



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 75959

(13) C2

(51) МПК (2006)

E04C 3/20

E04C 3/29

E04B 7/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) НЕПРЯМО ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНА ЗАЛІЗОБЕТОННА ДАХОВО-СТЕЛЬОВА КОНСТРУКЦІЯ З ПЛОСКОЮ НИЖНЬОЮ ПОВЕРХНЕЮ, СПОСІБ ПОПЕРЕДНЬОГО НАПРУЖЕННЯ ДАХОВО-СТЕЛЬОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ТА СПОСІБ НАДАННЯ СТІЙКОСТІ ДАХОВО-СТЕЛЬОВІЙ КОНСТРУКЦІЇ

1

2

(21) 20040402720

(22) 19.11.2002

(24) 15.06.2006

(86) PCT/HR02/00057, 19.11.2002

(31) P020020044A

(32) 16.01.2002

(33) HR

(46) 15.06.2006, Бюл. № 6, 2006 р.

(72) Скендзік Мілован, HR, Смирчек Бранко, HR

(73) МАРА-ІНСТИТУТ Д.О.О., HR

(56) UA 61869, E04C3/294, 3/10, 3/11, E04B7/08, 7/00, 2003

US 3260024, 1966

FR 2600358, E04C3/293, 3/44, 5/08, E01D9/06, E04B1/30, 1987

GB 586394, 1947

US 2809074, 1957

(57) 1. Непрямо попередньо напружена залізобетонна дахово-стельова конструкція з плоскою нижньою поверхнею як збірний будівельний елемент для будівництва промислових будівель з великими прогонами, яка **відрізняється** тим, що має виразно широку та тонку бетонну плиту (1), тонкостінну

верхню бетонну балку (2) у формі зворотної "V", що з'єднані між собою просторово рознесеними тонкими сталевими трубчастими стрижнями (3), причому стельову плиту попередньо напружують по центру.

2. Спосіб попереднього напруження дахово-стельової конструкції за п.1, який **відрізняється** тим, що контроль прогину стельової плити (1) здійснюють непрямым попереднім напруженням, причому попереднє напруження стельової плити (1) спричиняє пасивну реакцію верхньої балки (2) у напрямку обох її кінців (4), що, таким чином, вигинає стельову плиту (1) через обертання її кінців.

3. Спосіб надання стійкості дахово-стельовій конструкції за п.1 або 2, який **відрізняється** тим, що подовжньому вигину верхньої балки (2) запобігають завдяки нахиленим просторово розподіленим сталевим трубчастим стрижням (3), причому трубчасті стрижні (3) мають такий самий кут нахилу, як і поперечний переріз у формі зворотної "V" верхньої балки (2), і зазначені тонкі стінки скорочують робочу довжину трубчастих стрижнів (3).

Цей винахід відноситься до спорудження дахів з попередньо напруженого залізобетону для промислових або інших подібних будівель і, зокрема, до деяких сталевих частин, що стають складовими частинами споруди.

Галузь даного винаходу описана [у класифікації МПК E04B1/00], що взагалі відноситься до конструкцій або будівельних елементів або, більш детально, [у групі E04C3/00 або 3/294].

Даний винахід відноситься до конкретної дахово-стельової конструкції з плоскою нижньою поверхнею оригінального рішення та форми. Попри очевидність деяких схожостей до ферм або арок із затяжкою, пропонується конструкція суттєво відрізняється від них в тому, як вона працює, несучи навантаження. Перш за все, ці конструкції

призначені для одночасного забезпечення готової стелі з плоскою нижньою поверхнею та конструкції даху. Ця конструкція призначена також для залучення широкої плити стелі до роботи як несучий елемент замість того, щоб бути пасивно підвішеною на фермі або арці.

Усі інші практичні призначення пропонованої конструкції включають переваги, які ці конструкції мають у порівнянні до звичайних дахів і стель, і які розкриті [в UA 61869, E04C3/294, 2003].

Зазвичай використовують способи попереднього напруження, що вводять стискаючу силу до конструктивного елемента з поперечним перерізом обраної геометрії з напружуваною арматурою, що розташована нижче за центр ваги бетону. Якщо ці способи застосовують до таких конструкцій,

(13) C2

(11) 75959

(19) UA

то вони не досягають потрібного ефекту, через відсутність такого ексцентриситету. Щоб досягти прогину бетонної плити вгору, напружувати арматурні елементи треба було б опустити нижче за центр ваги усієї конструкції, що неприпустимо, оскільки це руйнує ідею плоскої нижньої поверхні. Отже, проблема концентрується на пошуку адекватного способу попереднього напруження, що зробить можливим ефективне зменшення значних прогинів і усунення або контроль тріщин, що можуть виникати в бетоні, у випадку розтягнення стельової плити. Даний винахід пропонує ще один ефективний спосіб попереднього напруження конструкцій з плоскою нижньою поверхнею. Пропонована конструкція також вирішує проблему стійкості верхньої балки до подовжного вигину.

Конструкція, що описана [в патенті UA 61869] під назвою "Комбінована дахово-стельова конструкція з подвійним попереднім напруженням з плоскою нижньою поверхнею для будівель з великими прогонами", є найбільш схожою відомою конструкцією. У згадкій пропонується ефективний спосіб попереднього напруження таких зворотних конструкцій з низько розташованим центром ваги поперечного перерізу і розкривається наступне рішення: до завершення виготовлення конструкції, широку плиту попередньо напружують по центру, вводючи стиснення до стельової плити, завдяки чому вирішують проблему тріщин у бетоні; потім виготовлення конструкції завершують, і її ще раз попередньо напружують, використовуючи сталевий клин, який забивають у спеціальну деталь, що розташована всередині прогону верхньої балки, щоб досягти прогину плити догори через обертання її кінців. Даний винахід відноситься до конструкції яка схожа на конструкцію, що розкрита [в патенті UA 61869] і, яка проте відрізняється по суті, бо в конструкції за даним винаходом передбачають ще одне додаткове попереднє напруження. У порівнянні до вищезгаданого винаходу, пропонується конструкція має жорстку верхню балку такої конструкції, що є одночасно жорсткою і тонкостінною, та призначена для зменшення робочої довжини з'єднувальних трубчастих стрижнів у порівнянні до більш жорстких сталевих труб. Заміна жорстких сталевих труб тонкими трубчастими стрижнями унеможливає передачу згинальних моментів з верхньої балки до плити і навпаки. З'єднувальні трубчасті стрижні рівномірно розташовують по площині плити, щоб покращити взаємозв'язок та рівномірність розподілу власної ваги плити по верхній балці. Отже, з'єднання між трубчастими стрижнями та плитою стають менш жорсткими, і, таким чином, сила попереднього напруження, яку вводять до стельової плити, не спричиняє значного згинання трубчастих стрижнів, що дозволяє прикладати більшу величину попереднього напруження без вигинання плити. Однак, якщо попереднє напруження по центру стельової плити здійснюють у незначній мірі, це не справляє значного впливу на прогин плити. Якщо, навпроти, прикладають значну силу попереднього напруження, високий рівень стиснення справляє значний вплив на прогини стельової плити. Однією важливою задачею даного винаходу є створити ще один ефективний спосіб попереднього напру-

ження конструкцій з плоскою нижньою поверхнею, причому подвійне попереднє напруження як високоефективний спосіб не заперечується.

Цей винахід ефективніше вирішує проблему стійкості верхньої балки до подовжного вигину, ніж спосіб, розкритий у вищезгаданому патенті. Просторово рознесені з'єднувальні трубчасті стрижні, рівномірно розподілені по верхній площині стельової плити на певній визначеній відстані, поділяють робочу довжину верхньої балки на кілька менших відрізків, і поперечний переріз верхньої балки має форму зворотної "V", завдяки чому зменшується робоча довжина з'єднувальних трубчастих стрижнів і змінюються умови на їх кінцях, що додатково зменшує вигин їх робочих довжин.

Фіг.1 представляє собою ізометричний вид конструкції, на якому показані складові частини.

Фіг.2 представляє собою переріз конструкції, на якому показані складові частини.

Фіг.3 ілюструє на спрощеній моделі принцип попереднього напруження (випадок 1).

Фіг.4 ілюструє зменшення робочої довжини з'єднувального трубчастого стрижня (3) і спосіб, у який верхня балка (2) набуває стійкості до подовжного вигину.

Дахово-стельова конструкція з попереднім напруженням представляє собою збірний елемент, що є несучим в одному напрямі, із просторово рознесеними з'єднувальними трубчастими стрижнями для будівництва промислових будівель з великими прогонами. Конструкція має виразно широку та тонку бетонну плиту

(1) та верхню бетонну балку (2) з поперечним перерізом у формі зворотної "V", як показано на Фіг.2, що з'єднані між собою тонкими сталевими трубчастими стрижнями (3). Тонку стельову плиту вибрано виразно широкою, щоб відразу покрити велику частину будівлі у плані та забезпечити плоску нижню поверхню зсередини.

Як видно з Фіг.2 та Фіг.4, обидві тонкі стінки поперечного перерізу верхньої балки (2) проходять близько до плити (1), скорочуючи таким чином довжину вигину з'єднувальних трубчастих стрижнів (3). З'єднувальні трубчасті стрижні (3), що закріплені з однієї сторони у верхній балці (2) і мають такий самий кут нахилу, як і нахилені тонкі стінки поперечного перерізу, з другої сторони закріплені у широкій стельовій плиті (1) і у такий спосіб надають верхній балці (2) стійкості до подовжного вигину.

Тонкі просторово рознесені сталеві трубчасті стрижні (3) використовують також, щоб підтримувати відстань між стельовою плитою (1) та верхньою балкою (2), запобігаючи переходу згинальних моментів в обох напрямках та зменшуючи теплопровідність між верхньою балкою (2) та стельовою плитою (1).

Щоб проілюструвати, як працює механізм конструкції, слід спочатку відзначити наступне:

Якщо конструкція не була попередньо напружена, то і стельова плита (1), і верхня балка (2) матимуть тенденцію до прогинання вниз, причому стельова плита (1) через її більше відношення власної ваги до вертикальної жорсткості буде прогинатися з більшою швидкістю, ніж верхня балка (2), що примусить з'єднувальні трубчасті стрижні

(3) чинити опір їх розходженню.

Якщо конструкція була попередньо напружена та не навантажена, з'єднувальні елементи (3) зазнають стиснення, чинячи опір наближенню стельової плити (1) та верхньої балки (2) одна до одної.

Якщо конструкція є попередньо напруженою і навантажена була лише верхня балка, стиснення у з'єднувальних трубчастих стрижнях (3) підвищиться, бо у цьому разі верхня балка (2) через прикладене навантаження вигинається униз, а у той самий час стельова плита вигинається трохи вгору, і відтак з'єднувальні елементи (3) чинять опір їх додатковому наближенню одна до одної.

Якщо конструкція є попередньо напруженою, а навантаженою є лише стельова плита (1), то стиснення у з'єднувальних трубчастих стрижнях зменшується, бо у цьому разі стельова плита (1) вигинається униз швидше, ніж верхня балка (2), і відтак відстань між ними збільшується.

У будь-якому випадку верхня балка (2) діє як несучий елемент, що несе майже весь згинальний момент, в той час як конструкція елементів (3) є такою, що вони здатні передавати лише малу частину згинальних моментів на стельову плиту (1), яка дуже легко прогинається навіть від дуже малих згинальних моментів.

Тонкі з'єднувальні трубчасті стрижні як частини конструкції відіграють взагалі роль на зразок "пасивних" з'єднувачів, що значно не напружуються за будь-якого навантаження, хоча вони і з'єднують дві масивні деталі конструкції, (1) і (2), утримуючи відстань між ними, коли ті намагаються зблизитися одна з одною або віддалитися одна від одної у випадках різних навантажень. Також можливо знайти й таке сполучення навантаження та попереднього напруження, при якому внутрішні сили у деяких з'єднувальних трубчастих стрижнях дуже малі або практично дорівнюють нулю, що підкреслює відмінність пропонованих конструкцій від ферм або арок із затяжкою, порівняння з якими наведене вище. Це стане більш зрозумілим далі, коли ми розглядатимемо попереднє напруження.

Існують два способи попереднього напруження таких конструкцій, при цьому вибір залежить від того, чого ми бажаємо: мати більш або менш стиснуті стельову плиту (1) і верхню балку (2), або у бетоні стельової плити (1) припускається певне поперечне напруження. Якщо вибраний перший варіант, то матимемо випадок способу подвійного попереднього напруження, розкритого [в патенті UA 61869], у якому верхню балку (2) треба виготовити з двох частин, що роз'єднані по центру прогону. Якщо вибраний другий варіант, верхня балка (2) виготовлена як одне ціле.

Щоб краще пояснити відмінність, далі по тексту випадок цільної балки позначений як випадок 1, а випадок верхньої балки з двох частин позначений як випадок 2. (випадок 2 не є предметом даного винаходу і згадується у цьому описі лише як можливий варіант.)

#### ВИПАДОК 1

Цей випадок ілюструється на Фіг.1. Як видно з цієї фігури, верхню балку (2) виготовляють як одне ціле. Її кінці (4) можна розглядати як короткі консолі (не має значення, розглядаємо ми їх як складо-

ву частину стельової плити чи верхньої балки), жорстко з'єднані з стельовою плитою (1) і здатні передавати згинальні моменти з верхньої балки (2). Верхню балку (2) спочатку бетонують у її власній опалубці, а потім поміщають в опалубку для стельової плити (1). Дроти попереднього напруження натягують і закріплюють в опалубці для стельової плити, і плиту (1) бетонують. Після затвердіння бетону верхня балка (2) та стельова плита (1) стають з'єднаними спеціальною деталлю поблизу опор, арматурні елементи попереднього напруження вивільняють з опалубки, і до бетону стельової плити (1) вводять по центру силу попереднього напруження. Сила попереднього напруження скорочує стельову плиту (1), спричиняючи взаємне переміщення обох кінців (4) верхньої балки (2) у напрямку один до одного. Обидва кінці верхньої балки (2) жорстко з'єднані з стельовою плитою (1) вздовж довгих ліній з'єднання, тому у цих місцях згинальний момент може передаватися у стельову плиту (1). Через їх взаємне переміщення-деформацію верхня балка (2) і стельова плита (1) приймають на себе певну частину сили попереднього напруження, що вводиться. Розглядаючи опірні кінці (4) верхньої балки (2) як короткі консолі, які є складовою частиною стельової плити (1), очевидно, що скорочення стельової плити (1) спричиняє стягування кінців верхньої балки (2), і верхня балка (2) вигинається угору, чинячи опір їх спільному скороченню. Реагуючи на це, кінці верхньої балки (2) із значною внесеною частиною сили попереднього напруження штовхають консолі (4) на кінцях стельової плити (1), обертаючи їх кінці й утворюючи негативні згинальні моменти у стельовій плиті (1), що вигинають її вгору. Через це з'єднувальні трубчасті стрижні (3) між стельовою плитою (1) і верхньою балкою (2) піддаються слабкому стисненню, оскільки вони чинять опір їх зближенню. Стельова плита зазнає безпосереднього попереднього напруження, що запобігає появі тріщин у бетоні, спричинених високим рівнем розтягання, але головний ефект полягає у прогині вгору тонкої та гнучкої, але вагомої стельової плити, який досягається через непряму пасивну реакцію верхньої балки (2), що діє на обидві свої опори, що подібна до консолі. Отже, ефект кінців, що тиснуть, досягають у такий самий спосіб, у який його досягали [у вищезгаданому патенті UA 61869]. Довга і тонка стельова плита (1) вигинається швидше, ніж верхня балка (2), і через це обмежені різниці між їх прогинами спричиняють стиснення у з'єднувальних трубчастих стрижнях (3).

#### ВИПАДОК 2

Відповідно до опису [у патенті UA61869], верхню балку (2) було виготовлено з двох частин і попередньо напружено у спосіб подвійного попереднього напруження, що здійснювали у дві стадії. На першій стадії стельову плиту (1) попередньо напружують посередині між двома відокремленими частинами верхньої балки, що з'єднані по центру прогону, причому перше попереднє напруження не викликає будь-яких напружень у роз'єднаних половинах верхньої балки. На другій стадії у місці переривання верхньої балки усередині прогону сталевий клин, що забивають у спеціальну деталь,

спричиняє ефект двостороннього розштовхування опор з прогинанням стельової плити вгору через обертання її кінців.

В обох способах, що порівнюються, негативний згинальний момент досягається через обертання кінців конструкції, щоб здійснити прогинання вгору. Але між випадком 1 та випадком 2 існує значна різниця, що дозволяє нам попередньо напружувати конструкцію з меншою або більшою силою, витрачаючи через це більше або менше сталі для попереднього напруження.

На практиці у деяких випадках кожний з двох способів, що розглядаються, може мати певні переваги або недоліки, або з різних причин їх застосування може обмежуватися.

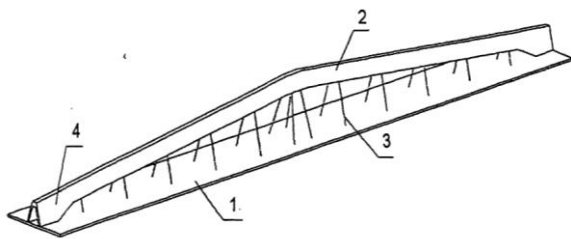
У випадку 1 взагалі потрібно прикладати більшу силу попереднього напруження, ніж у випадку 2, тобто силу, що здатна одночасно скоротити стельову плиту (1) та вигнути вгору верхню балку (2). Потім стельову плиту напружують з високим рівнем стиснення. Таким чином, в цьому випадку ми маємо підвищені витрати, у порівнянні з випадком, коли використовують клин і меншу кількість напружуваної арматури. Якщо з певних причин стельову плиту (1) не треба попередньо напружувати у значній мірі, доцільно прикладати певну помірну силу і завдяки цьому витрачати менше напружуваної арматури. У цьому випадку все одно потрібно забезпечити вигинання стельової плити (1) вгору, тому випадок 2 був би більш економ-

мічним.

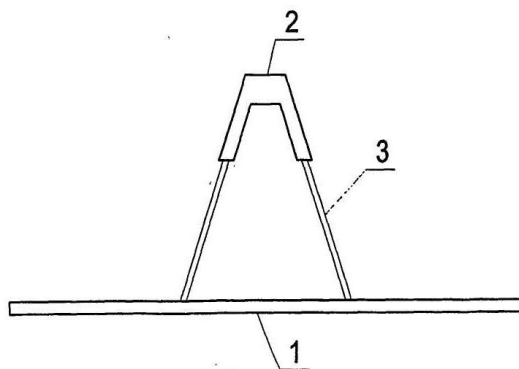
Звичайно, існує багато можливих комбінацій з різною висотою або різними відношеннями розмірів верхньої балки, різними формами, товщиною або шириною стельової плити, або із застосуваннями матеріалів різної густини (приміром, легкого бетону), зі зміною сили попереднього напруження в обох елементах (1) і (2), завдяки чому певне оптимальне рішення завжди існує.

Як особливий випадок, можна також використати комбінацію обох вищезгаданих випадків, і в цьому разі клин для додаткового попереднього напруження розміщують у з'єднувальній деталі до попереднього напруження стельової плити, і клин використовують після першого попереднього напруження для точного виставлення прогину стельової плити вгору.

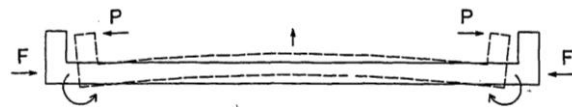
Верхню балку (2) спочатку бетонують у її власній опалубці, а потім поміщають в опалубку для стельової плити (1). Дроти попереднього напруження натягують і закріплюють в опалубці для стельової плити (1), а плиту бетонують. Після застудіння бетону стельової плити (1) обидва елементи - верхня балка (2) та стельова плита (1) - з'єднані спеціальними деталями поблизу опор. Після розбирання опалубки стельової плити до бетону стельової плити (1) вводять по центру силу попереднього напруження. Ступені стиснення і розтягнення, що прикладаються, мають обиратися інженером на підставі попередніх розрахунків.



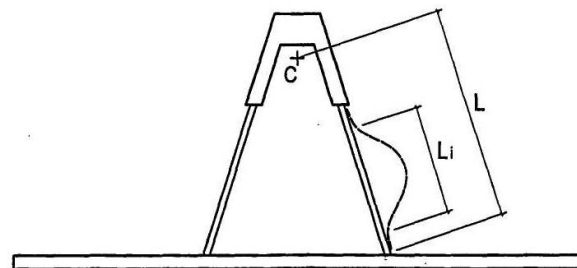
Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4