



УДК 621.177; 621.314

TYPIFICATION OF GEOMETRIC SHAPES OF TRUSSES AND THEIR LATTICES

ТИПІЗАЦІЇ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФОРМ ФЕРМ ТА ЇХ РЕШІТОК

М.А. Omelian / М.А. Омелян*аспірант. / Ph D student.**Ternopil Ivan Puluj National Technical University,**Ternopil, Ruska, 56,46001**Тернопільський національний технічний університет ім.І. Пулюя ,
Тернопіль, Руська, 56,46001*

Анотація. У статті досліджено типізації геометричних форм ферм та їх решіток, що є важливою складовою сучасних будівельних конструкцій. Основна увага приділена аналізу різних типів ферм, їх структурних елементів і геометричних характеристик, які впливають на міцність, стабільність та ефективність використання матеріалів. Розглянуто методи класифікації ферм за формою, такими як трикутні, аркові, просторові та інші види конструкцій, а також їх вплив на загальну стійкість будівель. Стаття містить аналіз різних рішень для проектування решіток, що забезпечують рівномірний розподіл навантажень та оптимізацію використання матеріалів. Результати дослідження можуть бути корисними для проектувальників та інженерів, які займаються розробкою ефективних і надійних конструкцій ферм для будівель та інженерних споруд.

Ключові слова: металеві ферми, розрахункова схема, решітка, розкоси, стійки.

Вступ.

Ферми є одним з найважливіших типів конструкцій у сучасній інженерії, використовуваних для перекриття великих прольотів у будівлях та спорудах, таких як мости, ангари, стадіони та промислові об'єкти. Їх ефективність полягає у здатності витримувати значні навантаження при мінімальному використанні матеріалів. Однак важливим аспектом проектування ферм є вибір їхньої геометричної форми та типу решітки, що впливають на розподіл навантажень, стійкість та загальну економічність конструкції.

У зв'язку з цим, актуальним є дослідження типізацій ферм та їх решіток для досягнення оптимальних конструкційних рішень. Вивчення різних типів ферм та аналіз їх геометричних характеристик дозволяють визначити, які саме форми та конфігурації найбільш ефективні для певних інженерних завдань. У статті розглядаються основні принципи типізації ферм і решіток, їх особливості, а також вплив на структурну цілісність і економічну ефективність будівельних об'єктів.



Геометричні схеми ферм.

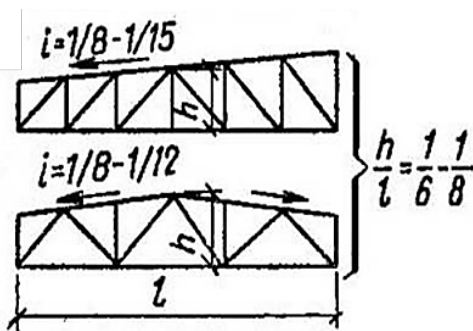
Виділяють основні типи геометричних форм ферм[1-3]:

- а) трапецієподібна ферма (покрівля – рулонна);
- б) ферма з паралельними поясами;
- в) трикутна ферма;
- г) ферма з паралельними поясами, двосхила;
- д) полігональна;
- е) сегментна (арочна).

Трапецієподібна ферма (покрівля – рулонна).

Переваги: ферма відповідає епюрі моментів; можливе жорстке сполучення з колонами; ферма легша в порівнянні з фермою з паралельними поясами; відсутні довгі стержні в середині прольоту.

Недоліки: складність виготовлення; підвищена висота ферми.



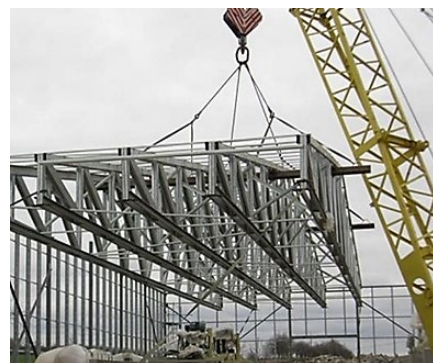
а



б



в



г

Рисунок -1 Трапецієподібні ферми [7]:

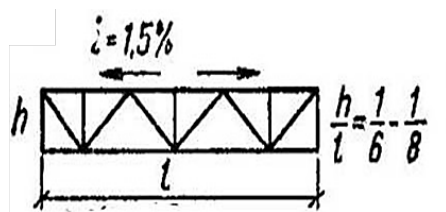
а – схеми ферм; б – готові ферми; в – збудовані покриття з трапецієподібними фермами; г – монтаж ферм



Ферма з паралельними поясами (покрівля рулонна)(рисунок 2).

Переваги: просте виготовлення (однакові стержні решітки, найбільша повторюваність елементів); менша площа покрівлі; довговічність і вогнестійкість покрівлі (завдяки захисному шару гравію на бітумній мастиці).

Недолік: така ферма на 2,5-3% важче трапецієподібної. В цілому: економічність, менші приведені витрати.



а



в



в



г



д

Рисунок -2 Ферми з паралельними поясами [7]:

а – схема ферми; в – готові ферми; б, г, д – збудовані покриття з фермами з паралельними поясами



Трикутна ферма.

Переваги: можливість виконання холодної легкої покрівлі (сталеві, азбестоцементні листи); зовнішнє водовідведення.

Недоліки: опорний вузол гострий, конструктивно складний, допускає тільки шарнірне сполучення з колонами; стержні решітки у середній частині ферми – занадто довгі; трикутна форма не відповідає епюрі моментів.

Додаткові випадки, коли трикутна форма необхідна: консольні навіси, шедове покриття (рисунок 3, г).

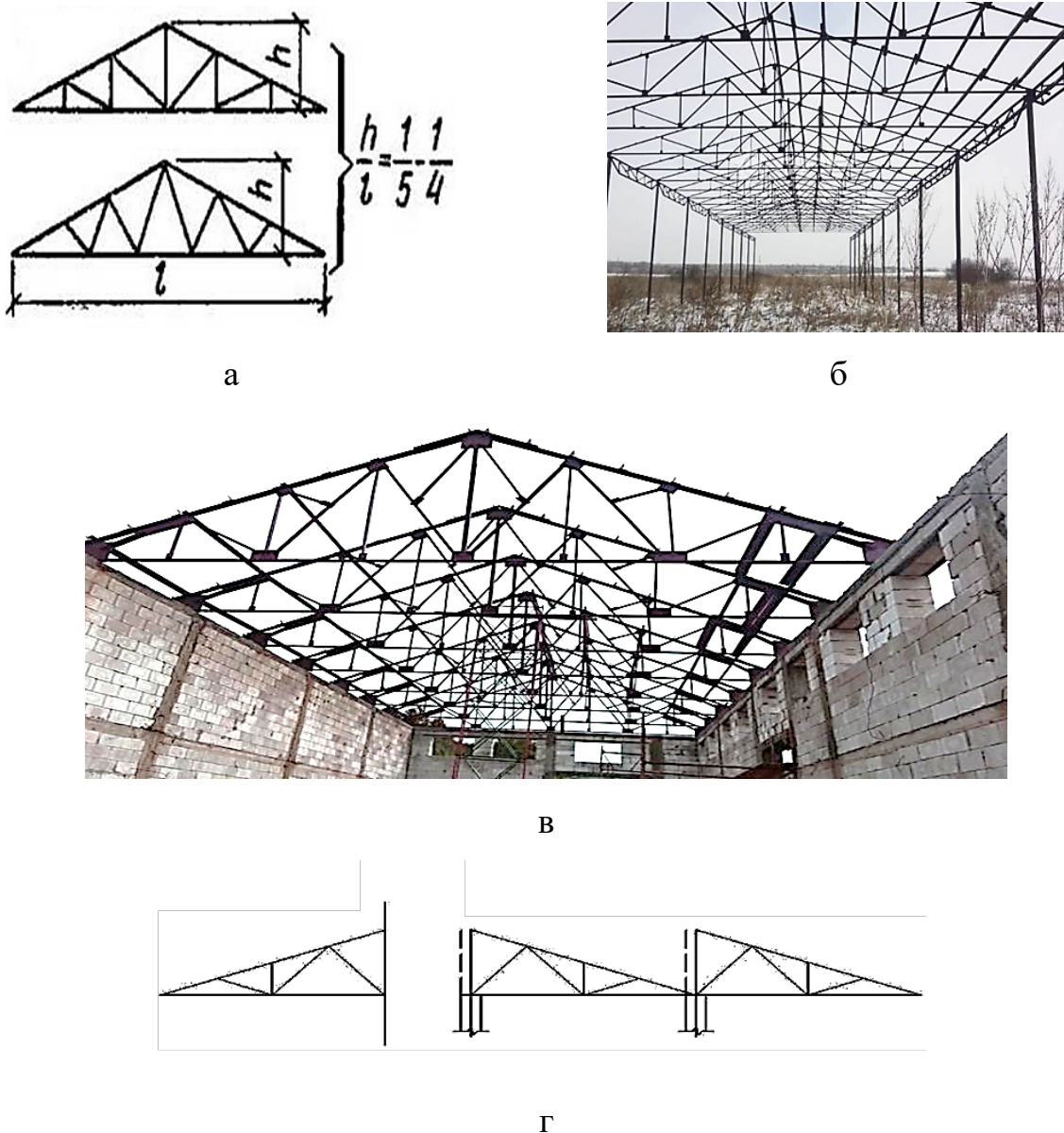


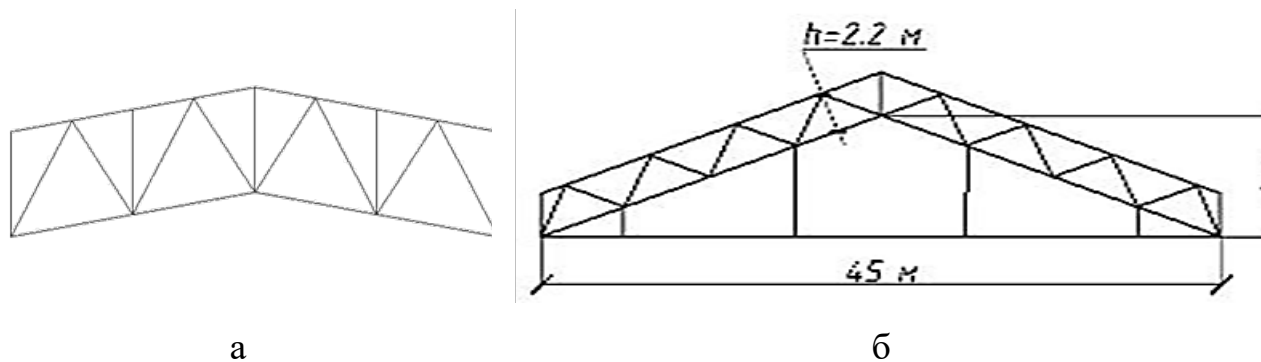
Рисунок - 3 Трикутні кроквяні ферми [7]:

а – схеми ферми; б, в – збудовані покриття з трикутними фермами;

г – можливі схеми покрить з трикутними фермами



Ферма з паралельними поясами, двосхила.



в

Рисунок – 4 Двосхилі ферми з паралельним поясами [7]:

а – схема ферми; б – двосхила ферма в – збудоване покриття з двосхилими фермами



Полігональна.

Переваги: схема можлива для важких ферм (мости); відповідає епюрі моментів.

Недоліки: ферма складна у виготовленні (верхній пояс – ламаний), схема для звичайних ферм – нераціональна.

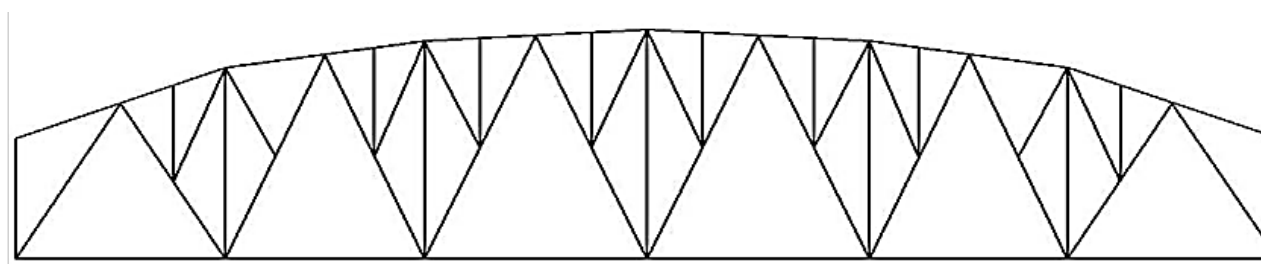
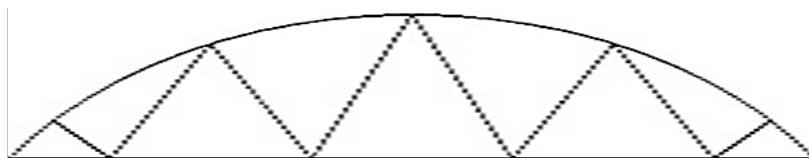


Рисунок – 5 Схема полігональної ферми [7]

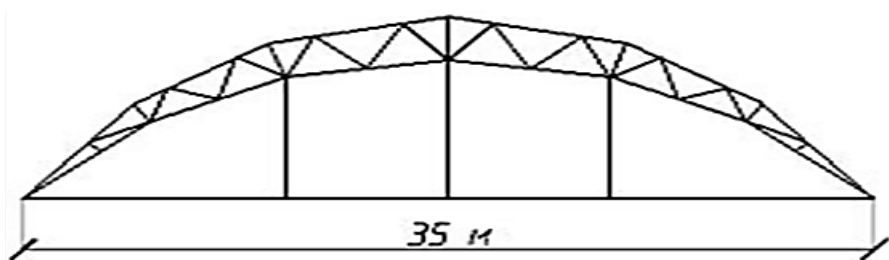
Сегментна (арочна).

Переваги: схема ферми найкраще відповідає епюрі моментів, тому ферма економічна; арочний пояс ферм може бути трубобетонним.

Недолік: ферма складна у виготовленні.



а



б



в



г

Рисунок – 6 Сегментні ферми:

а – схема ферми; б – сегментна ферма в, г – збудовані покриття з сегментними фермами



Системи решітки (рисунок 7)[1-3].

На вибір решітки впливають: маса ферми, трудомісткість виготовлення, відповідність навантаженню, зовнішній вигляд.

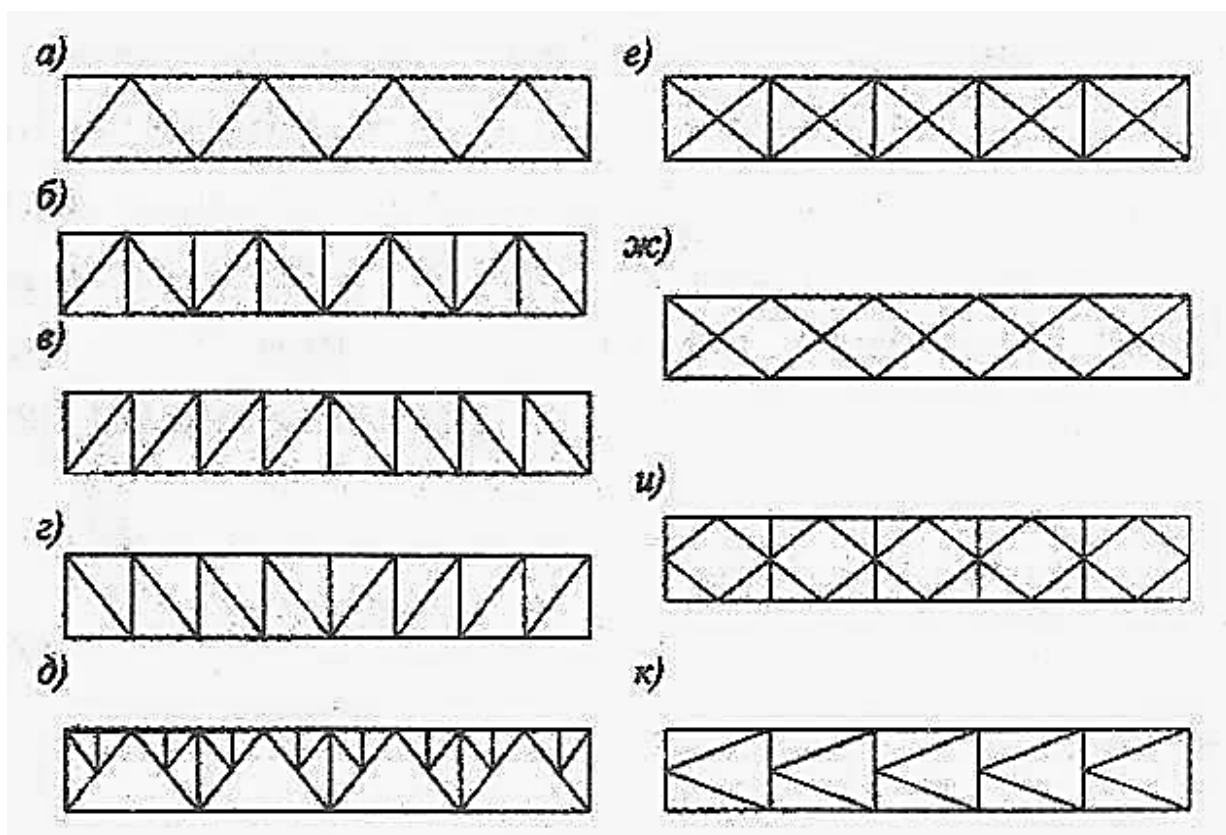


Рисунок 7.. Системи решітки ферм [2]:

*а – трикутна; б – трикутна з додатковими стійками; в,г – розкісна;
д – шпренгельна; е – хрестова зі стійками; ж – хрестова; и – ромбічна;
к – напіврозкісна*

а) Трикутна (рисунок 7 а) та трикутна з додатковими стійками (рисунок 7., б).

Переваги: сумарна довжина решітки і кількість вузлів – мінімальні; шлях від навантаження до опор – найкоротший.

Недолік: довгі стиснуті висхідні (низхідні) розкоси.

б) Розкісна (рисунок 7 в,г).

Переваги: всі розкоси розтягнуті, всі стійки стиснуті, схема рекомендована при малій висоті і великих вузлових навантаженнях (рисунок 7 г).

Недоліки: загальна довжина решітки і кількість вузлів більші, ніж у пункті а), тому решітка важче і складніше у виготовленні.



в) Шпренгельна (рисунок 7 д).

Переваги: виключається місцевий згин поясу; знижується розрахункова довжина стержнів; зменшена маса конструкції ферми; раціональний поділ на відправні марки.

Недолік: підвищена трудомісткість виготовлення.

г) Хрестова (рисунок 7 е,ж):

Перевага: схема раціональна у фермах, що працюють на двостороннє навантаження (в'язі).

Висновки.

У даній статті було розглянуто типізації геометричних форм ферм та їх решіток з точки зору їхнього впливу на стійкість, міцність та ефективність будівельних конструкцій. Проведений аналіз показав, що правильний вибір форми ферми та типу решітки є ключовим фактором для забезпечення рівномірного розподілу навантажень, оптимізації використання матеріалів і підвищення загальної надійності споруд. Зокрема, було підкреслено, що трикутні та аркові форми ферм є найбільш ефективними для великих прольотів, тоді як просторові ферми забезпечують високу стійкість у складних інженерних рішеннях.

Результати дослідження можуть бути використані як основа для проектування ферм, з урахуванням специфічних умов експлуатації та вимог до споруд. Важливою складовою подальших досліджень є розвиток методів оптимізації форм ферм і решіток для досягнення максимального рівня ефективності та економічності конструкцій, що сприятиме покращенню сучасної будівельної практики.

Література:

1. Стороженко Л.І. Металеві конструкції: Навч. посібник / Л.І. Стороженко, В.А. Пашинський, С.Ф. Пічугін, Г.М. Трусів. – К.: НМК ВО, 1992. – 172 с.
2. Стороженко Л.І. Конспект лекцій з дисципліни «Металеві конструкції» для студентів спец. 2903 / Л.І. Стороженко, Г.В. Лупаєнко, В.А. Пашинський,



С.Ф. Пічугін, Г.М. Трусов. – Полтава: ПолтІБІ. Ч.1, 1992. – 48 с.; Ч.2, 1993. – 56 с.

3. Стрелецкий Н.С. Металлические конструкции / Н.С. Стрелецкий, А.Н. Гениев, Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Е.Н. Лессиг. – М.: Стройиздат, 1961. – 776 с.

4. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. – К.: Мінбуд України, 2006. – 51 с.

5. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. – К.: Мінрегіонбуд, 2009. – 30 с

6. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування. – К.: Мінрегіон України, 2014. – 205 с.

7. Винников. Ю.Л. Будівельні конструкції: навчальний посібник / Ю.Л. Винников С.Ф. Пічугін, О.О. Довженко, А.О. Дмитренко. – Полтава: ТОВ «АСМІ», 2015. – 400 с.

Abstract. Стаття присвячена дослідженню типізацій геометричних форм ферм та їх решіток, які є важливою складовою будівельних конструкцій у сучасній інженерії. Ферми широко застосовуються в будівництві мостів, промислових будівель, спортивних споруд та інших об'єктів, де необхідно перекривати великі прольоти при мінімальному використанні матеріалів. У статті проаналізовано різні типи ферм — трикутні, аркові, просторові та інші, а також їх вплив на міцність і стійкість конструкцій.

Автори звертають увагу на важливість правильного вибору геометричної форми ферми для досягнення оптимальних результатів в умовах різних навантажень та експлуатаційних вимог. Окрім цього, значна увага приділяється проектуванню решіток, які забезпечують рівномірний розподіл навантажень і підвищують ефективність конструкцій. Розглянуто основні методи класифікації ферм за геометричними критеріями, а також вплив різних конструктивних рішень на стійкість і оптимізацію використання матеріалів.

Важливим аспектом дослідження є можливість застосування отриманих результатів у проектуванні нових конструкцій, а також удосконаленні існуючих. Висновки та рекомендації, наведені у статті, можуть бути корисними для інженерів і проектувальників, що займаються створенням ефективних, економічно обґрунтованих та надійних ферм для будівель і споруд. Особливу увагу приділено необхідності розвитку методів оптимізації геометричних форм ферм та їх решіток з метою підвищення ефективності сучасних будівельних практик.

Key words: металеві ферми, розрахункова схема, решітка, розкоси, стійки.