

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
ARXİTEKTURA 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:
elmikatib@azimeti.az
azimeti_elmikatib@mail.ru

Komputer
səhifələnməsi Nəbiyeva M.Z.



MÜNDƏRİCAT

Давидюк А. Н. Бетон в строительстве – новые достижения и горизонты	2
Vəlixanova M.A. Ucarın yaranma tarixi və Ucarda şəhərsalmanın inkişafı	12
Сейфуллаев Х.К., Махмуди Г.М. Об одном методе определения частот свободных колебаний цилиндрических оболочек переменной толщины с учетом начальных напряженных состояний	18
Xəlilov H.A., Quliyev F.M., Əsədov E.Z. Qeyri-xətti deformasiya modeli əsasında düzbucaqlı en kəsikli dəmir-beton elementin əyilmə məsələsinin həlli	27
Eyyubov İ.C. Dəmir-beton karkasın daş divar dolduruculu müstəvi çərçivəsinin gərginlik halının araşdırılması	35
Əmrahov A.T., Bayramov F.H. Beton və d/beton konstruksiyaları üzrə yeni standartlar və normalarda əlavələrin və dəyişikliklərin, B və C simvolları möhkəmlilik siniflərinin ekvivalentlik xüsusiyyətlərinə dair	40
Bayramov F.H., Məmmədov F.Y. Massiv dəmir-beton konstruksiyalarda termogərginliklərin və çat əmələgəlmələrin tənzimlənməsi üçün sementin istilikayırməsindən betonda yaranan temperaturun hesabının aparılmasının xüsusiyyətləri	47
Розенталь Н.К., Степанова В.Ф., Чехний Г.В. Повышение долговечности и экологической безопасности зданий и сооружений в условиях воздействия агрессивных, в том числе биологически активных сред	53

УДК 666.96

БЕТОН В СТРОИТЕЛЬСТВЕ – НОВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ И ГОРИЗОНТЫ*д.т.н. Давидюк А. Н. директор НИИЖБ им. А. А. Гвоздева***CONCRETE CONSTRUCTION – NEW CHALLENGES AND PROSPECTS***A.N.Davidyuk, doctor of technical sciences, director of NIIZHB them. A. A. Gvozdev***TİKİNTİDƏ BETON – YENİ NƏİLİYYƏTLƏR VƏ ÜFÜQLƏR***t.e.d. A.N. Davidyuk, A.A.Gvozdyev adına NİİJB-in direktoru*

*А.Н.Давидюк, д.т.н.,
директор НИИЖБ
им. А. А. Гвоздева,
заслуженный строитель
России, лауреат премии
правительства России
A.Davidyuk, doctor of
tech.sciences, director of
NIIZHB them. A.A. Gvozdev,
honored Builder of Russia,
laureate of Russian
government
тел. 8(499)174-77-24,
niizhb@cstroy.ru*

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы применения бетона в строительстве. Бетон вносит существенный, если не решающий, вклад в создание материальной основы среды обитания современной цивилизации. Без бетона мир был бы совершенно другим. Из железобетона возводятся промышленные и жилые здания, объекты соцкультбыта, плотины, энергетические комплексы, телебашни и так далее.

За последнее двадцатилетие железобетон и бетон уверенно расширяет области своего применения в строительстве, вытесняя другие строительные материалы, прежде всего стальной прокат. После обрушения вследствие пожара зданий со стальным каркасом Всемирного торгового центра в Нью-Йорке, в большинстве проектов высотных зданий стальные каркасы были заменены на железобетонные. Железобетон намного лучше сопротивляется воздействию огня, поскольку его удельная теплопроводность в сорок раз ниже аналогичного показателя у стали.

Построенные здания и сооружения, объекты инфраструктуры составляют более 60% накопленного национального богатства (или, как иногда говорят – основных фондов) России. Не менее 2/3 этих фондов составляют здания и сооружения из бетона и железобетона, построенные во второй половине прошлого века. В стоимостном выражении это сотни триллионов рублей. Объемы применения бетона и железобетона более чем вдвое превышает объемы применения всех остальных строительных материалов вместе взятых.

Проблемы дальнейшего развития бетона и ж/бетона являются предметом широкого международного сотрудничества. В мире созданы и эффективно работают целый ряд организаций, таких как Международная федерация по железобетону (FIB), Европейская ассоциация по бетонным дорогам (EUPAVE), Европейская ассоциация по готовым бетонным смесям (ERMCO), Американский институт бетона (ЭйСиАй), коллективным членом которого является наш институт, Европейская федерация по сборному железобетону (BIBM) и многие другие.

Дальнейшее развитие строительной отрасли России невозможно представить без железобетона и, более того, качество этого развития, например, обеспечение российского населения жильем, создание безопасной среды обитания в наших городах, в значительной мере зависит от развития производства основного строительного материала современности – железобетона.

Ключевые слова: Бетон, железобетон, применение, строительство.

Summary: The article discusses the application of concrete in construction. Concrete makes a significant, if not decisive, contribution to the creation of the material basis of the habitat of modern civilization. Without concrete world would be completely different. Of reinforced concrete built industrial and residential buildings, community facilities, dams, powersystems, tower and so on. For the last two decades reinforced concrete, is broadening the scope of its application in construction, displacing other construction materials, primarily steel. After the collapse due to fire buildings with a steel skeleton of the world trade center in new York, in most projects, high-rise buildings steel frames were replaced with reinforced concrete. Concrete is much better resists the effects of fire, since its thermal conductivity forty times lower than that of steel. Constructed buildings and facilities, infrastructure facilities constitute more than 60% of the accumulated national wealth (or, as is sometimes said – fixed assets) of Russia. At least 2/3 of these funds are buildings made of concrete and reinforced concrete, built in the second half of the last century. In value terms, it is hundreds of trillions of rubles.

The amount of concrete and reinforced concrete is more than double the amount of all other building materials combined. Problems of the further development of concrete and reinforced concrete are the subject of wide international cooperation. The world has been confirmed by a number of organisations such as the international Federation for structural concrete (FIB), the European Association for concrete roads (EUPAVE), the European Association for the finished concrete mixtures (ERMCO), American concrete Institute (Asia), a collective member of which is our Institute, the European Federation for precast reinforced concrete (BIBM) and many others.

Further development of the construction industry in Russia is impossible without concrete and, moreover, the

quality of this development, for example, the Russian housing, creating a safe environment in our cities, largely depends on the development of the production of basic building materials of our time – concrete.

Key words: Concrete, structures, application, construction.

Xülasə: Məqalədə inşaatda betonun istifadəsi məsələlərinə baxılır. Beton müasir sivilizasiyanın məskunlaşma mühitinin maddi əsasının formalaşmasına yaradılmasına həlledici olmasa da, əhəmiyyətli töhfə verir. Betonsuz dünya tamamilə başqa cür olardı. Dəmir-betondan sənaye və yaşayış binaları, sosial-məişət obyektləri, bəndlər, enerji kompleksləri, teleqüllələr və s. obyektlər tikilir.

Son 20 ildə dəmir-beton və beton tikintidə öz istifadəmə sahəsini inamla genişləndirməklə digər inşaat materiallarını, ilk növbədə polad prokatı sıxışdırıb aradan çıxarır. Nyu-York Dünya ticarət mərkəzinin polad karkaslı binasının yanğın nəticəsində dağılmasından sonra çoxsayda hündürmərtəbəli binaların layihələrində polad karkaslar dəmir-betona dəyişdirildi. Dəmir-betonun yanğına təsir müqaviməti yüksəkdir, amma, onun xüsusi istilikkeçirməsi poladın analoji göstəricisindən 40 dəfə kiçikdir.

İnşa edilmiş bina və qurğular, infrastruktur obyektləri Rusiyanın milli sərvətinin (hər dəfə deyildiyi kimi əsas fondların) 60 %-ni təşkil edir. Keçən əsrin ikinci yarısında tikilmiş beton və dəmir-beton bina və qurğular bu fondların 2/3-dən az olmayan hissəsini təşkil edir. Beton və dəmir-betonun istifadə olunma həcmi digər istifadə olunan inşaat materiallarının cəmi həcmindən iki dəfədən çoxdur.

Beton və dəmir-betonun gələcək inkişaf problemləri geniş beynəlxalq əməkdaşlıq mövzudur. Bu sahə üzrə dünyada bir sıra təşkilatlar yaradılıb və səmərəli işləyirlər: Dəmir-beton üzrə beynəlxalq Federasiya (FIB), hazır beton yollar üzrə Avropa Assosiasiyası (EUPAVE), hazır beton qarışıqları üzrə Avropa Assosiasiyası (ERMCO), NİJB-in kollektiv üzvü olduğu Amerikanın beton İnstitutu (EysiAy), yığma dəmir-beton üzrə Avropa Federasiyası (BIBM) və s.

Rusiyanın inşaat sahəsinin bundan sonrakı inkişafını dəmir-betonsuz təsəvvür etmək mümkün deyil və bu inkişafın keyfiyyəti əsasən, müasir dövrümüzün əsas inşaat materialı olan dəmir-beton istehsalının inkişafından asılıdır.: məsələn, Rusiya əhalisinin yaşayış evləri ilə təmin olunması, şəhərlərimizdə təhlükəsiz məskunlaşma mühitinin yaradılması və s.

Açar sözlər: Beton, dəmir-beton, tətbiq, tikinti.

Бетон вносит существенный, если не решающий, вклад в создание материальной основы среды обитания современной цивилизации. Без бетона мир был бы совершенно другим. Из железобетона возводятся промышленные и жилые здания, объекты соцкультбыта, плотины, энергетические комплексы, телебашни и так далее.

За последнее двадцатилетие железобетон уверенно расширяет области своего применения в строительстве, вытесняя другие строительные материалы, прежде всего стальной прокат. После обрушения вследствие пожара зданий со стальным каркасом Всемирного торгового центра в Нью-Йорке, в большинстве проектов высотных зданий стальные каркасы были заменены на железобетонные. Железобетон намного лучше сопротивляется воздействию огня, поскольку его удельная теплопроводность в сорок раз ниже аналогичного показателя у стали.

Современные позиции железобетона по видам строительства представлены в таблице а.

Таблица а.

Вид строительства	Позиция
Несущие и ограждающие конструкции зданий различного назначения	Доминирующая
Высотные здания	Прогрессирующая
Дороги	Доминирующая
Мосты автодорожные балочные, арочные	Доминирующая
Тоннели	Доминирующая
Дамбы, плотины	Безальтернативная
Инженерные сети	Доминирующая
Подземное строительство	Безальтернативная
Градирии, объекты энергетики, защитные сооружения	Доминирующая

Построенные здания и сооружения, объекты инфраструктуры составляют более 60% накопленного национального богатства (или, как иногда говорят – основных фондов) России. Не менее 2/3 этих фондов составляют здания и сооружения из бетона и железобетона, построенные во второй половине прошлого века. В стоимостном выражении это сотни триллионов рублей.

Объемы применения бетона и железобетона более чем вдвое превышает объемы применения всех остальных строительных материалов вместе взятых. В России на производство сборного и монолитного железобетона расходуется более 70% всего выпускаемого цемента и 30% нерудных строительных материалов, в стоимостном выражении всего на бетон и железобетон приходится около 60% от стоимости всех применяемых в строительстве материалов. Таким образом, эффективность функционирования отрасли производства бетона и железобетона в значительной мере определяет уровень всей промышленности стройматериалов.

Ордена Трудового Красного Знамени, Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А. А. Гвоздева, который через три года отметит 90-летие со дня основания, является одной из ведущих организаций, осуществляющих научно-техническое обеспечение развития строительного комплекса Российской Федерации.

НИИЖБ им. А. А. Гвоздева широко привлекается к решению многочисленных проблем строительной отрасли страны. Специалисты НИИЖБ, принимали активно участие в строительстве и научно-техническом сопровождении многочисленных крупных и уникальных объектов. Только в Москве, среди таких объектов можно назвать храм Христа Спасителя, монумент Победы на Поклонной горе, высотные здания ММДЦ «Москва-Сити», Лефортовский транспортный тоннель, третье транспортное кольцо, восстановление Останкинской телебашни после пожара, участие в реконструкции Большого театра, Устьинского, Астаховского и Новоспасского мостов, и многие другие здания и сооружения. В сотрудничестве с металлургическими предприятиями НИИЖБ создал основные виды ныне широко применяемой стержневой и проволочной арматуры различных классов.

Важной частью работы НИИЖБ является мониторинг и оценка состояния железобетонных конструкций различного назначения, в том числе таких ответственных как конструкции эксплуатируемых АЭС Билибинской, Нововоронежской, Курской, и др.

НИИЖБ им. А.А. Гвоздева является разработчиком и автором (по некоторым документам – соавтором) основополагающих нормативов, включённых в Перечень, утверждённый Правительством РФ, национальных стандартов и сводов правил, в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона ФЗ-384 «Технический регламент безопасности зданий и сооружений», в том числе:

- СНиП 52-01 «Бетонные и железобетонные конструкции»;
- СНиП 2.03.11 «Защита строительных конструкций от коррозии»;
- СНиП 3.03.01 «Несущие и ограждающие конструкции».
- ГОСТ 53778 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния», и др.

Институт является автором основных нормативно-технических документов по технологии бетона, в том числе ГОСТ 26633 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые», ГОСТ 25820 «Легкие бетоны», ГОСТ 7473 «Смеси бетонные», ГОСТ 24211 «Добавки для бетонов и растворов», всего около семидесяти национальных стандартов. Использование упомянутых выше документов в заводских и построечных лабораториях, проектных институтах, написании учебников, лекционной работе в строительных вузах и техникумах, создало институту тот высокий авторитет, которым он пользуется и поныне.

Свидетельством технического прогресса в технологии бетона является все более высокая прочность получаемых бетонов. В НИИЖБ разработаны особо прочные и долговечные бетоны, обладающие морозостойкостью до 1000 циклов замораживания и оттаивания и водонепроницаемостью при давлении в 20 атмосфер. Применение таких бетонов практически снимает проблему преждевременного истощения эксплуатационного ресурса железобетонных конструкций. Особенно перспективно применение таких бетонов в транспортном строительстве, поскольку в России свыше трети протяженности автомобильных дорог федерального значения и мостовых сооружений на них требуют ремонта из-за ускоренной деградации применённых материалов. Анализ фактических сроков службы дорожных покрытий показывает, что в сопоставимых условиях эксплуатации цементобетонные дорожные покрытия имеют, в среднем, в 1,6-2 раза более продолжительный срок службы, чем асфальтобетонные.

В последние годы в строительстве, и особенно в области технологии бетона, произошёл значительный прогресс. Он инициирован строительным бумом, который начался 15 лет назад и проявился появлением уникальных сооружений, среди которых выделяется такой выдающийся, с инженерной точки зрения, комплекс как "Москва-Сити". Реализация уникальных проектов оказалась возможной благодаря разработкам НИИЖБ, на основе которых удалось в предельно короткие сроки создать научно-техническую, нормативную и производственную базу для проектирования и возведения уникальных сложных сооружений - модернизировать технологию производства бетонов, внедрить в практику строительства новые модифицированные бетоны.

Среди разработок НИИЖБ следует особо отметить следующие:

1. Высокопрочные бетоны классов от В60 до В100. За последние 15 лет возведено более 3-х млн. куб. м конструкций, из которых около 400 тыс. куб. м - из бетонов классов В80-В90, 25 тыс. куб. м - класс В100. Примеры - объекты на "Москва-Сити", конструкции некоторых сложных сооружений АЭС

2. Самоуплотняющиеся бетоны классов В35, В50, В60, В90, не требующие виброуплотнения. С применением таких бетонов возведено около 45 тыс. куб. м фундаментных плит только на объектах "Москва-Сити", а также высокопрочные бетоны классов В50-В60 с компенсированной усадкой и расширением для путепроводов в Москве и Казани. Общий объём конструкций из такого бетона составил около 55 тыс. куб. м.

3. Бетоны сверхнизкой проницаемости повышенной коррозионной стойкости, обеспечивающие долговечность конструкций без "вторичной" защиты. Введено на строительстве водоотводных сооружений Юмагузинского водохранилища в Башкирии и др.

4. Сверхвысокопрочный фибробетон классов В119-В150 с пределом прочности на осевое растяжение 8-12 МПа, при изгибе 16-25 МПа.

В основе технологии указанных бетонов - использование нового типа добавок - органо-минеральных модификаторов, которые являются поликомпонентными порошкообразными продуктами, содержащими в своём составе разные ингредиенты, способствующие формированию высокопрочной и плотной структуры цементного камня и бетона. Эти продукты впервые разработаны специалистами НИИЖБ и не имеют аналогов в мире. С появлением новых модифицированных бетонов разрабатывались новые и актуализировались некоторые "старые" нормативные документы. Среди них новые стандарты :ГОСТ 56178-2014. "Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые. Методы контроля качества при возведении монолитных конструкций", ГОСТ Р 31914-3014 "Модификаторы бетона органо-минеральные типа МБ. Общие технические условия» и актуализированный СНиП 52-01-2003 "Бетонные и железобетонные конструкции", СНиП "Защита конструкций от коррозии" Для армирования железобетона НИИЖБ предлагает новые виды стальной и неметаллической композитной арматуры. Отличительной особенностью новой стальной арматурной класса А600С, рекомендуемой для массового

применения, является сочетание высокой прочности с высокой пластичностью, что обеспечивается специальным химическим составом и технологией производства.

Применение неметаллической арматуры особенно эффективно для армирования стеновых панелей промышленных зданий с агрессивными средами (например, производство каустической соды, минеральных удобрений, и др.); элементы дорожного строительства в условиях действия солей-антиобледенителей (бордюрные камни, блоки разделительных полос, дорожные и тротуарные плиты); укрепление дорожного основания и дорожного покрытия. Неметаллическая арматура успешно применена для армирования плитных фундаментов ряда офисных зданий в условиях действия агрессивных грунтовых вод. Изготавливается эта арматура по разработанному НИИЖБ с участием других организаций межгосударственному стандарту ГОСТ 31938 – 2012. Применение этих видов арматуры обеспечивает не только существенное улучшение качества и долговечности железобетона, но и снижение его стоимости.

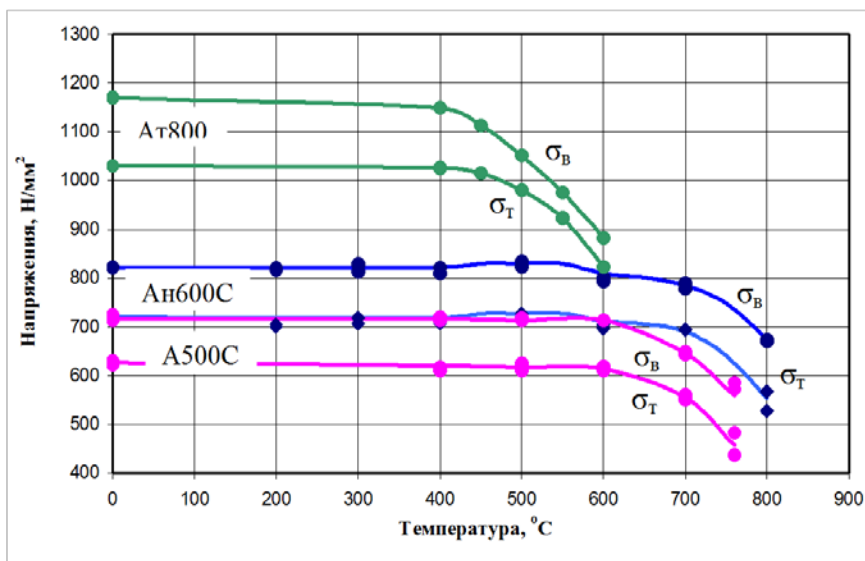


Рисунок 1 - Влияние вторичного нагрева на прочностные свойства арматуры классов А600С марки 20Г2СФБА и Ат800 марки 25Г2С

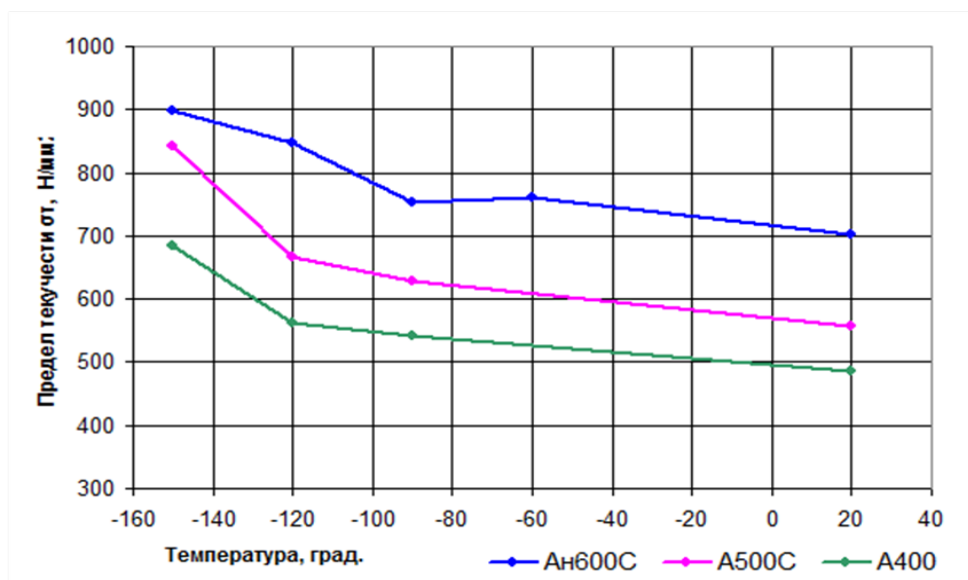


Рисунок 2. Изменение предела текучести арматуры классов А400, А500С и Аи600С, в Н/мм²

Сравнительные характеристики арматурной стали классов А400, А500С и А_н600С. Таблица 1.

Характеристики, области применения, эффективность	Класс арматуры		
	А400 (А-III)	А500С	А _н 600С
Марка стали	25Г2С	Ст3Гпс-18Г2С	20Г2СФБА
Нормативные документы для поставки	ГОСТ 5781	ГОСТ Р 52544	ТУ 14-1-5596-2010
Временное сопротивление разрыву σ_b , не менее, Н/мм ²	590	600	740
Предел текучести $\sigma_t(\sigma_{0,2})$, не менее, Н/мм ²	390	500	650
Относительное удлинение δ_5 , не менее, %	14	14	14
Угол изгиба в град. при диаметре оправки $C=3d$	90	180	180
Расчетное сопротивление растяжению R_s , Н/мм ²	350	435	560
Расчетное сопротивление сжатию R_{sc} , Н/мм ²	350	435	500
Применение при отрицательных температурах	до -70°C	до -55°C	до -70°C
Прочность сварных соединений $\sigma_{в,св}$, не менее, Н/мм ²	530-590	600	700
Возможный экономический эффект относительно арматуры класса А400 (А-III)	-	10-25%	до 57%

Сравнительные физические характеристики стальной арматуры и АКП. Таблица 2

№ п/п	Характеристика	Стальная арматура ГОСТ 5781-82	Арматура композитная полимерная
1	Коррозионная стойкость	Подвергается коррозии	Не подвергается коррозии
2	Коэффициент линейной температурной деформации, $\times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$	1,3-1,5	0,5-0,9 (Бетон: 0,7-1,0)
3	Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	46	0,35-0,5
4	Электрические свойства	Электропроводна	Диэлектрик
5	Магнитные свойства	Магнитопроводна	Диамагнетик
6	Экологические свойства	При эксплуатации не выделяет вредных веществ	При эксплуатации не выделяет вредных веществ
7	Диапазон рабочих температур	По СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции» От -70 до +50°C	От -70 до +100°C

Физико-механические характеристики АКП .

Таблица 3

Наименование показателя	АСК	АБК	АУК	ААК	АКК
Предел прочности при растяжении σ_b , МПа, не менее	800	800	1400	1400	1000
Предел упругости при растяжении E_p , ГПа, не менее	50	50	130	70	100
Предел прочности при сжатии σ_{bc} , МПа, не менее	300	300	300	300	300
Предел прочности при поперечном срезе, t_{sh} , МПа, не менее	150	150	350	190	190
Обозначение арматуры дается по типу непрерывно армирующего наполнителя: АСК – стеклокомпозитная АБК – базальтокомпозитная АЦК – углекомпозитная ААК – арамидокompозитная АКК – комбинированная композитная					

Как видно, недостатком АКП является низкий модуль упругости. Однако необходимо отметить возрастающий интерес к данной арматуре не только в нашей стране, но и во всем мире. За последние годы в НИИЖБ проведены исследования по улучшению свойств АКП. В таблице 3 показаны свойства АСК, АБК, АКК

Физико-механические характеристики стальной арматуры и АКП . Таблица 4

№ п/п	Характеристика	Стальная арматура ГОСТ 5781-82				Арматура композитная полимерная ГОСТ 31938			
		Класс			R _s	Класс			R _s ³⁾
1	Прочность при растяжении, Н/мм ²	A-I	373	235	225	АСК	1100	---	850
		A-II	490	295	280				
		A-III	590	390	355	АБК	1250	---	950
		A-IV	883	590	510				
		A-V	1030	788	680	АКК	1800	---	1150
		A-VI	1230	980	815				
2	Относительное удлинение, %	A-I	25 ¹⁾			АСК	2,1 ²⁾		
		A-II	19						
		A-III	14			АБК	1,8		
		A-IV	6						
		A-V	7			АКК	1,2		
		A-VI	6						
3	Модуль упругости, E _p , Н/мм ² (ГПа)	200 000 (200)				АСК	50 000 (50)		
						АБК	70 000 (70)		
						АКК	120 000 (120)		
4	Плотность, г/см ³	7,8				1,9			

Примечание:

B – временное сопротивление разрыву

T – предел текучести (нормативное сопротивление арматуры)

Rs-расчетное сопротивление растяжению (СНИП 2.03.01-84 «Бетонные и ж/бетонные конструкции», табл. 22)

1) Относительное удлинение - δ_5 ;

2) Относительное удлинение полное-р.

3) Приведены средние значения показателей.

АСК – арматура стеклокомпозитная

АБК – арматура базальтокомпозитная

АКК – арматура комбинированная композитная

Нормативно-техническая документация по АКП.

Таблица 5

Наименование НТД	Статус документа
ГОСТ 31938-2012	Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия Введен в действие с 01.01.2014 г.
Изменение №1 в СП 63.13330.2012	«Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» Сдан проект (2-я редакция)
СП _____	Конструкции бетонные и железобетонные с полимерной композитной арматурой. Правила проектирования Сдан проект (1-я редакция)
СП _____	Конструкции и изделия фибробетонные. Правила проектирования Сдан проект (1-я редакция)
СП _____	Конструкции бетонные и железобетонные. Правила проектирования, ремонта и усиления композиционными материалами Сдан проект (1-я редакция)

В современном России в массовом строительстве применяются в основном бездобавочные цементы. Результаты исследований НИИЖБ им. А.А. Гвоздева показали, что на многокомпонентных центах можно получить бетоны классов по прочности до B55, марок по водонепроницаемости до W14 и по морозостойкости до F1000, что позволило расширить область применения многокомпонентных цементов для обеспечения долговечности бетона изделий и конструкций. С использованием полученных зависимостей были разработаны бетоны на многокомпонентных цементах для применения в таких ответственных сооружениях, как футбольные стадионы в Москве, строительство которых ведется к предстоящему чемпионату мира в 2018 году. Один из таких стадионов «Спартак» уже открыт и на нем состоялись первые матчи, другой «Большая спортивная арена «Лужники», находится в стадии строительства и должен быть закончен в следующем году. В Лужниках уже уложено более 70 тысяч кубометров бетона в конструкции проходных каналов и фундаментной плиты трибун.

Для бетона, используемого при строительстве стадиона Лужники, НИИЖБ рекомендовал многокомпонентные цементы с минеральными добавками шлака и опоки в объеме 20%. В качестве добавок были использованы шлак доменный гранулированный и опока Вольского месторождения. Примененные цементы позволили повысить

технологичность бетонных смесей и снизить температурные напряжения в забетонированных конструкциях в процессе гидратации цемента. Следует отметить, что помимо технологических преимуществ применения многокомпонентных цементов по сравнению с бездобавочными, их стоимость на 10% ниже,

Важные результаты были получены в НИИЖБ им А. А. Гвоздева при исследовании расширяющихся вяжущих, предназначенных для производства бетонов с компенсированной усадкой. В бетонах на этих вяжущих нет деформации усадки, что исключает образование трещин в процессе твердения бетона. Это особенно важно для протяженных монолитных конструкций, таких как дороги, взлетно-посадочные полосы аэродромов, спортивные сооружения и т. п. Благодаря особенностям структуры, такие бетоны являются практически водонепроницаемыми, обладают высокой морозостойкостью и устойчивостью к воздействию агрессивных сред, что существенно снижает эксплуатационные затраты.

На одной из разработок НИИЖБ следует остановиться особо. Это низкотеплопроводные бетоны на стекловидных заполнителях.

Известный полифункциональность свойств ограждающих конструкций, жесткие требования до деформативно - прочностным и теплофизическим показателям предопределяют естественные противоречия при выборе материалов для реализации таких конструкций. Однако, в любом случае легкие конструкционно-теплоизоляционные бетоны, (ЛКТБ) могут и должны быть их составляющим элементом, так как возможности таких бетонов к настоящему времени далеко не исчерпаны. В этом аспекте весьма актуально расширение сырьевой базы ЛКТБ и улучшение их свойств за счет применения новых видов заполнителей, в частности стекловидных.

Технология производства стекловидных пористых заполнителей или стеклогранулятов (СГ) имеют свои особенности для каждого из видов, но в общем виде суть ее заключается в смешивании исходной породы с жидкофазным щелочным компонентом, сушкой, измельчением грануляцией массы и обжигом во вращающихся печах, аналогично получению обжиговых пеноматериалов из пиропластических масс, например керамзита.

Исходной сырьевой базой для производства СГ могут служить осадочные и вулканические породы, содержащие активный кремнезем и глинозем: опоки, диатомиты, трепелы, перлиты, витрозиты и мн. др. Запасы таких пород поистине неисчерпаемы, исчисляются сотнями млрд. тонн и имеются во всех регионах страны, в отличие от легковспучивающихся глин для производства керамзита.

В сравнении с наиболее распространенным аналогом обжиговых заполнителей равноплотным керамзитом прочность СГ при сдавливании в цилиндре выше до 100%, а теплопроводность и водопоглощение ниже на 30-50%. Реализация повышенных физико-механических характеристик СГ при низкой насыпной плотности предопределяет их эффективное и рациональное использование прежде всего в конструкционно-теплоизоляционных бетонах ограждающих конструкций плотностью 500-800 кг/м³ и прочностью В2,5-В0,75.

Бетон на стекловидном заполнителе обладает достаточной защитной способностью по отношению к стальной арматуре при выполнении следующих условий: ограничения в применении мелких наполнителей или песков, обладающих повышенной гидравлической активностью, обеспечения уровня клинкерного фонда не ниже допустимого 250кг/м³ и умеренной поризации растворной составляющей, не превышающей 6-8%.

Что же касается щелочной коррозии для которой, несомненно, имеются предпосылки, вследствие повышенной гидравлической активности заполнителя, можно констатировать, что этот процесс носит затухающий характер и не приводит к трещинообразованию и снижению прочности во времени.

К настоящему времени, накоплен достаточный экспериментальный и теоретический материал в виде результатов испытаний и изучения физико-механических и деформативно-прочностных свойств СГ и бетонов на их основе, действующих опытно и опытно-промышленных технологий и рекомендательной литературы. Однако до сих пор технология СГ и бетонов на СГ не получила промышленного внедрения.

Необходим инновационный прорыв, объединяющий усилия исследователей, инвесторов и представителей местной власти. Амбициозный лозунг «Назад к однослойным панелям!» может и должен стать основным вектором направления промышленного изготовления высокоэффективных наружных стен из ЛКТБ на СГ.

Помимо солидного массива новых разработок, НИИЖБ им. А.А. Гвоздева располагает высококвалифицированным персоналом для обеспечения контроля качества строящихся и эксплуатируемых зданий и сооружений, для проведения экспертизы состояния строительных конструкций, в том числе после пожара, для принятия решений об их ремонте или усилении и составления научно-технических заключений, в том числе, по запросам судебных органов. Подводя итоги изложенному, можно утверждать, что по уровню технических и экономических показателей железобетон является основным конструкционным материалом мировой строительной практики, будучи фактически безальтернативным материалом для применения в жилищном, гражданском, дорожном, промышленном и других видах строительства.

Не случайно, проблемы дальнейшего развития бетона и железобетона являются предметом широкого международного сотрудничества. В мире созданы и эффективно работают целый ряд организаций, таких как Международная федерация по железобетону (FIB), Европейская ассоциация по бетонным дорогам (EUPAVE), Европейская ассоциация по готовым бетонным смесям (ERMCO), Американский институт бетона (ЭйСиАй), коллективным членом которого является наш институт, Европейская федерация по сборному железобетону (BIBM) и многие другие.

Дальнейшее развитие строительной отрасли России невозможно представить без железобетона и, более того, качество этого развития, например, обеспечение российского населения жильем, создание безопасной среды обитания в наших городах, в значительной мере зависит от развития производства основного строительного материала современности – железобетона.

Библиография

1. А.Н. Давидюк, д.т.н., Ю.С. Волков, к.т.н. (НИИЖБ им. А.А. Гвоздева), *Железобетон – наука и практика*, «Сборник статей НИИЖБ 85 лет»
2. А. Н. Давидюк, д. т.н. (НИИЖБ им. А.А. Гвоздева), *Легкие бетоны на стекловидных заполнителях–будущее ограждающих конструкций*, «Научные труды III Всероссийской конференции по бетону и железобетону»
3. С.С.Каприелов, д.т.н., И.А.Чилин, инж. (НИИЖБ им. А.А. Гвоздева), *Сверхвысокопрочный самоуплотняющийся фибробетон для монолитных конструкций*, «Сборник статей НИИЖБ 85 лет»
4. С.А.Мадатян, д.т.н., проф. (НИИЖБ им. А. А. Гвоздева), *Свойства арматуры ж/бетонных конструкций в России на уровне лучших мировых стандартов*, «Сборник статей НИИЖБ 85 лет»
5. С.А.Подмазова, к.т.н. (НИИЖБ им. А.А. Гвоздева), *Рекомендации по выбору граничных значений проектных требований к бетону конструкций*, «Сборник статей НИИЖБ 85 лет»
6. Н. К. Розенталь, д.т.н., В. Ф. Степанова, д. т.н., проф., Г. В. Чехний, к.т.н. (НИИЖБ им. А.А.Гвоздева), *Повышение долговечности и экологической безопасности зданий и сооружений в условиях воздействия агрессивных, в том числе биологически активных сред*, «Сборник статей НИИЖБ 85 лет»
7. В. В. Соломонов, к. т. н., И. С. Кузнецова, к.т.н. (НИИЖБ им. А. А. Гвоздева) *Вопросы огнестойкости железобетона в СНиП 11-2-80 и Еврокоде EN1992-1-2*, «Сборник статей НИИЖБ 85 лет»
8. Л. А. Титова, к. т. н., М. И. Бейлина инж. (НИИЖБ им. А. А. Гвоздева), *Напрягающий бетон – одно из средств обеспечения надежности конструкций*, «Сборник статей НИИЖБ 85 лет»

UOT 711.168

UCARIN YARANMA TARİXİ VƏ UCARDA ŞƏHƏRSALMANIN İNKİŞAFI*dissertant M.A.Vəlixanova, Azərbaycan İnşaat və Memarlıq Elmi-Tədqiqat İnstitutu***ИСТОРИЯ ОБРАЗОВАНИЯ УДЖАРА И РАЗВИТИЕ ЕГО ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА***диссертант М.А.Велиханова, Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры***HISTORY OF FORMATION OF UJAR AND ITS URBAN PLANNING DEVELOPMENT***dissertator M.A.Velikhanova, Azerbaijan Scientific-Research Institute of Construction and Architecture*

Xülasə: Məqalədə Böyük İpək Yolu üzərində yerləşən Ucar şəhərinin yaranma tarixi, nəqliyyat şəhəri kimi formalaşması, şəhərsalma, məskunlaşma və s. problemləri təhlil olunmuşdur.

Açar sözlər: Böyük İpək Yolu, şəhərin tarixi coğrafiyası, infrastruktur, landşaft, urbanizasiya, layihələndirmə.

Аннотация: В этой статье исследованы история образования расположенной в зоне прохождения Великого Шелкового Пути города Уджара, проблемы формирования его как одной из транспортных центров, особенности градостроительство, урбанизации и др.

Ключевые слова: Великий Шелковый Путь, исторический география города, градостроительство, инфраструктура, ландшафт, урбанизация, проектирование.

Summary: The history of formation of city Ujar situated in the area of the passage of the Great Silk Way, issues formation of it as one of the transportation centers, especially urban development, urbanization and others were examined in this article.

Key words: Great Silk Way, the historical geography of the city, urban planning, infrastructure, landscape, urbanization, design.

“Böyük İpək Yolu” b.e. I minilliyindən başlayaraq II minilliyin ortalarına qədər Avropa və Asiyadan çarpaz şəkildə keçən magistral şəbəkədir.

Böyük İpək Yolunun əsas hissəsi öz başlanğıcını Çinin qədim paytaxtı Çanqandan (Xiandan) götürmüş və sonralar Orta Asiyadan - Təkləməkan səhrasından keçən şimal və cənub marşrutlarına ayrılmışdır.

Böyük İpək Yolu üçün əsas tarixi fəaliyyətlər dövrü Çində Xan sülaləsinin (e.ə. 206-cı ildən 220-ci illərə qədər), Çində Tauk sülaləsinin (b.e. 613-907-ci illər) və Monqol imperatoru Xanatanın hakimiyyəti dövrlərinə şamil edilir.

I minillikdən başlayaraq II minilliyin ortalarına qədər “Böyük İpək Yolu” kimi tanınmış nəhəng ticarət marşrutları şəbəkəsi Avropa və Asiya xalqlarını bir-biri ilə əlaqələndirirdi.

“Böyük İpək Yolu”nun tarixi ticarət marşrutları Çin, Yaponiya, Monqolustan, İran, Özbəkistan, Tacikistan, Azərbaycan və digər ölkələri keçməklə genişlənməmişdir.

Eyni zamanda bir çox elmi və texnoloji informasiyalar şərqdən qərbə məhz “Böyük İpək Yolu” vasitəsilə aparılmışdır.

“Böyük İpək Yolu”nun Azərbaycan ərazisindən keçməsi respublikamızın bir sıra şəhərlərinin formalaşmasına və inkişafına səbəb olmuşdur.

Azərbaycanın Böyük İpək Yolu üzərində yerləşən nəqliyyat şəhərlərinin tarixi şəhərsalma quruluşunun araşdırılması “Böyük İpək Yolu”nun bərpasına zəmin yaratmışdır. Belə nəqliyyat şəhərlərindən biri də Ucar şəhəridir.

Ucarın ərazisi keçmişdə Şirvan bəylərbəyinin, sonralar isə Şamaxı xanlığının, daha sonra 1840-cı ilin 10 aprelində inzibati islahata əsasən Kaspi vilayətinin tərkibində, 1846-cı ildə isə Şamaxı quberniyasının tərkibində olmuşdur.

1859-cü ildə Şamaxı zəlzələ nəticəsində dağılandan sonra quberniyanın mərkəzi Bakıya köçürüldü və adı da dəyişdirildi. Beləliklə, Bakı quberniyasının tərkibinə Şamaxı, Şuşa,

Şəki, Lənkəran qəzaları daxil edildi. 1867-ci ilin dekabrında Bakı quberniyasının tərkibində Göyçay qəzası yaradıldı, bu zaman Ucar rayonu Göyçay qəzasının tərkibində qaldı.

1930-cu ildə qəza bölgüsü ləğv edildi və indiyədək mövcud olan rayon inzibati ərazi bölgüsü keçrildi. Bu vaxt Ucar rayonu Göyçay rayonunun tərkibində saxlanıldı. 1939-cu ilin yanvarın 14-də Ucar rayonu Göyçay rayonunun tərkibindən ayrılaraq müstəqil rayon oldu.

Ucar rayonunun mərkəzi Ucar şəhəridir. 1963-cü ildə Ucar rayonu ərazisində dəyişiklik edildi və 1963-cü ildə Zərdab rayonu ləğv edilərək onun ərazisi, yəni 856 km² sahəsi ilə birlikdə Ucar rayonuna verilmiş, 1965-ci ildə isə Zərdab rayonu yenidən müstəqil rayon kimi bərpa olunaraq 856 km² sahəsi ilə birlikdə Ucardan ayrılmışdır. Hal-hazırda Ucar rayonunun sahəsi 853 km²-dir.

Əhalisi: Ucar rayonunun əhalisinin sayı 82,9 min nəfər, o cümlədən Ucar şəhərinin əhalisi isə 17,3 min nəfərdir. Hər km²-ə $\approx$ 90 nəfər adam düşür. Şəhər əhalisinin milli tərkibi müxtəlif olmaqla burada 8 millətin, o cümlədən azərbaycanlılar, ruslar, ləzgilər, türklər, tatarlar, ukraynalılar və digər millətlərin nümayəndələri yaşayırlar.

İqlimi və kənd təsərrüfatı: Ucar rayonu Şirvan düzündə, dəniz səviyyəsindən aşağıda yerləşir. Burada yarımsəhra və quru çöllər üçün səciyyəvi olan iqlim şəraiti müşahidə edilir. Yay çox isti olur. Göyçay və Türyançay (Qarasu) çayları, cənubdan baş Şirvan kollektoru rayon ərazisindən keçir. Ərazisini əsasən bozçəmən və şoran torpaqlar təşkil edir. Bitki örtüyü seyrək və əsasən ovalıq və yarım-səhra tipli bitkilərdən ibarətdir. Türyan çay boyunca Tuğay meşələri vardır. Bu meşələrin əksər hissəsi hazırda qırılmış və əkin sahələrinə verilmişdir. Süni yolla salınmış 380 ha-dan çox tarla qoruyucu meşə sahələri salınmışdır. Rayonun florasında əsasən biyan bitkisi mühüm yer tutur. Dərman bitkisi olan biyanın kökləri tədarük edilərək başqa ölkələrə ixrac edilir. Rayonun faunasında canavar, tülkü, dovşan, quşlardan turac, qırqovul və s. geniş yayılmışdır.

Əsasən aqrar rayondur. Kənd təsərrüfatının əsas sahələri əkinçilik, maldarlıq, kənd əhalisinin əsas məşğuliyyəti taxılçılıq, pambıqçılıq və heyvandarlıqdır. Ucar şəhərinin sənayesində pambıq, konserv, dəmir-beton məmulatları, metal və ağac məmulatları istehsal edən zavodlar və s. əsas yer tutur.

Coğrafi mövqeyi: Ucar şəhəri Bakıdan 256 km qərbdə, Şirvan düzündə- aranda yerləşir. Ucar şəhəri şimaldan-Göyçay, şərqdən-Kürdəmir, cənubdan-Zərdab, qərbdən-Ağdaş şəhərləri ilə həmsərhəddir. Rayonun ərazisi qərbdən şərqə təqribən 50 km., şimaldan cənuba isə 25 km-dir. Şəhərin coğrafi mövqeyi olduqca əlverişlidir. Bakı-Tbilisi dəmiryolunun və magistral avtomobil yolunun Ucar şəhərindən keçməsi, habelə Böyük İpək Yolunun bərpa olunmaqla Ucardan şəhərindən keçməsi iqtisadi əhəmiyyətini olduqca artırır.

Bakı-Tbilisi dəmiryolu və Bakı-Qazax avtomagistralı bu şəhərin ərazisindən şərqdən qərbə doğru keçir və şəhər Bakı-Tbilisi dəmiryolu ilə bərabər Bakı-Gəncə, Göyçay-Zərdab magistral avtomobil yollarının qovşağında yerləşir.

İqtisadi xarakteristikası: Ucar şəhərinin təsərrüfatı pambıqçılıq, baramaçılıq, quru subtropik meyvəçilik, bostançılıq və toyuqçuluqdan ibarətdir. Ucar biyan zavodu şəhərin tarixində I sənaye müəssisəsidir, 1902-ci ildən fəaliyyət göstərmiş və onu ingilislər idarə etmişlər. Bakı-Tbilisi dəmiryolu çəkilib istifadəyə verildikdən sonra Ucar Biyan zavodunun məhsulları bu dəmir yolu ilə daşınmağa başlandı.

Biyan kökləri zavodda çeşidlənib presləndikdən sonra vaqonlara doldurularaq dəmir yolu vasitəsilə xarici ölkələrə göndərilmişdir. Hal-hazırda isə həmin zavod konserv zavodu

kimi fəaliyyət göstərir. Ucar şəhərində eyni zamanda pambıqtəmizləmə zavodu, asfalt zavodu, çörək zavodu və s. vardır.

Tarixi: Ucar şəhəri 24 yanvar 1939-cu ildə təşkil edilmişdir. Şəhərin adı və yaranma tarixi haqqında müxtəlif fikirlər söylənilir. Ərəb coğrafiyaşünası Əl-Sitəkrinin “Məmləkətlərin yolları” kitabında Ucarın adı çəkilir. Ucar şəhəri Azərbaycan tarixində orta əsr şəhəri kimi qeyd olunur. XV əsrdə yaşamış Azərbaycan şairi Bərd Şirvaninin yazılarında “ucar” sözünə rast gəlinir. Bəzi mülahizələrə görə rayonun adı Azərbaycan dilindəki “ucar” sözündən əmələ gəlmişdir. Digər mülahizələrdə rayonun adının qədim Şirvanda yaşamış “ucar” tayfasının adından götürüldüyü iddia olunur. “Ucar” sözünün “ucqar” sözündən götürülməsi fikrini söyləyənlər də vardır. Hazırda Ucar şəhərinin ölkəmizin mərkəzi hissəsində yerləşməsinə baxmayaraq vaxtı ilə Şirvanşahların paytaxtı Şamaxı şəhərindən ən ucqar ərazidə yerləşdiyinə görə adının “ucqar” sözündən götürüldüyü də ehtimal edilir.

Coğrafi adların (toponimlərin) tədqiqi ilə məşğul olan F.Ə.Nağıyev kitabında Ucarın tarixi coğrafiyasını, bu ərazinin coğrafi adlarını təhlil etmiş və Ucar haqqında ümumi məlumatlar vermişdir. “Ucar” sözünün mənşəyi və adının mənası barədə müxtəlif fikirlər söyləməklə “ucar” sözünün tayfa adı olmasını əsaslandırmışdır.

Bəzi türk dillərində isə bu söz “bazar, alış-veriş” kimi işlədilir.

Bir sözlə Ucar yer adının qədimdə yaşamış türk soylu Uci (Uç) tayfasının adı ilə bağlı olması fikri söylənilir. Bəzi mənbələrdə bu tayfa haqqında məlumat verilmiş və deməli “ucar” sözü “uc” (uca, yüksək, qüdrətli) və “ar” (ər, kişi, döyüşçü) sözlərinin birləşməsindən əmələ gəlmişdir.

Deməli, “ucar” uci elinə mənsub olaraq “uca kişi”, “qüdrətli kişi”, “qüdrətlilər” mənasını verir.

Şəhərsalması: Ucar rayonunun mərkəzi Ucar şəhəridir və Şirvan düzündə, aranda yerləşir. Ümumiyyətlə, Ucar rayonunda məskunlaşmış qədim türk tayfaları ilk məskənlərindən yeni otlaq, əkin sahələrinə, qışlaqlara, su mənbələrinə yaxın yerləri axtarıb tapmaq və bu yerlərdə daimi məskən salmaq məqsədi ilə köç etmişlər və Ucar şəhərinin indiki yaşayış məntəqələri də məhz belə yaranmışdır. Azərbaycanda, eləcə də Ucarda əksər yaşayış məntəqələrinin kənd formasında məskunlaşması baş vermişdir. Məskunlaşma əsasən ərazinin relyefinə görə formalaşaraq yaşayış məskənlərinə çevrilmişdir.

Ucar şəhəri əvvəllər adi yaşayış məntəqəsi, müəyyən bir müddətdən sonra qəsəbə və inkişaf edərək şəhər olmuşdur. Təbii şəraiti əlverişli olduğundan əhalinin məskunlaşmasına şərait yaranmışdır.

Ucar şəhərində cəmi 31 yaşayış məntəqəsi vardır. Bunlardan 1 şəhər, 28 kənd və 3 qəsəbə tipli yaşayış məntəqələri, Müsüslü qəsəbəsi, Neftaşıran qəsəbəsi, Əlikənd dəmiryolu stansiyası qəsəbə tipli yaşayış məntəqələrindən ibarətdir [1] (səh.24).

Rayonda iri yaşayış məntəqələri Bərgüşad, Qazyan, Yuxarı Şilyan, Alpout və s. kəndlərdir [1] (səh.25).

Bakı-Tbilisi dəmiryolu 1870-ci ildən çəkilməyə başlamış və 1883-cü ildə istifadəyə verilmişdir. Bu dəmir yolu Ucar rayonu ərazisindən keçdiyindən Ucar dəmiryol stansiyasının tikilməsi zərurəti yaranmış və nəhayət Ucar dəmir yolu tikilmişdir. Bu illərdən başlayaraq dəmir yolu stansiyası ətrafında fəhlələr üçün hökumət tərəfindən yaşayış evləri tikilmiş və sonralar fərdi yaşayış evləri də tikilmişdir. Şamaxı və Şəkinin bəzi

bəyləri və sahibkarları da Ucar dəmiryol stansiyasında 2 mərtəbəli bişmiş kərpicdən müxtəlif təsərrüfat binaları, mehmanxana, dəyirman, bir sıra yaşayış evləri və digər binalar tikmişlər [1] (səh.40).

Azərbaycanda, eləcə də Ucar rayonunda əksər yaşayış məntəqələri kənd formasında yayılmışdır. Ucarın yaşayış məskənləri yerin relyefi şəraitinə görə düzənlik, qruplaşması xüsusiyyətlərinə görə isə, yığcam, nizamsız-pərakəndə və koma-koma formalarına və bir neçə küçə boyu yerləşmə formalarına bölünür [1] (səh.44). Ucarda qədimdən yaşayış evləri bir qayda olaraq inşa edilərkən əsasən çiy kərpicdən tikilirdi.

Azərbaycanda yollar çəkilənə qədər, yəni karvan yolu, öküz və at arabası, furqon, kəl arabası və s. başqa poçt yolları da olmuşdur ki, bu yollardan biri də Ucardan keçirdi. Göyçay qəzasında ilk poçt stansiyası 1867-ci ildə tikilmişdir.

Rayonda çoxlu sayda sənaye müəssisələri vardır. Ucar rayonunda 45 ümumtəhsil məktəbi, 22 uşaq bağçası, 47 kitabxana, 18 mədəniyyət evi, muzeylər, 1 musiqi məktəbi, rabitə qovşağı, ATS binası, şadlıq sarayları, kolxoz bazarı, 13 xəstəxana, 1 uşaq xəstəxanası (regionlararası), 16 feldşer-mama məntəqəsi, 1 epidemoloji stansiya, 1 rayonlararası əsəb xəstəlikləri xəstəxanası və s. müəssisələr vardır.

Rayonun Baş planı 1980-ci ildə tərtib edilmişdir. Rayonda məskunlaşma əsasən dəmir yolu stansiyası tikildikdən sonra başlamışdır. Rayon mərkəzi əsasən dəmiryol stansiyasından şimalda mərkəzləşmişdir. Əsasən mərkəzdə İcra hakimiyyətinin binası (1987), keçmiş Rayon KP-nin binası (1950-60), Mədəniyyət evi (1970), Ucar dəmiryol stansiyası (1870-1883), köhnə klub binası (1950-60), kino-teatr və yay kino teatr zalı (1950-60), aptek (1960-70), Musiqi məktəbi (1980-90), şahmat məktəbi (2 mərtəbəli), Mehmanxana (2 mərtəbəli, 1960-70), orta məktəblər, poliklinika, Uşaq xəstəxanası (1989), Pionerlər evi (1960) hazırda uşaq yaradıcılıq mərkəzidir), Muzey (1980), Mərkəzi kitabxana, 2 univermaq binası (1970), 1 mərtəbəli ticarət mərkəzi, bank binaları, məhkəmə binası, seçki komissiyasının 2 mərtəbəli binası (2007), məişət evi, avtovağzal, abidələr, yaşayış binaları, parklar, kolxoz bazarı və s. vardır.

Heydər Əliyev adına park və muzey, Zərifə Əliyeva adına park rayonun landşaftına gözəllik verir.

Ucar şəhəri illər ərzində formalaşaraq daha da böyümüş və inkişaf etmişdir.

Su təchizatı: Rayonda böyük su anbarı vardır. Ucar dəmiryol stansiyası yerləşdiyi əraziyə su öz axını ilə gələ bilirdi. Qonşu Qarabörk kəndi ərazisindən keçən su arxından bura öz axını ilə su gətirilərək xüsusi tikilmiş hovuzlara doldurularaq istifadə edilirdi.

Maddi mədəni irsi: Ucar şəhərində hazırda 8 abidə qorunub saxlanılır. Bu abidələr rayon mədəniyyət şöbəsi tərəfindən qeydiyyatla alınmış və ümumrespublika əhəmiyyətli abidələr hesab olunurlar.

Rayonun yaşıllaşdırılmasına xüsusi diqqət edilir. Yeni park və yaşıllıqların salınması rayon ərazisini daha da gözəlləşdirir və əhəlinin istirahətində böyük rol oynayır.

Siyasi və strateji Bakı-Supsa, Bakı-Ceyhan ixrac neft kəmərləri, dəmir və şosse yolları da bu şəhərdən keçdiyindən Ucar şəhəri həm də nəqliyyat qovşağı hesab olunur.

Böyük İpək Yolu üzərində yerləşən Ucar şəhəri formalaşaraq inkişaf edir.

Şəhər genişlənir və bu baxımdan rayonun tarixi coğrafiyası, yaşayış məntəqələrinin mənşəyi və əmələ gəlməsi tarixinin izahı indi daha böyük siyasi, elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edir [1] (səh. 49).

Yenidənqurma işləri zamanı yolların yenidən salınması, yeni tikililərin, yaşayış binalarının, ticarət mərkəzlərinin planlı şəkildə salınması, kommunikasiyalar sisteminin təzələnməsi, küçə şəbəkələrinin reabilitasiyası, rayonun landşaftına uyğun yaşıllaşdırma işlərinin aparılması, yeni parkların salınması, şəhər daxili və xarici avtomobil dairələrinin yenidən inşası memarlıq-məkan planlaşdırılması baxımından müasir tələblərə uyğun yeni tərtibata və yeni layihələrin işlənməsinə, yəni rayonun Baş planının yenidən işlənməsi üçün zərurət yaratmışdır. Ucar şəhərinin sosial-iqtisadi inkişafı və yaşayış məskənlərinin genişlənməsi şəhərin Baş planının yeni layihələr əsasında tərtibatını aktuallaşdırır.

Bunun üçün bu regionda şəhərsalma infrastrukturunun inkişafına, nəqliyyat infrastrukturuna, təbiət və şəhər peyzajlarının qorunub saxlanılmasına, məskunlaşmanın müxtəlif şərtlər əsasında təşkilinə, urbanistikaya elmi cəhətdən yanaşaraq bəzi təklif və tövsiyələr verməklə problemlərin həllinə imkan yaratmaq olar:

- Ağır texniki müəssisələrin şəhər kənarına köçürülməsi və yenilərini tikilməsi;
- Kənd əhalisinin şəhərə axınının qarşısını almaq üçün kənd təsərrüfatının inkişaf etdirilməsi, yolların yenidən təmir edilməsi, yeni iş yerlərinin açılması, mədəni-məişət və təhsil ocaqlarının tikilməsi;
- Yeni park və yaşıllıqların salınması;
- Şəhər kənarında idman və turizm sahələrinin inşası və inkişaf etdirilməsi;
- Şəhər ərazisinin yeni layihələr əsasında formalaşması;
- Ekologiyanın mühafizəsi və inkişafı;
- Kənd yerlərində təbii yaşıllıqların mühafizəsi və aqlomerasiyası.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Nağıyev F.Ə. "Ucarın tarixi coğrafiyası", "Araz" nəş., Bakı 2005.
2. "AR-nın yaşayış məskənlərinin statusunun dəyişməsi ilə əlaqədar onların planlaşdırma strukturlarının inkişaf mərhələlərinin tədqiqi və təkliflərin işlənməsi" ETİ-nin elmi-texniki hesabatı, AzİMETİ, Bakı 2010 .
3. Fətullayev Ş. "19-20-ci əsrin əvvəllərində Azərbaycanda şəhərsalma və memarlıq", "Şərq-qərb" nəşriyyatı, 2013.
4. Севостьянов А.В., Конокотин Н.Г. «Градостроительства и планировка населенных мест». Москва, 2012.
5. Dövlət Statistika Komitəsi "Azərbaycanın Statistik Göstəriciləri-2014".



Ucar şəhərinin bu günü

УДК 539.3

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ
ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК ПЕРЕМЕННОЙ ТОЛЩИНЫ С УЧЕТОМ
НАЧАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕННЫХ СОСТОЯНИЙ

д.т.н., проф. **Сейфуллаев Х.К.**, Азербайджанский Строительный и Архитектурный НИИ
докторант **Махмуди Г.М.**, Азерб. Архитектурный и Строительный Университет

DƏYİŞƏN QALINLIQLI SİLİNDRİK QABIQLARIN BAŞLANGIC GƏRGİNLİKLİ
HALLARI NƏZƏRƏ ALINMAQLA SƏRBƏST RƏQSLƏRİN TEZLİYİNİN
TƏYİN OLUNMA METODU HAQQINDA

t.e.d., prof. **Seyfullayev X.Q.** Azərbaycan İnşaat və Memarlıq ETİ
doktorant, **Mahmudi Q.M.** Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti

ON A METHOD OF DETERMINING THE FREQUENCY OF FREE OSCILLATIONS
OF CYLINDRICAL SHELLS OF VARIABLE THICKNESS WITH THE INITIAL STRESS STATE

doc. of tech.sciences, prof. **Seifullayev Kh.K.** Azerbaijan Scientific-Research Institute
of Construction and Architecture

Makhmoudi G.M., Azerbaijan University of Architecture and Construction

Аннотация: Определение частот свободных колебаний тонких цилиндрических оболочек переменной толщины на основе геометрической нелинейной теории сопряжены с математическими трудностями из-за нелинейности и переменности коэффициентов исходных дифференциальных уравнений, но нормативные документы для проектирования этих тонкостенных конструкций требуют учет начального состояния и геометрической нелинейности [2].

Ключевые слова: Переменная толщина, свободные колебания, частота и формы, цилиндрические оболочки.

Xülasə: Nazik dəyişən qalınlıqlı silindrik qabıqların həndəsi qeyri-xətti nəzəriyyə əsasında sərbəst rəqslərinin tezliklərinin təyini yekun diferensial tənliklərin qeyri-xətti və əmsallarının dəyişən olması riyazi çətinliklərlə bağlıdır, lakin nazikdivarlı konstruksiyaların layihələndirilməsi üçün mövcud normativ sənədlər başlanğıc gərginlikli halları və həndəsi qeyri-xəttiliyi nəzərə almağı tələb edir. Məqalədə bu məsələnin həllərinə baxılmışdır.

Açar sözlər: Dəyişən qalınlıq, sərbəst rəqslər, tezlik və formalar, silindrik qabıqlar.

Summary: Determining the frequency of free oscillations of thin cylindrical shells of variable thickness on the basis of geometric nonlinear theory associated with mathematical difficulties due to non-linearity and of variable coefficients initial differential equations, but regulatory documents for the design of thin-walled structures requires consideration of the initial state and the geometric nonlinearity.

Key words: variable thickness, free oscillations, frequency and form, cylindrical shells.

В постановке, указанной выше, для решения задач статики и динамики разработан новый метод на основе одного способа линеаризации геометрических нелинейных дифференциальных уравнений [1], сущность которого изложена ниже.

Дифференциальные уравнения геометрической нелинейной теории цилиндрических оболочек переменной толщины приняты в следующем виде [1,3]:

$$\Delta(D\Delta w) - (1 - \nu)L(D, w) - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \beta^2} - L(w, \varphi) + M \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = q; \quad (1)$$

$$\Delta(H\Delta \varphi) - (1 + \nu)L(H, \varphi) + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} + \frac{1}{2}L(w, w) = 0.$$

В уравнениях (1) обозначены:

$$\Delta = \frac{\partial^2}{\partial \alpha^2} + \frac{\partial^2}{\partial \beta^2} - \text{оператор Лапласа};$$

$D(\alpha, \beta)$ и $H(\alpha, \beta)$ - переменные жесткости оболочек:

$$D(\alpha, \beta) = \frac{Eh^3(\alpha, \beta)}{12(1 - \nu^2)}; \quad H(\alpha, \beta) = \frac{1}{Eh(\alpha, \beta)}; \quad M = \frac{\gamma h(\alpha, \beta)}{g}.$$

Дифференциальные операторы $L(\xi, \Psi)$ над двумя функциями приняты в виде:

$$L(\xi, \Psi) = \frac{\partial^2 \xi}{\partial \alpha^2} \cdot \frac{\partial^2 \Psi}{\partial \beta^2} + \frac{\partial^2 \xi}{\partial \alpha^2} \cdot \frac{\partial^2 \Psi}{\partial \beta^2} - 2 \frac{\partial^2 \xi}{\partial \alpha \partial \beta} \cdot \frac{\partial^2 \Psi}{\partial \alpha \partial \beta}$$

Когда в дифференциальном операторе $L(\xi, \Psi)$ функции ξ и Ψ являются неизвестными, тогда этот оператор будет нелинейным.

В данной работе закон изменения толщины по криволинейной стороне цилиндрических оболочек принят в следующем виде:

$$h(\alpha) = h_0[1 + \varepsilon F(\alpha)] \quad (2)$$

Где h_0 - среднее значение переменной толщины оболочки, ε - малый параметр, а $F(\beta)$ - функция возмущения толщины, имеющая вид:

$$F(\alpha) = 1 - \frac{6\alpha}{a} + \frac{6\alpha^2}{a^2}; \quad \frac{\partial F(\alpha)}{\partial \alpha} = \frac{6}{a} \left(\frac{2\alpha}{a} - 1 \right); \quad \frac{\partial^2 F(\alpha)}{\partial \alpha^2} = \frac{12}{a^2}; \quad h_0 = \frac{1}{a} \int h(\alpha) d\alpha.$$

Переменные жесткости оболочки с учетом (2) представляются в виде:

$$\begin{aligned} D &= D_0[1 + 3\varepsilon F(\alpha) + \dots]; \\ H &= H_0[1 + \varepsilon F(\alpha) - \dots]; \\ M &= M_0[1 + \varepsilon F(\alpha)]. \end{aligned} \quad (3)$$

Учитывая значения переменных величин (3) в исходной системе дифференциальных уравнений (1), получим:

$$D_0 \Delta^2 w + 3D_0 \varepsilon L_1[F(\alpha), w] - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \beta^2} - L(w, \varphi) + M_0[1 + \varepsilon F(\alpha)] \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = q; \quad (4)$$

$$H_0 \Delta^2 \varphi + H_0 \varepsilon L_1[F(\alpha), \varphi] + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} + \frac{1}{2} L(w, w) = 0.$$

Где $L_1[F(\alpha), w]$ и $L_1[F(\alpha), \varphi]$ имеют следующий вид:

$$L_1[F(\alpha), w] = F(\alpha) \Delta^2 w + \frac{12}{a^2} \left[\Delta w + \left(\frac{2\alpha}{a} - 1 \right) \frac{\partial}{\partial \alpha} \Delta w - (1 - \nu) \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} \right];$$

$$L_1[F(\alpha), \varphi] = F(\alpha) \Delta^2 \varphi + \frac{12}{a^2} \left[\Delta \varphi + \left(\frac{2\alpha}{a} - 1 \right) \frac{\partial}{\partial \alpha} \Delta \varphi - (1 + \nu) \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \beta^2} \right].$$

Полученная система (4) есть дифференциальные уравнения движения цилиндрических оболочек переменной толщины поперечного изгиба при больших прогибах. Решения этих уравнений разделяются на две части:

$$w = w_0 + \bar{w}; \quad \phi = \phi_0 + \bar{\phi}. \quad (5)$$

Здесь w_0 и ϕ_0 - основная часть решения нелинейных дифференциальных уравнений (4) и считаются известными; $\bar{w}$ и $\bar{\phi}$ - компенсирующая часть решений уравнений (4) и считаются малыми по сравнению с w_0 и ϕ_0 . Подставляя эти решения в виде (5) в (4) получим:

$$\begin{aligned} D_0 \Delta^2 \bar{w} + 3D_0 \varepsilon L_1[F(\alpha), \bar{w}] - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \bar{\phi}}{\partial \beta^2} - L(\bar{w}, \phi_0) - L(w_0, \bar{\phi}) + M_0[1 + \varepsilon F(\alpha)] \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial t^2} = \\ = - \left\{ D_0 \Delta^2 w_0 + 3D_0 \varepsilon L_1[F(\alpha), w_0] - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \phi_0}{\partial \beta^2} - L(w_0, \phi_0) + M_0[1 + \varepsilon F(\alpha)] \frac{\partial^2 w_0}{\partial t^2} - q \right\} + L(\bar{w}, \bar{\phi}); \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} H_0 \Delta^2 \bar{\phi} + H_0 \varepsilon L_1[F(\alpha), \bar{\phi}] + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \beta^2} + L(\bar{w}, w_0) = \\ = - \left\{ H_0 \Delta^2 \phi_0 + H_0 \varepsilon L_1[F(\alpha), \phi_0] + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 w_0}{\partial \beta^2} + \frac{1}{2} L(w_0, w_0) \right\} - \frac{1}{2} L(\bar{w}, \bar{w}). \end{aligned}$$

На основании анализа уравнений (6), можно заключить следующие: ввиду малости $\bar{w}$, и $\bar{\phi}$ дифференциальные операторы $L(\bar{w}, \bar{\phi})$ и $L(\bar{w}, \bar{w})$ как малые величины второго порядка в уравнениях (6) пренебрегаются;

Выражения в скобках правых частей (6) характеризуют начальное нелинейно-моментное состояние пологих цилиндрических оболочек переменной толщины. Предполагается, что если какие-нибудь приближенные решения начального состояния при статическом действии нагрузки известны, тогда правые части уравнений (6) равняются нулю, т.е:

$$D_0 \Delta^2 w_0 + 3\varepsilon D_0 L_1[F(\alpha), w_0] - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \phi_0}{\partial \beta^2} - L(w_0, \phi_0) - q = 0; \quad (7)$$

$$H_0 \Delta^2 \phi_0 + \varepsilon H_0 L_1[F(\alpha), \phi_0] + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 w_0}{\partial \beta^2} + \frac{1}{2} L(w_0, w_0) = 0.$$

Тогда система дифференциальных уравнений (6) принимает следующий вид:

$$D_0 \Delta^2 \bar{w} + 3\varepsilon D_0 L_1[F(\alpha), \bar{w}] - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \bar{\phi}}{\partial \beta^2} - L(w_0, \bar{\phi}) - L(\bar{w}, \phi_0) + M_0[1 + \varepsilon F(\alpha)] \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial t^2} = 0; \quad (8)$$

$$H_0 \Delta^2 \bar{\phi} + \varepsilon H_0 L_1[F(\alpha), \bar{\phi}] + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \beta^2} + L(w_0, \bar{w}) = 0.$$

Таким образом, решения нелинейных дифференциальных уравнений движения пологих цилиндрических уравнений сводятся к решению последовательных линейных уравнений (7) и (8).

Система дифференциальных уравнений (8) при известном решении дифференциальных уравнений начального состояния (7), будут линейными и являются однородными уравнениями движения свободных колебаний цилиндрических оболочек переменной толщины с учетом начального состояния пологих оболочек.

В действительности уравнения начального состояния пологих оболочек являются нелинейными и они линеаризуются, а затем находят их приближенные решения.

На практике, при проектировании цилиндрических оболочек начальные состояния принимаются моментными или безмоментными. При этом решения уравнений начального состояния оболочек в соответствии с (8), значительно упрощаются. Например, при моментном начальном состоянии нелинейные операторы в (7) $L(w_0, \phi_0)$ и $L(w_0, w_0)$ пренебрегаются и решения уравнений (7) упрощаются.

Таким образом, определения частот свободных колебаний на основе геометрических нелинейных дифференциальных уравнений (1) цилиндрических оболочек переменной толщины сводится к последовательному решению линейных уравнений начального состояния (7), а затем к однородной линейной системе (8) уравнений свободных колебаний. При этом уравнения (7) и (8) принимаются линейными.

Упрощенное решение получается тогда, когда уравнения начального состояния принимаются для безмоментного напряженного состояния. В этом случае уравнения начального состояния (7) для безмоментных оболочек принимают вид:

$$\frac{\partial^2 \phi_0}{\partial \beta^2} = -qR; \quad w_0 = 0. \quad (9)$$

Тогда уравнения движения свободных колебаний с учетом (9), принимают следующий вид:

$$D_0 \Delta^2 \tilde{w} + 3\varepsilon D_0 L_1[F(\alpha), \tilde{w}] - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \tilde{\phi}}{\partial \beta^2} + qR \frac{\partial^2 \tilde{w}}{\partial \alpha^2} + M_0[1 + \varepsilon F(\alpha)] \frac{\partial^2 \tilde{w}}{\partial t^2} = 0; \quad (10)$$

$$H_0 \Delta^2 \tilde{\phi} + H_0 \varepsilon L_1[F(\alpha), \tilde{\phi}] + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \tilde{w}}{\partial \beta^2} = 0.$$

В конечном итоге значения частот свободных колебаний цилиндрических оболочек переменной толщины с учетом начального состояния определяются из решения однородных дифференциальных уравнений (10) и решение задачи в указанной постановке не представляет трудностей.

Предположим, что оболочка совершает гармоническое колебание в виде:

$$\tilde{w} = \sin \omega t \cdot w(\alpha, \beta); \quad \tilde{\phi} = \sin \omega t \cdot \phi(\alpha, \beta); \quad (11)$$

Здесь ω — частота свободных колебаний цилиндрической оболочки переменной толщины.

Подставляя решения (11) в дифференциальные уравнения (10), получим уравнения частот свободных колебаний пологих цилиндрических оболочек переменной толщины:

$$D_0 \Delta^2 w + 3\varepsilon D_0 L_1[F(\alpha), w] - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \phi}{\partial \beta^2} + qR \frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} - \Omega^2 [1 + \varepsilon F(\alpha)] w = 0; \quad (12)$$

$$H_0 \Delta^2 \phi + H_0 \varepsilon L_1[F(\alpha), \phi] + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} = 0.$$

Ввиду того, что уравнения движения свободных колебаний цилиндрических оболочек переменной толщины (12) имеют переменные коэффициенты, решения их (12) принимаются в виде рядов, разложенных по степеням малого параметра ε :

$$w = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k w_k(\alpha, \beta); \quad \phi = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k \phi_k(\alpha, \beta); \quad \Omega^2 = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k \Omega_k; \quad (13)$$

Путем подстановки решения (13) в дифференциальные уравнения (12), группированием членов при одинаковых степенях малого параметра ε , а затем приравняв их нулю, получим следующие рекуррентные дифференциальные уравнения с постоянными коэффициентами:

$$D_0 \Delta^2 w_k - \frac{1}{R} \frac{\partial^2 \phi_k}{\partial \beta^2} + qR \frac{\partial^2 w_k}{\partial \alpha^2} - \Omega_0^2 w_k = F_k(\alpha, \beta); \quad (14)$$

$$H_0 \Delta^2 \phi_k + \frac{1}{R} \frac{\partial^2 w_k}{\partial \beta^2} = C_k(\alpha, \beta).$$

Здесь $F_k(\alpha, \beta)$ и $C_k(\alpha, \beta)$ — являются правыми частями рекуррентных дифференциальных уравнений (14) и в каждом приближении считаются известными.

В нулевом или начальном приближении они имеют вид:

$$F_0(\alpha, \beta) = 0; \quad C_0(\alpha, \beta) = 0.$$

Дифференциальные уравнения (14) в нулевом приближении являются однородными и не отличаются от дифференциальных уравнений цилиндрических оболочек постоянной толщины, разница заключается в том, что здесь учтены влияния начального состояния членом $qR \frac{\partial^2 w_0}{\partial \beta^2}$.

В k -ом приближении правые части рекуррентных уравнений имеют следующий вид:

$$F_k(\alpha, \beta) = -3D_0 L_1[F(\alpha), w_{k-1}] + \sum_{j=0}^{\infty} w_{k-1-j} [\Omega_k^2 + \Omega_{k-1}^2 \cdot F(\alpha)];$$

$$C_k(\alpha, \beta) = H_0 L_1[F(\alpha), \phi_{k-1}]$$

Рекуррентные дифференциальные уравнения (14) по своей структуре совпадают с дифференциальными уравнениями свободных колебаний цилиндрических оболочек постоянной толщины, поэтому известные методы решения уравнений свободных колебаний цилиндрических оболочек с успехом применяются к рекуррентным уравнениям (14).

Здесь рассматриваются решения рекуррентных уравнений (14) в начальном приближении, т.е. цилиндрические оболочки постоянной толщины.

В данной работе особый интерес представляет решения при центральном упругом сопряжении краев оболочки с прямолинейными контурными элементами [5].

Эти условия сопряжения имеют вид:

при $\alpha = 0$ и $\alpha = a$:

$$\begin{aligned} B \frac{\partial^4 w}{\partial \beta^4} \Big|_{\alpha=0} &= Q_0 - D_0 \left[\frac{\partial^3 w}{\partial \beta^3} + (2 - \nu) \frac{\partial^3 w}{\partial \alpha^2 \partial \beta} \right]; \\ C \frac{\partial^3 w}{\partial \alpha \partial \beta^2} \Big|_{\alpha=0} &= -D_0 \left(\frac{\partial^2 w}{\partial \alpha^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial \beta^2} \right) \\ \frac{1}{E_A A} \frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} \Big|_{\alpha=0} &= H_0 \left(\frac{\partial^2 \Phi}{\partial \alpha^2} - \nu \frac{\partial^2 \Phi}{\partial \beta^2} \right); \\ B_h \cdot \Phi \Big|_{\alpha=0} &= -H_0 \left[\frac{\partial^3 \Phi}{\partial \beta^3} + (2 + \nu) \frac{\partial^3 \Phi}{\partial \alpha^2 \partial \beta} \right]. \end{aligned} \quad (15)$$

Здесь B , C , B_h и $E_A A$ - соответственно жесткости контурных элементов при изгибе в вертикальной плоскости, кручении, растяжении изгибе в горизонтальной плоскости.

Когда края цилиндрической оболочки упруго сопряжены с контурными элементами, аппроксимирующие решения принимаются в виде [5]:

$$w = w_0 + w^*; \quad \Phi = \Phi_0 + \Phi^*. \quad (16)$$

Здесь w_0 и Φ_0 являются решениями главной части (16) и принимаются в виде решения удовлетворяющих условиям шарнирного опирания на краях оболочки; w^* и Φ^* - компенсирующие решения, которые позволяют удовлетворить условиям упругого сопряжения (15). Эти решения принимаются в виде [5]:

$$\begin{aligned} w_0 &= \sum_m \sum_n B_{mn} \sin \lambda_m \alpha \sin \mu_n \beta; \\ \Phi_0 &= \sum_m \sum_n A_{mn} \sin \lambda_m \alpha \sin \mu_n \beta; \\ w^*(\alpha, \beta) &= \sum_n \left\{ \left[1 + \frac{\nu \mu_n^2}{2} (\alpha^2 - a\alpha) \right] E_n - \frac{1}{2D_0} (\alpha^2 - a\alpha) N_n \right\} \sin \mu_n \beta; \\ \Phi^*(\alpha, \beta) &= - \sum_n \left\{ \left[\frac{1}{\mu_n^2} + \frac{\nu}{2} (\alpha^2 - a\alpha) \right] \xi_n - \frac{1}{2H_0} (\alpha^2 - a\alpha) \theta_n \right\} \sin \mu_n \beta. \end{aligned} \quad (17)$$

Подставляя решения (16) с учетом их выражения в виде (17) и (18) в условиях упругого сопряжения (16), после некоторых преобразований, получим следующие алгебраические уравнения:

$$\frac{\nu a \mu_n^2}{2} E_n - \frac{a}{2D} \left(1 + \frac{2}{\delta_c a^2 \mu_n^2} \right) N_n = \lambda_m \cdot B_{mn}; \quad (19)$$

$$- \left(\delta_b a \mu_n^4 + \frac{2 - \nu}{2} a \mu_n^4 \right) E_n - \frac{2 - \nu}{2} \frac{a \mu_n^2}{D} N_n = \Delta_{mn}^{(2-\nu)} B_{mn};$$

$$- \frac{a \nu}{2} \xi_n + \frac{a}{2H} (1 + 2\delta_A) \theta_n = \lambda_m \cdot A_{mn};$$

$$- \left[\frac{1}{\delta_h a^3 \mu_n^2} + \frac{\nu(2 + \nu)}{2} a \mu_n^2 \right] \xi_n - \frac{2 + \nu}{2} \frac{a \mu_n^2}{H} \theta_n = \Delta_{mn}^{(2+\nu)} A_{mn}. \quad (20)$$

Здесь приняты следующие обозначения:

$$\delta_b = \frac{B}{aD}; \quad \delta_c = \frac{C}{aD}; \quad \delta_h = \frac{B_h}{Eha^3}; \quad \delta_A = \frac{E_bAH}{a};$$

$$\Delta_{mn}^{(2\pm\nu)} = \lambda_m^3 + (2 \pm \nu)\lambda_m\mu_n^2; \quad \lambda_m = \frac{m\pi}{a}; \quad \mu_n = \frac{n\pi}{a}; \quad \Delta_{mn}^2 = (\lambda_m^2 + \mu_n^2)^2.$$

Оригинальность данного решения заключается в том, что коэффициенты одинарных тригонометрических рядов (18) легко определяются из решения алгебраических уравнений (19) и (20) через B_{mn} и A_{mn} коэффициентов двойных тригонометрических рядов (17).

Коэффициенты двойных тригонометрических рядов находятся из решения дифференциальных уравнений (14) нулевого приближения. Подставляя решения (16) в систему дифференциальных уравнений нулевого приближения, используя процедуры приведенной в работе [5], получим следующие системы алгебраических уравнений:

$$\begin{aligned} & (D\Delta_{mn}^2 - \Delta_{mn}^2 - qR\mu_n^2)B_{mn} + \frac{\mu_n^2}{R}A_{mn} - \frac{4\mu_n^2D}{m\pi} \left[1 - \nu \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} - 2\nu - \frac{\Delta_{mn}^2}{D\mu_n^4} \times \right. \\ & \times \left(1 - \nu \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} \right) \Big] E_n + \frac{4\mu_n^2}{m\pi} \left(2 + \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} - \frac{\Delta_{mn}^2}{D\lambda_m^2\mu_n^2} \right) N_n + \frac{4qR\mu_n^2}{m\pi} \times \\ & \times \left[\left(1 - \nu \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} \right) E_n - \frac{1}{D\mu_n^2} N_n \right] - \frac{4\nu}{Rm\pi} \xi_n - \frac{4}{Rm\pi H} \theta_n = 0; \end{aligned} \quad (21)$$

$$-\frac{\mu_n^2}{R}B_{mn} + H\Delta_{mn}^4A_{mn} + \frac{4\nu\mu_n^2}{m\pi R}E_n + \frac{4}{Rm\pi D}N_n - \frac{4\mu_n^2H}{m\pi} \times \left(1 + \nu \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} + 2\nu \right) \xi_n - \frac{4\mu_n^2}{m\pi} \left(2 + \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} \right) \theta_n = 0$$

Для нахождения частоты свободных колебаний надо найти нетривиальное решение шести однородных алгебраических уравнений (19), (20) и (21).

Из алгебраических уравнений (19) и (20) находят коэффициенты одинарных тригонометрических рядов которые выражаются через B_{mn} и A_{mn} следующим образом:

$$E_n = e_0(m, n)B_{mn}; \quad N_n = e_1(m, n)B_{mn};$$

$$\xi_n = e_{00}(m, n)A_{mn}; \quad \theta_n = e_{11}(m, n)A_{mn}. \quad (22)$$

Здесь приняты следующие обозначения:

$$e_0(m, n) = \frac{\Delta_{mn}^{(2-\nu)}}{a\mu_n^4} \cdot \frac{\frac{\lambda_m\mu_n^2}{\Delta_{mn}^{(2-\nu)}}(2-\nu) - \left(1 + \frac{2}{\delta_c a^2 \mu_n^2} \right)}{\frac{\nu(2-\nu)}{2} + \left(\delta_b + \frac{2-\nu}{2} \right) \left(1 + \frac{2}{\delta_c a^2 \mu_n^2} \right)};$$

$$e_1(m, n) = -\frac{\lambda_m D_0}{a} \cdot \frac{1 + \frac{2-\nu}{2\delta_b} + \frac{\nu}{\delta_b} \cdot \frac{\Delta_{mn}^{(2-\nu)}}{\lambda_m \mu_n^2}}{\frac{\nu(2-\nu)}{2\delta_b} + \left(1 + \frac{2-\nu}{2\delta_b} \right) \left(1 + \frac{2}{\delta_c a^2 \mu_n^2} \right)};$$

$$e_{00}(m, n) = -\frac{\lambda_m}{a} \cdot \frac{\frac{2+\nu}{2} + (1+2\delta_A) \frac{\Delta_{mn}^{(2+\nu)}}{\lambda_m \mu_n^2}}{\frac{\nu(2+\nu)}{2} + (1+2\delta_A) \left(\frac{1}{\delta_h a^4 \mu_n^4} + \frac{\nu(2+\nu)}{2} \right)};$$

$$e_{11}(m, n) = \frac{2\lambda_m H}{a} \cdot \frac{\frac{1}{\delta_h a^4 \mu_n^4} + \frac{\nu(2+\nu)}{2} - \frac{\nu \Delta_{mn}^{(2+\nu)}}{\lambda_m \mu_n^2}}{\frac{\nu(2+\nu)}{2} + (1+2\delta_A) \left(\frac{1}{\delta_h a^4 \mu_n^4} + \frac{\nu(2+\nu)}{2} \right)}.$$

Учитывая решения (22) в основной системе алгебраических уравнений (21), получим систему однородных алгебраических уравнений относительно коэффициентов двойных тригонометрических рядов B_{mn} и A_{mn} в следующем виде:

$$\begin{aligned} [L_{11}(m, n) - K(m, n)\Omega_{mn}^2]B_{mn} + L_{12}(m, n)A_{mn} &= 0; \\ L_{21}(m, n)B_{mn} + L_{22}(m, n)A_{mn} &= 0. \end{aligned} \quad (23)$$

Из условия нетривиального решения однородной системы алгебраических уравнений (23), получим следующее частотное уравнение цилиндрических оболочек:

$$[L_{11}(m, n) - K(m, n)\Omega_{mn}^2]L_{22}(m, n) + L_{12}(m, n)L_{21}(m, n) = 0$$

отсюда находим:

$$\Omega_{mn}^2 = \frac{1}{K(m, n)} \left[L_{11}(m, n) - \frac{L_{12}(m, n)L_{21}(m, n)}{L_{22}(m, n)} \right] \quad (24)$$

В формуле (24) приняты следующие обозначения:

$$\begin{aligned} K(m, n) &= 1 - \frac{4}{m\pi} \left(1 - \nu \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} \right) e_0(m, n) + \frac{4}{m\pi} \frac{1}{D\mu_n^2} e_1(m, n); \\ L_{11}(m, n) &= D\Delta_{mn}^2 - qR\lambda_m^2 + \frac{4qR\mu_n^2}{m\pi} \left[\left(1 - \nu \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} \right) e_0(m, n) - \frac{1}{D\mu_n^2} e_1(m, n) \right] - \\ &\quad - \frac{4\mu_n^4 D}{m\pi} \left(1 - \nu \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} - 2\nu \right) e_0(m, n) + \frac{4\mu_n^4}{m\pi} \left(2 + \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} \right) e_1(m, n); \\ L_{12}(m, n) &= \frac{\mu_n^2}{R} - \frac{4\nu}{Rm\pi} e_{00}(m, n) - \frac{4}{Rm\pi H} e_{11}(m, n); \\ L_{21}(m, n) &= -\frac{\mu_n^2}{R} + \frac{4\nu\mu_n^2}{Rm\pi} e_0(m, n) + \frac{4}{Rm\pi H} e_1(m, n); \\ L_{22}(m, n) &= H\Delta_{mn}^2 - \frac{4\mu_n^2 H}{m\pi} \left(1 + \nu \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} + 2\nu \right) e_{00}(m, n) - \frac{4\mu_n^4}{m\pi} \left(2 + \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} \right) e_{11}(m, n). \end{aligned}$$

Задаваясь параметрами характеристик жесткости контурных элементов δ_b , δ_c , δ_h и δ_A в соответствии с граничными условиями, можно найти частоты свободных колебаний цилиндрических оболочек при произвольных граничных условиях и значениях внешней нагрузки q .

Рассмотрим некоторые из них:

1. Шарнирное опирание на идеальные диафрагмы

В соответствии к этим условиям, параметры жесткости контурных элементов имеют следующие значения: $\delta_b = \infty$; $\delta_c = 0$; $\delta_h = 0$; $\delta_A = \infty$ и следовательно решения (22) принимают вид:

$$\begin{aligned} e_0(m, n) &= 0; \quad e_1(m, n) = 0; \quad e_{00}(m, n) = 0; \quad e_{11}(m, n) = 0; \quad \text{т. е.} \\ E_n &= 0; \quad N_n = 0; \quad \xi_n = 0; \quad \theta_n = 0. \end{aligned}$$

Подставляя эти решения в обобщенной формуле (24), получим следующей формулы, известной в литературе [4]:

$$\Omega_{mn}^2 = D\Delta_{mn}^2 + \frac{\mu_n^4}{R^2 H \Delta_{mn}^2} - qR\lambda_m^2 \quad (25)$$

2. Шарнирно-неподвижное опирание:

Этим граничным условиям соответствуют следующие параметры жесткости контурных элементов: $\delta_b = \infty$; $\delta_c = 0$; $\delta_h = \infty$; $\delta_A = \infty$, следовательно из решения (19) и (20) находим:

$$e_0(m, n) = 0; \quad e_1(m, n) = 0; \quad e_{11}(m, n) = 0;$$

а $e_{00}(m, n)$ имеет следующее значение:

$$e_{00}(m, n) = -\frac{2}{v(2+v)} \cdot \frac{\Delta_{mn}^{(2+v)}}{a\mu_n^2}.$$

Для определения частоты свободных колебаний при рассмотренных граничных условиях, параметры формулы (24) с учетом вышеуказанных решений имеет следующие значения:

$$K(m, n) = 0; \quad L_{11}(m, n) = D\Delta_{mn}^2 - qR\lambda_m^2;$$

$$L_{12}(m, n) = \frac{\mu_n^2}{R} + \frac{8}{Rm\pi} \frac{\Delta_{mn}^{(2+v)}}{(2+v)a\mu_n^2}; \quad L_{21}(m, n) = -\frac{\mu_n^2}{R};$$

$$L_{22}(m, n) = H\Delta_{mn}^2 + \frac{8H}{v(2+v)m\pi} \cdot \frac{\Delta_{mn}^{(2+v)}}{a} \left(1 + v\frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} + 2v\right).$$

Подставляя значения этих величин в формулу (24), получим частоты свободных колебаний цилиндрических оболочек при шарнирно-неподвижном опирании прямолинейных краев.

3. Шарнирное опирание на жесткий контур без краевых элементов ($\delta_b = 0$; $\delta_c = 0$; $\delta_h = 0$; $\delta_A = 0$).

При этих параметрах, находим следующие решения:

$$e_0(m, n) = 0; \quad e_1(m, n) = 0; \quad e_{00}(m, n) = 0; \quad e_{11}(m, n) = \frac{2Hm\pi}{a^2}.$$

Величины обобщенной формулы (24) при рассмотренных краевых условий принимают следующий вид:

$$K(m, n) = 1; \quad L_{11}(m, n) = D\Delta_{mn}^2 - qR\lambda_m^2;$$

$$L_{12}(m, n) = \frac{\mu_n^2}{R} - \frac{8}{Ra^2}; \quad L_{21}(m, n) = -\frac{\mu_n^2}{R};$$

$$L_{22}(m, n) = H\Delta_{mn}^2 - \frac{8\mu_n^2 H}{a^2} \left(2 + \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2}\right).$$

Учитывая эти величины в формуле (24), находим формулы для определения частоты свободных колебаний цилиндрических оболочек для рассмотренной краевой задачи.

4. Жесткое защемление ($\delta_b = \infty$; $\delta_c = \infty$; $\delta_h = \infty$; $\delta_A = \infty$).

Решения соответствующих этим параметрам жесткости принимают вид:

$$e_0(m, n) = 0; \quad e_{11}(m, n) = 0;$$

$$e_1(m, n) = -\frac{2Dm\pi}{a^2}; \quad e_{00}(m, n) = -\frac{2\Delta_{mn}^{(2+v)}}{v(2+v)a\mu_n^2}.$$

Параметры формулы (24) принимают следующий вид:

$$K(m, n) = 1 - \frac{8}{\mu_n^2 a^2}; \quad L_{11}(m, n) = D\Delta_{mn}^2 - qR\lambda_m^2 - \frac{8qR}{a^2};$$

$$L_{12}(m, n) = \frac{\mu_n^2}{R} + \frac{8}{Rm\pi} \frac{\Delta_{mn}^{(2+\nu)}}{(2+\nu)a\mu_n^2}; \quad L_{21}(m, n) = -\frac{\mu_n^2}{R} - \frac{8}{Ra^2};$$

$$L_{22}(m, n) = H\Delta_{mn}^2 + \frac{8H\Delta_{mn}^{(2+\nu)}}{\nu(2+\nu)a} \left(1 + \nu \frac{\mu_n^2}{\lambda_m^2} + 2\nu \right).$$

Можно рассматривать и другие граничные условия, решения которых другими методами невозможны или представляют математические трудности.

Заклучения

1. На основе одного способа, геометрические нелинейные дифференциальные уравнения цилиндрических оболочек переменной толщины линеаризованы и решения сведены к двум последовательным системам линейных дифференциальных уравнений. Первая из двух систем характеризует начальные состояния цилиндрических оболочек, вторая однородная система позволяет определить частоту и форму свободных колебаний пологих оболочек.
2. Уравнения движений свободных колебаний с переменными коэффициентами на основе метода малого параметра сведены к рекуррентным дифференциальным уравнениям с постоянными коэффициентами.
3. Дифференциальные линейные уравнения свободных колебаний с постоянными коэффициентами решены при упругом сопряжении цилиндрических оболочек с контурными элементами и определены частоты и формы свободных колебаний в зависимости от характеристик жесткости $\delta_b, \delta_c, \delta_h$ и δ_A контурных элементов при изгибе в вертикальной плоскости, кручении, изгибе в горизонтальной плоскости и растяжении. Варьированием значений этих характеристик жесткости контурных элементов, получены значения частоты свободных колебаний при произвольных граничных условиях на прямолинейных краях оболочки. Таким образом, решения задачи обобщены в единой формуле.

Литература

1. Сейфуллаев Х.К. Устойчивость круговых цилиндрических оболочек переменной толщины при моментном напряженном состоянии. Журнал АН СССР, ПММ, Т40, №2, 1976, стр. 377-382;
2. СНиП 2.03.01-84 «Бетонные и железобетонные конструкции», М, 1985, 79 стр.;
3. Корнишин М.С. Нелинейные задачи теории пластин и пологих оболочек и методы их решения. М, Наука, 1964, 192 стр.;
4. Вольмир А.С. Устойчивость деформированных систем, М, Наука, 1967, 984 стр.;
5. Сейфуллаев Х.К. Об одном методе решения краевых задач пологих оболочек. Изв. вузов «Строительство и архитектура», №7, Новосибирск, 1975, стр. 56-61.
6. AzDTN 2.16-1 «Beton və dəmir-beton konstruksiyalar»

UOT 624.072

QEYRİ-XƏTTİ DEFORMASIYA MODELİ ƏSASINDA DÜZBUCAQLI EN KƏSİKLI DƏMİR-BETON ELEMENTİN ƏYİLMƏ MƏSƏLƏSİNİN HƏLLİ

tex. üzrə f.d., dos. Xəlilov H.A., doktorant Quliyev F.M.

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,

dissertant Əsədov E.Z. Azərbaycan İnşaat və Memarlıq ETİ

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИЗГИБА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА НА ОСНОВЕ НЕЛИНЕЙНОЙ ДЕФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

д.ф. по техн. Халилов Г.А., докторант Кулиев Ф.М.,

Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства

диссертант Асədov Э.З. Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры

SOLUTION OF THE PROBLEM OF BENDING OF REINFORCED CONCRETE ELEMENTS BASED ON NONLINEAR DEFORMATION MODEL

PhD on technical sciences Khalilov H.A., doctoral student Guliyev F.M.

Azerbaijan University of Architecture and Construction

dissertation Asədov E.Z. Azerbaijan Scientific-Research Institution of Construction and Architecture

Xülasə: Məqalədə betonun sıxılmada Avrokod tərəfindən təklif olunmuş qeyri xətti kəsir-rasional diaqramının və axma meydançasına malik olan armaturla armirlənmiş düzbucaqlı en kəsikli dəmirbeton elementlərin yükləmənin ixtiyari səviyyəsi üçün əyilmədə gərginlikli deformasiya halını xarakterizə edən parametrlərin təyini metodikası işlənmişdir.

Açar sözlər: beton, armatura, moment, əyrilik, deformasiya, gərginlik, deformasiya modeli.

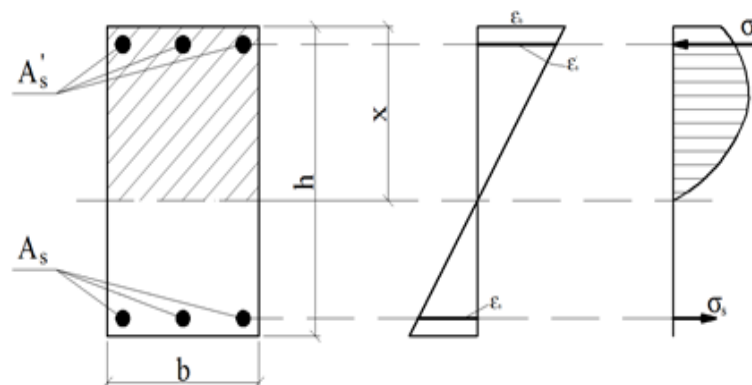
Аннотация: В статье с применением для бетона при сжатии нелинейной дробно-рациональной диаграммы и для арматуры диаграммы с площадкой текучести дано решения задачи изгиба железобетонного элемента прямоугольного сечения для любого уровня нагружения.

Ключевые слова: бетон, арматура, момент, кривизна, деформация, напряжение, деформационная модель.

Summary: This paper deals with the use of concrete in compression nonlinear a rational charts and diagram with the yield area is given for solving the problem of bending reinforced concrete element of rectangular section for any level of loading proposed at Eurocode.

Keywords: concrete, reinforcement, the moment, the curvature, deformation, stress, deformation model.

Dəmir-beton konstruksiyaların hesablanması qeyri xətti deformasiya modelinin tətbiq olunması bu konstruksiyaların yükləmənin ixtiyari səviyyəsi üçün gərginlikli deformasiya halını xarakterizə edən parametrləri, materialların möhkəmlik ehtiyatından maksimum dərəcədə istifadə etməyə və s. təyin etməyə imkan verdiyindən son zamanlarda bütün inkişaf etmiş ölkələrin inşaat normalarında son layihələndirmədə bu modelin tətbiq olunması vacib şərt kimi irəli sürülür. Deformasiya modelinin tətbiqi zamanı materialların qeyri xətti deformasiya diaqramlarından istifadə olunur.



Şək.1.

Dəmir-beton konstruksiyaların hesablanması betonun sıxılmada qeyri xətti diaqramları kimi həm natamam, yəni ancaq artan qolu olan diaqramdan, həm də tam, yəni aşağı enən qolu da olan diaqramdan istifadə olunur. Aydın ki, ən mükəmməl nəticələr tam diaqramın tətbiqi ilə əldə oluna bilər. Ona görə də materialların qeyri xətti deformasiya diaqramlarının tətbiqi ilə əyilmə məsələsinin həll metodikasının işlənməsi müasir dəmir-beton konstruksiyalar nəzəriyyəsinin aktual problemlərindən biridir.

Fərz edək ki, elementin en kəsiyinin ölçüləri və armaturlanması şəkl. 1-də göstərilən kimidir. Tutaq ki, sıxılmada betonun deformasiya diaqramı Avrokodda təklif olunmuş kəsr-rasional funksiya qanunu ilə aşağıdakı kimi təyin olunur [1,2,3,4].

$$\sigma_b = R_b \cdot \frac{k\beta - \beta^2}{1 + (k-2)\beta} \quad (1)$$

burada $\beta = \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_R}$ - betonda sıxılma deformasiyasının səviyyəsi, ε_b - kəsiyin kənar sıxılan

lifində betonda yaranan deformasiyanın qiymətidir. Deformasiya modelinə əsasən kəsik üçün müstəvi kəsiklər hipotezinin doğru olduğu qəbul olunur [1,2,3,4,5,6]. Onda deformasiyanın kəsik üzrə paylanması üçün bu hipotez əsasında yazıla bilər ki,

$$\beta_z = \frac{\beta}{x} \cdot \left(x - \frac{h}{2} + z \right) \quad (2)$$

Onda kəsiyin sıxılan hissəsində betondakı normal gərginliklərin hündürlük üzrə paylanması üçün yazıla bilər ki,

$$\sigma_b(z) = R_b \cdot \frac{k \cdot \beta_z - \beta_z^2}{1 + (k-2) \cdot \beta_z} \quad (3)$$

Onda betondakı normal gərginliklərin hesabına yaranan normal qüvvə üçün materiallar müqavimətinin məlum düsturuna əsasən alırıq ki,

$$N_b = \int_{A_b} \sigma_b(z) dA_b = b \cdot \int_{h/2-x}^{h/2} \sigma_b(z) dz = b \cdot \int_{h/2-x}^{h/2} R_b \cdot \frac{k \cdot \frac{\beta}{x} \cdot \left(x - \frac{h}{2} + z \right) - \frac{\beta^2}{x^2} \cdot \left(x - \frac{h}{2} + z \right)^2}{1 + (k-2) \cdot \frac{\beta}{x} \cdot \left(x - \frac{h}{2} + z \right)} dz$$

Bu integralın hesablanmasını asanlaşdırmaq məqsədilə $\mu = \frac{\beta}{x} \cdot \left(x - \frac{h}{2} + z \right)$ əvəzləməsini daxil edək. Onda normal qüvvənin ifadəsi daha sadə şəkildə aşağıdakı kimi yazılır:

$$N_b = R_b \cdot b \cdot \frac{x}{\beta} \cdot \int_0^{\beta} \frac{k \cdot \mu - \mu^2}{1 + (k-2) \cdot \mu} d\mu \quad (4)$$

Alınmış ifadədən göründüyü kimi daxili normal qüvvə daha sadə şəkildə

$$N_b = R_b \cdot b \cdot x \cdot \Phi_1(\beta, k) \quad (5)$$

kimi göstərilə bilər, burada sadəlik xətinə

$$\Phi_1(\beta, k) = \frac{1}{\beta} \cdot \int_0^{\beta} \frac{k \cdot \mu - \mu^2}{1 + (k-2) \cdot \mu} d\mu \quad (6)$$

əvəzləməsi aparılmışdır.

Aydındır ki, bu integral elementar funksiyalarla ifadə olunan integraldır. Onun hesablanması üçün yeni $\theta = 1 + (k-2) \cdot \mu$ əvəzləməsini daxil edək. Onda (6) integralını aşağıdakı kimi yazmaq olur:

$$\Phi_1(\beta, k) = \frac{1}{\beta} \cdot \int_1^{1+(k-2)\beta} \frac{1}{\theta} \cdot \left[k \cdot \frac{\theta-1}{k-2} - \left(\frac{\theta-1}{k-2} \right)^2 \right] \cdot \frac{d\theta}{k-2}$$

Bu ifadəni sadələşdirdikdən sonra yaza bilərik ki,

$$\Phi_1(\beta, k) = \frac{1}{\beta \cdot (k-2)^3} \cdot \int_1^{1+(k-2)\beta} \left[-\theta - \frac{(k-1)^2}{\theta} + k^2 - 2k + 2 \right] d\theta$$

Bu integral artıq cədvəl integralıdır və onu hesablayaraq alırıq ki,

$$\Phi_1(\beta, k) = \left(\frac{k-1}{k-2} \right)^2 - \frac{\beta}{2(k-2)} - \frac{(k-1)^2}{(k-2)^3 \cdot \beta} \ln[1 + (k-2) \cdot \beta] \quad (7)$$

Analoji olaraq betonda yaranan normal gərginliklərin yaratdığı əyici moment materiallar müqavimətinin məlum düsturuna əsasən aşağıdakı kimi hesablanır:

$$M_b = \int_{A_b} \sigma_b(z) \cdot z \cdot dA = b \cdot R_b \cdot \int_{h/2-x}^{h/2} \frac{k \cdot \frac{\beta}{x} \cdot \left(x - \frac{h}{2} + z \right) - \frac{\beta^2}{x^2} \cdot \left(x - \frac{h}{2} + z \right)^2}{1 + (k-2) \cdot \frac{\beta}{x} \cdot \left(x - \frac{h}{2} + z \right)} \cdot z \cdot dz$$

Əvvəldə daxil edilmiş əvəzləmədən istifadə etməklə bu bərabərliyi

$$M_b = R_b \cdot b \cdot \frac{x}{\beta} \cdot \int_0^\beta \frac{k \cdot \mu - \mu^2}{1 + (k-2) \cdot \mu} \cdot \left[\mu \cdot \frac{x}{\beta} - x + \frac{h}{2} \right] d\mu$$

kimi yaza bilərik. İndi yuxarıda olduğu kimi

$$\Phi_2 = \frac{1}{\beta} \cdot \int_0^\beta \frac{k \cdot \mu - \mu^2}{1 + (k-2) \cdot \mu} \cdot \left[\mu \cdot \frac{x}{\beta} + \frac{h}{2} - x \right] d\mu$$

işarələməsini daxil etməklə əyici momentin ifadəsini qısa formada aşağıdakı kimi yaza bilərik.

$$M_b = R_b \cdot b \cdot x \cdot \Phi_2(\beta, k) \quad (8)$$

Göründüyü kimi

$$\begin{aligned} \Phi_2(\beta, k) &= \frac{1}{\beta} \cdot \left(\frac{h}{2} - x \right) \cdot \int_0^\beta \frac{k \cdot \mu - \mu^2}{1 + (k-2) \cdot \mu} d\mu + \frac{x^2}{\beta^2} \cdot \int_0^\beta \frac{k \cdot \mu^2 - \mu^3}{1 + (k-2) \cdot \mu} d\mu = \\ &= \left(\frac{h}{2} - x \right) \cdot \Phi_1(\beta, k) + \Phi_2^*(\beta, k) \cdot x^2 \end{aligned} \quad (9)$$

$$\text{Burada} \quad \Phi_2^*(\beta, k) = \frac{1}{\beta^2} \cdot \int_0^\beta \frac{k \cdot \mu^2 - \mu^3}{1 + (k-2) \cdot \mu} d\mu \quad (10)$$

Bu integralı hesablamaq üçün əvvəldə olduğu kimi $1 + (k-2)\mu = \theta$ əvəzləməsini daxil edək. Onda yaza bilərik ki,

$$\Phi_2^*(\beta, k) = \frac{1}{\beta^2} \cdot \int_1^{1+(k-2)\cdot\beta} \frac{1}{\theta} \cdot \left[k \cdot \left(\frac{\theta-1}{k-2} \right)^2 - \left(\frac{\theta-1}{k-2} \right)^3 \right] \cdot \frac{d\theta}{k-2}$$

Burada inteqralaltı ifadəni sadələşdirdikdən sonra alırıq ki,

$$\Phi_2^*(\beta, k) = \frac{1}{(k-2)^4 \cdot \beta^2} \cdot \int_1^{1+(k-2)\cdot\beta} \left[-\theta^2 + (k^2 - 2k + 3) \cdot \theta - (2k^2 - 4k + 3) + \frac{(k-1)^2}{\theta} \right] d\theta$$

Göründüyü kimi bu inteqral artıq cədvəl inteqralıdır, həmin inteqralı hesablayaraq alırıq ki,

$$\begin{aligned} \Phi_2^*(\beta, k) = & \frac{1}{(k-2)^4 \cdot \beta^2} \cdot \left\{ -\frac{1}{3} \cdot \left[(k-2)^3 \beta^3 + 3(k-2)^2 \beta^2 + 3(k-2)\beta \right] + \right. \\ & + \frac{1}{2} \cdot (k^2 - 2k + 3) \cdot \left[(k-2)^2 \cdot \beta^2 + 2(k-2) \cdot \beta \right] + \\ & \left. - (2k^2 - 4k + 3) \cdot (k-2) \cdot \beta + (k-1)^2 \cdot \ln[1 + (k-2) \cdot \beta] \right\} \end{aligned} \quad (11)$$

Burada müvafiq sadələşmələr apardıqdan sonra tapırıq ki,

$$\Phi_2^*(\beta, k) = \frac{(k-1)^2}{(k-2)^4 \cdot \beta^2} \cdot \ln[1 + (k-2) \cdot \beta] - \frac{\beta}{3(k-2)} + \frac{(k-1)^2}{2(k-2)^2} - \frac{(k-1)^2}{(k-2)^3 \cdot \beta} \quad (12)$$

Alınmış ifadənin doğruluğunu yoxlamaq üçün xatırladaq ki, (9) ifadəsinə əsasən $\Phi_2(0) = 0$ olmalıdır. Bunu yoxlamaq üçün $\beta \rightarrow 0$ şərti daxilində

$$\lim_{\beta \rightarrow 0} \Phi_2(\beta) = \lim_{\beta \rightarrow 0} \frac{\int_0^\beta \frac{k \cdot \mu^2 - \mu^3}{1 + (k-2) \cdot \mu} d\mu}{\beta^2} = \left[\frac{0}{0} \right] \text{ limitini hesablayaq.}$$

Bu limitin hesablanmasına Lopital qaydasını tətbiq edərək $\left(\int_0^x f(\tau) d\tau \right)' = f(x)$ olduğunu nəzərə alaraq yazıya bilərik ki,

$$\lim_{\beta \rightarrow 0} \Phi_2(\beta) = \lim_{\beta \rightarrow 0} \frac{\frac{k \cdot \beta^2 - \beta^3}{1 + (k-2) \cdot \beta}}{2\beta} = \lim_{\beta \rightarrow 0} \frac{k \cdot \beta - \beta^2}{2 + 2(k-2) \cdot \beta} = 0$$

İndi də alınmış (12) ifadəsinin də bu şərti ödəyib-ödəmədiyini yoxlayaq. Bunun üçün ali riyaziyyat kursundan məlum olan loqarifmik funksiyanın $x \rightarrow 0$ şərti daxilində

$\ln(1+x) = x - \frac{x^2}{2} + \frac{x^3}{3} - \frac{x^4}{4} + \dots$ + sıraya ayrılışından istifadə edək [7]. Onda alınmış bərabərlikdə $\beta \rightarrow 0$ olduqda $(k-2) \cdot \beta \rightarrow 0$ olduğunu diqqətə almaqla $\lambda = (k-2) \cdot \beta$ işarələməsini daxil etsək yazıya bilərik ki,

$$\Phi_2^* = \frac{(k-1)^2}{(k-2)^2} \cdot \left[\frac{\ln(1+\lambda)}{\lambda^2} - \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{2} \right] - \frac{\lambda}{3(k-2)^2}$$

Onda $\lambda \rightarrow 0$ şərti daxilində yazıya bilərik ki,

$$\begin{aligned}
\lim_{\lambda \rightarrow 0} \Phi_2^* &= \lim_{\lambda \rightarrow 0} \left\{ \left(\frac{k-1}{k-2} \right)^2 \cdot \left[\frac{\ln(1+\lambda)}{\lambda^2} - \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{2} \right] - \frac{\lambda}{3(k-2)^2} \right\} = \\
&= \lim_{\lambda \rightarrow 0} \left\{ \frac{(k-1)^2}{(k-2)^2} \cdot \left[\frac{1}{\lambda^2} \cdot \left(\lambda - \frac{\lambda^2}{2} + \frac{\lambda^3}{3} - \frac{\lambda^4}{4} + \dots \right) - \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{2} \right] - \frac{\lambda}{3(k-2)^2} \right\} = \\
&= \lim_{\lambda \rightarrow 0} \left\{ \left(\frac{k-1}{k-2} \right)^2 \cdot \left[\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{2} + \frac{\lambda}{3} - \frac{\lambda^2}{4} + \dots - \frac{1}{\lambda} + \frac{1}{2} \right] - \frac{\lambda}{3(k-2)^2} \right\} = \\
&= \lim_{\lambda \rightarrow 0} \left\{ \left(\frac{k-1}{k-2} \right)^2 \cdot \left(\frac{\lambda}{3} - \frac{\lambda^2}{4} + \dots \right) - \frac{\lambda}{3(k-2)^2} \right\} = 0
\end{aligned}$$

Bu bir daha onu göstərir ki, (10) inteqralı düzgün hesablanmışdır.

Beləliklə, aldıq ki, betonda yaranan normal gərginliklərin beton kəsiyin ağırlıq mərkəzinə nəzərən yaratdığı momentin qiyməti

$$M_b = R_b \cdot b \cdot x \cdot \left[\left(\frac{h}{2} - x \right) \cdot \Phi_1 + x \cdot \Phi_2 \right] \quad (13)$$

Ayındır ki, N_b qüvvəsinin beton kəsiyin ağırlıq mərkəzinə nəzərən qolunu tapmaq üçün (13) ifadəsini (5) ifadəsinə bölmək kifayətdir:

$$z_b^* = \frac{M_b}{N_b} = \frac{R_b \cdot b \cdot x \cdot \left[\left(\frac{h}{2} - x \right) \cdot \Phi_1 + x \cdot \Phi_2 \right]}{R_b \cdot b \cdot x \cdot \varphi_1} = \frac{h}{2} - x + x \cdot \frac{\Phi_2}{\Phi_1}$$

$\Phi_0 = \frac{\Phi_2}{\Phi_1}$ qəbul etsək qüvvənin qolu üçün $z_b^* = \frac{h}{2} - x + x \cdot \Phi_0$ alarıq.

Şəkl.1-dən göründüyü kimi N_b qüvvəsinin dartılan zonadakı armaturun ağırlıq mərkəzinə görə qolu üçün yazı bilərik ki,

$$z_b = h_0 - \frac{h}{2} + z_b^* = h_0 - x + x \cdot \Phi_0 = h_0 \cdot (1 - \xi + \xi \cdot \Phi_0)$$

Burada $\xi = x/h_0$ - sıxılan hissənin nisbi hündürlüyüdür. Onda betondakı gərginliyin dartılan zonadakı armaturun ağırlıq mərkəzinə görə momenti üçün yazmaq olar ki,

$$M_b = N_b \cdot z_b = R_b \cdot b \cdot x \cdot \Phi_1 \cdot h_0 \cdot (1 - \xi + \xi \cdot \Phi_0) = R_b \cdot b \cdot h_0^2 \cdot \Phi_1 \cdot \xi \cdot (1 - \xi + \xi \cdot \Phi_0) \quad (14)$$

Bu ifadədə

$$\Phi_0 = \frac{\frac{(k-1)^2}{(k-2)^4} \cdot \ln[1 + (k-2) \cdot \beta] - \frac{\beta}{3(k-2)} + \frac{(k-1)^2}{2(k-2)^2} - \frac{(k-1)^2}{(k-2)^3 \cdot \beta}}{\left(\frac{k-1}{k-2} \right)^2 - \frac{\beta}{2(k-2)} - \frac{(k-1)^2}{(k-2)^3 \cdot \beta} \cdot \ln[1 + (k-2) \cdot \beta]} \quad (15)$$

Armatur milləri üçün də istənilən qeyri-xətti deformasiya diaqramı götürülə bilər. Adi dəmirbeton konstruksiyalarda adətən axma meydançasına malik olan A400 sinifli armaturdan istifadə olunur ki, onların da deformasiya diaqramı müasir terminologiyaya əsasən ikixətli deformasiya diaqramı olur. Müstəvi kəsiklər hipotezinə əsasən sıxılan zonada

yerləşən armaturun deformasiyasını sıxılan hissənin hündürlüyü və sıxılan zonanın kənar sıxılan lifindəki betonun deformasiyası ilə aşağıdakı kimi ifadə etmək olar.

$$\varepsilon'_s = \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - a'_s)$$

Onda bu armaturda yaranan gərginlik üçün yazmaq olar ki,

$$\sigma'_s = \begin{cases} E'_s \cdot \varepsilon'_s, & |\varepsilon'_s| < \varepsilon'_{ax} \text{ olduqda} \\ R'_s, & |\varepsilon'_s| > \varepsilon'_{ax} \text{ olduqda} \end{cases}$$

Anoloji olaraq dartılan zonadakı armaturun deformasiyası və onda yaranan gərginlik üçün alırıq ki,

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - h + a_s) \quad \text{və} \quad \sigma_s = \begin{cases} E_s \cdot \varepsilon_s, & |\varepsilon_s| < \varepsilon_{ax} \text{ olduqda} \\ R_s, & |\varepsilon_s| \geq \varepsilon_{ax} \text{ olduqda} \end{cases}$$

Açıq şəkildə armatur millərində yaranan gərginliklərin ifadələri aşağıdakı kimi olur:

$$\sigma'_s = \begin{cases} E'_s \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - a'_s); & \left| \frac{\varepsilon_b}{x} (x - a'_s) \right| < \varepsilon'_{ax} \text{ olduqda} \\ R'_s; & \left| \frac{\varepsilon_b}{x} (x - a'_s) \right| \geq \varepsilon'_{ax} \end{cases}$$

$$\sigma_s = \begin{cases} E_s \cdot \frac{\varepsilon_b}{x} \cdot (x - h + a_s); & \left| \frac{\varepsilon_b}{x} (x - h + a_s) \right| < \varepsilon_{ax} \text{ olduqda} \\ R_s; & \left| \frac{\varepsilon_b}{x} (x - h + a_s) \right| \geq \varepsilon_{ax} \text{ olduqda} \end{cases}$$

Ümumi halda yuxarıdakı bərabərliklərdən göründüyü kimi,

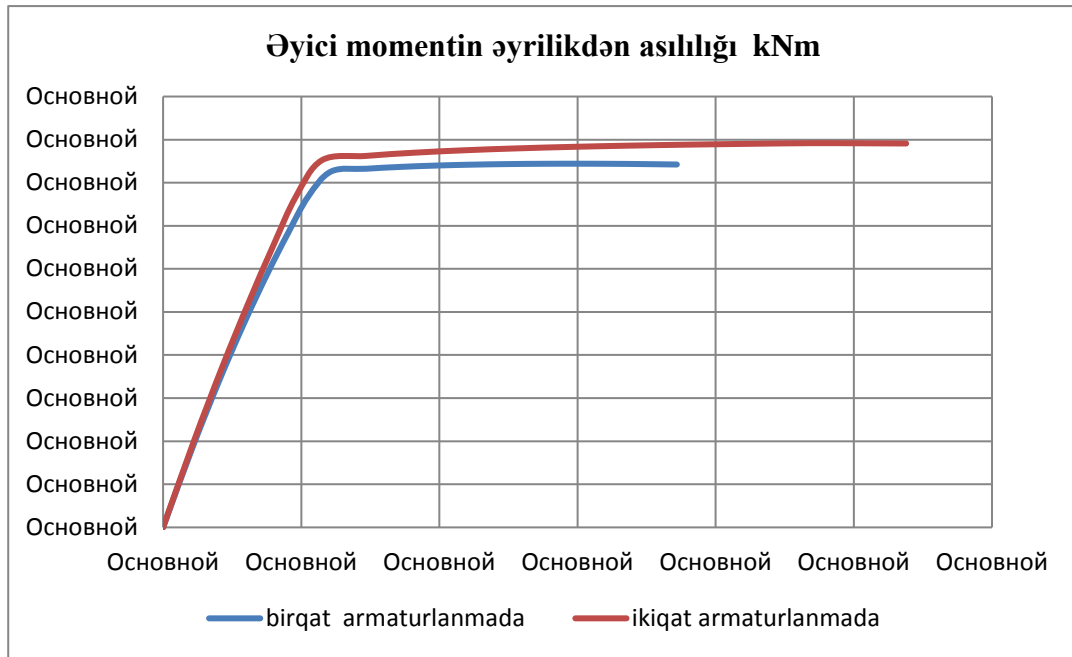
$$\sigma'_s = \sigma'_s(\varepsilon_b, x) = \sigma'_s(\beta, x) \quad \text{və} \quad \sigma_s = \sigma_s(\varepsilon_b, x) = \sigma_s(\beta, x)$$

Bu bərabərliklər əsasında əyilmədə düzbucaqlı kəsik üçün aşağıdakı iki müvazinət tənliyini yazı bilərik:

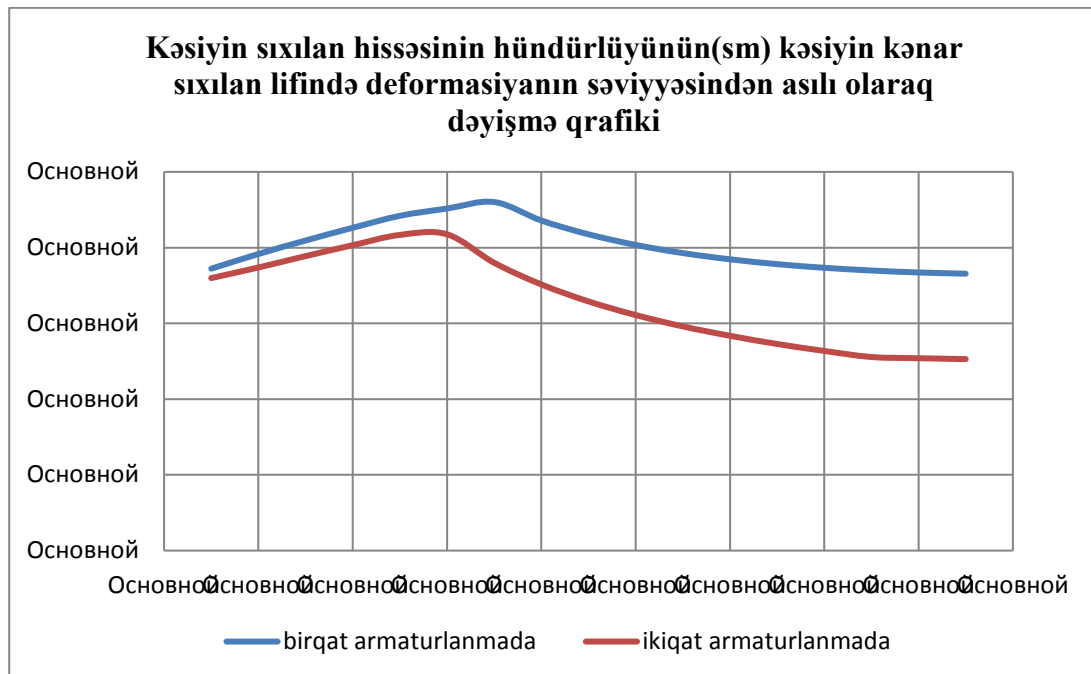
$$N_b(\beta, x) + \sigma'_s(\beta, x) \cdot A'_s + \sigma_s(\beta, x) \cdot A_s = 0 \quad (16)$$

$$M_b(\beta, x) + A'_s \cdot \left(\frac{h}{2} - a'_s \right) \cdot \sigma'_s(\beta, x) - A_s \cdot \left(\frac{h}{2} - a_s \right) \cdot \sigma_s(\beta, x) = M \quad (17)$$

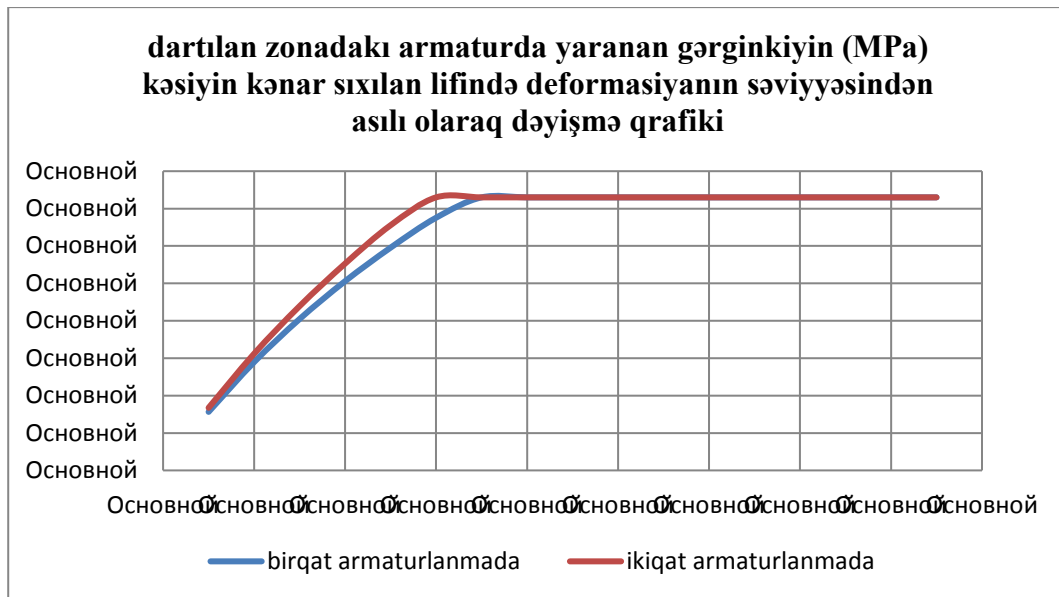
Alınmış qeyri-xətti tənliklər sistemi əyilmədə ikiqat armaturlanmış kəsiyin deformasiya modeli əsasında əsas həlledici qeyri-xətti tənliklər sistemi olurlar. Göründüyü kimi ümumi halda məsələ β və x parametrlərinə əsasən qeyri xətti tənliklər sisteminin həllinə gətirilir və ümumi halda onun analitik həllinin qurulması mümkün deyildir. Bu sistemin həlli üçün Turbo Pascal ABC alqoritmik dilində proqram modulu işlənmişdir. Həmin modul müxtəlif məqsədlərlə ədədi eksperimentlər aparmağa imkan verir. Məsələn olaraq en kəsik ölçüləri $b \times h = 40 \times 60 \text{ sm}$ olan düzbucaqlı kəsik nəzərdən keçirilmişdir. Baxılan kəsikdə mühafizə qatlarının qalınlığı $a'_s = a_s = 5 \text{ sm}$. Birqat armaturlanmada dartılan zonada $4\emptyset 28$, ($A_s = 24,63 \text{ sm}^2$), ikiqat armaturlanmada isə əlavə olaraq sıxılan zonada $2\emptyset 22$, ($A'_s = 7,6 \text{ sm}^2$) nəzərdən keçirilmişdir. Nəticələrdən bir neçəsi aşağıdakı şəkillərdə təsvir olunmuşdur.



Şək.2. Əyici momentin əyrilikdən asılılıq diaqramı.



Şək.3. Kəsiyin sıxılan hissəsinin hündürlüyünün kəsiyin kənar sıxılan lifində deformasiyanın səviyyəsindən asılı olaraq dəyişmə qrafiki.



Şək.4. kəsiyin kənar sıxılan lifində betondakı deformasiyanın səviyyəsindən asılı olaraq dartılan zonada yerləşən armaturlarda gərginliyin dəyişmə qrafiki.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Биби Э.В. Руководство для проектировщиков к еврокоду 2. Проектирование железобетонных конструкций. М. Изд-во МГСУ, 2012, 292 с.
2. Беглов А. Д., Санжаровский Р. С. Евростандарты и нелинейная теория железобетона: Санкт Петербург, Изд-во АСВ, 2011. – 309 с
3. Алмазов В.О. Проектирование железобетонных конструкций по евронормам. М. Изд-во АСВ, 2011, 216 с.
4. Кодыш Э.Н., Никитин И.К., Трекин Н.Н. Расчет железобетонных конструкций из тяжелого бетона по прочности, трещиностойкости и деформации. М., 2011, АСВ, 352 с..
5. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры. М., ЦНИИПромзданий, 2005, 212 с
6. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. М., 2005, 52 с.
7. Hacıyev M.Ə. Sıralar. Metodiki göstərişlər. Testlər. Bakı 2012, MARS-PRINT, 98 s.
8. AzDTN 2.16-1 “Beton və dəmir-beton konstruksiyalar”

UOT 539.3

DƏMİR-BETON KARKASIN DAŞ DİVAR DOLDURUCULU MÜSTƏVİ ÇƏRÇİVƏSİNİN GƏRGİNLİK HALININ ARAŞDIRILMASI*Əyyubov I.C., elmi işçi, Azərbaycan İnşaat və Memarlıq ETİ***ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПЛОСКОЙ РАМЫ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСА С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ ИЗВЕСТНЯКА***Ейубов И.Д., Азербайджанский НИИ Строительства и Архитектуры***INVESTIGATION OF STRESSED STATE OF A PLANE FRAME WITH LIMESTONE FILLER WALL***Eyyubov I.J., Azerbaijan Scientific-Research Institute of Construction and Architecture*

Xülasə: Məqalədə müxtəlif metodlar tətbiq edilərək daş divar dolduruculu müstəvi çərçivənin gərginlik halı tədqiq edilmişdir. Variasiya, sonlu fərqlər və sonlu elementlər metodlarının köməyi ilə müstəvi çərçivənin müxtəlif nöqtələrində meydana gələn gərginliklər hesablanmışdır. Daş divar dolduruculu müstəvi çərçivənin gərginlik halının tədqiq edilməsində sonlu elementlər metodunun tətbiqinin daha faydalı olduğu göstərilmişdir.

Açar sözlər: Müstəvi çərçivə, əhəng daşı, sərtlik diafraqması, gərginlik halı.

Резюме: В этой статье используя различные методы исследуется напряженное состояние плоской рамы ж/бетонного каркаса с заполнителем. Используя такие методы как вариация, метод сеток и метод конечных элементов рассчитываются напряжения для различных точек плоской рамы каркаса.

Указывается на эффективность использования метода конечных элементов по сравнению с другими методами.

Ключевые слова: Плоская рама каркаса, известняк, диафрагма жесткости, напряженное состояние.

Summary: In this paper, utilizing different methods it is investigated the stressed state of the skeleton-type building's plane frame with limestone wall as a filler. Using methods such as variation, net method and finite-element methods tensions at different points of the plane frame have been calculated. It is shown that the finite-element method is more effective than other methods.

Key words: Plane frame, limestone, stiffening diaphragm, stressed state.

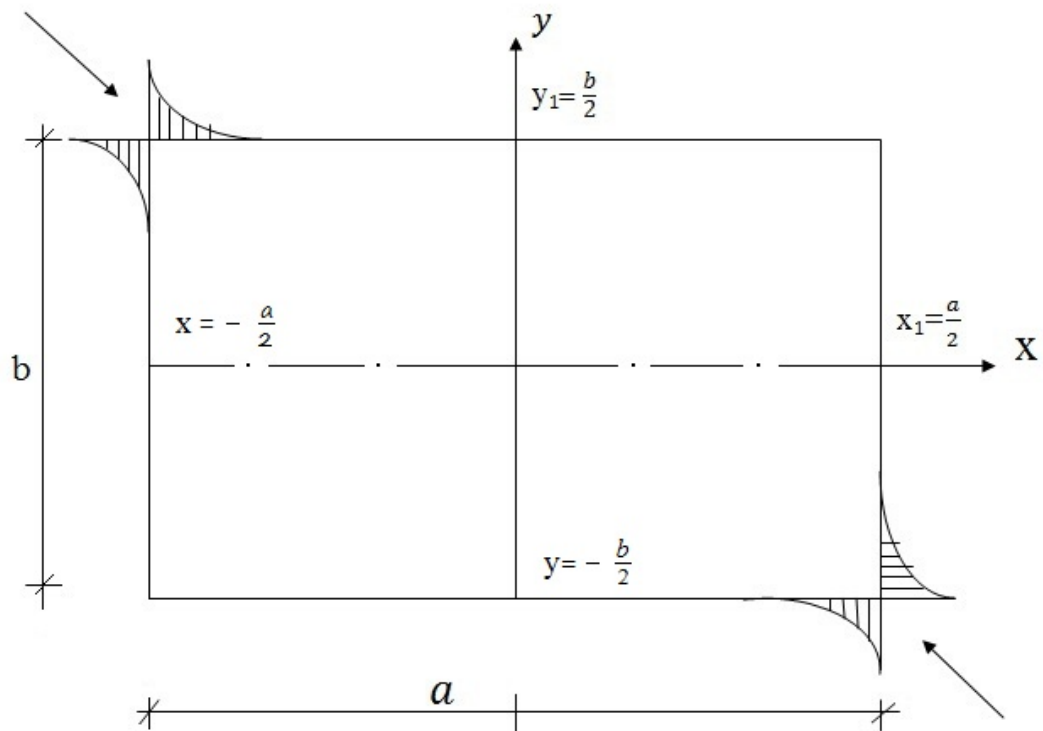
Dəmir-beton karkasın müstəvi çərçivəsinin daş doldurucu divar hörgüləri ilə gücləndirilməsi metodu çox mərtəbəli yaşayış və ictimai binaların tikintisində geniş istifadə olunur. Burada daha aşağı mexaniki xüsusiyyətləri olan hörgünü yüksək müqavimətli dəmir-beton elementlərdən hazırlanan qapalı çərçivə içərisində yerləşdirilməklə daha böyük müqavimətli kompozit diafraqma sistemi yaradılır. Belə diafraqma sistemi çox mərtəbəli binalarda dəmir-beton sərtlik diafraqması yerinə istifadə edilə bilər.

Sərtlik diafraqmalarının çox mərtəbəli binalarda tətbiqi AzDTN 2.3-1-ə görə binaların üfüqi sərtliyinin artırılmasının ən səmərəli üsuludur[1]. Bu o deməkdir ki, üfüqi sərtliyi yüksək olan binalar güclü zəlzələlər baş verəndə daha az zədələnilirlər. Lakin sərtlik diafraqmalarının dəmir-betondan layihələndirilməsi çox baha başa gəlidiyi üçün son zamanlar karkas aralıqlarının düzgün doğranmış daş və ya boşluqsuz bismiş kərpic ilə hörülməsi ilə əmələ gələn diafraqma divarlardan istifadə edilməyə çalışılır. Belə diafraqma sistemində ənənəvi 190 x 188 x 390 mm ölçülü kirəc daşları yerinə yeni 300x300x 130 mm ölçülü daşların istifadəsi bu diafraqmaların effektivliyini daha da artırır [2,3].

Çoxmərtəbəli karkas binanın daş doldurucu divarlı müstəvi çərçivəsi mürəkkəb gərginlik halına malik olan bir daşıyıcı sistemdir. Bu daşıyıcı sistemin gərginlik halının araşdırılması və tikinti təcrübəsində tətbiqi üçün tövsiyələrin hazırlanması aktual bir məsələdir.

Dəmir-beton karkas elementləri və daş doldurucu divarın mexaniki xüsusiyyətlərini bir yerə gətirməklə meydana gələn bu yeni yükdaşıyan elementin müxtəlif kəsiklərindəki gərginliklərin qiymətindən asılı olaraq elementlərin en kəsiklərinin seçilməsi çox mərtəbəli karkas binaların tikintisinin əsas problemlərindən biridir. Daş doldurucu divarlı müstəvi çərçivənin gərginlik halının bir çox mühüm məsələlərin həllində istifadə olunan müxtəlif nəzəri metodlarla tədqiqi nəticələri aşağıda verilmişdir.

Daş doldurucu divarlı müstəvi dəmir-beton çərçivənin gərginlik halının variasiya metodu ilə araşdırılması modeli şəkil 1-də göstərilmişdir.



Şək. 1 Variasiya metodu ilə müstəvi çərçivənin hesablanma modeli.

Müstəvi çərçivənin perimetri üzrə təsir edən toxunan gərginliyin sıfıra bərabər olduğunu, üfüqi kənarı üzrə isə normal gərginliyin kosinus qanunu ilə dəyişdiyini və Kostilyana tənliyində Puasson əmsalının sıfıra bərabər olduğunu qəbul etdikdə daş divar dolduruculu müstəvi çərçivənin xarakter nöqtələrində gərginliklər aşağıdakı kimi hesablanı bilər [4,5].

Şəkil 1-də göstərilən doldurucu divarının sxemində üst və alt kənarlarda meydana gələn gərginlik $y = \pm \frac{a}{2}$ olduqda;

$$\sigma_y = \sigma_{oy}[(\pm 1 - 0.49 \cos(\pm 1)4\pi + n)] \quad (1)$$

İki kənarın şaquli səthlərində meydana gələn gərginlik qiymətləri isə $x = \pm \frac{a}{2}$ olduqda;

$$\sigma_x = \sigma_{oy}\left(\frac{a}{b}\right)^2[(\pm 1 - 0.49 \cos(\pm 1)4\pi + n)] \quad (2)$$

düsturları ilə hesablanır.

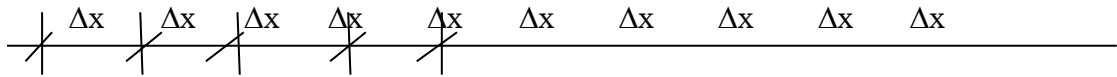
Şəkil 1-də göstərilən doldurucu divarın mərkəzində koordinat mərkəzi 0 ($x=0$; $y=0$) olduqda gərginlik qiymətləri

$$\left. \begin{aligned} \sigma_y &= \sigma_{oy}[n - 0.49(1 - B_1)] \\ \sigma_x &= \sigma_{oy}\left(\frac{a}{b}\right)^2[n - 0.49(1 - B_1)] \\ \sigma_{xy} &= -\frac{2a}{3b}\sigma_{oy} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

düsturları ilə hesablanır.

Daş doldurucu divarlı müstəvi dəmir-beton çərçivənin müxtəlif nöqtələrində gərginliklər sonlu fərqlər metodu ilə də təyin oluna bilər. Sonlu fərqlər metodu ilə dolduruculu müstəvi dəmir-beton çərçivənin kənarlarında və ya müxtəlif nöqtələrində gərginlikləri hesablamaq üçün o, divar müstəvisi üzrə ölçüləri Δx və Δy olan düzbucaqlı gözlü tor kimi göstərilir. Bu torun sxemi şəkil 2-də göstərilmişdir.

Δy	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64
Δy	2	9	16	23	30	37	44	51	58	65
Δy	3	10	17	24	31	38	45	52	59	66
Δy	4	11	18	25	32	39	46	53	60	67
Δy	5	12	19	26	33	40	47	54	61	68
Δy	6	13	20	27	34	41	48	55	62	69
	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70



Şək. 2 Doldurucu divarının ölçüləri Δx və Δy olan tor kimi göstərilməsi.

Elastiklik nəzəriyyəsindən məlum olan bu metodun köməyi ilə istənilən düyün nöqtəsi üçün gərginlik tənliyi yazıla bilər [6]. Bu tənliyi misal olaraq 33 nöqtəsi ($Z_i = Z_{33}$) üçün aşağıdakı kimi yazıla bilər.

$$Z_i \left[6 \left(\eta + \frac{1}{\eta} \right) + 8 \right] - 4 \left[(1 + \eta)(Z_{26} + Z_{40}) + \left(1 + \frac{1}{\eta} \right)(Z_{32} + Z_{34}) + 2(Z_{27} + Z_{25} + Z_{39} + Z_{41}) + \eta(Z_{19} + Z_{47}) + \frac{1}{\eta}(Z_{31} + Z_{35}) \right] = 0 \quad (4)$$

Burada Z_{33} , Z_{26} , Z_{19} uyğun olaraq 33, 26, 19, 34... nöqtələrində gərginlik funksiyasıdır. $\eta = \frac{(\Delta y)^2}{(\Delta x)^2}$; $\Delta y = \Delta x$ olduqda $\eta = 1$ olur. Hər bir düyün nöqtəsi üçün Z_{33} , Z_{26} , Z_{19} qiymətlərini təyin etdikdən sonra gərginliklər hesablanı bilər:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{yi} &= \frac{Z_{26} + 2Z_{33} + Z_{40}}{\Delta x^2} ; \sigma_{xi} = \frac{Z_{32} - 2Z_{22} + Z_{34}}{\Delta y^2} \\ \sigma_{xy} &= \frac{(Z_{25} + Z_{41}) - (Z_{27} + Z_{35})}{4\Delta x \Delta y} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

SAP2000 bina analiz proqramında daş doldurucu divarlı müstəvi dəmir-beton çərçivə iki yükdaşıyan şaquli element, iki yükdaşıyan üfüqi element və bunların arasını dolduran daş divar kimi modelləşdirilmişdir. Bu modeldə doldurucu divarın əhatəsi çərçivə elementləri ilə məhdudlaşdırılmışdır. Bu çərçivə sistemi üfüqi və şaquli yüklər altında analiz edilərək doldurucu divarın çərçivə davranışına təsiri tədqiq edilmişdir. Burada müstəvi dəmir-beton çərçivə divarının yüksəkliyi 360 sm, uzunluğu 640 sm, üfüqi yükdaşıyan elementlərin en kəsiyi 25 x 60 sm, sütunların en kəsiyi 40x40 sm qəbul edilmişdir. Betonun silindr müqaviməti isə 250kq/sm² qəbul edilmişdir. Qəbul olunan bu model SAP2000 bina analiz proqramından istifadə edilərək hesablanmışdır. Bunun üçün nümunə 20 x 20 sm ölçülü elementlərə bölünmüşdür.

Dəmir-beton çərçivə elementlərinin betonunun kub müqaviməti (2,8-3) kN/sm² olmuşdur. Doldurucu divar hörgü məhlulunun müqaviməti 0,42 KN/sm², hörgü əhəng daşının müqaviməti isə 0,497 KN/sm² olmuşdur. Hörgü divarında daşla məhlul arasında ilişmə müqaviməti 0,02 KN/sm² olmuşdur. Dəmir-beton çərçivəni dolduran divar hörgüsünün elastiklik modulu 300 KN/sm², çərçivənin dəmir-beton elementlərinin betonunun elastiklik modulu 3000KN/sm² olmuşdur.

Nümunənin alt tirinin yerə sərt bağlandığı qəbul edilmişdir. Nümunədə normal gərginliklərin analizi üçün hər bir düyün nöqtəsində üfüqi və şaquli istiqamətdə yerdəyişmələrə və nümunə müstəvisinə perpendikulyar istiqamətdə dönməyə imkan verilmişdir. Dəmir-beton çərçivəyə təsir edən üfüqi yükün qiyməti 200KN, şaquli yükün qiyməti isə 30KN/m olaraq alınmışdır. Çərçivəyə gələn üfüqi yükün qiyməti 10 mərtəbəli bir dəmir-beton binanın hesablanma nəticəsinə görə qəbul olunmuşdur. Şaquli yük isə tirin hər metrinə düşən müntəzəm yayılmış sabit yükə görə qəbul olunmuşdur.

Hesablamalar göstərmişdir ki, müstəvi dəmir-beton çərçivə nümunəsinin üst tirinin sütunla birləşən yerinə yaxın hissəsində tir və doldurucu divarda üfüqi gərginliklərin qiymətləri bir-birinə yaxındır. Məsələn: içərisinə doğru sol sütundan (1-1,5) m qədər məsafədə isə doldurucu divarda meydana gələn gərginlik $\frac{850}{700}$ dəfə tirdə əmələ gələn gərginlikdən çox olmuşdur. Sağ sütuna yaxınlaşdıqca bu gərginliklər azalaraq bir-birinə yaxınlaşmışdır. Eyni müstəvi üzrə şaquli gərginliklər isə sol sütun-tir birləşmə yerinə yaxın hissədə tirdə daha böyük qiymətdə meydana gəlmişdir. Sol sütundan (50-60) sm məsafədə isə doldurucu divarda gərginlik daha böyük olmuşdur.

Sol sütunla doldurucu divarın təmas müstəvisində sütunla tirin birləşməsinə yaxın yerdə sütunda gərginliklər daha böyük olmuşdur. Burada sıxılma xarakterli olan gərginliklər sütunun (40-50) sm yüksəkliyində doldurucu divarda və (1,5-1,6) m yüksəklikdə sütunda dartılmaya çevrilmişdir. Şaquli gərginliklər isə sol sütun və doldurucu divarın təmas müstəvisi üzrə bir-birinə yaxın qiymətdə olmuşlar. Sağ sütunla doldurucu divarın təmas müstəvisində meydana gələn gərginliklər nümunənin üst hissəsindən aşağıya doğru artaraq inkişaf etmişdir.

NƏTİCƏLƏR

1. Üfüqi gərginliklər doldurucu divarda sütuna nisbətən daha çox, şaquli gərginliklər isə sütunda doldurucu divara nisbətən daha çox alınmışdır.
2. Hər üç metodla hesablamalarda bir-birinə yaxın nəticələr alınmışdır.
3. Doldurucu divarın dəmir-beton sütun və tirlərlə əhatələnməsi karkas binanın müstəvi çərçivəsinin ümumi müqavimətini artırdığı sübut olunmuşdur.

4. Dəmir-beton çərçivənin üfüqi və şaquli sərtliyi azaldıqca doldurucu divarın yükləyici funksiyasını itirir. Doldurucu divarın mexaniki xüsusiyyətləri çərçivə elementlərinin və çərçivənin sərtliyinə uyğun olaraq seçildikdə karkas binanın daş doldurucu divarlı müstəvi çərçivəsi zəlzələ yükləri təsirində diafraqma divarı kimi müqavimət göstərə bilər.

İstifadə olunmuş ədəbiyyat:

1. AzDTN 2.3-1. AR-nın Dövlət Tikinti Normaları. Seysmik rayonlarda tikinti. Bakı 2010, 65 səh.
2. Əyyubov İ.C. *Zəlzələyə davamlı dəmir-beton bina inşaatında yeni ölçülü kərəc daşlarının tətbiqinin iqtisadi faydaları*. AMEA. Elmi İnnovasiyalar Mərkəzi. Ölkə iqtisadiyyatının inkişafında elmi innovasiyanın rolu. Beynəlxalq konfrans, Bakı 2011, s.35-39.
3. Əyyubov İ.C. *Karkas gözü doldurucu divar hörgüsünün mexaniki xüsusiyyətlərinin tədqiqi*. AR Təhsil Nazirliyi, Nəzəri və Tətbiqi Mexanika jurnalı. №2. Bakı 2009, s. 27-33.
4. Кабулов В.К. *К определению основной функции при расчете компонентов плоского напряженного состояния прямоугольной пластинки вариационным методом*. АН УЗ. ССР, Вып. 6, 1956. с. 77-85.
5. Протусевич А.Я. *Вариационные методы в строительной механике*. Гостехизд. 1948. 255 с.
6. Варвак П.М., Варвак Л.П. *Метод сеток в задачах расчета строительных конструкций*. Москва, Стройиздат 1977. 160 с.

UOT 624.012.45

**BETON VƏ DƏMİR-BETON KONSTRUKSİYALARI ÜZRƏ YENİ STANDARTLAR VƏ
NORMALARDA ƏLAVƏLƏRİN VƏ DƏYİŞİKLİKLƏRİN, B VƏ C SİMVOLLU
MÖHKƏMLİK SİNFLƏRİNİN EKİVALENTLİK XÜSUSİYYƏTLƏRİNƏ DAİR**

tex. üzrə f.d. Əmrahov A.T., tex. üzrə f.d. Bayramov F.H.

Azərbaycan Respublikası FHN, S.Ə.Dadaşov adına ETLK İnşaat Materialları İnstitutu

**ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ В НОВЫХ СТАНДАРТАХ И
НОРМАТИВАХ ПО БЕТОННЫМ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫМ КОНСТРУКЦИЯМ И
ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ КЛАССОВ ПРОЧНОСТИ БЕТОНОВ СИМВОЛАМИ В И С**

д.ф. по тех. Амрахов А.Т., д.ф. по тех. Байрамов Ф.Г.

НИПК Институт Строительных Материалов им. С.А.Дадашева

**ON PECULIARITIES OF ALTERATIONS AND SUPPLEMENTS IN NEW STANDARDS
AND NORMS FOR CONCRETE AND REINFORCED CONCRETE
STRUCTURES AND EQUIVALENCE OF STRENGTH CLASSES
OF CONCRETES WITH B AND C SYMBOLS**

ph.d.techn. sciens Amrahov A.T., ph.d.techn. sciens Bayramov F.H.

The MES of the Azerbaijan Republic, the RD Institute for Building Materials named after S.A.Dadashev

Xülasə : Məqalədə beton üzrə standart və normativlərə daxil edilmiş yeniliklər, bunların əməli işdə istifadəsinin genişləndirilməsi, eləcə də EN və ГОСТ standartları ilə nəzərdə tutulan C və B simvolla möhkəmlik sinifləri arasında ekvivalentliyə baxılmış, standart və normativ sənədlərə əsaslanaraq müvafiq uyğunlaşdırma üzrə əsaslandırma aparılmışdır.

Qeyd edilir ki, mövcud ГОСТ standartları hazır beton qarışıqlarının və dəmir-beton konstruksiyalarında betonun möhkəmlik göstəricilərinin qiymətləndirilməsini variasiya və tələb olunan möhkəmlik əmsallarının, EN və TS standartları standart dəyişmənin istifadəsini nəzərdə tutur. B Y*) və C X/Y simvolla möhkəmlik sinifli betonların ekvivalentliyinin birinci göstəricisi kimi kub şəkilli nümunələrin xarakteristik möhkəmlik göstəricisinin (Y) bərabərliyidir. Ekvivalentliyin ikinci meyarı kimi müxtəlif simvolla və möhkəmlik sinifli betonların yükləşmədə hesablama müqavimətlərinin kəmiyyətlərinin eyniliyidir.

Açar sözlər : Standart, normativ, beton qarışığı, möhkəmlik, sinif, variasiya, əmsal.

Аннотация: В статье рассмотрены новизны, включенные в стандарты и нормативы по бетону и расширение использования их в практической работе, а также эквивалентности классов прочности символами С и В предусмотренные в стандартах EN и ГОСТ. Основываясь на стандартах и нормативах осуществлены соответствующая согласованность и ответственность.

Подчеркнуто, что оценки прочностных характеристик бетона готовой бетонной смеси и железобетонных конструкций действующие стандарты предусматривают путем использования коэффициентов вариации и требуемой прочности. Первым показателем эквивалентности классов прочности бетонов символами В Y*) и C X/Y является равенство минимальной характеристической прочности кубических образцов (Y). Вторым критерием эквивалентности классов прочности бетонов символами В и С является равенство значений расчетных сопротивлений бетонов по несущей способности.

Ключевые слова: стандарт, норматив, бетон, смесь, прочность, класс, вариация, коэффициент.

Abstract : The paper describes innovations included into standards and norms for concrete and the widening of their use in practice as well as equivalences of strength classes with C and B symbols envisaged in EN standards and GOST on the basis of the standards and norms appropriate agreement and conformity are made.

It is emphasized that estimates of strength characteristics of concrete in ready-mixed concrete and reinforced concrete structures in the acting standards are envisaged through the use of variation coefficients and required strength. The first index of equivalence of strength classes of concrete with B Y**) and C X/Y symbols is the equality of minimal characteristic strength of cubic specimens (Y). The second criterion of equivalence of strength classes of the said concretes with B and C symbols is the equality of values of design resistances of concretes determined from the bearing capacity.

Key words: standard, norm, concrete, mix, reinforced concrete, strength, variation, coefficient.

*) X və Y möhkəmlik siniflərinin kəmiyyətləri bizim tərəfdən ümumiləşdirilmiş işarələridir.

*) X/Y и Y обобщенные знаки значений прочности бетонов, отмечены с нашей стороны

**) X/Y and Y generalized denotations of values of concrete strength, marked by us

Son dövrlərdə ölkəmizdə gedən geniş tikinti-quraşdırma işlərində istifadə edilən layihələrin yerli təşkilatlarla yanaşı, müxtəlif xarici ölkə firmalarda hazırlanması və buna uyğun istifadə edilən betonların bu və ya digər ölkə standartlarının texniki şərtləri ilə

qiymətləndirilməsi, hazırda beton üzrə qüvvədə olan standartların yeni reaksiyalarının və ilk dəfə qüvvəyə minən standartların meydana gəlməsi, bu standartlar ilə xarici ölkə standartları arasındakı fərqli cəhətlər iş prosesində müəyyən anlaşılmamazlıq yaradır. Fərqli cəhətlər arasındakı əlaqənin, standartda edilən əlavə və dəyişikliklərdən əmələ gələn məsələlərin həlli yollarının müəyyənəndirilməsi və istifadəsi vacib məsələlərdən biridir.

ГОСТ 26633-91 [1], 01.01.92-ci il tarixindən 01.01.14-cü il tarixinə qədər qüvvədə olmuşdur. Bu standart ilə betonun möhkəmliyinin marka göstəricisindən sinif göstəricisinə keçidi başa çatdırılmışdır. Bununla yanaşı, ГОСТ 26633-91-də verilmiş betonun sıxılmada və dartılmada möhkəmlik üzrə sinfi ilə markası arasındakı nisbət standartın əlavəsində sorğu şəklində göstərilə də iş prosesində sorğu göstəricisi unudularaq normativ kimi qəbul edilməyə başlanmışdır. Məsələn, B25 möhkəmlik sinifli betonun orta möhkəmliyinin $327,4 \text{ kq/sm}^2$, buna yaxın markasının M350 olduğu və sinfin orta möhkəmliyindən betonun yaxın markasının dəyişməsinin $+6,9\%$ göstərilmişdir. Bütün bunlar variasiya əmsalı (V) $13,5\%$ olduqda və 95% təminatlıqda baş verir. Bununla yanaşı, variasiya əmsalı 6% və az olduqda, eləcə də 16% -dək artdıqda, B25 möhkəmlik sinifli betonun orta möhkəmliyi $267,5 \text{ kq/sm}^2$ -dan $357,5 \text{ kq/sm}^2$ -ə qədər dəyişə bilər. Bunlara uyğun betonun yaxın markasının M250; M350 olması və uyğun olaraq betonun möhkəmlik sinfinin orta möhkəmliyindən betonun yaxın markasının dəyişməsi $-7,0\%$ və $-2,2\%$ təşkil edir. B25 möhkəmlik sinifli betonun ГОСТ 26633-91-də göstərilən $327,4 \text{ kq/sm}^2$ sıxılmada orta möhkəmliyi norma olmayıb, qeyd edildiyi kimi variasiya əmsalından asılı olaraq $267,5 \text{ kq/sm}^2$ -dan $357,5 \text{ kq/sm}^2$ -ə qədər dəyişə bilər.

Qeyd etmək lazımdır ki, ГОСТ 26633-91 2014-cü ilin yanvarın 1-dən ГОСТ 26633-2012 ilə [2] əvəz olunub. Yeni redaksiyada EN 206-1:2000 [3] standartının əsas müddəaları nəzərə alınmışdır. 2014-cü ilin yanvar ayının 1-dən istifadə edilən ГОСТ 26633-2012 [2] standartında qeyri aqressiv mühitdə işləyən betonlar üçün sementlərin minimal sərf normaları verilmişdir. Bu zaman istifadə edilən sementlərin növlərinin ГОСТ 10178-85 [4], ГОСТ 22266-94 [5] və ГОСТ 31108-2003 [6] üzrə nəzərdə tutulduğu göstərilmişdir.

Yeni standartda dolduruculara olan tələblər çox ümumiləşdirilmiş şəkildə demək olar müvafiq standartlara istinadla tamamlanır. Standartda yol, aerodrom örtük və əsaslar, nəqliyyat tikintisi, hidrotexniki qurğular üçün betonlara xüsusi tələblər yarım bölmələr şəklində qismən genişləndirilmişdir.

Eləcə də ГОСТ 26633-2012 [2]-də mütləq əlavə şəklində yüksək möhkəmlikli betonlara (B60 sinifli və yuxarı) xüsusi tələblər verilmişdir. Belə ki, standartda görə yüksək möhkəmlikli ağır betonda sementin sərfi 550 kq/m^3 -dən çox olmamalıdır. İri doldurucu kimi yalnız xırdalamada markası 1000-dən az olmayan qırımadəş, xırda doldurucu kimi irilik modulu 2,2-3,0 həddində dəyişən təbii qum istifadə olunması normalaşdırılır.

Qeyd edilənlərlə yanaşı yüksək möhkəmlikli betonların texniki göstəricilərinin tənzimlənməsi üçün ilk dəfə Dövlətlərarası ГОСТ 31914-2012 [7] стандарты işlənmiş və 2014-cü ilin yanvarın 1-dək qüvvəyə minmişdir. Standart monolit dəmir-beton konstruksilayar üçün sıxılmada möhkəmlik sinfi B60 və yuxarı olan yüksək möhkəmlikli ağır və xırdadənəli betonlara olan tələbləri əhatə edir. Eləcə də standartda yüksək möhkəmlikli betonun keyfiyyətinin yoxlanılması və qiymətləndirilməsi betonun dolayı və birbaşa keyfiyyət göstəricilərinin yoxlanılması qaydaları göstərilir. Standartda nümunənin götürülməsi qaydası diqqəti cəlb edir. Qaydaya görə birinci 60 m^3 beton qarışıqından 2 ədəddən az olmayaraq, sonrakı hər bir 60 m^3 qarışıqdan isə 1 ədəddən az olmayaraq qarışıq nümunəsi götürülür. Seriyada möhkəmliyə sınaq nümunələrinin sayı ГОСТ 10180-2012 [8] üzrə lakin 4 ədəddən az olmayaraq layihə müddətində möhkəmliyini təyin etmək üçün və 2 ədəddən az olmayaraq aralıq müddətində yaxud daha sonrakı dövrlərdə möhkəmliyini təyin etmək üçün nümunələr götürülür. B80 və yuxarı möhkəmlik sinifli betonlardan nümunələr hazırlandıqda sökülməyən qəbilələrdən istifadə edilməlidir.

Adi betonlarda olduğu kimi yüksəkmöhkəmlikli betonların möhkəmlik üzrə qiymətləndirilməsi və qəbulu eyni zamanda ГОСТ 18105-2010 [9]-a uyğun aparılır.

Standart [9] eləcə də hazır beton qarışığının, yığma və monolit dəmir-beton konstruksiyalarının betonunun möhkəmlik göstəricisinin yoxlama qaydalarını və qiymətləndirilməsini əhatə edir.

ГОСТ 18105-2010 nisbətən yeni qəbul edilmiş standart olub [9] burada EN 206-1:2000 [3] standartının əsas normativ - texniki göstərici və tələbləri nəzərə alındığı göstərmişdir.

Standartda hazır beton qarışığının hər bir normalaşdırılan növündən asılı olaraq hazırlanan betonun tələb olunan möhkəmliyinin (R_T) aşağıdakı düsturla hesablanması göstərilir:

$$R_T = K_T B_{\text{norm.}}$$

B_{norm} - betonun layihə ilə möhkəmlik sinfi;

K_T -standartda verilən, məqaləyə daxil edilmiş cədvəl 1-dən götürülür. Cədvəldən göründüyü kimi K_T -nin təyin olunması üçün hazır beton qarışığı qovşağının möhkəmliyi təyin edilən beton sinfi üçün, möhkəmliyin orta variasiya əmsalından istifadə etmək lazım gəlir.

Möhkəmliyin yoxlanılması zamanı

tələb olunan möhkəmlik əmsalı (K_T) (ГОСТ 18105-2010)*

Cədvəl 1

Möhkəmliyin orta variasiya əmsalı V , %	Tələb olunan möhkəmlik əmsalı (K_T)
	Betonların bütün növləri (sıx silikat və özəkli betonlardan başqa) və konstruksiyalar (massiv hidrotexniki konstruksiyalardan başqa)
6 və aşağı	1,07
7	1,08
8	1,09
9	1,11
10	1,14
11	1,18
12	1,23
13	1,28
14	1,33
15	1,38
16	1,43
17	İcazə verilməyən kəmiyyətlər sahəsi
18	
19	
20	
20-dən böyük	

*) Sıx silikat, özəkli betonlar və massiv hidrotexniki konstruksiyalar üçün ГОСТ-la nəzərdə tutulan K_T –nin kəmiyyətləri bu cədvəldə verilməmişdir.

Yuxarıda qeyd edildiyi kimi standart [1]-in fəaliyyət göstərdiyi dövrdə möhkəmlik sinfi və marka arasında asılılığı göstərmək üçün 13,5% variasiya əmsalı ilə sorğu üçün verilmiş orta möhkəmlik göstəricisindən istifadə edilmişdir. Yeni standartın [2] tərkibindən qeyd edilən cədvəl çıxarılıb və bu normativ sənəddə qeyd edilən məsələ ilə bağlı heç bir göstəriş və məlumat yoxdur. Monolit dəmir-betondan tikinti aparılan sahəyə daxil olan beton qarışığının betonunun tələb olunan möhkəmliyinin (R_T) müəyyənəndirilməsi və qiymətləndirilməsi hazırda qüvvədə olmayan standartın [1] sorğu məlumatı əsasında həyata keçirilir. Əslində hər bir betonun möhkəmlik sinfi üzrə hazır beton qarışığının variasiya əmsalı müəyyənəndirilib, beton qovşağına uyğunluq sertifikatı verilməli və bunun əsasında monolit dəmir-beton konstruksiyasından inşa edilən bina və qurğuların tikinti sahəsinə daxil olan hazır beton qarışığının qəbulu aparılmalıdır, yaxud ölkə üzrə əvvəllər qəbul edilmiş 13,5 % variasiya əmsalı yenidən saxlanılmalıdır. Tikinti materiallarının keyfiyyətinin dövlət nəzarətini həyata keçirən icra hakimiyyəti orqanı bu məsələnin həllini tapmalıdır.

Monolit dəmir-beton konstruksiyalarında betonun möhkəmliyinin yoxlanılması və qiymətləndirilməsi qaydaları hazır beton üçün müəyyən edilmiş variasiya əmsalını deyil,

mərhələ üzrə bir partiyadan istifadə edilmiş və layihə möhkəmliyini almış betonun naturada möhkəmliyini B sxemi üzrə yoxlayıb variasiya əmsalını hesablamaqla betonun konstruksiyada faktiki möhkəmlik sinfinin B_{Φ} təyini nəzərdə tutur [9]:

$$B_{\Phi} = \frac{R_m}{K_T}$$

Harada, R_m partiyada betonun faktiki orta möhkəmliyidir, MPa.

K_T - tələb olunan möhkəmlik əmsalı olub variasiya əmsalından asılı olaraq cədvəl 1-dən qəbul edilir. Variasiya əmsalı konstruksiyada betonun faktiki möhkəmliyi əsasında hesablanır. Standarta görə $B_{\Phi} \geq B_{\text{norm}}$ olduqda konstruksiyada betonun möhkəmliyi layihəyə uyğun qəbul edilə bilər.

Hazırda mütəxəssislər tərəfindən birmənalı qiymətləndirilməyən göstəricilərdən biri də EN206-1:2000 [3] ilə ГОСТ 26633-2012 [2] ilə nəzərdə tutulan betonların sıxılmada möhkəmlik sinifləri arasında olan münasibətlərdir. Xarici ölkələrdə işlənmiş layihələrdə betonun möhkəmlik sinfi müəyyən hallarda məsələn, C50, digər hallarda C50/60 kimi göstərilir. Layihələrin yerli norma və standartlara uyğunlaşdırılması, eləcə də tikinti-quraşdırma işləri yerinə yetirilən zamanı C simvolları möhkəmlik sinfinin B simvolları möhkəmlik sinfi ilə əvəz olunması məsələsi ortaya çıxır. Qeyd etmək lazımdır ki, betonun möhkəmlik göstəricisinin təyini əvvəllər Britaniya standartı BS 5328-2:1997 [10] ilə 150x300 mm silindir şəkilli nümunələrdə aparıldığından bu standarta, eləcə də Türkiyə respublikasının TS 500/ şubat:2000 [11] standartı ilə betonun möhkəmlik sinfi C simvolunun yanında rəqəm kəsirsiz şəkildə yəni yuxarıda misal üçün göstərilən C50 şəklində, digər avropa ölkələrində betonun möhkəmlik sinfi 150x150x150 mm ölçülü kub nümunələrinin sınağı ilə müəyyənəşdirildiyindən EN206-1 2000 [3] -də həm silindir, həm də kub nümunələrin sınağı üçün möhkəmlik üzrə sinif göstərilmişdir (cədvəl 2).

Normal və ağır betonlar üçün sıxılmada möhkəmlik sinifləri. Cədvəl 2

Sıxılmada möhkəmlik sinfi	Ən aşağı xarakteristik silindir möhkəmliyi, sil. N/mm ²	Ən aşağı xarakteristik silindir möhkəmliyi, kub. N/mm ²
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/70	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

Türkiyə Respublikası tərəfindən EN206-1:2000 [3] standartı TS EN 206-1/Nissan 2002 [12] standartı şəklində qəbul edilmişdir. Məsələn, cədvəldə göstərilən C50/60 betonun möhkəmlik sinfində C50 betonun silindir şəkilli nümunələrin möhkəmliyi üzrə, C 60 betonun kub şəkilli nümunələrinin sınağında qiymətləndirilən möhkəmlik sinfidir.

B möhkəmlik sinfi yalnız kub şəkilli nümunələrin sınağı əsasında müəyyən edilən möhkəmlik sinfidir [2]. Fərq, EN 206-1:2000 [3] ilə ГОСТ18105-2010-da [8] nəzərdə tutulan siniflərin təminat verilən (tələb olunan) möhkəmliklərinə olan tələblərin

müxtəlifliyindədir. EN206-1:2000 [3] möhkəmliklərin qiymətləndirilməsində standart dəyişmə göstəricilərini nəzərə alır, ГОСТ 18105-2010 isə variasiya əmsalına əsaslanaraq möhkəmlik sinfinə təminat verən, tələb olunan möhkəmliyin müəyyən olunmasını nəzərdə tutur.

Bunlarla yanaşı qeyd etmək lazımdır ki, Стандарт СЭВ *) 1406-78 [13] sənədində ölçüləri 150x150x150 mm olan kub nümunələrinin B simvolları möhkəmlik sinfi ilə ölçüləri 150x300 mm olan silindr nümunələrinin C simvolları möhkəmlik sinfi arasında ekvivalentlik göstərilmişdir. Стандарт СЭВ 1406-78-un müvafiq cədvəli məqalənin 3-cü cədvəlində verilir.

Betonun sıxılmada möhkəmlik üzrə sinifləri (СТ СЭВ 1406-78)**)

Etalon nümunə, mm	Betonun sıxılmada möhkəmliyi üzrə sinifləri											
Kub 150x150x150	B10	B12,5	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Silindr	C8	C10	C12	C16	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50	C55

Cədvəldə, eləcə də beton qarışığından hazırlanmış nümunələrin 13,5% variasiya əmsalı ilə möhkəmlik sinflərinin tələb olunan möhkəmlilikləri verilmişdir.

Cədvəl 2 və cədvəl 3-də verilən nəticələrin müqayisəsi göstərir ki, silindr nümunəsi üzrə sıxılmada möhkəmlik sinfi C50 olan betonun EN206-1:2000 üzrə kub nümunəsi üzrə sıxılmada möhkəmlik sinfi C60 СТ СЭВ üzrə isə B55 verilmişdir.

Bununla yanaşı, layihə xarici ölkədə işlənilsə və betonun möhkəmlik sinfi C X/Y (şərti olaraq) ilə işarələnibsə layihənin yerli standart və normalara uyğunlaşdırılmasında və yerli standart üzrə beton qarışığının möhkəmlik sinfi B Y kimi qəbul edilməlidir.

Belarus Respublikasının СТБ1544-2005 [4] normativ sənədində B ilə C simvolları möhkəmlik sinfləri arasındakı asılılıqlar və tələb olunan möhkəmlilikləri xarakterizə edən cədvəl məqalənin 4-cü cədvəlində verilmişdir. C və B simvolu möhkəmlik sinfləri arasındakı asılılıqlar bizim yuxarıda göstərilən yanaşmaları tamamlayır.

Qeyd edilən göstəricilərlə yanaşı B və C möhkəmlik sinflərinin ekvivalentliyini aydınlaşdırılması müxtəlif simvolları möhkəmlik sinfli betonlardan dəmir-beton konstruksiyaların yükdaşıma qabiliyyətinə hesablanması aparılan zaman istifadə edilən betonların hesablama müqavimətlərinin kəmiyyətlərinin müqayisəsi ola bilər. Hesablama müqavimətləri eyni olan müxtəlif simvolları möhkəmlik sinfləri ekvivalent hesab edilə bilər. EN 1992 -1-1 : 2004 + AC : 2008, İDT Eurocoder [15], TS 500 Şubat 2000 [11], СН и П 03.01-84* [16], AZDTN 2.16-1 [17] və СНБ 5.03.01-02 [18] normativ sənədləri əsasında hazırlanmış dəmir-beton konstruksiyaların yükdaşıma hesablanması zamanı istifadə edilən müxtəlif möhkəmlik sinfli və simvolları betonların hesablama müqavimətləri cədvəl 5-də verilmişdir.

Aşağı möhkəmlik sinflərində R_p ilə f_{cd} -nin bir qədər fərqlənməsi СН и П ilə aşağı və yuxarı möhkəmlik sinfli betonların prizma möhkəmliyinin təyininə istifadə edilən empirik asılılıqların fərqlənməsi [19], müəyyən yuvarlaqlaşmaların və hesablama müqavimətlərin kəmiyyətləri, arasında müəyyən nisbətlərin saxlanılması ilə izah edilə bilər.

Müəllif [19] qeyd edir ki, möhkəmliyi 200 kq/sm²-a qədər olan betonlarda prizma möhkəmliyi ilə kub möhkəmliyi arasında asılıq A.A.Qvozdyevin düsturu ilə, 300-600 kq/sm² möhkəmlikli betonlar üçün B.Q. Skramtayevin düsturu ilə düzgün nəticələr verir.

*) Sənəd B və C möhkəmlik sinflərinin müqayisəsi baxımından maraq doğurur.

**) Standartda B1-dən B 7,5 daxil olmaqla nəzərdə tutulan göstəricilər bu cədvəldə əksini tapmamışdır.

**Betonun möhkəmlik sinifləri arasındakı asılılıqlar sıxılmada və dartılmada
xarakteristik möhkəmlikləri (CTB 1544-2005)**

Cədvəl 4

Betonun möhkəmlik sinfi				Dartılmada, betonun normativ müqaviməti	Betonun tələb olunan möhkəmliyi, MPa	
ГОСТ 26633 üzrə	СТБ 1544-2005 üzrə				Kubik nümunəsinin sıxılmada	Dartılmada
	İşarəsi	Betonun sıxılmada ən aşağı xarakteristik möhkəmliyi, MPa				
			f_{ck}	$f_{c.cube}^G$		
B10	C8/10	8	10	0.85	12.9	1.2
B12.5	C10/12.5	10	12.5	1.0	16.1	1.4
B15	C12/15	12	15	1.1	19.3	1.5
B20	C16/20	16	20	1.3	25.7	1.8
B22.5	C18/22.5	18	22.5	1.4	28.9	2.0
B25	C20/25	20	25	1.5	32.2	2.1
B27.5	C22/27.5	22	27.5	1.6	35.4	2.2
B30	C25/30	25	30	1.8	38.6	2.5
B35	C28/35	28	35	1.9	45.0	2.6
-	C30/37	30	37	2.0	47.6	2.8
B40	C32/40	32	40	2.1	51.4	2.9
B45	C35/45	35	45	2.2	57.8	3.0
B50	C40/50	40	50	2.5	65.3	3.5
B55	C45/55	45	55	2.7	70.7	3.7
B60	C50/60	50	60	2.9	77.1	4.0
-	C55/67	55	67	3.0	83.8	4.2
B75	C60/75	60	75	3.1	90.0	4.3

**C və B möhkəmlik sinifli betonlardan dəmir-beton konstruksiyaların
yükdaşıma hesablamada zamanı betonların hesablamada müqavimətləri.**

Cədvəl 5

S/s	Betonun möhkəmlik sinfi		Yükdaşıma hesablamada betonun hesablamada müqaviməti	
	ГОСТ 26633-12 üzrə	TS EN-206-1 üzrə	CHиП və AzDTN üzrə , B möhkəmlik sinfinin R_p , MPa	Eurocod -2 TS 500 fcd üzrə C möhkəmlik sinfinin fcd, MPa
1	B10	C 8/10	6,0	5,34
2	B12,5	C 10/12,5	7,5	6,67
3	B15	C 12/15	8,5	8,00
4	B20	C 16/20	11,5	10,67
5	B25	C 20/25	14,5	13,34
6	B30	C 25/30	17,0	16,67
7	B35	C 28/35	19,5	18,67
8	-	C 30/37	-	20,0
9	B40	C 32/40	22,0	21,34
10	B45	C 35/45	25,0	23,34
11	B50	C 40/50	27,5	26,67
12	B55	C 45/55	30,0	30,00
13	B60	C 50/60	33,0	33,33

Son dövrlərin tədqiqatında 600 kq/sm^2 -dan yuxarı möhkəmliyi olan betonlar üçün prizma möhkəmliyi ilə kub möhkəmliyi arasındakı asılılıq 0,783 əmsalı ilə xarakterizə olunduğu göstərilir. B 10 möhkəmlik sinfi betonun kub prizma möhkəmliyinə keçid əmsalı orta möhkəmlikli betonlar üçün nəzərdə tutulan 0,7 əmsal qəbul edildiyi halda $R_p = 5,45$

olub C 8/10 möhkəmlik sinifli betonun hesablama müqavimətinə $f_{cd} = 5,34$ -ə bərabər olduğu görünür.

Eurocod 2-də yükdaşımada hesablama müqavimətin kəmiyyəti prizma möhkəmliyinin deyil, ölçülər nisbəti $h:d=2:1$ olan nümunənin silindir möhkəmliyini betonun təhlükəsizlik əmsalına ($\gamma_c = 1,5$) bölünməsi ilə tapılır.

Yaxud bunun alternativini kimi qeyd etmək olarki, kub möhkəmliyinin silindr möhkəmliyinə keçid üçün kub möhkəmliyi 1,2-yə, silindr möhkəmliyindən yükdaşımada hesablama müqaviməti təyin edildikdə isə sonuncu betonun təhlükəsizlik əmsalına ($\gamma_c = 1,5$) bölünür. Kub möhkəmliyini 1,8 ədədinə bölməklə betonun yükdaşımada hesablama müqaviməti təyin edilə bilər.

СНП 2.03.01-84* [16] AzDTN -2.16-1 [17] normativ sənədləri üzrə betonun kub möhkəmliyi prizma möhkəmliyinə daha sonra bu möhkəmliyin kəmiyyətinin betonun təhlükəsizlik əmsalına $C=1,3$ -ə bölünməsi ilə tapılır.

Nəzərə alsaq ki, kub nümunəsindən möhkəmlik göstəricisini, prizma möhkəmliyi ilə ifadə etmək üçün kub nümunəsi orta hesabla 1,429 əmsalına bölünür (yaxud 0,7-yə vurulur), yükdaşımada hesablama müqavimətini təyin etmək üçün prizma möhkəmliyi betonun təhlükəsizlik əmsalına ($\gamma_c=1,3$) bölünməklə tapılır. Bu zaman kub möhkəmliyini ($1,429 \times 1,3 = 1,86$) əmsalına bölməklə yükdaşımada hesablama müqaviməti təyin edildiyi halda, nəticə demək olar ki, Eurocod-2-yə uyğun alınır. Bununla əlaqədar AzDTN 2.16-1-in gələcək redaksiyalarında yükdaşımada hesablama müqavimətin hesablanması qaydasının Eurocod-a müvafiq aparılmasına baxıla bilər. Məlumat üçün nəzərə çatdırılır ki, ГОСТ 10180-2012-ilə [8] kub möhkəmliyi ilə $h:d=2:1$ silindr möhkəmliyi arasındakı nisbəti 1,2 nəzərdə tutur.

Beləliklə, B Y və C X/Y simvolla və möhkəmlikli betonların ekvivalentliyinin birinci göstəricisi kimi kub nümunəsinin möhkəmlik göstəricilərinin (Y) eyniliyidir.

Ekvivalentliyin ikinci meyarı kimi müxtəlif simvolla və möhkəmlik sinifli betonların yükdaşımada hesablama müqavimətlərinin kəmiyyətlərinin eyniliyidir. B Y möhkəmlik sinifli betonlar CX/Y möhkəmlik sinifli betonlara ekvivalentdir. Qeyd edildiyi kimi X və Y şərti işarələr olub uyğun olaraq betonun silindir və kub nümunələrinin xarakteristik möhkəmlik göstəricisini ifadə edir.

İstinad edilmiş normativ-texniki sənədlər

1. ГОСТ 26633-91 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия
2. ГОСТ 26633-2012 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.
3. EN 206-1:2000 Concrete-Part 1:Specification, performance. Production and conformity
4. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия
5. ГОСТ 22266-94 Цементы сульфатостойкие. Технические условия
6. ГОСТ 31108-2003 Цементы общестроительные. Технические условия
7. ГОСТ 31914-2012 Бетоны высокопрочные тяжелые и мелкозернистые для монолитных конструкций. Правила контроля и оценки качества
8. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам
9. ГОСТ 18105-2010 Бетоны. Правила контроля и оценки прочности
10. BS 5328-1997 concrete Parts: Methods for specifying concrete mixes
11. TS 500/şubat:2000 Betonarme yapıların taşarım və yapım kuralları
12. TS EN 206-1/Nisan 2002. Beton bölüm 1: özellik, performans, imalat və uygunluk
13. Стандарт СЭВ 1406-78 конструкции бетонные железобетонные основные положения
14. СТБ 1544-2005 Бетоны конструкционные тяжелые. Технические условия
15. EN 1992-1-1:2004 Eurocod 2:Design of concrete structures Part 1-1 General rules and rules for buildings
16. СНП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции
17. AzDTN 2.16-1 Beton və dəmir-beton konstruksiyalar. Layihələndirmə normaları
18. СНБ 5,03,01-02 Бетонные и железобетонные конструкции

UOT 624.012.44

MASSIV DƏMİR-BETON KONSTRUKSIYALARDA TERMOGƏRGİNLİKLƏRİN VƏ ÇATƏMƏLƏGƏLMƏLƏRİN TƏNZİMLƏNMƏSİ ÜÇÜN SEMENTİN İSTİLİKAYIRMASINDAN BETONDA YARANAN TEMPERATURUN HESABATININ APARILMASININ XÜSUSİYYƏTLƏRİ*tex. üzrə. f.d. Bayramov F.H., tex. üzrə. f.d. Məmmədov F.Y.**Azərbaycan Respublikası FHN S.Ə.Dadaşov adına ETLK İnşaat Materialları İnstitutu***ОСОБЕННОСТИ РАСЧЁТА ТЕМПЕРАТУРЫ БЕТОНА ОТ ГИДРАТАЦИИ ЦЕМЕНТА ДЛЯ УРЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕРМОНАПРЯЖЕНИЯ И ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В МАССИВНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ***д.ф. по тех. Байрамов.Ф.Г., д.ф. по тех. Мамедов.Ф.Ю.**НИПК Институт Строительных Материалов им. С.А.Дадашева***THE PECULIARITIES OF CALCULATION OF CONCRETE TEMPERATURE DUE TO CEMENT HYDRATION FOR CONTROLLING THERMAL STRESS AND CRACK FORMATION IN MASSIVE REINFORCED CONCRETE STRUCTURES***doc.of phd.in tech. Bayramov F.H., doc.of phd.in tech. Mamedov F.Y**The MES of the Azerbaijan Republic, the RD Institute for Building Materials named after S.A.Dadashev*

Xülasə : Bu məqalədə sənaye və mülki binaların və qurğuların massiv dəmir-beton konstruksiyalarının betonunda sementin istilikayırmasından yaranan temperaturun hesabat yolu ilə təyin olunmasının mümkünlüyünə baxılmışdır. Bu məqsəd üçün təcrübə materialları əsasında, nəzəri yolla müxtəlif temperaturalarda və zaman müddətlərində sementin istilikayırmasının kinetikasi və intensivliyi hesablanmışdır. Ətraf mühitin temperaturu 5°C, 40°C olduqda sementin istilikayırmasının kəmiyyəti, 20°C temperaturda sementin hidratasiya nəticəsində ayırdığı istilik miqdarına nisbətən faizlə verilmişdir. Sementin istilik ayırmasının kinetikasından istifadə etməklə, ətraf mühitin temperaturundan və zamandan asılı olaraq betonda sementin istilikayırmasından yaranan temperaturun kəmiyyətinin qiymətinin təyininin hesabat üsulu işlənmiş və betonda temperaturun tənzimlənməsi üzrə müəyyən tövsiyələr verilmişdir.

Hazırlanmış hesablama üsulunun mükəmməlliyi gücü 506 MVt olan buxar-qaz turbininin Sumqayıt şəhərində özül tavaşının tikintisi zamanı təsdiqini tapmışdır.

Açar sözlər: istilikayırma, kinetika, intensivlik, massiv, sement, beton, hesabat.

Аннотация: В этой статье рассмотрены вопросы возможности определения величины значения температуры бетона от гидратации цемента в массивных железобетонных конструкциях гражданских и промышленных зданий и сооружений расчётным путем. Для этой цели на основании экспериментальных данных теоретическим путем при различных температурах и времени гидратации осуществлены расчеты кинетики и интенсивности тепловыделения цементов. Для температур 5°C и 40°C окружающей среды значения тепловыделения цемента приведены в процентах по отношению значения теплоты гидратации при 20°C. С использованием данных по кинетике гидратации цемента разработан метод расчёта величины значения температуры бетона и даны определенные рекомендации по ее регулированию.

Достоверность разработанного метода расчёта подтверждена на практике при строительстве фундамента газо-паровой турбины мощностью 506 MVt в городе Сумгаит.

Ключевие слова: тепловыделение, кинетика, интенсивность, массив, цемент, бетон, здания, сооружения, расчёт.

Summary: This paper deals with the problems of possibility of determining a value of concrete temperature due to cement hydration in massive reinforced concrete structures of civil and industrial building and constructions by calculation. For this purpose calculations of kinetics and intensity of cement heat release were performed on the basis of experimental data at different temperatures and time of hydration in theoretical way. For ambient temperatures of 5°C and 40°C values of cement heat release are given in percent relative to a hydration heat value at 20°C. With the use of data on kinetics of cement hydration a method of calculation of a value of concrete temperature is developed and certain recommendations for its control are offered.

The reliability of the developed method for computation is proven practically in the process of constructing a foundation of the gas-steam turbine having capacity of 506 MVT in the city of Sumgayit.

Key words : heat release, kinetics, intensity, massive, cement, concrete, buildings, structures, calculation.

Elmi-texniki ədəbiyyatda norma və standartlarda, massiv hidrotexniki beton istisna olmaqla, mülki və sənaye binalarının massiv dəmir-beton konstruksiyalarında sementin istilikayırmasından betonda yaranan temperaturun tənzimlənməsi demək olar ki, öz həllini çox məhdud şəkildə tapmışdır. Məlumdur ki, massiv hidrotexniki beton bəndlərin tikintisində istifadə edilən betonun möhkəmliyinə tələbat yüksək olmadığından az sement sərf edilir.

Lakin bəndlər daha böyük kütləyə malik olur. Sənaye və mülki binaların massiv dəmir-beton konstruksiyalarının, məsələn özül tavaqlarının, öək konstruksiyalarının betonunun möhkəmlik sinfinin B60 və daha yüksək olan hallar olub, böyük sement sərfi və kütləsinin azlığı ilə xarakterizə olunur.

Göstərilən fərqli cəhətlər massiv hidratexniki beton üçün işlənmiş normaların və qayadaların mülki və sənaye binalarının massiv dəmir-beton konstruksiyalarında birbaşa istifadəsini mümkünsüz edir. Bunlardan əlavə nəinki mülki və sənaye binalarının massiv konstruksiyaları, eləcə də hidrotexniki beton üçün də sementin istilikayırməsindən yaranan temperaturun kəmiyyətini müəyyənləşdirilməsinin hesabat üsulu işlənməmişdir.

Sementin istilik ayırmasından betonda yaranan temperaturun hesabatının aparılmaması bu və ya digər texnoloji vasitənin temperaturun kəmiyyətinə təsiri və bunların idarə olunması hesabat üsulu ilə deyil empirik yollarla aparılır. Belə ki, sementin istilik ayırmasının kəmiyyətinə məhdudiyyətlər qoyulur [1], massiv dəmir-beton konstruksiyalarında temperaturun qalxmaması üçün texnoloji vasitələr, termogərginliyin və çatəmələgəlmənin azaldılması üçün konstruktiv həllər göstərilir [2]. Hesabat üsulu işlənmədiyindən, bu vasitələrin təsiri sayəsində betonda temperaturun kəmiyyətinin əvvəlcədən müəyyənləşdirmək mümkün olmur. Yalnız massivdə betonun temperaturunu ölçməklə məqsədə nail olunub-olunmadığı qiymətləndirilir. Hidrotexniki beton üçün sementin termos metodu ilə istilik ayırması təyin edildikdə istiliyin 3 gün ərzində 50 kkal/kq-dan 7 gün ərzində isə 60 kkal/kq-dan çox olmaması göstərilir [1]. Hazırda az istilikayıran sementlər istehsal edilmədiyindən əksinə vəziyyət daha yüksək möhkəmlikli sementlərin istehsalına doğru dəyişildiyindən sementin istilik ayırma qabiliyyətinin ilkin hidratasiya zamanlarında idarə olunmasının və normalaşdırılmasının mümkünsüzlüyünü yaradır. Bunun üçün birinci növbədə operativ məlumat əldə etmək üçün sementlərin betonda bərkimə prosesində hidratasiyası nəticəsində ayrılan istiliyin nəzəri yolla kinetikasının və intensivliyinin təyini böyük praktiki əhəmiyyətə malikdir. Qeyd etmək lazımdır ki, sementin istilikayırməsindən nəzəri əsasları işlənən zaman əsasən termos üsulu ilə alınmış təcrübə materiallarından istifadə edilmişdir. Buna görə betonlama işlərindən əvvəl istifadə edilən sementin faktiki istilikayırməsindən təyini zamanı ASTM C 186-05 ilə nəzərdə tutulan termos üsulundan istifadə etməklə sementin istilik ayırmasının təyininə üstünlük verilməlidir.

Fundamental tədqiqatlara görə [3] sement klinker minerallarının tam hidratasiyası nəticəsində ayırdığı istiliklərin miqdarı aşağıdakı kimidir: $Q_{C_3S}=120$ kkal/kq; $Q_{C_2S}=62$ kkal/kq; $Q_{C_3A}=207$ kkal/kq; $Q_{C_4AF}=100$ kkal/kq. Bu göstəricilər əsasında istifadə edilən sementin tərkibindəki minerallardan asılı olaraq onların tam hidratasiyası nəticəsində sementin ayırdığı istiliyin miqdarı aşağıdakı kimi hesablanır:

$$Q_{sem} = \frac{C_3S_{sem}}{100} \cdot Q_{C_3S} + \frac{C_2S_{sem}}{100} \cdot Q_{C_2S} + \frac{C_3A_{sem}}{100} \cdot Q_{C_3A} + \frac{C_4AF}{100} \cdot Q_{C_4AF} \quad (1)$$

Uyğun olaraq C_3S_{sem} ; C_2S_{sem} ; C_3A_{sem} ; C_4AF_{sem} – istifadə edilən sementdə mineralların faizlə miqdarıdır.

Monoqrafiyada [3] dərc edilmiş və bizim uzunmüddətli tədqiqatlar [4-6] aşağıdakı nəticəyə gəlməyə imkan vermişdir.

Müəyyən zaman müddətində ayrılan istiliklərin miqdarı tam ayrılan istilik miqdarlarının müəyyən faiz göstəriciləri ilə xarakterizə olunur. Betonun bərkimə müddətindən asılı olaraq sementin ayırdığı istiliyin miqdarı faizlə tam istiliyin aşağıdakı faiz göstəriciləri ilə təyin edilir:

$$Q_{sem}^{14saat} = 18 \frac{Q_{tam}}{100}; \quad Q_{sem}^{24saat} = 28,8 \frac{Q_{tam}}{100}; \quad Q_{sem}^{3gün} = 48,94 \frac{Q_{tam}}{100}; \quad (2)$$

$$Q_{sem}^{7gün} = 63,15 \frac{Q_{tam}}{100}; \quad Q_{sem}^{28gün} = 76,83 \frac{Q_{tam}}{100}; \quad Q_{sem}^{3ay} = 83,42 \frac{Q_{tam}}{100}$$

Digər müddətlər üçün məsələn, 2 saat, 7 saat, 14 gün, 6 ay, 1 il, 3 il üçün tam istiliyin faizləri uyğun olaraq 0,24; 5,0; 68,0; 85,9; 87,29; 90,1% təşkil edir.

Müxtəlif sement zavodlarının istehsal etdikləri sement klinkerlərinin mineraloji tərkibi və 20°C temperaturda hidratasiya nəticəsində zamandan asılı olaraq ayrılan istiliyin kinetikasi

Cədvəl 1

S/s	Klinkerin təyinatı, ölkə	Sementin mineraloji tərkibi, %				Tam istilik ayırma $\frac{kcal}{kq}$	Hidratasiya müddəti (saat, gün) ayrılan istiliyin miqdarı $\frac{kcal}{kq}$				
		C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF		14 saat	24 saat	3 gün	7 gün	28 gün
1	Portlandsement AR	69,4	9,8	5,2	10,7	1 110,5	19,9	31,8	54,0	69,8	84,9
2	Sulfatadavamlı portlandsement RF	42,0	33,0	5,0	16,0	97,2	17,5	28,0	47,6	61,9	74,7
3	Mineral əlavəli sulfatadavamlı portlandsement RF	60,6	16,5	7,9	11,6	11111,0	19,9	32,0	54,3	70,1	85,3
4	Portlandsement İran İslam Respublikası	54,1	23,2	8,8	10,5	1108,1	19,5	31,1	52,9	68,3	83,1
5	Portlandsement Türkiyə Respublikası	56,9	18,5	7,3	12,6	107,3	19,3	30,9	52,5	67,8	82,4

Müxtəlif sement zavodlarının istehsal etdikləri sement klinkerlərinin mineraloji tərkibi və 20°C temperaturda hidratasiya nəticəsində zamandan asılı olaraq ayrılan istiliyin intensivliyi

Cədvəl 2

S/s	Klinkerin təyinatı, ölkə	Sementin mineraloji tərkibi, %				Tam istilik ayırma $\frac{kcal}{kq}$	Hidratasiya müddəti (saat, gün) ayrılan istiliyin miqdarı $\frac{kcal}{kq \text{ saat}}$				
		C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF		14 saat	24 saat	3 gün	7 gün	28 gün
1	Portlandsement Azərbaycan Respublikası	69,1	9,2	5,2	10,4	1109,8	1,4	1,3	0,7	0,4	0,1
2	Sulfatadavamlı portlandsement Rusiya Federasiyası	42,0	33,0	5,0	16,0	97,2	1,3	1,2	0,7	0,4	0,1
3	Mineral əlavəli sulfatadavamlı portlandsement Rusiya Federasiyası	61,1	17,0	7,9	11,6	G112,4	1,4	1,3	0,8	0,4	0,1
4	Portlandsement İran İslam Respublikası	54,4	24,2	8,8	10,5	1109,1	1,4	1,3	0,7	0,4	0,1
5	Portlandsement Türkiyə Respublikası	56,8	17,1	7,3	12,6	106,4	1,4	1,3	0,7	0,4	0,1

Beləliklə, istifadə edilən sementin mineraloji tərkibindən asılı olaraq (1) düsturu ilə ayrılan istiliyin tam miqdarı hesablanır.

Bundan sonra təcrübə aparmadan (2) düsturunun köməyi ilə betonun lazım olan bərkimə müddətlərində sementin ayırdığı istiliyin kinetikasi və intensivliyi hesabat yolu ilə təyin edilir. Bir neçə ölkənin sement zavodlarının müxtəlif mineraloji tərkibli sementi üçün 20°C temperaturda hidratasiya nəticəsində zamandan asılı olaraq ayrılan istiliyin kinetikasi cədvəl 1-də, intensivliyi isə cədvəl 2-də verilmişdir. Sementin 20°C istilik ayırması cədvəl 1-də ətraf mühitin temperaturu 5°C, 40°C olduqda 20°C-yə nisbətən faizlə istilikayırma göstəricisi cədvəl 3-də verilmişdir.

Ətraf mühitin temperaturundan asılı olaraq müxtəlif zaman ərzində sementin istilikayırmasının 20°C temperatura nisbətən %-lə ifadəsi. Cədvəl 3

S/s	Ətraf mühitin temperaturu, °C	İstilik ayırmanın %-lə ifadəsi, zaman					
		14 saat	1 gün	3 gün	7gün	28 gün	90 gün
1	5	63,4	63,2	62,5	66,2	95,0	98,2
2	20	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
3	40	152,0	151,7	149,3	119,2	104,7	102,9

Ətraf mühitin temperaturu cədvəl 3-də göstəriləndən fərqli olduğu hallarda istilik ayırmanın göstəricisi interpolasiya yolu ilə təyin edilir.

Sementin zamandan asılı olaraq müxtəlif temperaturda hidratasiyası nəticəsində hesablanmış istilik miqdarlarının kəmiyyətlərini istifadə etməklə və ətraf mühitin temperaturu nəzərə alınmaqla massiv dəmir-beton konstruksiyalarında sementin istilikayırmasından yaranan temperaturların hesabı aparılır.

1. Övvəlcə massiv dəmir-beton konstruksiyasının həcmi (V) təyin edilir, m³.
2. Sonra massiv dəmir-beton konstruksiyasının 1m³-də armaturların miqdarına görə massivdə armaturların miqdarı təyin edilir (kq):

$$m_{arm}^{mas} = V \cdot m_{arm}^{1m^3} \quad (3)$$

Massivdə istifadə edilən polad armaturların həcmi tapılır:

$$V_{arm}^{mas} = \frac{m_{arm}^{mas}}{\gamma} \quad (4)$$

$\gamma = 7800 \text{ kq/m}^3$ poladın sıxlığıdır.

3. Massivdə betonun həcmi müəyyən edilir :

$$V_{bet}^{mas} = V - V_{arm}^{mas} \quad (5)$$

4. Massiv dəmir-beton konstruksiyanın hər 1m³-də istifadə edilən sementin sərfinə əsasən ($m_{sem}^{1m^3}$; kq/m³;) massivin betonlanması üçün istifadə edilən sementin kütləsi təyin edilir (kq):

$$m_{sem}^{mas} = V_{bet}^{mas} \cdot m_{sem}^{1m^3} \quad (6)$$

5. Ətraf mühitin temperaturundan (t) və sementin hidratasiya müddətindən (τ) asılı olaraq massivdə istifadə edilən sementin istilikayırması ($Q_{sem(mas)}^{\tau(t)}$) tapılır (kkal) :

$$Q_{sem(mas)}^{\tau(t)} = m_{sem}^{mas} \cdot Q_{sem(kq)}^{\tau(t)} \quad (7)$$

τ -hidratasiya zamanı (1 gün, 3 gün, 7gün və s.), t ətraf mühitin temperaturu $^{\circ}\text{C}$, məsələn 5°C , 20°C , 40°C və s.

$Q_{sem(kq)}^{\tau}$ - sementin 1kq-nın τ hidratasiya zamanında ayırdığı istiliyin miqdarı, $\frac{\text{kkal}}{\text{kq}}$ (cədvəl 1 və cədvəl 3 üzrə müəyyən edilir.)

6. Massiv dəmir-betonun kütləsi təyin edilir (kq) :

$$m_{d/b}^{mas} = V \gamma_{d/b} \quad (8)$$

$\gamma_{d/b} = 2500 \text{ kq/m}^3$ qəbul edilir.

7. Ətraf mühitin temperaturu (t) bərkimə zamanı (τ , saat, gün, ay) ərzində massiv dəmir-beton konstruksiyasında istifadə olunmuş sementin ($Q_{sem(mas)}^{\tau(t)}$) hidratasiyası nəticəsində ayrılan istiliyin təsirindən massivin temperaturu ($T_{mass}^{\tau(t)}$) $^{\circ}\text{C}$ -ilə aşağıdakı kimi təyin edilir.

$$T_{mass}^{\tau(t)} = \frac{Q_{sem(mas)}^{\tau(t)} + C m_{d/b}^{mass} t}{C m_{d/b}^{mass}} ; ^{\circ}\text{C} \quad (9)$$

C- betonun istilik tutumu olub $0,2 \frac{\text{kkal}}{\text{kq}^{\circ}\text{C}}$ qəbul edilir.

Alınan kəmiyyət istilik itgisi nəzərə alınmadan τ müddətində ətraf mühitin temperaturu t olduqda massivin temperaturunun $^{\circ}\text{C}$ –yə qədər qalxdığını göstərir.

Massiv dəmir-beton konstruksiyasının səthi ilə itən istiliyin miqdarı (Q_{mas}^{itgi}) istilik-keçirmə əmsalının vasitəsi ilə Furrye düsturu ilə hesablanır:

$$Q_{mass}^{itgi} = \frac{\lambda \cdot F \cdot \Delta t \cdot \tau}{\delta} ; \text{kkal} \quad (10)$$

Harada:

λ - betonun istilik keçirmə əmsalı olub $1,6 \frac{\text{kkal}}{\text{m} \cdot \text{saat}^{\circ}\text{C}}$ qəbul edilir.

F- massiv dəmir-beton konstruksiyasının səthlərinin sahəsidir, m^2 ;

Δt - massiv dəmir-beton konstruksiyasının temperaturu ($T_{mass}^{\tau(t)}$) ilə ətraf mühitin temperaturu (t) arasındakı temperatur fərqi

t - sementin hidratasiya zamanı (1gün, 3gün, 7gün, və s.)

δ - massiv dəmir-beton konstruksiyasının qalınlığı, m

Massiv dəmir-beton konstruksiya şaquli olub istilik itgisi əsasən qarşı-qarşıya olan iki böyük səth vasitəsilə gedirsə qalınlıq $\delta/2$; horizontal olduğu halda istilik itgisinin daha çox itgisi baş verən məsafədən, məsələn özül tavası qalınlığının 2δ şəklində götürülməsinə baxıla bilər.

Beləliklə, massiv dəmir- beton konstruksiyasının ətraf mühitin temperaturu t olduqda τ - hidratasiya dövründə istilik itgisi (10) düsturunun köməyi ilə tapılır. Massiv dəmir-beton konstruksiyasında sementin τ zamanında ayrılan istilikdən ($Q_{mass}^{\tau(t)}$), massiv konstruksiyanın yan səthi ilə itən istilik miqdarını $Q_{mass}^{\tau(itgi)}$ çıxmaqla massiv konstruksiyanın faktiki istilik miqdarı ($Q_{mass(fakt)}^{\tau(t)}$) təyin edilir.

$$Q_{mass(fakt)}^{\tau(t)} = Q_{mass}^{\tau(t)} - Q_{mass}^{\tau(itgi)} \quad (11)$$

Beləliklə, τ hidratasiya müddətində ətraf mühitin temperaturu (t) və itgi nəzərə alınmaqla faktiki istilik miqdarı müəyyən edilir və massiv konstruksiyasının betonunun faktiki temperaturu ($T_{mass(fakt)}^{\tau(t)}$), $^{\circ}\text{C}$ ilə aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$T_{mass(fakt)}^{\tau(t)} = \frac{(Q_{mass(fakt)}^{\tau(t)} + C m_{d/b}^{mass} t)}{C \cdot m_{d/b}}; \quad ^\circ\text{C} \quad (12)$$

Hesabatın mükəmməlliyi en kəşik ölçüləri 2,5mx13,5m uzunluğu 27 m həcmi 911m³, səthinin modulu 1,0 olan buxar-qaz generatorunun özülünün betonunun temperaturunun tənzimlənməsində təsdiqini tapmışdır. İlk hesabla, nəzərdə tutulan materialların və üsulların istifadəsi nəticəsində, özülün istilik itgisi nəzərə alınmadan, betonun temperaturunun 103,8°C-yə qədər qalxa biləcəyi müəyyən edilmişdir. Alternativ materiallardan və texnoloji üsullardan istifadə edilməsi ilə hesabat yolu ilə özülün betonunun 60°C – yə qədər qalxa bilməsi gözlənilmişdir. Özül betonunun hesabat yolu ilə gözlənilən temperaturu praktiki ölçmə yolu ilə təsdiq olmuşdur [6] .

Alternativ material və texnoloji üsullar: cədvəl 1-də göstərilən 1 saylı sement əvəzinə aşağı istilik ayırma qabiliyyətli 2 saylı sementin, temperaturu 70°C olan 1 saylı sement əvəzinə, temperaturu, uzaq məsafədən nəql etmə və saxlama yolu ilə, 30°C-yə qədər endirilmiş sementdən, yüksək plastiklik qabiliyyətinə malik əlavələrdən , irilik modulu 2,5-3,0 olan yuyulmuş qumdan istifadə edilməsi, qırmaşaşın iriliyinin mümkün qədər böyük götürülməsi betonun dərtilmədə möhkəmliyinin və bircinsliyinin artırılması, qəliblənmiş betonu intensiv qızmadan (çardağ şəkilli örtüklə) və soyumadan (qəlibləri penoplast lövhələrlə üzləməklə və tavanın üst səthinə penoplast lövhələrlə örtməklə) mühafizə olunmasından və s. bu kimi tədbirlərdən ibarət olmuşdur.

Eləcə də normativ sənədlərin tələblərinə uyğun olaraq beton qarışığının temperaturunun 20°C -dən aşağı olması [7], konstruksiyanın mərkəzi ilə yan səthləri arasında temperaturun 16-18°C -dən yuxarı olmaması [2], qəlib sökülərkən betonun xarici qatı ilə ətraf mühitin temperaturları fərqi 20°C -dən yuxarı olmaması tələbləri [7] təmin edilmişdir. Nəticədə buxar generatorunun dəmir-beton özül konstruksiyasında hec bir çatəmələgəlmə əlaməti müşahidə edilməmişdir.

Sementin istilikayırmasının nəzəri yol ilə təyin edilməsi və betonda yaranan temperaturun kəmiyyətini müəyyənləşdirmək üçün işlənmiş hesabat üsulu mülki və sənaye binalarının massiv dəmir-beton konstruksiyalarında sementin hidratasiyası zamanı betonda yaranan temperaturun tənzimlənməsi üçün müvafiq təlimat, normativ-texniki sənədlərin hazırlanmasında və betonda çatəmələgəlmələrinin qarşısının alınması zamanı əməli işlərdə istifadə edilə bilər.

İstifadə edilmiş ədəbiyyat

1. Руководство по проектированию состава гидротехнического бетона. П 21-74 ВНИИГ, Энергия.
2. ВСН-31-83 Правила производства бетонных работ при возведении гидротехнических сооружений.
3. Химия цементов. Под редакцией Х.Ф.У. Тейлора М. 1969, 502 с.
4. Засадателев И.Б., Мамедов, Ф.Ю. Выделение тепла при гидратации цемента во время обработки бетона в автоклаве, «Бетон и железобетон», 1970 №8.
5. Байрамов Ф.А. Синтез пластифицирующих добавок и исследование эффективности их влияния на твердение цементов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. М.1978.
6. Məmmədov F., Bayramov F. Massiv dəmir-beton konstruksiyalarında sementin istilikayırması nəticəsində həcmə dəyişməsinin monolit betonun çatəmələgəlməsinə təsirinin araşdırılması. S.Ə.Dadaşov adına ETLKİM institunun 80 illiyinə həsr olunmuş elmi əsərlər toplusu. Bakı 2010. səh. 79-84.
7. СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции, М.1988.

УДК 69:620.193/.197

ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АГРЕССИВНЫХ, В ТОМ ЧИСЛЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СРЕД*д.т.н. Розенталь Н.К., д.т.н. Степанова В.Ф., к.т.н. Чехний Г.В. НИИЖБ им. А.А.Гвоздева***INCREASED DURABILITY AND ENVIRONMENTAL SAFETY OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN AGGRESSIVE CONDITIONS, INCLUDING BIOLOGICALLY ACTIVE ENVIRONMENTS***N.K.Rozental, V.F. Stepanova, Q.V. Çexniy, NIIZHB them. A.A. Gvozdev***AQRESSIV VƏ BIOLOJİ AKTİV MÜHİTLƏRİN TƏSİRİ ŞƏRAİTİNDƏ BİNA VƏ QURĞULARIN UZUNÖMÜRLÜLÜYÜNÜN VƏ EKOLOJİ TƏHLÜKƏSİZLİYİNİN ARTIRILMASI***t.e.d. Rozental N.K., t.e.d. Stepanova V.F., t.e.n. Q.V.Çexniy, A.A.Gvozdev adına NIİJB*

Аннотация: В статье рассматриваются вопросы повышения долговечности и экологической безопасности зданий и сооружений в условиях воздействия агрессивных, в том числе биологически активных сред. Под биологической коррозией принято понимать разрушение строительных материалов при воздействии живых организмов. При действии микроорганизмов говорят о микробиологической коррозии материалов.

В жилых и общественных зданиях в зонах с высокой влажностью (в подвалах, санузлах, в цокольной части, в местах отводов вод с кровли, в бассейнах и др.) микробиологическая коррозия становится важным фактором, влияющим на надежность и долговечность конструкций из бетона и железобетона. Значительную роль при биокоррозии играют такие микроскопические организмы как бактерии, грибы, актиномицеты, для развития и размножения которых при определенных условиях эксплуатации зданий и сооружений, создается благоприятная среда. Бактерии являются одними из основных агентов микробиологической коррозии. Различные виды бактерий могут существовать в широком диапазоне значений pH от очень кислых до щелочных сред. Однако для большинства бактерий оптимальными для роста являются нейтральные или слабощелочные среды (pH=7-7,5).

Бактерии развиваются при наличии жидких сред, то есть на материалах и изделиях, достаточно увлажненных или погруженных в жидкость, что характерно, например, для саун, бассейнов, коллекторов, трубопроводов и т.д. Наиболее активными коррозионными агентами являются тионовые и нитрифицирующие бактерии, создающие кислые агрессивные среды, а также сульфатредуцирующие бактерии, образующие коррозионно-активные метаболиты (NH₃, CO₂, H₂S, органические и минеральные кислоты). Кроме того, в процессе биоповреждения различных материалов могут участвовать и такие группы бактерий, как железобактерии, аммонифицирующие, нитрифицирующие, денитрифицирующие, водородоокисляющие, углеводородоокисляющие, целлюлозоразрушающие и т.д.

Ключевые слова: Долговечность, безопасность, здания, сооружения.

Summary: In article questions of increase of durability and ecological safety of buildings and constructions in the conditions of influence of aggressive, including biologically active environments are considered.

Biological corrosion is commonly understood as the destruction of building materials when exposed to living organisms. Under the action of microorganisms speak of microbiological corrosion of materials. In residential and public buildings in areas with high humidity (basements, bathrooms, on the ground, in places of bends water from roofs, pools, etc.) microbiological corrosion is becoming an important factor affecting the reliability and durability of structures made of concrete and reinforced concrete. Significant role in the bio-corrosion is played by microscopic organisms such as bacteria, fungi, actinomycetes, for the growth and reproduction which, under certain conditions, operation of buildings and structures, to create a favorable environment. Bacteria are among the main agents of microbiological corrosion. Different types of bacteria can exist in a wide range of pH from very acidic to alkaline environments. However, for most bacteria for optimal growth are neutral or slightly alkaline environment (pH=7-7,5). Bacteria thrive in the presence of liquid media, i.e. materials and products, moist or submerged in the liquid, which is typical, for example, saunas, swimming pools, reservoirs, pipelines, etc. The Most active corrosion agents are tinavie and nitrifying bacteria that create acidic corrosive environment, as well as sulphate-reducing bacteria, forming corrosive metabolites (NH₃, CO₂, H₂S, organic and mineral acids). In addition, in the process of biodeterioration of different materials, may be involved such groups of bacteria, iron bacteria, ammonifiers, nitrifying, deliverybecause, bogoroditsye, uglevodorodokislyayuschih, cellulose-decomposing, etc.

Key words: Durability, safety, buildings, constructions.

Xülasə: Bu məqalədə aqressiv və bioloji aktiv mühitlərin təsiri şəraitində bina və qurğuların uzunömürlülüyünün və ekoloji təhlükəsizliyinin artırılması yolları təhlil olunur. Canlı orqanizmlərin təsiri nəticəsində tikinti materiallarının dağılması prosesləri bioloji korroziya kimi qəbul olunur. Mikroorqanizmlərin təsiri ilə materialların mikrobioloji korroziyası baş verir.

Yaşayış və ictimai binaların yüksək nəmlik (anbarlarda, sanitariya qovşağı, kürsü hissəsində, damların su ötürənsahələrində, hovuzlarda və s. zonalarda) beton və dəmir-beton konstruksiyalarının etibarlılığına və uzunömürlüliyinə təsir edən əsas amillərdən biri mikrobioloji korroziyadır.

Biokorroziyanın yaranmasında bakteriyalar, göbələklər, aktinomisetlər kimi mikroskopik orqanizmlərin rolu böyükdür, bina və qurğuların istismarı zamanı yaranan əlverişli mühit onların inkişafına və artmasına səbəb olur. Bakteriyalar mikrobioloji korroziyanın yaranmasının əsas səbəblərindən biridir. Bakteriyaların müxtəlif növləri qələvi və turş mühitlərdə də yaşaya və arta bilirlər, amma, bir çox bakteriyalar əsasən neytral və ya zəifqələvi ($pH=7-7,5$) mühitlərdə artırlar.

Maye mühitlərdə, yəni, yaş və ya maye içərisində yerləşdirilmiş material və məmulatlarda bakteriyalar daha çox inkişaf edirlər (məs: saunalar, basseynlər, kollektorlar, suboruları və s. kimi yerlərdə). Ən aktiv korroziya agentlərinə turşaqressiv mühit yaradan tion və nitrirləşmiş bakteriyalar, həmçinin, aktiv korroziya metabolitləri (NH_3 , CO_2 , H_2S) yaradan zəifşulfat bakteriyalarıdır. Müxtəlif materialların biozədələnməsi proseslərində dəmir bakteriyalar, ammoniləşmiş, nitrirləşmiş, denifrləşmiş və s. bakteriyalarda iştirak edə bilər.

Açar sözlər: uzunömürlülük, təhlükəsizlik, bina, qurğu.

Под биологической коррозией принято понимать разрушение строительных материалов при воздействии живых организмов. При действии микроорганизмов говорят о микробиологической коррозии материалов.

В жилых и общественных зданиях в зонах с высокой влажностью (в подвалах, санузлах, в цокольной части, в местах отводов вод с кровли, в бассейнах и др.) микробиологическая коррозия становится важным фактором, влияющим на надежность и долговечность конструкций из бетона и железобетона. Значительную роль при биокоррозии играют такие микроскопические организмы как бактерии, грибы, актиномицеты, для развития и размножения которых при определенных условиях эксплуатации зданий и сооружений, создается благоприятная среда.

Бактерии являются одними из основных агентов микробиологической коррозии. Различные виды бактерий могут существовать в широком диапазоне значений pH от очень кислых до щелочных сред. Однако для большинства бактерий оптимальными для роста являются нейтральные или слабощелочные среды ($pH=7-7,5$).

Бактерии развиваются при наличии жидких сред, то есть на материалах и изделиях, достаточно увлажненных или погруженных в жидкость, что характерно, например, для саун, бассейнов, коллекторов, трубопроводов и т.д. Наиболее активными коррозионными агентами являются тионовые и нитрифицирующие бактерии, создающие кислые агрессивные среды, а также сульфатредуцирующие бактерии, образующие коррозионно-активные метаболиты (NH_3 , CO_2 , H_2S , органические и минеральные кислоты).

Кроме того, в процессе биоповреждения различных материалов могут участвовать и такие группы бактерий, как железобактерии, аммонифицирующие, нитрифицирующие, денитрифицирующие, водородоокисляющие, углеводородоокисляющие, целлюлозо-разрушающие и т.д. /1,2/.

Тионовые и нитрифицирующие бактерии, а также железобактерии являются возбудителями аэробной коррозии, которая наблюдается в тех случаях, когда имеется достаточное количество свободного или растворенного в воде кислорода. Аэробной коррозии подвержены водосточные бетонные и водопроводные стальные трубы, насосы и различное оборудование в шахтах, стальные конструкции подземных сооружений, каменные и бетонные сооружения и т. д.

В результате жизнедеятельности тионовых и нитрифицирующих бактерий создаются агрессивные коррозионные среды за счет накопления серной и азотной кислот - конечных продуктов их метаболизма. Тионовые бактерии ответственны за окисление различных восстановленных соединений серы. Исследованиями отечественных и зарубежных микробиологов доказано, что основная роль в окислении широкого круга соединений серы до сульфатов принадлежит представителям рода *Thiobacillus*.

Обследование состояния большого числа сооружений биоочистки показывает значительное разрушение железобетонных конструкций. Повреждения отмечены в виде

пониженной прочности и полной деструкции бетона в поверхностном слое, повышенного водопоглощения, снижения pH жидкой фазы.

В настоящее время в Москве выполняется большой объем работ по строительству и реконструкции жилых и общественных зданий. Отдельные конструкции зданий, такие как стены и перекрытия подвалов, сантехнические кабины, помещения с влажными средами, а также здания, длительное время находившиеся в стадии строительства без консервации или с поврежденной кровлей, подвергаются воздействию биологически активных агрессивных сред, что приводит их к преждевременному разрушению.

Помимо технического, существует экологический аспект проблемы. Обрастание конструкций микроскопическими грибами, размножение в пористом строительном материале бактерий ухудшает гигиенические условия в помещениях. Бактерии и споры грибов, вещества, выделяемые бактериями и грибами, могут вызывать серьезные заболевания людей, проживающих или работающих в зараженных помещениях, в частности, развиваются аллергические заболевания и заболевания дыхательных путей, особенно у детей. Некоторые из выделяемых микроорганизмами веществ относятся к числу опасных токсинов.

Обследованиями строительных конструкций в г. Москве обнаружено большое число зданий и сооружений, в которых стены и перекрытия поражены грибами. В число зданий с неблагоприятной экологической обстановкой входят жилые, общественные и производственные здания. Аналогичная ситуация наблюдается не только в Москве, но и в других городах России (Владивосток, Якутск и др.).

Биоповреждение канализационных труб самотечных коллекторов происходит при наличии в сточных водах сероводорода. На поверхности бетона в подводной части образуется биопленка, в составе которой существует множество микроорганизмов. Одни из них - тионовые бактерии, используя белки и сульфаты из состава сточных вод, в анаэробных условиях выделяют сероводород. Сероводород частично растворяется в воде, частично выделяется в воздушное пространство. Наличие сероводорода, кислорода, влаги и положительной температуры создаёт благоприятные условия для развития сульфатредуцирующих бактерий, продуктом жизнедеятельности которых является серная кислота, при этом pH может понижаться до 1. Кислота химически реагирует с цементным камнем бетона, полностью разрушая его. /3/.

Деятельность нитрифицирующих бактерий чаще всего приводит к разрушению пористых строительных материалов, состоящих из неорганических соединений кальция, кремния и алюминия. Эти бактерии окисляют аммиак, имеющийся в воздухе или воде, до нитратов или азотной кислоты, которые, взаимодействуя с карбонатом кальция, превращают последний в растворимую форму $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Образующийся азотнокислый кальций легко выщелачивается из цементного камня, снижая сцепление между частицами песка.

Участие железобактерий (*Leptothrix*, *Crenothrix*, *Gallionella*, *Siderocapsa*, *Ochrobium*, *Sideropliillum* и др.) в коррозионном процессе является причиной возникновения гальванических пар дифференциальной аэрации. Эти бактерии образуют на внутренней поверхности водопроводных труб слизистые скопления - участки металла, которые плохо аэрируются и действуют как анод, в то время как вентилируемые участки имеют более высокий потенциал и действуют как катод. В анодной зоне металлическое железо растворяется в соответствии с уравнением $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}$, т. е. начинается процесс коррозии /1/. Отечественная и зарубежная статистика показывает, что из микроорганизмов наибольшее повреждающее воздействие на промышленные и строительные материалы оказывает тионовые бактерии и микроскопические грибы /1,2/, высокая деструктирующая активность которых обусловлена способностью адаптироваться к материалам различной химической природы.

Большинство грибов, вызывающих повреждение и коррозию, обладают огромной энергией размножения. Многие из них размножаются спорами (конидиями),

образующимися в количестве, исчисляемом сотнями тысяч и миллионами на малую поверхность субстрата. Споры способны распространяться потоком воздуха, оседать на частицах органической и минеральной пыли, а затем на различных поверхностях. При малых размерах (до 10 мкм) споры весьма устойчивы и длительное время могут сохранять жизнеспособность в неблагоприятных условиях.

На рост грибов и их физиологическую активность влияют многие факторы внешней среды: температура, кислотность, степень аэрирования, свет, влажность, давление и др. Основным же фактором, способствующим развитию грибов на материале или конструкции, служит вода. Ее содержание в материале является одним из решающих факторов предельного накопления биомассы и скорости роста на строительном материале. Грибы начинают развиваться при влажности выше 75%. Оптимальная влажность для грибов - 90 % и выше. Большое значение для роста грибов на конструкциях и изделиях имеет наличие влаги на поверхности субстрата. Если материал имеет незначительную влажность, то сначала появляются менее требовательные к влажности грибы, а уже затем - более влаголюбивые виды или грибы, для которых первые микромицеты являются питательной средой. Влага может вноситься за счет самих микробных клеток, которые содержат ее 80 % и более. Рост отдельных видов грибов могут стимулировать воздушные среды, содержащие аммиак, углекислый и сернистый газ, органические соединения.

Повреждение грибами начинается, как правило, с небольших участков. Особенно благоприятны для роста микромицетов условия повышенной влажности и затрудненного воздухообмена, нередко создающиеся при эксплуатации различного оборудования в закрытых помещениях. В этом случае рост грибов не прекращается до полного истощения источника питания, после чего погибшая колония служит источником питания для других микроорганизмов.

Актиномицеты, или лучистые грибы, - это одноклеточные организмы, обладающие способностью ветвиться. По своему химическому составу и строению клетки они напоминают бактерии, а по способности образовывать мицелий - грибы. Одни из них (собственно актиномицеты) растут в виде тонких ветвящихся нитей - гиф диаметром 0,5 - 1,0 мкм, образующих мицелий, другие похожи на обычные палочковидные бактерии, но искривлены или имеют небольшие боковые выросты /2/. Актиномицеты являются как бы переходными микроорганизмами между грибами и бактериями. Они также участвуют в процессе биоповреждений материалов и изделий.

Усиленное внимание к проблеме биоразрушения зданий и сооружений, приборов и аппаратов обусловлено громадным ущербом, наносимыми биологически активными средами. Этот ущерб продолжает возрастать по мере накопления человеком запасов материалов и изделий. В настоящее время практически все технологические материалы и изделия способны подвергаться биологической коррозии. В строительстве и в промышленности строительных материалах проблема защиты материалов и изделий от биодеградантов особенно актуальна.

Микроскопические грибы играют значительную роль в разрушениях на предприятиях пищевой, химической, медицинской, микробиологической промышленности, а также в сельскохозяйственных, транспортных, гидротехнических зданиях и сооружениях, где для их развития и размножения создаются благоприятные условия. Поражению микроорганизмами подвержены также жилые и общественные здания, так как мельчайшие частицы органического вещества почвы, растений, живых существ, служащие грибам питательным субстратом и практически всегда присутствующие в воздухе, оседают на поверхность конструкций.

Поражения наблюдаются как в старых, так и в новых постройках. Эксперименты по изучению поведения материалов в условиях воздействия микроорганизмов и натурные обследования зданий и сооружений свидетельствует о снижении прочности бетона, разрушении бетонных и кирпичных конструкций, отслаивании штукатурных покрытий,

обесцвечивании или образовании пигментных пятен на лакокрасочных покрытиях, растворении стекла, разбухании шпатлевок.

Процессы биоразрушений прогрессируют с каждым годом. Выборочное обследование зданий и сооружений различного назначения в Москве, Санкт-Петербурге, Владивостоке, Якутске и других городах показало, что большое их количество поражено микроорганизмами.

Процесс воздействия плесневых грибов на силикатные материалы может быть химическим и механическим /4/. Химическое разрушение связано с воздействием на бетон продуктов жизнедеятельности грибов /5,6/. Такие органические кислоты, как уксусная, лимонная, молочная, муравьиная, могут накапливаться плесневыми грибами в большом количестве. Эти кислоты могут образовывать с силикатами цементного камня растворимые комплексные соединения.

Механическое разрушение связано с ростом биомассы грибов и внедрением их в поры раствора или бетона /7/. Кроме плесневых грибов механическую коррозию бетонных конструкций вызывают дереворазрушающие грибы, такие как *Serpula lacrimans*, *Poria vaporaria*. Мицелий грибов развивается на поверхности материала, однако, разрастаясь, может глубоко проникать в поры бетона в поисках новых источников питания. Дереворазрушающие грибы в зоне непосредственного контакта с бетоном создают условия для образования растворимых в воде солей, таких как ацетат и формиат кальция и др., что в конечном итоге снижает механическую прочность бетона /4/.

В последние годы появилось достаточно много сведений, свидетельствующих о разрушительном действии на бетонные и железобетонные конструкции микроорганизмов в условиях техногенных сред. При этом поражением микроорганизмами охвачены здания и сооружения практически всех отраслей промышленности и сельского хозяйства.

Биоразрушение конструкций зданий жилого и общественного назначения вызывает снижение уровня здоровья людей, происходит потеря их трудоспособности за счет ухудшения городской среды обитания. Микробы, содержащиеся в строительных конструкциях, в отделочных и защитных материалах, могут оседать на коже или попадать через легкие в кровь, а также с пищей в организм человека. Финскими специалистами подсчитано, что на лечение одного больного с аллергическим заболеванием затрачивается около 3400 долларов в год. Риск возникновения и развития биоповреждений должен быть исключен на самой ранней стадии, то есть при проектировании строительных изделий и конструкций. Долговечную эксплуатацию зданий и сооружений в условиях воздействия биологически активных сред можно обеспечить только при знании процессов биodeградации.

Изучение работ отечественных и зарубежных авторов в области биотехнологии позволило обобщить основные методы борьбы с биоповреждениями строительных материалов и изделий. Они могут быть временно применяемыми и длительными. Чтобы правильно и эффективно применять те или иные методы защиты материалов и конструкций необходимо знать видовой состав специфических возбудителей биоповреждений в различных условиях эксплуатации. Существуют различные методы обнаружения и выделения микроорганизмов, которые обобщены в работах /8,9/.

Микробиологи считают, что к настоящему времени изучено не более 1/10 части существующих в природе бактерий. Процессы взаимодействия микроорганизмов со строительными материалами чрезвычайно сложны и многообразны. Число видов микроорганизмов, способных оказывать негативное воздействие на строительные материалы, исчисляется сотнями. Не полностью изученные механизмы взаимодействия со строительными материалами, высокая приспособляемость микроорганизмов к изменяющейся окружающей среде делают проблему защиты строительных материалов и конструкций весьма сложной и актуальной.

Совместно с микробиологами выполнены исследования по определению видового состава специфических возбудителей биоповреждений в различных условиях эксплуатации. При обследовании ряда старых жилых домов было установлено заражение микроорганизмами стен в подвальной части зданий. Микологический анализ показал наличие грибов, относящихся к родам: *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Trichoderma*.

При обследовании музейного здания обнаружили повреждение конструкций грибами. Поражение грибами отмечено на стенах строения от подвала до технического этажа. Качественный анализ грибковой флоры показали наличие в отобранных пробах поврежденного материала грибы, принадлежащие родам: *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Cladosporium*, *Scopulariopsis*.

Одним из наиболее эффективных и длительно действующих способов защиты строительных материалов и конструкций от поражений микроорганизмами является применение биоцидных соединений /10/. Последние вводятся в состав материала в процессе его изготовления или методом пропитки. Кроме того, на поверхность материалов и изделий, подверженных микробному поражению, наносят биоцидные лакокрасочные и клеящие покрытия.

На основании полученных результатов разработаны методы борьбы с биоповреждениями. Проверен целый ряд биоцидных препаратов для подавления роста грибов на поверхности строительных конструкций. Наилучшие результаты получены с применением биоцидной добавки БЦ-5. Выполненные исследования по оценке эффективности биоцидной добавки при введении в состав раствора или бетона показали, что при содержании её в количестве 2% от массы цемента, развитие микроорганизмов в растворе или бетоне полностью прекращается. Полученные результаты позволили рекомендовать добавку для опытного применения в жилых помещениях, помещениях медицинских учреждений, в зданиях пищевой промышленности. После 4-5 лет эксплуатации конструкций повторное повреждение их микроорганизмами отсутствует.

На основании выполненных лабораторных исследований, опытной проверки на натурных объектах разработаны рекомендации по изготовлению и применению сухих биоцидных смесей. Приготовление смесей выполняется обычными методами по обычной технологии в зависимости от назначения смеси (штукатурная, кладочная и т.п.). Особенностью является введение в смесь при ее затворении раствора биоцидной добавки. Готовая смесь отличается повышенной связностью и тиксотропностью. Добавка практически не влияет на сроки схватывания готовой смеси и на прочность затвердевшего бетона и строительного раствора, не снижает их морозостойкости. Сухие биоцидные смеси могут быть использованы как для нового строительства, так и для реконструкции жилых и общественных зданий.

Для предупреждения увлажнения строительных конструкций и исключения условий развития микроорганизмов выполнены исследования новых гидроизоляционных и защитных материалов Силор, УТК-М, Консолид, ВУК и других. Материалы включены в московские городские строительные нормы МГСН 2.08-01 «Защита от коррозии бетонных и железобетонных конструкций жилых и общественных зданий и МГСН 2.09-03 «Защита от коррозии бетонных и железобетонных транспортных сооружений», в ГОСТ 31384-2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования». До настоящего времени не решён вопрос о защите от затопления подвальных помещений, связанной с этим биодegradацией строительных конструкций, ухудшением экологии жилища, что весьма распространено в районах массовой застройки.

Дальнейший прогресс в области повышения биологической защиты жилых и общественных зданий видится в создании на предприятиях, изготавливающих бетонные и железобетонные конструкции, условий для налаживания тесных контактов между инженерно-техническими работниками, биологами, химиками, медиками и другими специалистами, занятыми исследованиями в области биокоррозии материалов,

проектированием приборов, аппаратов, изделий, зданий и сооружений; в повышении научной квалификации инженерно-технических работников промышленных, строительных, сельскохозяйственных и других отраслей, специалистов в области биодegradации и биосопротивления материалов; организации обследования зданий городов, проведении экспертиз и анализа результатов. Учитывая значительный ущерб, наносимый биологическими разрушениями зданиям и сооружениям, несущими угрозу здоровью и жизни людей, необходимо приступить к разработке программы противодействия биоразрушению городов; готовить квалифицированных специалистов, способных управлять биохимическими процессами в строительстве и обеспечивать должную защиту и безопасность зданий и сооружений.

Литература

1. Альбрехт. Дефекты и повреждения строительных конструкций. - М.: Стройиздат, 1979
2. Белозор М.Ю. Повышение эксплуатационных характеристик внутренних несущих конструкций жилых зданий при использовании бетона на шлаковом щебне. / Автореферат, 1999
3. Злочевская И.В. Биоповреждения каменных материалов микроорганизмами и низшими растениями в атмосферных условиях / Биоповреждения в строительстве, М., 1984
4. Горленко В.М. Микробное повреждение промышленных материалов / Микроорганизмы и низшие растения - разрушители материалов и изделий. м., Наука, 1979
5. Иерусалимский Н.Д. Основы физиологии микробов / м. АН СССР, 1963
6. Шалимо М.А. Защиты бетонных и железобетонных конструкций от коррозии / Учебное пособие для строительных вузов., Минск, 1986
7. Защита бетона и железобетона от коррозии./ Под. ред. Алексеева С.Н., Степановой В.Ф. 1990
8. Иванов Ф.М. Биокоррозия неорганических строительных материалов. Биоповреждения в строительстве. – М.:Стройиздат, 1984
9. Розенталь Н.К., Чехний Г.В., Мельникова А.И. Коррозия цементных материалов, вызванная воздействием грибов / Бетон и железобетон. 2000 № 6
10. Розенталь Н.К., Чехний Г.В. Стойкость бетонов в газовой среде коллекторов сточных вод / Бетон и железобетон. 2002, № 5.

Авторы:

*Николай Константинович РОЗЕНТАЛЬ, доктор техн. наук, зав. сектором лаб. № 13
Тел. 8(499)174-76-92, tamaximova@mail.ru*

*Валентина Федоровна СТЕПАНОВА, доктор техн. наук, профессор, зав. лаб. № 13
Тел. 8(499)174-75-77, tamaximova@mail.ru*

*Галина Васильевна ЧЕХНИЙ, канд. техн. наук, вед. научный сотрудник лаб. № 13
Тел. 8(499)174-76-97, tamaximova@mail.ru*

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 şriftlə, 1 intervalla yığılmalıdır; vərəqin kənarları: yuxarı və aşağı tərəflər-2 sm, sol tərəf-1,0 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 şəkilaltı yazı və sıralama ilə müşayiət olunmalıdır .

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

Fiziki qiymətlərin ölçüləri və parametrləri CИ sistemi ilə verilməlidir.

Məqalələr aşağıdakı ardıcılıqla yığılmalıdır: vərəqin solunda yuxarıda UOT; 1 intervaldan sonra məqalənin adı 12 keql adi şriftlə, qara; 1 interval, müəllifin (-lərin) adı, atasının adı, soyadı 12 keql şriftlə kursiv, qara; 1 interval, təşkilatın tam adı, şəhər 12 keql şriftlə, 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, характеристики объекта исследования, результаты и выводы (заключение).

Электронная почта ответственного секретаря: **e-mail: azimeti_elmikatib@mail.ru;**

elmikatib@azimeti.az

tel. (012) 596 37 60