

УДК 624.014.072

О.І.НАЛЕПА, В.С.ЧОРНОЛОЗ, кандидати техн. наук

Рівненський державний університет водного господарства і природокористування

ДОСЛІДЖЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКТИВНОЇ ФОРМИ КРОКВЯНОЇ ФЕРМИ ПРОЛЬОТОМ 24 м З ВИКОРИСТАННЯМ ПЕРФОРОВАНИХ ДВОТАВРІВ

Досліджуються раціональна форма малоелементної кроквяної ферми прольотом 24м з використанням перфорованих двотаврів постійної і змінної жорсткості, вплив основних геометричних розмірів на величину екстремальних значень згинальних моментів та несучу здатність верхнього поясу.

При прольотах будівель 18м доведена доцільність використання малоелементної кроквяної ферми з верхнім поясом у вигляді перфорованого двотавра змінної жорсткості.

При розробці конструктивної форми кроквяної ферми прольотом 24 м використані основні напрямки і принципи, на яких базувалася конструкція ферми прольотом 18 м. Ці основні напрямки наступні:

використання вихідної системи з мінімальною кількістю елементів;

концентрація матеріалу в основних несучих елементах;

використання високоефективних видів профілів;

використання прокату з підвищеними механічними властивостями.

Концентрація матеріалу відбувається, як правило, в найбільш навантажених і відповідальних елементах конструкцій. У кроквяних фермах це верхній пояс. Забезпечення названого принципу можливо за рахунок зведення до мінімуму кількості елементів решітки та деталей. У найбільшій мірі цьому сприяє використання вихідної системи у вигляді статично визначеної шпренгельної системи, що складається з двосхилого верхнього поясу, ламаного нижнього поясу і двох стояків, які з'єднують пояси.

Верхній пояс знаходиться в складному напруженому стані (працює на стиск із згином), інші елементи перебувають в одноосному напруженому стані.

Отже, концентрацію матеріалу раціонально виконувати саме у верхньому поясі. А враховуючи те, що в таких комбінованих системах вага верхнього поясу складає основну частку в загальній вазі конструкції, то зменшення металомісткості конструкції в цілому залежить в основному від зменшення ваги верхнього поясу. Цим і пояснюється особлива увага фахівців до його ефективного конструктивного рішення.

З точки зору статистики така система ефективна тим, що дозволяє легко регулювати розподіл внутрішніх зусиль у верхньому поясі за рахунок зміни висоти стояків. Характерно, що діапазон зміни поздовжнього зусилля N за довжиною верхнього поясу незначний, практично його можна вважати постійним. Навіть при деякій зміні висоти стояків значення N і Q мають невеликі зміни. А от згинаючий момент суттєво змінюється уздовж поясу. Епіюра моментів має постійний характер з екстремальними значеннями в точках прикладання зосереджених сил і нульовим значенням в опорних та коньковому вузлах.

Величина екстремальних значень M різко змінюється при зміні висоти стояків. Тому основне завдання зводиться до оптимального розподілу саме згинальних моментів за рахунок зміни висоти стояків.

Робота верхнього поясу на стиск зі згином викликає необхідність виконувати його з елементів, що мають значну згинальну жорсткість. Це прокатні двотаври, гнutoзварні профілі, ефективні перфоровані двотаври постійної висоти. При їх використанні пояс має постійну жорсткість і розподіл згинальних моментів за довжиною поясу полягає у вирівнюванні екстремальних значень моментів і отриманні рівномоментного верхнього поясу. Це показано на схемі 1 (див. рис.1). Тут $M_1=M_2$, при цьому це значення моменту є найменшим з усіх можливих екстремальних значень.

У дослідженнях, що були проведені раніше з фермою прольотом 18 м, доведена ефективність використання поясу змінної жорсткості з відповідним регулюванням розподілу згинальних моментів уздовж поясу. Зміна жорсткості можлива за рахунок використання перфорованих двотаврів змінної висоти.

Для ферм прольотом 24 м досліджували дві можливі схеми зміни жорсткості за довжиною. На схемі 2 (рис.1) жорсткість змінюється за рахунок з'єднання між собою восьми трапецієподібних елементів. Тут найбільш розвинутий переріз у місцях прольотних екстремальних моментів M_1 .

Зменшенням висоти стояків можна досягнути такого розподілу згинальних моментів уздовж поясу, коли їх значення будуть змінюватися пропорційно зміні геометричних характеристик перерізів поясу. Таке рішення найбільш відповідає брусу рівного опору. На схемі 3 (рис.1) жорсткість змінюється за рахунок з'єднання між собою чотирьох трапецієподібних елементів. Найбільш розвинутий переріз знаходиться в місці примикання стояків, де діє момент M_2 . Згинальні моменти розподіляються знову ж таки пропорційно геометричним характеристикам поясу. При цьому $M_2>M_1$.

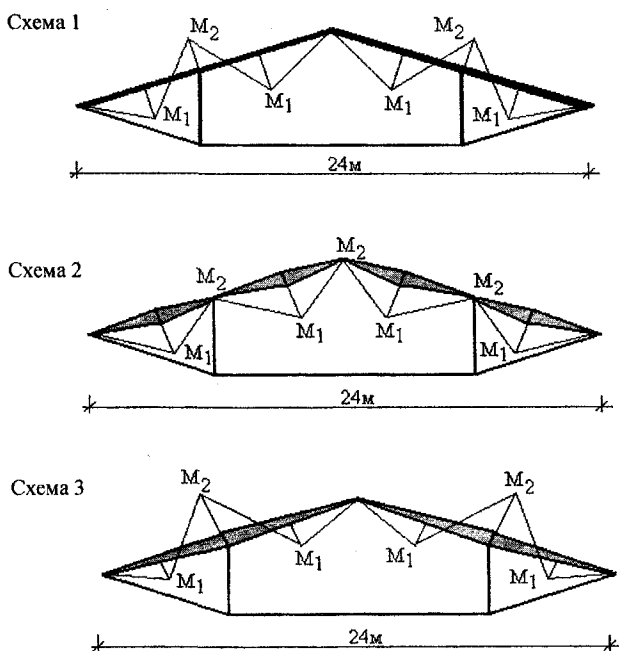


Рис.1 – Можливий розподіл згинальних моментів

Залежність зміни значень згинальних моментів M_1 і M_2 від висоти стояків наведена на графіку (рис.2). Перетин двох кривих дає рівномоментну схему.

Якщо порівняти схему 1 зі схемою 2, то в схемі 2 момент M_1 різко зростає. Якщо порівняти схему 1 зі схемою 3, то в схемі 3 різко зростає момент M_2 . Збільшення цих моментів відбувається одночасно із збільшенням геометричних характеристик перерізів. Виникає питання, що збільшується швидше: значення моментів чи геометричні характеристики перерізів в цих місцях? Порівняльний аналіз основних геометричних характеристик двотаврів для трьох схем зміни жорсткості показаний на рис.3. Основними геометричними характеристиками, прийнятими для порівняння, є висота тавра, площа послабленого перерізу, момент інерції таврових перерізів, мінімальний і максимальний моменти опору таврів. Саме ці геометричні характеристики присутні в умовах міцності перфорованого двотавра при його розрахунку як складеного стержня з пружними в'язями зсуву. Характеристики вираховані

для вихідного двотавра 30Б1 з використанням розробленої нами програми. Для двотаврів постійної жорсткості (горизонтальні лінії) наведені два графіка. Суцільна лінія відповідає максимальному розвитку перфорованого двотавра, пунктирна – так званому оптимальному з величинами впадин і гребенями $0,25h$ та $0,75h$, де h – висота вихідного двотавра.

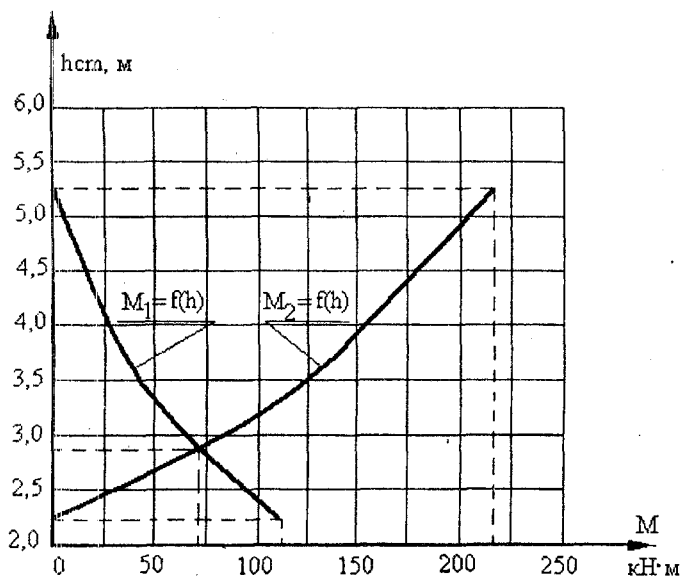


Рис.2

При переході від схеми 1 до схеми 2 момент M_1 зростає в 1,5 раза, а геометричні характеристики перерізу в середньому збільшуються приблизно в 6 разів, при цьому по всій довжині трапецієподібного елемента геометричні характеристики зростають швидше, ніж згинальний момент. Це зростання чітко просліджується на графіках, при цьому висота стояка зменшується на 20% (з 2,85 до 2,25 м).

При переході від схеми 1 до схеми 3 момент M_2 зростає в 1,5 раза, а геометричні характеристики перерізу в середньому збільшуються приблизно в 6 разів, при цьому M_1 зменшується на 25%, але геометричні характеристики збільшуються в 2 рази. Висота стояка зростає на 15% (складає 3,25 м).

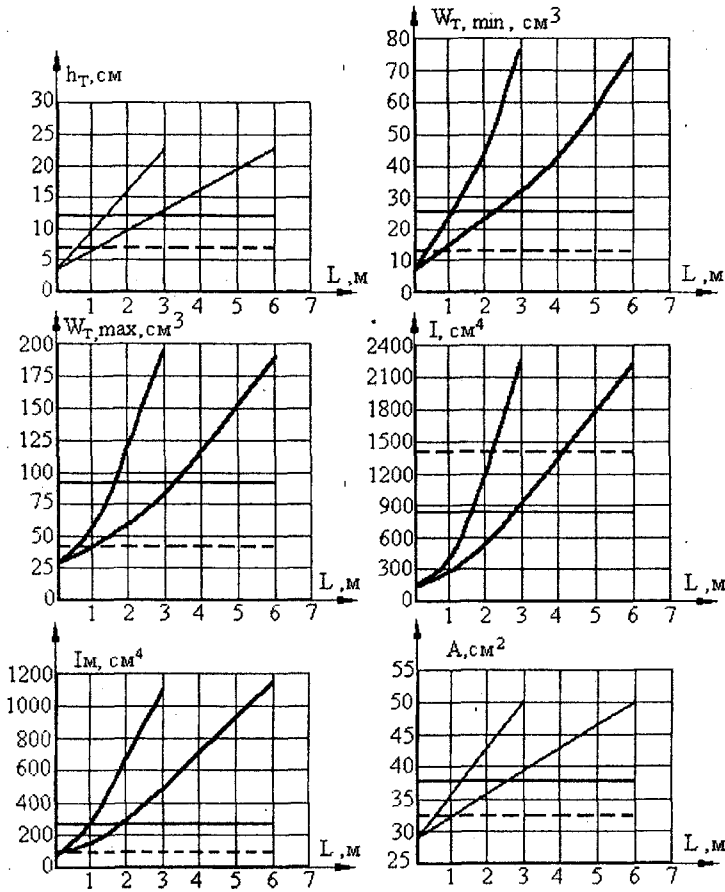


Рис.3

Отже, при переході від рівномірної схеми до інших наведених схем розподілу моменту при відповідних схемах зміни жорсткості приріст геометричних характеристик перерізів відбувається швидше, ніж приріст значень згинальних моментів, особливо це стосується максимально розвинутих перерізів. Це дає можливість у схемах 2 і 3 використовувати менший номер вихідного двотавра, ніж у схемі 1. За рахунок цього досягається зменшення металомісткості верхнього поясу і відповідно ферми в цілому.

Отримано 17.05.2002