

Baş redaktortex. üzrə f.d. **Qarayev A.N.** –AzİMETİ**Baş redaktorun müavini**tex. üzrə f.d. **Yusifov N.R.** –AzİMETİ**Məsul katib**iqt. üzrə f.d. **Şirinova N.S.** -AzİMETİ**Redaksiya heyəti**t.e.d., prof. **Seyfullayev X.Q.** -AzİMETİmem.dok. **Abdullayeva N.C.** -AzMİUt.e.d.,prof. **Hacıyev M.Ə.** –AzMİUm.d.,prof. **Nağıyev N.H.** -AzMİUm.üzrə f.d. **İsbatov İ.A.** -DŞAKtex. üzrə f.d. **Eminov Y.M.** -AzİMETİtex. üzrə f.d. **Əmrahov A.T.** -AzİMETİtex. üzrə f.d. **Həbibov F.H.** – AzİMETİiqt. üzrə f.d. **Nuriyev E.S.** –AzİMETİtex. üzrə f.d. **Poluxov İ.X.** – FHNtex. üzrə f.d. **Rzayev R.A.** – AzİMETİm.üzrə f.d. **Səlimova A.T.** – AzMİU**MÜNDƏRİCAT**

Qarayev A.N., Eminov Y.M., Hüseynov B.M., Qarayev Ş.Ə. <i>Mərkəzi, mərkəzdən xaric sıxılmada və üfüqi yük təsirindən boşluqlu divar konstruksiyalarının işinin tədqiqi.....</i>	2
Quvalov A.A., Abbasova S.İ., Bayramov H.R. <i>Şüşə tullantılarının təkrar emal məhsulları əsasında yüksək möhkəmlikli betonun alınması.....</i>	14
Yusifov N., Hüseynov R., Yusifov Y., Əliyeva A. <i>Bina və qurğuların dəmir-beton konstruksiyaların gücləndirilməsinin innovativ üsulları.....</i>	21
Rzayev R., Oxotnikov V., Əliyev V., İskəndərova A., Qarayeva N. <i>İsrafil ağa hamam binasının konstruktiv xüsusiyyətlərinin tədqiqi və onun bərpasına aid tövsiyələr.....</i>	28
Poluxov N.Ş. <i>Memarlıq irsinin qorunmasına və istifadəsinə konstruktiv yanaşma.....</i>	37
Gökçe Eftal <i>Böyük ipək yolunun Naxçıvan memarlığına təsiri.....</i>	43
<i>Информация о «V международной научно-практической конференции по сейсмостойкому строительству».....</i>	47

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) 596 37 60 və 596 18 90,
daxili (205)

E-mail:**azimeti_elmikatib@mail.ru****azimeti@arxkom.gov.az****Kompüter dizaynı:****Nəbiyeva M.Z.**

UOT 624.01; 624.016

**MƏRKƏZİ, MƏRKƏZDƏNXARİC SİXILMADA VƏ ÜFÜQİ YÜK TƏSİRİNDƏN
BOŞLUQLU DİVAR KONSTRUKSIYALARININ İŞİNİN TƏDQIQI**

tex. üzrə f.d. Abdi Qarayev, tex. üzrə f.d. Yamən Eminov, b.e.i. Bəxtiyar Hüseynov, e.i. Şahin Qarayev
Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutu

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПУСТОТНЫХ СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ
ЦЕНТРАЛЬНОМ, ВНЕЦЕНТРЕННОМ СЖАТИИ И ВЛИЯНИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАГРУЗОК**

к.т.н. Гараев Абди, к.т.н. Эминов Йамен, с.н.р. Бахтияр Гусейнов, н.р. Шахин Гараев
Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры

**STUDY OF THE PERFORMANCE OF CAVITY WALL STRUCTURES UNDER CENTRAL,
ECCENTRIC COMPRESSION AND THE IMPACT OF HORIZONTAL LOAD**

PhD. Garayev A., PhD. Eminov Y., senior s.w. Huseynov B., s.w. Garayev Sh.

Azerbaijan Research Institute of Construction and Architecture

Xülasə: Bina və qurğularda enerji səmərəliliyinin artırılması və istilik mühafizəsinin yaxşılaşdırılması olduqca aktual məsələdir. Azərbaycan Respublikasında bu məsələlərin həlli üçün ənənəvi yerli tikinti materiallarından – “kubik” əhəngdaşlarından və keramik daşlardan hörülən sərt və çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin işi tədqiq edilmişdir. Məqalədə bu divar nümunələrinin mərkəzi, mərkəzdənxaric sıxılmada və üfüqi yük təsirinə aparılmış sınaqların nəticələri öz əksini tapmışdır. Nümunələrin sınaqlarının nəticələri bir-birinə və AzDTN 2.17-1 “Daş və armaturlanmış daş konstruksiyaları” normativ sənədinə nəzərən müqayisəli təhlili aparılmışdır.

Açar sözlər: “kubik” əhəngdaşı, keramik daşlar, sərt və çevik rabitəli, mərkəzi və mərkəzdənxaric sıxılmada, üfüqi yük, boşluqlu divar nümunələri.

Аннотация: Повышение энергоэффективности и улучшение теплозащиты зданий и сооружений является весьма актуальной проблемой. Для решения этих проблем в Азербайджанской Республике была исследована работа по образцам пустотных стен с жесткими и гибкими связями, изготовленных из традиционных местных строительных материалов – известняковых и керамических камней «кубик»ов. В статье представлены результаты испытаний образцов стен при центральном и внецентренном сжатии, а также горизонтальной нагрузке. Проведен сравнительный анализ результатов испытаний с нормативным документом AzDTN 2.17-1 «Каменные и армокаменные конструкции».

Ключевые слова: известняковый камень «кубик», керамические плиты, жесткие и гибкие связи, центровое и внецентровое сжатие, горизонтальная нагрузка, образцы пустотных стен.

Summary: Increasing energy efficiency and improving thermal insulation of buildings and structures is a very topical issue. To address these issues in the Republic of Azerbaijan, the work of rigidly and flexibly bonded cavity wall samples made of traditional local construction materials such as limestones and ceramic "cube" stones has been studied. The article presents the results of tests conducted on these wall samples under central, eccentric compression and the impact of horizontal loads. A comparative analysis of the results obtained from test samples was conducted with respect to normative document AzDTN 2.17-1 "Stone and reinforced stone structures".

Key words: "cubic" limestone, ceramic stones, rigidly and flexibly bonded, central and eccentric compression, horizontal load, cavity wall samples.

1. Giriş

Azərbaycan Respublikasının işğaldan azad olunmuş Qarabağ və Şərqi Zəngəzur rayonlarında, habelə, iqlimi sərt digər rayonlarda tikilən binaların istilik mühafizəsinin təşkili, “yaşıl enerji”dən istifadə və enerjiyə qənaət edilməsi aktual məsələlərdən biridir. Bu məsələlərin həllində çoxqatlı (boşluqlu) qoruyucu (xarici) divarlar binaların istilik mühafizəsinin etibarlı təşkil edilməsində xüsusi əhəmiyyətə malikdir. 1970-ci illərdə neft böhranının yaranması ilə enerjiyə qənaət olunması tələblərinin sərtləşdirilməsi ilə bağlı ABŞ və Qərbi Avropa ölkələrində çevik rabitəli üçqatlı divarların tikintidə tətbiq edilməsinə başlanmışdır. Çevik rabitəli üçqatlı divarlar üzlük qatı kərpic, daxili qatı isə boşluqlu beton bloklardan hörülməklə və aralarına istilik mühafizə qatı yerləşdirilməklə yerinə yetirilmişdir. Bu növ divarların tikintidə tətbiq olunması binaların istilik mühafizəsinin yaxşılaşdırılması və enerjiyə qənaət olunması ilə bağlı olmuşdur.

Azərbaycan Respublikası tam olaraq seysmik ərazidə yerləşdiyindən çoxqatlı divar konstruksiyaların dayanıqlılığının təmin edilməsi, etibarlılığının və səmərəliliyinin artırılması böyük əhəmiyyət kəsb edir. MDB ölkələrində üzlük qata malik çoxqatlı daş hörgü divar konstruksiyaları üzrə elmi tədqiqat işlərinin seysmik təsirlər nəzərə alınaraq kifayət qədər aparılmaması, bu növ divarların zəlzələ rayonlarında layihələndirilməsində müəyyən çətinliklər yaratmışdır.

Rusya Federasiyasında çoxqatlı divarların hesablanması və layihələndirilməsi üçün [2] normativ sənədindən başqa [2] Qaydalar toplusu qüvvəyə mindirilmişdir. Onu qeyd etmək lazımdır ki, bu Qaydalar toplusunun tələbləri çox qatlı divarların zəlzələ zonalarında tətbiq olunmasına yol vermir. Bu onunla izah olunmalıdır ki, Rusya Federasiyasında daha çox çoxqatlı divarlara iqlim-temperatur təsirləri [8,9] öyrənilməsinə baxmayaraq, seymik yük təsirinə qarşı dayanıqlılığının öyrənilməsi sahəsində kifayət qədər elmi-tədqiqat işləri aparılmamışdır. MDB ölkələrindən fərqli olaraq Avropa ölkələrində seysmik təsirlər nəzərə alınmaqla çoxqatlı divarların çoxlu sayda sınaqları [4,5,6,7] aparılmış və bu divarlardan tikilmiş binaların zəlzələlərdə özlərini aparma tərzləri öyrənilmişdir.

Yannian Zhang və Moncef L. Nehdi tərəfindən aparılmış sınaqlarla bismiş kərpiclərdən hörülmüş çoxqatlı divar nümunələrinin şaquli və üfüqi statik yük təsiri altında işi öyrənilmişdir [4]. Sınaqlar divar hörgü nümunələrində rabitələrin forması, rabitələrin yerləşmə vəziyyəti, istilik qatının qalınlığı və oxboyu sıxılma səviyyəsi dəyişdirilməklə yerinə yetirilmişdir. Alınan nəticələr əsasında nümunələrin sürüşməyə müqaviməti və dağılma mexanizmi ilə bağlı məsələlər təhlil olunmuşdur. Sınaqların nəticələri əsasında aşağıdakılar müəyyən edilmişdir:

- divar nümunələrinin dağılması küncələrdə əzilmədən baş verir və bunun nəticəsində divarın qatlarında əyilmə və diaqonal çatlar yaranır;
- rabitələrin forması və yerləşmə vəziyyəti möhkəmliyə və sürüşməyə məhdud təsiri olsa da oxboyu sıxılmanın təsiri böyükdür;
- həddi yüklə divarda çatın eni 2 mm-ə çatana qədər nümunələrin xarici və daxili qatların bir-birinə nəzərən yerdəyişməsi demək olar ki, sıfıra bərabər olmuşdur;
- divar nümunələrinin qatlarının birgə işləməsinə rabitələrin forması və yerləşmə vəziyyətinin təsiri kiçikdir. Lakin istilik qatının qalınlığı və oxboyu sıxılma nümunələrinin qatlarının birgə işinə təsiri böyükdür;
- divar nümunələri qeyri-xətti deformasiyalara işləmə qabiliyyəti böyükdür, bu da onların zəlzələyə davamlılığının kifayət qədər olduğunu göstəricisidir.

İtaliyanın Paviya şəhərində EUCENTRE fondunun laboratoriyasında çoxqatlı daş divarlardan tikilmiş iki ədəd eyni həndəsi ölçülərə malik ikimərtəbəli binaların sınağı [5] aparılmışdır. Çoxqatlı divarların üzlük qatı bişmiş gil kərpicdən daxili qat isə silikat-kalsium kərpiclərdən hörülmüş və polad rabitələrlə əlaqələndirilmişdir. Binaların mərtəbəarası örtüyü 1-ci mərtəbədə dəmirbeton tavalardan, 2-ci mərtəbənin örtüyü ağac konstruksiyalardan yığılmışdır. I binadan fərqli olaraq, II binanın daxilində eninə divarlar ağac karkasla gücləndirilmişdir. Ağac karkas daş divarların səthinə bərkidilərək üzərinə rəndələnmiş taxtalar vurulmuşdur.

Binalara seysmik təsirlər verilmişdir, Sınaqlar I binada qrunzun təcili 0,39g-yə çatdıqda dayandırılmışdır. Yerdəyişmələr və zədələr əsasən 2-ci mərtəbədə cəmlənmişdir. Axırncı yükləmə zamanı bina statik tarazlığından çıxmışdır. II binada isə sınaq testləri qrunzun təcili 0,79-a çatana qədər davam etdirilmişdir. I binadan fərqli olaraq II bina seysmik təsirlərə daha dayanıqlılıq göstərmişdir. Dinamik sınaqların sonunda yaranan zədələr bina üzrə bərabər paylanmışdır. Buna səbəb ağac karkasla gücləndirilmiş eninə divarların müqavimətindən tam istifadə olunmuşdur [5].

Aparılmış [6] tədqiqatlar göstərir ki, gil kərpiclərdən hörülmüş çoxqatlı armaturlanmamış divarların en kəsiyi üzrə qatlar arasındakı əlaqələr zəif olduqda seysmik dayanıqlılığı kifayət qədər deyildir. Bu məqsədlə, çoxqatlı divarların seysmik dayanıqlılığının yüksəldilməsi üçün 5 ədəd divar nümunəsinin dinamik təsirlərə sınağı aparılmışdır. Divar nümunələri iki müxtəlif üsulla, qatları bir –biri ilə diametri 12 və 8 mm olan polad vintli boltlarla çəkib bağlamaq və polad boltlarla çəkib bağlanan sahədə həm də ağac dirəklər yerləşdirməklə gücləndirilmişdir.

Sınaqlar armaturlanmamış çoxqatlı divarlar nümunələrində qorxulu çatlar təcilin 0,22g, dağılma isə 0,45g (hörgü məhlulunun daha böyük qiymətlərində - 0,59g) qiymətlərində baş verdiyini göstərmişdir. Bu zaman təcilin kiçik qiymətlərində nümunələrin orta və yuxarı hissələrində hörgü qatların bir-birinə nəzərən sürüşməsi uyğun olaraq 26 və 17 mm olmuşdur [5].

Qatları polad boltlarla çəkib bağlanmış divar nümunələri yük altında bir yerdə bütöv en kəsikli divar kimi çalışmışdır. Nümunələrdə ilk çatlar təcilin 0,25g qiymətində yaranmışdır. Hündürlük boyu vintli boltlar arasında məsafə azalsa da, seysmiq dayanıqlıq (0,71g) artmışdır. Polad boltlarla çəkib bağlanan sahədə həm də ağac dirəklər yerləşdirilən divar nümunələrinin seysmik dayanıqlığı onun ilkin vəziyyətinə nəzərən üç dəfə artmışdır. Qəbul edilmiş gücləndirmə sistemi eninə sürüşməni nəzərəcərpacaq dərəcədə azaltmışdır [6].

2010/2011-ci illərdə Yeni Zellandiyanın Kenterberi şəhərində baş vermiş zəlzələlərdən sonra 250 ədəddən çox bina müayinə edilmişdir. Aparılmış müayinə işlərinin nəticələri əsasında binalarda çoxqatlı kərpic divarların qatlararası bağlantının səmərəli olmadığı və möhkəmliyi az olan hörgü məhlulunun istifadəsi səbəbindən dağılmalara məruz qalması müəyyən edilmişdir. Zəlzələ nəticələrinin təhlili [7] göstərmişdir: divarların mərtəbəarası örtük konstruksiyalarına birləşən yerlərdə divarların qatları arasında bağlayıcı rabitələrin ardıcıl verilməməsi, divarlar üzərində kəmərlərin olmaması, divar daxilinə nəmin nüfuz etməsi nəticəsində qatlararası polad rabitələrin korroziyaya məruz qalması binaların dağılmasına səbəb olmuşdur.

Azərbaycan Respublikasında divar hörgü daşı kimi əsasən təbii mişarlanmış “kubik” əhəngdaşlarından, boşluqlu keramik bloklardan, üzlük daşı kimi “ağlay” daşlarından istifadə edilir. Yuxarıda qeyd edilən elmi-tədqiqat işləri isə daha çox kərpic daşlarla hörülən çoxqatlı divar nümunələrinin sınaqları əsasında aparılmışdır. Respublikamızın 8 və 9 ballıq seysmik ərazidə yerləşməsinə nəzərə qılaraq təbii mişarlanmış “kubik” əhəngdaşlarından, boşluqlu

keramik bloklardan hörülmüş çoxqatlı divarların seysmik (həm şaquli, həm də üfüqi yüklərə) təsirinin öyrənilməsi qarşıya məqsəd qoyulmuşdur.

2. Sınaq üçün nümunələr

Sərt və çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələri hörülmüş (şəkil 1).və onların mərkəzi və qeyri-mərkəzi sıxılmaya, həmçinin üfüqi yüklərin bigə təsirinə sınağı aparılmışdır. Cədvəl 1-də divar nümunələrinin sayı və sınaq metodları göstərilmişdir. Hər bir sərt və çevik rabitəli nümunələrdən 2-si mərkəzi, 4-ü isə (eksentistet $e = 0,15h$ və $e = 0,25h$ olmaqla) mərkəzdən xaric sıxılmışdır.

Divar nümunələrinin sınaq metodları və sayı

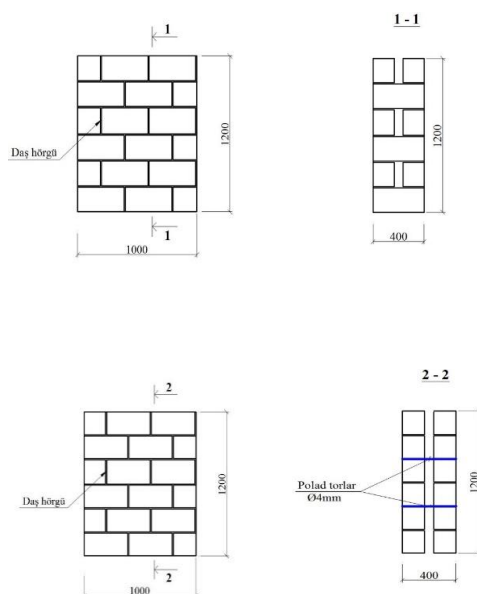
Cədvəl 1.

S/s	Sınaq metodları	Divar nümunələrinin sayı, ədədlə		
		sərt rabitəli	çevik rabitəli	
		N	ÇN	ÇKD
1	2	3	4	5
2	mərkəzi sıxılma	2	2	2
3	Mərkəzdən xaric sıxılma $e = 6,0$ sm	2	2	-
3	Mərkəzdən xaric sıxılma $e = 10,0$ sm	2	2	-
4	üfüqi yük, şaquli yüklə;	2	2	-

Qeyd. 1. N, ÇN, ÇKD ilə işarələnmiş divar nümunələrinin konstruksiyası, həndəsi ölçüləri və parametrləri cədvəl 1.2-də verilir.

2. Cədvəldə göstərilən divar nümunələrinin işarələnməsində: N- sərt rabitəli divarları, ÇN - çevik rabitəli divarları, ÇKD –keramik daş divarlı çevik rabitəli nümunələrin işarəsini göstərir.

Divar nümunələrinin eni 100 sm, hündürlüyü 120 sm, hündürlüyünün eninə nisbəti isə 1.2 təşkil edir. Nümunələrin qalınlığı 40 sm, daxili və xarici qatları arasında qalan boşluğun eni 7 sm-dir (sxem 1).



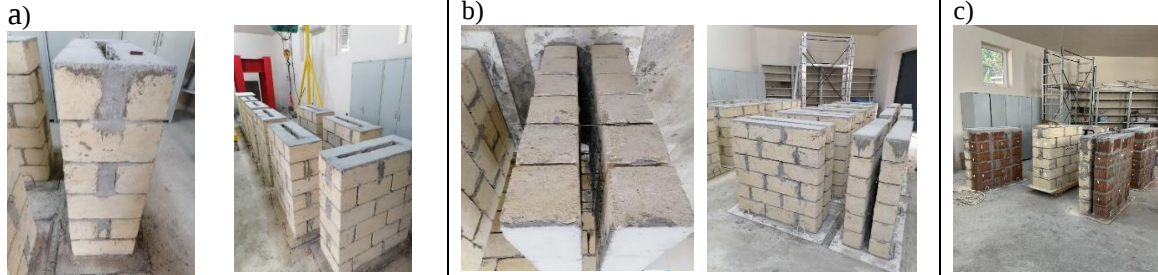
Sxem 1.1. Boşluqlu rabitəli divar nümunələri

a) sərt rabitəli boşluqlu divar nümunəsi, çevik rabitəli boşluqlu divar nümunəsi

Sərt və çevik rabitəli divar nümunələri ölçüləri $16,5 \times 19,0 \times 39,0$ (b x h x l) sm olan mişarlanmış kubik əhəngdaşlarından hörülmüşdür. Daxili qat boşluqlu keramik daşlardan hörülən çevik rabitəli divar nümunəsində istifadə olunan boşluqlu keramik daşların həndəsi ölçüləri $290,0 \times 18,8 \times 189,0$ sm (l x b x h) təşkil etmişdir. Divar nümunələrinin hazırlanması prsesi və nümunələr Şəkil 4 və 5-də göstərilmişdir. Sərt rabitə kimi hər hörgü cərgəsində ölçüsü $16,5 \times 19,0 \times 39,0$ sm olan əhəngdaşı süxurundan mişarlanmış eninə “kubik” daşlar, çevik rabitə

kimi hündürlük boyu hər iki hörgü cərgəsindən (40 sm-dən) bir diametri 5 mm olan məftillərdən ibarət torlar yerləşdirilmişdir. Torun eninə məftilləri arasında məsafə 15 sm-dir.

Boşluqlu divar nümunələrinin hazırlanmasında istifadə olunan hörgü daşlarında gözlə görünən zədələr olmamamışdır və sınaqlar [10] standartlarına uyğun aparılmışdır. Sınaqlar zamanı boyuna və eninə hörgünün qatlararası deformasiyaları öyrənilmişdir. Boyuna deformasiyalar 60 sm, hörgü qatlararası eninə deformasiyalar 30 sm daxilində ölçülmüşdür (şəkil 2). Nümunələrə şaquli yük 200 tonluq Hi-Force hidravlik domkratı vasitəsilə verilmişdir.



Şəkil 1. Boşluqlu divar nümunələri: a) sərt rabitəli b) çevik rabitəli c) keramik daş divarlı



Şəkil 2. Sərt rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin sınaqları
a) mərkəzi sıxılma b) mərkəzdən xaric sıxılma

Sərt və çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin üfüqi yükün təsirinə sınağı şaquli yük verməklə aparılmışdır. Mərkəzi sıxılmada alınmış nəticələr əsasında şaquli yükün qiyməti sabit olaraq 60 t qəbul edilmişdir. Sınaq nümunələrinə üfüqi yükün təsiri 100 t-luq Hi-Force hidravlik domkratı vasitəsi ilə həyata keçirilmişdir. Üfüqi yük boşluqlu divar nümunələrinin üst hörgü sırsına ötürülmüşdür. Sınağa başlanmadan əvvəl hörgü daşlarının birgə işləməsi üçün həmin üst cərgə polad lövhə və dartqılarla köynəyə alınmışdır. Üfüqi yük tətbiq olunan hissədə sınaq stendi ilə sınaq nümunəsi arasında uzunluğu 40,0 sm, diametri 8,0 sm olan polad diyircəklər yerləşdirilmişdir. Boşluqlu divar nümunələrinə üfüqi yükün təsiri mərhələlərlə verilmişdir. Hər mərhələdə üfüqi yükün qiyməti 3,1 t təşkil etmişdir. Üfüqi istiqamətdə yerdəyişmələr 6ПАО markalı proqibomerlərlə ölçülmüşdür. Bununla yanaşı 60 t verilən şaquli yükdən sınaq nümunələrinin boyuna deformasiyaları təyin edilmişdir. Sınaqların aparılması üçün avadanlıq və cihazlar şəkil 3-də göstərilmişdir.



Şəkil 3. Üfüqi yükün təsirinə sınaqlar.

3. Sınaq nəticələri

3.1. Mərkəzi sıxılma

Sərt rəbitəli boşluqlu divar konstruksiyalarının mərkəzi sıxılmada özünü aparma tərzini şərti olaraq iki mərhələyə bölmək lazımdır. Birinci mərhələ ilk öncə sərt rəbitələrdə eninə çatların yaranması ilə divarın xarici və daxili qatları arasında əlaqənin itirilməsi ilə bağlı olan mərhələdir. Bu mərhələdə şaquli dağıdıcı yükün $0,56 \div 0,67 N_d$ qiymətlərində, boşluqlu divar nümunələrinin xarici və daxili layları arasında “kubik” daşlarından verilmiş eninə sərt rəbitələrdə səsle müşayiyyət olunan şaquli çatlar yaranmışdır (şəkil 5). Çatın açılma eni $0,7 - 0,8$ mm təşkil etmişdir. İkinci mərhələdə yükün artması ilə hörgü qalarında hündürlük boyu çatlar yaranmağa başlamışdır. Yükün $0,7 - 0,8 N_d$ qiymətlərində çatın açılma eni $1,0 - 2,0$ mm-ə çatmışdır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, yükün bu qiymətlərində eninə sərtlik daşlarında çatların açılma eni $2,0$ mm-ə qədər böyümüşdür. Sərt rəbitəli divar nümunələrinin dağılması üst sıra daşlarının əzilməsi ilə baş vermişdir (şəkil 4).



Şəkil 4. Mərkəzi sıxılmada sərt rəbitəli boşluqlu divar nümunələrində çat və zədələr.



Şəkil 5. Sərt rəbitəli boşluqlu divar nümunələrinin sərt rəbitələrində çatlar

Sərt rəbitəli nümunələrdə gərginliyin $0,6 R_u$ qiymərindən sonra boyuna deformasiyaların dəqiq ölçülməsi mümkün olmamışdır. Buna səbəb gərginliyin bu qiymətində sərt rəbitələrin sıradan çıxması nəticəsində yaranan dinamiki təsirdən deformasiya göstəricilərinin birdən azalmasıdır. Mərkəzi sıxılmada sərt rəbitəli divar nümunələrinin müvəqqəti müqaviməti $R_u = 53,0$ kqk/sm² (dağıdıcı yük $N_d \sim 175$ t) təşkil etmişdir. Mərkəzi sıxılmada alınmış nəticələr cədvəl 2-də verilmişdir.

Çevik rəbitəli boşluqlu divar nümunələrinin mərkəzi sıxılmada özünü aparma tərzini sərt rəbitəli boşluqlu divar nümunələrindən fərqli olmuşdur. Fərq ondan ibarətdir ki, çevik rəbitəli sınaq nümunələrinin sərt rəbitəli nümunələrə nisbətə rəbitələri nümunələr yükdaşıma qabiliyyəti sona yetənədək sıradan çıxmamışdır. Mərkəzi sıxılmada Çevik rəbitəli boşluqlu divar nümunələrin qatlarında ilk çatlar yükün $0,65 - 0,72 N_d$ qiymətlərində yaranmışdır. Yükün $0,8 -$

0,85N_d qiymətlərində çatın açılma eni 0,8 – 1,2 mm-ə çatmışdır. Çevik rabitəli divar nümunələrinin dağılması hörgü daşlarının əzilməsi ilə baş vermişdir (şəkil 6)

Mərkəzi sıxılmada çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin müvəqqəti müqaviməti R_u=59,8 kqk/sm² (dağıdıcı yük N_d ~ 197 t) təşkil etmişdir. Mərkəzi sıxılmada alınmış nəticələr cədvəl 2-də verilmişdir.

Daxili qatı keramik daşlardan, xarici qatı mişarlanmış əhəngdaşlarından hörülmüş boşluqlu divar nümunələrinin mərkəzi sıxılmada yükdaşıma qabiliyyəti sınaqlar yolu ilə müəyyən edilmişdir. Sərt və çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələrindən fərqli olaraq bu nümunələrin yükdaşıma qabiliyyəti daha az olmuşdur. Bu divarın daxili qatında istifadə olunan keramik daşların möhkəmliyinin (16,0 kqk/sm² əhəngdaşının möhkəmliyinə (110,0 kqk/sm²) nisbətə az olması ilə bağlıdır. Yükün 0,55÷0,58N_d (təxminən N =29,0 ÷ 32,0 t) qiymətində boşluqlu divar nümunələrin keramik daşlarında ilk çatlar yaranmışdır. Yükün 0,8N_d qiymətlərində çatların açılma intensivliyi böyümüş və yükün N_d = 52,0 t qiymətində nümunələr keramik daşların dağılması ilə yükdaşıma qabiliyyətini itirmişdir (şəkil 7). Bu boşluqlu divar nümunələrinin müvəqqəti müqaviməti R_u=14,4 kqk/sm² təşkil etmişdir. Mərkəzi sıxılmada alınmış nəticələr cədvəl 2-də verilmişdir.

Sınaq nümunələrinin mərkəzi sıxılmada möhkəmlik göstəriciləri

Cədvəl 2.

s/s	Sınaq nümunələri	Yüklər, (tonla)		N _ç /N _d	Nümunələrin müqaviməti	
		Çat əmələgəlmə anında yük, N _ç ,	Dağılma anında yük, N _d		Çat əmələgəlmə anında müqavimət R _ç ,	Nümunələrin dağılma anında müvəqqəti müqaviməti R _u
1	2	3	4	5		
1	Sərt rabitəli	105	175	0,6	31,8	53,0
2	Çevik rabitəli	138,0	197	0,7	42,0	59,9
3	Çevik rabitəli daxili qatı keramik daşlardan	32,0	52,0	0,58	9,0	14,6



Şəkil 6. Çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin mərkəzi sıxılmada dağılması



Şəkil 7. Bir qatı keramik daşlardan hörülmüş çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin mərkəzi sıxılmada dağılması

Sərt və çevik rabitəli sınaq nümunələrinin mərkəzi sıxılmada möhkəmlik göstəricilərinin faktiki və nəzəri qiymətləri cədvəl 3-də verilir. Nümunələrin nəzəri qiymətləri [1] norma sənədinə uyğun hesablanmışdır. Cədvəl 3-dən görünür ki, sərt və çevik rabitəli boşluqlu divar

nümunələrinin yükdaşıma qabiliyyəti nəzəri qiymətlərlə alınmış yükdaşıma qabiliyyətindən böyükdür. Mərkəzi sıxılmada sərt rabitəli nümunələrin faktiki hesablama müqaviməti onun nəzəri qiymətindən 1,2 dəfə böyük olmasına baxmayaraq, sərt rabitələrin sıradan çıxması anında olan müqaviməti demək olar ki, onun nəzəri qiymətinin 0,72-ni təşkil edir. Çevik rabitəli nümunələrin yükdaşıma qabiliyyəti nəzəri yükdaşıma qabiliyyətindən 1,35 dəfə böyük olmuşdur. Bir qatı keramik daşlardan hörülən nümunələrin mərkəzi sıxılmada yükdaşıma qabiliyyəti nəzəri qiymətdən böyük olmuşdur. Bu onunla bağlıdır ki, keramik daşlardan hörülmüş qatın işinə hesablama müqaviməti böyük olan əhəngdaşlarından hörülmüş qat kömək etmişdir.

Mərkəzi sıxılmada boşluqlu divar nümunələrinin faktiki və nəzəri möhkəmlik göstəricilərinin müqayisəsi

Cədvəl 3.

S/s	Nümunələr			Hörgü nümunələrinin en kəsik sahəsi	Sınaq nümunələrinin hesablama müqaviməti		Sınaq nümunələrinin yükdaşıma qabiliyyəti		Faktiki və nəzəri qiymətlərin nisbəti
		m_g	φ		Faktiki qiyməti $R_f, \text{kq/sm}^2$	Nəzəri qiyməti $R_n, \text{kq/sm}^2$	Faktiki qiyməti N_f, t	Nəzəri qiyməti N_n, t	
1.	Sərt rabitəli	1,0	1,0	3300	26,5 (15,9)	22,0	87,5 (52,5)	72,6	1,2 (0,72)
2.	Çevik rabitəli	1,0	1,0	3300	29,8	22,0	98,3	72,6	1,35
3.	Çevik rabitəli daxili qatı-keramik,	1,0	1,0	650*	7,3	22,0	25,9	14,3	1,8

Qeyd: Cədvəldə mötərizədə göstərilən qiymətlər sərt rabitəli boşluqlu divar nümunələrində rabitələrin sıradan çıxan anına uyğun gələn hesablama müqavimətidir. *- çevrilmiş en kəsiyin sahəsidir.

3.2. Mərkəzdənxcaric sıxılma

Sərt və çevik rabitəli nümunələrin mərkəzdənxcaric sıxılmaya sınağı eksentristetin $e_1 = 0,15b$ və $e_2 = 0,25b$ (burada, $b = 40$ sm – sınaq nümunələrinin qalınlığıdır) qiymətlərində aparılmışdır.

Sərt rabitəli boşluqlu divar nümunələrin mərkəzdənxcaric sıxılmaya eksentristetin $e_1 = 6$ sm qimətində aparılan sınağı zamanı ilk çatlar $0,6N_d$ qiymətlərində rabitə daşlarında əmələ gəlmişdir. Çatların açılma eni 0,3- 0,6 mm təşkil etmişdir. Yükün artması ilə sərtlik rabitələrində çatların açılma eninin böyüməsi və daha çox sıxılan divar laylarının hündürlüyü boyu hörgü daşlarında çatların yaranması ilə müşayiyyət olunmuşdur. Şaquli yükün qiyməti artdıqca divarın laylarında və sərt rabitələrdə çatlar inkişaf etmişdir. Sərt rabitələrdə çatın açılma eni 1,5 mm, daha çox sıxılan qatda isə 0,5 mm-ə qədər artmışdır. Yükün $N_d = 155$ t qiymətində nümunələr hörgü sırasının üst cərgəsindəki daşların dağılması ilə yükdaşıma qabiliyyətini itirmişdir.

Eksentristetin $e_2 = 10$ sm qiymətində mərkəzdənxcaric sıxılma zamanı aparılan sınağı zamanı ilk çatlar $0,8N_d$ qiymətlərində rabitə daşları ilə yanaşı daha çox sıxılan divar qatında əmələ gəlmişdir. Çatların açılma eni 0,4- 0,8 mm təşkil etmişdir. Yükün artması ilə sərtlik rabitələrində çatların açılma eni eksentristetin $e_1 = 6$ sm qimətində alınan nəticələrə uyğun inkişaf etmişdir. Yükün $N_d = 110$ t qiymətində nümunələr hörgü sırasının üst cərgəsindəki daşların dağılması ilə yükdaşıma qabiliyyətini itirmişdir.

Sərt rabitəli boşluqlu divar nümunələrdə mərkəzdənxcaric sıxılma zamanı yaranmış zədə və çatlar şəkil 8-də verilmişdir.

Çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələrin mərkəzdənxcaric sıxılmaya eksentristetin $e_1 = 6$ sm qimətində aparılan sınağı zamanı yükün 0,56 - 0,6 N_d qiymətlərində hörgü daşlarında

yerli çatlar əmələ gəlmişdir. Çatların açılma eni 0,1- 0,3 mm təşkil etmişdir. Yükün artması ilə daha çox sıxılan divar laylarının hündürlüyü boyu hörgü daşlarında çatların yaranması ilə müşayiət olunmuşdur. Şaquli yükün qiyməti artdıqca divarın laylarında çatlar 1,0 mm-ə qədər artmışdır. Yükün $N_d = 172$ t qiymətində çatların intensiv şəkildə artması və böyməsi müşahidə edilmişdir. Nümunələr hörgü sırasının üst cərgəsindəki daşların dağılmasıyla yükdaşıma qabiliyyətini itirmişdir.



Şəkil 8. Mərkəzdən xaric sıxılma zamanı sərt rabitəli nümunələrdə zədə və çatlar.

Eksentristetin $e_2=10$ sm qiymətində mərkəzdən xaric sıxılma zamanı aparılan sınaq zamanı yükün 0,52-0,6 N_d qiymətlərində daha çox sıxılan divar qatının hörgü daşında açılma eni 0,05 mm-ə çatan çat əmələ gəlmişdir. $N = 87$ t qiymətindən başlayaraq yükün artması ilə hörgünün yuxarı cərgəsində yerləşən daşlarda çatlar yaranmışdır. Yükün $N_d = 140$ t qiymətində nümunələr hörgü sırasının üst cərgəsindəki daşların dağılması ilə yükdaşıma qabiliyyətini itirmişdir.

Çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələrin mərkəzdən xaric sıxılmada yaranan zədə və çatlar şəkil 9-də göstərilmişdir.



Şəkil 9. Mərkəzdən xaric sıxılma zamanı çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələrində zədə və çatlar.

Mərkəzdən xaric sıxılmada faktiki və nəzəri qiymətlərin müqayisəsi göstərir ki, (cədvəl 4) sərt və çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin yükdaşıma qabiliyyəti nəzəri qiymətlərlə alınmış yükdaşıma qabiliyyətindən böyükdür. Mərkəzdən xaric (eksentristetin $e_0 = 6$ sm və $e_0=10$ sm qiymətlərində) sıxılmada sərt rabitəli nümunələrin yükdaşıma qabiliyyəti nəzəri yükdaşıma qabiliyyətindən 1,2 dəfə çox olmasına baxmayaraq, sərt rabitələrin sıradan çıxması

anında olan yükdaşıma qabiliyyəti demək olar ki, onun nəzəri qiymətlərinin 0,72-ni təşkil edir. Çevik rabitəli nümunələrin yükdaşıma qabiliyyəti eksentristetin $e_0=6$ sm və $e_0=10$ sm qiymətlərində nəzəri yükdaşıma qabiliyyətindən 1,35 dəfə çox olmuşdur.

Mərkəzdən xaric sıxılmada boşluqlu divar nümunələrinin nəzəri və faktiki yükdaşıma qabiliyyətləri

Cədvəl 4.

S/s	Sınaq nümunələri	Eksentristetin qiyməti $e_0= 6$ sm olduqda								Yükdaşıma qabiliyyəti		N_f/N_n
										Nəzəri	Faktiki	
		m_g	φ	φ_c	φ_1	A_c	w	R_n kqg/sm^2	R_f kqg/sm^2	N_n t	N_f t	
1	Sərt rabitəli	1	1	0,95	0,98	2310	1	22,0	26,5 (15,9)	50,8	61,2 (36,7)	1,2 (0,72)
2	Çevik rabitəli	1	1	0,95	0,98	2310	1	22,0	29,8	50,8	68,8	1,35
1	Eksentristetin qiyməti $e_0= 10$ sm olduqda											
	Sərt rabitəli	1	1	0,88	0,94	1650	1	22,0	26,5 (15,9)	36,3	43,7 (26,2)	1,2 (0,72)
	Çevik rabitəli	1	1	0,88	0,94	1650	1	22,0	29,8	36,3	49,2	1,35

Qeyd: Cədvəldə mötərizədə göstərilən qiymətlər sərt rabitəli boşluqlu divar nümunələrində rabitələrin sıradan çıxan anına uyğun gələn yükdaşıma qabiliyyətidir.

3.3. Üfüqi yükün təsirinə sınaqlar

Sərt rabitəli nümunələrin üfüqi yükün təsirinə sınağında ilk çatlar yükün $F_{\bar{u}}=15t$ qiymətində hörgünün üst cərgəsinin üfüqi yükün təsiri ötrülən birinci daşında yaranmışdır. Üfüqi yükün qiyməti artdıqca hörgü daşlarında maili çatlar yaranmış və inkişaf etməyə başlamışdır. Çatların yarandığı mərhələdə açılma eni 0,05 – 0,8 mm olmuş və müvəqqəti müqavimətin pik qiymətində ($F_{\bar{u}} = 31 t$) 1,5 mm-ə qədər artmışdır. Sərt rabitə daşlarında açılma eni 0,5 mm-ə çatan çatlar yaranmışdır. Onuda qeyd etmək lazımdır ki, üfüqi yükün $F_{\bar{u}} = 31 t$ qiymətindən sonra sınaq nümunələrinin müqaviməti, yükün verilməsinə baxmayaraq qüvvə artmamış, lakin yerdəyişmə deformasiyalarının qiyməti böyüməyə davam etmişdir. Çatlar hörgü daşları üzrə getmişdir. Üfüqi yükün ötürüldüyü üst cərgənin birinci daşı dağılmaya məruz qalmışdır. Sınaqlar dayandırılmışdır. Sərt rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin üfüqi yükün təsirindən yaranan zədə və çatlar şəkil 8-də verilmişdir.

Sərt rabitəli nümunələrin üfüqi yükün təsirinə sınağında ilk çatlar yükün $F_{\bar{u}}=15t$ qiymətində hörgünün üst cərgəsinin üfüqi yükün təsiri ötrülən birinci daşında yaranmışdır. Üfüqi yükün qiyməti artdıqca hörgü daşlarında maili çatlar yaranmış və inkişaf etməyə başlamışdır. Çatların yarandığı mərhələdə açılma eni 0,05 – 0,8 mm olmuş və müvəqqəti müqavimətin pik qiymətində ($F_{\bar{u}} = 31 t$) 1,5 mm-ə qədər artmışdır. Sərt rabitə daşlarında açılma eni 0,5 mm-ə çatan çatlar yaranmışdır. Onuda qeyd etmək lazımdır ki, sınaq nümunələrinin üfüqi yükün $F_{\bar{u}} = 31 t$ qiymətindən sonra müqavimətini itirmişdir. Bu mərhələdən sonra yükün verilməsinə baxmayaraq qüvvə artmamış, lakin yerdəyişmə deformasiyalarının qiyməti böyüməyə davam etmişdir.

Çatlar hörgü daşları üzrə getmişdir. Üfüqi yükün ötürüldüyü üst cərgənin birinci daşı dağılmaya məruz qalmışdır. Sınaqlar dayandırılmışdır. Sərt rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin üfüqi yükün təsirindən yaranan zədə və çatlar şəkil 10-da verilmişdir.

Çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin üfüqi yükün təsirinə sınağı zamanı ilk çatlar üfüqi yükün $F_{\bar{u}} = 12 t$ qiymətində hörgünün üst cərgəsinin üfüqi yükün təsiri ötrülən birinci

daşında yaranmışdır. Üfüqi yükün qiyməti artdıqca hörgü daşlarında maili çatlar yaranmış və inkişaf etməyə başlamışdır. Çatların yarandığı mərhələdə açılma eni 0,05 – 0,1 mm olmuş, $F_{\bar{u}} = 18$ t-da 0,5 mm-ə və üfüqi yükün pik qiymətində ($F_{\bar{u}} = 24$ t) 1,0 mm-ə qədər artmışdır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, üfüqi yükün $F_{\bar{u}} = 24,8$ t qiymətindən sonra sınaq nümunələri müqavimətini itirmiş və üfüqi yerdəyişmə deformasiyaları böyüyərək dağılmışdır (şəkil10). Çatlar sərt rabitəli nümunələrdə olduğu kimi hörgü daşları üzrə deyil, hörgü tikişləri üzrə getmişdir. Üfüqi yükün ötürüldüyü üst cərgənin birinci daşı dağılmaya məruz qalmışdır.

a)



b)



Şəkil 10. Sərt (a) və çəvik (b) rabitəli boşluqlu divar nümunələrində üfüqi yükün təsirindən yaranan zədə və çatlar

Nəticələr

Sərt və çəvik rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin mərkəzi, mərkəzdən xaric sıxılmaya və üfüqi yüklərin təsirinə sınaqları zamanı aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

1. Aparılmış sınaqlar mişarlanmış əhəngdaşlarından hörülmüş çəvik rabitəli boşluqlu divar nümunələrinin mərkəzi və mərkəzdən xaric sıxılmada işinin, sərt rabitəli, həmçinin bir qatı mişarlanmış əhəngdaşlardan, digər qatı isə keramik daşlardan hörülən çəvik rabitəli boşluqlu divar nümunələrin işinə nəzərən daha səmərəli olduğunu göstərmişdir.
2. Sərt rabitəli nümunələrdə daşlarında ilk növbədə çatlar yarandığından divar hörgü qatları arasında bağlantı pozulmuş və xarici və daxili qatlar ayrı-ayrılıqda işləmişdir. Hörgü daşının möhkəmliyindən tam istifadə edilməmişdir.

Çəvik rabitəli boşluqlu divar nümunələrində sərt rabitəli nümunələrdən fərqli olaraq rabitələr dağıdıcı yükə qədər sıradan çıxmamışdır. Hörgü daşlarının möhkəmlik göstəricilərindən Çəvik rabitəli boşluqlu divar nümunələrində sərt rabitəli nümunələrə nəzərən daha maksimum istifadə edilir.

Mərkəzi və mərkəzdən xaric sıxılmaya aparılmış sınaqların nəticələri göstərdi ki, çevik rabitəli boşluqlu divar nümunələri sərt rabitəli nümunələrə nisbətə daha çox yükdaşıma qabiliyyətinə malikdir. Çevik rabitəli nümunələrin yükdaşıma qabiliyyəti sərt rabitəli nümunələrə nisbətə 12,5%, çox olmuşdur.

3. Bir qatı mişarlanmış əhəngdaşlardan, digər qatı isə keramik daşlardan hörülən çevik boşluqlu divar nümunələri mərkəzi sıxılmada dağılma prosesi keramik daşlar üzrə baş vermişdir. Keramik daşlardan hörülən qatda çatların yaranması və dağılma prosesinin yükün daha aşağı qiymətlərində getməsi divar nümunələrinin yükdaşıma qabiliyyətinin aşağı düşməsinə səbəb olmuşdur. Daxili qatı keramik daşlardan hörülən boşluqlu divarların yükdaşıyan divarlar kimi tətbiq olunması tövsiyyə edilmir.
4. Sınaqlar üfüqi yükün təsirinə qarşı sərt rabitəli nümunələrin müqaviməti çevik rabitəli nümunələrə nəzərən daha böyük olduğunu göstərir. Sərt və çevik rabitəli nümunələr üfüqi yükün uyğun olaraq 31 t (şaquli yüklərə qarşı yükdaşıma qabiliyyətinin 0,36-sı) və 24t (şaquli yüklərə qarşı yükdaşıma qabiliyyətinin 0,25-i) qiymətlərində dayanıqlılığını itirmişdir. Sərt rabitəli nümunələrin çevik rabitəli nümunələrə nəzərən üfüqi yüklərə qarşı müqavimətinin yüksək olması hörgüdə hər cərgədə sərt rabitə rolunu oynayan eninə bağlayıcı “kubik” daşlarının işi ilə əlaqədardır.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. AzDTN 2.17-1 “Daş və armaturlanmış daş konstruksiyalar. Layihələndirmə normaları” Bakı 2016.
2. СП 15.13330.2020 Каменные и армокаменные конструкции Москва 2021.
3. СП 327.1325800.2017 “Стены наружные с лицевым кирпичным слоем” Москва 2018.
4. Yannian Zhang 1,2 and Moncef L. Nehdi 1 Experimental Study on Cast-In-Situ Masonry Cavity Walls Subjected to In-Plane Cyclic Loading.
5. Miglietta M, Damiani N, Guerrini G, Graziotti F. Full-scale shake-table tests on two unreinforced masonry cavity-wall buildings: effect of an innovative timber retrofit. Bulletin of Earthquake Engineering volume 19, pages 2561–2596 (2021).
6. Giaretton, M., Dizhur, D., da Porto F, & Ingham, J.M. (2016). “Shaking table testing of as-built and retrofitted clay brick URM cavity walls”. In Engineering Structures, 125, pp 70-79.
7. Giaretton, M., Dizhur, D., da Porto F, & Ingham, J.M. Construction Details and Observed Earthquake Performance of Unreinforced Clay Brick Masonry Cavity-walls journal Structures 6 (2016) 159–169
8. ИЩУК М. К. Диссертации по теме: «Прочность и трещиностойкость каменной кладки наружных многослойных стен» Москва 2020 г. 302 стр.
9. Научно-технический отчет «Разработка технических решений наружных многослойных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки для климатических условий г. Москвы и Московской области». ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко Москва 2008.
10. ГОСТ 32047-2012 “Кладка Каменная. Метод испытания на сжатие”.

UOT 691.3-691.322

**ŞÜŞƏ TULLANTILARININ TƏKRAR EMAL MƏHSULLARI ƏSASINDA
YÜKSƏK MÖHKƏMLİKLİ BETONUN ALINMASI***t.e.d., prof., Quvalov A.A. (Kəpənəkçi), Abbasova S.İ., k.e.n., dos. Bayramov H.R.
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti***ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ ПРОДУКТОВ
ВТОРИЧНЫХ ПЕРЕРАБОТОК ОТХОДОВ СТЕКЛА***ə.t.n., prof., Guvalov A.A. (Kapanakchi), Abbasova S.İ., k.x.n., doc. Bayramov H.R.
Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti***PRODUCTION OF HIGH-STRENGTH CONCRETE BASED ON
GLASS WASTE RECYCLING PRODUCTS***Dr., prof. Guvalov A.A. (Kapanakchi), Abbasova S.İ., Ph.D., dos. Bayramov H.R.
Azerbaijan Architecture and Construction University*

Xülasə: Şüşə tullantılarının betonda sementin qismən əvəzedicisi kimi istifadəsi tullantıların utilizasiyası problemini həll etmək və onların ətraf mühitə mənfi təsirlərini azaltmaq üçün mümkün yollardan biridir. Sənayedə və ya məişətdə alınan şüşə tullantıları betonda sementin qismən əvəzlənməsi üçün istifadə edilə bilər ki, bu da onun maya dəyərini azaldır və xassələrini yaxşılaşdırır.

Bu məqalədə şüşə tullantılarının betonda sementin əvəzedicisi kimi istifadə imkanları ilə bağlı beynəlxalq təcrübə və tədqiqatlar müzakirə olunur. Betonun istehsalı və istifadəsi zamanı ətraf mühitə mənfi təsirin minimuma endirilməsi kimi betonda şüşə tullantılarından istifadənin ekoloji aspektlərinə də diqqət yetirilir.

Məqalədə şüşə tullantılarının təkrar emalı probleminin həlli və ətraf mühitə mənfi təsirin azaldılması üçün bu yanaşmanın perspektivi vurğulanır. Bununla belə, betonda şüşə tullantılarının istifadəsi üçün optimal parametrləri müəyyən etmək və onun iqtisadi səmərəliliyini qiymətləndirmək üçün əlavə tədqiqatlara ehtiyac olduğu da göstərilir.

Açar sözlər: beton, şüşə tozu, şüşə tullantıları, sement, tikinti materialları, məhlul, təkrar emal problemi, kimyəvi xassələr, fiziki xassələr, mexaniki xassələr, püssolan reaksiyası, iqtisadi səmərəlilik.

Резюме: Использование отходов стекла в качестве частичного заменителя цемента в бетоне является одним из возможных путей решения проблемы утилизации отходов и снижения их негативного воздействия на окружающую среду. Стекольные отходы, полученные из промышленных или бытовых отходов, можно использовать в качестве частичной замены цемента в бетоне, что снижает его стоимость и улучшает свойства.

В данной статье обсуждается международный опыт и исследования возможности использования отходов стекла в качестве заменителя цемента в бетоне. Особое внимание уделяется экологическим аспектам использования отходов стекла в бетоне, таким как минимизация негативного воздействия на окружающую среду при производстве и использовании бетона.

В статье освещена перспективность такого подхода для решения проблемы переработки стекольных отходов и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Однако необходимы дальнейшие исследования для определения оптимальных параметров использования отходов стекла в бетоне и оценки его экономической эффективности.

Ключевые слова: бетон, стеклянная пыль, стекольные отходы, цемент, строительные материалы, раствор, проблема переработки, химические свойства, физические свойства, механические свойства, пуццолановая реакция, экономическая эффективность.

Summary: The use of glass waste as a partial substitute for cement in concrete is one of the possible ways to solve the problem of waste disposal and reduce its negative impact on the environment. Glass waste obtained from industrial or domestic waste can be used as a partial replacement of cement in concrete, which reduces its cost and improves its properties.

This article discusses international experience and research on the possibility of using glass waste as a substitute for cement in concrete. Emphasis is placed on the environmental aspects of using glass waste in concrete, such as minimizing the negative impact on the environment during concrete production and use.

The article highlights the perspective of this approach for solving the problem of glass waste recycling and reducing the negative impact on the environment. However, further research is needed to determine the optimal parameters for the use of waste glass in concrete and to evaluate its economic efficiency.

Keywords: concrete, glass dust, glass waste, cement, construction materials, mortar, recycling problem, chemical properties, physical properties, mechanical properties, pozzolan reaction, economic efficiency.

Giriş. Sement sənayesi ən çox enerji tutumlu sahə olub istənilən digər istehsal sahələrindən daha çox karbon qazı emissiyalarına malikdir. Buna görə də, daha az enerji tərkibli və daha az karbon qazı ayıran materialları istehsal etməklə davamlılığa nail olmaq üçün istehsal prosesində yaranan yan məhsullardan və tullantılardan istifadə etmək lazımdır.

Hazırda bütün dünyada, eləcə də Azərbaycanda tikinti sənayesi ekoloji cəhətdən təmiz və təhlükəsiz beton istehsalı üçün materialların təkrar emalında maraqlıdır.

Sənaye tullantılarının təkrar emalı, basdırılması, zərərsizləşdirilməsi və toplanması aktual ekoloji problemlərdən biridir. İqtisadi baxımdan tullantıların təkrar emalı sahibkarlıq subyektləri üçün sərfəli deyil. Bununla belə, tullantılardan istifadə xeyli miqdarda yanacaq və enerjiyə qənaət, təbii ehtiyatların qorunması kimi bir sıra ekoloji problemləri həll edə bilər.

Ən çox yayılmış bərk tullantı növü kimi hər il Respublikada şüşə tullantılarının (ŞT) miqdarı artır. Şüşə tullantısı ən qiymətli təkrar emal məhsulu hesab edilir. Şüşə qırıntılarının emalı iqtisadi cəhətdən səmərəlidir və yüksək enerji xərcləri tələb etmir. Şüşə qırıntılarının təkrar emalının həyata keçirilməsi aşağıdakı problemlərin həllini təmin edir:

- estetik - ayrıca kolleksiyanın mümkün tətbiqi şəhərin inkişafına daha mütənasib uyğunlaşan konteynerlərin və zibil maşınlarının istifadəsini əhatə edə bilər;
- ekoloji - istehsalata qayıtmaq və bərk məişət tullantıları poliqonlarının istismar müddətini uzatmaq mümkün olduğu üçün təbii ehtiyatlardan istifadənin azaldılması;
- iqtisadi - əsasən, təkrar tullantıların satışından və istifadəsindən gəlir əldə etmək və təkrar emal xammalından istifadə etməklə betonun maya dəyərinin aşağı salınması, həmçinin betonun fiziki-mexaniki xassələrinin yaxşılaşdırılması [1].

Şüşə təyinatı üzrə istifadə edildikdən sonra onun yalnız 1/4 təkrar emal oluna bilər, qalan hissəsi isə tullantıya çevrilir və bərk məişət tullantıları (BMT) poliqonlarına göndərilir.

BMT ümumi kütləsində şüşə tullantılarının həcmi 20%-ə çatır. Şüşə tullantılarının ən çox yayılmış mənbəyi müxtəlif şəffaf qablar və taralar hesab olunur, məsələn: şüşə qədəhlər

və stəkanlar; kimya laboratoriyalarında istifadə olunan şüşə qablar; vərəq şəklində inşaat şüşələri, həmçinin butulkalar, bankalar və s. Respublikamızda şüşənin təkrar emal səviyyəsi təxminən 20% olduğu halda bu göstərici İsveçrə və Almaniya kimi ölkələrdə 90%-ə çatır [2]. Şüşə tədarükü çox olduğundan, zibilxanalara daxil olan şüşə tullantılarının həcmi azaltmaq üçün alternativ utilizasiya və təkrar emal üsullarının işlənilib hazırlanması zəruridir.

Yerli tədqiqatçıların bu məsələ ilə bağlı araşdırmaları kifayət qədər olmadığına görə əsaslı araşdırmaların və elmi işlərin aparıldığı xarici təcrübəyə müraciət edirik. Tədqiqatlar göstərir ki, şüşənin tərkibində $\geq 70\%$ SiO_2 var ki, bu da onun pussolan xüsusiyyətlərinə malik olması deməkdir [3,4]. Yuxarıdakı xüsusiyyətlər göstərir ki, ASTM C618 (Amerika Sınaq və Materiallar Cəmiyyəti) şüşə tullantıları sementin əvəzedicisi kimi istifadə edilə bilər.

Tədqiqatlar ŞT betonun uzunmüddətli performansını yaxşılaşdırdığını göstərdi. Xüsusilə araşdırmalar göstərir ki, şüşə tozu betonun keçiriciliyini azaldır və davamlılığını artırır [5]. Bu, pussolan aktivliyin artması ilə əlaqədar—olub, bunun sayəsində sement matrisində mikroməsələlər doldurulur. Şüşə tullantıları ya sementi qismən əvəz etmək üçün material kimi, ya da narın doldurucuları əvəz etmək üçün material kimi (hissəcik ölçüsü 4,75 mm-dən az olduqda) istifadə edilə bilər [6, 7]. Bəzi tədqiqatlar göstərir ki, ŞT doldurucu kimi istifadə edildikdə betonun mexaniki xassələri pisləşir [8]. Bununla belə, ŞT betonun mexaniki xassələrini yaxşılaşdırma biləcəyi də göstərilmişdir [9].

Tədqiqatçılar tərəfindən müəyyən edilmişdir ki, ŞT pussolanlaşma reaksiyasına girmə qabiliyyətinə görə beton qarışığına sementin kütləsinin 21%-i qədər verildikdə betonun sıxılmada möhkəmlik həddini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır [10]. Lakin ŞT miqdarının sonrakı artımı onun səmərəliliyini azaldır. Mikroskopik analizin nəticələrinə görə 21% ŞT əlavə etdikdə sement daşının mikroquruluşu daha sıx olur. Başqa bir araşdırma göstərir ki, ŞT digər beton komponentləri ilə qarışdırmazdan əvvəl suda əvvəlcədən isladıldıqda həm beton qarışığının, həm də betonun xassələrini yaxşılaşdırır [11]. Şüşə tozu əvvəlcə su ilə qarışdırılır və səkkiz saat saxlanılır sonra müxtəlif miqdarda sementin əvəzedicisi kimi (0%; 2,5%; 5,0%; 10% və 20%) beton qarışığının tərkibinə verilir. Başqa bir araşdırmada tərkibində ŞT və mikrosilika (SiO_2) olan beton 28 gündən sonra ŞT ilə SiO_2 arasındakı pussolanlaşma reaksiyası nəticəsində nəzarət nümunələrinə nisbətən yüksək möhkəmliyə malik olur. Tərkibində sementin əvəzinə 30% ŞT və SiO_2 qarışığı olan betonun sıxılmada möhkəmlik həddi 28 gündən sonra nəzarət nümunəsindən 8,64% yüksək olmuşdur [12].

Digər tədqiqatlar göstərir ki, 20% -ə qədər şüşə əlavə etdikdən sonra şüşə-köpüklü betonun sıxılmada möhkəmlik həddi artmışdır, bu da, yəqin ki, ŞT pussolan təsiri ilə əlaqədardır [13]. Başqa bir araşdırma göstərdi ki, özüyərləşən betona 20%-ə qədər ŞT əlavə edilə bilər. ŞT 5% əlavə edilməsi betonun möhkəmliyini 14, 28 və 90 gündən sonra müvafiq olaraq 15,7%, 18% və 14,67% artırır. 5% -dən artıq əlavə etdikdə sıxılmada möhkəmlik həddi azalmağa başlayır. Bununla belə, 20%-ə qədər ŞT əlavə etdikdə betonun möhkəmliyi nəzarət nümunəsindən daha yüksək olur [14].

Bu araşdırma mexaniki xüsusiyyətlər, davamlılıq və mikrostruktur xüsusiyyətləri baxımından betonda tullantı şüşəsinin istifadəsinin faydalarını vurğulayır. Nəzərdən keçirilən işlər göstərir ki, ŞT konkret formalarda xırda doldurucuların və sementin qismən əvəzedicisi kimi istifadə oluna bilər [15,16]. Bir çox tədqiqatçıların qeyd etdiyi kimi, ŞT tərkibində ən azı 70% amorf silisiun 4-oksidi (SiO_2) olur [17,18]. Sementin əvəzedicisi kimi istifadə edildikdə ŞT üyüdülmə narınlığı betonun xassələrinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir göstərir [19]. Tədqiqatlar

göstərir ki, sementlə eyni narınlıqda üyüdülmüş şüşə betonda əlavə olaraq yapışdırıcı material kimi çıxış edə bilər [20,21]. ŞT istifadə etdikdə sementin hidratasiyası ləngiyir. Təcrübələrdə istifadə olunan ŞT sıxlığı 2528 kq/m^3 , xüsusi səthi 3350 kq/sm^3 , hissəciklərinin ölçüsü isə $30,0 \text{ mkm}$ -dir [18].

Aparılmış tədqiqatlara görə, narındispers şüşə hissəcikləri betonun möhkəmlik xassələrini yaxşılaşdırır. Buna görə də, betonda sement və narın doldurucunun əvəzedicisi kimi ŞT xassələrinin və mikrostrukturunun ətraflı olaraq öyrənilməsi zəruridir.

Tədqiqat işində şüşə tullantılarının sement və ya narın doldurucunun əvəzedicisi kimi istifadə edildiyi betonun performansına dair müvafiq ədəbiyyatlar nəzərdən keçirildi.

Tədqiqat işinin aktuallığı şüşə tullantılarının təkrar emalı və yüksək dayanıqlı beton istehsalı üçün şüşə qırıntılarının istifadəsidir.

İşin əsas vəzifəsi ağır betonun tərkibində sementin bir hissəsini narındispers şüşə ilə əvəz etmək imkanlarını araşdırmaqdır.

Materiallar və tədqiqat üsulları. Beton tikintidə ən çox istifadə olunan sement, su, mineral doldurucular və modifikasiyaedici əlavələrdən ibarət mürəkkəb kompozit materialdır.

Yüksək möhkəmlikli beton əldə etmək üçün qum, sement, qırımadəş və su kimi əsas komponentlərdən əlavə modifikator kimi narın dispers doldurucudan istifadə edərək səmərəli tərkib seçmək lazımdır. Narın dispers doldurucu kimi üyüdülmüş şüşədən istifadə edirik. Sement əvəzinə üyüdülmüş şüşə narın dispers doldurucu kimi istifadə edildiyi üçün şüşə və sementin quruluşlarının oxşarlığı olduqca vacibdir (cədvəl 1).

Şüşə və sementin kimyəvi tərkibləri

Cədvəl 1

№	Komponentlər	Kimyəvi tərkibi, %-lə							
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃
1	Sement	20,2	4,7	61,9	3,0	2,6	0,19	0,82	3,9
2	Şüşə	73,5	0,4	9,2	0,2	3,3	13,2	0,1	0,5

Cədvəldən göründüyü kimi, şüşənin tərkibində təxminən 9,2% kalsium oksid var. Bəzi ədəbiyyat məlumatlarına görə, kalsium oksid 15%-dən az olan materiallar yapışdırıcı xüsusiyyətlərə malik deyildir. Narın üyüdülmüş posalarda püssolanlaşma aktivliyinin artması narın dispers şüşə ilə bağlı oxşar nəticə çıxarmağa imkan verir, yəni kalsium oksidin yapışdırıcı xüsusiyyətləri şüşə üyüdülmə zamanı aşkar edilir.

Tədqiqatlar zamanı şüşə laboratoriya dəyirmanında 50 mikron narınlığa qədər üyüdülmüşdür (şəkil 1).



Şəkil 1. Laboratoriya dəyirmanı

Şüşə demək olar ki, sementin üyüdülmə narınlığı səviyyəsinə qədər üyüdülmüş, bu zaman şüşə dənələri iynəvari şəkildə olmamışdır. Təcrübə Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin “Materialşünaslıq” kafedrasında və “İnşaat materiallarında nanotexnologiyalar” laboratoriyalarında aparılmışdır. Verilmiş nisbətdə komponentləri beton qarışdırıcıya yükləyir və qarışdıraraq beton qarışığı hazırlanmışdır. Beton qarışığının axıcılığını QOST 10181.1, betonun möhkəmliyini QOST 10180. Möhkəmlik sınağını normal şəraitdə saxlanmış nümunələrdə

aparılmışdır. Nəzarət nümunəsi kimi 27006-86 “Beton tərkibinin seçilməsi qaydaları”na uyğun olaraq hazırlanmış nümunələri götürülmüşdür. Cəmi 18 nümunə qəliblənmiş və 14 və 28 gün müddətində sınaqdan keçirilmişdir.

Bunlardan 6 nümunə şüşəsiz (nəzarət), 6 nümunə 10% şüşə ilə, 6 nümunə isə 15% şüşə ilə hazırlanmışdır. Sementə qənaət etmək üçün onun miqdarı əlavə edilmiş şüşənin miqdarına mütənasib olaraq azaldılmışdır.

Tədqiqatlar standartın tələblərinə uyğun olaraq aparılmışdır. Təcrübələrdə M400 portlandsment, diametri 5-20 mm olan çınqıl, hissəciklərinin ölçüsü 20 mm-ə qədər olan qum-çınqıl qarışığı və narın üyüdülmüş şüşədən istifadə olunmuşdur. Hazırlanmış qarışıqların tərkibi cədvəl 2-də verilmişdir. Beton qarışığı hazırlanmazdan bir gün əvvəl bütün komponentlər elektron tərəzidə çəkilir. Reseptə uyğun olaraq hazırlanmış komponentlər laboratoriya beton qarışdırıcısında 3 dəqiqə ərzində qarışdırılır. Sonra hazır beton qarışıqlarından 10x10x10 sm ölçülü kub nümunələri qəliblənir (şəkil 2) və 1 dəqiqə ərzində titrədici masada sıxlaşdırılır (şəkil 3). Sıxlaşdırıldıqdan sonra nümunələr nömrələnir və bərkimək üçün vannaya yerləşdirilir (şəkil 4). Nümunələr vannada 14 və 28 gün saxlanıldıqdan sonra sınıılır.

Beton qarışıqlarının tərkibi

Cədvəl 2

	Betonun tərkibinə daxil olan komponentlər	Şüşənin miqdarı, %-lə		
		0	10	15
1	Sement, q	1155	1040	985
2	Qum, q	2100	2100	2100
3	Qırmadaş, q	4445	4445	4445
4	Su, q	695	625	595
5	Şüşə, q	0	115	170



Şəkil 2. Qəliblər (10x10x10 sm)



Şəkil 3. Titrədici stol



Şəkil 4. Nümunələr



Şəkil 5. Laboratoriya hidravlik presində nümunələrin sınağı.

Nümunələr laboratoriya hidravlik presində sınaqdan keçirilmişdir (şəkil 5). Beton nümunələrinin sınağı zamanı yalnız standart dağılmaya məruz qalmış nümunələrin nəticələri nəzərə alınır.

Sınaqlar standartın tələblərinə uyğun olaraq aparılmış və nəticələri riyazi-statistik analiz üsulundan istifadə edirik hesablanmış və cədvəl 3-də verilmişdir.

Beton nümunələrinin sınaq nəticələri

Cədvəl 3

Nümunələr	Üyüdülmüş şüşənin miqdarı, %-lə	Su tələbi, l/m ³	Orta sıxlığı, kq/m ³	Sıxılmada möhkəmlik həddi, MPa	
				14	28
1	-	695	2337	25,0	26,2
2	10	625	2335	24,6	27,2
3	15	595	2352	27,8	32,5

10% sement şüşə tozu ilə əvəz edildikdə betonun 14 günlük sıxılmada möhkəmlik həddi nəzarət nümunələrindən aşağı olur. Əlavəsiz nümunənin möhkəmliyi 25,0 MPa olduğu halda 10% şüşə tozu əlavə etdikdə möhkəmlik 24,6 MPa təşkil edir. Bu onu göstərir ki, betonun möhkəmliyini artırmaq üçün sementin 10%-ni şüşə tozu ilə əvəz etmək kifayət etmir. Sementin 15% -ni şüşə tozu ilə əvəz etdikdə nümunələrin saxılmada möhkəmliyi nəzarət nümunələrindən yüksək olub 27,8 MPa -təşkil edir.

Sementi 10% şüşə tozu ilə əvəz etdikdə nümunələrin 28 günlük möhkəmliyi əlavəsiz nümunələrin möhkəmliyini keçir və 27,2 MPa təşkil edir. Sementi 15% şüşə tozu ilə əvəz etdikdə, betonun 28 günlük sıxılmada möhkəmlik həddi xeyli artaraq 32,5MPa təşkil edir. Şüşə tozunun tətbiqi ilə hazırlanmış betonun sıxılmada möhkəmlik həddi bərkimənin ilk dövrlərində aşağı olur. Bu ŞT hidratasiya sürətinin aşağı olması ilə əlaqədardır. Bununla belə, 28 gündə sıxılmada möhkəmlik həddi 15-30% şüşə tozunu istifadə etdikdə nəzarət nümunəsindən yüksək olur. Bu, şüşə tozunun və sementin pussolanlaşma reaksiyası ilə əlaqədardır. Hər iki komponentin pussolanlaşma reaksiyası nəticəsində daha çox sementləyici birləşmələrin əmələ gəlməsi baş verir, bu da betonun sonrakı bərkiməsi zamanı onun möhkəmliyini artırır. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, bir ildən sonra 15-30% ŞT istifadə etdikdə betonun möhkəmlik göstəriciləri artaraq nəzarət nümunələrindən 27% yüksək olur.

Müəyyən olunmuşdur ki, şüşənin pussolan aktivliyinə görə 20%-ə qədər ŞT qatılması betonun mexaniki xassələrini əhəmiyyətli dərəcədə yaxşılaşdırır. 28 gündə dartılma və əyilmə müqavimətində faiz artımı müvafiq olaraq 35% və 4%, 91 gündə sıxılma müqaviməti isə nəzarət betonu ilə müqayisədə 7% artmışdır. Nəticələr həmçinin göstərdi ki, ŞT betonun məsaməli quruluşunu və möhkəmliyini yaxşılaşdırır, bununla da ŞT pussolan reaksiyası hesabına betonda məsamələrin doldurulması hesabına xlorid ionlarının keçiriciliyi azalır. Analoji olaraq digər tədqiqatlar göstərir ki, ŞT betona əlavə edilməsi betonun sulfat mühitində daha yaxşı istismarını təmin edir [22]. Təklif olunan üsuldan tikinti materialları sənayesində istifadənin iqtisadi sementin narın şüşə tozu ilə əvəz edilməsidir ki, bu da maya dəyərinin azalmasına, eləcə də betonun keyfiyyətinin yüksəlməsinə səbəb olur. Belə betonun istehsal texnologiyasının sadəliyinə görə onun istehsalatda tətbiqi mümkündür.

Tədqiqatlar göstərir ki, şüşə tullantıları konkret şəraitlərdə ya doldurucu kimi, ya da sementin əvəzedicisi kimi istifadə edilə bilər.

Nəticələr:

- Tədqiqatlar göstərmişdir ki, sementin əvəzinə 10-20% şüşə tozu istifadə etdikdə betonun mexaniki xassələri yaxşılaşır.
- Betonda tullantı şüşədən istifadə etdikdə adi betona nisbətən istehsal xərcləri azalır. Bu, sementin əvəzedicisi kimi şüşə tozundan istifadə etməklə müxtəlif növ betonların istehsalına çəkilən xərcəri azalda bilər.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Egosi N.G. Utilization of Waste Materials in Civil Engineering Construction. in Mixed Broken Glass Processing Solutions / ASCE. 1992. p.35-45.
2. Рынок листового стекла в России 2017-2023 гг. Цифры, тенденции, прогноз. Маркетинговое исследование «TK Solutions» / 2023. - 102 с.
3. Sustain 11(19):1–30.<https://doi.org/10.3390/su11195145>.
4. Rashad A.M. Recycled waste glass as fine aggregate replacement in cementitious materials based on Portlandcement./Constr Build Mater. 72. p.340-357. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.08.092>.
5. Al-kerttani O.M.G. Fresh and shrinkage properties of selfcompact concrete when using recycled glass as aggregate /Structural Concrete. 2018. 19(4). p.1245-1254. <https://doi.org/10.1002/suco.201700069>.
6. Zidol A., Tognonvi M.T., Tagnit-Hamou A. Effect of glass powder on concrete sustainability. New J Glas Ceramics .2017. 07(02). p. 34-47. <https://doi.org/10.4236/njgc.2017.72004>.
7. Bouchikhi A., Benzerzour M., Abriak N.E., Maherzi W., Mamindy-Pajany Y. Study of the impact of waste glasses types on pozzolanic activity of cementitious matrix. /Constr. Build. Mater. 2019. 197. p.626-640. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.180>.
8. Khan M.N.N., Saha A.K., Sarker P.K. Reuse of waste glass as a supplementary binder and aggregate for sustainable cement-based construction materials: a review /J Build. Eng. 2019. 28. p.10-52. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.101052>.
9. Almesfer N., Ingham J. Effect of waste glass on the properties of concrete /J Mater Civ Eng. 2014. 25(7). p.864-870. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533).
10. Zheng K (2016) Pozzolanic reaction of glass powder and its role in controlling alkali silica reaction. Cem Concr Compos .2016. 67. p.30-38. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2015.12.008>.
11. Hisseine O.A., Tagnit-Hamou A. Development of ecological strain-hardening cementitious composites incorporating highvolume ground-glass pozzolans. /Constr. Build. Mater. 2020. 238. p.1-17. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117740>.
12. Elaqla H.A., Abou M.A., Rustom R.N. (2019) Effect of new mixing method of glass powder as cement replacement on mechanical behavior of concrete. /Constr. Build. Mater. 2019. 203. p.75-82. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.077>.
13. Ghayoor Khan A., Khan B., Abdul Ghayoor Khan E., Khan B. Effect of partial replacement of cement by mixture of glass powder and silica fume upon concrete strength. /Int. J Eng. Work Kambohwell Publ Enterp . 2017. 4(7). p.124-135.
14. Khan L.S., Sheikh M.N., McCarthy T.J., Robati M., Allen M. Experimental investigation on foam concrete without and with recycled glass powder : a sustainable solution for future construction. Constr. Build. Mater. 2019. 201. p.369-379. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.12.178>.
15. Bouchikhi A., Benzerzour M., Abriak N.E., Maherzi W., Mamindy.Pajany Y. Study of the impact of waste glasses types on pozzolanic activity of cementitious matrix. /Constr. Build. Mater. 2019. 197. p.626–640. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.11.180>.
16. Petrounias P., Giannakopoulou P.P., Rogkala A., Lampropoulou P., Tsikouras B., Rigopoulos I., Hatzipanagiotou K. Petrographic and mechanical characteristics of concrete produced by different type of recycled materials. Geosciences (Switzerland). 2019. 264(9). p.1-15. <https://doi.org/10.3390/geosciences9060264>;
17. Olofinnade O.M., Ndambuki J.M., Ede A.N. Application of waste glass powder as a partial cement substitute towards more sustainable concrete production. 2017. 31. p.19-20. 10.4028/www.scientific.net/JERA.31.77;
18. Omran A., Tagnit-Hamou A. Performance of glass-powder concrete in field applications. Constr Build Mater. 2016.109. p.84-95. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.006>.
19. Bheel N., Adesina A. Influence of binary blend of corncob ash and glass powder as partial replacement of cement in concrete. / Silicon. 2020. 13. p.1-8. <https://doi.org/10.1007/s12633-020-00557-4>.
20. Chen Z., Wang Y., Liao S., Huang Y. Grinding kinetics of waste glass powder and its composite effect as pozzolanic admixture in cement concrete / Constr. Build. Mater. 2020. 239. p.1-8. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.117876>.
21. Tagnit-Hamou A., Zidol A., Soliman N., Deschamps J., Omran A. Ground glass Pozzolan in conventional, high, and ultra-high performance concrete. /MATEC Web Conf. 2018. 149. p.1-7. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201714901005>.
22. Chaïd R., Kenaï S., Zeroub H., Jauberthie R. Microstructure and permeability of concrete with glass powder addition conserved in the sulphatic environment. /Eur J Environ Civ Eng. 2015. 19. p.219-237. <https://doi.org/10.1080/19648189.2014.939310>.

UOT:624.012.31.4; 69.059

**BİNA VƏ QURĞULARIN DƏMİR-BETON KONSTRUKSİYALARININ
GÜCLƏNDİRİLMƏSİNİN İNNOVATİV ÜSULLARI**

tex.ümrə f.d. Yusifov N.R., Hüseynov R.R., Yusifov Y.N., Əliyeva A.S.

Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutu

**ИННОВАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**

к.т.н.. Юсифов Н.Р., Гусейнов Р.Р., Юсифов Ю.Н., Алиева А.С.

Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры

**INNOVATIVE METHODS OF STRENGTHENING REINFORCED CONCRETE
STRUCTURES OF BUILDINGS AND STRUCTURES**

ph.d. Yusifov N.R., Huseynov R.R., Yusifov Y.N., Aliyeva A.S.

Azerbaijan Research Institute of Construction and Architecture

Xülasə: Məqalədə lifli kompozit materiallar ilə dəmir-beton konstruksiyaların gücləndirməsi yolları araşdırılır. Şüşə və bazalt lifli kompozit millərin sınaqlarının nəticələri təhlil olunub.

Açar sözlər: konstruksiyalar, dəmir-beton, gücləndirmə, şüşə və bazalt lifli, kompozit materiallar.

Аннотация: В статье рассматривается усиление железобетонных конструкций с использованием волокнистых композиционных материалов. Приводятся результаты испытаний механических свойств стеклянных и базальто-волокнистых композитных стержней.

Ключевые слова: конструкции, железобетон, усиление, стеклянное и базальтовое волокна, композиционные материалы.

Summary: The article discusses the effectiveness of fibrous composite materials in strengthening reinforced concrete structures. Provides the results of testing the mechanical properties of glass and basalt fiber composite rods.

Keywords: structures, reinforced concrete, strengthening, fiber composite materials, glass and basalt fibers.

Binaların istismarı zamanı müəyyən zədələnmələrin yaranması və onların aradan qaldırılması üçün əsaslı təmir işlərinin aparılması vacibdir. Respublikamızın şəhər və yaşayış məskənlərindəki tikililərin ümumi fondunun əsas hissəsi 2000-ci illərə qədər inşa olunmuşdur və bir çox bina və qurğular 50 ildən çoxdur ki istismar olunur.

Bu baxımdan istismar olunan binaların yükdaşıyan konstruksiyalarında bir çox amillərin təsirindən müxtəlif xarakterli zədələnmələrin yaranması istisna olunmur. Digər tərəfdən daş konstruksiyalardan inşa olunmuş yaşayış binalarından fərqli olaraq istehsalat binaları daha sərt istismar şəraitində, yəni, yüksək nəmlik, müxtəlif xarakterli aqressiv reagentlərin təsiri, texnoloji avadanlıqlardan yaranan dinamik təsir və s. olduğu üçün dəmir-beton konstruksiyalarda daha ciddi zədələnmələr yaranır. Praktikada bu konstruksiyaların gücləndirilməsi və bərpası zamanı belə amillərin təsirinə davamlı materiallar və texnologiyaların tətbiqi zəruriləşir.

Mövcud konstruktiv elementlərin əlavə olaraq armaturlanması tələb olunduğu hallarda ənənəvi gücləndirmə həlləri yükdaşıyan konstruksiyaların mühəndis normaların tələblərini təmin etməsi, gücləndirmə işlərinin maliyyə və əmək tutumunun optimal olması, bina və qurğuların istismarının dayandırılmadan aparılması mümkünlüyü, istismar mühitinə təsir edən amillərə qarşı dayanıqlılığın və etibarlılığın təmin olunması baxımından bir sıra hallarda imkan vermir.

Bu baxımdan sintetik qətranlar, müxtəlif mənşəli süni lifli kompozit materiallar əsasında gücləndirmə üsulları işlənmiş və praktiki olaraq tətbiq olunmaqdadır.

Hal-hazırda dəmir-beton əyilən elementlərin gücləndirmə üsulları istər prinsip etibarı ilə, istərsə də texniki həlli və gücləndirici materialların tətbiqi baxımdan geniş imkanlar yaradır. Ənənəvi gücləndirmə üsullarını şərti olaraq aşağıdakı qruplara ayırmaq olar:

- *Xarici gücləndirici elementlərin quraşdırılması:* polaq kontur və köynəklər;
- *Konstruksiyaların işçi millərinə əlavə polad gücləndirici elementlərin qaynaq olunması;*
- *Mövcud çatlar ləğv olunmadan birləşdirici dartqı elementlərinin quraşdırılması;*
- *Elementlərin en kəsik sahəsinin artırılması:* (torkret və əlavə betonlama qatı);
- *Konstruktiv elementlərə öncədən gərmə elementlərinin quraşdırılması* və s.

AZİMETİ-nin mütəxəssisləri tərəfindən müəyinə olunmuş və yükdaşıyan konstruksiyalarının gücləndirilməsi tələb olunduğu hallarda bu texniki həllər Bakı şəhərində və eləcə də respublikanın bir sıra rayonlarında müxtəlif təyinatlı bina və qurğuların konstruksiyalarının gücləndirilməsində tətbiq olunmuşdur.

Yuxarıda qeyd olunan gücləndirmə üsullarının üstünlükləri ilə yanaşı praktikada tətbiqi zamanı müəyyən çatışmamazlıqları da mövcuddur:

- binaların daxili plan həllinin dəyişməsi;
- konstruksiyaların estetik görünüşünə xələl gətirməsi;
- yük altında olan konstruksiyaların polad və armatur elementlərində qaynaq işlərinin aparılmasının mürəkkəbliyi;
- müvəqqəti gücləndirmə tədbirləri aparılmadan gücləndirmə üsullarından istifadənin təhlükəli olması;
- gücləndirici elementin materialının konstruksiyanın işinə qoşulmasının çətinliyi;
- ənənəvi materiallar (beton) və gücləndirici polad elementlər istifadə olunmaqla həll olunan üsullarda onların möhkəmlik göstəricilərinin daha uzun müddətə (28 günə) alması;
- gücləndirmə işlərinin böyük əmək tutumlu olması;
- konstruksiyalara əlavə yükün verilməsi və s.

Bu baxımdan son 35 ildə dəmir-beton konstruksiyaların gücləndirilməsi üçün aşağıdakı innovativ üsullar təklif olunur:

1. **Dəmir-beton konstruksiyaların kompozit materiallarla gücləndirilməsi.** Bu üsulla gücləndirmə zamanı elementlərin yüklənmə qabiliyyətinin əhəmiyyətli dərəcədə artırılması tələb olunur. Bu üsullarla konstruksiyalara bir neçə mm qalınlıqda olan müxtəlif mənşəli süni lifli materiallar əsasında plastik qatlı elementlərin, o cümlədən dəmir-betonun səthinə yapışdırılmaqla gücləndirilir. Üsulun icrasına və gücləndirici materialın layihə möhkəmliyini yığması üçün ənənəvi üsullarla müqayisədə daha az vaxt tələb olunur. Hal-hazırda kompozit materialların və istehsal olunan süni mənşəli liflərin namənzərəsi çox genişdir. Bir çox hallarda qiymət baxımından daha ucuz materialların istifadəsi gücləndirmə işlərinin dəyərinin azaldılmasına imkan verməsinə baxmayaraq praktikada konstruksiyaların gücləndirilməsində bir qayda olaraq daha keyfiyyətli material olan karbolifli kompozit materiallardan istifadə olunur.

2. **İnyeksiya üsulları ilə gücləndirmə.** Dəmir-beton konstruksiyaların kütləsində boşluqların aşkar olunması və yüklərin təsirindən yaranmış çatların aradan qaldırılmasında inyeksiya üsullarının tətbiqi effektiv hesab olunur. Çatların ləğv olunmasında və zədəli konstruksiyaların bu üsulla ənənəvi məhlullar (səment, əhəng və s. inşaat yapışdırıcıları) istifadə

olunmaqla gücləndirilməsinin sintetik qətranlar əsaslı tərkiblərlə müqayisədə effektivliyi daha aşağıdır. Bu üsul dəmir-beton elementlərin zədəli hissələrini (çatlarla kəsilərək bütövlüyü pozulmuş) etibarlı birləşdirməyə və mövcud zədələrin, eləcə də qüsurların mənfi təsirini tam aradan qaldırmağa imkan verir.

3. **Konstruksiyaların öncədən gərginləşdirilən elementlərlə** (armatur milləri və ya kanatlarla) **gücləndirilməsi**. Dəmir-beton konstruksilarda çatların yaranmaması üçün dayanıqlığın və sərtliyini artırmaqla obyektlərin yüklənmə qabiliyyətini artırmaq olar. Bu üsullarda gücləndirici elementlərdə konstruksiyaya təsir edən yükə nəzərən əks istiqamətdə əyinti yaradan yük konstruksiyaların sıxılan zonasında müvafiq gərginlikləri azaldır.

4. **Kombinə olunmuş üsullar**. Bu üsullar eyni vaxtda bir neçə üsulun birgə tətbiqini nəzərdə tutur. Bu üsuldan hər-hansı bir üsulla tələb olunan gücləndirmə effekti təmin olunmadıqda və zəruri hallarda istifadə olunur.

Respublikamızda konstruksiyaların gücləndirilməsi istiqamətində bir sıra tədqiqatlar aparılmasına baxmayaraq müasir dövrümüzdə proqressiv sayılan və innovativ gücləndirmə üsullarının, o cümlədən kompozit materiallarla gücləndirilməsi effektivliyinin qiymətləndirilməsi istiqamətində məqsədyönlü tədqiqatlar aparılmamışdır.

Bu baxımdan şüşə və bazalt lifli kompozit materiallarla səthi yapışdırma ilə gücləndirmə üsullarının tədqiqi və gələcəkdə tətbiqi bina və qurğuların yükləşən konstruksiyalarının, eləcə də əyilən dəmir-beton elementlərin gücləndirilməsinə sərf olunan maliyyə vəsaitlərinə qənaət etmək olar. Hal-hazırda işğaldan azad olunmuş ərazilərdə bir neçə binanın gücləndirilməsində kifayət qədər əsaslandırılmadan müxtəlif gücləndirmə üsulları tətbiq olunur.

Misal: Şuşa Peşə Məktəbinin binasının gücləndirilməsinin ilkin layihəsində but hörgü divarlarının müəyyən sahələrində hətta 7 qata qədər, çox bahalı olan karbon lifli materiallardan istifadə olunması planlaşdırılmışdı. Lakin, yerli mütəxəssislərin və ekspertlərin rəylərindən sonra layihədə dəyişikliklər aparılmış və karbon lifli kompozitin qalınlığı 3 qata endirilmişdir.

Bu baxımdan işğaldan azad olunmuş ərazilərdə bərpa-gücləndirmə işlərinin həcmi çox böyük olması və **Böyük Qayıdış** proqramı çərçivəsində bina və qurğuların, tarixi və memarlıq abidələrinin bərpası aktual problemlərdən biridir və dövlət proqramında 2040-cı ilə qədər bu problemlərin həlli nəzərdə tutulmuşdur.

Bina və qurğuların gücləndirilməsi istiqamətində problemin ən vacib aspektlərindən biridə mövcud təbii və maliyyə resurslarından daha səmərəli və qənaətcil istifadə olunması yollarının müəyyənləşdirilməsidir. Bu məsələ dünyanın inkişaf etmiş dövlətləri üçün aktual olduğu kimi Respublikamız üçün də eyni dərəcədə mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Konstruksiyaların gücləndirməsində tətbiq olunması nəzərdə tutulmuş və DIN ISO 9002-yə (EN 29 002) uyğun olaraq istehsal edilən bir sıra lifli kompozit materialların, stabilləşdirilmiş bir və iki istiqamətli parçaların parametrləri və markaları cədvəl 1-də verilmişdir.

Bazalt lifi – təbii mineralların (bazalt, diobaz, porfir və b. kimi süxurların) sobalarda əridilməsi, istehsalçıdan asılı olaraq həm mineral əlavələrlə [3], həm də əlavələr istifadə olunmadan xüsusi qurğudan sərbəst axması və çevrilməsi ilə alınan materialdır [1].

Bazalt liflər ərimə sobalarında bazaltın əridilməsi isə onun platin və ya digər istiliyədavamlı metallardan hazırlanmış xüsusi qurğular (*filler*) vasitəsilə sərbəst axması hesabına alınan məmulatlardır və xassələri cədvəl 2-də verilmişdir.

Bazalt liflərinin istehsalı üçün xammal kimi istifadə olunan materialların orta kimyəvi tərkibi aşağıdakı kimidir: (çəki ilə %-lə): SiO₂ (47,5—55,0); TiO₂ (1,36—2,0); Al₂O₃ (14,0—

20,0); $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ (5,38—13,5); MnO (0,25—0,5); MgO (3,0—8,5); CaO (7,0—11,0); Na_2O (2,7—7,5); K_2O (2,5—7,5); P_2O_5 ($\leq 0,5$); SO_3 ($\leq 0,5$); digər oksidlər və qarışıqlar (≤ 5).

Lifli materialların nomenklaturasının və növlərinin geniş olmasına baxmayaraq hal-hazırda əsas etibarilə kompozit materiallardan armaturlayıcı element kimi üç növ lifli kompozit materiallardan, yəni şüşə, bazalt və karbon liflərindən istifadə olunur [2].

Dəmir-beton konstruksiyaların bazalt lifi ilə gücləndirilməsi karbon lifi ilə müqayisədə ucuz başa gəlir. Biristiqamətli bazalt lifinin qiyməti lifli materialların markasından, toxunma xüsusiyyətlərindən asılı olaraq 15-40 AZN/m², karbon lifi isə 90-500 AZN/m² təşkil edir.

Bir və iki istiqamətli parçaların parametrləri və markaları

Cədvəl 1.

Roving	Çəkisi	Xətti sıxlığı	Qalınlığı	Bağlayıcı, tor (1 və ya 2 istiqamətli toxunma)	Markası
	g/m ²	tex	mm		
1	2	3	4	5	6
bir və iki istiqamətli karbon	100	800	0,15	1	C 100
	150	800 - 3600	0,25		C 150
	200		0,30		C 200
	300		0,40	1-2	C 300
	600		0,65	2	C 600
	800		0,75	1	C 800
iki istiqamətli şüşə (EC)	250	1200	0,30	2	E 250
	500		0,50	2	E 500
iki istiqamətli şüşə (RC)	220	1600	0,30	2	R 220
iki istiqamətli aramid	300	805	0,50	2	A 300
iki istiqamətli şüşə karbon-poliamid	250	588	0,60	2	CPA 250

Qeyd: Bir mənzəli və kimyəvi tərkibli liflər C-karbon, A – aramid, E – EC markalı şüşə, R - RC markalı şüşə və qarışıq ikiistiqamətli toxunma lifli markası CPA-karbon/poliamid.

Bazalt lifinin əsas xassələri [2]

Cədvəl 2

Xassələri	Göstəricilər
Ərimə temperaturu, °C	1200-1300
Sıxlığı (baza materialı), qr/sm ³	2,67
Sıxlığı, qr/m ² (marka BHUD200, 350, 450 və 650)	200-650
Təmiz halda (qətransız) qalınlığı, mm	0,28-0,55
Liflərinin dartılmada uzanması, %	3,0
Dartılmada elastiklik modulu, GPa	70-90
Dartılmada müqaviməti (uzununa istiqamətdə), GPa	2,7-3,1

Şüşə lifi kompozit (fiberglass) müxtəlif tərkibli şüşə ərintisindən xüsusi texnologiya ilə lif şəklində istehsal olunan materialdır. Bu formada şüşə qeyri-adi xüsusiyyətlərə malikdir. Belə ki, o sınırmır və qırılmır, əksinə asanlıqla dağılmadan əyilmə zamanı qırılır. Bu isə ondan müxtəlif markalı şüşəlifli toxunma materialların hazırlanmasına imkan yaradır.

Şüşə lifi – böyük uzunluqda (yüzlərlə və minlərlə metr) tək lifli və ştapel növlü- nisbətən qısa kəsilmiş (600 mm-ə qədər) liflərdən təşkil olunmaqla 2 fərqli növü və tərkibi etibarilə çoxlu sayda modifikasiyaya malikdir. Şüşə liflərin əsas xassələri cədvəl 3-də verilmişdir.

Müxtəlif növ şüşə liflərin əsas xassələri [2]

Cədvəl 3

Xassələri	Lifin növü				
	A	C	S	E (borsuz)	E (borla)
Ərimə temperaturu, °C	1180-1200	1159-1166	1500	1200	1066-1077
Sıxlığı (baza materialı), qr/sm ³	2,6-2,7	2,66-2,68	2,48-2,49	2,54-2,55	2,65
Liflərinin dartılmada uzanması, %	2,0-2,4	4,5-4,9	4,5-4,9	4,6	4,5-4,9
Dartılmada elastiklik modulu, GPa	71-74	80-81	88-91	80-81	76-78
Dartılmada müqaviməti, GPa	3,1-3,5	3,1-3,5	4,28-4,59	3,1-3,5	3,1-3,5

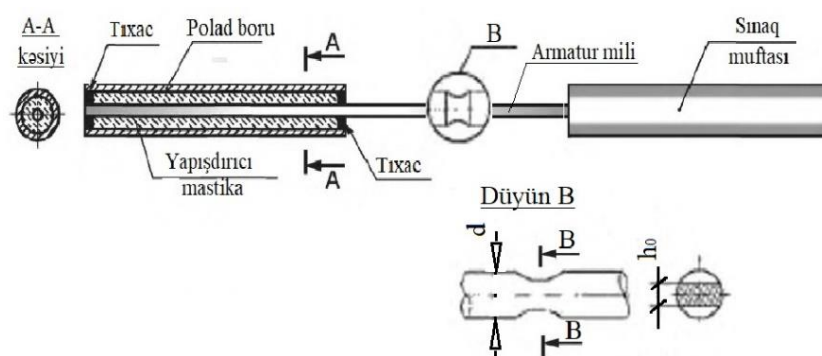
Biristiqamətli şüşə lifli parçanın qiyməti lifli materialların markasından və toxunma xüsusiyyətlərindən asılı olaraq 5-20 AZN/m² təşkil edir.

AZİMETİ-də “Əyilən dəmir-beton konstruksiyaların şüşə və bazalt lifli kompozit materiallarla gücləndirilməsinin tədqiqi və layihələndirilmədə tətbiqinə dair tövsiyələrin işlənilməsi” elmi-tədqiqat işi üzrə tədqiqatlar aparılmışdır: konstruksiyaların gücləndirilməsi üçün istifadə olunacaq lifli kompozit materialların fiziki-mexaniki xassələrinin ilkin sınaqları aparılmış və gücləndirilən dəmir-beton tirlərin sınaq model nümunələrinin həndəsi və konstruktiv parametrləri, armaturlanma xüsusiyyətləri və qəlib cizgiləri işlənmişdir.

Sınaqlar ГОСТ 32492—2015 “Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения физико-механических характеристик” normativ sənədinin tövsiyə olunan əlavə B(Б)-nin tələblərinə əsaslanaraq millərin mərkəzi dartılmaya sınaqları en kəsiyi azaldılmış nümunələrdə aparılmışdır. Hər material üçün 3 nümunələr üzrə sınaqlar aparılmışdır.

Nümunənin ümumi uzunluğu işçi hissəsinin uzunluğu və iki sınaq muftasının uzunluğu ilə müəyyən edilmişdir.

Nümunənin hazırlanmasında sınaq müftalarının uzunluğu ГОСТ 32492-in tələbinə görə sınaq milinin mufta daxilində sürüşməsi olmadan dağılması milin yalnız işçi uzunluğu zonasında baş verməsi nəzərə alınmaqla qəbul olunmuşdur. Sınaq nümunəsinin konstruksiyası şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şəkil 1. Sınaq nümunəsinin konstruksiyası

Nümunənin boyun nahiyyəsinin parametrləri muftaların hər tərəfindən 8 nominal diametr məsafədə, milin işçi uzunluğunun ortasında və işçi kəsiyinin boynunun hündürlüyü 0,5d olmaqla qəbul olunmuşdur.

Sınaq nümunələrinin hazırlanmasında polad muftaların uzunluğu 150 mm, borunun divarının qalınlığı 4,5 mm, muftanın xarici diametri isə 42 mm qəbul olunmuşdur. Müftalar daxilində kompozit milin ankerlənməsində yapışdırıcı məhlul kimi Super Epoksi SE 800 istifadə

olunmuşdur. Sınaqlarda yükün verilmə sürəti nümunələrin 3-5 dəqiqə intervalında dağılmasını təmin etmişdir. Sınaq nəticələri cədvəl 4 və 5-də, nümunələrin sınağı şəkil 2-də verilmişdir.

Şüşə lifli (fiberglass) kompozit nümunələrinin sınaqlarının nəticələri

Cədvəl 4

Xassələri	Göstəricilər	
	Sınaq	DÜİST-ə görə
Milin sınaqlarda işçi sahəsi, $A_{şlka}$ mm ²	72	
Liflərin dartılmada uzanma göstəricisi, %		
fərdi göstəricilər	2,24÷2,36	
orta göstərici	2,29	2,2÷2,7
Dartılmada müqaviməti, GPa		
fərdi göstəricilər	1,061÷1,238	
orta göstərici	1,173	0,80-1,20

Bazalt lifli kompozit nümunələrin sınaqlarının nəticələri.

Cədvəl 5

Xassələri	Göstəricilər	
	Sınaq	DÜİST-ə görə
Milin sınaqlarda işçi sahəsi, $A_{şlka}$ mm ²	72	
Liflərin dartılmada uzanma göstəricisi, %		
fərdi göstəricilər	2,40÷2,64	
orta göstərici	2,53	2,2÷3,0
Dartılmada müqaviməti, GPa		
fərdi göstəricilər	1,142÷1,282	
orta göstərici	1,214	0,80÷1,300



Şəkil 2. *Lifli kompozit millərin dartılmaya sınağı.*

Kompozit armaturların sınaqları zamanı orta kvadratik sapma şüşəlifli kompozit millər üçün 0,092 GPa və nəticələrin variasiyası 7,87 %, bazaltlifli kompozit millər üçün müvafiq olaraq 0,0538 GPa və 4,85% olmuşdur. Bu parametrlər sınaq nəticələrinin etibarlı olduğunu və kompozit millərin kifayət qədər eynicinciliyini təsdiq edir. Eyni zamanda qeyd etmək lazımdır ki, sınaq nəticələri DÜİST-in tələblərinə uyğun olmaqla dartılmada müqavimət həddi armatur milləri üçün şamil olunan minimal göstəricilərdən yüksəkdir.

Hal-hazırda qədər aparılmış tədqiqatlarda karbolifli kompozit materiallardan fərqli olaraq şüşə və bazalt lifli kompozit materiallarla (armaturla) səthi yapışdırma üsulları ilə gücləndirilmiş

əyilən dəmir-beton elementlərin yüklənmə altında gərginlik-deformasiya vəziyyətinin qiymətləndirilməsi məsələləri kifayət qədər öyrənilməmişdir.

Karbolifli kompozit materialların dartılmada müqaviməti digər kompozit materiallardan yüksək olduğu üçün dəmir-beton konstruksiyaların gücləndirilməsində geniş tətbiq olunur. Əyilən dəmir-beton konstruksiyaların gücləndirməsində karbolifli kompozit materialların istifadəsi onların yüklənmə qabiliyyətinin bəzi hallarda tələb olunan çox artırılması və nəticədə gücləndirmə işlərinin dəyərini də artmasına səbəb olur.

NƏTİCƏLƏR

Aparılmış tədqiqatlara əsasən aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

1. Lifli materialların 60-cı illərdən yaradılmasına, tətəkmilləşdirilməsinə və istehsalına baxmayaraq günümüzdə qədər dəmir-beton konstruksiyaların gücləndirilməsi istiqamətində tədqiqatlar və elmi məqalələr əsas etibarilə karbolifli kompozit materialları əhatə edir.
2. Aparılmış sınaqlarla şüşə lifli (fiberglas) kompozit materialın (armaturun) dartılmada həddi müqavimətinin $1,061 \div 1,238$ (orta göstərici 1,173) GPa, liflərin həddi dartılmasının orta qiyməti 2,29 % olmuşdur.
3. Eyni ilə bazal tıfli kompozit materialın (armaturun) sınaqları aparılmış və dartılmada həddi müqavimətinin $1,142 \div 1,282$ (orta göstərici 1,214) GPa, liflərin həddi dartılmasının orta qiyməti 2,53% təşkil etmişdir.
4. Lifli kompozit materialların dartılmada həddi müqaviməti polad armatura nəzərən təqribən 2 dəfə çoxdur və buna görə də kompozit materiallarla konstruksiyaların gücləndirilməsi həm iqtisadi, həm də etibarlılığın təmin olunması baxımından daha sərfəlidir.
5. Hal-hazırda geniş tətbiq olunan karbolifli kompozit sistemləri ilə müqayisədə 4-8 dəfə ucuzdur. Praktikada konstruksiyaların gücləndirilməsi üçün şüşə və bazalt lifli kompozit materialların tətbiqi tikinti-quraşdırma işlərinin maya dəyərini azaltmağa imkan verir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Физико-химические свойства стеклянных волокон / А. Ф. Зак. - М., 1962.-297 с.
2. Hartman D.R. High strength glass fibers / D.R. Hartman, M.E. Greenwood, D.M. Miller // Moving Forward With 50 Years of Leadership in Advanced Materials.- 1994.- V. 39.- pp. 521–533.
3. Prof. Thorsteinn I. Sigfusson, Dr. Birgir Johannesson. [Sustainable Fibres from Basalt Mining](#) (англ.). GREENBAS. Innovation Center Iceland (20 октябры 2016).
4. ГОСТ 32492—2015 “Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения физико-механических характеристик”.

UOT 69.059

**İSRAFİL AĞA HAMAM BİNASININ KONSTRUKTİV XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN
TƏDQIQI VƏ ONUN BƏRPASINA AİD TÖVSIYƏLƏR**

tex.üzrə f.d. Rzayev R.A, b.e.i Oxotnikov V.A, elmi işçilər Əliyev V.M, İskəndərova A.A, Qarayeva N.V
Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutu

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ
БАНИИ ИСРАФИЛ АГА И РЕКОМЕНДАЦИИ РЕСТАВРАЦИИ.**

к.т.н Рзаев Р., с.н.с. Охотников В., н.сот-ки: Алиев В., Искендерова А., Гараева Н.
Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры

**THE STUDY OF THE CONSTRUCTIVE FEATURES OF THE ISRAFİL AGA BATH
AND RECOMMENDATIONS FOR ITS RESTORATION**

Phd Rzayev R., senior researcher Okhotnikov V., researchers: Aliyev V., Iskenderova A., Qarayeva N.
Azerbaijan Research Institute of Construction and Architecture

Xülasə: Məqalə tarixi memarlıq abidəsi olan Qazax şəhərinin mərkəzi hissəsində yerləşən XX əsrin axırlarına aid olan İsrafil ağa hamamının konstruktiv xüsusiyyətlərinin öyrənilməsinə aid edilmiş, onun bərpasına aid tövsiyələrə həsr edilmişdir. Binanın konstruktiv sxemi müəyyənləşdirilmiş, konstruktiv cizgiləri bərpa edilmiş, istifadə olunan materialların faktiki möhkəmlilikləri təyin olunmuş, konstruksiyalarda, bünövrədə, divarlarda, örtüklərdə, günbəzlərdə zədələnmələr, onların təhlükəlilik kateqoriyaları müəyyənləşdirilmiş, binanın texniki vəziyyəti qiymətləndirilmiş və bərpasına aid təklif və tövsiyələr işlənmişdir.

Açar sözlər: Konstruktiv sxem, bünövrə, divar, atma, kərpic, günbəz, tağ, tağbənd, çatlar, aşınmalar, dağılmalar, suvaq, inyeksiya, qumlama, hidroizolyasiya, qəzalılıq, normal, texniki vəziyyət, sökmə, gücləndirmə, təmir-bərpa, müvəqqəti dirəklər, fermalar, örtüklər.

Аннотация: Данная статья посвящено исследованию, изучению конструктивных особенности и рекомендацию к реставрации памятника Ибрафил ага хамамы архитектурно исторического памятника находящейся в центре города Казакха.

Определено конструктивная схема здание, восстановлено конструктивные чертежи здания, определены физико механических показатели используемых материалов, а также повреждения фундаментах, стенах, перемычках, арках, арочных покрытиях, куполах, выявлено категория опасности повреждений и дано оценки технического состояния здания, разработано рекомендации по восстановлению архитектурно исторического памятника,

Ключевые слова: конструктивный схем, фундамент, стена, перемычка, кирпич, раствор, арка, купол, трещина, износ, повреждение, штукатурка, инъекция, пескоструй, гидроизоляция, аварийно, нормальный.

Summary: The article is related to the study of the structural features of Israfil Agha Bath, located in the central part of the city of Gazakh, which is a historical architectural monument, belonging to the end of the 19th century, and is devoted to recommendations for its restoration. The structural scheme of the building was determined, its structural lines were restored, the actual strength of the materials used was determined, the damage to the structures, foundations, walls, roofs, and domes, their danger categories were determined, the technical condition of the building was evaluated, and suggestions and recommendations were made for its restoration.

Keywords: Structural scheme, foundation, wall, throw, brick, dome, arch, parapet, cracks, abrasions, spills, plaster, injection, sandblasting, waterproofing, emergency, normal, technical condition, dismantling, reinforcement, repair restoration, temporary poles, farms, covers.

İki böyük və 8 kiçik günbəzli, tüstü borulu İsrafil ağa hamamı Qazax şəhərinin mərkəzində, Cümə məscidinin qarşısında yerləşir. Hamamı Qıraq Kəsəmən kəndinin sakini, Qazax diyarında tanınmış sahibkar İsrafil ağa Kərbəlayev XIX əsrin axırlarında tikdirib, buna görə də hamam onun adı ilə tanınır. Bina memar Müzəffər Hüseynovun layihəsi əsasında qırmızı kərpicdən kireclə hörülüb. Hamamın ümumi zalı, otaqları, diqqət çəkən hovuzu və çayxanası var. Böyük ölçülü (30mx20m) hamamın plan quruluşu iki hissəyə bölünür: ənənəvi Azərbaycan və şərq hamamlarına xas olan dəhliz ilə birləşən ikigünbəzli hissə və kabinələrdən ibarət hissə. Hamamın küçəyə çıxan hissəsində kiçik dükanlar yerləşir. Plan quruluşuna görə Şərq və Avropa tələblərini özündə cəmləşdirən bu tikili tipinə Azərbaycanın digər bölgələrində rast gəlinmir. Geyinmə və yuyunma yerlərinin kənardan görünməyən günbəzləri də nəzərə alsaq, hamamın on günbəzli olduğunun şahidi olur. Yerli əhəmiyyətli memarlıq abidəsi kimi dövlət mühafizəsinə götürülmüş tikilinin ümumi sahəsi yardımçı otaqlarla birlikdə 420 kvadrat metrdir. Memarlıq cəhətdən Gəncədəki “Çökək” hamamını xatırladan İsrafil ağa hamamının istifadəsində olan otaqlar günbəzlərin üstünə açılmış xüsusi bacalar vasitəsilə işıqlandırılır.

İsrafiləğa Hamam binası Azərbaycan Respublikası Mədəniyyət Nazirliyi yanında Mədəni İrsin Qorunması, İnkişafı və Bərpası üzrə Dövlət Xidməti tərəfindən (inv№-4514) yeri əhəmiyyətli memarlıq abidələrinə aid edilmişdir. Abidə dövlət tərəfindən qorunur.

Binanın tikintisində XIX əsrin əvvəllərinə uyğun tikinti materiallarından, qırmızı bişmiş kərpicdən, kirecdən, əhəng sement qum məhlulundan, istifadə olunmuşdur.

Hamam binasının mövcud olduğu tarixi dövrdə onun müəyyən sahələrində yerli gücləndirmə təmir-bərpa işləri aparılmışdır: böyük günbəzlərin birində dörd ədəd monolit dəmir beton sütun quraşdırılmış, kiçik günbəzlərin və silindrik formalı tağbəndlərin üzərinə qoruyucu ruberoid qatı çəkilmiş, döşəmələrdə metlax tavaları yerinə yetirilmişdir. Mövcud olduğu tarixi dövrdə hamam binasında kompleks şəkildə planlı təmir bərpa işləri aparılmamışdır.

Uzunmüddətli istismar (120 ildən artıq) nəticəsində hamam binasının yükdaşıyan konstruksiyalarında çatlar, aşınmalar, deformasiyalar yaranmışdır. Binada təmir bərpa işlərinin aparılması planlaşdırılmışdır (şəkil 1, 2)



Şək. 1. Hamam binasının bərpadan əvvəl ümumi görünüşü



Şək. 2. Hamam binasının bərpadan əvvəl ümumi görünüşü

Bununla əlaqədar Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi Tədqiqat İnstitutu tərəfindən mövcud hamam binasında mühəndisi müayinə işləri aparılmışdır.

Aparılmış mühəndis tədqiqat işinin məqsədi mövcud yükdaşıyan konstruksiyalarının texniki vəziyyətinin qiymətləndirilməsi və onun təmir və bərpasına aid tövsiyələrin işlənilməsidir. Bu məqsədlə aşağıdakı işlər görülmüşdür:

- binanın konstruktiv sxemi təyin edilmişdir;
- binanın bünövrə konstruksiyasının növü müəyyənəndirilmişdir;
- binanın planda yerləşməsi, yükdaşıyan konstruksiyaların həndəsi ölçüləri təyin edilmişdir;

- binanın konstruktiv işçi cizgiləri bərpa edilmişdir;
- binanın yükdaşıyan konstruksiyalarının materiallarının möhkəmlik göstəriciləri təyin edilmişdir;
- binanın yükdaşıyan konstruksiyaları, sütunları, divarları, atmaları, giriş portalı, günbəzləri, tağbəndləri, tüstü borusu, döşəmələri tədqiq edilmiş, zədələr aşkar olunmuş, zədələrin dərəcəsi və xüsusiyyətləri öyrənilmiş, onları yaradan amillər təyin olunmuşdur;
- binanın yükdaşıyan konstruksiyalarında zədələrin aradan qaldırılmasına, onun təhlükəsiz istismarının təmin edilməsinə aid mühəndisi təkliflər işlənilmişdir.

Binada tədqiqat işləri normativ sənədin tələblərinə uyğun aparılmışdır /1/:

- yükdaşıyan dəmir-beton konstruksiyaların betonunun sıxılmada möhkəmliyi konstruksiya dağıdılmadan “Şmidt-Hammer” sklerometri vasitəsilə təyin edilmişdir (şəkil 3);
- dəmir-beton konstruksiyalarda beton mühafizə qatının qalınlığı və armatur millərinin diametri Profimetr cihazı vasitəsilə təyin edilmişdir (şəkil 4);
- kərpic hörgü konstruksiyasının möhkəmliyi mövcud hörgüdən çıxarılmış kərpic, məhlul nümunələrinin laboratoriya sınaqları və ekspress üsul vasitəsilə təyin olunmuşdur (şəkil 5);
- divarlarda, günbəzlərdə və tüstü borusunda mövcud çatların eni MPB-2 mikroskopu və şablon xətkəş vasitəsilə təyin edilmişdir (şəkil 6);
- bünövrə konstruksiyalarının ölçüləri, möhkəmliyi, texniki vəziyyəti binanın daxilində qazılmış şurfdan təyin olunmuşdur (şəkil 7);



Şəkil 3. Betonun möhkəmliyinin “Şmidt-Hammer” sklerometri vasitəsilə təyini



Şəkil 4. Dəmir-beton elementlərin beton mühafizə qatının qalınlığının və armatur millərinin diametrinin təyini



Şəkil 5. Nümunələrin sınaqları



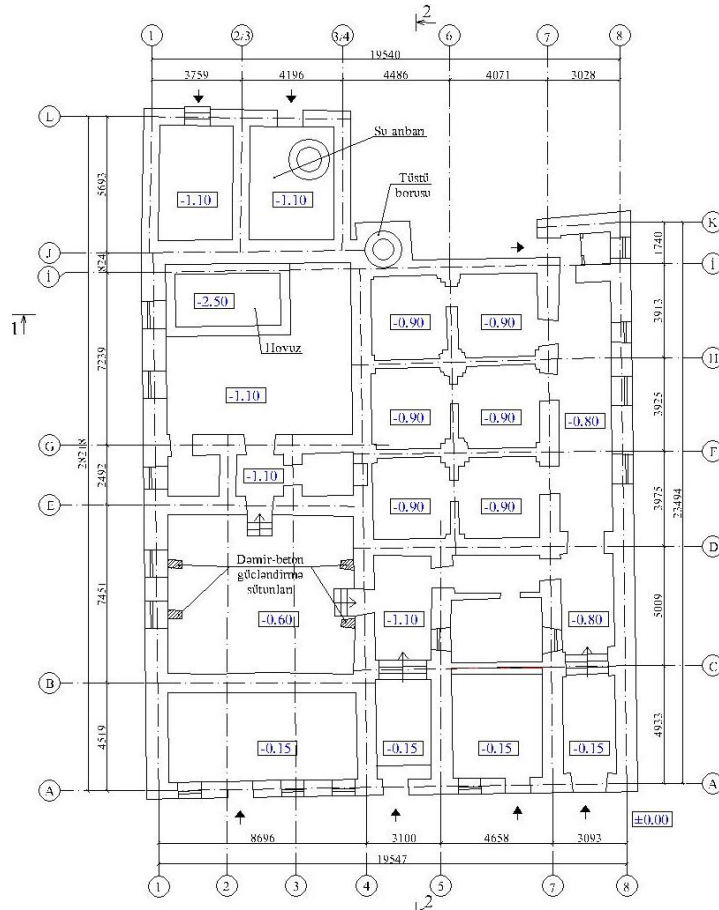
Şəkil 6. Çatların eninin təyin olunması



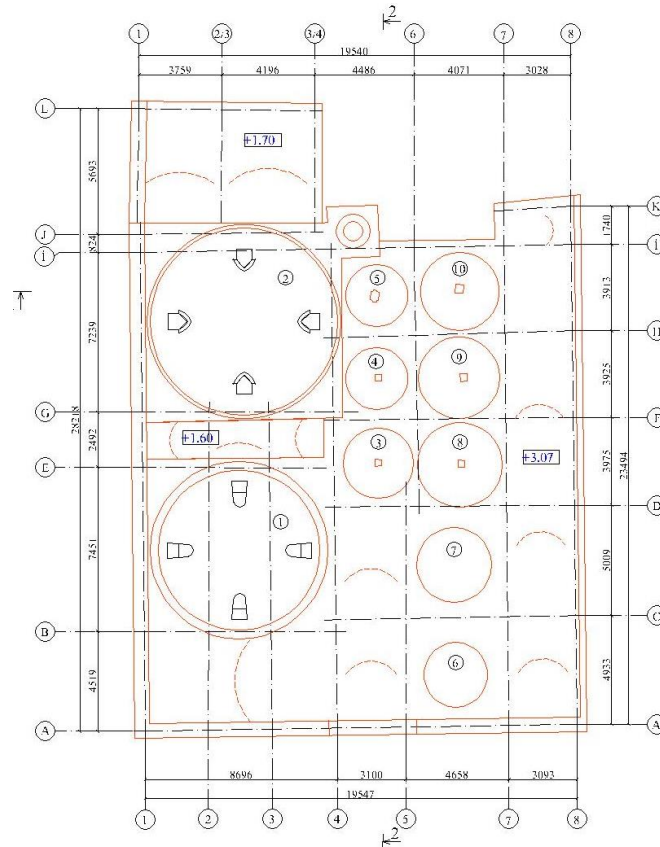
Şəkil 7. Binanın daxilində qazılmış şurf

Binanın təmir və bərpasına dair tövsiyələr, binanın ümumi texniki vəziyyəti, binanın yükdaşıyan konstruksiyalarının zədələnmə dərəcəsi və materialların möhkəmliyi Tikinti Norma və Qaydaların tələblərinə uyğun işlənilmişdir /2/, /3/, /4/, /5/, /6/, /7/, /8/.

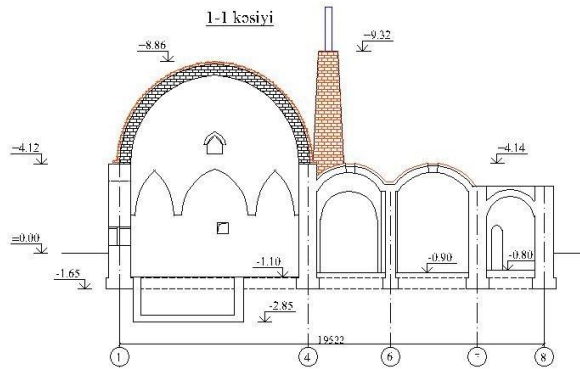
Planda düzgün formalı çıxıntılara malik, bir mərtəbəli mövcud hamam binasının əsas yükdaşıyan sistemi kərpic divarlardan və onlar üzərində quraşdırılmış örtük konstruksiyasından ibarətdir. Binanın planı, kəsiyi və fasadı şəkil 8, 9, 10, 11-də verilmişdir.



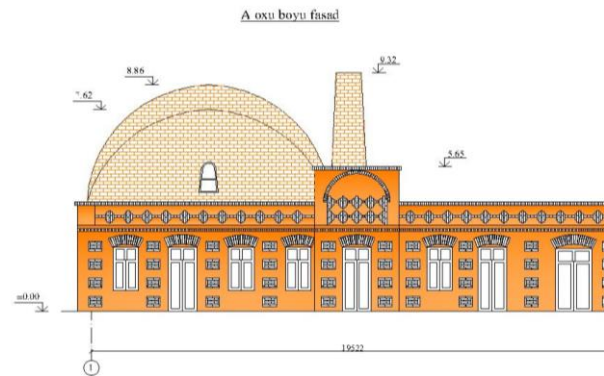
Şəkil 8. Binaanın planı



Şəkil 9. Binaanın damının planı



Şəkil 10. Binaın kəsiyi



Şəkil 11. Binaın əsas fasadı

Binada aparılmış təmir bərpa işləri zamanı binanın konstruktiv sxeminə B-E-1-4 oxlararası sahədə monolit dəmir-beton gücləndirmə sütunları əlavə edilmişdir. Bina konstruktiv sxeminə görə yükdaşıyan daş divarlı binalar qrupuna aiddir. Binaın hündürlüyü döşəmə səviyyəsindən 8,86 m təşkil edir. Binaın çevikliyi $\lambda_y = \frac{H}{B} = \frac{8,86}{19,55} = 0,45 < 4$ şərtini ödəyir.

Binaın qrunta sancılması, $h_0 = 1,2 \text{ m} > \frac{H}{10} = \frac{8,86}{10} = 0,886 \text{ m}$ Binaın qrunat əsasə sancılması təmin olunmuşdur. Binaın bünövrə konstruksiyası yükdaşıyan daş divarlar altında lentvari yerinə yetirilmişdir. Binaın yükdaşıyan divarları bütöv hörgü konstruksiyasına aiddir. Binada eninə və uzununa istiqamətdə yükdaşıyan divarlar verilmiş, yükdaşıyan divarlar arasındakı maksimum məsafə 8,69 m, monolit dəmir beton gücləndirmə sütunlar arasındakı məsafə isə 4 m təşkil edir.

Binaın örtükləri bir istiqamətli kərpic tağbəndlərdən, günbəzlərdən təşkil olunmuşdur. Tağbəndlərin en kəsiyinin hündürlüyü $h = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{9}\right) l$ nisbətində verilmişdir. Binaın günbəzlərinin en kəsiklərinin hündürlükləri $h = \left(\frac{1}{9} \div \frac{1}{17}\right) l$ nisbətində qəbul edilmişdir. Binaın döşəmələri müxtəlif səviyyələrdə yerinə yetirilmiş və onların hündürlüyü örtük səviyyəsinə qədər 3,8÷9,3 m təşkil edir.

Mövcud binaın bünövrə konstruksiyası daş divarlar altında lentvari olub, kərpic daş hörgüsündən, əhəng- sement- qum mürəkkəb tərkibli məhlulda yerinə yetirilmişdir. Yükdaşıyan divarlar altında lentvari bünövrənin eni 800÷1100mm, döşəmə səviyyəsindən qoyma dərinliyi 1200mm-dir. Lentvari bünövrədə istifadə olunan kərpic daşlarının markası M50, hörgü məhlulunun markası isə M25-dir. Lentvari bünövrə hörgü konstruksiyasının sıxılmada hesabi müqaviməti 0,9 MPa-dır [2]. Lentvari bünövrədə sement qum məhlulundan hidroizolyasiya qatı verilmişdir.

Binaın təmir və bərpaı zamanı B-E-1-4 oxlararası sahəsində verilmiş monolit dəmir beton sütunlar 358x561 mm düzbucaqlı en kəsik ölçüsündə verilmişdir.

Sütunların armaturlanmasında Ø20 A400 işçi, Ø8 A240 eninə armaturlardan hazırlanmış fəza karkaslarından istifadə edilmişdir. Fəza karkaslarında eninə armaturlar arasındakı məsafə 200 mm təşkil edir. monolit dəmir beton sütunun betonun sıxılmada möhkəmliyi 32 Mpa-dır. Binaın yükdaşıyan kərpic divarları 300÷1000 mm qalınlığında yerinə yetirilmişdir. Kərpic divarlarda istifadə olunan kərpic daşlarının markası M60 hörgü məhlulunun markası isə M10-dur. Kərpic divar hörgü konstruksiyasının sıxılmada hesabi müqaviməti 07 Mpa-dır [2]. Binaın yükdaşıyan divarlarda qapı və pəncərəüstü atmlar əhəng sement qum mürəkkəb tərkibli

məhlulda kərpic daşları hörgüsündən tağvari forma da yerinə yetirilmişdir. Binanın örtüyü A-B-1-4, A-D-4-5, E-G-1-4, A-K-7-8, J-L-1-3/4 oxlararası sahələrdə biristiqamətli kərpic tağbəndlərdən, B-E-1-4, G-J-1-4 oxlararası sahədə böyük günbəzlərdən, D-İ-4-5, A-İ-5-7 oxlararası sahələrdə kiçik günbəzlərdən təşkil olunmuşdur. Tağbənd örtüklər kərpic daşlarından və mürəkkəb tərkibli əhəng sement qum məhlulundan təşkil olunmuşdur. Günbəzlərin hörgü konstruksiyası çox qatlı hörgü konstruksiyalarına aid olub yükdaşıyan hissədən və qoruyucu təbəqədən təşkil olunmuşdur. Yükdaşıyan hissə ilə qoruyucu təbəqə arasında bir qat hidroizolyasiya verilmişdir. Günbəzlərin yükdaşıyan hissəsi və qoruyucu təbəqəsi kərpic daşlarından və mürəkkəb tərkibli əhəng sement qum məhlulundan təşkil olunmuşdur. Günbəzlərdə istifadə olunan məhlulun markası M-10 kərpic daşlarının markası isə M55-dir. Kərpic hörgü konstruksiyasının sıxılmada hesabi müqaviməti 0,65 Mpa-dır /2/. Parapet divarları kərpic hörgüsündən yerinə yetirilmişdir. Hörgüdə əhəng sement qum mürəkkəb tərkibli məhluldan istifadə edilmişdir. Parapet divarlarında istifadə olunan məhlulun markası M-10 kərpic daşlarının markası isə M45-dir. Tağbənd örtüyün kərpic hörgü konstruksiyasının sıxılmada hesabi müqaviməti 0,6 Mpa-dır /2/. Hamamın döşəmə konstruksiyası çoxqatlı olub, daş, kərpic doldurucusundan, kərpic hörgü qatından, sement qum məhlulundan, çaydaşı doldurucusundan, sement qum məhlulundan və metlax tavalarından təşkil olunmuşdur. Hamam binasının A-K 7-8 oxlararası sahəsinin qoruyucu dam örtük təbəqəsi düzləndirici sement qum, ruberoid qatlarından təşkil olunmuşdur. Digər sahələri qoruyucu kərpic təbəqəsindən yerinə yetirilmişdir. Binanın küncündə yerləşdirilən tüstü borusu mürəkkəb tərkibli məhlulda kərpic daşları hörgüsündən yerinə yetirilmişdir. Tüstü borusunun bünövrəsi kvadrat şəkildə bünövrə divarlarından, gövdəsi isə hündürlük boyu diametri azalan dairəvi formada yerinə yetirilmişdir. Tüstü borusunun odun yandırılan hissəsində atmalar polad tirlərdən təşkil olunmuşdur. Tüstü borusunun bünövrə divarları və gövdəsi mürəkkəb tərkibli məhlulda kərpic hörgüsündən yerinə yetirilmişdir. Tüstü borusunun bünövrə divarlarında və gövdəsində istifadə olunan məhlulun markası M-10 kərpic daşlarının markası isə M45-dir. Kərpic hörgü konstruksiyasının sıxılmada hesabi müqaviməti 0,6 Mpa-dır.

Binanın yükdaşıyan konstruksiyalarının tədqiqi nəticəsində aşağıdakı zədələnmələr müəyyənləşdirilmişdir:

- yükdaşıyan kərpic divarların suvaq qatında, kərpic daşlarında, hörgü məhlulunda aşınmalar, hörgü tikişlərdə dərin boşluqlar;
- yükdaşıyan divarlarda yerləşən kərpic hörgülü tağvari atmaların suvaq qatında çatlar, aşınmalar, yerli dağılmalar, daşların hörgü kütləsində yerdəyişmələri;
- binanın C-D-1-4 oxlararası sahəsində yerləşən gücləndirmə məqsədi ilə quraşdırılmış sütunlar ilə günbəzin divarları arasında boşluqlar, sütunların divarın işinə kömək etməməsi, binanın həmin hissəsinin memarlıq həllinin kobud pozulması;
- yükdaşıyan tağların suvaq qatının, hörgü daşları və məhlulun aşınması, tikişlərdə dərin boşluqlar;
- bir istiqamətli tağbənd örtüklərdə hörgü məhlulu və daşlarının aşınması, tikişlərdə dərin boşluqlar;
- günbəzlərin yükdaşıyan hissəsinin suvaq qatında, hörgü məhlulu və daşlarında aşınmalar, tikişlərdə dərin boşluqlar;

- fasad, parapet, mərkəzi giriş portalının daş divar hörgülərində kərpic daşlarının, məhlulun aşınması, divarlarda yerli çatlar, dağılmalar, hörgü tikişlərində dərin boşluqlar, hörgü kütləsində daşların yerdəyişməsi;
- binanın A-E-7-8 oxlararası sahəsində damın, qoruyucu ruberoid və düzləndirici qatın aşınması, yerli dağılması, damda su çuxurlarının yaranması, E-G-1-4 J-L-1-3/4 oxlararası sahədə damın binanın əsas damının səviyyəsindən 1,3-1,5 m aşağı səviyyədə yerinə yetirilməsi, damın qoruyucu təbəqəsinin tamamilə dağılması, damda torpaq bitki qatının yaranması;
- binanın arxa tərəfində, küncdə yerləşdirilən tüstü bacasının bünövrə hissəsində hörgü konstruksiyasının dağılması, polad atmaların korroziyaya və deformasiyaya uğraması, qüllə hissədə divarda şaquli çatların yerli dağılmalarının yaranması, hörgü daşlarının və məhlulun aşınması, hörgü kütləsində daşların yerdəyişməsi.

Binanın yükdaşıyan konstruksiyalarında yaranmış zədələnmələr tədqiq edilərək onların təhlükəlilik kateqoriyaları müəyyənləşdirilmişdir:

- “A” yükdaşıyan konstruksiyalarda qüsurlar və zədələnmələr onların dağılmasına bilavasitə təhlükə yaradır;
- “B” yükdaşıyan konstruksiyalarda qüsurlar və zədələnmələr onların dağılmasına bilavasitə təhlükə yaratmamasına baxmayaraq, gələcəkdə digər elementlərin, düyünlərin zədələnməsinə səbəb olar və ya zədələrin, qüsurların inkişafı “A” kateqoriyasına keçməsinə təmin edir;
- “C” yerli xarakterli zədələnmə və qüsurlar, onların gələcək inkişafı binanın yükdaşıyan konstruksiyalarına təsir etmirlər.

Binanın yükdaşıyan konstruksiyalarında yaranmış qüsurlar və zədələnmələr əsasən “A” təhlükəlilik kateqoriyasına aid edilir. Binanın yükdaşıyan konstruksiyalarında mövcud zədələr onların təhlükəlilik kateqoriyaları nəzərə alınaraq binanın texniki vəziyyəti qəzalı qiymətləndirilir. (Qrunt əsaslar da daxil olmaqla bina və qurğular və ya inşaat konstruksiyaları malik olduqları zədələr və deformasiyalar nəticəsində yükdaşıma qabiliyyətinin azalması və uçma təhlükəsinin yaranması ilə obyektin dayanıqlığının itirilməsinə gətirib çıxardır)

Binanın qəzalı vəziyyətə düşməsinin əsas səbəbi uzunmüddətli istismar, mövcud olduğu tarixi dövrdə planlı şəkildə kompleks bərpa təmir işlərinin aparılmaması olmuşdur.

Binanın normal vəziyyətə gətirilməsini, qorunmasını və təhlükəsiz istismarını təmin etmək məqsədi ilə aşağıdakı mühəndisi tədbirlərin yerinə yetirilməsi təklif edilmişdir:

- binanın yükdaşıyan divarlarında, atmalarında suvaq qatı sökülməli, divarların səthi təzyiqli hava və ya qumlama üsulu ilə təmizlənməli, aşınmış sahələr bərpa edilməli, çat yaranmış sahələrdə çatlar inyeksiya üsulu ilə doldurulmalı, hörgü tikişlərində boşluqlar məhlul ilə doldurulmalı və divarların səthinə şəffaf maye daş üzrə hidroizolyasiya qatı çəkilməlidir,
- binanın yükdaşıyan tağlarının, biristiqamətli tağbənd örtüklərin suvaq qatı sökülməli, tağların səthləri təzyiqli hava və ya qumlama üsulu ilə təmizlənməli, aşınmış sahələr bərpa edilməli, çat yaranmış sahələrdə çatlar inyeksiya üsulu ilə doldurulmalı, hörgü tikişlərində boşluqlar məhlul ilə doldurulmalı və divarların səthinə şəffaf maye daş üzrə hidroizolyasiya qatı çəkilməlidir;
- binanın günbəzlərinin yükdaşıyan hissəsinin daxili tərəfdən suvaq qatı sökülməli, günbəzinin səthi təzyiqli hava və ya qumlama üsulu ilə təmizlənməli, aşınmış sahələr

- bərpa edilməli, çat yaranmış sahələrdə çatlar inyeksiya üsulu ilə doldurulmalı, hörgü tikişlərində boşluqlar məhlul ilə doldurulmalı və divarların səthinə şəffaf maye daş üzrə hidroizolyasiya qatı çəkilməlidir;
- günbəzlərin qoruyucu kərpic hörgü, izolyasiya yükdaşıyan hissəsinin xarici suvaq qatı sökülməli, günbəzlərin səthinin təzyiqli hava və ya qumlama üsulu ilə təmizlənməli, aşınmış sahələr bərpa edilməli, çat yaranmış sahələrdə çatlar inyeksiya üsulu ilə doldurulmalı, hörgü tikişlərində boşluqlar məhlul ilə doldurulmalı, günbəzlərin yükdaşıyan hissəsinin üzərinə polad armatur torlu düzləndirici qat çəkilməlidir, günbəzlərin yükdaşıyan hissəsində bərpa işləri yerinə yetirildikdən sonra hidroizolyasiya buxar və günbəzin qoruyucu kərpic hörgü qatları bərpa olunmalıdır, günbəzin qoruyucu hissəsinin səthinə şəffaf maye kərpic üzrə hidroizolyasiya qatı çəkilməlidir;
 - binanın tağbəndlərinin daxili tərəfdən suvaq qatı sökülməli, tağbəndlərin səthi təzyiqli hava və ya qumlama üsulu ilə təmizlənməli, aşınmış sahələr bərpa edilməli, çat yaranmış sahələrdə çatlar inyeksiya üsulu ilə hörgü tikişlərində boşluqlar məhlul ilə doldurulmalı və divarların səthinə şəffaf maye daş üzrə hidroizolyasiya qatı çəkilməlidir;
 - binanın damının A-E-7-8, E-G-1-4, J-L-0/1-3/4 oxlararası sahəsində ümumi damın səviyyəsindən 1,37-1,47 m aşağı səviyyədə yerləşən dam sahələri torpaq bitki qatlarından, inşaat tullantılarından təmizlənməli, dam örtük izolyasiya təbəqələri, doldurucu materiallar, suvaq qatı sökülməli, tağbəd örtüyün xarici səthi təzyiqli hava və ya qumlama üsulu ilə təmizlənməli, aşınmış sahələr bərpa edilməli, çat yaranmış sahələrdə çatlar inyeksiya üsulu ilə, hörgü tikişlərində boşluqlar məhlul ilə doldurulmalı, tağbəndlərin üst səthində polad armatur tordan və sement qum məhlulundan düzləndirici qat verilməlidir. Tağbəndlərin yükdaşıyan hissəsində bərpa işləri yerinə yetirildikdən sonra istilik, buxar hidroizolyasiya və tağbəndin qoruyucu kərpic hörgü qatları bərpa olunmalıdır;
 - binanın tüstü borusunun qrunt əsası, bünövrə konstruksiyası və bünövrə divarları inyeksiya üsulu ilə gücləndirilməli, bünövrə hissədə dağılmış sahə bərpa edilməli, bünövrə divarlarında polad atmalar korroziya məhsulundan təmizlənməli və əlavə tirlərlə gücləndirilməlidir, antipas boya ilə rənglənməli, tüstü borusunun kərpic divarlarında çatlar inyeksiya ilə doldurulmalı, təzyiqli hava və ya qumlama üsulu ilə hörgü tikişlərinin aşınmış sahələri təmizlənməli, məhlul ilə doldurulmalı, kərpic hörgüsü üzrə şəffaf maye hidroizolyasiya qatı çəkilməlidir, tüstü borusunun texniki vəziyyətinin qəzalı olması, gücləndirmə bərpa işlərinin texniki çətinliyi, bərpadan sonra gözlənilən nəticələrin əldə olunmaması nəzərə alınaraq tüstü borusunun dəqiq ölçülüb sökülməsi və olduğu kimi bərpa olunması tövsiyyə olunur;
 - hamam binasının yerli əhəmiyyətli memarlıq abidəsi olması nəzərə alınaraq bərpa zamanı hörgü tikişlərinə məhlul ilə bərabər paslanmayan və ya sinkləşdirilmiş, polad eləcə də plastik armatur millərinin qoyulması, məhlulun hazırlanmasında memarlıq həllinə uyğun müasir texnologiyalar əsasında yaradılmış rəngli sement və digər polimer yapışdırıcılarından istifadə edilməsi tövsiyyə olunur;
 - hamam binasının yükdaşıyan konstruksiyalarının səthlərinin suvaq qatı ilə örtülməsi, rənglə boyanması, hörgüdə əhəng məhlulundan istifadə edilməsi nəzərə alınaraq təmizləmə zamanı qumlama üsulundan istifadə etmək məsləhət görülür;

- binanın qoruyucu dam örtük təbəqəsində membran və kərpic maye şəffaf su hidroizolyasiya qatlarından istifadə edilməsi tövsiyə olunur.

Nəticələr

Tarixi-memarlıq abidəsinin təmir və bərpası layihə əsasında aparılmalıdır.

Tarixi-memarlıq abidələrində sökmə, gücləndirmə, təmir və bərpa işləri aparılarkən Tikinti Təhlükəsizlik Qaydalarına ciddi əməl olunmalıdır, təmir, bərpa, sökmə işləri zamanı günbəzlər, tağbəndlər, divarlar, tağlar, atmalar, müvəqqəti dirəklərlə, fermalarla, qoruyucu örtüklərlə bərkidilməlidir.

Tarixi-memarlıq abidələrində sökmə, gücləndirmə təmir-bərpa işləri Podratçı tərəfdən işlənmiş və Sifarişçi tərəfdən təsdiq olunmuş İşlərin İstehsalı Layihəsinə uyğun yerinə yetirilməlidir.

Tarixi-memarlıq abidələrinin təmir-bərpasında sökmə işləri zamanı yeni əldə olunan məlumatlar layihə təşkilatına bildirilməli və bu halda onların göstərişi əsasında texniki həllər daha səmərəli həllərlə dəyişdirilə bilər.

Tarixi-memarlıq abidələrində təmir bərpa işləri aparılarkən kənar şəxslərin binaya girişi-çıxışı məhdudlaşdırılmalıdır.

Tarixi-memarlıq abidələrinin yükdaşıyan konstruksiyalarının divarların, günbəzlərin, tağbəndlərin, tüstü borusunun yükdaşıyan hissələrinin daxili və xarici səthlərində eyni zamanda bərpa işlərinin aparılmasına yol verilməməlidir. Bərpa işləri texnoloji ardıcılıqla fasilələrlə aparılmalıdır.

Tarixi-memarlıq abidələrinin yükdaşıyan hörgü konstruksiyalarının bərpasında hörgü tikişlərinə yerləşdirilən armatur millərinin paslanmayan, sinkləşdirilmiş poladdan və ya plastıkdən olması məqsədəuyğun hesab edilir. Tarixi memarlıq abidələrinin bərpasında binada öncədən aparılan yerli gücləndirmələr zamanı yad materialların istifadəsinə yol verilməməli, uyğun materialların istifadəsinə çalışmaq lazımdır.

Tarixi-memarlıq abidələrinin daş divar, günbəz hörgü konstruksiyalarının səthlərinin maye şəffaf hidroizolyasiya qatının çəkilməsi məqsədəuyğun hesab edilir.

Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutunun “Zəlzələyədavamlı bina və qurğular” laboratoriyası tərəfindən aparılmış tədqiqat işləri əsasında İsrəfil ağa hamamının təmir bərpa layihəsi hazırlanmış və abidə 2023-cü ildə bərpa edilmişdir. ADA Universiteti Qazax Mərkəzinin tədris kompleksinə daxil olan XIX əsrə aid yerli əhəmiyyətli tarixi İsrəfil ağa hamamının təmir bərpadan sonra onun daxilində Qazax xalçaçılıq məktəbi nümunələrindən ibarət muzey və dərnək açılmışdır.

İstifadə edilmiş ədəbiyyatlar

1. AzDTN 1.7-1 “Bina və qurğuların yükdaşıyan inşaat konstruksiyalarının müayinəsi qaydaları”, Bakı 2008.
2. AzDTN 2.17.1 “Daş və armaturlanmış daş konstruksiyaları” layihələndirmə normaları, Bakı 2016.
3. AzDTN 2.1-1 “Yüklər və təsirlər” layihələndirmə normaları, Bakı 2016.
4. AzDTN 2.22-1 “Dam örtükləri” layihələndirmə normaları, Bakı 2015.
5. AzDTN 2.15-1 “Bina və qurğuların qunt əsasları” layihələndirmə normaları, Bakı 2015.
6. AzDTN 2.16-1 “Beton və dəmir-beton konstruksiyaları” layihələndirmə normaları, Bakı 2015.
7. AzDTN 2.18-1 “Polad konstruksiyaları” layihələndirmə normaları, Bakı 2015.
8. AzDTN 2.3-1 “Seysmik rayonlarda tikinti”, Bakı 2010.
9. Rzayev R.A, Oxotnikov V.A, Əliyev V.M, İskəndərova A.A, Qarayeva N.V. Qazax ş., Qazax müəllimlər Seminariyası ərazisində tikilmiş İsrəfil ağa Hamam binasının mühəndisi müayinəsi və texniki vəziyyəti haqqında rəy, elmi-texniki hesabat, 26 s, Bakı 2022.

UOT 72.01

MEMARLIQ İRSİNİN QORUNMASINA VƏ İSTİFADƏSİNƏ KONSTRUKTİV YANAŞMA

tex. üzrə f.d. **Poluxov N.Ş.** AzMİU “Memarlıq konstruksiyaları və abidələrin bərpası”
kafedrasının dosenti, <https://orcid.org/0009-0008-8305-2514>, n.polukhov@gmail.com

ОХРАНА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНОГО
НАСЛЕДИЯ КОНСТРУКТИВНЫЙ ПОДХОД.

к.т.н **Полухов Н. Ш.** доц.кафедры “Архитектурные конструкции и реставрация памятников”
Азербайджанский АСУ, <https://orcid.org/0009-0008-8305-2514>, n.polukhov@gmail.com

A STRUCTURAL APPROACH TO THE PRESERVATION
AND USE OF ARCHITECTURAL HERITAGE

Ph.D in tech. sc. **Polukhov N.Sh.** Azerbaijan University of Architecture and Construction

Xülasə: Memarlıq abidələrin təmiri və bərpasına xüsusi fikir verilməsindən, onlarda peşəkar müayinə işləri aparılmasından, bərpa işlərində seysmik normaların tələblərinə özəl yanaşmalardan bəhs olunur. Memarlıq irsinin qorunub saxlanması, ondan tərbiyə və təhsil üçün istifadə olunmasının vacibliyi, dəyərlərin nəsil-dən-nəslə ötürülməli olduğu, abidələrinin bərpasına və istifadəsinə dünya praktikasında necə yanaşıldığı qeyd olunur. Burada eyni zamanda bir sıra memarlıq abidələrin bərpasına fərdi yanaşmadan, Bakıda “Gülüstən” mərasimlər sarayının yenidənqurulması zaman mövcud nöqsanları aradan qaldırmaq üçün arzu və təkliflər də yer alır.

Açar sözlər: memarlıq irsinin qorunması, bərpa, nöqsanların aradan qaldırılması, dünya praktikası, texniki müayinə, gücləndirmə.

Аннотация: Особое внимание уделяется ремонту и реставрации памятников архитектуры, проведению на них профессиональных обследований, особым подходам к требованиям сейсмических норм при реставрационных работах. Отмечена важность сохранения архитектурного наследия, использования его в целях воспитания и образования, ценности, которые следует передавать из поколения в поколение, а также то, как в мировой практике подходят к реставрации и использованию памятников. В то же время, без индивидуального подхода к реставрации ряда памятников архитектуры, имеются пожелания и предложения по устранению имеющихся недостатков при реконструкции Дворца торжеств «Гюлюстан» в Баку.

Ключевые слова: охрана архитектурного наследия, реставрация, устранение дефектов, мировая практика, техническая экспертиза, усиление.

Summary: Particular attention is paid to the repair and restoration of architectural monuments, conducting professional surveys on them, special approaches to the requirements of seismic standards during restoration work. The importance of preserving architectural heritage, using it for the purposes of upbringing and education, values that should be passed on from generation to generation, as well as how the world practice approaches the restoration and use of monuments are noted. At the same time, without an individual approach to the restoration of a number of architectural monuments, there are wishes and proposals to eliminate the existing shortcomings in the reconstruction of the Gulustan Palace of Ceremonies in Baku.

Key words: protection of architectural heritage, restoration, elimination of defects, world practice, technical expertise, strengthening.

Bu gün yaradılan bina və qurğuların layihələri sabahın memarlıq irsidir. Müasir cəmiyyət mədəni irsə-kökə arxalanmadan mövcud ola bilməz. Mədəni və tarixi irs millətin mədəni və sivilizasiya kodlarını daşıyıcısı sayılır. Həm ayrı-ayrı şəhər icmalarının, həm də bütövlükdə millətin kimliyi mədəni irsə, o cümlədən memarlıq irsinə əsaslanır. Mədəni irsin itirilməsi, memarlıq abidələrinin məhvi istər-istəməz cəmiyyətin dayaqlarını, köklərini itirməsinə gətirib çıxarır. Bunsuz heç bir inkişaf mümkün deyildir. Bundan əlavə memarlıq abidələrinə biganəlik

tariximizi saxtalaşdırmaq, onu yenidən yazmaq, əsas dəyərləri və konsepsiyaları əvəz etmək riski yaradır. Memarlıq abidələrinin yoxa çıxması tarixi yaddaşın mənəvi cəhətdən yoxsullaşmasına və məhvə səbəb ola bilər. Bu da öz növbəsində nəsillərin əlaqəsinin ən mühüm elementinin zəifləməsinə gətirib çıxara bilər.

Azərbaycan Respublikası Prezidentin Sərəncamı ilə təsdiq edilmiş dövlət mədəniyyət siyasətinin əsas istiqamətlərindən biri də tarixi-mədəni irsin, həmçinin memarlıq irsinin qorunub saxlanması, ondan tərbiyə və təhsil üçün istifadə olunması ilə yanaşı, dəyərlərin nəsildən-nəslə ötürülməsidir. Çox təəssüf ki, son dövrlər memarlıq abidələrinin bərpasına diqqət yetirilsə də taleyi acınacaqlı olan xeyli sayda obyektlər var. Hətta onlar regional və ya yerli əhəmiyyətli mədəni irs obyektləri siyahısına daxil edilsələr də, təəssüf ki, qorunmur və təbii amillərin təsiri altında məhv olurlar.

Memarlıq abidələrin memarlıq simasının və memarlıq konstruksiyasının qorunması vacib məsələlərdəndir. Bakıda 2000-ci illərin əvvəlindən başlayan tikinti bumu təəssüf ki, bəzi məhəllələrdə xırda ölçümü gözəl fasada malik memarlıq incilərini də özü ilə apardı. Halbuki həmin məhəllələrin memarlıq həllini bu binaları saxlamaqla da həll etmək olardı. Məhv olan binalar sırasında xeyli miqdarda konstruktivizim üslubunda tikililər binalar da vardı.

Bir sıra memarlıq abidələrinin qorumaq, onların ömrünü uzatmaq üçün əgər konstruksiyası imkan verirsə təyinatını da dəyişmək olar. Memarlıq abidələrini dünya praktikasında mövcud olan sahibkarlara həvalə etmək praktikasına da baxmaq olar. Dünya praktikasında həmin abidənin sahibi, istismarçısı bu binanın həm bərpasına, həm də qorunmasına cavabdeh olur.

Memarlıq abidələrin təmiri və bərpasına xüsusi fikir verilməlidir. Peşəkar mütəxəssəslərin bilavasitə iştirakı ilə dəqiq müayinə işləri aparılmalıdır. Abidənin bərpası üçün bugünkü seysmik normaların tələbini yerinə yetirmək əsas ola bilməz. Bu abidənin memarlıq simasına ləkə gətirə bilər və tarixi memarlıq konstruksiyasını dəyişdirə bilər. Bu abidələr əsirlər boyu atmosfer təsirinə, seysmik və digər təsirlərə tab gətirib hansı şəkildə gəlib bu günə çıxıbsa onu həmin şəkildə də bərpası vacibdir. Binanın divarını gücləndirmək üçün ondan yaxın-yaxın deşiklər açıb xüsusi məhlullarla ineksiya etmək memarlıq baxımdan başa düşülən deyil. Yaxud divarda bu günkü seysmik tələblərə görə dəmirbeton qurşaq bə ya içliklər(dirəklər) vermək memarlıq abidəsini şikəsləndirir.

Azərbaycan Respublikasının 2010-cu ildən qüvvəyə minmiş AzDTN 2.3-1 "Seysmik rayonlarda tikinti" normativ sənədinin 1.1 bəndində qeyd edildiyi kimi "mövcud bina və qurğuların əsaslı təmir və rekonstruksiya layihələrinin işlənməsində bu normanın tətbiqi mümkün olan tələbləri yerinə yetirilməlidir". Yaxşı olardı ki, memarlıq abidələrin yenidən qurulması və qorunması barədə ayrıca texniki sənəd, norma hazırlanardı.

Hər bir abidəyə fərdi yanaşmaq lazımdır. İndi isə mənim praktikamda həyata keçirdiyim və həyata keçirmək istədiyim bir necə abidələrdən bəhs etmək istəyirəm. Şəki xan məscidində çatı konstruksiyalarını divara bağlamaq üçün texniki müayinənin tövsiyə etdiyi monolit dəmirbeton qurşağı biz iri ölçülü ağac tirlərlə əvəz etdik ki bu da həm də dam üçün maurlat rolunu oynadı.

Moskva şəhərində bir necə 4-5 mərtəbəli memarlıq baxımında gözəl fasadlı binasının çöl fasad divarları saxlamaqla daxilində müasir tələbləri ödəyən monolit dəmirbeton konstruksiyadan binalar layihələndirmişəm və yerində də icra olunub. Bunun icrası üçün xarici divarları saxlayan xüsusi metal gücləndiricilərdən istifadə olunur ki, müvəqqəti olaraq binanın

skeleti tikilib bu divarlar yükləyən konstruksiyalara bağlanana qədər divarın aşmasına imkan verməsin. Bu divarlar yükləyən konstruksiyalara tam bağlandıqdan sonra sökülərək götürülür.

Bu praktikadan istifadə edərək Şəki şəhərindəki Yuxarı karvaransara kompleksində ona bitişik olan sovet dövründə “Ziyahılar evi” adlanan xarabaya çevrilmiş 4 mərtəbəli binanın fasadını saxlamaqla daxili müasir tələblərə uyğun layihələndirilmişdir. Layihənin yerində icrasını ümidlə gözləyirəm.

Bildiyiniz kimi Bakıda “Gülüstan” mərasimlər sarayı yenidənquruldu və cənab prezident onun açılışında iştirak etdi. 1980-ci ildə Azərbaycan SSR-nin 60 illik yubileyinə hazır olması nəzərdə tutulan bina tələsik tikildiyindən bir sıra ilk baxışdan hiss olunmayan obyektiv və subyektiv səbəblərdən qüsurlarla tikilmişdir. Yenidən qurma zamanı bu qüsurların əksəriyyəti aradan götürülsə də həlli mümkün olan bürokratik əngəl nəticəsindən həll olunmayan məsələlərdən biri zəif foyesinin hündürlüyün artırılması məsələsi idi. Həmin foyenin təmiz hündürlüyü 2,9 m-dir. Bu hündürlük 1000m²-dən çox sahəsi olan foye üçün həddində çox azdır. Bu hündürlüyü artırılmasının üsül və texnologiyasını təklif etsəm də FHN Tikintidə Təhlükəsizliyə Nəzarət Dövlət Agentliyinin mütəxəssisləri tərəfindən imkan verilmədi.

“Gülüstan” sarayında foye olan hissənin altında zirzəmi mərtəbəsinin hündürlüyü 5.10 m-dir. Burada mühəndisi-texniki avadanlıqlar yerləşdirilir. İstifadə olunan müasir avadanlıqlar zirzəminin hündürlüyünün 1,20 m azaldılmasına imkan verir. Foyeyə girişdəki pillələrin sayı da 15-dən artıq olduğu nəzərə alınsa foye döşəməsinin 8 pillə hündürlüyündə aşağı düşməsi girişin görkəminə xələl gətirməyəcəkdir (şəkil 1).

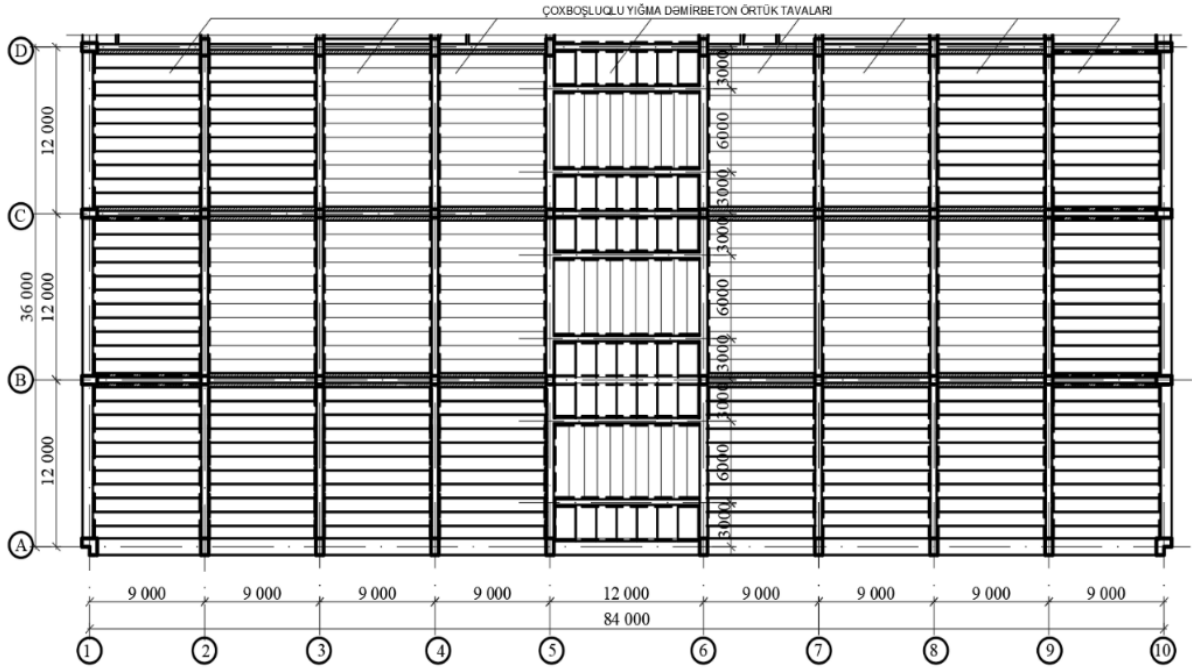


Şəkil 1. “Gülüstan” sarayının əsas girişi.

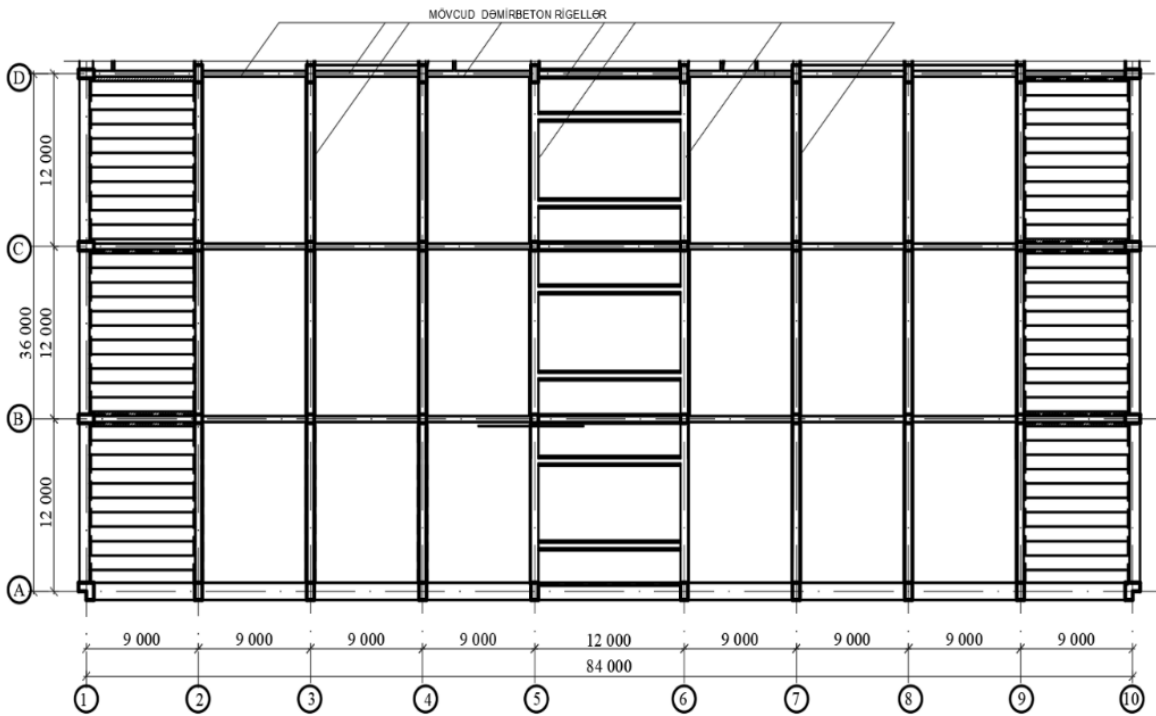
Binanın konstruktiv möhkəmliyinə və dayanıqlığına xələl gətirmədən bu işləri aşağıdakı ardıcılıqla yerinə yetirmək olardı. Bu icra texnologiyasını burada izahını verməyimin məqsədi növbəti bərpa-təmir işlərində bu məsələyə qaydılacağı ümidindən doğur. Onların əlinin altında lazımlı məlumatı olsa bəlkə də bu məsələyə qayıdılar.

Bildiyiniz kimi “Gülüstan” mərasimlər sarayının bütün örtmələri yığma çoxboşluqlu örtük tavaqlarındandır (şəkil 2). Binanın sərtlik elementlərinə sütun və rigellərinə toxunmadan bu tavaqları doğrayıb çıxarmaq olar. Bu örtük tavaqları təmizləndikdən sonra açıq qalan rigellər müvəqqəti olaraq binanın üfiqi sərtliyini təmin edəcəklər (şəkil 3).

Binanın ümumi sərtliyini və konstruksiyaların sonrakı əlavələrini rahat şəkildə mövcud konstruksiyalara çox müdaxilə etməmək üçün yeni döşəmə tavaqlarından aşağıdakı hüsnələrdə sütunlara əlavə 200mm dəmirbetondan “köynək” geydirilir. Bu “köynək”lərin boyuna armaturları yeni rigellərin üst səviyyəsinə qədər davam edir və ankerləşir. Eninə millərin(xamutların) mövcud sütunlara bağlantısı isə 45° bucaq altında maili vəziyyətdə duran millər vasitəsi ilə mövcud sütunların künc boyuna millərinə qaynaq olunmaqla həyata keçirilir.



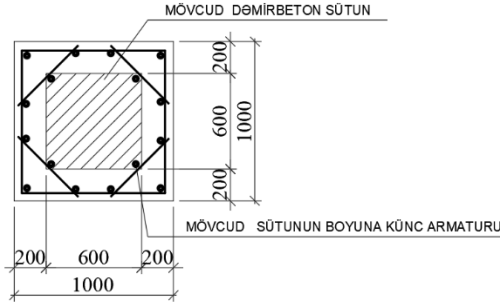
Şəkil 2. “Gülüstan” mərasimlər sarayının foyesinin döşəməsində yığma dəmir-beton örtük tavaqlarının düzülüşünün planı



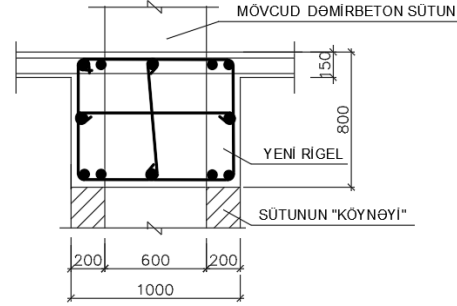
Şəkil 3. “Gülüstan” mərasimlər sarayının foyesinin döşəməsindən yığma dəmir-beton örtük tavaqları söküldükdən sonra mövcud rigellərin yerləşmə planı.

Nəticədə yekun sütun kəsiyin daxilində böyük en kəsiklər üçün nəzərdə tutulan “rombvari” xamutlanma təmin olunur (şəkil 4).

Rigellərin mövcud sütunlara birləşməsi ancaq ortadakı alt və üst boyuna millərinin 2 kompanetli yapışqandan istifadə etməklə yerinə yetirilir. Digər boyuna millər isə sütunun əlavə edilmiş hissəsindən keçərək ankerləşir (şəkil 5).

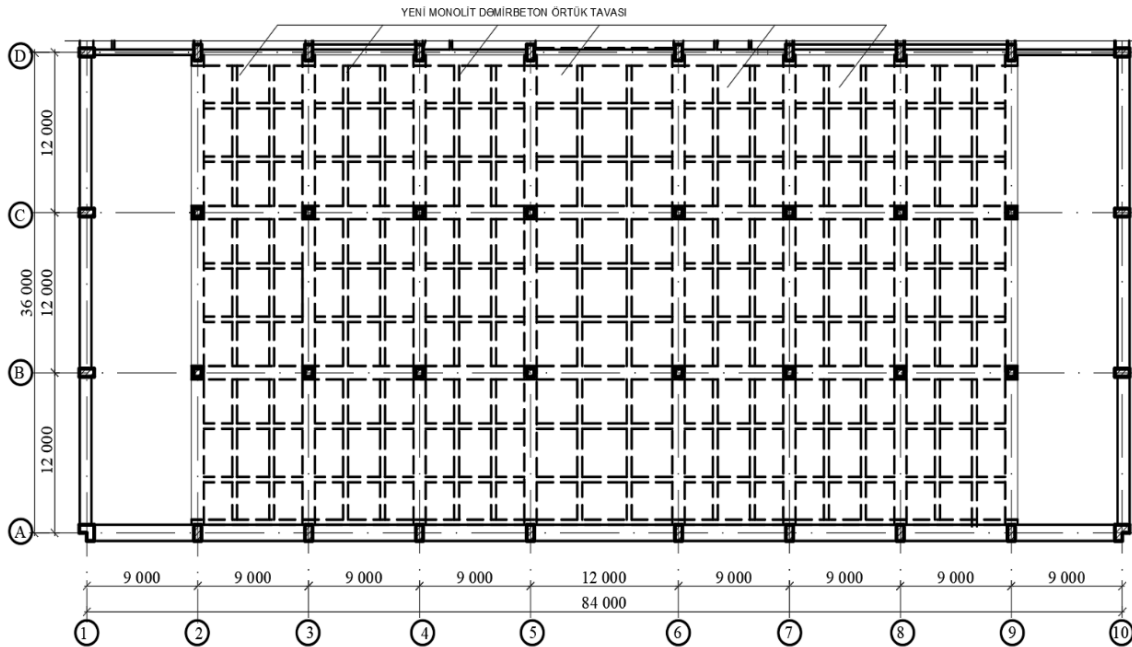


Şəkil 4. Mövcud sütunun gücləndirmə kəsiyi.



Şəkil 5. Yeni rigellərin armaturlanma kəsiyi

Binanın aşırımları və addımları böyük olduğundan mərtəbəarası örtüyün kesson tipli həll olunması tövsiyə olunur. Yeni konstruksiyalar icra olunduqdan və layihə möhkəmliyini 70% aldıddan sonra müasir kəsici alətlərlə mövcud rigelləri hissə-hissə kəsib götürmək olar. Rigellər kəsilib götürüldükdən sonra əgər ehtiyac olarsa Foye yerləşən mərtəbədə də sütunları metal bucaqlılıqlarla gücləndirmək olar. (şəkil 6).



Şəkil 6. Foyenin yeni monolit dəmirbeton döşəmə tavasının planı

Çox təəssüf, ki, bu işləri yerinə yetirmək mümkün olmadı. Ancaq “Gülüstən” sarayının zalında bir sıra yenilikləri yerinə yetirmək mümkün oldu. Texniki xidmət liftlərindən başqa yaşlı və əlilliyi olan sərnəşinlərin rahat qalxıb-düşməsi üçün 2 ədəd sərnəşin lifti də yerinə yetirildi. Həmçinin, binanın fasadındakı keramzitbetondan olan memarlıq elementlərin fasad boyu 30-40 sm ayrılıqları yeniləyərək düzəltmək mümkün oldu. Fasaddakı memarlıq elementlərinin dəqiq ölçüləri, forması saxlanılmaqla yeni müasir materialdan-fibrobetondan yığıldı. Bu elementlər maili istiqamətdə qoyulmuş yükləyən polad kvadrat en kəsikli metal tirlərə bərkidildi.

Binada 9 m-liq aşırımlarda çoxboşluqlu yığma dəmirbeton örtük tavasından istifadə edilmişdir ki, o da döşəmədə çox güclü titrəmə verirdi. Bu titrəyişlərin çoxluğun səbəblərdən biri də böyük zəlzələ döşəmə səviyyəsini qaldırmaq üçün inşaat zibillərindən (20-30 sm qalınlığında) istifadə edilməsi idi. Ötrüyə əlavə yük olan bu zibillər təmizləndi, onların yerinə bərk, yüngül material olan polistrol döşəmənin konstruksiyası qabırğalı örtük tavasına çevrildi. Beləliklə, bu titrəyişlər də aradan qaldırıldı.

Mən belə hesab edirəm ki, keçən əsrdə tikilmiş binalar da öz dövrünün memarlıq abidələridir. Onların da memarlıq görkəmini mütləq qorumaq lazımdır. Daxili memarlıq-planlaşdırma həllini isə ehtiyac olduqda dəyişmək olar.

Nəticələr

1. Memarlıq abidələrinin konstruksiyalarının bərpasına çox həssaslıqla yanaşılmalıdır. Müasir dəmir-beton köynəyin geydirilməsi onları məhv edir. Belə gücləndirilmiş memarlıq abidələri beynəlxalq qurumlar tərəfindən qəbul edilmir;
2. Memarlıq abidələrin bərpasında əhəng tərkibli məhlullardan və lazım gələrsə metal gücləndirmələrdən istifadə oluna bilər;
3. Keçən əsrdə tikilmiş, tikintisində müasir materiallardan istifadə edilmiş memarlıq abidələrində dəmir-beton və metal gücləndirmələr istifadə edilə bilər.

İstifadə olunmuş ədəbiyyatlar:

1. AzDTN 2.3-1 “Seysmik rayonlarda tikinti” Dövlət Şəhərsalma və Arxitektura Komitəsi, Bakı 2009, 36 səh.; Dəyişiklik №1, Bakı 2011, 4 səh.; Dəyişiklik №2, Bakı 2013, 7 səh.
2. Məmmədova Z. Memarlıq abidələrinin bərpasının elmi-nəzəri əsasları. Bakı, 2007.
3. Haqverdiyev T. Abidələr tarixin sirdəşidir. Bakı, 1982.

UOT 624

BÖYÜK İPƏK YOLUNUN NAXÇIVAN MEMARLIĞINA TƏSİRİ*Gokce Eftal, inşaat mühəndisi-memar, egokce@kalyonholding.com***ВЛИЯНИЕ ВЕЛИКОГО ШЕЛКОВОГО ПУТИ
НА АРХИТЕКТУРУ НАХЧЫВАНА***Гёкче Эфтал инженер-строитель-архитектор, egokce@kalyonholding.com***INFLUENCE OF THE GREAT SILK ROAD
TO NAKHCHIVAN ARCHITECTURE***Gokche Eftal engineer-architect, egokce@kalyonholding.com*

Xülasə: Məqalədə orta əsrlər Naxçıvan memarlığına Böyük İpək yolunun göstərdiyi təsir haqqında ümumi məlumat verilmişdir. Araşdırmada bəzi körpü, qala, karvansarayların memarlıq xüsusiyyətləri ilə bağlı məlumatlar diqqəti cəlb edir. Naxçıvan, Şərq və Qərb arasında mühüm bir qovşaqlar kimi Böyük İpək Yolunun inkişafına töhfə verərək, memarlıq sahəsində də bu təsirləri özündə əks etdirmişdir. Bu yolun mövcudluğu, bölgənin zəngin tarixi irsinin və estetik dəyərlərinin formalaşmasında mühüm rol oynamışdır.

Açar sözlər: Naxçıvan, Böyük İpək Yolu, memarlıq, abidə və s.

Аннотация: В статье даны общие сведения о влиянии Великого Шелкового пути на архитектуру средневекового Нахчывана. В исследовании обращается внимание на сведения об архитектурных особенностях некоторых мостов, замков и караван-сараев. Нахчыван, как важный перекресток между Востоком и Западом, внес свой вклад в развитие Великого Шелкового пути и отразил эти влияния в области архитектуры. Существование этой дороги сыграло важную роль в формировании богатого исторического наследия и эстетических ценностей региона.

Ключевые слова: Нахчыван, Великий Шелковый путь, архитектура, памятник и т.д.

Summary: In the article the general information about the influence of the Great Silk Road to the architecture of medieval Nakhchivan is given. The information about the architectural features of some bridges, fortresses, caravanserais attracts the attention.

Nakhchivan, as an important junction between East and West, contributed to the development of the Great Silk Road and reflected these influences in the field of architecture. The existence of this road played an important role in the formation of the rich historical heritage and aesthetic values of the region.

Keywords: Nakhchivan, Great Silk Road, architecture, monument and so on.

Böyük İpək Yolu, əsrlər boyu Naxçıvanın memarlığına, mədəniyyətinə və iqtisadiyyatına mühüm təsir göstərmişdir. Bu qədim ticarət yolu yalnız ticari məhsulların deyil, eyni zamanda mədəni və memarlıq üslublarının, texnologiyaların və bədii təsirlərin mübadiləsinə də asanlaşdırırdı. Naxçıvan bölgəsi, Şərqlə Qərbi birləşdirən əsas qovşaqlardan biri kimi Böyük İpək Yolunun inkişafına töhfə vermiş, memarlıq baxımından da bu təsiri əks etdirmişdir.

Naxçıvan memarlığı qədimdən yerli ənənələr və İpək Yolu ilə keçən mədəni təsirlərin harmoniyasını özündə əks etdirirdi. Bölgədəki tikililər, xüsusilə karvansaraylar, məscidlər, qəsrlər və körpülər, Böyük İpək Yolunun gətirdiyi təsirlərlə formalaşmışdır. Bunlar həm memari yeniliklər, həm də estetik dəyərlərlə zənginləşmişdir. Naxçıvanın memarlığı, Yaxın Şərq, Cənubi Qafqaz və Orta Asiya memarlıq üslublarının təsirini özündə birləşdirərək, bənzərsiz bir üslub yaratmışdır.

İpək Yolu boyunca tacirlərin və səyyahların gecələməsi və ticarətlə məşğul olması üçün inşa edilən karvansaraylar, Naxçıvanın memarlıq tarixində əhəmiyyətli bir yer tutur. Karvansaraylar Böyük İpək Yolunun əsas strukturlarından biri idi və Naxçıvanda bu tikililər həm estetik, həm də funksional cəhətdən diqqətəlayiq idi. “J.Şardenin məlumatına görə, XVII əsrdə Naxçıvanda beş, Ordubadda altı karvansara olmuşdur” (2, 76). Ən məşhur karvansaraylardan biri Şah Abbas karvansarayıdır. Bu memarlıq nümunəsi, sadəcə səyahətçilərə gecələmə imkanı yaratmaqla kifayətlənməyib, həm də ticarət və mədəni mübadilə mərkəzi rolunu oynayıb. Şah Abbas karvansarayı Naxçıvanda, qədim ticarət yollarının kəsişdiyi strateji bir mövqedə yerləşir. Karvansarayın memarlıq üslubu dövrün Səfəvi memarlıq prinsipləri ilə sıx bağlıdır və həm funksional, həm də estetik baxımdan mühüm bir abidə hesab olunur. Tikili dördkünc planlıdır və geniş bir həyəti əhatə edir. Həyət ətrafında yerləşən tağlar və otaqlar səyyahların və tacirlərin gecələməsi üçün nəzərdə tutulmuşdu. Memarlıqda geniş istifadə olunan kərpic və daş materialları onun möhkəmliyini təmin etmişdir.

Karvansarayın ön fasadı sadə, lakin təsir edici bir estetikaya malikdir. Böyük bir portal ilə vurğulanan giriş qapısı, tacirlər üçün əsas giriş nöqtəsi idi. Girişin yuxarı hissəsindəki yarımdairəvi tağ, Səfəvi dövrünün memarlıq üslubunun xarakterik xüsusiyyətlərindəndir. Portalın üzərindəki dekorativ elementlər, o dövrdəki incəsənət və bədii üslubun izlərini daşıyır.

Karvansarayın mərkəzində geniş bir açıq həyət var. Bu həyət səyyahların istirahət etməsi və ticarət mallarının boşaldılması üçün istifadə olunurdu. Həyətin ətrafında karvansarayı dövrələyən bir sıra otaqlar və tağlar yerləşir. Otaqlar, səyyahlar üçün gecələmə yerləri olmaqla yanaşı, ticarət mallarının saxlanması üçün də istifadə olunurdu. Bu otaqların hər biri geniş tağlı eyvanla həyətə açılır və karvansarayın simmetrik quruluşunu vurğulayır.

Karvansarayın iç hissəsində tağlı keçidlər və günbəzlər diqqət çəkir. Tağlar və günbəzlər həm tikilinin memarlıq gözəlliyini artırır, həm də onun sabitliyini təmin edir. Günbəzlər həm də otaqların havalandırılması və işıqlandırılması üçün nəzərdə tutulmuşdu. Bu memarlıq elementi İslam memarlığının və xüsusilə Səfəvi dövrünün ənənəvi memarlıq xüsusiyyətlərindən biridir.

Şah Abbas karvansarayı, Naxçıvanın tarixi boyunca Böyük İpək Yolu üzərində mühüm bir dayaq nöqtəsi olmuşdur. Tacirlərin təhlükəsiz və rahat şəkildə səyahət etmələri üçün inşa edilən bu karvansaraylar, həm də mədəni və iqtisadi mübadilələrin mərkəzi idi. Karvansarayın inşası Naxçıvanın ticarət mərkəzi kimi əhəmiyyətini artırdı və bölgənin İpək Yolu ilə bağlı strateji mövqeyini gücləndirdi.

Böyük İpək Yolunun keçdiyi Naxçıvan bölgəsindəki dini abidələr də ticarət yolunun təsiri ilə inkişaf etmişdir. Xanəgah memarlıq kompleksi buna gözəl bir nümunədir. Bu komplekslərdə tacirlər və səyyahlar dayanaraq həm dini, həm də mənəvi istirahət imkanı tapırdılar. Xanəgah memarlığına Orta Asiya və İran üslublarının təsiri müşahidə edilir ki, bu da İpək Yolunun mədəni təsirini göstərir.

Digər dini memarlıq abidələrindən biri olan Kazım Qarabəkir Paşa məscidi (1918-1920), Naxçıvan şəhərində yerləşən və Osmanlı dövrünün hərbi lideri Kazım Qarabəkir Paşanın adına ithaf olunan tarixi bir dini abidədir. Məscid, tarixi olaraq Naxçıvanın mərkəzində yerləşdiyi üçün Böyük İpək Yolunun bir hissəsi olan ticarət yollarının kəsişməsində strateji bir nöqtə idi. Dini abidə Osmanlı və Azərbaycan memarlıq üslublarının qarışığını əks etdirir və Naxçıvanda dini-mədəni irsin önəmli bir nümunəsidir.

Məscid, sadə və funksional memarlıq üslubuna malikdir. Memarlığında Osmanlı və Qafqaz bölgəsinin yerli memarlıq elementləri bir araya gətirilmişdir. Məscidin inşasında kərpic

və daşdan istifadə olunmuş, bu da onun yerli memarlıqla uyğunlaşmasını təmin etmişdir. Tikili bir minarəyə malikdir, ibadət zalı geniş, sadə bir formada tikilmişdir. Məscid tək minarəli və sadə kvadrat formalı plana malikdir. Bu, onun funksional məqsədlərini vurğulamaqla yanaşı, dövrün minimalist memarlıq anlayışına da uyğun gəlir. Geniş və işıqlı ibadət zalı namaz qılanlar üçün rahat və əlverişli bir məkan yaradır. Məscidin daxili sadə, lakin zərif şəkildə bəzədilmişdir. Otaqlar və zallar dini məqsədlərə xidmət edən minimal dekorasiyaya malikdir, lakin bəzi elementlərdə Osmanlı dövrünün incə ornament xüsusiyyətləri hiss olunur. Bu, məscidin həm estetik, həm də funksional olaraq istifadəsini artırır.

Naxçıvanda yerləşən tarixi körpülər, Böyük İpək Yolunun keçdiyi ərazilərdəki mühüm memarlıq nümunələridir. Məsələn, “Aza” və “Lələzar” körpüləri Böyük İpək Yolunun mühüm keçid nöqtələri idi. Bu körpülər ticarət karvanlarının rahat keçidini təmin etməklə yanaşı, bölgənin inkişafında da rol oynamışdır. Körpülərin tikintisində yerli materiallardan istifadə olunsada, inşaat texnologiyaları və memarlıq üslublarında İpək Yolu boyunca yayılan təsirlər açıq şəkildə görünür. *“Naxçıvanın ərazisində körpülərin tikilmə tarixini VII-XVI və XVII-XIX əsrlərə aid edirlər. Bu dövrlərdə Naxçıvanda ticarətin sürətlə inkişafı ilə əlaqədar çaylar üzərində intensiv olaraq körpülər salınmışdır. Şərqlə Qərbi birləşdirən karvan yolları Azərbaycan ərazisindən keçdiyindən ticarət yerli feodallara çox böyük gəlir gətirirdi. Buna görə yolların çəkilməsinə və abadlaşdırılmasına böyük diqqət verilirdi”* (2, 141). Qeyd olunanlara misal olaraq, Naxçıvanın tarixi memarlıq irsinin əhəmiyyətli bir parçası olan Ləkətağ körpüsü adını qeyd etmək mümkündür. Bu körpü, bölgənin zəngin mədəniyyətinin və tarixi keçmişinin simvolu olaraq tanınır. Körpünün tarixi dəqiq bir şəkildə müəyyən olunmasada, onun orta əsrlərə aid olduğu düşünülür. O, Naxçıvanın strateji əhəmiyyətli bölgələrindən birində, ticarət yollarının kəsişməsində yerləşir. Tarixi mənbələrə görə, körpü bölgədəki karvan yollarının inkişafına və ticarət mübadiləsinə mühüm töhfələr verib.

Ləkətağ körpüsü, daşdan inşa edilmişdir və memarlıq üslubuna görə yerli ənənələrə uyğun olaraq tikilmişdir. Körpünün geniş arxitektura detalları, yerli ustaların zərif yaradıcılıqlarını əks etdirir. Körpünün strukturu iki tərəfli arxa sədlərlə əhatə olunmuşdur. Bu, körpünün həm funksional, həm də estetik cəhətdən gözəl görünməsini təmin edir. Körpünün divarlarında bəzəkli daşlar və naxışlar yer alır. Bu dekorativ elementlər, Naxçıvanın memarlıq irsinin və estetik anlayışının zənginliyini nümayiş etdirir. Ləkətağ körpüsü, yalnız bir nəqliyyat vasitəsi olmaqla qalmır, eyni zamanda yerli icmanın sosial və mədəni həyatında da mühüm rol oynayır. Körpü, bölgənin sakinləri və səyyahlar üçün bir araya gəlmə yeri olmuşdur.

Digər nümunə olan Aza körpüsü, Naxçıvanın tarixi və memarlıq irsinin önəmli bir abidəsidir. Körpü, 1587-1629-cu illər arasında inşa edilmişdir. Aza körpüsü, Osmanlı dövründə inşa edilmişdir. Bu dövrdə Naxçıvan, müxtəlif mədəniyyətlərin kəsişdiyi bir məkan idi və ticarət yollarının əhəmiyyəti artmışdı. Körpü, bölgənin iqtisadi inkişafını dəstəkləmək və ticarət mübadiləsinə asanlaşdırmaq məqsədini güdürdü.

Aza körpüsü, iki tərəfli arxa sədlərlə əhatələnmiş geniş bir struktura malikdir. Bu, onun dayanıqlığını və estetik cəhətdən görkəmini artırır. Körpünün divarlarında bəzəkli daşlar və naxışlar mövcuddur. Bu, yerli ustaların yüksək sənətkarlığını və memarlıq estetikalarını nümayiş etdirir.

Aza körpüsü, yerli memarlıq üslubunun gözəl bir nümunəsidir. Aza körpüsünün memarlıq xüsusiyyətləri, onun tarixi, strukturu və estetik dəyərləri baxımından əhəmiyyətli bir abidə olduğunu göstərir. Körpü, əsasən yerli daşlardan inşa edilmişdir. Bu daşlar, həm dayanıqlılığı,

həm də estetik cəhətdən gözəlliyi təmin edir. Daşların seçimi, yerli memarlığın təbiətlə ahəngdar bir şəkildə uyğunlaşmasını təmin edir.

Körpünün üst qatı genişdir və bu, onu istifadəçilər üçün rahat edir. Üstün düzbucaqlı forması, funksionallığı və dayanıqlığı artırır. Aza körpüsü, Osmanlı memarlıq üslubunu əks etdirir, lakin yerli elementlərin də təsiri hiss olunur. Bu, körpünün Naxçıvanın özünəməxsus memarlıq irsini özündə cəmləşdirdiyini göstərir. Körpünün forması və strukturu, təbiət ilə mükəmməl bir ahəngdarlıq içindədir. Bu, onun ətraf mühitlə gözəl bir şəkildə inteqrasiya olunduğunu göstərir.

Aza körpüsü, tarixi dövrlərdə yalnız bir nəqliyyat vasitəsi olmayıb, eyni zamanda icma üçün əhəmiyyətli bir mədəni və sosial mərkəz olmuşdur. Ticarətçilər, səyyahlar və yerli əhali bu körpüdən keçərək, dini mərasimlər və icma toplantıları üçün bir araya gəlmişdir. Körpü, həm də yerli icmanın birliyini və əlaqələrini gücləndirən bir simvol olaraq fəaliyyət göstərmişdir.

Böyük İpək yolunun təsiri ilə Naxçıvan inşa edilmiş müdafiə abidələri də böyük əhəmiyyətə malikdir. Bu abidələr, bölgəni düşmən hücumlarından qorumaq üçün inşa edilmişdir. Onların strateji mövqeləri, müdafiəni daha da gücləndirmiş, eyni zamanda İcma üzvləri üçün sığınacaq rolunu oynamış, yerli əhalinin təhlükəsizliyini təmin etmişdir. Böyük İpək Yolunun kəsişməsində yerləşən bu abidələr, ticarət karvanlarının təhlükəsizliyini təmin edərək iqtisadi inkişafı dəstəkləmiş, eləcə də müxtəlif mədəniyyətlərin qarşılaşmasına və mübadiləsinə şərait yaratmışdır. Qalaların hündür və geniş olması, onların müdafiə funksiyasını artırır. Üstəlik, onların dizaynı, yerli coğrafi şəraitlə mükəmməl bir harmoniya yaradır.

Naxçıvanın əsas müdafiə abidələrindən biri olan Əlincə qalası Böyük İpək Yolu dövründə strateji əhəmiyyət daşıyırdı. Bu qalanın inşası həm müdafiə, həm də ticarət yollarını qorumaq üçün mühüm bir mərkəz kimi fəaliyyət göstərirdi. Qalanın yerləşdiyi coğrafi mövqe və tikinti texnikası, Böyük İpək Yolu boyunca yerləşən digər qalalarla oxşar xüsusiyyətlərə malikdir.

Nəticələr

Böyük İpək Yolunun ticarət və mədəni əlaqələri Naxçıvan memarlığında istifadə olunan dekorativ elementlərə də təsir etmişdir. Müxtəlif yerlərdə inşa edilən abidələrin fasadlarında rast gəlinən mürəkkəb geometrik və bitki motivləri, Şərq incəsənətinin və memarlığının təsirini açıq şəkildə göstərir: məscidlərin divarlarında və karvansarayların tağlarında istifadə olunan dekorativ elementlər Böyük İpək Yolunun mədəni irsinin göstəricisidir.

İstifadə edilmiş ədəbiyyatlar

1. Şarden J. Səyahətnamə / fransız dilindən tərcümə edən Vaqif Aslanov, Bakı: Elm, 1994.
2. Qənbərova G., Güneri A. Naxçıvanın mülki tikililərinin memarlığı. Bakı: Afpoliqraf, 2018.
3. Pzayev N., Əbdülrəhimov R. Mülki binaların memarlıq konstruksiyaları. Bakı: Maarif, 1981.
4. Салаева Р. Нахчыван наследие архитектуры. Баку: 2002.

ИНФОРМАЦИЯ О «V МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ»

(г. Бишкек – Киргизия, 9 – 14 сентября 2024 года)

Организатором «V международной научно-практической конференции по сейсмостойкому строительству» была международная ассоциация экспертов по Сейсмостойкому Строительству IAEEE (МАЭСС).

Основными темами, обсуждаемыми по ходу конференции являлись:

- комплексные исследования по предупреждению землетрясений и повышению сейсмостойкости сооружений;
- проектирование зданий с учетом последствий землетрясений;
- подход к проектированию зданий с учетом последствий землетрясений;
- проектирование и анализ конструктивных решений зданий на сейсмические воздействия;
- сейсмический риск и уязвимость сооружений;
- инновационные технологии систем сейсмозащиты и их расчеты;
- экспериментально-теоретические исследования сейсмостойкости сооружений;
- расчет зданий и сооружений на сейсмические воздействия.

В международной конференции приняли участие более 200 человек, в том числе, более 60 экспертов из 10 стран мира, среди которых были и представители Азербайджана.

В открытии конференции присутствовали:

- Иманакун Улу Талант - заместитель директора Государственного агентства архитектуры, строительства и жилищно-коммунального хозяйства при Кабинете Министров Кыргызской Республики (Госстрой КР);
- д.г.-м.н., проф. Абдрахматов К.Е. чл.-корр. НАН КР, президент Национальной академии наук Кыргызской Республики;
- к.т.н., проф. Хакимов Ш.А. лауреат Госпремии РУз, зав.лаб. АО «ТошУйжойЛИТИ», почетный член Президиума МАЭСС;
- д.т.н., профессор, Абдыкалыков А.А. – Сопредседатель конференции, Лауреат Госпремии Кыргызской Республики в области науки и техники, почетный член Президиума МАЭСС;
- д.т.н., проф. Бегалиев У.Т. – Сопредседатель конференции, МУИТ, президент МАЭСС, ректор МУИТ;
- Бреслер М.М., Maurer GmbH, Germany;
- к.т.н. Шокбаров Е.М. почетный строитель РК, управ. директор АО «КазНИИСА», почетный член Президиума МАЭСС;
- ass. professor, Марко Маринкович Faculty of Civil Engineering - University of Belgrade, Belgrade, Serbia;
- Dr. Go Sato, General Manager Kawakin Core-Tech, Co. Ltd, Japan и др.

На «V международной научно-практической конференции по сейсмостойкому строительству» Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры был представлен заместитель директора по научной работе, к.т.н. Юсифов Н.Р. и к.т.н. Габибов Ф.Г.- ведущий научный сотрудник Азерб. сектора Международной Академии наук Н&Е.

В ходе проведения конференции Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры представил 7 научных статей.

Габибов Ф.Г. в соавторстве с Шокбаровым Е.М. (АО КазНИИСА) представил статью и презентацию на тему – «Разработка свайных сейсмостойких фундаментов с использованием утилизированных металлокордных эластичных отходов», а также и другие статьи.

Представленные статьи были опубликованы в ВЕСТНИК-е №1/2024(17) Международная Ассоциация Экспертов по Сейсмостойкому Строительству (МАЭСС), входящие в список официальных изданий ВАК Киргизской Республики.

Конференция была полезной для нас, с точки зрения, ознакомления с опытом исследований в области сейсмостойкого строительства и расчетными особенностями оценки зданий и сооружений Казахстана, Узбекистана, Киргизии, Японии, Германии, регионов России и др. стран.

