

УДК 666.97.031.1

А. А. ПЛУГІН^а, О. А. КАЛІНІН^а, Н. Д. СІЗОВА^б, І. А. МІХЄЄВ^б^а Українська державна академія залізничного транспорту, ^б Харківський національний університет будівництва та архітектури

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ СКЛАДОМ І ВЛАСТИВОСТЯМИ БЕТОНУ ДЛЯ КОНСТРУКЦІЙ І СПОРУД ЗАЛІЗНИЦЬ

Розглядається можливість і доцільність використання інформаційних технологій при розв'язанні задач проектування та управління складом бетону для конструкцій і споруд залізниць. Наведено функціональні можливості інформаційної системи та приклад розрахунку складу бетону за її допомогою.

склад бетону, інформаційна система, експертні системи

ФОРМУЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМИ

Характерна для останніх років тенденція до модернізації транспортної системи України, зокрема мережі залізниць, обумовлює збільшення обсягів застосування сучасних високоякісних будівельних матеріалів, найбільш масовими з яких є бетони. Перед бетонами конструкцій та споруд залізниць висуваються нові більш високі вимоги, пов'язані із збільшенням швидкості руху поїздів, електрифікацією ділянок, впровадженням нових конструкцій верхньої будови колії, нових технологій зведення конструкцій і споруд, необхідністю економії енергоресурсів при виготовленні конструкцій. Бетони повинні забезпечувати надійність, довговічність і безпеку експлуатації конструкцій і споруд, а отже, мати потрібні («задані») властивості – міцність, морозостійкість, водопроникність, тріщиностійкість тощо.

Приготування бетону, властивості якого відповідатимуть висунутим вимогам, – складний багатадійний процес, кожен з етапів якого формує кінцеву якість. Першим етапом є проектування складу бетону – важлива технологічна задача, що обумовлює успішність всіх наступних етапів. Для розв'язання цієї задачі сьогодні успішно застосовують інформаційні системи. Проте таких систем, що враховували б специфічні вимоги до бетонів конструкцій і споруд залізниць, авторами не виявлено і створення такої системи є актуальною науковою проблемою.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Проблемі проектування складу бетону приділяється багато уваги у наукових, виробничих і навчальних виданнях [1–9], на конференціях і семінарах. З одного боку, це підтверджує актуальність розглянутої проблеми, а з іншого – наявність низки невирішених питань щодо методології проектування складу бетону. Також підкреслюється важливість використання хімічних і мінеральних добавок, що дозволяють значно підвищити ефективність складів, досягти суттєвих змін певних властивостей тощо.

Властивості бетонної суміші і бетону, особливо зручнокладальність, морозостійкість, тріщиностійкість, безпачерпна водопроникність, залежать від структурних характеристик кожного рівня структури – коефіцієнтів розсунення крупного заповнювача розчином, дрібного заповнювача цементним тістом (каменем), водоцементного відношення, співвідношення між кристалічними (позитивно зарядженими) і гелевими (негативно зарядженими) продуктами гідратації. Розроблений в УкрДАЗТ спосіб визначення оптимального складу водонепроникного тріщиностійкого бетону [10] ґрунтується на забезпеченні оптимальних величин коефіцієнтів розсунення крупного та дрібного заповнювачів і водоцементного відношення.

Велика кількість вхідних параметрів при проектуванні складу бетону (характеристики складових матеріалів, характеристики бетонної суміші і бетону у проектному віці), складність методології розрахунків та важливість оперативного отримання результату обумовлюють необхідність застосування сучасних інформаційних технологій для розв'язання задачі проектування складу бетону. Доцільність та актуальність запропонованого підходу підтверджується існуванням програмного забезпечення із вирішення подібних питань, як вітчизняного [11], так і зарубіжного [12], його активний розвиток та удосконалення, а також позитивний досвід авторів у розробці подібних проектів.

МЕТА РОБОТИ

Розробка і апробація інформаційної системи для розв'язання задач проектування і управління складом бетону для конструкцій і споруд залізниць на основі алгоритму авторської методики.

ОСНОВНИЙ МАТЕРІАЛ

Переважаюча більшість вимог до бетону та методів проектування його складу обумовлена умовами експлуатації конструкції. При проектуванні бетонних і залізобетонних конструкцій залізниць необхідно дотримуватися вимог, що пов'язані із специфікою їх роботи: в умовах підвищеної вологості, дії струмів витоку та вібрації, агресивних середовищ, зі змінними температурними характеристиками тощо. У такому випадку основними вимогами до бетону є його міцність на стиск, морозостійкість, водонепроникність, тріщиностійкість, питомий електричний опір, електрокорозійна стійкість.

Управління властивостями бетону може бути реалізовано за рахунок сполучення оптимального складу бетону з уведенням оптимальної кількості добавок суперпластифікаторів, прискорювачів тверднення, які раніше для бетонів конструкцій та споруд залізниць не застосовувались. Оптимальна кількість цих добавок дозволяє забезпечувати у визначені терміни тверднення оптимальне співвідношення між кристалогідратними і гелевими продуктами гідратації, мінімальну капілярну пористість, тобто покращити показники міцності, водонепроникності, деформативності, тріщиностійкості, електричного опору, електрокорозійної стійкості.

Методика визначення складу бетону доповнена можливістю врахування дії добавок суперпластифікатора і прискорювача тверднення та покладена в основу алгоритму комп'ютерної програми. При розробці інформаційної системи управління складом і властивостями бетону до програмного забезпечення були висунуті наступні вимоги:

- можливість роботи під операційною системою Windows (XP або більш пізніших версій);
- самодостатність, тобто не вимагати встановлення на комп'ютері користувача додаткового програмного забезпечення;
- наявність розвинутого графічного інтерфейсу користувача (клієнтська частина);
- можливість формування звітної документації у форматі текстових редакторів з можливістю подальшого редагування;
- можливість оперативного зворотного зв'язку з розробником системи (режим електронної пошти);
- забезпечення прийнятної компактності програмного забезпечення;
- забезпечення мультимовності інтерфейсу користувача.

Наявні сервіси та функціональні можливості розробленої комп'ютерної програми «ПСБ-УкрГАЗТ» повністю відповідають поставленим вимогам (рис. 1).

Комп'ютерна програма є реалізацією інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень (експертної системи), що дозволяє в інтерактивній і зручній формі розв'язувати задачі проектування складу бетону із заданими властивостями, враховуючи характеристики компонентів бетонної суміші. У алгоритмі програми для бетонної суміші враховані такі властивості як зручноукладність (користувачем задається осадка конусу або жорсткість), для бетону – міцність у проектному віці, морозостійкість та водонепроникність, а також враховуються типи конструкції, в якій буде використано бетон, та умови її експлуатації.

Результати розрахунків подаються у вигляді звіту, який може бути збережений у декількох форматах (*.pdf, *.doc, *.xls) або роздрукований на принтері (рис. 2).

ВИСНОВКИ

Для розв'язання задачі проектування складу бетону із заданими властивостями для конструкцій і споруд залізниць запропоновано використання інформаційних технологій у вигляді комп'ютерної програми, в алгоритм роботи якої покладено розроблений спосіб визначення складу бетону. Програм-

Методика УкрДАЗТ Методика <<НИИЖБ>> Мова

Вихідні дані Результати розрахунків

Розрахунок виконаний з:

Методика УкрДАЗТ

Витрата води, л/м³

В/Ц

Осадка конусу, см

Жорсткість, с 10

Міцність

Крупний заповнювач

Насипна густина, кг/м³ 1400

Істинна густина, кг/м³ 2650

Вологість, % 1

Розмір зерен, мм 15

Водопоглинання щебеню, % 0,75

Якість нормальна

Тип заповнювача гравій

Бетон

Чи проводиться статистичний контроль міцності

Коефіцієнт варіації, % 13,5

Клас в міцності В20

Марка в міцності М50

Проектна міцність, МПа

Вік бетону, 28

Марка з морозостійкості --

Марка з водонепроникності --

N піску 1

N цементу 1

Умови експлуатації конструкції

Бетонна

При атмосферному впливі

Об'єм бетонозмшувача, м³ 0,33

Цемент

Насипна густина, кг/м³ 1100

Істинна густина, кг/м³ 3100

Середній розмір часток, мм 0,05

ПЦ I (портландцемент)

Марка цементу, кгс/см² 400

Активність, МПа 40

НГЦТ, % 27

Дрібний заповнювач

Насипна густина, кг/м³ 1480

Істинна густина, кг/м³ 2650

Вологість, % 6,5

Середній розмір зерен, мм 0,3

Модуль крупності 2

Водопоглинання піску, % 7,5

Якість нормальна

Добавка пластифікатор

Використовувати пластифікатор

Витрати добавки, % від цементу 0,5

Водоредуруючий ефект, % 15

Густина, кг/м³ 1060

Використовувати розчин, % 10

Добавка прискорювач тверднення

Використовувати прискорювач

Витрати добавки, % від цементу 0,5

Коефіцієнт прискорення 0,1

Густина, кг/м³ 1060

Використовувати розчин, % 10

Розрахувати

Рисунок 1 – Інтерфейс програмного забезпечення інформаційної системи «ПСБ УкрДАЗТ».

Методика УкрДАЗТ Методика <<НИИЖБ>> Мова

Вихідні дані Результати розрахунків

1 of 1 Page Width Find | Next

Склад	Крупний заповнювач	Дрібний заповнювач	Цемент	Вода	Добавка пластифікатор сух.реч./розч.	Добавка прискорювач сух.реч./розч.
Номинальний:						
- на 1 м³, кг	1320	481	503	113	2,52/25	2,52/25
- відносний	2,62	0,96	1	0,22	0,005/0,0497	0,005/0,0497
Виробничий:						
- на 1 м³, кг	1333	512	503	114	2,52/25	2,52/25
- відносний	2,65	1,02	1	0,23	0,005/0,0497	0,005/0,0497
Дозування на 1 заміс						
- на 0,33 м³, кг	440	169	166	38	0,83/8,3	0,83/8,3
- на 0,33 м³, л	314	114	151	38	0,78/8,3	0,78/8,3
- відносний за об'ємом	2,1	0,8	1	0,25	0,005/0,055	0,005/0,055

Розрахунок виконав : _____

Дата : 06-27-2013р.

Рисунок 2 – Підсумковий звіт інформаційної системи визначення складу бетону.

не забезпечення має розвинутий графічний інтерфейс та всі необхідні сервіси для швидкого та зручного використання кінцевими користувачами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Скрамтаев, Б. Г. Способы определения состава бетона различных видов [Текст] / Б. Г. Скрамтаев, П. Ф. Шубенкин, Ю. М. Баженов. – М. : Стройиздат, 1966. – 159 с.
2. Баженов, Ю. М. Способы определения состава бетона различных видов [Текст] / Ю. М. Баженов. – М. : Стройиздат, 1975. – 272 с.
3. Современные методы оптимизации композиционных материалов [Текст] / [В. А. Вознесенский, В. Н. Выровой, В. Я. Керш и др.]; под ред. В. А. Вознесенского. – К. : Будівельник, 1983. – 144 с.
4. Сизов, В. П. Рациональный подбор составов тяжелого бетона [Текст] / В. П. Сизов. – М. : Стройиздат, 1995. – 174 с.
5. Дворкин, Л. И. Проектирование составов бетона с заданными свойствами [Текст] / Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ровно : РГТУ, 1999. – 202 с.
6. Файнер, М. Ш. Новые закономерности в бетоне и их практическое приложение [Текст] / М. Ш. Файнер. – К. : Наукова думка, 2001. – 448 с.
7. Коваль, С. В. Бетоны, модифицированные добавками: моделирование и оптимизация [Текст] / С. В. Коваль // Строительные материалы. – 2004. – № 6. – С. 23–25.
8. Баженов, Ю. М. Основные подходы к компьютерному материаловедению строительных композиционных материалов [Текст] / Ю. М. Баженов, В. А. Воробьев, А. В. Илюхин // Строительные материалы. – Наука. – 2006. – № 7. – С. 2–4.
9. Сизова, Н. Д. Алгоритм решения задачи проектирования состава бетона методами математического планирования эксперимента [Текст] / Н. Д. Сизова, И. А. Михеев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Х. : ЕЕJET, 2010. – № 2/6 (44). – С. 8–10.
10. Пат. 62613 UA, МПК 7C04B28/12. Спосіб визначення складу високоміцного, тріщиностійкого і водонепроникного бетону [Текст] / А. М. Плугін, О. А. Калінін, С. В. Мірошніченко, А. А. Плугін та ін. – № 2003043396 ; заявл. 15.04.2003 ; опубл. 15.06.2005, Бюл. № 6. – 15 с.
11. Латорец, Е. В. Анализ применения современных информационных технологий для решения задач производства товарного бетона [Текст] / Е. В. Латорец, И. А. Михеев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков : ЕЕJET, 2011. – № 3/9 (45). – С. 4–6.
12. Sliwinski, J. Beton zwykly – projektowanie i podstawowe wlasciwosci [Текст] / J. Sliwinski. – Krakow : Polski Cement Sp. z o.o., 1999. – 164 s.

Отримано 23.12.2013

А. А. ПЛУГИН ^a, О. А. КАЛИНИН ^a, Н. Д. СИЗОВА ^b, И. А. МИХЕЕВ ^b
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОСТАВОМ И
СВОЙСТВАМИ БЕТОНА ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И
СООРУЖЕНИЙ

^a Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, ^b Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

Рассматривается возможность и целесообразность использования информационных технологий при решении задач проектирования и управления составом бетона для железнодорожных конструкций и сооружений. Приведены функциональные возможности информационной системы и пример расчета состава бетона с ее помощью.

информационная система, задача определения состава бетона, экспертные системы

ANDREI PLUGIN ^a, OLEG KALININ ^a, NATALIYA SIZOVA ^b, IVAN MIKHEEV ^b
INFORMATIONAL CONTROL SYSTEM OF THE CONCRETE COMPOSITION
AND PROPERTIES FOR CONSTRUCTIONS OF RAILWAYS

^a Ukrainian State Academy of Railways, ^b Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture

Feasibility and complementarily information technology is examined for the decision of tasks of the design and control concrete for construction of railways. The functionality of the information system and an example of the concrete calculating are presented.

information system, task of the design concrete, expert systems

Плугін Андрій Аркадійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Української державної академії залізничного транспорту. Наукові інтереси: розвиток теоретичних та експериментальних основ складу, структури, властивостей, руйнування, корозії, довговічності, технології бетону та залізобетону, відновлення експлуатаційних властивостей і захисту будівельних конструкцій будівель та споруд.

Калінін Олег Анатолійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Української державної академії залізничного транспорту. Наукові інтереси: дослідження і удосконалення складу і структури бетону для підвищення його водонепроникності та тріщиностійкості; забезпечення надійності та довговічності бетонних і залізобетонних конструкцій будівель та споруд.

Сізова Наталія Дмитрівна – доктор фізико-математичних наук, професор кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій Харківського національного університету будівництва та архітектури. Наукові інтереси: інформаційні технології у будівництві, математичне моделювання і обчислювальні методи.

Міхеєв Іван Андрійович – кандидат технічних наук, асистент кафедри економічної кібернетики та інформаційних технологій Харківського національного університету будівництва та архітектури. Наукові інтереси: інформаційні технології у будівництві, математичне і комп'ютерне моделювання, технології штучного інтелекту.

Плугин Андрей Аркадьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой строительных материалов, конструкций и сооружений Украинской государственной академии железнодорожного транспорта. Научные интересы: развитие теоретических и экспериментальных основ состава, структуры, свойств, разрушения, коррозии, долговечности, технологии бетона и железобетона, восстановление эксплуатационных свойств и защиты строительных конструкций зданий и сооружений.

Калинин Олег Анатольевич – кандидат технических наук, доцент кафедры строительных материалов, конструкций и сооружений Украинской государственной академии железнодорожного транспорта. Научные интересы: исследование и усовершенствование состава и структуры бетона для повышения его водонепроницаемости и трещиностойкости, обеспечение надежности и долговечности бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений.

Сизова Наталья Дмитриевна – доктор физико-математических наук, профессор кафедры экономической кибернетики и информационных технологий Харьковского национального университета строительства и архитектуры. Профессор. Научные интересы: информационные технологии в строительстве, математическое моделирование и вычислительные методы.

Михеев Иван Андреевич – кандидат технических наук, ассистент кафедры экономической кибернетики и информационных технологий Харьковского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: информационные технологии в строительстве, математическое и компьютерное моделирование, технологии искусственного интеллекта.

Plugin Andrei – DSc (Eng.), the Head of Building Materials, Structures and Facilities Department, Ukrainian State Academy of Railways. Scientific interests: the development of theoretical and experimental foundations of the composition, structure, properties, fracture, corrosion, durability, technology concrete and reinforced concrete, restoration and protection of the operating properties of constructions and buildings.

Kalinin Oleg – PhD (Eng.), Assistant Professor of Building Materials, Structures and Facilities Department, Ukrainian State Academy of Railways. Scientific interests: research and improvement of the composition and structure of concrete to improve its water resistance and crack resistance, ensuring the reliability and durability of concrete and reinforced concrete buildings.

Sizova Nataliya – DSc (Physical and Mathematical Sciences), Professor, Economic Cybernetics and Information Technologies Department, Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: information technology in construction, mathematical modeling and computational methods.

Mikheev Ivan – PhD (Eng.), assistant, Economic Cybernetics and Information Technologies Department, Kharkov National University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: information technology in construction, mathematical and computer modeling, artificial intelligence technology.