



УКРАЇНА

(19) UA (11) 26738 (13) U  
(51) МПК (2006)  
E04B 1/18

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ПОЛЕГШЕНА ФЕРМА

1

2

(21) u200703648

(22) 27.03.2007

(24) 10.10.2007

(72) ЯМБИХ ОЛЕГ ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA

(73) ЯМБИХ ОЛЕГ ОЛЕКСІЙОВИЧ, UA

(56)

(57) Полегшена ферма за характером опорних кріплень - балкова, двоопорна, по обрису пояса - будь-якої форми, утворена з стрижнів будь-якої загальновідомої форми поперечного перерізу, які з'єднані у трикутники, стрижні у трикутниках з'єднані шарнірно, за допомогою болтів або зварювання, яка **відрізняється** тим, що складена

з трьох решітчастих конструктивних елементів у вигляді основної конструкції та двох просторових допоміжних конструкцій, що розташовані по боках основної конструкції, на основну накладено не менше трьох в'язей, на кожен допоміжну накладено по три в'язі, допоміжні конструкції з'єднані з основною у опорних вузлах, верхній опорний вузол допоміжної конструкції з'єднаний горизонтальним зв'язком з вузлом верхнього пояса основної конструкції, нижній опорний вузол допоміжної конструкції з'єднаний горизонтальним зв'язком з вузлом нижнього пояса основної конструкції та вертикальним зв'язком - з опорою.

Корисна модель відноситься до будівельної галузі, а саме для покриття внутрішнього простору у будівлях та відстаней між опорами у спорудах (мости, естакади, прольотні споруди).

Загальновідомі конструкції покриття не дозволяють зменшити власну вагу, оскільки вони працюють як балки (крім вантових конструкцій).

Задача корисної моделі є створення полегшеної ферми, власна вага якої менша при порівнянні з широковідомою шарнірно-стержневою фермою при однакових значеннях розмірів цих конструкцій та навантаження прикладеного на полегшену ферму та шарнірно-стержневу ферму. Задача досягається тим, що полегшена ферма, яка по характеру опорних кріплень виконана балковою двоопорною, по обрису пояса будь-якої форми, утворена з стрижнів будь-якої загальновідомої форми поперечного перетину, які поєднані у трикутники, стрижні у трикутниках з'єднані шарнірно, за допомогою болтів або зварювання, згідно корисної моделі, складена з трьох решітчастих конструктивних елементів якими є основна конструкція та дві просторові допоміжні конструкції, що розташовані по боках основної конструкції, на основну накладено не менше трьох в'язей, на кожен допоміжну накладено три в'язі, допоміжні конструкції з'єднані з основною у опорних вузлах, верхній опорний вузол допоміжної конструкції з'єднаний горизонтальним зв'язком з вузлом верхнього пояса основної конструкції, нижній опорний вузол

допоміжної конструкції з'єднаний горизонтальним зв'язком з вузлом нижнього пояса основної конструкції, та вертикальним зв'язком з опорою. Будівельні конструкції, що мають аналогічне призначення, по своїм особливостям та відмінностям поділяються на балки, арки, рами, шарнірно-стержневі ферми (ферми) та вантові системи. По своїм особливостям полегшена шарнірно-стержнева ферма (полегшена ферма) найбільш подібна до ферми. Фермами називають геометрично незмінні системи, що складені зі стрижнів, які поєднані у трикутники. Якщо всі стрижні розміщені у одній площині, і у тій же площині діє навантаження, така ферма називається плоскою. Місця з'єднання стрижнів називаються вузлами ферми. Вісі стрижнів, що утворюють вузол, перетинаються у одній точці, яка називається центром вузла. Вузли ферми можуть бути виконані у вигляді шарнірів, тертя у яких незначне, тому ним можна знехтувати. Відстань між сусідніми вузлами (у більшості випадків визначається по горизонталі) називається панеллю ферми. Всі стрижні поділяються на пояси і решітку. Стержні, що обмежують ферму зверху утворюють верхній пояс, знизу-нижній. Найбільша відстань між верхнім та нижнім поясом називається висотою ферми. Обрис поясів ферми може бути трикутним, у вигляді трапеції, з паралельними поясами. Внутрішні стрижні, які поєднують пояси, утворюють решітку.

(13) U

(11) 26738

(19) UA

Вертикальні стержні називаються стійки, похилі розкоси (1).

На ферму діють зовнішні сили. Вони поділяються на задані (природне навантаження, корисне) та невідомі (реакції в'язей). У більшості випадків ці сили прикладені і діють у вузли ферми. Ті вузли ферми, на які діють невідомі сили називаються опорними. Невідомі сили утворені опорами, які розміщені на інших будівельних конструкціях (колони, підстропильні ферми, балки, стіни). Відстань між опорними вузлами називається прольотом ферми. Ферма, яка опирається на два опорних вузли є однопрольотною або розрізною.

Ферми поділяються на балкові, колонні, консольні завдяки таким відмінностям (розглядаються випадки, коли зовнішні сили діють вертикально). У фермі-балці зовнішні сили спрямовані перпендикулярно до більшого розміру ферми, якщо вона розміщена горизонтально. На ферму-колону діють зовнішні сили, спрямовані паралельно більшому розміру ферми (її висоті). У ферми-консолі, на її опорні вузли діють невідомі сили (реакції), що спрямовані протилежно (ці дві сили утворюють момент пари сил) та вертикальна реакція прикладена у один з опорних вузлів і спрямована протилежно заданим силам.

Задані сили утворені природним навантаженням (сніг, вітер) та корисним (крани, інші механізми). Невідомі - в'язями, що накладені на конструкцію покриття. В'язі це інші тіла, що обмежують (протидіють) руху диска (конструкції покриття). Вони можуть бути виконані у вигляді пластин які розміщені на інших конструкціях. На опори опираються безпосередньо, або через горизонтальні циліндри, вузли ферми. Перелік конструктивних рішень опор широкий. Невідомі сили одночасно з заданими забезпечують рівновагу конструкції покриття. Для забезпечення рівноваги конструкції покриття (ферми) у площині, на неї достатньо накласти в'язі, що протидіють руху у трьох напрямках.

Якщо розглянути балкову ферму і колонну, у яких однакові розміри і на які діють однакові навантаження, то балкова ферма відрізнятиметься більшою власною вагою. У елементах балкової ферми будуть діяти внутрішні сили (зусилля) більші по значенню ніж у фермі-колоні. Такий стан спричинений тим, що на балкову ферму діє навантаження у вигляді моментів від зовнішніх сил. Момент сили завжди має більше значення (по модулю) від значення сили. У елементах балкової ферми (стержнях) виникає опір деформаціям стиску-розтягу. Але значення цих зусиль більше ніж у стержнях ферми-колони. Різниця викликана саме дією на балкову ферму моментів від зовнішніх сил. Зовнішні сили які діють на балкову ферму у вигляді моментів від сил і відрізняють ферму-балку від ферми-колони. Такий стан спричиняє різницю у кількості матеріалу потрібного для забезпечення рівноваги і стійкості стержнів розглянутих конструкцій.

Засіб зменшення значення моментів від зовнішніх сил розглядається у запропонованій заявці.

Винахід, що пропонується, призначений для покриття та перекриття прольотів будівель і споруд (проліт-відстань між лицевими гранями опор). У промислових та складських приміщеннях може бути застосована як конструкція даху. У спорудах може бути застосована як галерея, естакада, міст.

Полегшена шарнірно-стержнева конструкція складена з основної конструкції та двох допоміжних конструкцій (фіг.1, фіг.2, фіг.3, фіг.4, фіг.5). Конструкція основна складена з стержнів (ст.) 9, 10, 11, 12, 14, 19, 20, 22, 21, 18, 17, 16, 15 та вузлів 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Вузли 1, 5-опорні вузли (опорний вузол конструкції - вузол у який прикладена реакція). Стержні можуть мати будь-яку форму поперечного перетину, стержні поєднані у трикутники. З'єднання у вузлах шарнірне, виконане за допомогою болтів, або умовно шарнірне, виконане за допомогою заклепок або зварювання (4). Основна конструкція є геометрично-незмінною системою або диском (незмінна система, або незмінна частина системи є диском (2')). Вона з'єднана з іншими дисками за допомогою в'язей 23, 24, 25, 44, 45, 54, 53. (В'язь-тіло, що дотикаючись до даного тіла, обмежує його рух у будь-якому з напрямків (1')). Допоміжна конструкція (А) складена з вузлів 41, 42, 43, які поєднані стержнями 29, 30, 36 у трикутник, та вузлів 38, 39, 40, які поєднані, стержнями 27, 31, 32 у трикутник. Трикутники поєднані у вузлах 43, 38 стержнем 26, у вузлах 40, 41 ст-м 35, у вузлах 39, 42 ст-м 37. Якщо з'єднання шарнірне, то трикутники утворені ст-ми 29, 30, 36, 27, 31, 32 додатково, для забезпечення геометричної незмінності, поєднуються у вузлах 38, 41 ст-м 33, у вузлах 39, 43 ст-м 28, у вузлах 41, 39 ст-м 67 (на фігурах не показаний).

Допоміжна конструкція є геометрично-незмінною системою або диском. На неї накладено три в'язі: горизонтальна в'язь 44 поєднує ст-нь 35 та вузол основної конструкції 2, горизонтальна в'язь 45 поєднує ст-нь 37 та вузол основної конструкції 8, третя вертикальна в'язь 46 поєднує ст-нь 37 з іншим диском (земля, колона, балка). Друга допоміжна конструкція (Б) складена з вузлів 47, 48, 49, 50, 51, 52 та ст-ів 59, 65, 57, 61, 58, 67, 56, 68, 64, 63, 62, 60, ідо поєднані між собою аналогічно допоміжній конструкції (А). На конструкцію (Б) накладено три в'язі: горизонтальна в'язь 53 поєднує ст-нь 59 та вузол основної конструкції 4, горизонтальна в'язь 54 поєднує ст-нь 65 та вузол 6 основної конструкції, вертикальна в'язь 55 поєднує ст-нь 65 з іншим диском.

Після прикладення на об'єкт шарнірно-стержневу конструкцію вертикальних сил (навантаження) у вузли 2, 3, 4, 43, 38, 49, 50, та вертикальних реакцій (реакцією в'язі називається сила або система сил, яка виражає механічну дію в'язі на тіло. Тіло, в якому відстань між двома його будь-якими точками зберігається постійно, називається абсолютно твердим тілом. Для розв'язування багатьох задач механіки можна нехтувати малими деформаціями і користуватись уявленням про абсолютно тверде тіло (1')), у

будівельній механіці тіло є диском) у вузли 1, 5 та горизонтальних реакцій у вузли 2, 8, 6, 4 у елементах конструкції виникають зусилля. Після прикладення вертикального навантаження у вузли 38, 43, 49, 50 у стержнях 30, 31, 57, 61 допоміжних конструкцій виникають зусилля, що викликають деформацію розтягу, у ст-ях 29, 27, 63, 66 виникає деформація стиску. У стержнях 9, 10, 11, 12 верхнього поясу основної конструкції виникають зусилля, що викликають деформацію (деформація - переміщення окремих точок) стиску, стержнях 22, 20, 19, 14 виникає деформація розтягу (внаслідок дії вертикальних сил та реакцій, напрям яких перпендикулярний осі, що проходить по вузлам 1, 5). Горизонтальна реакція, через в'язь 44 прикладена у вузол 2 основної конструкції, її напрям протилежний напрямку внутрішнього зусилля у ст-і 10, внаслідок цього, значення зусилля у ст-і 10 зменшиться на значення реакції. Відповідно зменшиться значення зусилля у стержні 11. Горизонтальна реакція через в'язь 45 прикладена у вузол 8 нижнього поясу основної конструкції, її напрям протилежний напрямку внутрішнього зусилля у ст-і 20. Внаслідок цього значення зусилля у ст-і 20 зменшиться на значення реакції, що через вузол 8 діє на ст-нь 20. Відповідно зменшиться зусилля у ст-ні 19.

В'язі 44, 45, 53, 54 накладені на основну і допоміжні конструкції, відносно основної конструкції є активними силами (навантаженням). Допоміжні конструкції прикладають горизонтальні реакції (в'язі 44, 45, 53, 54) у вузли 2, 4, 6, 8 основної конструкції, які утворюють моменти пар сил, напрям яких протилежний моментам сил, утвореним навантаженням (вертикальними силами) прикладеним у вузли 2, 3, 4 та реакціям прикладеним у вузли 1, 5. Допоміжні конструкції можна виготовити просторовими, Допоміжні конструкції зменшують зусилля у елементах основної конструкції також за рахунок сприймання частини навантаження у вузли 43, 38, 50, 49, 41, 40, 48, 47 та передачі цього навантаження через стержні 36, 32, 67, 52 та в'язей 46, 55, на інший диск без допомоги основної конструкції. Завдяки цьому зусилля у решітці основної конструкції матимуть дещо менше значення у порівнянні з прототипом (при однаковому значенні прольоту і напрямках та значеннях прикладених сил).

Значення конструктивного елементу (А) у слідуючому: приймаючи частину сил, він створює силовий вплив на основну конструкцію (Б) завдяки горизонтальним в'язям, що поєднують його опорні вузли (вузли, що розміщені на вертикальному стержні - протилежному катеті, з вузлами верхнього та нижнього поясу основної конструкції). Якщо розглянути фізичний зміст цієї взаємодії то він полягає у протидії, яку утворюють конструктивні елементи (А), за посередництвом горизонтальних в'язей, до деформацій стиску у елементах (стержнях) верхнього поясу, та деформацій розтягу у стержнях нижнього поясу основної конструкції.

Механічний зміст конструктивного елементу (А) полягає у слідуючому: після дії однієї частини вертикальних сил на вузол у якому поєднуються стержні, що є прилеглим катетом та гіпотенузою, у вузлах розміщених на вертикальному стержні - протилежному катеті, виникають реакції, що за посередництвом горизонтальних в'язей взаємодіють з вузлами верхнього та нижнього поясу основної конструкції (Б), чим утворюють момент сил з протилежним напрямом до моменту сил утвореного іншою частиною вертикальних сил (з числа навантажень) прикладених у вузли верхнього або нижнього поясу основної конструкції та реакціями від опор, прикладеними у опорні вузли. Завдяки чому у стержнях (брусах) основної конструкції (Б) діють зусилля від результуючого моменту, який має менше значення при порівнянні з моментом, що діє у шарнірно — стержневій фермі.

Технічний результат полягає у меншій кількості матеріалу потрібного для виготовлення полегшеної ферми, при порівнянні її власної ваги з вагою широковідомої шарнірно-стержневої ферми за умови однакового прольоту та однакового значення навантаження.

Ця різниця досягається за рахунок зменшення зусиль у ст. № 10, 20 та наступних.

Література :

1. Н.В.Мухин. Статика сооружений в примерах. М. В. Ш. 1972р.

2. Цасюк В.В. Теоретична механіка. Київ: Центр навчальної літератури. 2004 р.

3. Снитко Н.К. Строительная механика. Издание второе переработанное. Изд.; Высшая школа. М. 1972г.

4. пр. Н.С.Стрелецкий; пр.Гениев; пр.Беленя. Металлические конструкции. Изд.3-е, переработанное. Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. М.; 1961 Ст.234,373,377

Пояснення до фігур

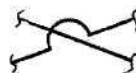
Фіг.1 - Вид облепшеної шарнірно-стержневої конструкції (А-А).

Фіг.2 - Вид зворотної сторони до виду А-А (Б-Б).

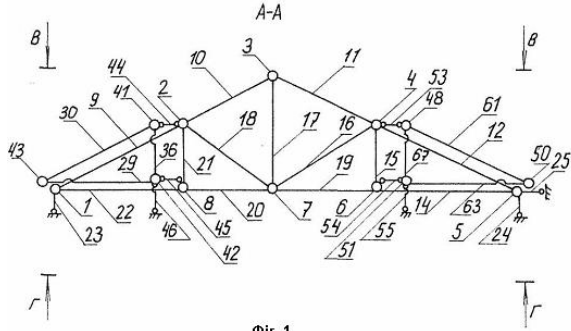
Фіг.3- Вид зверху (В-В).

Фіг.4- Вид знизу (Г-Г).

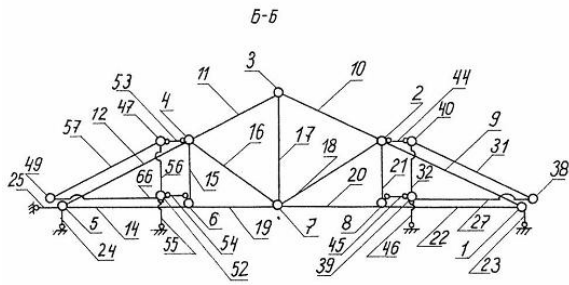
На малюнках стержні показані схематично



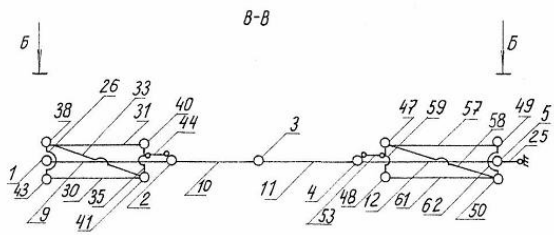
не перетинаються, тобто осі елементів знаходяться у різних площинах.



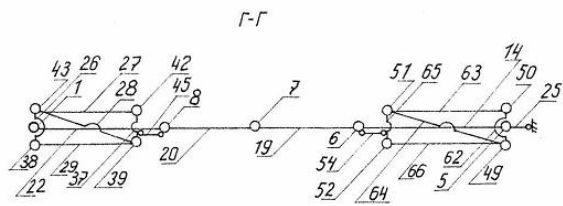
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4