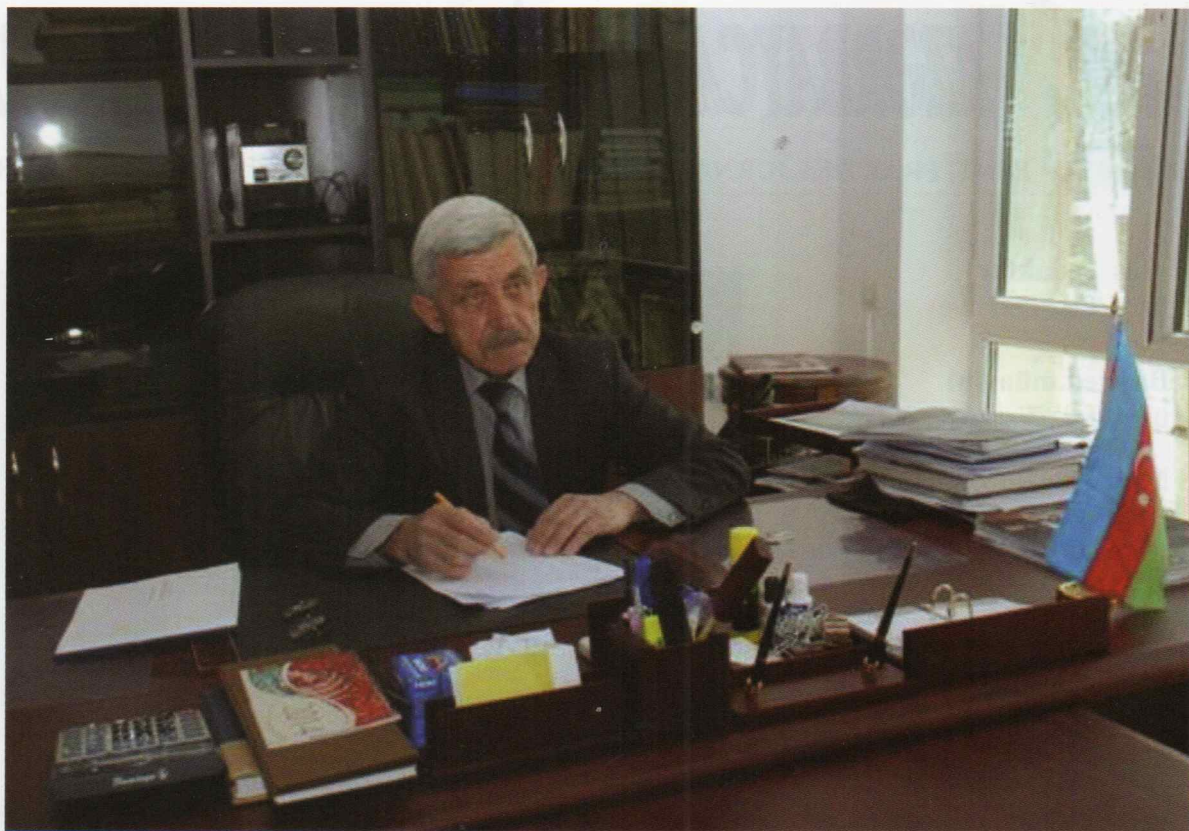


**Baş redaktor**tex. üzrə f.d., **Qarayev A.N.****Baş red.müavini**tex. üzrə f.d., **Yusifov N.R.****Məsul katib**iqt. üzrə f.d., **Şirinova N.S.****Redaksiya heyəti**m.d. **Qasımov A.T.**t.e.d., prof. **Seyfullayev X.Q.**iqt. üzrə f.d. **Nuriyev E.S.**tex.üzrə f.d. **Rzayev R.A.**tex.üzrə f.d. **Həbibov F.H.**tex.üzrə f.d. **Əmrahov A.T.**tex.üzrə f.d. **Eminov Y.M.**tex.üzrə f.d. **Poluxov İ.X.**(FHN)t.e.d., prof. **Hacıyev M.A.**(AzMİU)**Təsisçi:****AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI  
DÖVLƏT ŞƏHƏRSALMA VƏ  
ARXITEKTURA KOMİTƏSİ****AZƏRBAYCAN  
İNŞAAT VƏ MEMARLIQ  
ELMİ-TƏDQIQAT İNSTİTUTU****Hüquqi ünvanı :****Az 0014, Bakı ş.  
M.Füzuli küç. 65****Əlaqə telefonları:****(012) 596 37 28, 596 37 60****E-mail:**elmikاتب@azimeti.az  
azimeti\_elmikاتب@mail.ru**Komputer****səhifələnməsi Nəbiyeva M.Z.****MÜNDƏRİCAT**

- Гаджиева С.Х.** Жилые дома Шеки-Загатальского района вчера и сегодня 4
- Seyfullayev X.Q., İsmaylov R.Ş.** Yatıq olmayan dəyişən qalınlıqlı silindrik qabıqların dinamika məsələlərinin həlləri 10
- Чкоидзе Р. В., Стеннадзе И. В.** Построение функции влияния грена для прямоугольной пластины, шарнирно опертой по трем и свободной по четвертой стороне. 19
- Camalov C.Ə.** Betonun bərkimə prosesinin tənzimlənməsi yollarının tədqiqi 24
- Şirinzadə İ.N., Məmmədova İ.H.** Keramik materialların TiO<sub>2</sub> ilə modifikasiyası 33
- Əliyev T., Məstanzadə N., Sultanov N.** Yeraltı şollar su anbarının karboplastikli armatur liflərlə gücləndirilmiş qurğusunun seysmik riskə düşməsinin üç ölçülü araşdırılması 37
- Nuriyev E.S., İbrahimli Y.M.** Azərbaycan regionlarının dinamik inkişafında dövlət proqramlarının rolu 45





Jurnalın redaksiya heyətinin üzvü, institutun sabiq direktoru, memarlıq doktoru, respublikanın əməkdar memarı **Akif Təmraz oğlu Qasimov** vəfat etmişdir.

A.Qasimov 10.01.1935-ci ildə Ağstafa rayonunda anadan olmuşdur. 1958-ci ildə Azərbaycan Politeknik İnstitutunu memarlıq ixtisası üzrə bitirdikdən sonra əmək fəaliyyətinə "Azərkəndtikintilayihə" İnstitutunda başlamışdır. 1959-1961-ci illərdə Sumqayıt şəhərinin baş memarının müavini vəzifəsində çalışmış, şəhərin ümumi bədii memarlıq simasının daha da gözəlləşməsi, abadlaşdırılması üçün xeyli işlər görmüşdür.

1961-1964-cü illərdə Moskva şəhərində Mərkəzi Eksperimental Layihələndirmə ETİ-nin aspiranturasında təhsil almışdır. O, 1966-cı ildə Moskva Yaşayış Elmi-Tədqiqat və Layihə İnstitutunun nəzdindəki Elmi Şurada dissertasiya müdafiə edərək memarlıq namizədi alimlik dərəcəsinə layiq görülmüşdür.

1972-1984-cü illərdə o, Zaqafqaziya Zona Elmi-Tədqiqat və Eksperimental Layihələndirmə İnstitutunun Bakı bölməsinə rəhbərlik etmişdir və bu bölmə 1984-cü ildə yaradılmış AzİMETİ-nin tərkibinə daxil edilmiş, A.Qasimov isə direktorun müavini vəzifəsinə təyin olunmuşdur. 1994-cü ildən isə 2013-cü ilin iyun ayına qədər institutun direktoru və 2013-cü ilin iyun ayından ömrünün sonuna kimi şöbə müdiri vəzifələrində çalışmışdır.

Eyni zamanda Akif müəllim uzun illər Azərbaycan İnşaat və Memarlıq İnstitutunda (0.5 ştatla) müəllim kimi elmi-pedoqoji fəaliyyətlə də məşğul olmuşdur.

O, tikinti və memarlıq sahəsində gənc elmi kadrların hazırlanması, tikinti və memarlıq üzrə normativ sənədlərin təkmilləşdirilməsi və milli Azərbaycan memarlıq ənənələrinin inkişafı istiqamətində bir sıra mühüm işlər görmüşdür.

SSRİ Dövlət Mülki Tikinti Komitəsinin sifarişləri əsasında AR ərazisinin Baş Məskunlaşma Sxemi və SSRİ-nin cənub zonası üçün, yəni IV iqlim rayonu üzrə məktəblərin və məktəbəqədər uşaq müəssisələrinin layihələndirilməsinə dair ümumittifaq səviyyəli normativ sənədlərin hazırlanması, SSRİ-nin cənub regionlarında binaların layihələndirilməsinə dair



normativ sənədlər, SSRİ və İran İslam Respublikası tərəfindən Araz çayı üzərindəki “Xudafərin” və “Qız qalası” su elektrik stansiyalarının tikilməsi ilə əlaqədar yaşayış kompleksinin layihəsi, İçərişəhərdə 2 kvartalın regenerasiyası layihəsi və s. işlərdə onun gərgin əməyi vardır. Müstəqil AR-da “Ümumtəhsil məktəbləri və məktəb internatları”, “Azərbaycan ərazisində binaların memarlıq layihələndirilməsi üçün klimatik zonalaşdırılması xəritəsi” kimi normativ sənədlər işləyib hazırlamışdır.

O, son illər ərzində Bakı şəhərində tikilmiş 100-lərlə çoxmərtəbəli yaşayış binalarının memarlıq-planlaşdırma həllinin normativ tələblərə cavab verməsi problemlərini araşdırmış və binalardakı mənzillərin optimal planlaşdırılmasına dair təkliflər hazırlamışdır.

A.T.Qasimov 2005-ci ildə “XX əsr Azərbaycan memarlığının inkişafı” mövzusunda doktorluq dissertasiyası müdafiə etmiş və ona 2006-cı ildə Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyası tərəfindən memarlıq doktoru alimlik dərəcəsi verilmişdir.

A.Qasimov son 30 il ərzində memarlıq elmi üzrə yerinə yetirilmiş bir çox dissertasiya işlərinin rəsmi opponenti və rəyçisi olmuşdur.

A.Qasimov yüzə qədər elmi məqalənin, kitab və monoqrafiyaların, 30-dan çox memarlıq layihələrinin müəllifidir.

Akif müəllim 1960-cı ildən ömrünün sonuna qədər Memarlar İttifaqının üzvü olmuşdur. A.Qasimov tikintinin və memarlığın inkişafındakı xidmətlərinə görə 1990-cı ildə respublikanın “əməkdar memarı” fəxri adına layiq görülmüşdür.

Böyük alim, tədqiqatçı memar, bacarıqlı təşkilatçı, gözəl insan və ailə başçısı olan Akif Qasimovun xatirəsi onu sevənlərin qəlbində daim yaşayacaqdır.

**Allah rəhmət eləsin.**



УДК 728.03

ЖИЛЫЕ ДОМА ШЕКИ-ЗАГАТАЛЬСКОГО РАЙОНА ВЧЕРА И СЕГОДНЯ  
*d.арх., доц. Гаджиева С.Х.* Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет

RESIDENTIAL ARCHITECTURE OF SHEKI-ZAGATALA REGION OF AZERBAIJAN:  
 YESTERDAY AND TODAY

*d.of arch., Hajiyeva Sabina Khalid* Azerbaijan University of Architecture and Construction

AZƏRBAYCANIN ŞƏKİ-ZAQATALA BÖLGƏSİNİN YAŞAYIŞ EVLƏRİ: DÜNƏN VƏ BU GÜN  
*m.d., dosent H.S.X.* Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

**Аннотация:** О жилых домах Шеки-Загатальского региона Азербайджана написано довольно много книг и статей. Это и не удивительно, поскольку в этом богатом природными богатствами и архитектурными памятниками историческом регионе страны действительно очень интересная, самобытная и отличающаяся от аналогичных сооружений других регионов жилая архитектура. Именно жилые дома формируют облик и колорит городов и населенных пунктов этого региона.

Необходимо отметить, что жилые дома Шеки-Загатальского региона, к нашему огромному сожалению, наиболее подвержены частым видоизменениям и искажениям их первоначального облика. Очень часто их облик настолько искажается со временем под влиянием ремонтов, переделок и достроек, что дома, известные по обмерам середины XX века, невозможно узнать. Многие полностью разрушены. Многолетнее натурное и научное исследование домов региона позволило составить дифференциацию сохранившихся домов по степени их сохранности. В статье рассматривается нынешнее состояние памятников жилой архитектуры, проблемы, связанные с их охраной и некоторые пути их решения.

**Ключевые слова:** жилая архитектура, дом, корректная реставрация, сохранение наследия, адаптация

**Summary:** Scientific Doctor in architecture, associate professor of the chair "Architectural constructions and restoration of the monuments", Azerbaijan University of Architecture and Construction

There are sufficient enough books and articles written about houses of Sheki- Zagatala region of Azerbaijan. This is not surprising because there is really interesting and original residential architecture in this historic region of the country rich by natural wealth and architectural monuments. Houses here differ from the similar facilities in the other regions of the country. These are houses that form the shape and color of towns and settlements in the region.

It should be noted that the houses of Sheki- Zagatala region, to our great regret, are mostly subjected to the modifications and distortions of their original appearance. Their appearance often distorted over time under the influence of repairs, alterations and completions. Finally in the result of all these additions it is impossible to recognize the houses known by measurements of the mid-twentieth century. Many houses were completely destroyed. Years-long natural and scientific research of the houses in the region make it possible to differentiate the surviving buildings according to their degree of safety. The article discusses the current state of the monuments of residential architecture, the problems associated with their protection and some solutions.

**Key words:** residential architecture, houses, correct restoration, heritage preservation, adaptation (reuse)

**Xülasə:** Azərbaycanın Şəki-Zaqatala bölgəsinin yaşayış evləri haqqında çoxlu kitab və məqalələr yazılıb. Bu hal təəcüblü deyil çünki bu təbii sərvətləri və memarlıq abidələri ilə zəngin tarixi rayonunun həqiqətən də çox maraqlı, orijinal və başqa regionların oxşar obyektlərindən fərqli olan yaşayış memarlığı var. Məhz yaşayış evləri regionun şəhərlərinin və kəndlərinin forma və görkəminə təsir göstərirlər.

Qeyd etmək lazımdır ki, Şəki-Zaqatala bölgəsinin evləri, təəssüflər olsun ki, dəyişikliklərə və orijinal görünüşlərinin dəyişilməsinə qarşı həssasdırlar. Onlar saysız təmir, dəyişiklik və tamamlama işləri nəticəsində elə dəyişiliblər ki, XX əsrin ortasında aparılmış ölçmə və tədqiqatlardan tanınan bu evləri tanımaq mümkün deyil. Bir çoxu tamamilə məhv edilib. Regionda aparılmış çoxillik natura və elmi tədqiqatlar nəticəsində evləri indiki qorunma dərəcələrinə təsnif etməyi mümkün olub. Məqalədə yaşayış evlərinin mövcud vəziyyəti, onların qorunması ilə bağlı problemləri və bəzi həll yolları müzakirə edilir.

**Açar sözləri:** yaşayış memarlığı, ev, dözgün bərpa, irsin qorunması, uyğunlaşdırılma

О жилых домах Шеки-Загатальского региона Азербайджана написано довольно много книг и статей. Это и не удивительно, поскольку в этом богатом природными богатствами и архитектурными памятниками историческом регионе страны действительно очень интересная, самобытная и отличающаяся от аналогичных сооружений других регионов жилая архитектура. Именно жилые дома формируют облик и колорит городов и населенных пунктов этого региона.

Неоднократно описано, что традиционный жилой дом региона является ярким примером антового дома, где комната обязательно выходит на эйван, расположенный прямо перед ней и ограниченный боковыми стенками- антами [21-23]. Подобная планировка повторяется во всех домах, в не зависимости от экономического благосостояния хозяина. Меняется лишь количество комнат, усложняется общая



планировка дома. Другой особенностью жилой архитектуры является обязательное наличие дворового участка, который используется круглый год. Во двор обычно открывается наиболее интересный фасад дома, в отличие от внешнего уличного фасада, чаще всего не имеющего особых художественных характеристик. Однако, позднее появилась тенденция и уличным фасадам придавать парадность и монументальность. И конечно, важнейшую роль в формировании облика жилья играют художественные характеристики домов, построенных в силу сложившейся под влиянием природно-климатических особенностей региона архитектурной школы, а также высокой сейсмичности территории. Дома здесь возведены смешанной булыжно-кирпичной кладкой, где булыжник является основным строительным материалом, а кирпич выполняет роль антисейсмического пояса и используется для декорации. Широко используется дерево- в карнизах, аркадах эйванов, в перекрытиях и т.д. Важную роль играет высокая скатная черепичная крыша, появление которой обусловлено обилием осадков в этом горном регионе. Интересно и то, что очень часто, особенно в сельской местности, крыша обретает еще большую высоту, поскольку используется жильцами для сушки овощей и фруктов, табака. Повышает художественную выразительность здания и ажурная металлическая балконная решетка. Интересны интерьеры домов с разнообразными нишами в стенах для хранения предметов обихода и утвари. Неизменным элементом интерьера является также камин-бухары.

Планировочные и художественные особенности жилых домов, безусловно, повлияли в этом регионе и на формирование культовых сооружений-мечетей, которые даже внешне похожи больше на жилье, чем религиозные сооружения. То же можно сказать и о караван-сараях, где кельи для остановки путников, выходящие на эйван, поддерживаемый колоннами, повторяют в сущности антовую ячейку жилого дома.

Очень важное исследование жилых домов региона было проведено академиком Ш.Фатуллаевым, где была произведена дифференциация жилых домов по районам, выявлены их архитектурно-планировочные и декоративные особенности, показаны различия в планировочном решении жилых домов разных районов, входящих в регион [23]. Еще одно монументальное исследование коснулось жилых домов Загатальского района, где показаны результаты натурного обмера и научного анализа многих сельских домов [7].

Необходимо отметить, что жилые дома Шеки-Загатальского региона, к нашему огромному сожалению, наиболее подвержены частым видоизменениям и искажениям их первоначального облика. Очень часто их облик настолько искажается со временем под влиянием ремонтов, переделок и достроек, что дома, известные по обмерам середины XX века, невозможно узнать. Многие полностью разрушены. Особенно это касается жилых домов в сельской местности. Так, например, большая часть традиционных жилых домов, описанных и обмеренных в середине прошлого столетия, уже не существуют, в некоторых можно лишь с большим усилием обнаружить элементы былого характерного декора, планировочных особенностей. Жилые дома находятся в более незавидном положении относительно всех других типов сооружений, поскольку в них постоянно происходят перестройки со стороны хозяев, попросту не осознающих важность домов, в которых они живут, с точки зрения культурного наследия. Некоторые владельцы достаточно правильно оценивают планировочную и художественную значимость своего дома как памятника архитектуры. Однако, в силу отсутствия своевременной необходимой финансовой поддержки попросту не могут правильно решить проблемы реставрации. Так, хозяин одного из традиционных домов в Шеки, обращавшийся на протяжении многих лет в различные инстанции с просьбой помочь отреставрировать очень интересный с художественной точки зрения потолок дома, состоящий из деревянных декорированных дощечек, наподобие карнизных дощечек во Дворце шекинских ханов и Доме Шекихановых, в результате просто заменил исторический потолок на более современный, не дождавшись помощи. Анализ ситуации с жилыми домами в последние годы привел к выводу о том, что очень часто к переделкам приводит отсутствие достаточных средств на замену устаревших и обрушившихся частей. Так, в исследуемых районах обнаружилось,



что замена традиционного черепичного покрытия на крышах домов, которое придает неповторимость и специфический облик городам, происходит чаще всего из-за того, что шиферное или металлическое листовое покрытие более дешево и просто в использовании, чем черепица.

Таким образом, во многих случаях невозможно сохранить жилые дома без поддержки руководства региона, органов местной администрации, специальных структур, отвечающих за охрану памятников в стране. Правильная организация контроля за состоянием памятников и их охраны, а также адекватная оценка владельцем своих обязанностей в отношении памятника позволяют не только продлить жизнь памятника, но и использовать его и популяризовать. К сожалению, недостаточная правовая база для регламентированной охраны архитектурного наследия усложняет реализацию этого решения в нашей стране, поскольку необходимо наличие четкой системы охраны и контроля за ведением работ по сохранению и приспособлению памятников.

Надо отметить, что некоторые жилые дома в силу особой значимости их как объектов культурного наследия находились под охраной государства, например, дома Дадановых в Историко-Архитектурном заповеднике «Юхары баш». Их неоднократно реставрировали, они и сейчас функционируют. Естественно поэтому, что они претерпели намного меньше изменений относительно рядовых домов.

Однако, и с известными памятниками очень часто происходят неожиданные инциденты. В данной связи необходимо вспомнить Дом Шекихановых, где до 1967 года жили потомки построившего его Гусейн-хана, пока этот дом не был у них выкуплен государством с целью создания в нем музея. С момента приобретения его у бывших владельцев дома этот памятник, имеющий огромную историческую и художественную ценность, входил в перечень "островаварийных объектов истории" Министерства культуры Азербайджана. В 1991 году дом Шекихановых был продан с разрешения шекинского исполкома частному владельцу Ашрафу Джафарову, потомку последнего шекинского хана. Когда в 2003 году проводилась реставрация Дворца Шекинских ханов, мастера, ведущие реставрационные работы, хотели ознакомиться с росписями Дома Шекихановых, которые никогда не реставрировались, а потому сохранились в первозданном виде. Однако хозяин запретил. Позднее была доказана незаконность действий шекинского исполкома, и уникальный памятник культуры возвращен народу. В 2013-2014 гг. после долгих лет обрушения этого великолепного памятника, Научно Исследовательским Проектным Институтом «Азерберпа» была осуществлена его реставрация. Сегодня памятник открыт для посетителей.

Пожалуй, самый знаменитый памятник региона-это Дворец Шекинских ханов-уникальный памятник на территории северо-западного региона подвергался ремонтно-реставрационным работам несколько раз, о чем сообщают письменные источники. Так, во время реставрации 1848-1851гг. «...за немногим исключением, работы коснулись лишь отделки здания, преимущественно в нижнем этаже». О каких-либо существенных переделках не сообщается. Верхнего этажа ремонтные работы не коснулись. По старым рисункам была исправлена резьба по гяже южного фасада, заново была построена крыша, обрешечена и покрыта дубовым гонтом; отремонтированы украшения; ограждение с грубыми тумбами, ведущее по верху подпорных стен, и лестница недавнего характерный вплоть до 80-х годов прошлого столетия «ремесленный» колорит города. Необходимо творчески использовать весь комплекс архитектурно-планировочных приемов сложившейся структуры городов, гармонически увязывая старое и новое, но без слепого воспроизведения старых архитектурных форм и подражания им в новых постройках.

На современном этапе необходимо бережно относиться к архитектурному наследию, осуществлять своевременно реставрацию и консервацию памятников для максимального продления их жизни. Осознание нами, потомками тех, кто эти памятники построил, важности их сохранения, важно с точки зрения повышения самосознания народа, которому по праву есть чем гордиться, и для того, чтобы правильно определить место



азербайджанской архитектуры в общей системе архитектурного наследия. Осуществляя мероприятия по сохранению памятника архитектуры, необходимо помнить о том, что любой архитектурный памятник после реставрации должен быть правильно использован, то есть, приспособлен к новым функциям.

#### Список использованной литературы

1. Архитектура Загатальского и Белоканского районов. Введение // Кн.: Памятники архитектуры Азербайджана. Баку: Азернешр, 1950, вып. II, с.100-102.
2. Ахундов Д.А. Культово-общественные сооружения античной Габалы // Ученые Записки МВ и ССО Азерб.ССР. Баку, 1978, №1, с.1-12.
3. Бабаев И.А. Города Кавказской Албании (в III в до н.э.-III в н.э.). Баку: Элм, 199 Барановский П.Д. Памятники в селениях Кум и Лекит / Кн: Архитектура Азербайджана. Эпоха Низами. М.—Баку,1947, с.23-32. 0, 236 с.
4. Бретаницкий Л.С. Дворец шекинских ханов // Кн.: Архитектура Азербайджана (очерки). Баку: Издательство АН АзССР, 1952,с.337-467.
5. Бретаницкий Л.С., Датиев С.И., Мамиконов Л.Г., и др. Дом Шекихановых и его росписи // Кн.:Памятники арх.Азербайджана. М.-Баку:Государственное арх. изд-во, 1946, с. 83-92.
6. Гаджиева С.Х. Архитектура Шеки-Загатальской зоны Азербайджана. Историческая левобережная Кавказская Албания -северо-западный регион АР. Баку: Элм, 2011, 254 с.
7. Датиев С., Мотис Д. Жилье XVIII-XIX вв. Загатальского района // Кн.: Памятники архитектуры Азербайджана. Баку: Азернешр, 1950,с. 103-110.
8. Исми-заде О.Ш. Габала – столица древней Кавказской Албании / Кн.: Вопросы истории Кавказской Албании, под ред. И.Алиева. Баку: Издательство АН АзССР, 1962, с.54-74.
9. Карахмедова А.А. Христианские памятники Кавказской Албании. Баку: Элм, 1986
10. Керимов В.И. Храм Зейзит Кавказской Албании. Баку: Элм, 2008, 120 с.
11. Мамед-заде К.М. Строительное искусство Азербайджана (с древнейших времен до XIX в.). Баку: Элм, 1983. 333 стр.
12. Мамедова Г.Г. Зодчество Кавказской Албании. Баку: Чашыоглу, 2004, 222 с.
13. Мамедова Г.Г., Гаджиева С.Х., Абдуллаев Т.А. Киш- выдающийся памятник архитектуры Кавказской Албании – Азербайджана. Баку: XXI –YNE, 2002, 104 с.
14. Мамедова Г.Г., Абдуллаев Т.А., Гаджиева С.Х. Нидж- Албанский удинский храм, Баки: Чашыоглу, 2007, 62 с.
15. Мамедова Г.Г., Абдуллаев Т.А., Гаджиева С.Х., Агамалиева Е. Архитектурные памятники Шеки. Баку: Чашыоглу, 2003, 46 с.
16. Мəммədova Г.Н., Насиєва С.Х. Azərbaycan memarlıq tarixi Qədim və erkən orta əsrlər memarlığı. Bakı-“Şərq-Qərb” Nəşriyyat evi, 1 cild, 2013, 276 s.
17. Мəммədova Г.Н., Насиєва С.Х. Azərbaycanin Şimal-Qərb regionunun memarlıq abidələri (Qəbələ, Oğuz, Şəki, Qax, Zaqatala, Balakən ş.) Bakı-“Şərq-Qərb” Nəşriyyat evi,2013, 272 s.
18. Миклашевская Н.М. Мотивы Низами в росписях дома Шекихановых. Искусство Азербайджана. Баку: Элм, 1979, т.2, с.129-142.
19. Миклашевская Н.М. Стенные росписи Азербайджана // Кн.: Архитектура Азербайджана. Очерки. Баку.: Издательство АН АзССР, 1952, с. 467-557.
20. Свод памятников Истории и Культуры Азербайджанской Республики, утвержденный Указом № 132 от 02.08. 2001 года Кабинета Министров АР.
21. Усейнов М., Бретаницкий Л.С., Саламзаде А.В. История архитектуры Азербайджана. М: Из-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1963, 396 с.
22. Фатуллаев Ш.С. Народное зодчество Шеки-Загатальской зоны Азербайджана (на примере культовых сооружений). Бухарест: Издательство Румынской АН, 1977, т. 14, с.81.
23. Фатуллаев Ш.С. Градостроительство и архитектура Азербайджана XIX- начала XX вв. Л.: Стройиздат, 1986, 456 с.

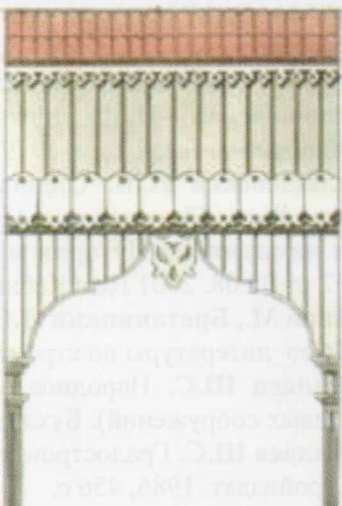
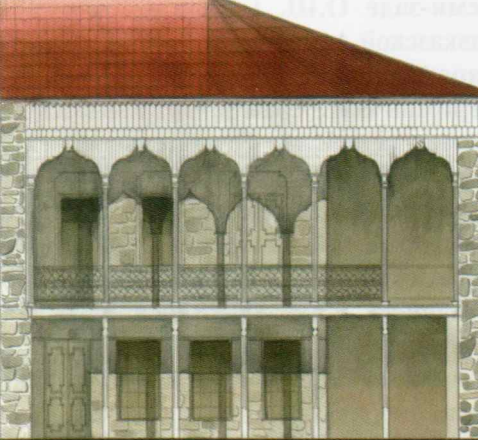














UOT 539.3

YATIQ OLMAYAN DƏYİŞƏN QALINLIQLI SILINDRIK  
QABIQLARINDINAMIKA MƏSƏLƏLƏRİNİN HƏLLƏRİ

*t.e.d. prof. Seyfullayev X.Q. Azərbaycan İnşaat və Memarlıq ETİ-də şöbə müdiri  
doktorant İsmayilov R.Ş. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti*

РЕШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ ПОДЪЕМИСТЫХ  
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ

*д.т.н., проф. Сейфуллаев Х.К., Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры  
докторант Исмаилов Р.Ш. Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет*

SOLUTIONS OF DYNAMIC PROBLEMS OF NON-SMOOTH VARIABLE  
THICKNESS CYLINDRICAL SHELLS

*d. of tech.sciences, prof. Seyfullayev Kh.Q. Azerbaijan Scientific-Research Institute  
of Construction and Architecture,  
doctoral student İsmayilov R.Ş. Azerbaijan University of Construction and Architecture*

**Xülasə:** Məqalədə dəyişən qalınlıqlı silindrik qabıqların hərəkətinin diferensial tənlikləri əldə olunmuşdur. Daha sonra bu dəyişən əmsallı diferensial tənliklər kiçik parametrlər üsulu ilə ardıcıl sabit əmsallı diferensial tənliklər sisteminə gətirilmişdir. Məsələ üç yaxınlaşmada həll olunaraq sərbəst rəqslərin tezlik və formalarının təyin olunması üçün alqoritm qurulmuşdur.

**Açar sözlər:** dəyişən qalınlıq, silindrik qabıqlar, sərbəst rəqslər, kiçik parametrlər.

**Аннотация:** В работе получены дифференциальные уравнения движения цилиндрических оболочек переменной толщины. На основании метода малых параметров дифференциальные уравнения с переменными коэффициентами сведены к последовательным дифференциальным уравнениям с постоянными коэффициентами. Задача решена в трех приближениях по малому параметру и определены частот свободных колебаний.

**Ключевые слова:** переменная толщина, цилиндрическая оболочка, свободные колебания, малый параметр.

**Summary:** In this article it is obtained the differential equations of variable thickness cylindrical shells' stirs. Afterward these variable coefficient differential equations has been brought to the differential equations systems with the serial correlation constant coefficient by the method of small parameters. The algorithm has been set to determine the frequency and forms of free oscillations solving the problem by three approaches.

**Key words:** Variable thickness, cylindrical shells, free oscillations, small parameters.

Silindrik qabıqların dikliyi böyük olduqda, onlar eninə və tangensial istiqamətlərində rəqsli hərəkətlər edirlər. Bu halda xarici yüklərin üfüqi toplananlarını hesablamalara daxil etmək məqsədilə sərbəst rəqslərin tangensial sərbəst rəqsəri öyrənilir. Məlumdur ki, silindrik qabıqların dikliyi az olduqda, yatıq qabıqlar kimi hesablanaraq, xarici yükün yalnız şaquli toplananı nəzərə alınır və eninə sərbəst rəqslərin tezlik və formalarını təyin etmək kifayət edir. Yatıq qabıqların sərbəst rəqslərinin tezlik və formaları [1] kitabında ətraflı öyrənilmişdir.

Silindrik qabıqların qalınlığı dəyişən olduqda, onların sərbəst rəqslərinin forma və tezliklərinin təyini xeyli çətinləşir və onların qalınlığının sərbəst rəqslərin forma və tezliklərə təsirinin öyrənilməsi dinamika məsələlərində aktual problemlərdən sayılır.

Dəyişən qalınlıqlı silindrik qabıqların dinamika məsələlərini həll etdikdə qabıqlara təsir edən yüklərin toplananlarına hərəkət zamanı yaranan inersiya qüvvələrini də əlavə etmək lazımdır:

$$X - M(\beta) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}; \quad Y - M(\beta) \frac{\partial^2 v}{\partial t^2}; \quad Z - M(\beta) \frac{\partial^2 w}{\partial t^2}$$

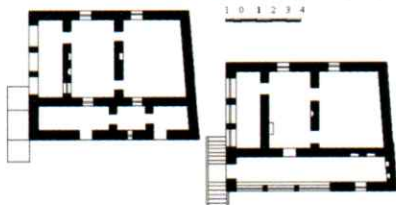
Burada  $X, Y$  və  $Z$  - silindrik qabıqlara təsir edən xarici yüklərin toplananlarıdır (şəkil 1).

Əksər hallarda silindrik örtüklərə təsir edən xarici yükün  $X$  toplananı nəzərə alınır və  $X=0$ . Örtük konstruksiyalarında tətbiq olunan silindrik qabıqların qalınlığı səthin əyrixətli tərəfi istiqamətində dəyişən qəbul olunur:

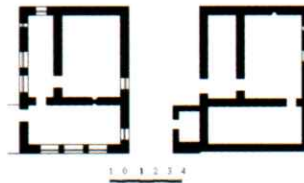
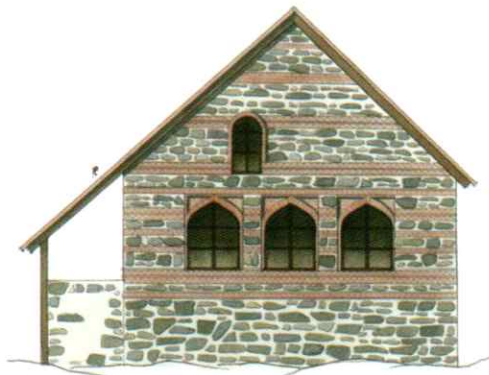
$$h(\beta) = h_0[1 + \varepsilon f(\beta)] \quad (1)$$



Утерянные памятники<sup>1</sup>



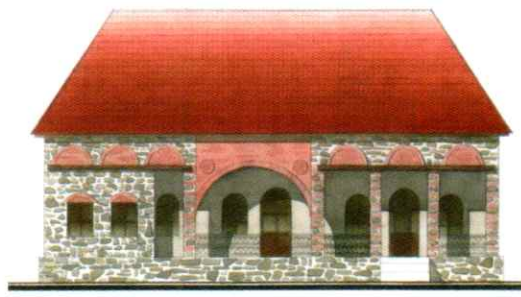
Жилой дом у башни Чингиз-гала



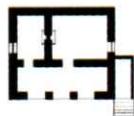
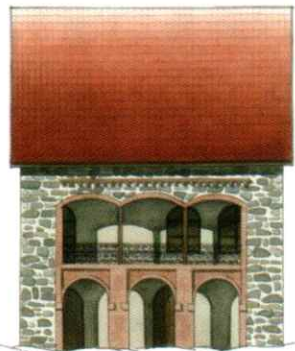
Жилой дом Дзантиева Беяла



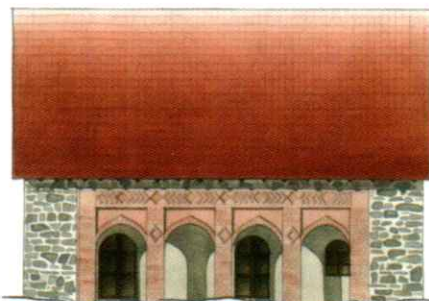
Жилой дом Рафиева Ханзадия



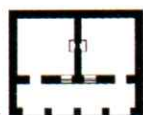
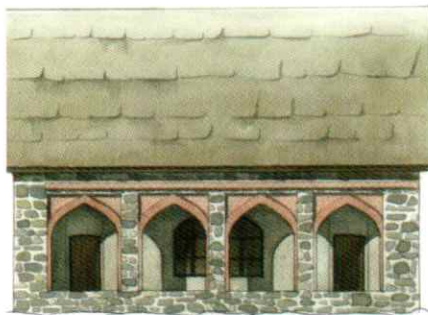
Жилой дом Агаева Исы



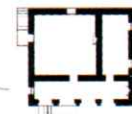
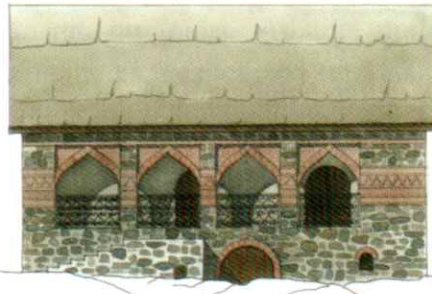
Жилой дом Агаева  
Исмаила



Жилой дом Раджабова Халила



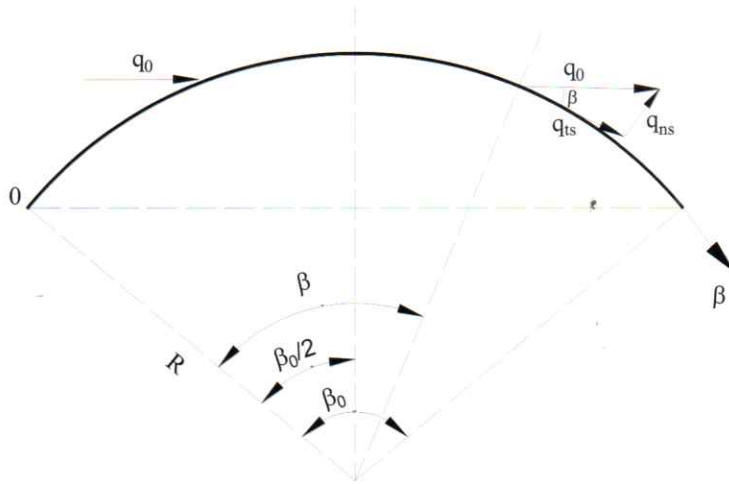
Жилой дом Абакар оглы



Жилой дом Гудулова Мусы

<sup>1</sup> Показаны эскизные реконструкции автора по обмерам Датиева С. и Мотиса Д. [7]





$$q_{ns} = q \sin(\beta - 0,5\beta_0)$$

$$q_{ts} = q \cos(\beta - 0,5\beta_0)$$

Şəkil 1. Koordinat sistemi və xarici yükün təyini

Burada  $h_0$  - dəyişən qalınlığın orta qiymətidir,  $\varepsilon$  - kiçik parametrlər,  $f(\beta)$  - həyəcanlandırıcı funksiyadır və aşağıdakı kimi qəbul olunur:

$$f(\beta) = 1 - \frac{6\beta}{\beta_0} + \frac{6\beta^2}{\beta_0^2}$$

Silindrik qabıqların dəyişən sərtlikləri qalınlığın (1) dəyişmə qanununa əsasən təyin olunurlar:

$$D(\beta) = D_0[1 + \varepsilon f(\beta)]^3$$

$$B(\beta) = B_0[1 + \varepsilon f(\beta)] \quad (2)$$

$$M(\beta) = M_0[1 + \varepsilon f(\beta)]$$

$$\text{Burada } D_0 = \frac{Eh_0^3}{12(1-\nu^2)}; \quad B_0 = \frac{Eh_0}{1-\nu^2}; \quad M_0 = \frac{\gamma h_0}{g}$$

Dəyişən qalınlıqlı silindrik qabıqların momentli nəzəriyyəsinin diferensial hərəkət tənlikləri əyri xətlə koordinat sistemində yerdəyişmələrlə ifadələri aşağıdakı şəkildə əldə olunmuşdur [1,5]:

$$\begin{aligned} & [1 + \varepsilon F(\beta)](L_{11}u + L_{12}v + L_{13}w) + \varepsilon \frac{1-\nu}{2} \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \left( \frac{\partial u}{\partial \beta} + \frac{\partial v}{\partial \alpha} \right) + \\ & + \frac{R^2}{B_0} M_0 [1 + \varepsilon F(\beta)] \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = \frac{XR^2}{B_0} \\ & [1 + \varepsilon F(\beta)]L_{21}u + L_{22}v + L_{23}w + \varepsilon \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \left( \frac{\partial v}{\partial \beta} + w + \nu \frac{\partial u}{\partial \alpha} \right) - 3\varepsilon a^2 \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \times \\ & \times \left( \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} - \frac{\partial v}{\partial \beta} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} \right) + \frac{R^2}{B_0} M_0 [1 + \varepsilon F(\beta)] \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} = \frac{YR^2}{B_0} \quad (3) \\ & [1 + \varepsilon F(\beta)]L_{31}u + L_{32}v + L_{33}w + 6\varepsilon a^2 \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \left( \frac{\partial^3 w}{\partial \beta^3} - \frac{\partial^2 v}{\partial \beta^2} + \nu \frac{\partial^3 w}{\partial \alpha^2 \partial \beta} \right) + \\ & + 3\varepsilon a^2 \frac{\partial^2 F(\beta)}{\partial \beta^2} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} - \frac{\partial v}{\partial \beta} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} \right) + \frac{R^2}{B_0} M_0 [1 + \varepsilon F(\beta)] \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = \frac{ZR^2}{B_0} \end{aligned}$$

Xarici yükün toplananları  $X = 0$ ,  $Y = 0$  və  $Z = 0$  olduqda, dəyişən qalınlıqlı dik silindrik qabıqların hərəkətinin sərbəst rəqslərinin diferensial tənlikləri əldə olunur.



Burada  $a = \frac{h_0^2}{12R^2}$  kiçik olan kəmiyyətdir və (3) tənlikləri əldə olunduqda bəzi hədlərdə nəzərdən atılmışdır.

Diferensiallama operatorları aşağıdakı kimi işarə olunmuşdur:

$$L_{11} = \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + \frac{1-\nu}{2} \frac{\partial^2}{\partial \beta^2}; \quad L_{12} = \frac{1+\nu}{2} \frac{\partial^2}{\partial \alpha \partial \beta}; \quad L_{13} = \nu \frac{\partial}{\partial \alpha};$$

$$L_{21} = L_{12}; \quad L_{22} = [1 + \varepsilon F(\beta)] \left( \frac{1-\nu}{2} \frac{\partial^2}{\partial \alpha} + \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \right) + a^2 [1 + 3\varepsilon F(\beta) + \dots] \left[ 2(1-\nu) \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} \right]$$

$$L_{23} = [1 + \varepsilon F(\beta)] \frac{\partial}{\partial \beta} - a^2 [1 + 3\varepsilon F(\beta) + \dots] \left[ (2-\nu) \frac{\partial^3}{\partial \alpha^2 \partial \beta} + \frac{\partial^3}{\partial \beta^3} \right];$$

$$L_{31} = L_{13}; \quad L_{32} = L_{23}; \quad L_{33} = [1 + \varepsilon F(\beta)] (\dots) + a^2 [1 + 3\varepsilon F(\beta) + \dots] \left[ \frac{\partial^4}{\partial \alpha^4} + 2 \frac{\partial^4}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + \frac{\partial^4}{\partial \beta^4} \right]$$

Bu tənliklərə daxil olan  $a^2$  kəmiyyətini L. Donnell tərəfindən  $L_{22}$  və  $L_{23}$  operatorlarında sıfıra bərabər qəbul edilmişdir.

Xüsusi halda  $\varepsilon = 0$  olarsa, onda (3) diferensial tənliklərindən sabit qalınlıqlı silindrik qabıqların hərəkətinin diferensial tənlikləri əldə olunur [2].

Fərz edək ki, dəyişən qalınlıqlı silindrik qabıqlar zamana görə harmonik qanunla rəqsi hərəkət edir:

$$u = \sin \theta t u(\alpha, \beta); \quad v = \sin \theta t v(\alpha, \beta); \quad w = \sin \theta t w(\alpha, \beta); \quad (4)$$

Məsələnin (4) həllərini (3) diferensial tənliklərində xarici yükün təsir etmədiy halda,  $X = Y = Z = 0$ , yerinə yazdıqdan sonra, sərbəst rəqslərin hərəkətinin bircins diferensial tənlikləri alınır:

$$[1 + \varepsilon F(\beta)](L_{11}u + L_{12}v + L_{13}w) + \varepsilon \frac{1-\nu}{2} \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \left( \frac{\partial u}{\partial \beta} + \frac{\partial v}{\partial \alpha} \right) - \frac{R^2 M_0 \theta^2}{B_0} [1 + \varepsilon F(\beta)]u = 0$$

$$[1 + \varepsilon F(\beta)]L_{21}u + L_{22}v + L_{23}w + \varepsilon \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \left( \frac{\partial v}{\partial \beta} + w + \nu \frac{\partial u}{\partial \alpha} \right) - 3\varepsilon a^2 \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \times \\ \times \left( \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} - \frac{\partial v}{\partial \beta} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} \right) - \frac{R^2 M_0 \theta^2}{B_0} [1 + \varepsilon F(\beta)]v = 0 \quad (5)$$

$$[1 + \varepsilon F(\beta)]L_{31}u + L_{32}v + L_{33}w + 6\varepsilon a^2 \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \left( \frac{\partial^3 w}{\partial \beta^3} - \frac{\partial^2 v}{\partial \beta^2} + \nu \frac{\partial^3 w}{\partial \alpha^2 \partial \beta} \right) + \\ + 3\varepsilon a^2 \frac{\partial^2 F(\beta)}{\partial \beta^2} \left( \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} - \frac{\partial v}{\partial \beta} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} \right) - \frac{R^2 M_0 \theta^2}{B_0} [1 + \varepsilon F(\beta)]w = 0$$

Burada işarə olunur:

$$\Omega^2 = \frac{R^2 M_0 \theta^2}{B_0}; \quad a^2 = \frac{h_0^2}{12R^2}; \quad \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} = \frac{6}{\beta_0} \left( \frac{2\beta}{\beta_0} - 1 \right); \quad \frac{\partial^2 F(\beta)}{\partial \beta^2} = \frac{12}{\beta_0^2}$$

Əgər (5) diferensial tənliklər sistemində  $\varepsilon = 0$  qəbul olunarsa, sabit qalınlıqlı dik silindrik qabıqların sərbəst rəqslərinin tezlik və formalarının təyini üçün məlum olan bircins diferensial tənliklər sistemi alınır:

$$L_{11}u + L_{12}v + L_{13}w - \Omega^2 u = 0 \\ L_{21}u + L_{22}v + L_{23}w - \Omega^2 v = 0 \\ L_{31}u + L_{32}v + L_{33}w - \Omega^2 w = 0 \quad (6)$$

Dəyişən qalınlıqlı silindrik qabıqların tezlik tənliklərini (5) sabit qalınlıqlı silindrik qabıqların (6) tənliklərilə müqayisə etsək, onda aydın olur ki, (5) diferensial tənlikləri dəyişən əmsallı olub kiçik



parametr  $\varepsilon$  iştirak edir. Bu da məsələnin həllərini xeyli çətinləşdirir. Dəyişən əmsallı (5) sistem diferensial tənliklərini kiçik parametrlər üsulu ilə həll etmək daha məqsədəuyğundur.

Dəyişən əmsallı (5) diferensial tənliklərin həlləri kiçik parametrlər dərəcəsinə görə düzülmüş sıralar şəklində axtarılır:

$$u = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k u_k(\alpha, \beta); \quad v = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k v_k(\alpha, \beta); \quad w = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k w_k(\alpha, \beta);$$

$$\Omega^2 = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k \Omega_k^2$$
(7)

Kiçik parametrlər dərəcəsinə görə düzülmüş (7) həlləri (5) diferensial tənliklər sistemində yerinə yazıb kiçik parametrlər  $\varepsilon$  - dərəcəsinə görə hədləri qruplaşdırıb və onları sıfıra bərabər etməklə, dəyişən əmsallı diferensial tənliklər sistemi (5) aşağıdakı sabit əmsallı ardıcıl diferensial tənliklər sistemində gətirilir:

$$L_{11}u_k + L_{12}v_k + L_{13}w_k - \Omega_0^2 u_k = \mathcal{F}_{1k}(\alpha, \beta)$$

$$L_{21}u_k + L_{22}v_k + L_{23}w_k - \Omega_0^2 v_k = \mathcal{F}_{2k}(\alpha, \beta)$$

$$L_{31}u_k + L_{32}v_k + L_{33}w_k - \Omega_0^2 w_k = \mathcal{F}_{3k}(\alpha, \beta)$$
(8)

Burada  $\mathcal{F}_{1k}(\alpha, \beta)$ ,  $\mathcal{F}_{2k}(\alpha, \beta)$  və  $\mathcal{F}_{3k}(\alpha, \beta)$  sabit əmsallı ardıcıl diferensial tənliklər (8) sisteminin sağ tərəfləridir və hər yaxınlaşmada məlum funksiyalardır:

ilk yaxınlaşmada ( $k=0$ ) sağ tərəflər aşağıdakı qiymətlərə bərabərdir:

$$\mathcal{F}_{10}(\alpha, \beta) = 0; \quad \mathcal{F}_{20}(\alpha, \beta) = 0; \quad \mathcal{F}_{30}(\alpha, \beta) = 0$$

qalan yaxınlaşmalarda ( $k > 0$ ):

$$\mathcal{F}_{1k}(\alpha, \beta) = -F(\beta)(L_{11}u_{k-1} + L_{12}v_{k-1} + L_{13}w_{k-1}) - \frac{1-v}{2} \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \left( \frac{\partial^2 u_{k-1}}{\partial \beta^2} + \frac{\partial v_{k-1}}{\partial \alpha} \right) +$$

$$+ \sum_{j=0}^{k-1} \Omega_k^2 u_{k-j-1} + F(\beta) \sum_{j=0}^{k-1} \Omega_{k-1}^2 u_{k-j-1};$$

$$\mathcal{F}_{2k}(\alpha, \beta) = -F(\beta)L_{21}u_{k-1} - F(\beta) \left( \frac{1-v}{2} \frac{\partial^2 v_{k-1}}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 v_{k-1}}{\partial \beta^2} \right) - 3a^2 F(\beta) \times$$

$$\times \left[ 2(1-v) \frac{\partial^2 v_{k-1}}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 v_{k-1}}{\partial \beta^2} \right] - F(\beta) \frac{\partial w_{k-1}}{\partial \beta} + 3a^2 F(\beta) \left[ (2-v) \frac{\partial^3 w_{k-1}}{\partial \alpha^2 \partial \beta} + \frac{\partial^3 w_{k-1}}{\partial \beta^3} \right] -$$

$$- \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \left( \frac{\partial v_{k-1}}{\partial \beta} + w_{k-1} + v \frac{\partial u_{k-1}}{\partial \alpha} \right) + 3a^2 \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \left( \frac{\partial^2 w_{k-1}}{\partial \beta^2} - \frac{\partial v_{k-1}}{\partial \beta} + \frac{\partial^2 w_{k-1}}{\partial \alpha^2} \right) +$$

$$+ \sum_{j=0}^{k-1} \Omega_k^2 v_{k-j-1} + F(\beta) \sum_{j=0}^{k-1} \Omega_{k-1}^2 v_{k-j-1};$$

$$\mathcal{F}_{3k}(\alpha, \beta) = -F(\beta)L_{31}w_{k-1} - F(\beta) \frac{\partial v_{k-1}}{\partial \beta} + 3a^2 F(\beta) \left[ 2(1-v) \frac{\partial^2 v_{k-1}}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2 v_{k-1}}{\partial \beta^2} \right] -$$

$$- F(\beta)w_{k-1} - 3a^2 F(\beta) \left[ \frac{\partial^4 w_{k-1}}{\partial \alpha^4} + 2 \frac{\partial^4 w_{k-1}}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + \frac{\partial^4 w_{k-1}}{\partial \beta^4} \right] - 6a^2 \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \times$$

$$\times \left( \frac{\partial^3 w_{k-1}}{\partial \beta^3} - \frac{\partial^2 v_{k-1}}{\partial \beta^2} + v \frac{\partial^3 w_{k-1}}{\partial \alpha^2 \partial \beta} \right) - 3a^2 \frac{\partial^2 F(\beta)}{\partial \beta^2} \left( \frac{\partial^2 w_{k-1}}{\partial \beta^2} - \frac{\partial v_{k-1}}{\partial \beta} + v \frac{\partial^2 w_{k-1}}{\partial \alpha^2} \right) +$$

$$+ \sum_{j=0}^{k-1} \Omega_k^2 w_{k-j-1} + F(\beta) \sum_{j=0}^{k-1} \Omega_{k-1}^2 w_{k-j-1}.$$

İlkin yaxınlaşmada ardıcıl diferensial tənliklər sistemi (8) sabit qalınlıqlı silindrik qabıqların sərbəst rəqslərin hərəkət tənliklərindən (6)-dan fərqlənmirlər və ədəbiyyatlarda məlum olan üsullarla həll olunub, sərbəst rəqslərin tezlik və formaları təyin oluna bilər.

Praktik hesablamalarda, yuxarıda qeyd olunduğu kimi ikinci tənliyin sağ tərəfinin  $\mathcal{F}_{2k}(\alpha, \beta)$  ifadəsində  $a^2 = 0$  qəbul etməklə, üç yaxınlaşmada ardıcıl (8) diferensial tənliklərini həll etməklə sərbəst rəqslərin tezliklərini təyin etmək kifayətdir:

$$\Omega^2 = \Omega_0^2 + \varepsilon \Omega_1^2 + \varepsilon^2 \Omega_2^2 \quad (9)$$

Silindrik qabıqların kontur üzrə oynaqlı dayaqqlar üzərində oturduğu qəbul olunur. Bu şərtləri ödəyən aproksimasiya həlləri aşağıdakı kimi qəbul olunur:

$$\begin{aligned} u_0 &= A_{mn}^0 \cos \lambda_m \alpha \sin \mu_n \beta & v_0 &= B_{mn}^0 \sin \lambda_m \alpha \cos \mu_n \beta \\ w_0 &= C_{mn}^0 \sin \lambda_m \alpha \sin \mu_n \beta \end{aligned} \quad (10)$$

Yuxarıdakı (10) ifadələri silindrik qabıqların rəqslərinin formaları adlanır. Bu (10) ifadələrini (8) ardıcıl diferensial tənliklər sisteminin ilkin yaxınlaşmadakı ( $k=0$ ) tənliklərində yerinə yazdıqdan sonra harmonik balans prinsipindən istifadə edərək, aşağıdakı bircins tənliklər sistemi əldə olunur:

$$\begin{aligned} [L_{11}(m, n) - \Omega_0^2] A_{mn}^0 + L_{12}(m, n) B_{mn}^0 + L_{13}(m, n) C_{mn}^0 &= 0 \\ L_{21}(m, n) A_{mn}^0 + [L_{22}(m, n) - \Omega_0^2] B_{mn}^0 + L_{23}(m, n) C_{mn}^0 &= 0 \\ L_{31}(m, n) A_{mn}^0 + L_{32}(m, n) B_{mn}^0 + [L_{33}(m, n) - \Omega_0^2] C_{mn}^0 &= 0 \end{aligned} \quad (11)$$

Bircins (11) cəbri tənliklər sisteminin sıfırdan fərqli həllərinin olması şərtindən sərbəst rəqslərin tezlik tənliyi aşağıdakı kimi alınır:

$$\begin{aligned} [L_{11}(m, n) - \Omega_0^2][L_{22}(m, n) - \Omega_0^2][L_{33}(m, n) - \Omega_0^2] + L_{12}(m, n)L_{23}(m, n)L_{31}(m, n) + \\ + L_{31}(m, n)L_{21}(m, n)L_{32}(m, n) - [L_{22}(m, n) - \Omega_0^2]L_{13}(m, n)L_{31}(m, n) - L_{12}(m, n) \times \\ \times L_{21}(m, n)[L_{33}(m, n) - \Omega_0^2] - [L_{11}(m, n) - \Omega_0^2]L_{23}(m, n)L_{32}(m, n) &= 0 \end{aligned} \quad (12)$$

Burada  $\Omega_0^2$  - a görə aşağıdakı tezlik tənliyi alınır:

$$(\Omega_0^2)^3 - a_4(\Omega_0^2)^2 + a_2(\Omega_0^2) - a_0 = 0 \quad (13)$$

Burada işarə olunmuşdur:

$$\begin{aligned} a_4 &= L_{33}(m, n) + L_{22}(m, n) + L_{11}(m, n) \\ a_2 &= L_{11}(m, n)L_{33}(m, n) + L_{22}(m, n)L_{33}(m, n) + L_{11}(m, n)L_{22}(m, n) - L_{13}(m, n) \times \\ &\quad \times L_{31}(m, n) - L_{12}(m, n)L_{21}(m, n) - L_{23}(m, n)L_{32}(m, n) \\ a_0 &= L_{11}(m, n)L_{22}(m, n)L_{33}(m, n) + L_{13}(m, n)L_{21}(m, n)L_{32}(m, n) + L_{12}(m, n) \times \\ &\quad \times L_{23}(m, n)L_{31}(m, n) - L_{22}(m, n)L_{13}(m, n)L_{31}(m, n) - L_{12}(m, n)L_{21}(m, n) \times \\ &\quad \times L_{33}(m, n) - L_{11}(m, n)L_{23}(m, n)L_{32}(m, n) \end{aligned}$$



Yuxarıda diferensiallama operatorların ifadələrində sərbəst rəqslərin (10) formalarını nəzərə almaqla (12) tənliyində işarələmələr əldə olunmuşdur.

Əldə olunmuş sərbəst rəqslərin tezlik tənliyi (13)  $\Omega_0^2$  - a nəzərən kub tənlikdir və onu həll etməklə boyuna  $\alpha$  istiqamətdə, tangensial  $\beta$  istiqamətində və eninə  $z$  istiqamətdə sərbəst rəqslərin tezliyinin kvadratları təyin edilmiş olunur. Lakin boyuna istiqamətdə silindrik qabıqların sərtliyi çox olduğundan (13) tənliyini  $\Omega_0^2$  - a nəzərən kvadrat tənliyə gətirmək olar. Eyni qaydada  $\beta$  istiqamətində sadələşdirmə aparmaqla, (13) tezlik tənliyi xətti tənliyə gətirilir.

Tezlik tənliyi (13) həll olunmaqla tezliklər spektrinin üç sinfi təyin olunur ( $\Omega_{01}^2$ ,  $\Omega_{02}^2$  və  $\Omega_{03}^2$ ) və qəbul olunur ki,  $\Omega_{01}^2 > \Omega_{02}^2 > \Omega_{03}^2$ . Birinci iki sinif  $\Omega_{01}^2$  və  $\Omega_{02}^2$  tezlik spektrlərinin yüksək sinifləri,  $\Omega_{03}^2$  isə aşağı sinfi adlanır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, orta uzunluqlu silindrik qabıqların sərbəst rəqslərinin spektrinin aşağı sinifləri  $\Omega_{03}^2$  kifayət qədər dəqiqliklə (13) kub tənliyindən aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\Omega_{03}^2 = \frac{a_0}{a_2} \quad (14)$$

Sərbəst rəqslərin tezliklərinin (14) düsturu ilə təyin olunmasının mahiyyəti ondan ibarətdir ki, silindrik qabıqların sərbəst rəqslərinin formalarının sayı çoxdur və onlar yalnız bir forma üzrə, sərbəst rəqslərin tezliklərinin minimal olduğu forma üzrə rəqsi hərəkət edir [3].

Silindrik qabıqların qalınlığının dəyişməsinin sərbəst rəqslərin tezlik və formalarına olan düzəlişləri təyin etmək məqsədilə (8) sabit əmsallı ardıcıl diferensial tənliklər sistemini ardıcıl olaraq həll etmək lazımdır. İxtiyari  $k$  yaxınlaşmasında (8) diferensial tənliklərin sağ tərəfləri sıfırdan fərqli olduğundan, onların həlləri sərbəst rəqslərin formaları (10)-na görə ayrılmış sıralar şəklində aşağıdakı kimi qəbul olunur:

$$\begin{aligned} u_k(\alpha, \beta) &= \sum_p \sum_q A_{pq}^{(k)} \cos \lambda_p \alpha \sin \mu_q \beta; & v_k(\alpha, \beta) &= \sum_p \sum_q B_{pq}^{(k)} \sin \lambda_p \alpha \cos \mu_q \beta; \\ w_k(\alpha, \beta) &= \sum_p \sum_q C_{pq}^{(k)} \sin \lambda_p \alpha \sin \mu_q \beta; \end{aligned} \quad (15)$$

Ardıcıl diferensial tənliklər sistemi (8) -in sağ tərəflərini də (15) həllərinə uyğun Furiye sıralarına aşağıdakı kimi ayrılır:

$$\begin{aligned} F_{1k}(\alpha, \beta) &= \sum_p \sum_q F_{1k}(p, q) \cos \lambda_p \alpha \sin \mu_q \beta; \\ F_{2k}(\alpha, \beta) &= \sum_p \sum_q F_{2k}(p, q) \sin \lambda_p \alpha \cos \mu_q \beta; \\ F_{3k}(\alpha, \beta) &= \sum_p \sum_q F_{3k}(p, q) \sin \lambda_p \alpha \sin \mu_q \beta; \end{aligned} \quad (16)$$

Burada  $F_{1k}(p, q)$ ,  $F_{2k}(p, q)$  və  $F_{3k}(p, q)$  Furiye əmsallarıdır və (8) sistem diferensial tənliklərinin sağ tərəflərinin sıralara ayrılmış (16) ifadələrinin əmsallarıdır.

Beləliklə, (15) və (16) ifadələrini (8) ardıcıl sabit əmsallı diferensial tənliklər sisteminə yazdıqdan sonra harmonik balans prinsipinə əsasən hər yaxınlaşmada aşağıdakı cəbri tənliklər sistemi əldə olunur:

$$\begin{aligned}
& [L_{11}(p, q) - \Omega_0^2(p, q)]A_{pq}^k + L_{12}(p, q)B_{pq}^k + L_{13}(p, q)C_{pq}^k = F_{1k}(p, q) \\
& L_{21}(p, q)A_{pq}^k + [L_{22}(p, q) - \Omega_0^2(p, q)]B_{pq}^k + L_{23}(p, q)C_{pq}^k = F_{2k}(p, q) \\
& L_{31}(p, q)A_{pq}^k + L_{32}(p, q)B_{pq}^k + [L_{33}(p, q) - \Omega_0^2(p, q)]C_{pq}^k = F_{3k}(p, q)
\end{aligned} \tag{17}$$

Əldə olunmuş (17) cəbri tənliklər sistemi həll olunaraq (15) həllərinin əmsalları təyin olunur:

$$\begin{aligned}
A_{pq}^k &= \frac{1}{\text{Det}(p, q, \Omega_0^2)} \begin{vmatrix} F_{1k}(p, q) & L_{12}(p, q) & L_{13}(p, q) \\ F_{2k}(p, q) & L_{22}(p, q) - \Omega_0^2 & L_{23}(p, q) \\ F_{3k}(p, q) & L_{32}(p, q) & L_{33}(p, q) - \Omega_0^2 \end{vmatrix} \\
B_{pq}^k &= \frac{1}{\text{Det}(p, q, \Omega_0^2)} \begin{vmatrix} L_{11}(p, q) - \Omega_0^2 & F_{1k}(p, q) & L_{13}(p, q) \\ L_{21}(p, q) & F_{2k}(p, q) & L_{23}(p, q) \\ L_{31}(p, q) & F_{3k}(p, q) & L_{33}(p, q) - \Omega_0^2 \end{vmatrix} \\
C_{pq}^k &= \frac{1}{\text{Det}(p, q, \Omega_0^2)} \begin{vmatrix} L_{11}(p, q) - \Omega_0^2 & L_{12}(p, q) & F_{1k}(p, q) \\ L_{21}(p, q) & L_{22}(p, q) - \Omega_0^2 & F_{2k}(p, q) \\ L_{31}(p, q) & L_{32}(p, q) & F_{3k}(p, q) \end{vmatrix}
\end{aligned} \tag{18}$$

Məsələnin (15) həllərinin əmsallarının (18) ifadələrində  $m = p$  və  $n = q$  qəbul etdikdə  $\text{Det}(p, q, \Omega_0^2) = \text{Det}(m, n, \Omega_0^2) = 0$  olduğundan (18) əmsallarının sıfırdan fərqli qiymətlərinin olması şərtindən, yəni  $A_{mn}^k \neq 0$ ,  $B_{mn}^k \neq 0$  və  $C_{mn}^k \neq 0$  olduqda, aşağıdakı ifadələr əldə olunur:

$$\begin{aligned}
& \begin{vmatrix} F_{1k}(m, n) & L_{12}(m, n) & L_{13}(m, n) \\ F_{2k}(m, n) & L_{22}(m, n) - \Omega_0^2 & L_{23}(m, n) \\ F_{3k}(m, n) & L_{32}(m, n) & L_{33}(m, n) - \Omega_0^2 \end{vmatrix} = 0 \\
& \begin{vmatrix} L_{11}(m, n) - \Omega_0^2 & F_{1k}(m, n) & L_{13}(m, n) \\ L_{21}(m, n) & F_{2k}(m, n) & L_{23}(m, n) \\ L_{31}(m, n) & F_{3k}(m, n) & L_{33}(m, n) - \Omega_0^2 \end{vmatrix} = 0 \\
& \begin{vmatrix} L_{11}(m, n) - \Omega_0^2 & L_{12}(m, n) & F_{1k}(m, n) \\ L_{21}(m, n) & L_{22}(m, n) - \Omega_0^2 & F_{2k}(m, n) \\ L_{31}(m, n) & L_{32}(m, n) & F_{3k}(m, n) \end{vmatrix} = 0
\end{aligned} \tag{19}$$

Burada  $F_{1k}(m, n)$ ,  $F_{2k}(m, n)$  və  $F_{3k}(m, n)$  ifadələri (8) sistem diferensial tənliklərinin sağ tərəflərinin Furiye sıralarına (16) şəklində ayrılmış ifadələrində  $p = m$  və  $q = n$  qəbul etməklə alınan əmsalların qiymətləridir. Bu qiymətlərə “ $k$ ” yaxınlaşmada sərbəst rəqslərin tezliklərinə olan düzəlişlər  $\Omega_{1k}^2(m, n)$ ,  $\Omega_{2k}^2(m, n)$  və  $\Omega_{3k}^2(m, n)$  daxil olduğundan (19) determinantlarından bu düzəlişlər təyin olunurlar.

Silindrik qabıqlara təsir edən xarici yüklərin toplananlarının istiqamətlərindən asılı olmayaraq, bu dinamik yüklərə hesablamalarda rəqslərin formalarından asılı olmayaraq sərbəst rəqslərin spektrinin aşağı sinfi üzrə minimal tezlikli forma nəzərə alınır. Ona görə də, sərbəst rəqslərin tezlik və formalarına qabıqların qalınlığının dəyişməsi nəticəsində olan düzəlişlər təyin olunduqda yuxarıdakı izahatla (18) determinantlarında yalnız (8) diferensial tənliklərində  $F_{3k}(m, n)$  -i nəzərə almaq kifayətdir, yəni:



$$\begin{vmatrix} L_{11}(m, n) & L_{12}(m, n) & 0 \\ L_{21}(m, n) & L_{22}(m, n) & 0 \\ L_{31}(m, n) & L_{32}(m, n) & F_{3k}(m, n) \end{vmatrix} = 0 \quad (20)$$

Determinantı açaraq onun sıfıra bərabər olması şərtindən (8) ardıcıl diferensial tənliklər sisteminin “k” yaxınlaşmasında sərbəst rəqslərin tezlik və formaları aşağıdakı şərtlərdən təyin olunur:

$$F_{3k}(m, n) = \frac{4}{\alpha_0 \beta_0} \iint F_{3k}(\alpha, \beta) \sin \lambda_m \alpha \sin \mu_n \beta d\alpha d\beta = 0 \quad (21)$$

Bu şərtədən istifadə edərək, iki yaxınlaşmada ( $k = 1, k = 2$ ) sərbəst rəqslərin tezliklərinə olan düzəlişlər (9) aşağıdakı kimi (21) şərtindən təyin edilir:

birinci yaxınlaşmada ( $k = 1$ )

$$\Omega_1^2(m, n) = \frac{1}{C_{mn}^0} \iint \left\{ \begin{aligned} & F(\beta) L_{31} w_0 + F(\beta) \frac{\partial v_0}{\partial \beta} - 3a^2 F(\beta) \left[ \frac{\partial^2 v_0}{\partial \beta^2} + 2(1-\nu) \frac{\partial^2 v_0}{\partial \alpha^2} \right] + \\ & + 3a^2 F(\beta) \left( \frac{\partial^4 w_0}{\partial \alpha^4} + 2 \frac{\partial^4 w_0}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + \frac{\partial^4 w_0}{\partial \beta^4} \right) + 6a^2 \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \left( \frac{\partial^3 w_0}{\partial \beta^3} - \right. \\ & \left. - \frac{\partial^2 v_0}{\partial \beta^2} + \nu \frac{\partial^3 w_0}{\partial \alpha^2 \partial \beta} \right) + 3a^2 \frac{\partial^2 F(\beta)}{\partial \beta^2} \left( \frac{\partial^2 w_0}{\partial \beta^2} - \frac{\partial v_0}{\partial \beta} + \nu \frac{\partial^2 w_0}{\partial \alpha^2} \right) \end{aligned} \right\} \sin \lambda_m \alpha \sin \mu_n \beta d\alpha d\beta \quad (22)$$

ikinci yaxınlaşmada ( $k = 2$ )

$$\Omega_2^2(m, n) = \frac{1}{C_{mn}^0} \iint \left\{ \begin{aligned} & F(\beta) L_{31} w_1 + F(\beta) \frac{\partial v_1}{\partial \beta} - 3a^2 F(\beta) \left[ \frac{\partial^2 v_1}{\partial \beta^2} + 2(1-\nu) \frac{\partial^2 v_1}{\partial \alpha^2} \right] + \\ & + 3a^2 F(\beta) \left( \frac{\partial^4 w_1}{\partial \alpha^4} + 2 \frac{\partial^4 w_1}{\partial \alpha^2 \partial \beta^2} + \frac{\partial^4 w_1}{\partial \beta^4} \right) + 6a^2 \frac{\partial F(\beta)}{\partial \beta} \left( \frac{\partial^3 w_1}{\partial \beta^3} - \right. \\ & \left. - \frac{\partial^2 v_1}{\partial \beta^2} + \nu \frac{\partial^3 w_1}{\partial \alpha^2 \partial \beta} \right) + 3a^2 \frac{\partial^2 F(\beta)}{\partial \beta^2} \left( \frac{\partial^2 w_1}{\partial \beta^2} - \frac{\partial v_1}{\partial \beta} + \nu \frac{\partial^2 w_1}{\partial \alpha^2} \right) + \\ & + F(\beta) \Omega_1^2 w_0 \end{aligned} \right\} \sin \lambda_m \alpha \sin \mu_n \beta d\alpha d\beta \quad (23)$$

Ardıcıl diferensial tənliklər sisteminin həllərindən tangensial yerdəyişmələr  $u$  və  $v$  normal istiqamətində yerdəyişmələr  $w$  ilə aşağıdakı kimi əlaqələndirilir:

$$A_{mn}^0 = \frac{C_{mn}^0}{D_0(m, n)} [L_{12}(m, n) L_{23}(m, n) - L_{13}(m, n) L_{22}(m, n)] \quad (24)$$

$$B_{mn}^0 = \frac{C_{mn}^0}{D_0(m, n)} [L_{11}(m, n) L_{23}(m, n) - L_{21}(m, n) L_{13}(m, n)]$$

Burada:  $D_0(m, n) = L_{11}(m, n) L_{22}(m, n) - L_{12}(m, n) L_{21}(m, n)$ .

Birinci yaxınlaşmada:

$$A_{pq}^{(1)} = \frac{C_{pq}^{(1)}}{D_0(p, q)} [L_{12}(p, q) L_{23}(p, q) - L_{13}(p, q) L_{22}(p, q)] \quad (25)$$

$$B_{pq}^{(1)} = \frac{C_{pq}^{(1)}}{D_0(p, q)} [L_{11}(p, q) L_{23}(p, q) - L_{21}(p, q) L_{13}(p, q)]$$

Burada  $C_{pq}^{(1)}$  əmsalları ilkin yaxınlaşmalardan olan həllər vasitəsilə aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$(\Omega_{0pq}^2 - \Omega_{0mn}^2) \cdot C_{pq}^{(1)} = \frac{1}{D_0(p, q)} [L_{11}(p, q)L_{22}(p, q) - L_{12}(p, q)L_{21}(p, q)]$$

Beləliklə üç yaxınlaşmada (8) ardıcıl diferensial tənliklər sistemini həll etməklə (22) və (23) düsturları ilə (14) düsturuna olan düzəlişlər təyin olunmaqla qalınlığı dəyişən silindrik qabıqların sərbəst rəqslərinin tezlik və formaları üçün alqoritm tərtib olunur.

#### Nəticələr:

1. Dəyişən qalınlıqlı silindrik qabıqların sərbəst rəqslərinin diferensial tənlikləri kiçik parametrlər üsulu ilə tədricən yaxınlaşmaqla sabit əmsallı diferensial tənliklərin həllərinə gətirilmişdir;
2. Sərbəst rəqslərinin tezlik və formalarının təyini üçün üç yaxınlaşmada alqoritm tərtib olunaraq məsələ həll olunmuşdur. Qalınlığın dəyişmə qanununu seçməklə sərbəst rəqslər tədqiq olunmuşdur.

#### İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Seyfullayev X.Q. , Cəbrayilova G.X - Nazikdivarlı dəmir-beton fəza konstruksiyaları, Dərslik, Bakı, "Elm", 2009, 779 səh.
2. Филин А.П. , Элементы теории оболочек, Л, Стройиздат, 1987, 384 стр.
3. Огибалов П.М. , Колтунов М.А. Оболочки и пластинки. М, Из-во МГУ, 1963, 695 стр.
4. Лурье А.И. - Статика тонкостенных оболочек, М, Гостехтеориздат, 1947, 252 стр.
5. İsmayılov R.Ş., Yatıq olmayan dəyişən qalınlıqlı silindrik qabıqların zəlzələyə davamlıq tənliklərinin həll olunma üsulları, Ekologiya və su təsərrüfatı jurnalı, №1, Bakı 2014, s. 54-58.



УДК: 69.04

**ПОСТРОЕНИЕ ФУНКЦИИ ВЛИЯНИЯ ГРИНА ДЛЯ ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ, ШАРНИРНО ОПЕРТОЙ ПО ТРЕМ И СВОБОДНОЙ ПО ЧЕТВЕРТОЙ СТОРОНЕ***Чкюидзе Р. В., ассоциативный профессор, Грузинский Технический Университет, ms.profe@mail.ru**Степнадзе И. В., проектно-изыскательный институт "Транспроект", inga\_stepnadze@rambler.ru***CONSTRUCTION OF GREEN'S FUNCTION FOR A RECTANGULAR PLATE, WHICH IS HINGED –SUPPORTED AT THREE SIDES AND IS FREE AT THE FOURTH SIDE.***Chkoidze R. V., associative professor, Georgian Technical University, ms.profe@mail.ru**Stepnadze I. V., projecte engineer, Design and Survey Institute "TRANSPROJECT", inga\_stepnadze@rambler.ru***ÜÇ TƏRƏFI ÜZRƏ OYNAQLI VƏ DÖRDÜNCÜ TƏRƏFI SƏRBƏST OTURDULMUŞ DÜZBUCAQLI LÖVHƏ ÜÇÜN QRİN TƏSİR FUNKSİYASININ QURULMASI.***Çxeidze R.B., assosiativ professor, Gürcüstan Texniki Universiteti**Stepnadze İ.B., layihə-araşdırma institutu "Nəqliyyatlayihə" ("Транспроект")*

**Аннотация:** В работе рассматривается прямоугольная пластина, как основная система для расчета плит сложного очертания в плане методом расширения заданной системы. Для основной системы строится функция влияния Грина с использованием энергетического метода Ритца. При составлении выражения полной энергии, потенциальная энергия деформации (потенциал внутренних сил) вычисляется как по изображению принятому в классической теории упругости, так и модифицированному изображению. Пример показал, что между полученными результатами имеются значительные различия.

**Ключевые слова:** Основная система, расширение системы, функция Грина, метод, деформация, расчет.

**Summary:** The proceedings deal with rectangular plate as the main system for designing of plates of complex contour in plan using the method of expansion of the desired system. For the main system Green influence function is constructed applying Ritz energy method. Whilst constructing the expression of total energy, potential deformation energy (potential of inner strength) is designed both according to image adopted in the classical theory of elasticity and modified image. The example detected substantial differences between the results received.

**Key words:** main system, expansion system, Green's function, method, deformation, counting.

**Xülasə:** Məqalədə planda mürəkkəb konfigurasiyalı lövhələrin əsas sistemin genişləndirməsi üsulu ilə hesablanması üçün əsas sistem kimi düzbucaqlı lövhə baxılmışdır. Əsas sistem üçün Ritsin energetik üsulu istifadə olunmaqla Qrın təsir funksiyası qurulur. Tam enerjinin ifadəsinin qurulmasında deformasiyanın potensial enerjisi (daxili yüklərin potensialı) klassik elastikliyyət nəzəriyyəsində qəbul olunmuş şəkil kimi və eləcə də modifikasiya olunmuş kimi hesablanır. Məsəl gətərməmişdir, alınmış nəticələr arasında əhəmiyyətli fərqlər mövcuddur.

**Açar sözlər:** Əsas sistem, sistemin genişləndirilməsi, Qrın funksiyası, üsul, deformasiya, hesablama.

**1. ВВЕДЕНИЕ:**

Как известно расчет плит и оболочек сложного очертания в плане под произвольной поперечной нагрузкой при любых граничных условиях представляет собой достаточно сложную задачу и часто решение её невозможно. Представленная работа является одной из множества работ, целью которых является полноценность расчетных схем указанных плит, выбор метода решения, совершенствование и уточнение расчета, основываясь на научные труды.

**2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ**

Решение задачи с учетом вышеуказанных условий приведено в двух вариантах.

Рассмотрим прямоугольную в плане однородную и изотропную пластину, шарнирно опертую по трем и свободную по четвертой стороне, нагруженную в точке с координатами  $x_0, y_0$  сосредоточенной силой  $P$  (рис.1).

Для решения задачи применяем метод Ритца [1].

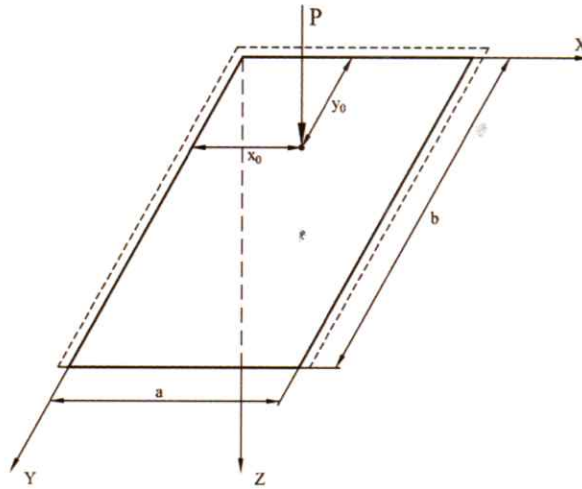


рис 1.

Выражение функции прогибов выбираем в виде ряда

$$\omega_m = \sum_{n=1}^m a_n y \sin \frac{n\pi x}{a} \quad (1)$$

Убедимся, что ряд (1) удовлетворяет граничным условиям:

На шарнирных краях прогибы и изгибающие моменты равны нулю (рис. 1)

$$\begin{aligned} \omega_m(0, y) = \omega_m(a, y) = \omega_m(x, 0) &= \sum_{n=1}^m a_n y \sin \frac{n\pi 0}{a} = \\ &= \sum_{n=1}^m a_n y \sin \frac{n\pi a}{a} = \sum_{n=1}^m a_n 0 \sin \frac{n\pi x}{a} = 0; \end{aligned} \quad (2)$$

$$M_x = \frac{\partial \omega_m}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial \omega_m}{\partial y^2} = - \sum_{n=1}^m a_n \left(\frac{n\pi}{a}\right)^2 y \sin \frac{n\pi x}{a} + \nu \cdot 0; \quad (3)$$

$$M_y = \frac{\partial \omega_m}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial \omega_m}{\partial x^2} = 0 - \nu \sum_{n=1}^m a_n \left(\frac{n\pi}{a}\right)^2 y \sin \frac{n\pi x}{a};$$

$$(3) \Rightarrow M_x(0, y) = M_x(a, y) = M_y(x, 0) = 0. \quad (4)$$

На свободном краю изгибающий момент и приведенная поперечная сила равна нулю (рис. 1)

$$M_y = \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial x^2}; \quad Q_y^{np} = -D \left( \frac{\partial^3 \omega_m}{\partial y^3} + (2 - \nu) \frac{\partial^3 \omega_m}{\partial x^2 \partial y} \right). \quad (5)$$

На основании формул (3), (4), (5)

$$M_y(x, b) = Q_y^{np}(x, b) = 0. \quad (6)$$

Таким образом, ряд (1) удовлетворяет граничным условиям пластины. Для определения коэффициентов ряда  $a_n$  подсчитаем потенциальную энергию (полную энергию) системы

$$\mathcal{E} = U + \Pi. \quad (7)$$



## Вариант А

Потенциальную энергию деформации пластины (потенциал внутренних сил) определяем по формуле

$$U = \frac{D}{2} \int_0^a \int_0^b \left( \left( \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial y^2} \right)^2 - 2(1-\nu) \left( \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial x^2} \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial y^2} - \left( \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial x \partial y} \right)^2 \right) \right) dx dy; \quad (8)$$

(1), (8) ⇒

$$U = \frac{D}{2} \sum_{n=1}^m \int_0^a \int_0^b \left( \left( -a_n y \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 \sin \frac{n\pi x}{a} \right)^2 - 2(1-\nu) \left( - \left( a_n \frac{n\pi}{a} \cos \frac{n\pi x}{a} \right)^2 \right) \right) dx dy =$$

$$= \frac{D}{2} \sum_{n=1}^m \int_0^a \int_0^b \left( a_n^2 \left( \frac{n\pi}{a} \right)^4 \sin^2 \frac{n\pi x}{a} + 2(1-\nu) a_n^2 \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 \cos^2 \frac{n\pi x}{a} \right) dx dy. \quad (9)$$

Интегрируя (9) получаем

$$U = \frac{D}{4} \sum_{n=1}^m a_n^2 \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 ab \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + 2(1-\nu) \right), \quad (10)$$

где

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$$

-цилиндрическая жесткость пластины;  $E$ -модуль упругости;  $h$ -толщина пластины;  $\nu$ - коэффициент Пуассона.

Энергию внешних сил (потенциал внешних сил) определяем по формуле

$$\Pi = -P \cdot \omega(x_0, y_0), \quad (11)$$

где  $P$  – сосредоточенная сила, приложенная в точке  $x_0, y_0$  пластины;  $\omega(x_0, y_0)$  – прогиб под силой.

$$(1), (11) \Rightarrow \Pi = -P \sum_{n=1}^m a_n y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a}. \quad (12)$$

С учетом формул (10) и (12) в (7) получаем

$$\Theta = \sum_{n=1}^m \left( \frac{D}{4} a_n^2 \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 ab \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + 2(1-\nu) \right) - P a_n y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a} \right). \quad (13)$$

Постоянные коэффициенты  $a_n$  ряда (1) выбираем из минимума потенциальной энергии. Вычисляя производные функции (13) по  $a_n$  и приравнявая их к нулю, получаем систему линейных алгебраических уравнений относительно  $a_n$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial a_n} = \frac{Dab}{4} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + (1-\nu) \right) a_n - P y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a} = 0 \quad (14)$$

откуда находим  $a_n$

$$a_n = \frac{2P y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a}}{Dab \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + (1-\nu) \right)}. \quad (15)$$

Подставляя (15) в уравнение прогибов (1) получаем

## Вариант А

Потенциальную энергию деформации пластины (потенциал внутренних сил) определяем по формуле

$$U = \frac{D}{2} \int_0^a \int_0^b \left( \left( \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial y^2} \right)^2 - 2(1-\nu) \left( \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial x^2} \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial y^2} - \left( \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial x \partial y} \right)^2 \right) \right) dx dy; \quad (8)$$

(1), (8) ⇒

$$U = \frac{D}{2} \sum_{n=1}^m \int_0^a \int_0^b \left( \left( -a_n y \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 \sin \frac{n\pi x}{a} \right)^2 - 2(1-\nu) \left( - \left( a_n \frac{n\pi}{a} \cos \frac{n\pi x}{a} \right)^2 \right) \right) dx dy =$$

$$= \frac{D}{2} \sum_{n=1}^m \int_0^a \int_0^b \left( a_n^2 \left( \frac{n\pi}{a} \right)^4 \sin^2 \frac{n\pi x}{a} + 2(1-\nu) a_n^2 \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 \cos^2 \frac{n\pi x}{a} \right) dx dy. \quad (9)$$

Интегрируя (9) получаем

$$U = \frac{D}{4} \sum_{n=1}^m a_n^2 \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 ab \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + 2(1-\nu) \right), \quad (10)$$

где

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$$

-цилиндрическая жесткость пластины;  $E$ -модуль упругости;  $h$ -толщина пластины;  $\nu$ - коэффициент Пуассона.

Энергию внешних сил (потенциал внешних сил) определяем по формуле

$$\Pi = -P \cdot \omega(x_0, y_0), \quad (11)$$

где  $P$  – сосредоточенная сила, приложенная в точке  $x_0, y_0$  пластины;  $\omega(x_0, y_0)$  – прогиб под силой.

$$(1), (11) \Rightarrow \Pi = -P \sum_{n=1}^m a_n y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a}. \quad (12)$$

С учетом формул (10) и (12) в (7) получаем

$$\Theta = \sum_{n=1}^m \left( \frac{D}{4} a_n^2 \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 ab \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + 2(1-\nu) \right) - P a_n y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a} \right). \quad (13)$$

Постоянные коэффициенты  $a_n$  ряда (1) выбираем из минимума потенциальной энергии. Вычисляя производные функции (13) по  $a_n$  и приравнявая их к нулю, получаем систему линейных алгебраических уравнений относительно  $a_n$

$$\frac{\partial \Theta}{\partial a_n} = \frac{Dab}{4} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + (1-\nu) \right) a_n - P y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a} = 0 \quad (14)$$

откуда находим  $a_n$

$$a_n = \frac{2P y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a}}{Dab \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + (1-\nu) \right)}. \quad (15)$$

Подставляя (15) в уравнение прогибов (1) получаем



$$\omega_m(x, y) = \sum_{n=1}^m \frac{2Py_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a}}{Dab \left(\frac{n\pi}{a}\right)^2 \left(\frac{b^2}{3} \left(\frac{n\pi}{a}\right)^2 + (1-\nu)\right)} y \sin \frac{n\pi x}{a}. \quad (16)$$

В зависимости от числа членов ряда (16) прогиб может быть получен с любой степенью точности.

### Вариант В

Рассмотрим такую же задачу. Решим ее таким же методом, такой же последовательностью, но с той разницей, что потенциальную энергию мы будем вычислять не по формуле (8), а по модифицированному изображению [3].

В работе [2] рассматривается обобщенный закон Гука и полученное на его основе выражение упругого потенциала. Показано, что равенство коэффициентов, входящих в закон Гука, симметричных относительно главной диагонали тензоров напряжений и деформаций, достигается искусственным допущением несоответствий между напряжениями и деформациями. В результате этого и выражение упругого потенциала получается некорректным. Для случая общей анизотропии рассматриваемого упругого тела в работе определяется реальный физический смысл членов выражения обобщенного закона Гука и упругого потенциала и получается соответствующее корректное выражение.

$$U = \frac{D^*}{2} \int_0^a \int_0^b \left( \left( \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial x^2} \right)^2 + \left( \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial y^2} \right)^2 + \frac{4G}{E} \left( \frac{\partial^2 \omega_m}{\partial x \partial y} \right)^2 \right) dx dy, \quad (17)$$

где  $D^* = \frac{Eh^3}{12}$ ;  $G$  – модуль сдвига

Внося (1) в (17) получаем

$$U = \frac{D^*}{2} \sum_{n=1}^m \int_0^a \int_0^b \left( -a_n \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 y \sin \frac{n\pi x}{a} \right)^2 + \frac{4G}{E} \left( \frac{n\pi}{a} \cos \frac{n\pi x}{a} a_n \right)^2 dx dy. \quad (18)$$

После интегрирования и упрощения получаем

$$U = \frac{D^*}{4} \sum_{n=1}^m a_n^2 \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 ab \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + \frac{4G}{E} \right). \quad (19)$$

С учетом (12), (19) равенство (7) примет вид:

$$\mathfrak{E} = \sum_{n=1}^m \left( \frac{D^*}{4} a_n^2 \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 ab \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + \frac{4G}{E} \right) - Pa_n y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a} \right). \quad (20)$$

Условие минимума потенциальной энергии

$$\frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial a_n} = \frac{D^* ab}{2} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + \frac{4G}{E} \right) a_n - P y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a} = 0 \quad (21)$$

откуда находим  $a_n$

$$a_n = \frac{2Py \sin \frac{n\pi x_0}{a}}{D^* ab \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 \left( \frac{b^2}{3} \left( \frac{n\pi}{a} \right)^2 + \frac{4G}{E} \right)}. \quad (21)$$

Подставляя (21) в уравнение прогибов (1) получаем

$$\omega_m(x, y) = \sum_{n=1}^m \frac{2Py_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a}}{D^*ab \left(\frac{n\pi}{a}\right)^2 \left(\frac{b^2}{3} \left(\frac{n\pi}{a}\right)^2 + \frac{4G}{E}\right)} y \sin \frac{n\pi x}{a}. \quad (22)$$

При единичной нагрузке, когда  $P = 1$  прогиб плиты в общем виде определяется функцией

$$\omega_m(x, y) = K(x, y; x_0 y_0). \quad (23)$$

Если при  $P = 1$  в (16) и (22) координаты  $(x, y)$  точки, в которой разыскиваем прогиб, считать постоянными и изменять только положение единичной силы  $(x_0, y_0)$ , то функции (16) и (22), рассматриваемые теперь как функции переменных  $(x_0, y_0)$ , будет выражать зависимость прогибов  $\omega(x, y)$  от координат  $(x_0, y_0)$  точки приложения силы  $P=1$ , тогда

$$\omega_m(x, y) = K(x, y; x_0 y_0) = \sum_{n=1}^m \frac{2y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a}}{Dab \left(\frac{n\pi}{a}\right)^2 \left(\frac{b^2}{3} \left(\frac{n\pi}{a}\right)^2 + (1-\nu)\right)} y \sin \frac{n\pi x}{a}, \quad (24)$$

$$\omega_m(x, y) = K(x, y; x_0 y_0) = \sum_{n=1}^m \frac{2y_0 \sin \frac{n\pi x_0}{a}}{D^*ab \left(\frac{n\pi}{a}\right)^2 \left(\frac{b^2}{3} \left(\frac{n\pi}{a}\right)^2 + \frac{4G}{E}\right)} y \sin \frac{n\pi x}{a}. \quad (25)$$

Они называются функциями Грина, а их графическое представление поверхностями влияния прогибов плиты в точке с координатами  $(x, y)$ .

С использованием формул (24) и (25) с целью сравнения результатов рассмотрены следующие числовые примеры

$$a = b, x = x_0 = \frac{a}{2}, y = y_0 = \frac{b}{2}, \nu = 0.3, G = 8 \cdot 10^4 \text{ МПа}. \quad (26)$$

Ограничимся одними членами рядов

$$(24), (26) \Rightarrow \omega = 1,53 \frac{a^2}{Eh^3 \pi^2}; \quad (27)$$

$$(25), (26) \Rightarrow \omega = 1,25 \frac{a^2}{Eh^3 \pi^2}. \quad (28)$$

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С использованием энергетического метода Ритца построены две отличные друг от друга функции Грина для прямоугольной плиты, шарнирно опертой по трем и свободной по четвертой стороне. В одном случае потенциальная энергия деформации пластины подсчитана с использованием существующей формулы классической теории упругости, во втором случае с использованием модифицированной формулы. В задачах, подобных рассмотренной задаче применение вышеупомянутой формулы происходит впервые. Рассмотренный числовой пример показал, что между полученными результатами значительные различия.

### Литература

1. Александров А.В., Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. "Высшая школа", М.: 1990.
2. Беришвили Н.Ш., Гиоргобиани Р.Ш., Чкоидзе Р.В. Некоторые соображения, касающиеся обобщенного закона Гука и упругого потенциала. Научно-тех. жур. "Строительство", N2 (5), 2007.
3. Лужин О.В. Статический и динамический расчет балок, рам, плит и оболочек приемом "расширения" заданной системы. Сб. "Исследования по теории сооружений", Вып. XIII, изд. Литературы по строительству, 1964.



UOT 519.210 (075.8)

**BETONUN BƏRKİMƏ PROSESİNİN TƏNZİMLƏNMƏSİ YOLLARININ TƏDQIQI***tex.üzlərə f. d., dos. C.Ə. Camalov, Azərbaycan İnşaat və Memarlıq ETİ, böyük elmi işçi***ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ РЕГУЛИРОВАНИЯ  
ПРОЦЕССА О ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА***д.ф. по тех., доц. Д.А. Джамалов, с.н.с., Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры***TO INVESTIGATE THE WAYS TO ADJUST THE  
HARDENING PROCESS OF CONCRETE***of phil. in tech., doc. J.A. Jamalov, senior researcher at the Research Institute of the Azerbaijan  
Architecture and Construction*

**Xülasə:** İnşaat konstruksiyalarının hazırlanmasında betonun geniş istifadə edilməsi onun tərkibinin, möhkəmlik parametrlərinin daha dəqiq öyrənilərək analiz edilməsini aktual bir məsələ kimi irəli sürür. Bu nöqtəyi-nəzərdən betonun bərkimə prosesinin öyrənilməsi, bu prosesə müxtəlif yollarla müdaxilə edilməsi, ona sərf edilən enerjinin düzgün istifadə olunması mühüm praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

**Açar sözləri:** plyonkaəmələgətirici, statistik analiz, paylanma qanunu, fiziki-kimyəvi proseslər, kinetika.

**Резюме:** Использование бетона при изготовлении строительных конструкций требует детального изучения состава и параметров роста прочности. С этой точки зрения, изучение условий и параметров твердения бетона, рациональное использование энергии в этом процессе имеет важное практическое значение.

**Ключевые слова:** пленкообразующих, статистический анализ, закон распределения, физические и химические процессы, кинетика.

**Summary:** The wide use of concrete in the manufacture of building structures sets forward as an actual issue to analyze and study its composition, strength parameters more precisely. From this point of view, the study of hardening process of concrete, to interfere the process with different ways, proper usage of energy used for it is of practical importance.

**Key words:** film-forming, statistical analysis, distribution law, the physical and chemical processes, kinetics.

**Mövcud şəraitə uyğun olaraq beton tərkibinin seçilməsi:** Betonun bərkimə prosesinə su-sement nisbəti, havanın temperaturu, betonlama texnologiyası, onun səthinə plyonkaəmələgətirən tərkiblərin püskürdülməsi əhəmiyyətli təsir göstərir, betonun keyfiyyətini yüksəldir, konstruksiya və qurğuların layihə tələblərinə cavab verməsini şərtləndirir, uzunömürlü olmasının ehtimallığını artırır.

Betonun bərkiməsinə sərf olunan enerjini təbii günəş enerjisi ilə əvəz etməklə iqtisadi səmərəliliyi artırmaq olar. Bu məqsədlə betonun səthində plyonkaəmələgətirici maddələrin – ağır piroliz qətranının, natriumlu maye şüşə və polietilen plyonkaların, plastikləşdirici əlavə kimi C-3 superplastifikatorun istifadə edilməsi tədqiq edilmişdir.

Betonun bərkimə prosesinin öyrənilməsi məqsədlə müxtəlif tərkibli və betona qulluq şəraitində betonlar üçün sınaq işləri yerinə yetirilmişdir:

a) əlavəsiz, tərkibində: 415 kq sement, 655 kq qum, 1120 kq qırmadaş və 210 kq su olan M300 markalı, plyonka çəkilməmiş beton üçün;

b) əlavəsiz, tərkibində: 415 kq sement, 655 kq qum, 1120 kq qırmadaş və 210 kq su olan, səthinə plyonka çəkilmiş M300 markalı beton üçün;

v) əlavəli plyonkalı, tərkibində: 415 kq sement, 685 kq qum, 1150 kq qırmadaş 150 kq su və superplastifikatorun maddə kimi superplastifikatordan (C-3 0,5%) əlavəli M300 markalı beton üçün alınmış eksperimental nəticələr aşağıdakı kimi verilib.

**Betonun bərkiməsi zamanı gedən fiziki-mexaniki və kimyəvi proseslər:**

a) səthinə plyonkaəmələgətirici APQ (ağır piroliz qətranı) maddəsi çəkilmiş M300 markalı betonun sıxılmada möhkəmlik həddi günlərdən asılı olaraq dəyişir: möhkəmlik 1 günə 40%, 2 günə 60%, 3 günə 80%. 7 günə 100%, 14 günə 110%, 28 günə 117%, 6 aya 123%, 1 ilə 130%, 2 ilə 133% və 3 ilə 137% həddinə çatır. Betonun bərkimə prosesi isti-nəm helotermiki emal zamanı, əsasən may ayından sentyabr ayına qədər bir müddətdə davam edir.



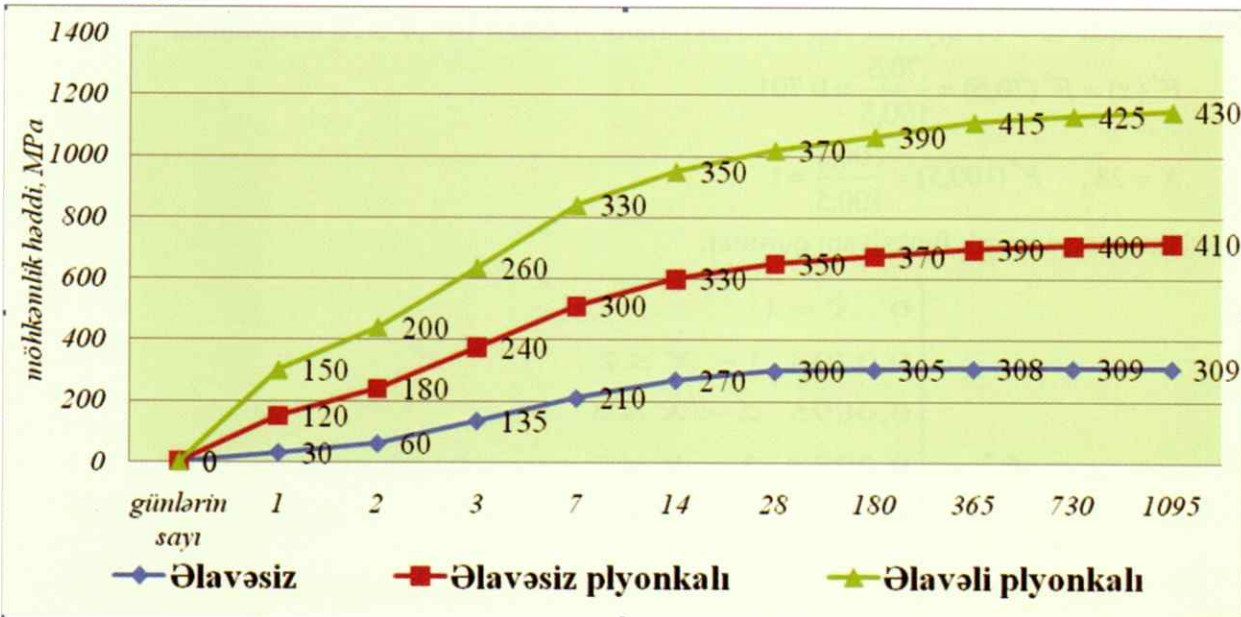
b) səthinə plyonkaəmələgətirici APQ maddəsi çəkilmiş, tərkibinə superplastikləşdirici maddə kimi superplastifikatordan (C-3) əlavə olunmuş M300 markalı betonun may ayından sentyabr ayına kimi bərkimə prosesində 1 gündə 50%, 2 günə 66,7%, 3 günə 86,7%, 7 günə 110%, 14 günə 116,7%, 28 günə 123,3%, 6 aya 130%, 1 ilə 138,3%, 2 ilə 141,6% və 3 ilə 143,3% möhkəmlik yığır.

Göründüyü kimi səthinə plyonkaəmələgətirici APQ beton 28 günə 117% möhkəmlik, səthinə plyonkaəmələgətirici APQ maddə çəkilmiş superplastifikatordan (C-3) ibarət əlavəli M300 markalı beton 28 günə 123,3% möhkəmlik yığır, belə ki, əlavəli betonun 28 günə aldığı möhkəmlik əlavəsiz betonun həmin müddətdə aldığı möhkəmlikdən çox fərqlənir (6,3%).

İndi isə səthinə plyonka çəkilməmiş və əlavəsiz betonun zamandan asılı olan bərkimə prosesini araşdıraraq.

Əlavəsiz və səthinə plyonka çəkilməmiş M300 markalı betonun bərkimə prosesi belə davam edir: 1 günə 10%, 2 günə 20%, 3 günə 45%, 7 günə 70%, 14 günə 90% və 28 günə 100% möhkəmlik həddi alınır, yəni bərkimə prosesi nisbətən ləng gedir.

Əvvəlcə əlavəsiz və səthinə plyonka çəkilməmiş beton üçün empirik paylanma  $F^*(x)$  funksiyasını tərtib edək. 28 gün ərzində beton nümunə 100% layihə möhkəmliyinə çatır, ona görə də  $F^*(x)$  funksiyasını 1-28 gün müddəti üçün qururuq. Bu funksiya aşağıda göstərilən qayda əsasında [1] qurulur:



Şəkil 1. əlavəsiz, əlavəsiz səthinə plyonka çəkilmiş və əlavəli (SP-C-3) səthinə plyonka çəkilmiş beton nümunələrinin möhkəmlik həddinin qrafiki

**Beton nümunələri üçün  $F^*(x)$  və  $f(x)$  paylanma funksiyasının hesabı və istilikayırmanın kinetikasi:**

Hər bir  $x$ -in qiyməti üçün  $X < x$  hadisəsinin nisbi tezliyini təyin edən  $F^*(x)$  funksiyasına empirik paylanma funksiyası deyilir:

$$F^*(x) = \frac{n_x}{n} \quad (1)$$

burada  $n_x$  -  $x$ -dan kiçik olan variantların sayıdır;  $n$  - seçmənin (eksperiment nəticələrinin) həcmidir.



$F^*(x)$  funksiyası azalmayıdır,  $(0; 1)$  intervalında dəyişir və  $X \leq X_1$  olduqda  $F^*(x) = 0$ ,  $X < X_k$  olduqda  $F^*(x) = 1$ , burada  $X_1$  ən kiçik,  $X_k$  isə ən böyük variantdır.

$X_i$  (günlər) 1 2 3 7 14 28.

$n_i$  (möhkəmlik həddi, MPa) 3 6 13,5 21 27 30.

Seçmənin həcmi  $n = 3 + 6 + 13,5 + 21 + 27 + 30 = 100,5 \text{ MPa}$

Ən kiçik variant  $X_1 = 1$ -dir. Deməli,  $X \leq 1$  olduqda  $F^*(x) = 0$  olacaq.

$X < 2$  olduqda  $X_1 = 1$  qiyməti 3 dəfə təkrar olunacaq.

$$F^*(x) = F^*(3) = \frac{3}{100,5} = 0,0298 \quad (1 < X \leq 2)$$

$X < 3$  olduqda  $X = 2$  qiyməti 9 dəfə təkrar olunacaq. Deməli  $2 < X \leq 3$  olduqda

$$F^*(x) = F^*(9) = \frac{9}{100,5} = 0,0895$$

$X < 7$  olduqda  $X = 3$  qiyməti 22,5 dəfə təkrar edilir. Deməli  $3 < X \leq 7$  olduqda

$$F^*(x) = F^*(22,5) = \frac{22,5}{100,5} = 0,2238$$

$X < 14$  olduqda  $X = 7$  qiyməti 43,5 dəfə təkrarlanır. Deməli  $7 < X \leq 14$  olduqda

$$F^*(x) = F^*(43,5) = \frac{43,5}{100,5} = 0,4328$$

$X < 28$  olduqda  $X = 14$  qiyməti 70,5 dəfə təkrarlanır. Deməli  $14 < X \leq 28$  intervalında

$$F^*(x) = F^*(70,5) = \frac{70,5}{100,5} = 0,701$$

$$X = 28; \quad F^*(100,5) = \frac{100,5}{100,5} = 1$$

Axtarılan empirik funksiyanı qururuq:

$$F^* = \begin{cases} 0 & X = 1 \\ 0,0298 & 1 < X \leq 2 \\ 0,0895 & 2 < X \leq 3 \\ 0,2238 & 3 < X \leq 7 \\ 0,4328 & 7 < X \leq 14 \\ 0,701 & 14 < X \leq 28 \\ 1 & X = 28 \end{cases}$$

Əlavəsiz, səthinə plyonkaəmələgətirici APQ maddəsi çəkilməmiş beton nümunə üçün  $F^*(x)$  paylanma funksiyasını tərtib edirik.

$X_i$  (günlər) 1 2 3 7 14 28

$n_i$  (möhkəmlik həddi, MPa) 12 18 24 30 33 35

Seçmənin həcmi  $n = 12 + 18 + 24 + 30 + 33 + 35 = 152$   $X \leq 1$  olduqda  $F^*(x) = 0$  olacaq.

$X < 2$  olduqda  $X = 1$  qiyməti 12 dəfə təkrar edilir.

$$F^*(x) = F^*(12) = \frac{12}{152} = 0,078 \quad (1 < X \leq 2)$$

$X < 3$  olduqda  $X = 2$  qiyməti 30 dəfə təkrarlanır.  $2 < X \leq 3$  olduqda

$$F^*(x) = F^*(30) = \frac{30}{152} = 0,197$$

$X < 7$  olduqda  $X = 3$  qiyməti 54 dəfə təkrarlanır.  $3 < X \leq 7$  olduqda

$$F^*(x) = F^*(54) = \frac{54}{152} = 0,355$$

$X < 14$  olduqda  $X = 7$  qiyməti 84 dəfə təkrarlanır.  $7 < X \leq 14$  olduqda

$$F^*(x) = F^*(84) = \frac{84}{152} = 0,553$$

$X < 28$  olduqda  $X = 14$  qiyməti 117 dəfə təkrarlanır.  $14 < X \leq 28$  olduqda

$$F^*(x) = F^*(117) = \frac{117}{152} = 0,769$$

$X = 28$  olduqda  $F^*(x) = F^*(152) = \frac{152}{152} = 1$

Axtarılan empirik funksiyasını qururuq:

$$F^* = \begin{cases} 0 & X = 1 \\ 0,078 & 1 < X \leq 2 \\ 0,197 & 2 < X \leq 3 \\ 0,355 & 3 < X \leq 7 \\ 0,553 & 7 < X \leq 14 \\ 0,769 & 14 < X \leq 28 \\ 1 & X = 28 \end{cases}$$

Əlavəli və səthinə plyonkaəmələgətirici APQ maddəsi çəkilmiş beton nümunə üçün  $F^*(x)$  paylanma funksiyasını tərtib edək.

$X_i$ (günlər)	1	2	3	7	14	28
$n_i$ (möhkəmlilik həddi, MPa)	15	20	26	33	35	37

Seçmənin həcmi  $n = 15 + 20 + 26 + 33 + 35 + 37 = 166$   $X \leq 1$  olduqda  $F^*(x) = 0$  olacaq.

$X < 2$  olduqda  $X = 1$  qiyməti 15 dəfə təkrarlanır.

$$F^*(x) = F^*(15) = \frac{15}{166} = 0,093 \quad (1 < X \leq 2)$$

$X < 3$  olduqda  $X = 2$  qiyməti 35 dəfə təkrarlanır.  $2 < X \leq 3$  olduqda

$$F^*(x) = F^*(35) = \frac{35}{166} = 0,21$$

$X < 7$  olduqda  $X = 3$  qiyməti 61 dəfə təkrarlanır.  $3 < X \leq 7$  olduqda

$$F^*(x) = F^*(61) = \frac{61}{166} = 0,367$$

$X < 14$  olduqda  $X = 7$  qiyməti 94 dəfə təkrarlanır.  $7 < X \leq 14$  olduqda

$$F^*(x) = F^*(94) = \frac{94}{166} = 0,566$$

$X < 28$  olduqda  $X = 14$  qiyməti 129 dəfə təkrarlanır.  $14 < X \leq 28$  olduqda

$$F^*(x) = F^*(129) = \frac{129}{166} = 0,777$$



$X=28$  olduqda  $F^*(x) = F^*(28) = \frac{28}{28} = 1$  olacaq.

Axtarılan empirik funksiyasını qururuq:

$$F^* = \begin{cases} 0 & X = 1 \\ 0,093 & 1 < X \leq 2 \\ 0,21 & 2 < X \leq 3 \\ 0,367 & 3 < X \leq 7 \\ 0,566 & 7 < X \leq 14 \\ 0,777 & 14 < X \leq 28 \\ 1 & X = 28 \end{cases}$$

İndi isə  $F^*(x)$  funksiyasının paylanma qanununu tərtib edək.

Bu məqsədlə sementin betonda bərkiməsi zamanı gedən fiziki-kimyəvi proseslər nəticəsində sementin istilikayıma kinetikasının təyinindən alınan eksperimental nəticələrin analitik təsviri üçün Avrami düsturundan istifadə etmək olar [1, 2, 3].

$$\alpha = 1 - e^{-k\tau^n} \quad (2)$$

burada  $\alpha$  -  $\tau$  zamanında reaksiyaya girən maddənin miqdarı;  $n$  - tədqiq olunan maddənin struktur əmələ gəlməsi tipini xarakterizə edən sabit əmsəldir;  $k$  - prosesin sürətini xarakterizə edən sabitdir.

(2) ifadəsində  $\tau^n = x$   $k = \lambda$  və  $\alpha = F^*(x)$  qəbul etsək  $F^*(x)$  funksiyasının paylanma qanunu üçün belə ifadə yazı bilərik:

$$F^*(x) = 1 - e^{-\lambda x} \quad (3)$$

burada  $x$  - betonun bərkimə günlərinin sayı;  $\lambda$  - müsbət sabit kəmiyyətdir.

(3.64) ifadəsi üstlü qanunun paylanma funksiyasıdır.

$$F^*(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \text{ olduqda} \\ 1 - e^{-\lambda x}, & x \geq 0 \text{ olduqda} \end{cases} \quad (4)$$

Üstlük funksiyasının paylanma sıxlığı:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < 0 \text{ olduqda} \\ \lambda e^{-\lambda x}, & x \geq 0 \text{ olduqda} \end{cases} \quad (5)$$

$f(x)$  və  $F^*(x)$  funksiyalarının dəyişmə intervalının sərhəddini dəyişməklə (4), (5) ifadələrindən eksperimental nəticələrin statistik analizi üçün istifadə etmək olar [4].

Üstlü qanunla verilmiş paylanma üçün riyazi gözləməni təyin edirik:

$$M(x) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx = \lambda \int_0^{\infty} xe^{-\lambda x} dx \quad (6)$$

Hissə-hissə inteqrallama düsturuna əsasən

$$\int_0^{\infty} u dv = uv \Big|_0^{\infty} - \int_0^{\infty} v du,$$

və  $u = x$ ,  $dv = e^{-\lambda x} dx$  olduğunu nəzərə alaraq yazsaq bilərik:

$$M(x) = -x \frac{1}{\lambda} e^{-\lambda x} \Big|_0^{\infty} + \frac{1}{\lambda} \int_0^{\infty} e^{-\lambda x} dx = -\frac{1}{\lambda^2} \int_0^{\infty} e^{-\lambda x} (d\lambda x) = \frac{1}{\lambda^2}$$

Ayrı-ayrı beton nümunələrin sınaq nümunələri üçün statistik məlumatlar əsasında riyazi gözləmələri hesablayaq:

1. Əlavəsiz və səthinə plyonka çəkilmiş beton nümunə üçün

$$M = \sum P_i \cdot X_i = 0,0298 \cdot 1 + 0,0597 \cdot 2 + 0,1343 \cdot 3 + 0,2089 \cdot 7 + 0,2686 \cdot 14 + 0,298 \cdot 28 = 14,13$$

$$\text{Burada } P_1 = \frac{3}{100,5} = 0,0298; \quad P_2 = \frac{6}{100,5} = 0,0597; \quad P_3 = \frac{13,5}{100,5} = 0,1343$$

$$P_4 = \frac{21}{100,5} = 0,2089; \quad P_5 = \frac{27}{100,5} = 0,2686; \quad P_6 = \frac{30}{100,5} = 0,2985$$

Dispersiya

$$D(x) = M(X^2) - [M(x)]^2 = 298,38 - (14,13)^2 = 98,73$$

Burada

$$M(X^2) = 1 \cdot 0,0298 + 4 \cdot 0,0597 + 9 \cdot 0,1343 + 49 \cdot 0,2089 + 196 \cdot 0,2686 + 784 \cdot 0,2985 = 298,38$$

qiyməti  $M(X^2) = \sum P_i \cdot X_i^2$  düsturu ilə hesablanır.

$$X_i^2 \quad 1 \quad 4 \quad 9 \quad 49 \quad 196 \quad 784$$

$$P_i \quad 0,0298 \quad 0,0597 \quad 0,1342 \quad 0,2089 \quad 0,2686 \quad 0,2985$$

Hadisənin standartı

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{98,73} = 9,94$$

Riyazi gözləmənin yuxarıda alınan qiymətini  $M(x) = 14,13$  nəzərə alsaq  $M(x) = \frac{1}{\lambda^2}$  ifadəsindən  $\lambda$ -nın qiymətini hesablaya bilərik:

$$14,13 = \frac{1}{\lambda^2}; \quad \lambda = 0,264$$

$\lambda$ -nın bu qiymətini  $F^*(x)$  və  $f(x)$ -in ifadələrində yerinə yazsaq alarıq

$$F^*(x) = 1 - e^{-0,264x} \quad (7)$$

$$f(x) = 0,264e^{-0,264x} \quad (8)$$

2. Əlavəsiz və səthinə qoruyucu plyonka çəkilmiş beton nümunə üçün:

$$M = \sum P_i \cdot X_i = 0,0789 \cdot 1 + 0,118 \cdot 2 + 0,158 \cdot 3 + 0,197 \cdot 7 + 0,217 \cdot 14 + 0,23 \cdot 28 = 11,64$$

$$\text{Burada } P_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$$

$$P_1 = \frac{n_1}{\sum n_i} = P_1 = \frac{12}{152} = 0,0789; \quad P_2 = \frac{18}{152} = 0,118; \quad P_3 = \frac{24}{152} = 0,158$$

$$P_4 = \frac{30}{152} = 0,197; \quad P_5 = \frac{33}{152} = 0,217; \quad P_6 = \frac{35}{152} = 0,230$$

$\sum n_i = 152$  seçmənin həcmidir (yuxarıda təyin olunub).



Hadisənin dispersiyası:

$$D(x) = M(x^2) - [M(x)]^2 = 234,477 - (11,64)^2 = 98,988$$

burada

$$M(x^2) = \sum P_i \cdot X_i^2 = 1 \cdot 0,0798 + 4 \cdot 0,118 + 9 \cdot 0,158 + 49 \cdot 0,197 + 196 \cdot 0,217 + 784 \cdot 0,23 = 234,477$$

$X^2$  kəmiyyətinin paylanma qanunu belədir:

$X_i^2$	1	4	9	49	196	784
$P_i$	0,0798	0,118	0,158	0,197	0,217	0,23

Hadisənin standartı

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{98,988} = 9,95$$

Yuxarıda gətirilən qayda ilə  $\lambda$  parametrini təyin edirik:

$$M(x) = \frac{1}{\lambda^2} = 11,64; \quad \lambda = 0,293$$

$\lambda$ -nın bu qiymətini  $F^*(x)$  və  $f(x)$  üçün yazılmış ifadələrdə yerinə yazsaq alarıq:

$$F^*(x) = 1 - e^{-0,293x} \quad (9)$$

$$f(x) = 0,264e^{-0,293x} \quad (10)$$

3. Əlavəli və səthinə plyonkaəmələgətirici maddə kimi APQ çəkilmiş beton nümunə üçün:

$$M(x^2) = \sum P_i \cdot X_i = 0,0904 \cdot 1 + 0,1205 \cdot 2 + 0,157 \cdot 3 + 0,198 \cdot 7 + 0,211 \cdot 14 + 0,223 \cdot 28 = 11,38$$

burada

$$P_1 = \frac{n_1}{\sum n_i} = \frac{15}{166} = 0,0904; \quad P_2 = \frac{20}{166} = 0,1205; \quad P_3 = \frac{26}{166} = 0,157$$

$$P_4 = \frac{33}{166} = 0,198; \quad P_5 = \frac{35}{166} = 0,211; \quad P_6 = \frac{37}{166} = 0,223$$

$\sum n_i = 166$  seçmənin həcmidir (yuxarıda hesablanıb).

Dispersiya:

$$D(x) = M(X^2) - [M(x)]^2 = 227,875 - 11,38^2 = 98,375$$

burada

$$M(x^2) = \sum P_i \cdot X_i^2 = 1 \cdot 0,0904 + 4 \cdot 0,1205 + 9 \cdot 0,157 + 49 \cdot 0,198 + 196 \cdot 0,211 + 784 \cdot 0,223 = 227,875$$

$X^2$  kəmiyyətinin paylanma qanunu belə yazılacaq:

$X_i^2$	1	4	9	49	196	784
$P_i$	0,0904	0,1205	0,157	0,198	0,211	0,223

Hadisənin standartı

$$\sigma = \sqrt{D} = 9,92$$

$\lambda$  parametrini təyin edirik:

$$M(x) = \frac{1}{\lambda^2} = 11,38; \quad \lambda = 0,296$$

$\lambda$ -nın bu qiymətini  $F^*(x)$  və  $f(x)$  üçün tərtib edilmiş ifadələrdə yerinə yazsaq alarıq:

$$F^*(x) = 1 - e^{-0,296x} \quad (11)$$

$$f(x) = 0,296e^{-0,296x} \quad (12)$$

1. Əlavəsiz və səthinə qoruyucu plyonka çəkilməmiş beton (7) və (8) düsturlarına əsasən:

$$F^*(x) = 1 - e^{-0,264x} ; \quad f(x) = 0,264e^{-0,264x}$$

Hesablayırıq ( $X=1, 2, 3, 7, 14, 28$  günləri)

$$\begin{aligned} x=1; & \quad F^*(1) = 0,2328; & \quad f(1) = 0,2025 \\ x=2; & \quad F^*(2) = 1 - e^{-0,528} = 0,4712; & \quad f(2) = 0,1538 \\ x=3; & \quad F^*(3) = 1 - e^{-0,792} = 0,5462; & \quad f(3) = 0,264 \cdot 0,4538 = 0,1191 \\ x=7; & \quad F^*(7) = 1 - e^{-1,848} = 0,8428; & \quad f(7) = 0,264 \cdot 0,1572 = 0,0415 \\ x=14; & \quad F^*(14) = 1 - e^{-3,696} = 0,9753; & \quad f(14) = 0,264 \cdot 0,02472 = 0,00653 \\ x=28; & \quad F^*(28) = 1 - e^{-7,392} = 1 - 0,000611 = 0,9994 \approx 1; \\ & \quad f(28) = 0,264 \cdot 0,000611 = 0,00016 \approx 0 \end{aligned}$$

2. Əlavəsiz, səthinə qoruyucu plyonka çəkilmiş beton nümunə üçün (9) və (10) düsturlarına görə:

$$F^*(x) = 1 - e^{-0,293x} ; \quad f(x) = 0,293e^{-0,293x}$$

Hesablayırıq ( $X=1, 2, 3, 7, 14, 28$  günləri)

$$\begin{aligned} x=0 & \text{ olduqda } F^*(0) = 0; & \quad f(0) = 0,293 \\ x=1; & \quad F^*(1) = 1 - e^{-0,293} = 1 - 0,7483 = 0,2517; & \quad f(1) = 0,293 \cdot 0,7483 = 0,2192 \\ x=2; & \quad F^*(2) = 1 - e^{-0,586} = 1 - 0,5571 = 0,4429; & \quad f(2) = 0,293 \cdot 0,5571 = 0,1632 \\ x=3; & \quad F^*(3) = 1 - e^{-0,879} = 1 - 0,4148 = 0,5852; & \quad f(3) = 0,293 \cdot 0,4148 = 0,1215 \\ x=7; & \quad F^*(7) = 1 - e^{-1,4357} = 1 - 0,2393 = 0,7607; & \quad f(7) = 0,293 \cdot 0,2393 = 0,0701 \\ x=14; & \quad F^*(14) = 1 - e^{-4,102} = 1 - 0,01657 = 0,9834; & \quad f(14) = 0,293 \cdot 0,01657 = 0,00485 \\ x=28; & \quad F^*(28) = 1 - e^{-8,204} = 1 - 0,000275 \cong 1; & \quad f(28) = 0,293 \cdot 0,000275 \approx 0 \end{aligned}$$

3. Əlavəli və səthinə qoruyucu plyonka çəkilmiş beton nümunə üçün (11) və (12) ifadələrinə əsasən hesablayırıq:

$$F^*(x) = 1 - e^{-0,296x} ; \quad f(x) = 0,296e^{-0,296x} \quad (13)$$

( $X=1, 2, 3, 7, 14, 28$  günləri)

$$\begin{aligned} x=0 & \text{ olduqda } F^*(0) = 0; & \quad f(0) = 0,296 \\ x=1; & \quad F^*(1) = 1 - e^{-0,296} = 1 - 0,7445 = 0,2555; & \quad f(1) = 0,296 \cdot 0,7445 = 0,2204 \\ x=2; & \quad F^*(2) = 1 - e^{-0,592} = 1 - 0,5543 = 0,4457; & \quad f(2) = 0,296 \cdot 0,5543 = 0,1641 \\ x=3; & \quad F^*(3) = 1 - e^{-0,888} = 1 - 0,4107 = 0,5893; & \quad f(3) = 0,296 \cdot 0,4107 = 0,1147 \end{aligned}$$



$$x = 7; \quad F^*(7) = 1 - e^{-2,072} = 1 - 0,1262 = 0,8738; \quad f(7) = 0,296 \cdot 0,1262 = 0,03735$$

$$x = 14; \quad F^*(14) = 1 - e^{-4,14} = 1 - 0,01657 = 0,9834; \quad f(14) = 0,296 \cdot 0,01657 = 0,0049$$

$$x = 28; \quad F^*(28) = 1 - e^{-8,288} = 1 - 0,000249 \approx 1; \quad f(28) = 0,296 \cdot 0,000249 \approx 0$$

### NƏTİCƏLƏR

1. Betonun bərkiməsinin tənzimləmə prosesi ehtimalının qanunauyğunluğu analiz edilmiş və eksperimental nəticələrin əsasında nəzəri əyrilər və ifadələr tərtib olunmuş, onların normal paylanma qanununa uyğunluğu göstərilmişdir.
2. Müəllifin apardığı geniş eksperimental işlərin nəticələri ümumiləşdirilərək müxtəlif sinifli beton nümunələrin müxtəlif bərkimə şəraitlərində prosesin tənzimlənməsi, günəş enerjisindən istifadə etməklə betonun bərkiməsinə sərf olunan enerjiyə qənaət edilməsi məsələləri araşdırılmışdır. Qurulmuş histoqramların analitik ifadələri tərtib edilmiş  $F^*(x)$  və  $f^*(x)$ - funksiyalarının paylanma qanunları formalaşdırılmışdır.

### İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Camalov C.Ə. Quru-isti iqlim şəraitində monolit betonun inşaat-texniki xassələrinin yaxşılaşdırılmasının tədqiqi. Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, Elmi əsərlər, № 2, Bakı: 2003, 29 s.
2. Camalov C.Ə. Betonun bərkimə prosesinə temperaturun təsirinin tənzimlənməsi haqqında Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi, Nəzəri və Tətbiqi Mexanika H.VIII № 2 (30). Bakı. 2013. s. 59-61.
3. Александровский С.В. «Расчет бетонных и железобетонных конструкций на температурные и влажностные воздействия (с учетом пользучести)». М.Стройиздат, 1966. с. 142.
4. Болотин В.В. «К статистической интерпретации норм расчета строительных конструкций.» СМ и РС, 1977, №1.

UOT 691.4

KERAMİK MATERIALLARIN  $TiO_2$  İLƏ MODİFİKASIYASI*Şirinzadə İ.N., Məmmədova İ.H., Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti*МОДИФИКАЦИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ  $TiO_2$ *Ширинзаде И.Н., Мамедова И.Г., Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет*MODIFICATION OF CERAMIC MATERIALS BY  $TiO_2$ *Shirinzade I.N., Mammadova I.H., Azerbaijan University of Architecture and Construction*

**Xülasə:** Məqalə  $TiO_2$  nanomodifikatorunun Umbakı yatağı gili əsasında alınan keramik materialın xassələrinə təsiri məsələsinə həsr olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki,  $TiO_2$  nanomodifikatoru keramik kütlənin laxtalaşma temperaturunu aşağı salır, materialda kristal fazanın miqdarını artırır, keramik materialı sıxlaşdırır və bununla da materialın möhkəmliyini artırır.

**Açar sözlər:** Umbakı yatağı gili, nanomodifikator, keramik material, möhkəmlik, dənəvər tərkib.

**Аннотация:** Статья посвящена изучению влияния наномодификатора  $TiO_2$  на свойства керамических материалов на основе глин Умбакинского месторождения. Установлено, что наномодификатор  $TiO_2$  снижает температуру спекания керамических масс, повышает содержание кристаллической фазы в материале, уплотняет керамический материал, с тем и повышает прочность материала.

**Ключевые слова:** глина Умбакинского месторождения, наномодификатор, керамический материал, прочность, гранулометрический состав.

**Annotation:** Article is devoted to study of influence of nanomodifier  $TiO_2$  on properties of ceramic materials on the basis of Umbakin clay fields. It is established that nanomodifier  $TiO_2$  reduces the temperature of sintered ceramic materials, increases the content of the crystalline phase in the material, seals ceramic material and therefore increases the strength of the material.

**Key words:** Umbakin clay fields, nanomodifier, ceramic material, strength, granular texture.

XX əsrin sonlarından başlayaraq materialşunaslıq elmində yeni bir istiqamət – nanotexnologiyalar bu elm sahəsinin lokomotivinə çevrilmişdir. Nanotexnologiyarın tətbiqi ilə materialşunaslığın bütün istiqamətlərində - yeyinti, tekstil, metallurgiya, kimya sənayesi və digər sahələrdə olduğu kimi inşaat materialları sənayesində də daha yüksək keyfiyyətli materialların alınmasına nail olunmuşdur.

İnşaat materialları sənayesində nanohissəciklərin tətbiqinin üstün cəhətləri onların yalnız xassələrinin mükəmməlləşməsi deyil, həmçinin, texnoloji prosesdə heç bir ciddi dəyişikliyin edilməməsindədir ki, bu da mövcud sənaye müəssisələri üçün çox vacib amillərdən biridir.

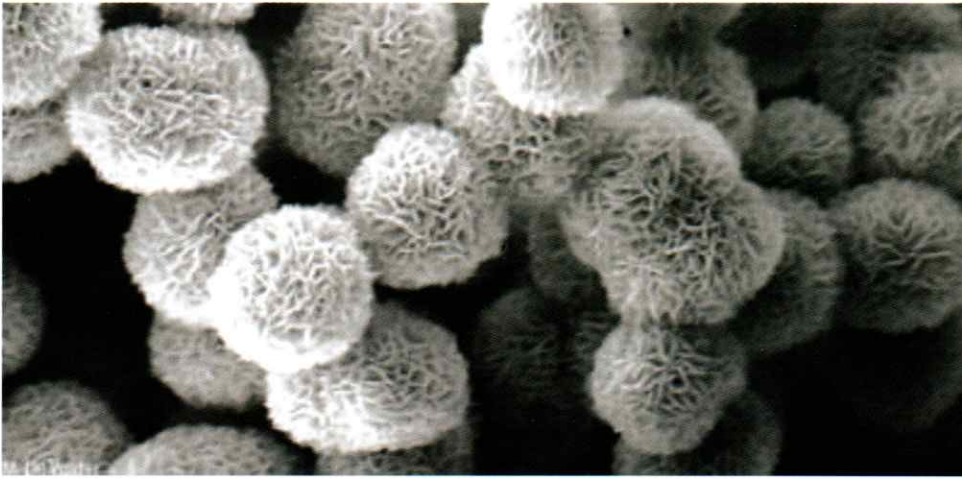
Hal-hazırda digər inşaat materiallarında olduğu kimi keramik materiallar istehsalında da müxtəlif növ modifikatorlardan istifadə edilir. Bu modifikatorlar içərisində nanomodifikatorlar materialların xassələrinin dəyişdirilməsində daha mühüm oynayır.

Suni daş materiallarının xassələrinə təsir edən əsas amillərdən biri onların alınmasında istifadə olunan xammalların hissəciklərinin ölçüsüdür. Hissəciklərin ölçüsü onların enerji halını, nəticədə də reaksiyaya girmə qabiliyyətini təyin edir.

Son zamanlar inşaat materialları sənayesində geniş tətbiq edilən nanomodifikatorlardan biri də  $TiO_2$ -dir.  $TiO_2$ -nin xüsusi səthi  $7000 \text{ q/m}^2$ -ə bərabərdir. Ədəbiyyatlardan [1,3] məlumdur və eyni zamanda elektron mikroskop analizi nəticəsində də müəyyən olunmuşdur ki, (şəkil 1)  $TiO_2$  nanohissəciklərinin səthi məsaməlidir və bu səbəbdən də hissəciklərin kimyəvi aktivliyi çox yüksəkdir.  $TiO_2$  nano ölçüyə qədər üyüdüldükdə onun fotokataliz xassəsi daha da güclənir. Fotokataliz-təhlükəli və çirкли maddələrin parçalanaraq təhlükəsiz maddələrə çevrilməsi prosesidir. Fotokataliz xassələrinə malik inşaat materialları yüksək inşaat-texniki xassələrə malik olmaqla yanaşı, eyni zamanda ətraf mühitin mühafizəsində də xüsusi əhəmiyyətə malikdir.

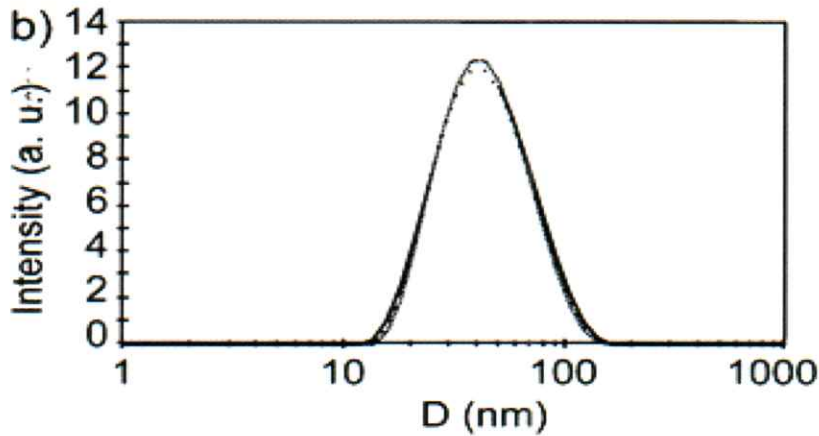
Məlumdur ki,  $TiO_2$  fotokataliz xassəsini günəş işığında biruzə verir. Bu tip fotokatalizatorlar avtomobillərin ətraf mühitə buraxdığı azot oksidləri, kükürd qazlarını, uçucu üzvi maddələri və karbon qazlarını daha effektiv neytrallaşdırır. Tədqiqat işində istifadə olunan nanomodifikator ( $TiO_2$ -in) BASF şirkəti tərəfindən ölkəmizin inşaat materialları sənayesinə təqdim edilmişdir. Dünyada ilk dəfə  $TiO_2$  fotokatalizator kimi keramik tavaların üzərinə Yaponiyada çəkilmişdir. Hal-hazırda isə bir çox ölkələrdə betonun səthinə çəkilir.



Şəkil 1. TiO<sub>2</sub> mikrosəkili

TiO<sub>2</sub>-nin qeyd olunan xassələrini nəzərə alaraq üzlük kərpic istehsalında tətbiqi məqsəduyğun hesab edilmişdir. Üzlük kərpic binaların xaricində istifadə olunduğundan onun üçün hazırlanan keramik kütlənin tərkibinə TiO<sub>2</sub> əlavə edilmişdir.

Tədqiqat işində istifadə olunan TiO<sub>2</sub>-nin dənəvər tərkibi lazer qranulometriyası vasitəsilə öyrənilmişdir. Təcrübə “NORM” Sement zavodunun laboratoriyasında MASTERSIZER 3000 (Malvern, Almaniya) aparatında həyata keçirilmişdir (şəkil 2).

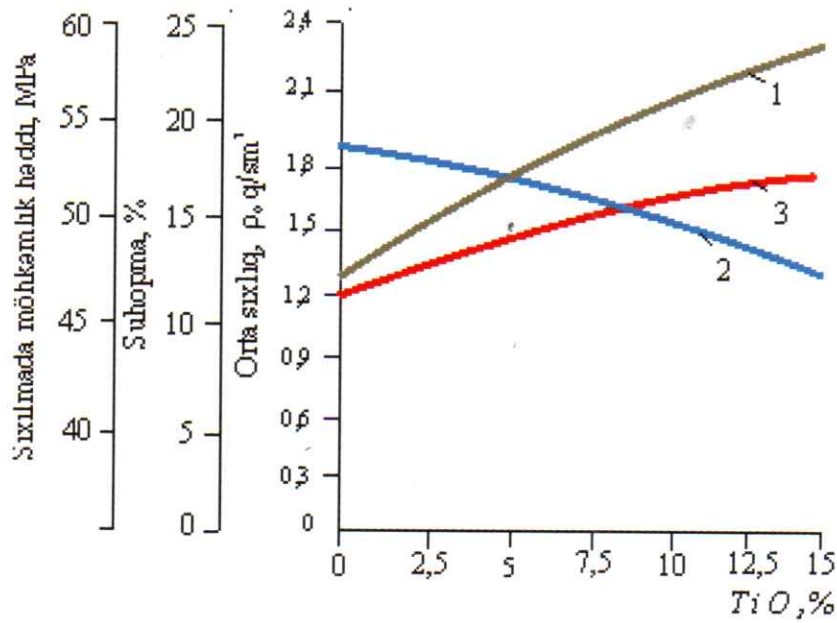
Şəkil 2. TiO<sub>2</sub>-nin dənəvər tərkibi

Tədqiqat işinin bu hissəsində keramik kütlənin hazırlanmasında Umbakı yatağının kaolinləşmiş gilindən istifadə edilmişdir.

TiO<sub>2</sub>-nin keramik materialların fiziki-mexaniki xassələrinə təsiri şəkil 3-də verilmişdir. Şəkildən də görüldüyü kimi TiO<sub>2</sub>-nin 5-15%-ə qədər istifadəsi keramik materialın sıxılmada möhkəmliyini 15-20 MPa artmışdır. Eyni zamanda materialın orta sıxlığı da yüksəlmişdir və uyğun olaraq suhopması aşağı düşmüşdür. TiO<sub>2</sub> bişmiş keramik materialda faza dəyişikliyinə səbəb olur. Belə ki, bu oksid korund kristallarının əmələ gəlməsini sürətləndirir.

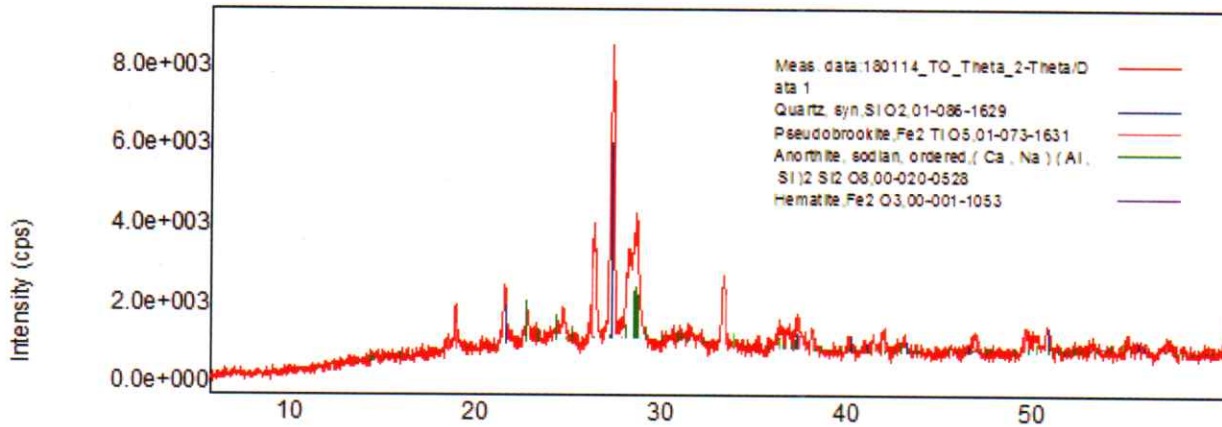
İ.Q.Dudarov və Q.M.Matveyevin fikrincə [2], TiO<sub>2</sub>-nin narınlığının yüksəlməsi bu əlavənin effektivliyini daha da artırır.

Ədəbiyyatlardan məlumdur ki, TiO<sub>2</sub> həmçinin, keramik kütlənin laxtalaşma temperaturunu da əhəmiyyətli dərəcədə aşağı salır [2].



Şəkil 3. TiO<sub>2</sub>-nin keramik materialın fiziki-mexaniki xassələrinə təsiri

TiO<sub>2</sub> nanomodifikasiyası ilə alınan keramik materialın quruluş-mineroloji xüsusiyyətləri rentgenoqrafik (şəkil 4) və elektron mikroskopik (şəkil 5) analizləri vasitəsilə öyrənilmişdir.



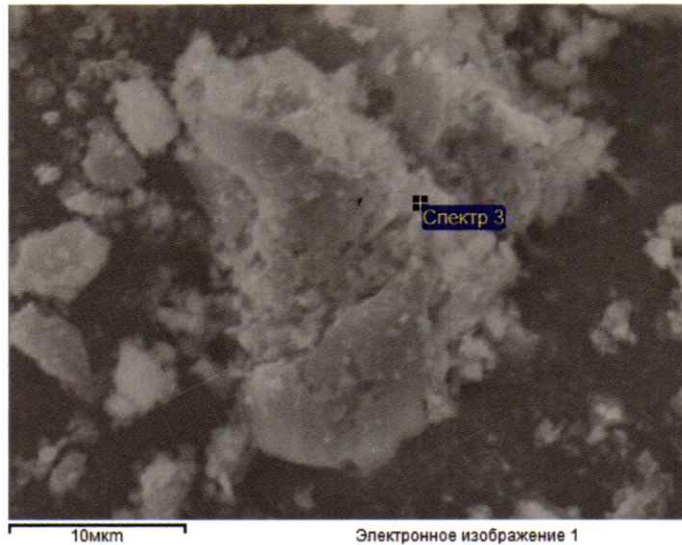
Şəkil 4. TiO<sub>2</sub> nanomodifikatorunun istifadəsi ilə keramik materialın difraktoqramı

Şəkil 4-dən görüldüyü kimi TiO<sub>2</sub> gildə olan dəmir birləşmələri ilə birləşərək psevdobrokit mineralını əmələ gətirir ki, bu da keramik kütlənin tərkibində olan kvars, hematit, albit və anortit kimi minerallarla birlikdə kristal fazanı təşkil edir. Difraktoqramdan da görüldüyü kimi amorf faza keramik kütlədə kristal fazadan daha azdır.

TiO<sub>2</sub> nanomodifikatorunun keramik materialın sıxlığına təsiri mikroşəkillərdən daha aydın görünür (şəkil 5). Mikroskop analizindən də görüldüyü kimi (şəkil 5) kristal faza amorf fazadan daha çoxdur. TiO<sub>2</sub> mikrokristalların əmələ gəlməsinə səbəb olur ki, bu da keramik materialların daha yüksək möhkəmliyini təmin edir.

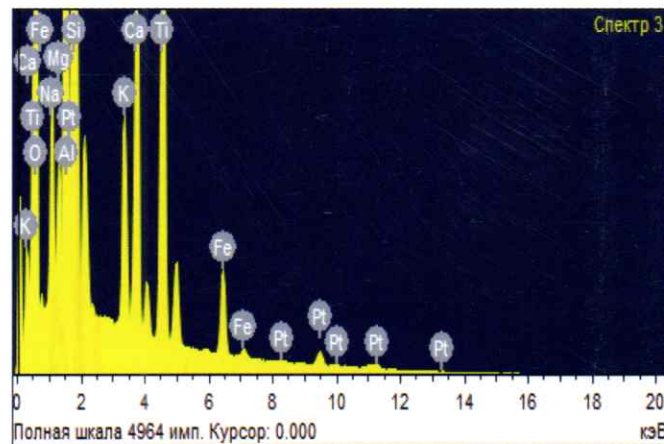
Deməli, aparılan təcrübələr və analizlər nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, TiO<sub>2</sub> nanomodifikatoru keramik kütlənin laxtalaşma temperaturunu aşağı salır, materialda kristal fazanın miqdarını artırır, keramik materialı sıxlaşdırır və bununla da materialın möhkəmliyini artırır. Eyni zamanda bu oksidin keramik materialların tərkibində istifadəsi saxsının rəngini daha açıq edir ki, bu da keramik tavalər texnologiyasında çox vacib problemlərdən biridir.





Şəkil 5. TiO<sub>2</sub> nanomodifikatorunun istifadəsi (10%) ilə keramik materialın mikroşəkili.

Element	Kütlə üzrə, %	Atomla -rın %-lə miqdarı	Birləşmə mədə miqdarı, %	Formulu
Na K	2.35	2.23	3.16	Na <sub>2</sub> O
Mg K	0.92	0.83	1.53	MgO
Al K	10.99	8.88	20.76	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Si K	22.35	17.35	47.81	SiO <sub>2</sub>
K K	2.03	1.13	2.45	K <sub>2</sub> O
Ca K	4.47	2.43	6.25	CaO
Ti K	9.16	4.17	15.28	TiO <sub>2</sub>
Fe K	2.15	0.84	2.76	FeO
O	45.59	62.14		
Cəmi	100.00			



Şəkil 6. TiO<sub>2</sub> nanomodifikatorunun istifadəsi ilə keramik materialın mikrozonnd analizi

### Ədəbiyyat

1. Хела Р., Боднарлова Л. Исследование возможности тестирования эффективности фотокатализа TiO<sub>2</sub> в бетоне //Строительные материалы, №2, 2015. Москва. С.77-81.
2. Дудеров И.Г., Матвеев Г.М., Суханов В.Б. Общая технология силикатов. Москва. 1987. 555с.
3. Баженов Ю.М., Королев Е.В. Нанотехнология и наномодифицирование в строительном материаловедении //Вестник Белгородского Государственного Технологического Университета им. В.Г.Шухова.2007. №2.С.17-22.

UOT 624.042.7; 624.01:550.34

**YERALTI ŞOLLAR SU ANBARININ KARBOPLASTİKLİ ARMATUR LİFLƏRLƏ  
GÜCLƏNDİRİLMİŞ QURĞUSUNUN SEYSMİK RİSKƏ  
DÜŞMƏSİNİN ÜÇ ÖLÇÜLÜ ARAŞDIRILMASI**

*prof. T.Əliyev AMİU, tex.üzrə f.d., dosent N.Məstanzadə S.Ə.Dadaşov adına ETLKİMİ,  
mühəndis N.Sultanov DBLİ Azərdövlətlayihə*

**ТРЁХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА  
КОНСТРУКЦИИ ПОДЗЕМНОГО РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ УСИЛЕННОГО  
УГЛЕПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРОЙ**

*проф. Т.Алиев АЗАСУ, к.т.н., доц. Н.Мастанзаде НИПКИСМ им.С.А.Дадашева,  
инженер Н.Султанов ГППИ Азгоспроект*

**3D MODELLING AND SEISMIC RISK INVESTIGATION OF THE UNDERGROUND RESERVOIR FOR  
DRINKING WATER WITH CARBONPLASTIC REINFORCED STRENGTHENING**

*prof. T.Aliyev Azerbaijan University of Architecture and Construction  
ph.d. N.Mastanzade Research and Design Intitute of building materials after named S.A.Dadashev  
master of engineering N.Sultanov Azerbaijan State Project Institute*

**Xülasə:** Məqalədə regionda ilk sənaye içməli su anbarının layihələndirməsi və tikilməsinin tarixi verilmişdir. Dağılmaz müayinə üsulları ilə 100 illik betonun xassələrinin nəticələri verilmişdir. Qurğunun zəlzələ zamanı dağılmaya məruz qalmasının seysmik riski hesablanmışdır. Qurğunu gücləndirmək üçün karboplastik lifli armatur laminatları və epoksid əsaslı qatran təklif olunur.

**Açar sözlər:** *seysmik risk, gücləndirmə, karboplastik, dartılma*

**Аннотация:** В статье приведены исторические факты проектирования и строительства первого в регионе промышленного резервуара для питьевой воды. Использование неразрушающих методов контроля позволило обнаружить истинные прочностные характеристики бетона более 100 летнего возраста. Вычислен сейсмический риск разрушения сооружения во время землетрясения. Для укрепления стен предлагается усиливать их углепластиковой арматурой с применением эпоксидных смол.

**Ключевые слова:** *сейсмический риск, усиление, углепластик, растяжение*

**Summary:** Historic facts of design and construction of the first industrial reservoir in the region are given in article for drinking water. Use of nondestructive control methods was revealed by true strength characteristics of concrete more than 100 years age old. The seismic risk of destruction of a construction during an earthquake is calculated. For strengthening of walls it is supposed to reinforced them by carbon plastic reinforcement with application of epoxy.

**Key words:** *seismic risk, retrofit, carbon plastic, tension*

## 1. Giriş

Seysmik dağılma riskinin azaldılması məsələsi hazırda zəlzələyə davamlı bina və qurğular nəzəriyyəsinin ən aktual probleminə çevrilmişdir. Ona görə ki, seysmik təhlükəsi ərazilərdə zəlzələdən qorunmağın aşağıdakı üç istiqaməti bu məsələni birmənalı həll etməyə qadir deyildir:

- 1) Zəlzələnin qarşısının alınması. Bu, təbii hadisə olduğu üçün mümkün deyildir;
- 2) Zəlzələnin qısamüddətli proqnozunun verilməsi. Onun metodikasını XIX əsrin sonunda yapon alimi İmamuri versə də onu uğurla həyata keçirmək mümkün deyildir;
- 3) Zəlzələyə davamlı bina və qurğuların hesablanması, layihələndirməsi və tikilməsi sahəsində güclü tədqiqatlar aparılsa da bütün hallar üçün bina və qurğuları zəlzələdən xilas etməyin yolu tapılmamışdır.

Ona görə dünya seysmoloqlarının və antiseysmiklərinin fikri belədir ki, hazırda zəlzələdən qorunmağın, onunla dinc yanaşı yaşamağın ən düzgün yolu seysmik dağılma riskinin azaldılmasını araşdırmaqdır (T.X.Əliyev, 2011). Seysmik riskin azaldılmasının yolları olduqca çoxdur. Onlardan birini Ukrayna İnşaat Akademiyasının akademiki T.X.Əliyev vermiş və beynəlxalq konqresdə bu barədə məruzə etmişdir: "Seysmik riskin azaldılmasının yeni metodu" [1]. Bu metodun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, müəllifin 2005-ci ildə dövlət qeydiyyatından keçirərək sertifikat aldığı kəşfi "Canlılarda və cansızlarda müxtəlifliyin (diversifikasiyasının) sirrini açılması" adlanır və oradan belə bir nəticə alınır: "Müxtəliflik (diversifikasiya) canlılarda məhvolma riskini, cansızlarda isə dağılma riskini azaltmağa xidmət edir. Müəllif bu təməl (fundamental) prinsipi zəlzələyə davamlı qurğular nəzəriyyəsinə tətbiq edərək unikal nəticə almışdır: seysmik ərazidə dağılma riskini azaltmaq üçün müxtəlif konstruktif

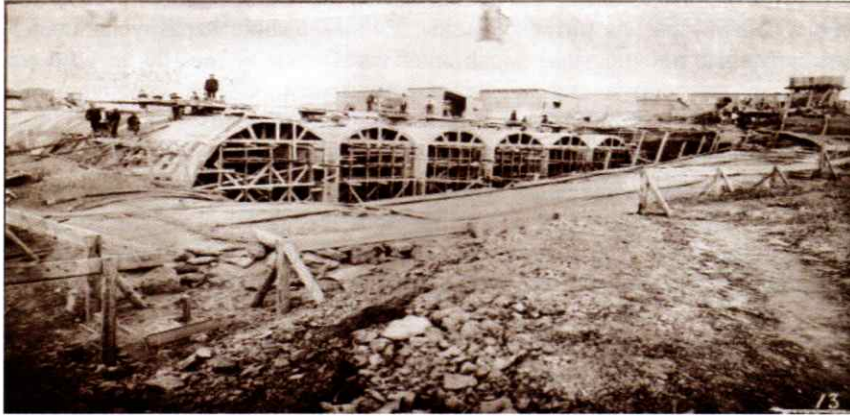


sxemli binalar layihələndirib tikmək lazımdır. Bu ideya kompüter texnologiyası vasitəsilə təsdiqini tapdı [1]. Bu məqalədə həmin müxtəliflik nəzəriyyəsinə tətbiq edərək seysmik riskin azaldılmasına nail olmuşuq.

## 2. Şollar su anbarının tikinti tarixi

Azərbaycanlılar üçün qürur mənbəyi olan, elmi baxımdan dövrün hidrotexniki qurğuları ilə bir araya qoyulan, 100 il öncə istifadəyə verilmiş Şollar-Bakı su kəməri və su anbarı bu gün də insanların xidmətindədir (Şəkil 1.1). Hidrotexniki qurğu iki böyük insana borcludur - böyük xeyriyyəçi, mesenat Hacı Zeynalabdin Tağıyevə və hidrotexniki qurğular mühəndisi ingilis Vilyam X.Lindleyə (*Sir William Heerleyn Lindley*). Mühəndisin etirafına görə "...təkcə Qərbi Avropada mənim tərəfimdən 35 şəhərdə su və kanalizasiya layihələrinin tikintisi gərçəkləşib, amma texniki baxımdan belə mühüm və mürəkkəb iş mənə rast gəlməmişdir".

Bakının qərb hissəsində yerləşən su anbarının və kəmərinin layihələndirilməsinə 1889-cu ildə başlanmışdır. Su anbarının inşası əhəng daşı yatağının üstündə və güvənlik baxımından, Salyan kazarmasına yaxın yerdə seçilmişdir (Şəkil 2.1). Anbarın həndəsi ölçüləri 160m×80m və 6m hündürlüyündədir. İki çərgə 40sm enində və 4m hündürlüyündə beton divarlar tağ şəklində beton örtüklərlə bir sərdabə qurğusu şəklində inşa edilmişdir. Şahdağın ətəklərindəki şirin su bulaqlarından başlanan Şollar-Bakı su kəmərinin tikintisinə 1903-1911 ci illərdə başlanmışdır. Keramik saxsı borulardan qurulmuş su kəməri bu günə qədər fəaliyyətdədir. Şollar-Bakı su kəmərinin uzunluğu 170 km-dir. Müxtəlif səbəblərdən tikintidə fasilələr yaranmış, tamamlama işləri 1917-ci ildə başa çatmışdır. 1917-ci ildə keçmiş Krasnovodsk küçəsinə (indiki Səməd Vurğun küçəsi) ilk şollar suyu verilmişdir.



Şəkil 2.1. İnşaat zamanı çekilmiş foto şəkil (Bakı, 1913-cü il)

## 3. Gərginlik - deformasiya halının analizi

Bu gün yüz yaşlı Şollar su anbarı yenə də insanlara xidmət edir. Lakin, su anbarının müayinəsi zamanı yer altında istifadə edilən materialların bərpasına və qurğunun gücləndirilməsinə ehtiyac yaranmışdır. S.Ə.Dadaşov adına Elmi-tədqiqat layihə konstruktör inşaat materialları institutunun əməkdaşları tərəfindən yoxlanılmışdır [6, 7, 10]. Yeraltı tağ konstruksiyalarının hesabı zamanı anbarüstü qrunt yükü, divarlara düşən torpağın üfüqi təsiri və daxildəki suyun hidrostatik təzyiqi nəzərə alınır. Hesablama sxemi LİRA 9.6 proqramında üç ölçülü model şəklində yığılmışdır (Şəkil 3.1, 3.2). Hesabatlama sonlu elementlər üsulu əsasında aparılmışdır. Ümumi olaraq burada 20041 sonlu element əsasında model yığılmışdır. Onlardan 1478 elementi üçbucaq şəklində, 18563 isə dördbucaq şəklində elementdən ibarətdir.

Tağ qurğusuna bu gün düşən qrunt, yeni inşa edilmiş dəmir-beton örtük tava və qar yükü toplam  $g_1=7.0\text{tq/m}^2$  qəbul edilmişdir. Anbarın xarici divarlarına düşən qrunt yükü  $g_2=10.0\text{tq/m}^2$ . Anbarın içindəki döşəməyə isə  $g_3=250\text{kg/m}^2$  yük düşür. Bunlar daimi yüküdür (şəkil 3.3). Uzunmüddətli müvəqqəti yüklər kimi tağ üzərinə düşür  $g_4=1.0\text{tq/m}^2$ . Anbarın divarlarına və təməlinə suyun hidrostatik təzyiqi təsir edir. Bu da  $g_5=5.0\text{tq/m}^2$  edər (şəkil 3.4).

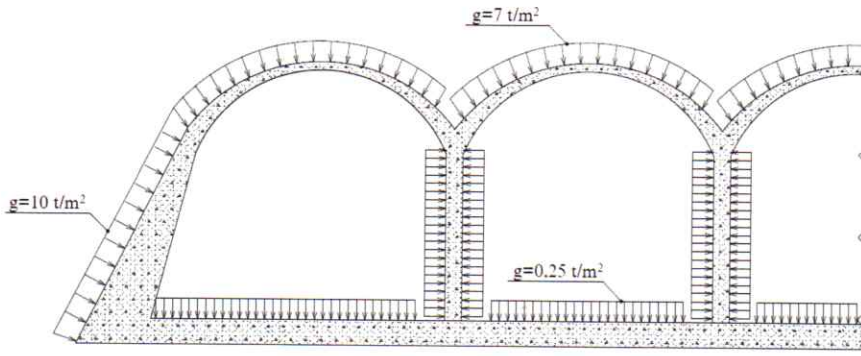




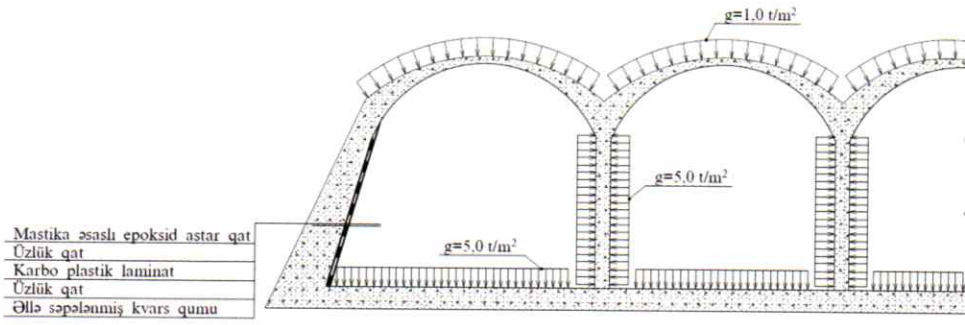
Şəkil 3.1



Şəkil 3.2



Şəkil 3.3

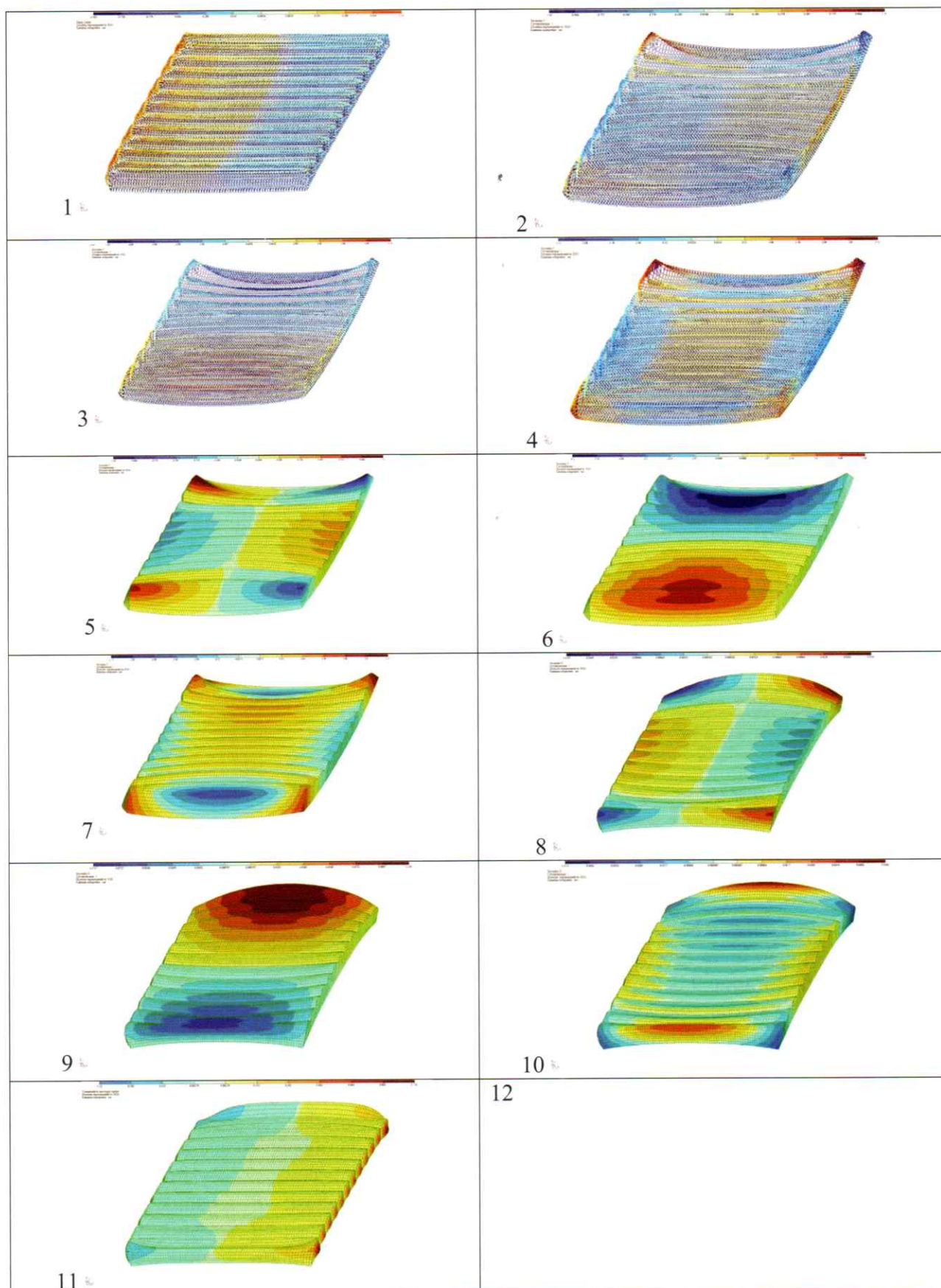


Şəkil 3.4

Bakının aktiv zəlzələ bölgəsi, yəni 12 ballıq seysmik şkalaya görə 8 ballıq zona olmasını və mühəndis-geoloji şəraiti və qrunut sularının mövcudluğunu nəzərə alaraq normativ sənədlərə görə seysmikliyi 1 bal artıraraq 9 ballıq seysmik bölgə qəbul edilir.

Hər növ yük və kombinasiyonu üçün (seysmik yük daxil olmaqla) hər üç istiqamətdə (X, Y və Z oxu üzrə) gərginlik-deformasiya üç boyutlu mozaika şəklini almışıq (şəkil 3.5). Burada 1-daimi yüklərdən yerdəyişmə Y yöndə; 2-seysmik yükləmədən Y istiqamətində yerdəyişmələrin X yöndə; 3- seysmik yükləmənin Y istiqamətində yerdəyişmənin Y yöndə; 4-seysmik yükləmənin Y istiqamətində yerdəyişmənin Z yöndə; 5- seysmik yükləmədən Y istiqamətində yerdəyişmənin X yöndə alınan gərginlik izosahəsi; 6- seysmik yükləmədən Y istiqamətində yerdəyişmənin Y yöndə alınan gərginlik izosahəsi; 7- seysmik yükləmədən Y istiqamətində yerdəyişmənin Z yöndə alınan gərginlik izosahəsi; 8- seysmik yükləmədən X istiqamətində yerdəyişmənin X yöndə alınan gərginlik izosahəsi; 9- seysmik yükləmədən X istiqamətində yerdəyişmənin Y yöndə alınan gərginlik izosahəsi; 10- seysmik yükləmədən X istiqamətində yerdəyişmənin Z yöndə alınan gərginlik izosahəsi; 11-Uzunmüddətli müvəqqəti yükləmədən X yöndə.





Şəkil 3.5

Nəticədə, divarın öz yükü -1, yuxarıdakı qrunut yükü -2, qrunutun su ilə birlikdə təzyiqi -3, divar ətrafındakı qrunutun təzyiqi - 4, seysmik qüvvə -5, daxili normal qüvvələr - N, kəsici qüvvələr ( $Q_x$ ,  $Q_y$ ), əyilmə momentləri ( $M_y$ ,  $M_z$ ) o cümlədən tağın mərkəzinə düşən nöqtədə ( $M_k$ )

nəticələr LIRA 9.6 proqramı ilə hesablanmış və cədvəl şəklində verilmişdir (bax cədvəl 1). Tağ elementində yaranan daxili qüvvələr aşağıda Cədvəl 1 – də verilmişdir.

Burada, yükləmə sayı: 1- daimi yük; 2- tağa düşən qrunntəzyiqi; 3- divara düşən su və qrunntəzyiqi; 4- qrunntun divara təzyiqi; 5- X oxu üzrə seysmik qüvvə. Orta divarın daimi yükədən, qrunnt yükündən, qrunntun və suyun divara təsirindən x və y oxlar üzrə seysmik qüvvədən divarın dayanıqlığının zəif olmasını göstərdi.

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq su anbarının orta divarlarının qalınlığını artırmaq və dartılma gərginliklərini qəbul edə bilən plastik armaturların yerləşdirilməsi zəruridir.

Cədvəl 1. Tağ elementində yaranan daxili qüvvələr

Elemen- tin N-si	Quvvələr (gərqinliklər)											Yüklə mə kombi nəsiyə- sayı
	$N_x$ tf	$N_y$ tf	$N_z$ tf	$\tau_{xy}$ tf/m <sup>2</sup>	$\tau_{xz}$ tf/m <sup>2</sup>	$M_x$ tfm	$M_y$ tfm	$M_{xy}$ tfm	$Q_x$ tf	$Q_y$ tf	Qrunnt müqav- iməti $R_z$ tf/m <sup>2</sup>	
1	-51.217	-250.928	0.00	-80.776	0.00	0.181	0.887	0.041	0.226	-0.170	0.00	1 2
2	-9.059	-153.659	0.00	-29.133	0.00	0.030	0.352	0.008	0.060	-0.122	0.00	1
3	-5.034	-146.338	0.00	-15.949	0.00	0.015	0.361	0.032	0.028	-0.334	0.00	1 2
13	-20.140	-106.835	0.00	-14.331	0.00	0.474	-0.922	0.527	-0.241	-1.243	0.00	1 3
14	15.970	-18.935	0.00	-42.843	0.00	2.577	8.218	-3.531	0.716	9.734	0.00	1 2 4
81	-58.615	-134.581	0.00	-19.153	0.00	1.555	5.248	-0.184	-0.074	-3.555	0.00	1 2 3
94	-223.825	-183.291	0.00	127.250	0.00	7.947	24.982	-2.091	0.825	21.411	0.00	1 2 4
112	-51.738	-156.765	0.00	4.484	0.00	0.193	0.638	-0.004	0.002	-0.254	0.00	1
136	-3.894	-87.926	0.00	-82.588	0.00	19.018	63.655	0.886	1.038	-32.337	0.00	1 2 4
180	-282.149	-200.368	0.00	27.832	0.00	19.860	64.470	-0.321	0.373	29.227	0.00	1 2 4
237	-135.924	-204.854	0.00	-68.978	0.00	-8.655	-29.58	1.192	0.164	31.160	0.00	1 4
605	-38.881	-127.467	0.00	-17.442	0.00	0.626	2.920	1.569	-0.080	-2.092	0.00	1 2 4
778	-57.366	-167.151	0.00	-11.173	0.00	0.049	0.146	-0.029	0.019	0.148	0.00	1 2
826	-8.699	-114.778	0.00	-36.350	0.00	3.578	11.141	-1.023	0.508	5.797	0.00	1 4
929	-14.362	-167.788	0.00	-15.497	0.00	1.078	3.192	0.227	0.453	1.089	0.00	1 2 3
1022	-167.309	-145.099	0.00	65.485	0.00	5.290	16.757	-1.375	0.446	9.152	0.00	1 4
1188	-56.142	-136.539	0.00	22.234	0.00	-0.367	-1.285	-0.159	0.065	1.084	0.00	1 2 3
1248	-23.868	-167.364	0.00	-20.899	0.00	-0.019	0.030	-0.260	-0.060	-3.206	0.00	1 2
1310	36.867	-131.080	0.00	-61.993	0.00	-2.593	-7.963	1.248	-0.168	-9.563	0.00	1 2 3
1512	-63.282	-170.507	0.00	5.521	0.00	0.004	0.017	0.002	0.000	-0.009	0.00	1 2 4

#### 4. Qurğunun seysmik riskinin təyin edilməsi

Seysmik quvvənin parameterlərinin qeyri-müəyyənliyi var: zəlzələnin yaranan zamanı, spektral strukturu, müddəti və qrunnt təməlinin seysmik rəqsinin amplitudu kimi anlayışlar təsadüfi kəmiyyət kimi qəbul edilir. Ona görə qurğuların zəlzələyədavamlılığının təhlükəsizliyinin təmini ancaq bir ehtimalla təyin edilə bilər. Bu da "0 risk" anlayışından qəbul edilən riskə keçidi tələb edir. Bu da ehtimal nəzəriyyəsi və etibarlılıq üsullarının istifadəsi ilə mümkün olur.

Əgər su anbarı yerləşən sahədə zəlzələ mümkünüyü  $I_u=9$  ballıq qüçündə zəlzələ 500 ildə 2 ( $k=2$ ) dəfə təkrar oluna bilirsə o zaman qurğunun tam dağılma ehtimalı olar:

$$P(V) = \sum P\left(\frac{V}{I_u}\right) P(I_u)$$

burada  $P\left(\frac{V}{I_u}\right)$  -  $I_u$  gücündə zəlzələ zamanı qurğunun dağılması ehtimalı.

Burada əgər qurğunun işləmə müddəti  $\tau_0=100$  il təyin edilibsə o zaman  $I_u$  gücündə zəlzələnin təkrar olunma ehtimalı  $\left(\tau_k = \frac{2}{500}\right)$  Puasson qanunu ilə təyin edilir:

$$P(I_u) = \frac{\tau_0}{\tau_k} \exp\left(-\frac{\tau_0}{\tau_k}\right)$$

Su anbarının etibarlılığı möhkəmlik rezervi funksionalı (F) ilə təyin edilir:  $F(R, S) > 0$  və ya  $F = P - S$ . Burada P - möhkəmlik ifadəsi, S - təsir edən təsadüfi seysmik quvvədir. O zaman qurğunun möhkəmliyinin itirməsi ilə bağlı ehtimalı aşağıdakı kimi olar:

$$V = \int_{-\infty}^0 P_F(F) dF = P_F(0)$$

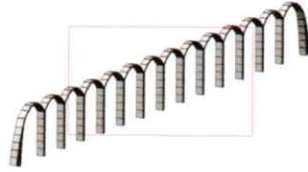
burada  $P_F$  və  $P_F(0)$  - F funksionalının sıxlığı və inteqral dağılma qanunudur. Əgər F normal qanununa görə dağılıbsa, o zaman riyazi gözləmə  $m(F)$  sifra yaxınlaşır və qrunntun orta kvadratik



təcili  $\sigma_0 = \sqrt{D_{0n}}$ , burada  $D_{0n}$  -dispersiya. Rəqsin maksimal amplitudu  $\ddot{X}_{0max}$  və amplitudun əmsalı A Normalara görə verilir [ 4, 5 ].

Zəlzələnin intensivliyi, balla	$\ddot{X}_{0max}$ sm/san <sup>2</sup>	$\sigma_0$ sm/san <sup>2</sup>	A
7	100	25	0.1
8	200	50	0.2
9	400	100	0.4

Nəzəri hesablamalar və eksperimental yoxlamalar nəticəsində su anbarının orta divarlarının az dayanıqlı və armatursuz inşa olduğuna görə dartılma qüvvəyə heç təsir göstərə bilməməkdədir. Buna görə qurğunun orta divarlarının ilk yığılmalarının ehtimalı daha çoxdur. Bir sırada 13 belə divar mövcuttur (şəkil 4.1).



Şəkil 4.1. Su anbarının 3D modelleməsilə en kəsiyi

Seysmik üfugü qüvvənin - S bir yüksək səviyyəyə gələndə qurğunun deformasiya şəkli dəyişir. Burada orta divarlarda və tağ kəmərlərdə heç armatur olmadığından və yaranan dartılma gərginlikləri divarın çatlamasına səbəb olur.

Burada bir divarın yığılma riskini araşdıraraq. Ona görə ki, bir divar yığılanda burada qüvvələrin yenidən paylanması baş verir və onsuz da kritik dayanıqlı durumda olan divar daha çox yüklənir və ən yaxın divar üzərinə düşə bilər. Onun ardınca yandakı və beləliklə bir "domino" prinsipi ilə bütün qurğu qısa zamanda tam dağıla bilər. Əgər xarici seysmik qüvvəyə S desək və divarın müqavimətini xarakterizə edən qüvvə R isə, o zaman hər iki qüvvəyə təsadüfi funksiya kimi baxsaq, burada əsas şərt  $R < S$  və ya  $R - S < 0$  olar. Yol verilə bilən sahəsi aşağıdakı şərtdən təyin edilir:  $m = R - S$

Əgər zəlzələdə yaranan seysmik üfugü qüvvə  $S_i = k_1 \times k_2 \times k_3 \times S_{0ik} = 1.5 \times 0.35 \times 1.0 \times 530tq = 278.25tq$  alsaq. O zaman divarın betondan olduğuna görə və bu betonun müayinə zamanı möhkəmlik parametrləri B30 sinifində olan beton üçün olar:  $R_b = 17.0MPa$  və  $R_{bt} = 1.15MPa$ . Müqavimət üzrə dispersiya  $\sigma_p = 0.1R$  qəbul edilə bilər. Seysmik qüvvədən yaranan gərginliyin dispersiyasını  $\sigma_s = 0.3S$  qəbul etsək. Divarda yaranan dartılma qüvvəsi  $R = 450kN$  olar. Risk sahəsi, yəni normal dağılım üçün median  $m = R - S = 450 - 278.25kN = 171.75kN$  olar. Öncə betonun müqaviməti ilə düşən qüvvətlə olan nisbətini hesablayaq:  $v_0 = \frac{R}{S} = \frac{450}{278.25} = 1.62$ . Buna ( $v_0$ ) etibarlılıq əmsalı deyirlər. Əgər variasiya əmsallarını  $\delta_R = 0.1$  və  $\delta_S = 0.3$  qəbul etsək, o zaman dispersiyanı  $\sigma_m$  hesablaya bilərik:

$$\sigma_m = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2} = S \sqrt{\delta_R^2 \left(\frac{R}{S}\right)^2 + \delta_S^2} = \sqrt{45^2 + 834.75^2} = 836kN$$

Yeni dəyişgən  $u = \frac{x - \xi}{\sigma_m}$  və ya  $u = \frac{0 - m}{\sigma_m} = \frac{2332.5}{836} = 2.79$  qəbul etsək Laplas düsturuna görə riski hesablaya bilərik:

$$risk = \Phi\left(-\frac{m}{\sigma_m}\right) = \Phi(u) = \Phi(2.79) = 0.997$$

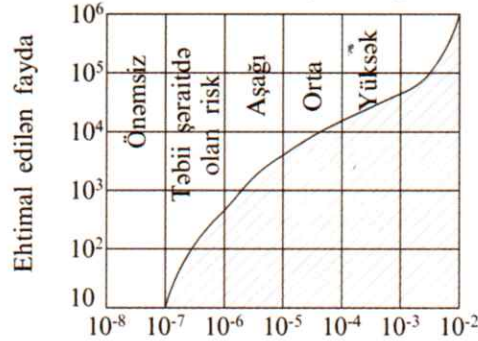
burada  $\Phi(u)$  funksiyasını cədvəldən tapırıq [ 2 ]. Ümumiyyətlə, qurğunun istismar müddətinin riskə təsiri aşağıdakı düsturla ilə təyin edilir:

$$R_T(T_0) = 1 - \exp\left(-\frac{T}{T_0}\right)$$

burada  $T_0$  -xarici qüvvənin təkrar olma periodu;  $T$  - qurğunun istismar periodu. Əgər  $T=150$  il və  $T_0=500$  il qəbul etsək, o zaman:

$$R_{150}(500) = 1 - \exp\left(-\frac{150}{500}\right) = 1 - e^{-0.3} = 0.258$$

Yəni 150 ildə bu qurğunun maksimal intensivliklə seysmik gücə məruzqalma ehtimalı 25.8% -dir.



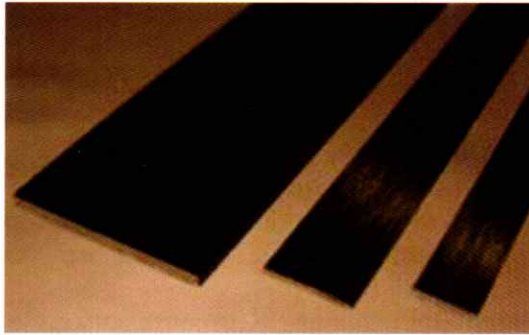
Bir obyektə ildə düşən dağılma ehtimalı

Şəkil 4.3

Risklə gözlənilən fayda arasındakı funksional bağlantı qeyri xətti qanunla bağlıdır və bunu şəkil 4.3-də görmək olar. Buradakı əyri xətt koordinat səthi iki yerə bölür - sağ tərəfdən bəlli şəraitlərdə qəbul edilən nəticələr (çizilmiş bölgə). Əyri xətdən sola qəbul edilməyən nəticələndir.

### 5. Su anbarı konstruksiyasının gücləndirmə üsulları

Dəmir-beton qurğuların gücləndirməsində son zaman geniş istifadə olunan karboplastik liflər tələb edir ki, yeni mühəndis hesablama üsulları tətbiq olunsun. Daha çox avia-kosmik sənayedə, gəmiçilikdə istifadə olunan bu material öz göstəricilərinə görə inşaat və hidrotexniki qurğularda yer almışdır. Poladdan çox yüngül, kimyəvi korroziyaya davamlılığı, yüksək möhkəmliyi bu materialı daha çox cəzib edir. Onun yüksək dartılmaya olan möhkəmliyi onun polad armaturla müqaisədə 7-11 dəfə en kəsiyini az tələb edir. Bu armaturu klassik polad armaturdan fərqli olaraq laminat liflər, incə kumaş lent şəklində görmək olur. Dartılma qüvvəsi  $R_t=4000\text{N/mm}^2$ , elastiklik modulu  $E=240000\text{N/mm}^2$ , yüngül olması, sıxlığı  $\gamma=1.8\text{g/sm}^3$ . Bu tip armatur liflər epoksid əsaslı qatranla beton səthə yapışdırılır. Burada MasterBrace ADH 4000 markalı epoksid qatran tövsiyyə olunur. Laminatlar uzunluğu 250m, eni 5-15sm və qalınlığı 1.2-1.5mm-ə qədər istehsal olunur (şəkil 5.1). Yerində rulon şəklində gətirilir. Epoksid qatran fırça, valik və ya şpatel vasitəsilə beton üzərinə sürtülür (şəkil 5.2). Kumaş şəkilli qalınlığı 0.167mm olan karboplastikli bantlar daha çox əyrilikli sahələrdə və sarılma tələb olunan yerlərdə istifadə olunur (şəkil 5.3).



Şəkil 5.1

Həm karboplastik laminatlar, həm də ki kumaşlar MasterBrace FRP markalı Alman kimyəvi şirkəti tərəfindən tətbiq edilir. Karboplastik armaturun su anbarı divarına yerləşdirilmə qaydası aşağıdakı 3.4 şəkildə göstərilmişdir .





Şəkil 5.2



Şəkil 5.3

### Nəticələr və tövsiyələr

- Qurğunun seysmik dağılma riski yüksək olduğundan anbarın orta divarlarının sərtliyi artırılmalıdır
- Su anbarının orta divarları mütləq karboplastik armaturla gücləndirilməli, sərtliyi və yükə dayanıqlığı artırılmalıdır;
- Su anbarını gücləndirmək üçün seysmik dağılma riskini minimuma endirmək üçün konstruktiv müxtəlifliyə (diversifikasiya) nail olmaq lazımdır. Karboplastik armatur və digər yeni elementlər bu məqsədlə səmərəli sayıla bilər;
- Anbarların üzərində qurulan park abadlıq işlərinin hasarsız keçməsi üçün izolyasiya qatı və sahədəki drenaj sistemi tam yenilənməlidir;
- Anbar içində çox sayda olan çatlar mütləq torkret betonlama üsulu ilə doldurulmalı və içməli suyun sızması aradan qaldırılmalıdır;

### İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. T.X.Əliyev. Seysmik riskin azaldılmasının yeni metodu. Azərbaycan ərazilərində seysmoproqnoz müşahidələrin kataloqu, 2011, səh.28-31
2. Синицын А.П. Расчет контрукций на основе теории риска. - М.: Стройиздат, 1985.-304 с.
3. Ж.Б.Байнатов, Г.Б.Мурзалина, А.Е.Донаев. Сейсmobезопасность зданий в предельном состоянии с учетом фактора риска. Вестник КазНТУ № 6 2014
4. СП 14.13330. Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81\* Издание официальное Москва 2013
5. AzDTN 2.3-1. Seysmik rayonlarda tikinti. Bakı 2010.
6. Н.Мастанзаде, Н.Султанов. Обследование, анализ и проект усиления подводного резервуара питьевой воды. «Взаимодействие оснований сооружений. Подземные сооружения и подпорные стены» Санкт-Петербург, 16-18 июня 2014 г.
7. М.Мирзоев, Н.Мастанзаде, Х.Расулов. Вторая молодость Шолларского водопровода. Тандем: Цемент&Строительство № 2/2013
8. К.Оджагова. Городское самоуправление Баку в конце XIX - начале XX вв Баку.2003
9. СНиП 2.06.08-87. Бетонные и железобетонные гидротехнические сооружения. М.1988
10. Məstanzadə N.S., Ağamirov M.Ə., Sultanov N.A. Şollar su anbarının araşdırması və gücləndirmə üsulları. AzİMETİ 30 "İnşaat və memarlıqda elmi--texniki tərəqqi" 16-17 oktyabr 2014.Bakı.
11. Межгосударственный стандарт. Гост31938—2012.Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия. (ISO 10406-1:2008, NEQ).Москва. Стандартиформ. 2014
12. СТОНОССТРОЙ 2.6.90-2013. Применение в строительных бетонных и геотехнических конструкциях неметаллической композитной арматуры. М.2014
13. Ю.Г.Хаяутин Применение углепластиков для усиления строительных конструкций. Вопросы реконструкции и восстановления. №6. 2002
14. Master Builders solutions. BASF Yapı Kimyasalları ürün broşürü. BASF
15. Т.Əliyev. Dinamika (Dinamikanın əsasları və yeraltı qurğuların dinamikası), "Bayatı" sifariş ədəbiyyatı mərkəzi. Bakı, 1994, 214 səhifə.



UOT 338.45;69

AZƏRBAYCAN REGIONLARININ DİNAMİK İNKİŞAFINDA  
DÖVLƏT PROQRAMLARININ ROLU*iqt.üzrə f.d., E.S.Nuriyev şöbə müdiri, Y.M.İbrahimli aparıcı elmi işçi  
Azərbaycan İnşaat və Memarlıq ETİ*РОЛЬ ГОСПРОГРАММ В ДИНАМИЧЕСКОМ РАЗВИТИИ  
РЕГИОНОВ АЗЕРБАЙДЖАНА*д.ф.по экон., зав.отд. Э.С.Нуриев, вед.н.с. Ю.М.Ибрагимли  
Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры*

## ROLE OF STATE PROGRAMS ON DYNAMIC DEVELOPMENT OF REGIONS AZERBAIJAN

*phd in econom. E.S.Nuriyev head of department, Y.M.Ibrahimli leading scientific worker  
Azerbaijan Scientific-Research Institution of Construction and Architecture*

**Xülasə:** Məqalədə Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 11.02.2004-cü il və 14.04.2009-cu il tarixli Fərmanları ilə "Azərbaycan Respublikası regionlarının 2004-2009 və 2009-2013-cü illərdə sosial-iqtisadi inkişafı" Dövlət Proqramlarının həyata keçirilməsi ilə əlaqədar ölkədə və regionlarda iqtisadi və makroiqtisadi göstəricilərin dinamikası, yerinə yetirilən tədbirlər nəticəsində regionlarda ölkə iqtisadiyyatı sahələrində (sənayedə, kənd təsərrüfatında, sosial-mədəni, məişət və digər) əldə edilmiş müsbət nəticələr və ciddi dönüşlərin səbəbləri araşdırılır. Proqramın yerinə yetirilməsində böyük rolunu olan tikinti təşkilatlarının fəaliyyəti təhlil edilir. "Azərbaycan Respublikası regionlarının 2014-2018-cü illərdə sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramları"nın həyata keçirilməsi ilə əlaqədar tikinti təşkilatları qarşısında duran vəzifələri həyata keçirmək məqsədilə təkliflər verilir.

**Açar sözlər:** *Adambaşına düşən ÜDM, diversifikasiya, bir sakinə düşən ümumi mənzil sahəsi, sənaye istehsalının ərazi strukturu.*

**Аннотация:** В статье анализируются Государственные Программы принятые Указом Президента Азербайджанской Республики от 11.02.2004 года, а также 14.04.2009 года по «Социально-экономическому развитию регионов Азербайджана в 2004-2008 и 2009-2013 гг.». Рассматриваются влияние этих программ на макроэкономические показатели страны, а также реализация мер предусмотренных в программах на социально-экономическое развитие регионов республики. Анализируются достигнутые положительные результаты в период реализации этих программ, даются выводы и предложения по дальнейшему ускорению социально-экономического развития регионов республики в свете требований Программы «Социально-экономического развития регионов Азербайджана 2014-2018 гг.».

**Ключевые слова:** *ВВП на душу населения, диверсификация, общая площадь жилья, приходящая на 1 чел, территориальная структура промышленной продукции.*

**Summary:** On the article in relevant to the implementation of «State Program (years of 2004-2008 and 2009-2013) on social-economic development of the regions of the Republic of Azerbaijan » by the decrees of Azerbaijan President of 11.02.2004 and 14.04.2009 it is researched the dynamics of economic and macroeconomic indicators in the country and regions, the reasons of gained positive results and changes in the consequence of implemented measures in the economical fields (industry, agriculture, social and cultural, life conditions and etc.). The function of construction organizations which play great role on implementing of program is analysed. Related to the implementation of «State Program (years of 2014-2018) on social-economic development of the regions of the Republic of Azerbaijan » the offers is presented in order to carry into effect the forthcoming obligations.

**Key words:** GDP per man, diversification, Gross Living Area ( housing area) per occupant, area structure of industry production.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 11.02.2004-cü il və 14.04.2009-cu il tarixli Fərmanları ilə "AR Regionlarının 2004-2008-ci və 2009-2013-cü illərdə sosial-iqtisadi inkişafı" Dövlət Proqramları təsdiq edilmişdir. Dövlət Proqramlarının əsas məqsədi iqtisadi inkişafın regional baxımdan tarazlığının təmin edilməsi, bölgələrdə əhalinin sosial rifahı və həyat səviyyəsinin daha da yüksəldilməsi, ölkə iqtisadiyyatının, xüsusilə qeyri-neft sektorunun dinamik inkişafına yönəldilmiş tədbirlərin ardıcıl və əlaqəli şəkildə həyata keçirilməsindən ibarətdir.

Hər il ölkədə əsas fondların genişləndirilməsinə və təkmilləşdirilməsinə milli gəlirin 20 %-i sərf olunur. Tikinti, maşınqayırma ilə birgə iqtisadiyyatın bütün sahələrinin əsas fondlarını və istehsal güclərini formalaşdırır və iqtisadiyyatın proporsiyalarının təkmilləşdirilməsində, sahələrin və respublikanın regionlarının texniki-iqtisadi və sosial inkişaf səviyyəsinin tarazlaşdırılmasında, təkrar istehsalın təmin edilməsində və ətraf mühitin mühafizəsində çox mühüm rol oynayır. Tikinti, elmi-texniki tərəqqinin nailiyyətləri ölkə iqtisadiyyatının aparıcı sahələrində tətbiqinə imkan yaradır və iqtisadiyyatın sürətlə inkişafına zəmin yaradır. Bu gün tikinti sahəsindəki fəal quruculuq işləri təsdiq edir ki, ölkənin, onun regionlarının möhkəm sosial iqtisadi mövqeyi vardır.

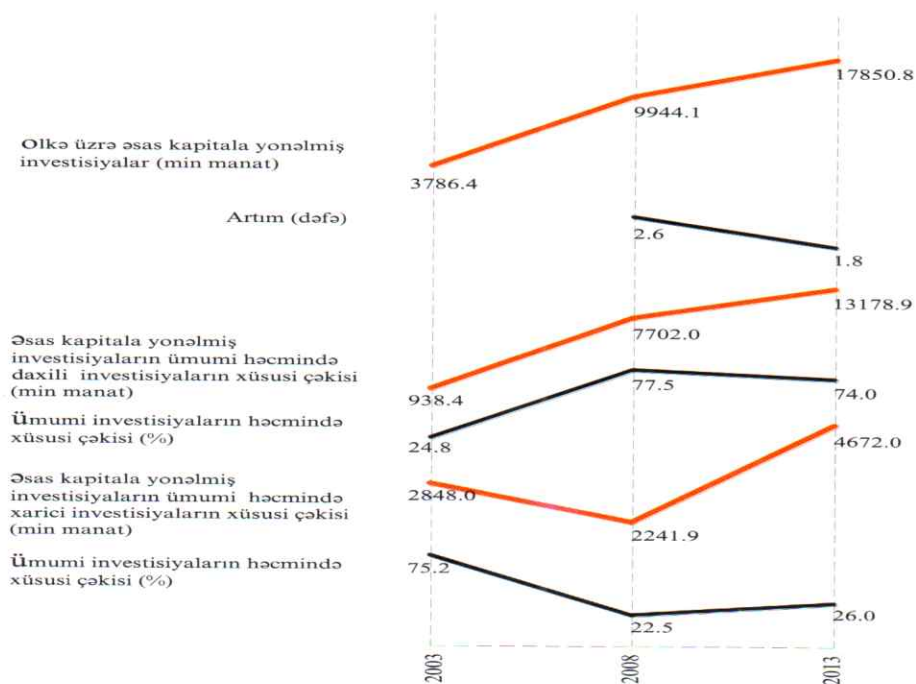


Respublikada məhsuldar qüvvələrin sürətlə inkişafında və yenidən qurulmasında, istehsal potensialının daim artmasında, əhalinin maddi rifahının yaxşılaşdırılmasında yuxarıda qeyd edilən "Azərbaycan Respublikası Regionlarının sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramları"nın icrasının böyük rolu olmuşdur.

Bu proqramların həyata keçirilməsi sərmayə cazibədarlığının artırılması baxımından mühüm rol oynamışdır. Regionlar arasında sosial-iqtisadi inkişaf disproporsiyalarının aradan qaldırılması, təbii resurslardan və regionların təbii şəraitindən səmərəli istifadə hesabına, kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalının artırılması, qeyri-neft sektorunun, o cümlədən, emaledici sənayenin, turizmin daha da inkişaf etdirilməsinə nail olunması, məşğulluq səviyyəsinin artırılması və beləliklə də, əhalinin həyat səviyyəsinin yüksəldilməsinin təmin olunması nəzərdə tutulmuşdur. Bu proqramların reallaşdırılmasında, yerli qurumlarla yanaşı, xarici sərmayədarlar, beynəlxalq maliyyə institutları, müəssisələr, eləcə də, işgüzar şəxslər də fəal iştirak etmişlər. Dövlət investisiya siyasəti, eyni zamanda məhsuldar qüvvələrin, ilk növbədə, sənayenin ərazi təşkilinin təkmilləşdirilməsi, təbii resursların təsərrüfat dövriyyəsinə daha tam cəlb olunmasını və əmək qabiliyyətli əhalinin məşğulluğunun yüksəldilməsini təmin etmişdir. 2004-2008-ci illər üçün qəbul edilmiş "Azərbaycan Respublikası regionların sosial-iqtisadi inkişafı" Dövlət Proqramının həyata keçirilməsi nəticəsində ölkədə makroiqtisadi göstəricilər səviyyəsində yüksək artım əldə edilmişdir. Ümumi Daxili Məhsulun (ÜDM) real həcmi 2.6 dəfə artaraq 38 mlrd. manat olmuş və onun adambaşına düşən nominal həcmi 5 dəfə artmışdır. 2008-ci ildə ÜDM-da qeyri-dövlət sektorunun payı 84.5 % təşkil etmişdir. Bu illər ərzində qeyri-neft sektoru 1.8 dəfə artmış, bütün investisiyaların həcmində qeyri-neft sektoruna qoyulan sərmayələrin həcmi 6.2 dəfə artaraq xüsusi çəkisi 2003-cü ildəki 26.8 faizdən 2008-ci ildə 69 %-ə çatmışdır.

Ölkə üzrə əsas kapitalla yönəlmiş investisiyaların ümumi həcmində xarici investisiyaların xüsusi çəkisi 2003-cü ildə 75.2 %-dən 2013-cü ildə azalaraq 26% təşkil etmişdir. Eyni zamanda daxili investisiyaların xüsusi çəkisi müvafiq olaraq 2003-cü ildə 24.8 %-dən 2013-cü ildə 74 %-ə qədər yüksəlmişdir. (bax: qrafik)

Əsas kapitalla yönəlmiş investisiyaların həcmində  
daxili və xarici investisiyaların xüsusi çəkisi  
(min manat)





Ölkə iqtisadiyyatının əsas xüsusiyyətlərindən biri də regionlar üzrə iqtisadiyyatın tarazlığını təmin etmək olmuşdur.

Təhlil göstərir ki, 2008-ci ildə 2004-cü ilə nisbətən ölkə üzrə əsas fondların istifadəyə verilməsi 2.4 dəfə, əsas kapitalla qoyulan investisiyaların həcmi 2.0 dəfə, yaşayış evlərinin istifadəyə verilməsi 1.4 dəfə artmışdır. Bu göstəricilər Naxçıvan iqtisadi rayonu üzrə müvafiq olaraq 3.0; 3.9; 4.5 dəfə, Gəncə-Qazax iqtisadi rayonu üzrə 1.3; 8.3; və 1.7 dəfə, Lənkəran iqtisadi rayonu üzrə 1.5; 10; və 13 dəfə, Quba-Xaçmaz iqtisadi rayonu üzrə isə 4.8; 28; və 2.7 dəfə artmışdır.

2009-2013-cü illər üzrə respublika sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramının uğurla həyata keçirilməsi ölkənin iqtisadi rayonlarının inkişafını daha da sürətləndirmiş, insanların həyat tərzini xeyli yaxşılaşdırmışdır. Belə ki, 2013-cü ildə 2009-cu ilə nisbətən əsas kapitalla qoyulan investisiyalar ölkə üzrə 2.3 dəfə artdığı halda, Naxçıvan iqtisadi rayonunda 2.5 dəfə, Şəki-Zaqatala iqtisadi rayonunda 6 dəfə, Lənkəran iqtisadi rayonunda 5.0 dəfə, Quba-Xaçmaz iqtisadi rayonunda 1.6 dəfə və digər regionlarda da artım müşahidə edilmişdir.

Regionlarda istifadəyə verilmiş əsas fondların artımı ilə yanaşı, sənaye məhsulunun artımı da müşahidə olunur. Aşağıdakı cədvəldən göründüyü kimi, 2003-cü ildə 1999-cu ilə nisbətən, ölkədə sənaye məhsulu 127% artdığı halda, bu göstərici 2008-ci ildə 2003-cü ilə nisbətən 6.8 dəfə, Naxçıvan iqtisadi rayonunda 9.4 dəfə, Şəki-Zaqatalada 5.6 dəfə, Dağlıq Şirvanda 4.3 dəfə, Quba-Xaçmazda 3.8 dəfə çox olmuşdur.

*Cədvəl 1. AR-da regionlar üzrə sənaye istehsalının ərazi strukturunun dinamikası*

İqtisadi rayonlar	2003-cü il	2008-ci il	2013-cü il dəfə
Abşeron	113	3.3 dəfə	4.0
Gəncə-Qazax	176	255	2.0
Şəki-Zaqatala	135	5.6 dəfə	1.5
Lənkəran	175	3.7 dəfə	1.5
Quba-Xaçmaz	135	3.8 dəfə	1.3
Aran	0.98	2.3 dəfə	1.5
Yuxarı Qarabağ	161.5	4.3 dəfə	1.9
Kəlbəcər-Laçın	-	-	-
Dağlıq Şirvan	4 dəfə	4.3 dəfə	1.4
Naxçıvan	129	9.4 dəfə	4.0
Bakı	130	7.4 dəfə	1.5
Azərbaycan Respublikası	127	6.8 dəfə	1.4

Aparılan araşdırmalar göstərir ki, 2009-2013-cü illər respublika üzrə sosial-iqtisadi inkişafı Dövlət Proqramının uğurla həyata keçirilməsi ölkənin iqtisadi rayonlarının inkişafını təmin etmişdir. Belə ki, ölkə üzrə sənaye istehsalı 1.4 dəfə artdığı halda, iqtisadi rayonlarda: Naxçıvanda - 4.0 dəfə, Gəncə-Qazaxda - 2.0 dəfə, Şəki-Zaqatalada - 1.5 dəfə və s. artmışdır. Dövlət Proqramlarında sosial obyektlərin tikilib vaxtında istifadəyə verilməsinə xüsusi diqqət yetirilmişdir. Əgər 1999-2003-cü illər ərzində ölkədə 3.6 mln.kv.m. mənzil sahəsi istifadəyə verilmişdisə, 2004-2008-ci illərdə bu göstərici 8 mln.kv.m.-ə çatdırılmış və ya 2.2 dəfə artmışdır. Müvafiq dövrlərdə, ümumtəhsil məktəblərində 24.9 min və 264 min şagird yeri (10 dəfə artım), xəstəxanalarda isə 463 və 2104 çarpayı (4.5 dəfə artım) istifadəyə verilmişdir.

Sonrakı illər ərzində regionlarda sosial-mədəni obyektlərin tikintisi böyük vüsət almışdır. Araşdırmalar göstərir ki, iqtisadi rayonlar üzrə 2009-2013-cü illərdə 11 mln.kv.m.-ə yaxın yaşayış evləri istifadəyə verilmişdir. İstifadəyə verilmiş yaşayış evlərinin 80 %-i vətəndaşların şəxsi vəsaiti hesabına həyata keçirilmişdir. Eyni zamanda, ümumtəhsil məktəblərində 150 minə yaxın şagird yeri, 650 min çarpayısı olan xəstəxanalar, bir növbədə qəbul etmək üçün 3981 nəfərlik ambulator poliklinika istifadəyə verilmişdir.

Təhlil göstərir ki, ölkədə və regionlar üzrə əhalinin hər 1000 nəfərinə düşən istifadəçiyə verilmiş yaşayış evlərinin ümumi sahəsi daima artır. Belə ki, 2000-ci il üçün bu göstərici 61 m<sup>2</sup> idisə, 2005-ci ildə 190 m<sup>2</sup>, 2010-cu ildə 229 m<sup>2</sup>, 2013-cü ildə isə 258 m<sup>2</sup> təşkil etmişdir. Bu da regionlarda hər sakinə düşən mənzil sahəsinin artmasına səbəb olmuşdur.

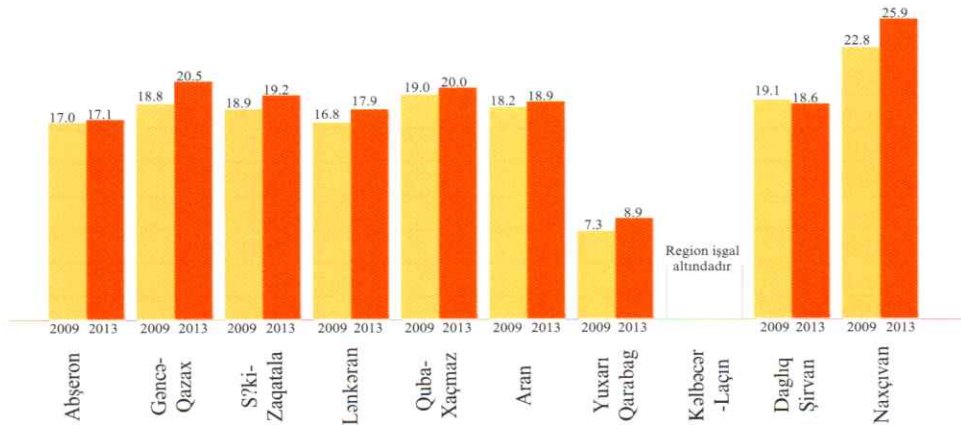


Aşağıdakı diaqramdan görüldüyü kimi orta hesabla bir sakinə düşən ümumi mənzil sahəsi Naxçıvan iqtisadi rayonunda 2013-cü ildə 2009-cu illə müqayisədə 136 %, Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunda müvafiq olaraq 109 %, Şəki-Zaqatalada 102%, Lənkəranda 107 %, Quba-Xaçmazda 105 % artmışdır.

Ümumiyyətlə, 2003-2013-cü illər ərzində ölkə üzrə ümumi sahəsi 19.5 mln. m<sup>2</sup> olan mənzil sahəsi istifadəyə verilmiş, onlardan 6.4 mln. m<sup>2</sup> (32%) kənd yerlərində inşa edilmişdir. Əhalinin şəxsi vəsaiti hesabına istifadəyə verilmiş fərdi yaşayış evləri 12.9 mln.m<sup>2</sup> və yaxud yaşayış evlərinin 66.1%-ni təşkil etmişdir. Eyni zamanda, ölkədə 7274 çarpayılıq xəstəxana, növbədə 7922 xəstəni qəbul edən ambulatoriya-poliklinika müəssisəsi, 461.2 min şagird yerlik ümumtəhsil məktəbi, 13775 yerlik məktəbəqədər təhsil müəssisəsi və digər sosial-mədəni obyektlər tikilib istifadəyə verilmişdir.

2013-cü ildə 2009-cu ilə nisbətən Aran iqtisadi rayonunda ümumtəhsil məktəblərində şagird yerləri 2.8 dəfə, Şəki-Zaqatala iqtisadi rayonunda 3.3 dəfə, Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunda 2 dəfə artmış və digər regionlarda da artım əldə edilmişdir. Ölkənin bütün iqtisadi rayonlarında vətəndaşların nominal orta əmək haqqı 1.4 -1.7 dəfə artmışdır.

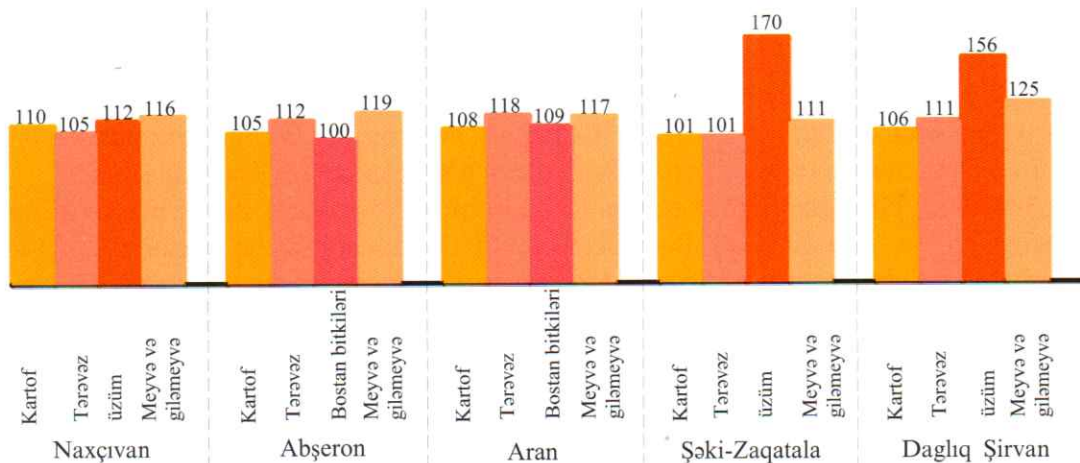
Regionlar üzrə bir sakinə orta hesabla düşən  
ümumi mənzil sahəsi kv.m.



Ötən illər ərzində əhalinin zəruri ərzaq məhsulları ilə təmin edilməsi üçün aqrar bölmədə aparılan məqsədyönlü islahatlar bu sahənin sürətli inkişafına zəmin yaratmışdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, dövlət tərəfindən aqrar sektorunda çalışan istehsalçılara və emal müəssisələrinə yeni texniki və maliyyə dəstəyi bu bölmənin inkişafına böyük təkan vermişdir. Belə ki, kənd təsərrüfatı məhsulları istehlakçılarının istifadə etdikləri yanacaqın, motor yağının və mineralgübrələrin dəyərinin orta hesabla 50 faizinin 2007-ci ildən dövlət tərəfindən ödənilməsi bu sahənin inkişafına geniş vüsət vermişdir. 2008-ci ildə 2003-cü illə müqayisədə taxıl istehsalı 21,4 %, kartof– 40,1 %, bostan məhsulları – 14,3 %, üzüm – 78,1 %, yumurta istehsalı – 7,9 %, yun istehsalı 2,3% artmış, aqrar sektorun ümumi məhsulu isə 25,2 % artmışdır. Aşağıdakı diaqramdan görüldüyü kimi 2013-cü ildə 2009-cu ilə nisbətən Naxçıvan iqtisadi rayonunda kartof istehsalı 110 %, tərəvəz 105 %, üzüm 112 %, meyvə və giləmeyvə 116 %, Dağlıq-Şirvan iqtisadi rayonunda kartof 106 %, üzüm 156 %, meyvə və giləmeyvə 125 %, tərəvəz 111 %, Şəki-Zaqatala iqtisadi rayonunda üzüm 170 %, meyvə və giləmeyvə 111%, Lənkəran iqtisadi rayonunda üzüm 2.4 dəfə, meyvə və giləmeyvə 1.6 dəfə, çay 115 %, Aran iqtisadi rayonunda kartof 108 %, tərəvəz 118 %, və giləmeyvə 117 % artmışdır.

### Kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalı 2013-cü ilin 2009-cu ilə nisbəti (faizlə)



Dövlət Proqramları çərçivəsində iqtisadi rayonlarda infrastrukturun müasir tələblərə uyğun inkişafı, əhalinin kommunal xidmətlərlə - elektrik enerjisi, qaz və su ilə təchizatının kökündən yaxşılaşdırılması, səhiyyə və təhsil müəssisələrinin tikintisi, əhalinin sosial vəziyyətinin daha da yaxşılaşdırılması istiqamətində böyük işlər görülmüş, bu sahədə Azərbaycan Dövləti tərəfindən irihəcmli sərmayələr qoyulmuşdur. Regionlarda Dövlət investisiya xərcləri hesabına istilik, kanalizasiya sistemlərinin yenidən qurulması, eyni zamanda beynəlxalq maliyyə qurumlarını cəlb etməklə bir neçə layihələr həyata keçirilmişdir. Onların arasında Oğuz - Qəbələ - Bakı su kəmərinin tikintisini, Gəncə, Şəki, Ağdaş və Göyçay şəhərlərinin, eləcə də kiçik şəhərlərin su təchizatı və kanalizasiya sistemlərinin yenidən qurulmasını və istifadəyə verilməsini göstərmək olar.

Ölkənin hərtərəfli inkişafı üçün idman potensialının gücləndirilməsi də çox böyük əhəmiyyət kəsb edir. Ötən dövr ərzində ölkənin regionlarında 30-dan artıq Olimpiya kompleksi tikilib istifadəyə verilmişdir. Cari ilin 12-28 iyun tarixində Bakı və Mingəçevir şəhərlərində keçirilmiş Avropa Oyunları ilə əlaqədar 4 obyekt qrupu üzrə 18 idman obyektı və H.Əliyev prospektində idman şəhərciyi tikilib istifadəyə verilmişdir. Olympic Village (Atletlər Kəndi) Bakının Nizami rayonunda yerləşir. Atletlər kəndi 13 binadan, üç və dörd otaqlı 16 müxtəlif növ mənzildən ibarətdir. Daimi idman obyektlərinin sayı 12-dir. Onlardan beşi - Milli Gimnastika Arenası, Veloparkı, Bakı Su İdmanı Mərkəzi, Bakı Atıcılıq Mərkəzi və Olimpiya Stadionu inşa edilmişdir. Həmçinin Su Polosu Arenası, Çimərlik Arenası, Basketbol Arenası, Dağ Velosipedi Veloparkı, eyni zamanda Triatlon və Velosiped yarışları üçün nəzərdə tutulmuş altı müvəqqəti idman obyektı da yaradılmışdır. Azərbaycan idmançıları uzun illər üçün dünya standartlarına cavab verən müasir idman qurğuları əldə etmişlər.

Azərbaycanda bu proqramların həyata keçirilməsində regionların sosial-iqtisadi inkişafının sürətlənməsində ölkədə fəaliyyət göstərən tikinti təşkilatlarının böyük rolu olmuşdur. Bazar iqtisadiyyatı şəraitində respublikada fəaliyyət göstərən tikinti təşkilatları bu iki Dövlət Proqramının yerinə yetirilməsində uğurla çalışmışlar.

Qeyd etmək lazımdır ki, proqramların yerinə yetirilməsinə bütün maliyyə mənbələri hesabına 50.7 mlrd. manat həcmində vəsait yönəlmişdir. Birinci proqramın (2004-2008-ci illər) yerinə yetirilməsinə 16 mlrd. manat, ikincinin (2009-2013-cü illər) icrasına isə 34.7 mlrd. manat və yaxud 2.1 dəfə artıq vəsait sərf edilmişdir.

Tikinti təşkilatlarının səyi nəticəsində hər iki proqram çərçivəsində regionlarda və şəhərlərdə sənaye, kənd təsərrüfatı, sosial, xidmət obyektləri və digər obyektlər vaxtında istismara verilmişdir.



Onların içərisində Bakı-Tbilisi-Ceyhan neft boru kəməri, Bakı-Tbilisi-Ərzurum qaz kəməri, Beynəlxalq Avtovağzal Kompleksi, Bakı şəhərində Azadlıq metro stansiyası, Xaçmaz rayonunda “Qafqaz” konserv, Masallıda şəkər istehsalı, Abşeronda “Azbentonit” zavodları, Naxçıvanda, Qəbələdə, Lənkəranda Beynəlxalq Hava Limanları, H.Əliyev Beynəlxalq Hava Limanında yük terminalı, Şəmkirdə, İsmayılıda, Şərurda, Ağdamda, Sabirabadda, Ağdaşda, Göyçayda, Balakəndə, Tovuzda Olimpiya İdman Kompleksləri, Zaqatalada, Şirvanda, Naxçıvanda, Qəbələdə, Gəncədə, Qazaxda, Cəlilabadda Müalicə Diaqnostika Mərkəzləri, Qəbələdə, Lənkəranda Turizm-istirahət Kompleksləri, Naxçıvanda Vayxır Su Elektrik Stansiyası, Naxçıvan, Ağdam, Lənkəran, Biləsuvarada Heyvandarlıq Kompleksləri, ət məhsulları istehsal edən sexlər, konserv zavodu, çay fabriki, Bakı şəhəri Qaradağ rayonunda sement zavodu, Bakı və digər şəhərlərdə Avropa standartlarına uyğun otel və sairə müəssisələr istifadəyə verilmişdir. Bu illər ərzində regionlarda tikinti-quraşdırma işləri aparən təşkilatların makroiqtisadi göstəriciləri xeyli yaxşılaşmışdır.

Təhlil göstərir ki, ölkə üzrə tikinti təşkilatları tərəfindən öz gücləri ilə yerinə yetirilmiş işin (xidmətin) həcmi 2008-ci ildə 2004-cü ilə nisbətən 2.7 dəfə artmışdırsa, bu göstərici 2013-cü ildə 2009-cu ilə nisbətən 2.5 dəfə artmışdır. Tikinti təşkilatları tərəfindən öz gücləri ilə yerinə yetirilmiş işin (xidmətin) həcmi 2004-cü ildə 1.4 mlrd. manat təşkil edirdisə, 2013-cü ildə bu göstərici 8.7 mlrd. manat olmuş və yaxud 6.2 dəfə artmışdır. Tikinti təşkilatlarında çalışan işçilərin orta aylıq nominal əmək haqqı 2013-cü ildə 2004-cü ilə nisbətən 2.9 dəfə artmışdır.

Tikinti təşkilatları tərəfindən öz gücləri ilə yerinə yetirilən işlərin həcmi və orta aylıq nominal əmək haqqı Naxçıvan iqtisadi rayonunda 2013-cü ildə 2009-cu ilə nisbətən 3.3-1.5 dəfə, müvafiq olaraq Abşeron iqtisadi rayonunda 1.6-1.7 dəfə, Gəncə-Qazax iqtisadi rayonunda 2.7-1.4 dəfə, Şəki-Zaqatala iqtisadi rayonunda 2.9-1.4 dəfə və digər iqtisadi rayonlarda da artım müşahidə edilir.

Beləliklə, ölkədə formalaşmış əlverişli iqtisadi mühit dövlət proqramlarının uğurla yerinə yetirilməsinə zəmin yaratmışdır.

Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 27.02.2014-cü il tarixli Fərmanına əsasən “Azərbaycan Respublikası regionlarının 2014-2018-ci illərdə sosial-iqtisadi inkişafı” Dövlət Proqramı təsdiq edilmişdir. Məqsəd ölkə iqtisadiyyatının diversifikasiyası, qeyri-neft sektorunun və regionların sürətli inkişafını təmin etmək üçün iqtisadi tədbirlərin davam etdirilməsi, kəndlərin inkişafı ilə bağlı infrastrukturun və sosial xidmətlərin daha da yaxşılaşdırılmasından ibarət olacaqdır. Bununla əlaqədar regionlarda infrastruktur təminatının, o cümlədən əhalinin kommunal xidmətlərinin yaxşılaşdırılması, ixrac yönümlü və rəqabətə davamlı məhsul istehsalı istiqamətində özəl sektorun inkişafının sürətləndirilməsi kimi vacib vəzifələrin yerinə yetirilməsi tələb olunur.

Bu tələbləri layiqincə həyata keçirmək üçün tikinti təşkilatlarının maddi-texniki bazasını daha da möhkəmləndirmək, yeni texnika və texnologiyalar ilə təchiz etməklə tikintinin idarəçiliyini və təşkilini müasir səviyyəyə qaldırmaq, tikintidə əməyin elmi təşkilini təmin etmək lazımdır.

### **Təklif və nəticələr:**

1. “AR Regionlarının sosial-iqtisadi inkişafı” Dövlət Proqramlarının (2004-2008 və 2009-2013-cü illər) həyata keçirilməsi nəticəsində əhalinin maddi rifahı yaxşılaşmışdır. 10 il ərzində ÜDM 3.2 dəfə, o cümlədən qeyri-neft sektoru 2.6 dəfə, sənaye 2.7 dəfə, aqrar sektor 1.5 dəfə, əsas kapitalla yönəlmiş investisiyalar 6.5 dəfə, əhalinin gəlirləri 6.5 dəfə, orta aylıq əmək haqqı 5.5 dəfə artmışdır. Ölkədə orta illik iqtisadi artım 12.9 % təşkil etmişdir.

2. Regionların inkişafına qoyulan investisiyaların həcmiminin daima artması, nəzərdə tutulan sənaye, kənd təsərrüfatı, mədəni-məişət, xidmət və kommunal obyektlərin istifadəyə verilməsi, mənzil və digər sosial obyektlərin tikintisi, əhalinin həyat səviyyəsinin xeyli yüksəlməsinin əsas səbəblərindən biri olmuşdur. Heç də təsadüfi deyil ki, regionlarda yaşayan hər sakinə düşən mənzil sahəsi 10 il ərzində orta hesabla 10-15 % artmışdır.

3. Bu iki proqramın həyata keçirilməsinə bütün maliyyə mənbələri hesabına 50.7 mlrd. manat vəsait yönəldilmişdir. Birinci proqrama (2004-2008-ci illər) nisbətən ikinci proqrama (2009-2013-cü illər) 2.1 dəfə artıq vəsait sərf edilmişdir. Bunun nəticəsində ölkə iqtisadiyyatının inkişafının sürətlənməsinə mühüm təsir göstərən vacib sənaye, kənd təsərrüfatı, sosial və digər mədəni xidmət obyektləri istifadəyə verilmişdir.



4. 2009-2013-cü illərdə ölkənin aqrar sektorunda ənənəvi sahələr olan taxılçılığın, üzümçülüğün, meyvəçiliyin, tütünçülüğün, çayçılığın, ipəkçiliyin və digər prioritet sahələrin inkişafı davam etdirilmişdir. Bu göstəricilərin daha da sürətlənməsini stimullaşdırmaq məqsədilə ölkə Prezidentinin 15 aprel 2015-ci il tarixli Sərəncamına əsasən kənd təsərrüfatı məhsullarının istehsalçılarına hər hektar əkin sahəsinin becərilməsində və çoxillik əkmələrin aparılmasında istifadə etdikləri yanacaq və motor yağlarına görə dövlət büdcəsinin vəsaiti hesabına verilən yardımın həcmnin 25 % artırılması nəzərdə tutulmuşdur.

5. Bazar iqtisadiyyatı şəraitində ölkədə formalaşmış müvafiq iqtisadi mühit Dövlət Proqramlarının uğurla yerinə yetirilməsinə əlverişli zəmin yaratmışdır. Eyni zamanda, bu illər ərzində ölkənin və regionların sosial-iqtisadi inkişafında yüksəliş çox çətin şəraitdə əldə edilmişdir. Dünyada 2008-2010-cu illərdə və hal-hazırda davam edən iqtisadi böhran bütün ölkələri çətin vəziyyətə qoymuşdur. Bu istər-istəməz Azərbaycana da mənfi təsir göstərmişdir. Lakin, Beynəlxalq Maliyyə Təşkilatları dünyada gedən böhranla əlaqədar Azərbaycanda aparılan iqtisadi və təşkilati tədbirləri yüksək qiymətləndirmiş, hökumətin böhran zamanı müstəqil, düzgün qərar qəbul etməsini vurğulamışlar.

6. Son vaxtlar aparılan təhlil göstərir ki, artıq dünyanın bütün ölkələrinin üzlədiyi maliyyə və iqtisadi böhranın nə dərəcədə dərin və uzun müddətli olacağını demək çətinidir, lakin, dünya ekspertlərinin rəyinə görə bu böhranın ölkələrin iqtisadiyyatına təsirinin böyüyəcəyi ehtimalı vardır. Qeyd etmək lazımdır ki, ölkələrdə mövcud olan oxşar iqtisadi problemlərin olmasına baxmayaraq, onların həllinin universal çıxış yollarını tapmaq çətinidir. Bununla bağlı vurğulamaq istərdik ki, böhran əleyhinə tədbirlər hər bir ölkənin iqtisadiyyatı nəzərə alınmaqla həyata keçirilməlidir. Hesab edirik ki, təşvişə düşmək əvəzinə reallığı qəbul edərək müvafiq iqtisadi siyasət yürütmək, böhran şəraitinə cavab verən qaydalara ciddi əməl etmək, dünyanı bürüyən böhranın ölkə iqtisadiyyatına ola biləcək neqativ təsirinin nəticələrini minimuma endirmək üçün yubanmadan tələb olunan effektiv tədbirlər həyata keçirmək lazımdır.

7. “2004-2008 və 2009-2013-cü illərdə Regionların sosial-iqtisadi inkişafı” Dövlət Proqramlarının uğurla yerinə yetirilməsini nəzərə alaraq, Azərbaycan Respublikası Prezidentinin 27.02.2014-cü il tarixli Fərmanı ilə “Azərbaycan Respublikası Regionlarının 2014-2018-ci illərdə sosial-iqtisadi inkişafı” Dövlət Proqramı qəbul edilmişdir.

Bu proqram, regionların hərtərəfli inkişafı sahəsində 2004-cü ildən başlanmış məqsədyönlü uğurlu siyasətin davamı olaraq, qarşıdakı illərdə ölkədə makroiqtisadi sabitliyin təmin olunmasında, irimiqyaslı infrastruktur layihələrinin həyata keçirilməsində, iqtisadi rayonlarda sahibkarlığın fəaliyyətinin genişlənməsində, iqtisadiyyatın sahələri üzrə yeni müəssisələrin tikilib istifadəyə verilməsində, regionlarda kommunal və digər xidmətlərin səviyyəsinin və əhalinin rifah halının daha da yüksəldilməsində əvəzsiz rol oynayacaqdır.

#### **İstifadə olunmuş ədəbiyyat:**

1. AR Prezidenti İ.Əliyevin sədrliyi ilə Nazirlər Kabinetinin 2013-cü ilin sosial-iqtisadi inkişafının yekunlarına və 2014-cü ildə qarşıda duran vəzifələr, Azərbaycan qəzeti, 10.01.2014;
2. AR Prezidentinin 11.02.2004-cü il tarixli Fərmanı ilə təsdiq edilmiş “Azərbaycan Respublikası Regionlarının 2004-2008-ci illərdə sosial-iqtisadi inkişafı” Dövlət Proqramı;
3. AR Prezidentinin 14.04.2009-cu il tarixli Fərmanı ilə təsdiq edilmiş “Azərbaycan Respublikası Regionlarının 2009-2013-cü illərdə sosial-iqtisadi inkişafı” Dövlət Proqramı;
4. AR Prezidentinin 27.02.2014-cü il tarixli Fərmanı ilə təsdiq edilmiş “Azərbaycan Respublikası Regionlarının 2014-2018-ci illərdə sosial-iqtisadi inkişafı” Dövlət Proqramı;
5. “Azərbaycanın Regionları – 2014”, AR Dövlət Statistika Komitəsi, Bakı ş. 2014-cü il.



### ***Elmi-texniki məqalənin hazırlanma qaydaları***

Elmi-texniki məqalə elmin aşağıdakı istiqamətlərinə uyğun olaraq elmi yenilikləri əks etdirməklə hazırlanmalıdır:

1. Memarlıq və şəhərsalma.
2. Zəzələyədavamlı tikintilər.
3. İnşaat konstruksiyaları, bina və qurğular.
4. Geotexnika və inşaatın ekologiyası.
5. İnşaat materialları.
6. İnşaatın təşkili və idarə olunması.
7. Tikinti norma və qaydalarının təkmilləşdirilməsi.
8. Tikinti praktikasında beynəlxalq və respublika yenilikləri.

Elmi məqalələr azərbaycan, rus və ingilis dillərində həcmi 3 səhifədən az, 8 səhifədən çox olmamaqla formatı: A4, faylın formatı: MS Word və ya RTF; Times New Romanda 12 şriflə, 1 intervalla yığılmalıdır; vərəqin kənarları: yuxarı və aşağı tərəflər-2 sm, sol tərəf-1,5 sm, sağ tərəf-3 sm. Əgər məqalədə şəkillər olarsa, şəkillər mətnə uyğun olaraq elektron şəkildə 1 dyümdə 300 pikseldən ( və ya 300 dpi ) az olmayaraq **jpeg, tiff** və ya **eps** formatında yerləşdirilməlidir.

Şəkillər şəkilməli yazı və sıralama ilə müşayiət olunmalıdır .

İstifadə edilmiş ədəbiyyat siyahısı AAK-ın tələblərinə uyğun tərtib olunmalıdır.

Fiziki qiymətlərin ölçüləri və parametrləri СИ sistemi ilə verilməlidir.

Məqalələr aşağıdakı ardıcılıqla yığılmalıdır: vərəqin solunda yuxarıda UOT; 1 intervaldan sonra məqalənin adı 12 keql adı şriflə, qara; 1 interval, müəllifin (-lərin) adı, atasının adı, soyadı 12 keql şriflə kursiv, qara; 1 interval, təşkilatın tam adı, şəhər 12 keql şriflə, kursiv; 2 interval, məqalənin mətni.

Yuxarıdakı tələblərə uyğun olmayan məqalələr qəbul olunmur.

Məsul katibin elektron ünvanı: **e-mail: azimeti\_elmikatib@mail.ru; elmikatib@azimeti.az**  
tel. (012) 596 37 60

### ***Правила подготовки научно-технической статьи***

Принимаются оригинальные статьи по широкой тематике архитектуры, градостроительства, строительных конструкций, сейсмостойкого строительства, геотехники водоснабжения и канализации, совершенствования строительных норм и правил, организации строительного производства и строительной экологии.

Статьи принимаются в печатном и электронном виде, объемом от 3-8 страниц текста, набранного на компьютере и напечатанного шрифтом 12-го кегля с одиночным интервалом). Поля: слева, сверху и снизу - 2см, справа- 1 см.

Статьи принимаются на азербайджанском, или английском, или русском языках.

В начале статьи в левом углу указывается УДК.

Статьи сопровождаются аннотациями (до 100-150) слов на азербайджанском, английском и русском языках, а также списком ключевых слов (5-10 слов) на азербайджанском, английском и русском языках.

Название статьи, фамилия и инициалы автора (авторов), даются на азербайджанском, английском и русском языках. Фамилия (и) автора (ов) сопровождаются должностью, местом работы и электронным адресом. Структура статьи должна по возможности включать введение, методику исследования, характеристику объекта исследования, результаты и выводы (заключение).

Электронная почта ответственного секретаря: **e-mail: azimeti\_elmikatib@mail.ru;**  
**elmikatib@azimeti.az**

tel. (012) 596 37 60



**Articles accepted for the journal on the following topics:**

1. architecture and urban planning
2. earthquake engineering
3. building structures, buildings and facilities
4. geotechnics and ecology construction
5. building materials
6. organization and management of construction
7. improvements in building regulations
8. news on the republican and international construction practice

**Статьи для журнала принимаются по следующей тематике:**

1. Архитектура и градостроительство
2. Сейсмостойкие сооружения
3. Строительные конструкции, здания и сооружения
4. Геотехника и экология строительства
5. Строительные материалы
6. Организация и управление строительством
7. Усовершенствование строительных норм и правил
8. Новости в республиканской и международной строительной практике



# AZƏRBAYCANDA İNŞAAT VƏ MEMARLIQ



*Azıx mağarası*



*Kəlbəcər r-nu Xudavənd alban məbədi.  
VI-VII əsr.*

