

правило, пов'язані з громіздкими і складними обчисленнями і найголовніше – з чималою погрішністю, що не дозволяє визначити ефективність і оцінювати раціональність використання даних конструкцій. Таким чином, подальший розвиток і вдосконалення методики розрахунку згинальних у двох напрямках плит з зовнішнім армуванням є актуальним.

Процес тривалої роботи плит з нелінійно деформованих матеріалів залежить від характеру зовнішнього впливу, масштабного фактора, віку бетону, вологості середовища, температури, граничних умов, складу бетону і істотно залежить від ступеня нелінійності деформування матеріалів. Можливі шляхи вдосконалення сталобетонних плит полягають в пошуку адекватних способів моделювання нелінійних і особливо реологічних властивостей матеріалів. Так, існуючі уявлення про механізм повзучості бетону при стисненні не дозволяють пояснити занадто тривалий перебіг (протягом десятиліть замість очікуваних 2÷3 років), а також наднормативні величини прогинів залізобетонних та сталезалізобетонних конструкцій.

Для обліку повзучості розглядається підхід, заснований на використанні узагальненої кінетичної кривої тривалого деформування, і відповідно феноменологічних рівнянь розвитку деформацій в цементному камені. При цьому виділяється чотири стадії деформування – стиснення в умовно-пружній постановці, що протікає протягом часток секунди, стадії швидконатікаючої повзучості, що протікає протягом декількох хвилин або десятків хвилин, стадії звичайної повзучості (її нелінійної та лінійної частини), а також стадії довготривалої повзучості. Зокрема, при розкритті механізму довготривалої повзучості бетону був виконаний аналіз результатів експериментальних досліджень, які полягали у вимірах деформацій при тривалому навантаженні стандартних зразків-призм.

Таким чином, прийнятий теоретичний підхід обліку повзучості в поєднанні з відомими способами реалізації нелінійних властивостей бетону і чисельного моделювання методом кінцевих елементів дозволили досліджувати напружено-деформований стан сталобетонних плит з різними вихідними параметрами і оцінити їх експлуатаційну надійність.

УДК 629.463.32.001.57

М.В. Павлюченко

ОБГРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ КОНСТРУКТИВНИХ СХЕМ ОПОРНИХ ПРИСТРОЇВ ВАГОНІВ-ЦИСТЕРН

M.V. Pavliuchenkov

VALIDATION OF RATIONAL DESIGN SCHEMES OF TANK WAGONS' SUPPORT DEVICES

Проектування і розрахунок вагонів та їх складових частин є складним інженерним завданням, що забезпечує безпеку руху поїздів. Дослідження, які проводилися провідними організаціями в галузі рухомого складу, свідчать, що напруження, обумовлені дією опорного тиску, складають 70-90 % від максимальних

напружень, які виникають в котлі цистерни. На деформований стан котла в районі розташування опорних пристроїв значно впливає закон розподілення зовнішнього навантаження – контактного тиску. Контактний тиск від опорного пристрою на оболонку безпосередньо залежить від зміни жорсткості опори в радіальному напрямку.

Жорсткість (контактний тиск) опорного пристрою повинна зменшуватись від середини до кінців в радіальному напрямку.

На основі вищесказаного запропоновано кілька варіантів виконання опорних пристроїв. Як свідчать результати розрахунків, запропоновані варіанти є досить ефективними, оскільки знижуються максимальні напруження в оболонці котла цистерни. Для найефективнішого варіанта проведено порівняння з існуючою конструкцією. Показано закони зміни жорсткостей в радіальному напрямку та закони зміни контактної тиску.

Виконано математичний опис задачі оптимізаційного проектування за критерієм мінімальної матеріалоемності опорного пристрою вагона-цистерни та використано його для конструкції, що пропонується. Результати розрахунків показали, що маса конструкції опорного пристрою при оптимальних значеннях на 13% менше у порівнянні з існуючою конструкцією.

Конструкція, з запропонованим удосконаленням, перевірена на весь спектр

навантажень згідно з нормативними документами. У програмному продукті Mathcad створена математична модель для проведення розрахунків на динамічні навантаження. За результатами розрахунків отримано графіки залежності прискорень кузова від часу – акселерограми. При розрахунках, для врахування інерційних донавантажень від вертикальних коливань мас вагона – кузова вагона-цистерни – в ПК «Ліра» задаються характеристики для розрахунку на динамічні дії. Вибирається найменування дії – «акселерограма» – та вводяться дані графіка залежності прискорення кузова в центрі мас від часу. Після закінчення розрахунків програма вибирає форми коливань, при яких виникають найбільші напруження. Наступним кроком є опція складання напружень від дії статичних та динамічних навантажень, в результаті отримуємо сумарні напруження. Аналіз результатів показав, що максимальні напруження не перевищують допустимі.

УДК 624.012:004

С.В. Дериземля

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ РОЗРАХУНКУ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТАЛЕБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

S.V. Deryzemlia

VALIDATION OF RATIONAL MODELS OF STEEL-CONCRETE CONSTRUCTIONS' STRESS-STRAIN STATE CALCULATION

У сучасній світовій практиці останнім часом широко розповсюджується використання сталезалізобетонних конструкцій. Це пов'язано з тим, що такі конструкції вигідні при будівництві різноманітних споруд, так як вони мають меншу власну вагу у порівнянні із залізобетонними, більш економічні у використанні матеріалів і зручні при їх спорудженні.

Актуальною є розробка і експериментально теоретичне обґрунтування комп'ютерних моделей розрахунку

подібних конструкцій з використанням сучасних програмних комплексів, які реалізують метод скінченних елементів (МСЕ). Програмні комплекси ANSYS, ЛІРА САПР, Femap NX Nastran включають в себе бібліотеку скінченних елементів (СЕ), яка дає можливість створювати тривимірні моделі та оцінювати напружено-деформований стан (НДС) конструкції під час впливу зовнішніх навантажень і температурного нагріву. Задача виконується в нелінійній