_{b2}} = \frac{h_0 - y}{y}$ dəyişən kəmiyyətdir.

$$\frac{R_b}{\varepsilon_{b,max}} = \frac{E_b \varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b,max}} = k_0 E_b = E_{b,red}$$

Əyilən elementlərin bütün deformasiya halları üçün əyilmədə sərtlik aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$D = E_{b,red} \cdot I_{x,red}$$

Burada $I_{x,red} = \frac{b y^3}{2} \left(1 - \frac{1}{3} k_0^2\right) + \frac{n}{k_0} A_s (h_0 - y)^2 + \frac{n}{k_0} A'_s (y - a')^2$

$$E_{b,red} = k_0 E_b$$

Əyilən elementin sərtliyini aşağıdakı kimi ifadə etmək daha əlverişlidir.

$$D = E_b I_{x,b} k_b + E_s I_{x,s} k_s$$

Burada $k_b = 1,5 k_0 \left(1 - \frac{1}{3} k_0^2\right)$; $k_s = \frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_{b,2}} > 0,5$

$$I_{x,b} = \frac{by^3}{3}; \quad I_{x,s} = A_s (h_0 - y)^2 + A'_s (y - a')^2$$

Elastiklik həddi daxilində $k_0 = 1$ olduğundan

$$k_b = 1,5 \cdot 1 \left(1 - \frac{1}{3}\right) = 1; \quad k_s = 1$$

Həddi-halda, plastik deformasiyalar nəzərə alındıqda $k_0 = 0,2$ qəbul etməklə əldə olunur:

$$k_b = 1,5 \cdot 0,2 \left(1 - \frac{1}{3} 0,2^2\right) \approx 0,3; \quad k_s = \frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_{b,max}} > 0,5 = 0,7$$

8.1.8. Betonun sıxılan zonasında və dartılan armaturda yaranan nisbi deformasiyaların qiymətləri aşağıdakı kimi təyin olunurlar:

$$\varepsilon_{b,max} = \frac{My}{D}; \quad \varepsilon_{b,ult} = \frac{M_{ult} \cdot y}{D}$$

Burada D əyilən elementlərin elastik-plastik deformasiyaları nəzərə almaqla sərtliyidir və aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$D = E_b I_{x,b} K_b + E_s I_{x,s} K_s$$

M -xarici yüklərdən əyici momentdir;

M_{ult} -kəsiyin qəbul edə biləcəyi əyici momentin həddi qiymətidir.

Deformasiyaya görə möhkəmlik şərtlərindən istifadə edib, dəmir-beton elementlərin hesablanmasında elementin en kəşik ölçülərini, dartılan və sıxılan zonalarda armatur sahələrini, sıxılan beton sahəsinin hündürlüyünü, həmçinin onların yükdaşıma qabiliyyətinin təyini çox çətindir və ya mümkünsüzdür. Onlardan yalnız materialların elastik və plastik deformasiyaları nəzərə alınaraq, yoxlama hesablamaları aparmaq üçün istifadə oluna bilər.

Lakin, deformasiyaların qiymətlərini deformasiyaya görə möhkəmlik şərtlərində yazdıqdan sonra həddi-hallarda möhkəmliyə görə hesablama şərtləri aşağıdakı məlum ifadələrə gətirilir:

$$M \leq M_{ult} \text{ və } \varepsilon_s \leq \varepsilon_{s,ult}$$

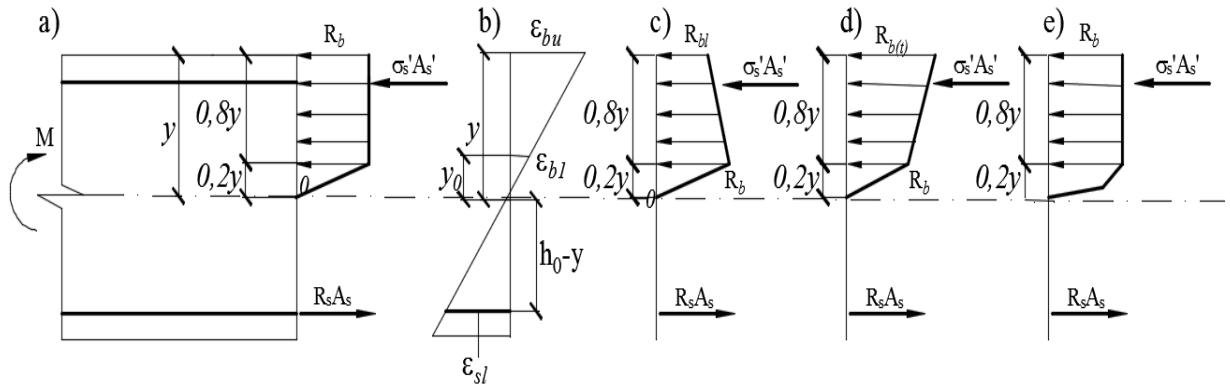
Dəmir-beton elementlərin sıxılan zonasında betonda yaranan gərginliklər epürünü qurmaqla, daxili qüvvələrin kəsiyin dartılan zonasında armaturun ağırlıq mərkəzinə nəzərən həddi moment M_{ult} təyin olunur.

8.1.9. Betonun ikixətli və ya ixtiyari formalı hal diaqramları və müstəvi kəsiklər fərziyyəsi əsasında alınan düzxətli deformasiya diaqramlarından (deformasiyaya görə həddi-hallara müvafiq sxemlərdən) istifadə edərək, deformasiyalara görə möhkəmlik şərtlərindən $\varepsilon_{b,max} \leq \varepsilon_{b,2}$ betonun sıxılan zonasında betonda gərginliklər epürünə görə möhkəmlik şərtlərinə keçid betonda gərginlik $\sigma_b = E_b \nu_b \varepsilon_b$ düsturu ilə təyin olunaraq betonda gərginlik epürünün qurulması aşağıdakı kimi həyata keçirilir.

Əyilmədə sıxılan zonada kənar liflərdə nisbi qısalma $\varepsilon_{b2} = \varepsilon_{b,ult}$ olduqda, deformasiya diaqramında kəsiyin hündürlüyü boyu ε_{b1} elastik deformasiyaların sərhədi $y_0 = k_0 y$ təyin olunur. Betonun hal diaqramına görə neytral qatdan hündürlük üzrə y_0 məsafəsinə qədər gərginlik $\sigma_b = \varepsilon_b E_b$ qanunu ilə, kəsiyin y_0 -dan yuxarı hissəsində plastik zonada $\sigma_b = R_b$ qanunu ilə dəyişir. Bu mülahizələrə əsasən, betonun hal diaqramlarına görə əyilən elementlərin $\varepsilon_{b,max} \leq \varepsilon_{b,ult}$ möhkəmlik şərtinin yoxlanılması aşağıdakı hesablama sxemi (şəkil6,a) əsasında statika tənliklərinin tərtib olunmasına gətirilir. M_{ult} -əyici momenti dartılan armaturun ağırlıq mərkəzinə nəzərən təyin etsək, onda əldə olunur.

$$M_{ult} = R_b b h_0^2 \xi (1 - k_0) \left[1 - \frac{\xi}{2} (1 - k_0)\right] + \frac{1}{2} R_b b h_0^2 k_0 \xi \left(1 - \xi + \frac{2}{3} k_0 \xi\right) + \sigma'_s A'_s (h_0 - a')$$

Eyni qayda ilə əyilən elementlərin digər hesablama sxemləri üçün (şəkil6,c,d,e) dartılan armaturun ağırlıq mərkəzinə nəzərən həddi M_{ult} momentin ifadəsi tərtib olunur.



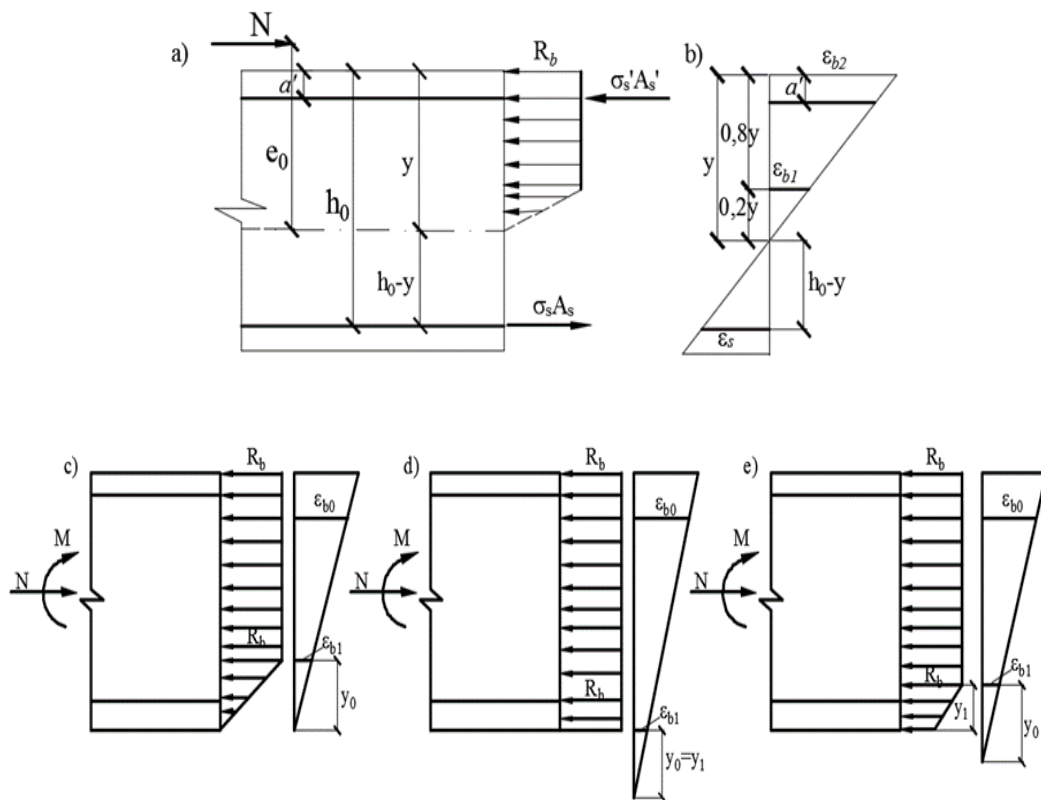
Şəkil 6. Əyilən elementlərin həddi-hallara möhkəmliyə görə hesablama sxemləri
(Hesablamalarda betonun elastik deformasiyaları nəzərdən atılır).

a) betonun ikixətli hal diaqramı əsasında; b) deformasiya diaqramı c) betonun uzunmüddətli möhkəmliyi nəzərə alındıqda; d) betonun zamandan asılı möhkəmliyinin artması nəzərə alındıqda; e) betonun üçxətli hal diaqramı əsasında.

Hesablamalarda betonun elastik deformasiyaların nəzərdən atılmasına yol verilir. Ona görə də, y_0 məsafəsində gərginliklər nəzərdən atılaraq epürə düzbucaqlı qəbul olunur.

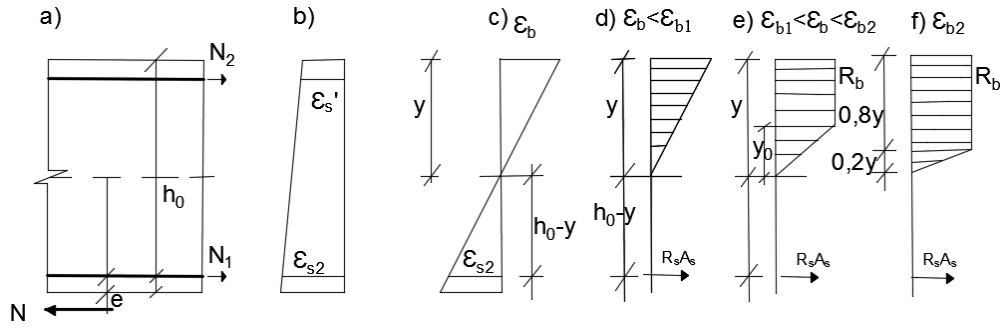
Betonun hal diaqramlarının formasından asılı olmayaraq betonu sıxılan zonasının hündürlüyün $0,8 y$ qəbul olunaraq gərginlik epürü düzbucaqlı olub bütün hallarda eyni alınır ki, bu da dəmir-beton elementlərin betonun hal diaqramlarının seçilməsindən asılı olmayaraq vahid hesablama sxemi əsasında hesablamaların aparılmasına gətirir.

Mərkəzdənxcaric sıxılmada deformasiyalara görə həddi-hallara müvafiq hesablama sxemləri aşağıdakı kimi alınır:



Şəkil 7. Mərkəzdənxcaric sıxılmada həddi-hallarda möhkəmliyə görə hesablama sxemləri
a) böyük eksentrisitetlə sıxılan; b) əyilmədə deformasiya diaqramı; c) kiçik eksentrisitetlə mərkəzdənxcaric sıxılan elementin deformasiya diaqramı;
d) və e) kəsiyin tamamilə sıxıldığı mərkəzdənxcaric sıxılma.

Dartılmada deformasiyalara görə həddi-hallara müvafiq sxemlər aşağıdakı kimi alınır:



Şəkil 8. Mərkəzdənxiaric dartılmada həddi-hallarda möhkəmliyə görə hesablama sxemləri:

- a) və b) normal qüvvə A_s və A'_s armaturların arasında tətbiq olunduqda;
c) dartılmadan əyilmədə deformasiya diaqramı; d) sıxılan zonada betonun işi elastik olduqda; e) və f) sıxılan zonada betonun işi elastik-plastik olduqda.

8.1.10. Qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında deformasiyaya görə möhkəmlik şərtlərini gərginliklərə görə hesablama sxemlərinə gətirilməklə, dəmir-beton elementlərin hesablama metodikası aşağıdakı kimi alınır:

- 1) Hesablama sxemlərinə müvafiq (şəkil6,7,8) elementlərinin müvazinət tənlikəri tərtib olunur;
- 2) Betonun sıxılan zonasının hündürlüyünün təyin olunma qaydası müəyyən olunur;
- 3) Sıxılan zonanın hündürlüyünə görə dartılan armaturlarda deformasiya və sonra armaturların hal diaqramından gərginlik təyin olunur;
- 4) Hesablama ilə tələb olunan armaturların sahələri təyin olunur, həm də elementin yükdaşıma qabiliyyəti hesablanır.

8.1.11. Betonun nisbi deformasiyalarının $\varepsilon_{b,ult}$ ($\varepsilon_{bt,ult}$) həddi qiymətləri iki işarəli deformasiya epüründə (sıxılma və dartılma) beton elementin en kəsiyindəki (əyilmə, mərkəzdənxiaric sıxılma və ya böyük eksentrisitetlə dartılma) ε_{b2} (ε_{bt2})-yə bərabər qəbul edilir.

Mərkəzdənxiaric sıxılan və ya dartılan elementlərdə betonun en kəsiyində yalnız bir işarəli deformasiyaların paylandığı halda, betonun nisbi deformasiyalarının $\varepsilon_{b,ult}$ ($\varepsilon_{bt,ult}$) həddi qiymətləri elementin kəsiyinin əks üzlərindəki betonun deformasiyaların ε_1 və ε_2 nisbətindən asılı olaraq ($|\varepsilon_2| \geq |\varepsilon_1|$) aşağıdakı düsturlarla müəyyən edilir:

$$\varepsilon_{b,ult} = \varepsilon_{b2} - (\varepsilon_{b2} - \varepsilon_{b0}) \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}; \quad \varepsilon_{bt,ult} = \varepsilon_{bt,2} - (\varepsilon_{bt,2} - \varepsilon_{bt0}) \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}$$

Burada ε_{b0} , ε_{bt0} , ε_{b2} və ε_{bt2} - betonun hal hesablama diaqramlarında deformasiya parametrləridir (bu normaların 6.1.14, 6.1.20, 6.1.22 bəndləri).

Armaturların həddi nisbi deformasiyalarının qiymətləri $\varepsilon_{s,ult}$ aşağıdakılara bərabər qəbul edilir.

ГОСТ 5781-82-ə uyğun

| armaturların sinifləri | A240 | A300 | A400 | A500 |
|--------------------------------|------|-------|------|------|
| qırılmada nisbi deformasiya, % | 25 | 19-25 | 14 | 6 |

Dəmir-beton konstruksiyaların möhkəmliyə görə hesablanması

Dəmir-beton konstruksiyalar möhkəmliyə görə əyici moment, boyuna və kəsici qüvvələr, burucu moment və yerli yüklərin təsirinə hesablanırlar (yerli sıxılma, basılmada yarılmada).

Dəmir-beton elementlərin əyici moment və boyuna qüvvə təsirlərinə hesablanması

Ümumi müddəalar

8.1.12. Dəmir-beton elementlərin əyici moment və boyuna qüvvənin təsirinə möhkəmliyə görə hesablanması (mərkəzdənxiaric dartılma və ya sıxılma) boyuna oxa normal kəsiklər üçün aparılmalıdır.

Dəmir-beton elementlərin normal kəsiklərinin möhkəmliyə hesablanması qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında bu normaların 8.1.1-8.1.10 bəndləri əsasında aparılmalıdır.

Həddi qüvvələr əsasında hesablama aparılmasına yol verilir :

Elementin əyilmə müstəvisinə perpendikulyar üzlərdə yerləşən armaturlar olan düzbucaq, tavr və ikitavr kəsikli dəmir-beton elementləri normal kəsiyin simmetriya müstəvisində təsir edən qüvvələrə bu normaların bənd 8.1.19-8.1.30-a uyğun həddi qüvvəyə görə hesablanmasının aparılmasına;

En kəsiyi dairəvi və həlqəvi olan mərkəzdən xaric sıxılan elementlərin həddi qüvvələrə görə hesablanması əlavə 5-in göstərişlərinə əsasən aparılmasına.

8.1.13. Mərkəzdən xaric sıxılan elementlərin hesablanmasında əyilmənin onların yükdaşıma qabiliyyətinə təsiri, bir qayda olaraq, konstruksiyanın deformasiyaya uğramış sxemi üzrə aparılması yolu ilə nəzərə alınmalıdır.

Çeviklik $\frac{l_0}{i} > 14$ olduqda elementin əyintisinin onun möhkəmliyinə təsirini başlanğıc e_0

ekssentrisitetinin qiymətini bu normaların bənd 8.1.24 -ün göstərişlərinə uyğun müəyyən edilən η əmsalına vurma yolu ilə nəzərə almaqla, konstruksiyanın hesablanmasının deformasiyaya uğramayan sxem üzrə aparılmasına yol verilir.

8.1.14. Möhkəmliyə görə həddi qüvvə, çatlardan əmələ gəlməsinə görə həddi qüvvədən az olan dəmir-beton elementlər üçün (bənd 8.2.8.-8.2.14) boyuna dartılan armaturun en kəsik sahəsi möhkəmliyə görə hesablanmalarla tələb olunan 15%-dən az olmayaraq artırılmalıdır və ya həddi qüvvənin təsirinə çatlardan əmələ gəlməsinə görə möhkəmliyə hesablama ilə təyin olunmalıdır.

Normal kəsiklərin həddi qüvvələrə görə möhkəmliyə hesablanması

8.1.15. Elementin boyuna olan oxuna normal kəsiklərində həddi qüvvələr aşağıdakı ilkin şərtlərdən istifadə edilərək müəyyən olunmalıdır:

- betonun dartılmaya müqaviməti sıfıra bərabər qəbul edilir;
- betonun sıxılmada müqaviməti betonun sıxılan zonasının 0,8 y hissəsi üzrə bərabər paylanmış və R_b -yə bərabər gərginliklər ilə təmsil olunur;

- neytral qatdan sıxılan zonanın 0,2 y hissəsində betonda yaranan gərginliklər nəzərdən atılır;
- armaturda deformasiyalar (gərginliklər) betonun sıxılan zonasının hündürlüyündən asılı olaraq təyin olunur;

- armaturda dartıcı gərginliklər onun hesablama müqaviməti R_s -dən çox olmamaqla sıxılan hündürlükdən asılı olaraq təyin olunur;

- armaturda sıxıcı gərginliklər onun sıxılmada hesablama müqaviməti R_{sc} -dən çox olmamaqla təyin olunur.

8.1.16. Normal kəsiklərin möhkəmliyə görə hesablanması betonun sıxılan zonasının nisbi hündürlüyünün müvafiq müvazinət şərtlərindən təyin olunan qiyməti ilə $\xi = \frac{x}{h_0}$ və sıxılan zonanın

nisbi həddi hündürlüyünün qiyməti ξ_R arasındakı nisbətdən (hansıdakı elementin həddi halı dartılan armaturda hesablama müqaviməti R_s -ə bərabər gərginliyin yaranması ilə eyni vaxta təsadüf edir) asılı olaraq aparılmalıdır.

8.1.17. ξ_R -in qiyməti deformasiya diaqramından aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon_{s,el}}{\varepsilon_{b2}}}$$

Burada $\varepsilon_{s,el}$ - gərginlik R_s -ə bərabər olduqda dartılan armaturun nisbi elastik deformasiyası,

$$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s}$$

ε_{b2} - gərginlik R_b -ə bərabər olduqda yükün uzunmüddətli təsirindən betonun qeyri-xətti və sürüklənməsindən yaranan və betonun hal diaqramına uyğun təyin olunan betonun sıxılan zonasında həddi nisbi deformasiya;

8.1.18. Mərkəzdən xaric sıxılan elementlərin hesablanmasında boyuna qüvvənin başlanğıc e_0 eksentrisitetində təsadüfi eksentrisitet e_α nəzərə alınmalı və onun qiyməti aşağıdakılardan az olmamalıdır:

- elementin uzunluğunun və ya onun yerdəyişmələrdən bərkidilmiş kəsikləri aralarındakı məsafənin $\frac{1}{600}$ -dən;

- kəsiyin hündürlüyünün $\frac{1}{30}$ -dən;

- 10 mm-dən.

Statik həll olunmayan konstruksiyaların elementləri üçün boyuna qüvvənin çevrilmiş kəsiyin ağırlıq mərkəzinə nəzərən e_0 eksentrisiteti, onun statik hesablanmasından alınan qiymətə bərabər, lakin e_α -dan az olmayaraq qəbul edilir.

Statik həll olunan konstruksiyaların elementləri üçün e_0 eksentrisiteti konstruksiyanın statik hesablanmasından alınan və təsadüfi eksentrisitetlərin cəminə bərabər qəbul edilir.

8.1.19. Əyilən elementlərin normal kəsiklərinin möhkəmliyə görə hesablanması aşağıdakı şərtlərlə aparılır:

$$\varepsilon_{b,max} \leq \varepsilon_{b,ult} \quad \vee \quad \varepsilon_s \leq \varepsilon_{s,ult}$$

və ya

$$M \leq M_{ult}; \quad \varepsilon_s \leq \varepsilon_{s,ult}$$

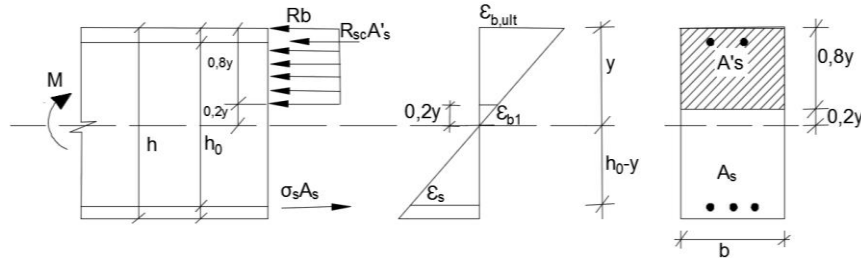
Burada M - xarici yüklərdən əyici momentdir;

$\varepsilon_{b,max}$ - betonun sıxılan zonasında ən çox sıxılan liflərdə nisbi qısalmaadır;

$\varepsilon_{b,ult}$ - betonun sıxılan zonasında ən çox sıxılan liflərin nisbi qısalmasının həddi qiymətidir;

M_{ult} -əyici momentin həddi qiymətidir və hesablama sxemlərinə əsasən dartılan armaturun ağırlıq mərkəzinə nəzərən moment tapmaqla müəyyən olunur.

Hesablama sxemi şəkil 9-da verildiyi kimi qəbul etməklə möhkəmlik şərtlərinin ifadələri aşağıdakı kimi tərtib olunur:



Şəkil 9. Əyilmədə möhkəmliyə görə hesablama sxemi.

Möhkəmlik şərtində betonun neytral oxdan $0,2y$ məsafəsində elastik işi nəzərdən atılır.

$$M \leq 0,8R_b b y (h_0 - 0,4y) + R_{sc} A'_s (h_0 - a');$$

$$0,8R_b b y = \sigma_s A_s - R_{sc} A'_s$$

$\xi = \frac{y}{h_0}$ və $A_0 = \xi(1 - 0,4\xi)$ işarələri daxil edilir:

$$M \leq 0,8R_b b h_0^2 A_0 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

$$0,8R_b b h_0 \xi = \sigma_s A_s - R_{sc} A'_s$$

$A_0 = \frac{M}{0,8R_b b h_0^2}$ kimi təyin olduqda $\xi^2 - 2,5\xi + 2,5A_0 = 0$ kvadrat tənliyi alınır.

Məsələnin həllində iki hal ola bilər:

1) $\xi \leq \xi_R$; bu halda kəsik birqat armaturlanır, yəni $A'_s = 0$;

Dartılan armaturun nisbi dartılması ε_s aşağıdakı kimi təyin olunur:

$\varepsilon_s = \varepsilon_{b,ult} \left(\frac{1}{\xi} - 1 \right)$ və armaturun hal diaqramından $\varepsilon_s \leq \varepsilon_{sl}$ olduqda $\sigma_s = E_s \cdot \varepsilon_s$ və

$\varepsilon_s > \varepsilon_{sl}$ olduqda $\sigma_s = R_s$ qəbul olunur. Eyni zamanda $\varepsilon_s \leq \varepsilon_{s,ult}$ şərti yoxlanılır.

Tələb olunan armatur sahəsi:

$A_s = \frac{1}{\sigma_s} \cdot 0,8R_b b h_0 \xi$ kimi təyin olunur.

2) $\xi \geq \xi_R$ olduqda kəsik ikiqat armaturlanır, bu halda $\xi = \xi_R$ qəbul edib, armatur sahələri aşağıdakı kimi hesablanır, lakin ikiqat armaturlamada sıxılan armaturun sahəsi təyin olunarkən aşağıdakı məhdudiyət də qəbul olunmalıdır: $M_{1f} = 0,8A_R R_b b h_0^2$; $M_{2f} = M - M_{1f} \leq 0,4M$;

Onda:

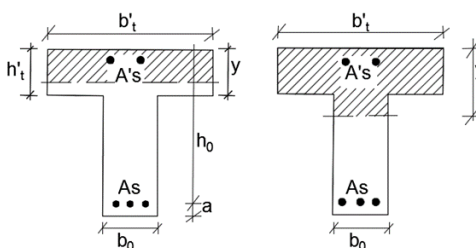
$$A'_s = \frac{M_{2f}}{R_{sc}(h_0 - a')} = \frac{M - 0,8A_R R_b b h_0^2}{R_{sc}(h_0 - a')} ; A_s = \frac{M_{1f}}{\beta_R h_0 R_s} + A'_s \frac{R_{sc}}{R_s} = \frac{1}{R_s} (0,8R_b b h_0 \xi_R + R_{sc} A'_s)$$

8.1.20. Əyilən elementin sıxılan zonasında rəf olduqda (tavr və ikitavr kəsiklər) $\xi = \frac{y}{h_0} \leq \xi_R$ şərti daxilində sıxılan zonanın sərhədi aşağıdakı kimi təyin olunur:

a) Əgər sıxılan zonanın sərhədi rəfdən keçirsə, onda aşağıdakı şərt təmin olunmalıdır:

$$M \leq R_b b'_f h'_f (h_0 - 0,5h'_f)$$

Bu halda kəsik eni b'_f olan düzbucaqlı kəsik kimi hesablanır.



Şəkil 10. Tavr kəsiklərin hesablama halları.

b) Əgər $M > R_b b'_f h'_f (h_0 - 0,5h'_f)$ olarsa, onda sıxılan zonanın hündürlüyü kəsiyin qabırğasından keçir.

Onda:

$$M = R_b (b'_f - b_0) h'_f \left(h_0 - \frac{h'_f}{2} \right) + 0,8R_b b_0 y (h_0 - 0,4y)$$

$$M_n = M - R_b (b'_f - b_0) h'_f \left(h_0 - \frac{h'_f}{2} \right) \text{ qəbul olunaraq}$$

$$M_n = 0,8R_b b_0 h_0^2 \xi (1 - 0,4\xi)$$

ifadəsi alınır.

$$A_0 = \frac{M_n}{0,8R_b b_0 h_0^2} \text{ və } \xi^2 - 2,5\xi + 2,5A_0 = 0 \text{ tənliyini həll edərək } \xi \text{ təyin olunur:}$$

$\xi \leq \xi_R$ olarsa: $\varepsilon_s = \varepsilon_{b,ult} \left(\frac{1}{\xi} - 1 \right)$ -ə görə armaturun hal diaqramından σ_s təyin olunur.

Müvazinət tənlikləri aşağıdakı kimi ifadə olunurlar:

$$M_n = 0,8R_b b_0 y (h_0 - 0,4y)$$

$$A_s \sigma_s - 0,8R_b b_0 y - R_b (b'_f - b_0) h'_f = 0$$

Birinci tənlikdə

$0,8R_b b_0 y = A_s \sigma_s - R_b (b'_f - b_0) h'_f$ yazaraq $\beta = 1 - 0,4\xi$ qəbul edilərsə, aşağıdakı tənlik alınır:

$$M_n - [A_s \sigma_s - R_b (b'_f - b_0) h'_f] (h_0 - 0,4y) = 0$$

Buradan:

$$A_s = \frac{1}{\sigma_s} \left[\frac{M_n}{\beta h_0} + R_b (b'_f - b_0) h'_f \right] \text{ tapılır.}$$

$\xi > \xi_R$ olduqda hesablamalarda $\xi = \xi_R$ qəbul etməklə tələb olunan armaturların en kəsik sahələri aşağıdakı şərtlərdən təyin olunur:

$$M_n - 0,8R_b b_0 h_0^2 \xi_R (1 - 0,4\xi_R) - R_{sc} A'_s (h_0 - a') = 0$$

$$A_s R_s - 0,8R_b b_0 h_0 \xi_R - R_b (b'_f - b_0) h'_f - A'_s R_s = 0$$

Buradan:

$$A'_s = \frac{1}{R_{sc}(h_0 - a')} [M_n - 0,8R_b b_0 h_0^2 \xi_R]$$

$$A_s = \frac{1}{R_s} [0,8R_b b_0 h_0 \xi_R + R_b (b'_f - b_0) h'_f - A'_s R_s]$$

8.1.21. Hesablanmaya daxil edilən b'_f -in qiyməti rəfin çıxıntısının qabırğadan hər iki tərəfə eni elementin aşırımından $\frac{1}{6}$ -dən və aşağıdakı qiymətlərdən çox olmamaq şərtindən qəbul edilir:

a) eninə qabırğalar və ya $h'_f \geq 0,1h$ olduqda eninə qabırğaların kənarları arasında olan məsafənin $\frac{1}{2}$ -dən;

b) eninə qabırğalar olmadıqda (və ya onlar arasındakı məsafə boyuna qabırğalar arasındakı məsafədən çox olanda) və $h'_f < 0,1h$ olduqda $6h'_f$;

c) rəfin konsol qanadları olduqda $h'_f \geq 0,1h$ olduqda $6h'_f$;

$0,05h < h'_f < 0,1h$ olduqda $3h'_f$;

$h'_f < 0,05h$ olduqda - rəfin çıxıntısı nəzərə alınmır.

8.1.22. $R_s A_s = R_{sc} A'_s$ olduğu simmetrik armaturlamada M_{ult} -in qiyməti aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$M_{ult} = R_s A_s (h_0 - a')$$

Əgər hesablamalarda sıxılan armatur nəzərə alınmırsa ($A'_s = 0$), sıxılan zonanın hündürlüyü $x < 2a'$ olarsa, onda yuxarıdakı düsturda a' əvəzinə $\frac{x}{2}$ qoyulmalıdır.

Mərkəzdən xaric sıxılan elementlərin hesablanması

8.1.23. En kəsiyi düzbucaqlı mərkəzdən xaric sıxılan elementlərin möhkəmliyə hesablanması aşağıdakı kimi aparılır:

$$Ne = 0,8R_b b h_0^2 \xi (1 - 0,4\xi) + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

$$N = 0,8R_b b h_0 \xi + R_{sc} A'_s - \sigma_s A_s$$

Burada $A_0 = \xi(1 - 0,4\xi)$ əvəzləməsinə qəbul edərək $\xi^2 - 2,5\xi + 2,5A_0 = 0$ kvadrat tənliyi alınır.

N-xarici yüklərdən normal qüvvədir;

e -N qüvvəsinin tətbiq nöqtəsindən dartılan armaturun ağırlıq mərkəzinə qədər olan məsafədir:

$$e = e_0 \eta + \frac{h_0 - a'}{2}$$

η - boyuna əyilməni nəzərə alan əmsaldır.

Hesablamalarda aşağıdakı hallar mümkündür:

1) $\xi \leq \xi_R$. Hesablama aşağıdakı kimi aparılır:

$$A_0 = \frac{Ne}{0,8R_b b h_0^2} \text{ və } \xi^2 - 2,5\xi + 2,5A_0 = 0 \text{ kvadrat tənliyi həll olunaraq } \xi \text{ təyin olunur və } \xi\text{-dən}$$

asılı dartılan armaturdakı nisbi deformasiya təyin olunur:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{b,2} \left(\frac{1}{\xi} - 1 \right) \text{ və bu qiymətə müvafiq birqat armaturlamada } \sigma_s = R_s \text{ olduğu müəyyənləşir,}$$

həm də $\varepsilon_s \leq \varepsilon_{s,ult}$ şərti yoxlanılır.

$\xi \leq \xi_R$ olduğundan kəsik birqat armaturlanır:

$$A_s = \frac{1}{R_s} (0,8R_b b h_0 \xi - N); A'_s = 0$$

2) $\xi_R \leq \xi \leq 1$. Bu halda əyilmədə olunan metodika tətbiq olunaraq $\sigma_s < R_s$ olduğu aşkar olunur.

Möhkəmlik şərtlərinə aşağıdakı əvəzləmə daxil olunur:

$$N + \sigma_s A_s = AR_s; Ne = M; A'_s = A'_1$$

Onda möhkəmlik şərtləri aşağıdakı kimi alınır:

$$M = 0,8R_b b h_0^2 \xi (1 - 0,4\xi) + R_{sc} A'_1 (h_0 - a');$$

$$0,8R_b b h_0 \xi + R_{sc} A'_1 - R_s A = 0$$

Bu tənliklər ikiqat armaturlamada sadə əyilmədə olan tənliklərdən fərqlənir.

$$A_0 = \frac{M}{0,8R_b b h_0^2} \text{ hesablanır və } \xi^2 - 2,5\xi + 2,5A_0 = 0 \text{ tənliyi həll olunaraq } \xi\text{-təyin olunur.}$$

$\xi < \xi_R$ olduğu hal yuxarıda baxılmışdır.

$\xi > \xi_R$ olarsa, $\xi = \xi_R$ qəbul edilib, ikiqat armaturlanmada olduğu kimi armaturların sahəsi aşağıdakı kimi hesablanır:

$$A'_1 = \frac{M - 0,8R_b b h_0^2 A_R}{R_{sc} A'_1 (h_0 - a')}; \quad A = \frac{1}{R_s} (0,8R_b b h_0 \xi_R + R_{sc} A'_1)$$

Baxılan kəsiyin sıxılan zonasının hündürlüyü aşağıdakı kimi hesablanır.

İkinci tənlikdən $R_{sc} A'_1 = R_s A - 0,8R_b b h_0 \xi$ ifadəsini birinci tənlikdə yerinə yazdıqdan sonra aşağıdakı ξ -yə nəzərən kvadrat tənlik alınır:

$$\xi^2 - 2,5 \frac{a'}{h_0} \xi + \frac{Ne - R_s A (h_0 - a')}{0,32R_b b h_0^2} = 0$$

Tənlik həll olunmaqla ξ təyin olunur və

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{b,ult} \left(\frac{1 - \xi}{\xi} \right); \quad \varepsilon'_s = \varepsilon_{b,ult} \frac{1 - \delta'}{\xi}; \quad \delta' = \frac{a'}{h_0}$$

Armaturun hal diaqramından ε_s -ə müvafiq σ_s gərginliyi tapılır: $\sigma_s < R_s$ və $\sigma_s = E_s \varepsilon_s$ olacaqdır, eyni zamanda $\varepsilon_s \leq \varepsilon_{s,ult}$ olmalıdır.

Hesablama real hala keçməklə davam edir.

$$A'_s = A'_1; \quad A_s = \frac{1}{\sigma_s} (R_s A - N)$$

Məsələ yuxarıdakı kimi ξ və σ_s təyin olunduqdan sonra məlum metodika ilə müvazinət tənliklərində tələb olunan armatur sahələri yenidən hesablanır:

$$A'_s = \frac{N - 0,8R_b b h_0 \xi}{R_{sc}}; \quad A_s = \frac{1}{\sigma_s} (0,8R_b b h_0 \xi + R_{sc} A'_1 - N) < 0$$

Bu halda $A_s < 0$ alındığından konstruktiv şərtlərə əsasən qəbul olunur.

3) $\xi > 1$. Bu hal üçün hesablama alqoritmi aşağıdakı kimi təklif olunur.

Kiçik eksentrisitetlə ($h \leq y < \infty$) sıxılan mərkəzdən xaric sıxılmada aşağıdakı hallar mümkündür (şəkil 7) və hesablama aşağıdakı kimi aparılır:

$$M_1 \leq \psi R_b b h (\delta - a) + R_{sc} A'_s (h_0 - a');$$

$$N = \psi R_b b h + R_s A_s + R_{sc} A'_s$$

$$\text{Burada } 0,91 \leq \psi \leq 1; \quad \varepsilon_s = \varepsilon_{b0} \frac{y-h}{y-\frac{3}{7}h}; \quad \varepsilon'_s = \varepsilon_{b0} \frac{y-h}{y-a'};$$

$$y = h \frac{1 - \frac{3}{7} \bar{k}_0}{1 - \bar{k}_0}; \quad \bar{k}_0 \approx 0,24$$

qəbul olunur.

Əgər $N(h_0 - a') - M_1 \geq (0,5h - a)R_b b h$ olarsa, $\psi=1$ olur.

Onda:

$$A'_s = \frac{M_1 - (0,5 - a')R_b b h}{(h_0 - a')R_{sc}}; \quad A_s = \frac{N - R_b b h}{R_s} - A'_1;$$

Əgər $N(h_0 - a') - M_1 < (0,5h - a)R_b b h$ olarsa

$$\psi = \frac{h}{h - a'} \left(0,5 + \frac{N(h_0 - a') - M_1}{R_b b h^2} \right)$$

$$A'_s = \frac{N - \psi R_b b h}{R_{sc}}; \quad A_s = 0$$

8.1.24. Konstruksiyanın deformasiyaya uğramayan sxem üzrə hesablanmasında η əmsalinin qiyməti aşağıdakı düsturla müəyyən edilir:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}}$$

Burada N - xarici yüklərdən normal qüvvə;

N_{cr} - şərti kritik qüvvədir və aşağıdakı kimi müəyyən edilir:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 D}{l_0^2}$$

Burada D - deformasiyaya görə hesablanan göstərişlərinə müvafiq dəmir-beton elementinin möhkəmliyə görə həddi mərhələsində təyin olunan sərtlik;

l_0 - bu normaların bənd 8.1.26-nın tələblərinə müvafiq təyin olunan elementin hesablama uzunluğudur;

D -nin qiymətinin aşağıdakı düsturla müəyyən edilməsinə yol verilir.

$$D = k_b E_b I + k_s E_s I_s,$$

Burada E_b və E_s - uyğun olaraq beton və armaturun elastiklik modulları;

I, I_s - beton kəsik sahəsinin və bütün boyuna armatur sahələrinin en kəsiyin ağırlıq mərkəzindən keçən oxa nəzərən müvafiq ətalət momentləri;

$$k_b = 1,5k_0 \left(1 - \frac{1}{3}k_0^2\right); \quad k_s = \frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_{b,ult}} > 0,5 \text{ olduğundan } k_s = 0,7 \text{ qəbul olunur.}$$

η - əmsalının qiymətinin konstruksiyayı elastik sistem kimi hesablama yolu ilə hesablama kəsiklərində əyici momentin elementin uzunluğu boyu paylanması, onun deformasiyaya uğramasının xarakterini və əyintilərin əyici momentin qiymətlərinə təsirini nəzərə almaqla azaldılmasına yol verilir.

8.1.25. Kəsiyin armaturu əyilmə müstəvisinin əks tərəflərində yerləşən düzbucaq kəsikli mərkəzdən xaric sıxılan elementin möhkəmliyə görə hesablanması boyuna qüvvənin eksentrisiteti

$e_0 \leq \frac{h}{30}$ və çevikliyi $\frac{l_0}{h} \leq 20$ olduqda, aşağıdakı şərtlə aparılmasına yol verilir.

$$N \leq N_{ult},$$

Burada N_{ult} - elementin qəbul edəcəyi boyuna qüvvənin həddi qiymətidir və aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$N_{ult} = \varphi (R_b A + R_{sc} A_{s,tot})$$

Burada A - beton kəsiyin sahəsi;

$A_{s,tot}$ - elementin kəsiyində olan bütün boyuna armaturların sahəsi;

φ - yükün uzunmüddətli təsirindən cədvəl 8.1 üzrə elementin çevikliyindən asılı olaraq təyin olunan əmsal; yükün qısamüddətli təsirindən φ -nin qiymətləri $\varphi = 0,9$ $\frac{l_0}{h} = 10$ olduqda və

$\varphi = 0,85$ $\frac{l_0}{h} = 20$ olduqda xətti qanunla müəyyən olunur.

Cədvəl 8.1

| Betonun sinfi | l_0/h - dan asılı φ -in qiymətləri | | | |
|---------------|--|------|------|------|
| | 6 | 10 | 15 | 20 |
| B20-B55 | 0,92 | 0,9 | 0,83 | 0,7 |
| B60 | 0,91 | 0,89 | 0,80 | 0,65 |
| B80 | 0,90 | 0,88 | 0,79 | 0,64 |

8.1.26. Mərkəzdən xaric sıxılan elementin l_0 hesablama uzunluğu çərçivə konstruksiyalarının elementlərində olduğu kimi, yükün ən əlverişsiz yerləşməsində deformasiyaya uğrama vəziyyəti və materialın qeyri-xətti deformasiyaları, çatların olması nəzərə alınaraq təyin olunur.

l uzunluğu boyu sabit en kəsikli, normal qüvvə təsiri altında olan elementin hesablama l_0 uzunluğunun aşağıdakılara bərabər qəbul olunmasına yol verilir:

a) hər iki ucda oynaqlı oturan elementlər üçün - 1,0/;

- b) elementin bir ucu sərt bərkidilən (dayaq kəsiyin dönməsini aradan qaldıran) və digər ucu bərkidilməmiş elementlər üçün (konsol) - 2,0 l ;
- c) elementin bir ucunda elementin yerdəyişməsi olmayan oynaqlı bərkidilmə və digər ucu isə:
 - sərt bərkidilmə - 0,7 l ;
 - məhdud dönməyə malik elastik bərkidilmə- 0,9 l ;
- d) elementin bir ucunda elastik oynaqlı bərkidilmə (dayağın məhdud yerdəyişməsinə yol verən) və digər ucu isə:
 - sərt bərkidilmə (dönmə olmadıqda) -1,5 l ;
 - elastik bərkidilmə (məhdud dönmə olduqda) - 2,0 l ;
- e) elementin iki ucunda məhdud yerdəyişməli bərkidilmə:
 - sərt bərkidilmə (dönmə olmadan) -0,5 l ;
 - elastik bərkidilmə (məhdud dönmə olduqda) - 0,8 l ;
- f) elementin iki ucunda yerdəyişmə olanda:
 - sərt (dönmə olmadan) - 0,8 l ;
 - elastik (məhdud dönmə olanda) -1,2 l .

Mərkəzi dartılan elementlərin hesablanması

8.1.27. Mərkəzi dartılan elementlərin kəsiklərinin möhkəmliyə hesablanması aşağıdakı şərtə görə aparılır:

$$N \leq N_{ult}$$

Burada N -xarici yüklərdən normal dartıcı qüvvə;

N_{ult} - elementin qəbul edə biləcəyi normal qüvvənin həddi qiyməti;

N_{ult} qüvvəsinin qiyməti aşağıdakı düsturla təyin olunur:

$$N_{ult} = R_{sc} A_{s,tot}$$

Burada $A_{s,tot}$ - bütün boyuna armaturların en kəsik sahəsidir.

Dartılan elementlərin həddi-hallara görə hesablanması

Mərkəzdən xaric dartılan elementlərin möhkəmliyə görə hesablanması normal qüvvənin vəziyyətindən asılı olaraq aşağıdakı hallarda aparılır:

8.1.28. Normal qüvvə N armaturlardakı yaranan qüvvələrin arasında təsir edir. Bu halda betonun işi nəzərə alınmır və armaturların sahələri aşağıdakı kimi hesablanır:

$$A_s = \frac{N(h_0 - a' - e)}{\sigma_{s2}(h_0 - a')}; \quad A'_s = \frac{Ne}{\sigma'_s(h_0 - a')}$$

$\varepsilon'_s < \varepsilon_{sl}$ olduqda armaturlarda yaranan gərginliklər: $\sigma_{s2} = R_s$ və $\sigma'_s = \varepsilon'_s E_s$ kimi qəbul olunur:

$$\varepsilon'_s = \frac{e}{h_0 - a' - e} \varepsilon_{s2}$$

$\varepsilon'_s < \varepsilon_{sl}$ olduqda $\sigma'_s < R_s$ və $\sigma'_s = \varepsilon_s E_s$ olur.

$\varepsilon'_s < \varepsilon_{sl}$ şərtinin təmin olunması yoxlanılır.

$$\varepsilon'_s = \frac{e}{h_0 - a' - e} \varepsilon_{s2} \leq \varepsilon_{sl} \text{ və buradan}$$

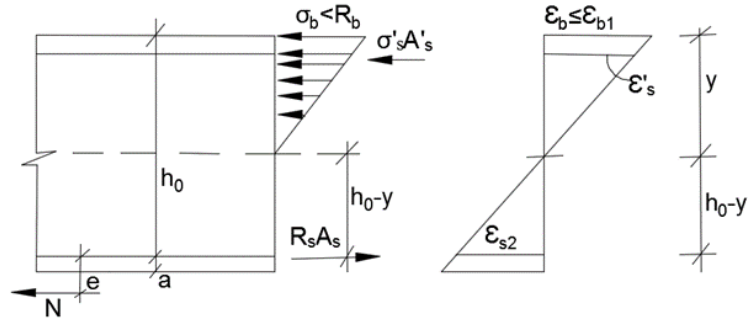
$$e \leq (h_0 - a') \frac{\varepsilon_{sl}}{\varepsilon_{sl} + \varepsilon_{s2}} \text{ olmalıdır və } \sigma'_s = \varepsilon_s E_s < R_s$$

$$e > (h_0 - a') \frac{\varepsilon_{sl}}{\varepsilon_{sl} + \varepsilon_{s2}} \text{ olduqda } \sigma'_s = R_s \text{ qəbul olunur.}$$

$\sigma_{s2} = R_s$ məsələnin şərtinə görə qəbul olunur.

8.1.29 Normal qüvvə N kəsikdən kənar təsir edir. Bu halda betonun sıxılan zonasında işi nəzərə alınmaqla hesablamalar aparılır.

$\varepsilon_b < \varepsilon_{b1}$. Bu halda beton elastiklik həddi daxilində işləyir və hesablama sxemi aşağıdakı kimidir:



Şəkil 11. Mərkəzdən xaric dartılmada hesablama halları.

Hesablama tənlikləri:

$$N - R_s A_s + \sigma'_s A'_s + E_b \varepsilon_{s2} b h_0 \frac{\xi^2}{2(1-\xi)} = 0$$

$$N e - E_b \varepsilon_{s2} b h_0^2 \frac{\xi^2}{2(1-\xi)} \left(1 - \frac{1}{3}\xi\right) - \sigma'_s A'_s (h_0 - a') = 0$$

Burada $\xi = \frac{y}{h_0}$; $\sigma_b = \frac{\xi}{1-\xi} E_b \varepsilon_{s2}$; $\varepsilon_b = \varepsilon_{s2} \frac{y}{h_0 - y}$

$A_0 = \frac{N e}{E_b \varepsilon_{s2} b h_0^2}$ qəbul olunur və sıxılan zonaların nisbi hündürlüyü $\xi^3 - 3\xi^2 - 6A_0\xi + 6A_0 = 0$

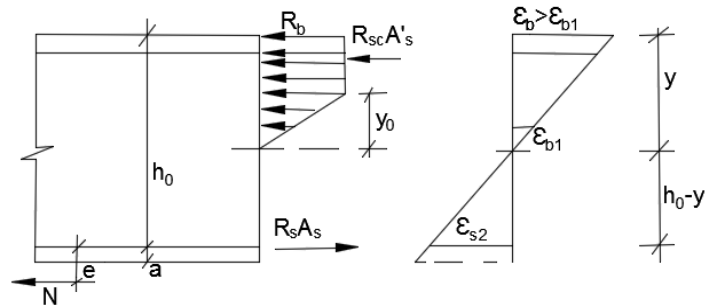
tənliyinin həllindən təyin olunur.

$\xi < \xi_R$ şərti təmin olunduqda kəsik birqat armaturlanır və armatur sahəsi aşağıdakı kimi hesablanır:

$$A_s = \frac{1}{R_s} \left[N + E_b \varepsilon_{s2} b h_0 \frac{\xi^2}{2(1-\xi)} \right]; A'_s = 0$$

$\xi > \xi_R$ olduqda kəsik ikiqat armaturlanır. $\xi = \xi_R$ qəbul etməklə müvazinət tənliklərindən A_s və A'_s hesablanırlar.

8.1.30. $\varepsilon_b \geq \varepsilon_{b1} < \varepsilon_{b2}$. Bu halda hesablama sxemi aşağıdakı kimi qəbul olunur:



Şəkil 12. Mərkəzdən xaric dartılmada hesablamalarda hesablama sxemi.

Betonda sıxılan zonada plastik deformasiyalarının səviyyəsindən asılı olaraq, $y_0 = k_0 y$;

$k_0 = \frac{\varepsilon_{b1}}{\varepsilon_{b,max}}$ hesablama tənlikləri aşağıdakı kimi yazılır:

$$N - R_s A_s + R_{sc} A'_s + R_b b h_0 \xi - \frac{1}{2} R_b b h_0 k_0 \xi = 0$$

$$N e - R_b b h_0^2 \xi (1 - 0,5\xi) + \frac{1}{3} R_b b h_0^2 k_0^2 \xi^2 - R_{sc} A'_s (h_0 - a') = 0$$

Dartılmadan əyilmədə sıxılan zonanın həddi qiyməti aşağıdakı kimi hesablanır:

$$\xi_R = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon_{s2}}{\varepsilon_{b2}}}$$

$k_0 = 0,167 \div 1$ qiymətləri qəbul olunaraq məsələ sadə əyilmədə olduğu kimi həll olunur.

$A_0 = \xi(1 - 0,5\xi) - \frac{1}{3} k_0^2 \xi^2$ ilə işarə olunur və sıxılan zonanın hündürlüyü aşağıdakı kvadrat tənliyi həll etməklə təyin olunur:

$$\xi^2 - \frac{1}{0,5 + \frac{1}{3}k_0^2}\xi + \frac{1}{0,5 + \frac{1}{3}k_0^2}A_0 = 0$$

Burada

$$A_0 = \frac{Ne}{R_b b h_0^2}$$

$\xi > \xi_R$ olarsa kəsik ikiqat armaturlanır. Müvazinət tənliklərində $\xi = \xi_R$ qəbul etməklə A_s və A'_s armatur sahələri hesablanır.

12. “Dəmir – beton konstruksiyaların gücləndirilməsinə dair tələblər” bölümünə izahat

Gücləndirilən elementlər qüvvədə olan dəmir – beton üzrə normativ sənəd AzDTN 2.16-1-ə görə göstərilən tələblər əsasında hesablanmalıdır.

Dəmir – beton konstruksiyaların gücləndirilməsi onların naturada müayinə olunma nəticələri, yoxlama hesablamaları və gücləndirilən konstruksiyaların hesablanması və konstruksiyalaşdırılması əsasında aparılır.

Gücləndirmə iki əsas qaydada həyata keçirilir. Konstruktiv sxemi dəyişməklə; elementin ölçülərini artırmaqla. Birinci halda konstruksiyanın qüsursuz halında istehsalatı dayandırmadan gücləndirmə aparılır. İkinci halda armatur əlavə edib elementin en kəsik ölçülərini artırmaqla. Beləliklə, həm qüsursuz olan, həm də zədələnmiş konstruksiyalar gücləndirilir.

Bütün hallarda dəmir – beton üzrə qüvvədə olan normativ sənəd AzDTN 2.16-1 əsas götürülərək 12.4.4 bəndinin tələbləri əsasında gücləndirilən elementlər hesablanırlar.

Əyilən statik həll olunan elementlərin en kəsiyi düzbucaqlı olduqda onların yükdaşıma qabiliyyəti sıxılan zonanın hündürlüyünün həddi qiymətində aşağıdakı kimi təyin olunur.

$$M_{ult} = 0,8 A_R R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

Bundan əlavə armaturun möhkəmliyini də $\varepsilon_s \leq \varepsilon_{s,ult}$ şərti ilə yoxlamaq lazımdır.

Əgər element həddi – hala görə hesablanıbsa, yəni $y = y_u$ şərti daxilində məsələ həll olunubsa, onun yükdaşıma qabiliyyəti yalnız b və h_0 böyüdülməklə artırıla bilər. Digər hallarda isə, yoxlama hesablamaları aparmaqla elementin vəziyyəti yoxlanılır.

Konstruktiv sxemi dəyişmək ən əlverişli haldır, məsələn statik həll olunan sistemi statik həll olunmayana çevirməklə əyici momenti azaltmaq olar.

Əyilən elementlərin en kəsik ölçülərini birtərəfli artırma üsulu ilə gücləndirdikdə, AzDTN 2.16-1-ə əsasən hesablamalarda aşağıdakı hallar ola bilər:

a) Təsir edən yüklər elementin yükdaşıma qabiliyyətinə müvafiqdir, yəni $\xi = \xi_R$ - dir.

Hesablama qeyri – xətti deformasiya modeli tətbiq olunmaqla aşağıdakı kimi aparılır:

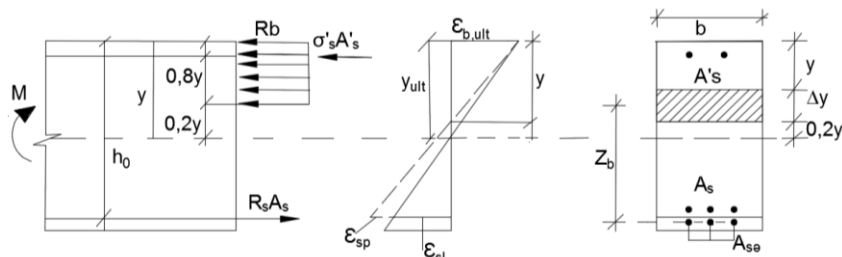
$$M = 0,8 R_b b h_0^2 A_R + R_{sc} A'_s (h_0 - a');$$

$$0,8 R_b b h_0 \xi_R + R_{sc} A'_s - R_s A_s = 0$$

Burada $A_R = \xi_R (1 - 0,4 \xi_R)$; $\xi_R = \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon_{sl}}{\varepsilon_{bz}}}$

Bu halda kəsiyin gücləndirilməsi yalnız en kəsiyin hündürlüyünün artırılması hesabına həyata keçirilir və hesablamalarda aşağıdakılar nəzərə alınmalıdır.

Kəsiyə əlavə olunmuş gücləndirmə tədbirlərindən dardılan armaturda nisbi dartılma deformasiyası xarici yükün artması ilə gücləndirmə tədbirləri nəticəsində artır və bu da betonun sıxılan zonasının hündürlüyünün azalmasına gətirir və sıxılan zonanın möhkəmliyindən istifadə olunmayan hissəsi tətbiq olunan armaturlarla əlavə momentin yaradılmasına, nəticədə isə yükdaşıma qabiliyyətinin dəyişməsinə səbəb ola bilər. Bunu aydın göstərmək üçün aşağıdakı hesablama sxeminə müraciət olunur.



Şəkil 14.. Gücləndirilən elementlərin hesablama sxemi.

Burada $\Delta y = y_u - y$; $Z_b = h_0^* - y - \frac{\Delta y}{2} = h_0^* - \frac{1}{2}(y_u + y)$

$$y_u = \frac{h_0}{1 + \frac{\varepsilon_{sl}}{\varepsilon_{b2}}}; \quad y = \frac{h_0}{1 + \frac{\varepsilon_{sl} + \varepsilon_{sp}}{\varepsilon_{b2}}}; \quad \min y = \frac{h_0}{1 + \frac{\varepsilon_{s2}}{\varepsilon_{b2}}}$$

Gücləndirilən dəmir-beton elementlərin yükdaşımaya qabiliyyəti aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$M_u = 0,8R_b b h_0^2 A_0 + 0,8R_b b \Delta y [h_0^* - 0,5(y_u + y)]$$

Bu sxemdən görünür ki, dartılan armaturun nisbi dartılmasını gücləndirmə nəticəsində qırılana qədər artırmağa imkan vardır və bu şərtdən artırmada olan armaturun nisbi uzanmasını aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$\varepsilon_{sp} + \varepsilon_{sl} = \varepsilon_{s2} \text{ və ya } \varepsilon_{sp} = \varepsilon_{s2} - \varepsilon_{sl}$$

Armaturda yaranan deformasiyadan asılı olaraq sıxılan zonanın hündürlüyünü və eyni zamanda elementin yükdaşımaya qabiliyyətini tənzimləmək olar. Aşağıdakı hallar nəzərdən keçirilir:

1) $\varepsilon_{sp} = \varepsilon_{s2} - \varepsilon_{sl}$ qəbul etdikdə sıxılan zonanın hündürlüyü aşağıdakı kimi təyin etmək olar:

$$y = \frac{h_0}{1 + \frac{\varepsilon_{sl} + \varepsilon_{sp}}{\varepsilon_{b2}}} = \frac{h_0}{1 + \frac{\varepsilon_{s2}}{\varepsilon_{b2}}} = \frac{h_0}{1 + \frac{0,014}{0,0035}} = 0,2h_0$$

Deməli, əyilən element həddi-halda olduqda, onu gücləndirməklə sıxılan zonanın hündürlüyü $\Delta y = y_u - y$ qədər azaldılır, betonun sıxılan zonasından istifadə olunmayan hissə hesabına əlavə moment yaratmaq olur:

$$\Delta M_u = 0,8R_b b \cdot \Delta y [h_0^* - 0,5(y_u + y)]$$

$$y_u = \frac{h_0}{1 + \frac{\varepsilon_{sl}}{\varepsilon_{b2}}} = \frac{h_0}{1 + \frac{0,00175}{0,0035}} = 0,667h_0$$

Beləliklə, $\Delta y = (0,667 - 0,2)h_0 = 0,467h_0$ təyin olunur.

Onda:

$$\Delta M_u = 0,8R_b \cdot b \cdot 0,467h_0^2 [h_0^* - 0,5(0,667 + 0,2)h_0] = 0,211R_b b h_0^2$$

$$y = 0,2h_0$$

olduqda $A_R^* = 0,2(1 - 0,4 \cdot 0,2) = 0,184$ olur.

Onda gücləndirmədən sonra armaturda yaradıla bilən deformasiya

$$\varepsilon_{sp} = \varepsilon_{s2} - \varepsilon_{s1} = 0,01225$$

qəbul olunan halda elementin yükdaşımaya qabiliyyəti aşağıdakı kimi hesablanır:

1) $\varepsilon_{sp} = \varepsilon_{s2} - \varepsilon_{s1}$, yəni $\varepsilon_{sp} = 7\varepsilon_{sl}$ olduqda:

$$M_u = 0,8A_R^* R_b b h_0^2 + \Delta M_u = 0,147R_b b h_0^2 + 0,211R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a');$$

$$M_u = 0,358R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

alınır.

2) $\varepsilon_{sp} = 2\varepsilon_{sl} = 0,0035$ qəbul olduqda:

$$M_u = 0,367R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

alınır.

3) $\varepsilon_{sp} = 3\varepsilon_{sl} = 0,00525$ qəbul etdikdə:

$$M_u = 0,364R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

alınır.

4) $\varepsilon_{sp} = 4\varepsilon_{sl} = 0,007$ olduqda:

$$M_u = 0,362R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

alınır.

5) $\varepsilon_{sp} = 5\varepsilon_{sl} = 0,00875$ olduqda:

$$M_u = 0,3605R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

alınır.

6) $\varepsilon_{sp} = 6\varepsilon_{sl} = 0,0105$ olduqda:

$$M_u = 0,359R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

alınır.

Müqayisə etmək üçün gücləndirməyə qədər elementin yükdaşımaya qabiliyyəti $\varepsilon_s = \varepsilon_{sl}$ olduqda:

. $M_u = 0,391R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$ olduğu, yəni həddi qiyməti müəyyən olunmuşdur

Beləliklə, artırma yolu ilə kəsiyin ölçülərinin dəyişməməsindən əylən elementin yükdaşıma qabiliyyəti əhəmiyyətli dərəcədə artır, əksinə azalır.

b) Təsir edən yüklərin istismar müddətində qiymətləri onun yükdaşıma qabiliyyətindən az olan hallar nəzərdən keçirilir.

Misal. Düzbucaqlı ölçüləri $b \times h = 40 \times 60 \text{ cm}$, $h_0 = 55 \text{ cm}$, $a = 5 \text{ cm}$; beton $B30 (R_b = 17 \text{ MPa})$, Armatur $A400 (R_s = 350 \text{ MPa})$, armatur sahələri $A_s = 32,17 \text{ cm}^2$; $A'_s = 8,04 \text{ cm}^2$;

Məsələnin həlli:

Elementin istismarında sıxılan zonanın hündürlüyü statikanın müvazinət tənliyindən təyin olunur:

$$\xi = \frac{R_s (A_s - A'_s)}{0,8 R_b b h_0} = \frac{350(32,17 - 8,04)}{0,8 \cdot 17 \cdot 40 \cdot 55} = 0,282$$

Bu qiymətə müvafiq $A_R = 0,282(1 - 0,4 \cdot 0,282) = 0,25$ onda təsir edən yükəndən əyici moment

$$M_u = 0,8 A_0 R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a') = 0,2 R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a') \text{ olur.}$$

Dartılan armaturun nisbi uzanması

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{b2} \left(\frac{1}{\xi} - 1 \right) = 0,0035 \left(\frac{1}{0,282} - 1 \right) = 0,0089$$

olduğu təyin edilir.

Kəsiyin artırılması nəticəsində dartılan armaturun nisbi dartılması 0,0051 -ə qədər artırıla bilər:

Onda:

$$y = \frac{h_0}{1 + \frac{\varepsilon_s + \varepsilon_{sp}}{\varepsilon_{b2}}} = \frac{h_0}{1 + \frac{0,0089 + 0,0051}{0,0035}} = 0,2 h_0$$

$$A_0 = 0,2(1 - 0,4 \cdot 0,2) = 0,184$$

Sıxılan zonanın həddi hündürlüyü $y_u = 0,667 h_0$ olduğundan

$$\Delta y = 0,667 h_0 - 0,2 h_0 = 0,467 h_0$$

Gücləndirmə tədbirindən sonra yaranan həddi əyici moment:

$$M_u = 0,358 R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$$

Gücləndirilməyə qədər elementin daşdığı yük:

$$M_u = 0,8 A_0 R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a') = 0,2 R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a') \text{ idi.}$$

onda:

$M_u = 0,2 R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a') < 0,358 R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a')$ olduğundan istismar yükü artır.

Deməli, istismar yükünün qiyməti $\frac{0,358 - 0,2}{0,358} = 0,44 \Rightarrow 44\%$ artır, lakin elementin yükdaşıma qabiliyyəti isə $\frac{0,391 - 0,358}{0,391} = 0,084 \Rightarrow 8,4\%$ azalır.

Deməli, birtərəfli artırma üsulu ilə gücləndirmədən əylən elementin daşdığı yükün qiymətini dartılan armatordakı nisbi uzanmaları dəyişməklə əhəmiyyətli dərəcədə tənzimləmək mümkündür.

Hesablamalar göstərir ki, gücləndirmə nəticəsində əylən elementin yükdaşıma qabiliyyəti en kəşik ölçüləri dəyişmədən azalır, lakin istismar yükünü artırmaq mümkündür. Kəsiyin hündürlüyü

$h_0^* = (1,1 \div 1,2) h_0$ qədər artırıldıqda, elementin yükdaşıma qabiliyyəti h_0^* -dan asılı artırıla bilər, məsələn $h_0^* = 1,2 h_0$ qəbul edildikdə daxili qüvvələrin qolu $Z_b = h_0^* - 0,5(y_u + y)$ olduğundan, yuxarıdakı misallardan birində $Z_b = 0,524 h_0$ əvəzinə $Z_b = 0,72 h_0$ alınır və bu da

$\Delta M_u = 0,8 R_b b \Delta y \cdot Z_b = 0,8 \cdot 0,382 R_b b \cdot 0,72 h_0 = 0,221 R_b b h_0^2$ qədər elementin yükdaşıma qabiliyyətinin artırılmasına səbəb olur.

Bu halda elementin yükdaşıma qabiliyyəti:

$$M_u = (0,201 + 0,221) R_b b h_0^2 = 0,422 R_b b h_0^2 > 0,391 R_b b h_0^2$$

Kəsiyin hündürlüyünü 20% artırılmaqla, elementin yükdaşıma qabiliyyəti

$$(0,422 - 0,391) R_b b h_0^2 = 0,031 R_b b h_0^2 \text{ qədər artır ki, bu da } 8\% \text{ təşkil edir.}$$

Ədədi misalların nəticələri göstərir ki, əylən elementlərin birtərəfli artırma üsulu ilə gücləndirilməsi kəsiyin dartılan zonasındakı armaturun qırılmasına qədər nisbi uzanmasını

tənzimləməklə həyata keçirilməlidir. Ona görə də yoxlama hesablamalarında ilk növbədə dartılan armaturun nisbi uzanmasının aldığı qiymət müəyyənləşdirilməlidir.

Dəmir-beton konstruksiyaların hesablanması həddi-hallara yeni baxışlar nəzərə alınmaqla aparılmalıdır.

İstifadə olunmuş ədəbiyyatlar

1. Строительная газета. Нестыковка актуализированного норматива по железобетону и Еврокода - препятствие в строительстве № 19, 9 май 2014.
2. СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения, М, 2012.
3. AzDTN 2.16-1 Beton və dəmir-beton konstruksiyalar. Layihələndirmə normaları. Bakı, 2015, 131s.
4. Regles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en beton arme (BAEL-83), Paris, 1983.
5. Биби Э.В., Нараянан Р.С. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 2, Москва, МГСУ, 2013 - 292 стр.
6. Charon Pierre. Calcul des ouvrages en beton arme' suivat les regles BAEL - 83. Théorie et application, Paris, Eyrolles, 1986,460 p.
7. M.Rosh. Le' stabilite' des barres comprimées par des forces excentrées. Paris, 1932.
8. Байков В.Н., Сигалов Э.С. Железобетонные конструкции. Стройиздат, 1991,767 с.
9. Сейфуллаев Х.К., Гараев А.Н., О нестыковке национальных нормативов по железобетону и Еврокодов, БСТ № 9, 2017, стр. 40-45.
10. Seyfullayev X.Q. Qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında dəmir-beton elementlərin normal kəsiklər üzrə möhkəmliyə hesablanması nəticələri haqqında, Azərbaycanca İnşaat və Memarlıq № 4, 2017.
11. Seyfullayev X.Q. Qeyri-xətti deformasiya modelinin dəmir-beton elementlərin hesablanmasına yeni baxışlarla tətbiqinin təkmilləşdirilməsi, Azərbaycanca İnşaat və Memarlıq №1, 2018, s.2-16.
12. Seyfullayev X.Q. Mərkəzdən xaric sıxılan dəmir-beton elementlərin hesablanmasına həddi-hallara yeni baxışların tətbiqi, Azərbaycanca İnşaat və Memarlıq № 4, 2018-ci il.
13. Seyfullayev X.Q. Dəmir-beton elementlərin möhkəmliyə görə həddi-hallara hesablamalarda həddi-halların seçilməsi haqqında, Azərbaycanca İnşaat və Memarlıq № 2, 2017, səh.2-14.
14. Сейфуллаев Х.К., Гараев А.Н. Приложение нелинейной деформационный модели к расчету железобетонных элементов по новому понятию о предельных состояний. Polish journal of science № 10,2018, vol.1.34-47.
15. Сейфуллаев Х.К., Гараев А.Н. Приложение нелинейной деформационный модели к расчету изгибаемых ж/бетонных элементов, Science of europe №33(33), vol.1,2018 (Praha) с.51-60.
16. Сейфуллаев Х.К., Гараев А.Н. Усовершенствованная методика расчета железобетонных элементов на прочность и устойчивость с учетом требований Еврокодов. «Наука та будівництво» № 2,2019, Киев, 12 с.

İnşaat və memarlıq üzrə mütəxəssislərin nəzərinə!

Bu Tövsiyələrə dair irad və təkliflərinizi
jurnalın redaksiya heyətinə
göndərməyinizi xahiş edirik.