# Проектування стріли крана

Міністерство освіти і науки України

Київський національний університет будівництва і архітектури

Кафедра «Будівельні машини» ім.. Ю.О. Вєтрова

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**до курсової роботи з дисципліни:**

**«Проектування металевих конструкцій»**

**Тема роботи: Проектування стріли крана**

**Варіант №2**

Виконав: студент ІV курсу

групи ПНМ-41

Бабіч С.В.

Перевірив: доц.Горбатюк Є.В.

Київ – 2010

**Зміст**

Вихідні дані

1          Обчислення навантажень

2          Поздовжні навантаження

3          Вертикальні навантаження

4          Бокові навантаження

5          Визначення найбільших зусиль у стержнях стріли

6          Побудова ліній впливу у стержнях

7          Підбір перерізів стержнів і перевірка напружень

Список використаної літеретури

**Вихідні дані:**

Баштовий кран типу КБ – 674

Q=90 кН – вага вантажу;

Lc=29,1 м – довжиа стріли;

Gвіз.=9 кН – вага пересувного візка;

Gг.о.=4,2 кН – вага гакової обойми;

Gc=65,2 кН – вага стріли;

nп=0,85 об/хв – частота обертання поворотної частини крана;

і=2 – кратність поліспаста;

t=5 c – час розгону або гальмування.

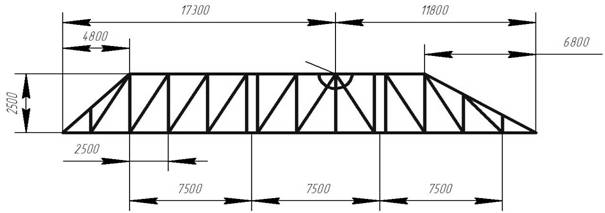
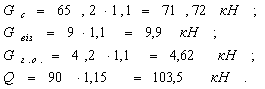


Рис. 1 – Розрахункова схема стріли крана КБ-674.

**1         Обчислення навантажень**

Знайдемо розрахункові навантаження, для чого номінальну власну вагу стріли Gc, пересувного візка Gвіз. і гакової обойми Gг.о., помножимо на коефіцієнт перевантаження nG=1,1, а вагу вантажу Q на коефіцієнт перевантаження nQ=1,15:



2. Поздовжні навантаження.

Зусилля N1 у нижній (веденій) гільці вантажного канату визначаємо за формулою (168) посібника [1]:



де і=2 – кратність поліспаста;

ηп – коефіцієнт корисної дії вантажного поліспаста.

Коефіцієнт корисної дії поліспаста визначається за формулою:



де η=0,98 – ККД одного блока.



Тоді



Зусилля N2 у верхній (ведучій) гілці вантажного канату визначаємо за формулою:



де n0=1 – кількість обвідних блоків.

3. Вертикальні навантаження.

На стрілу баштового крана діють такі вертикальні навантаження.

Власна сила ваги стріли, яка умовно розглядається як рівномірно розподілене навантаження з інтенсивністю:



де Gc – повна сила ваги стріли.

Вертикальні зосереджені навантаження, що передаються на стрілу через вантажний візок:

-           сила ваги вантажу Q=103,5 кН;

-           сила ваги візка Gвіз=9,9 кН;

-           сила ваги гакової обойми Gг.о.=4,62 кН.

Схема розташування прикладених до стріли вертикальних навантажень зображено на рис. 2.

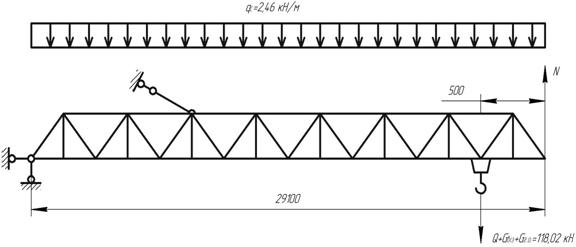


Рис. 2 – Розрахункова схема стріли при дії вертикальних навантажень.

4. Бокові навантаження.

Бокові навантаження, перпендикулярні до вертикальної площини симетрії стріли, виникають внаслідок вітрового тиску і інерції стріли з вантажем під час розгону або гальмування при повороті крана.

Повні вітрові навантаження на стрілу Wc визначаємо за формулою:



де  рв=0,25 кН/м2 – нормальний тиск вітру;

Ан – розрахункова повітряна площа, Ан=Ак∙кс;

Ак – площа контуру бокової проекції стріли, м2:



кс=0,5…0,7 – коефіцієнт заповнення, приймаємо кс=0,6

Ан=69∙0,6=41,4 м2.

Тоді



Вітрове навантаження на стрілу крана вважається рівномірно розподіленим з інтенсивністю:



Повне вітрове навантаження на вантаж вважається зосередженими і прикладеними в центрі ваги вантажу:



де Ан – розрахункова повітряна площа вантажу вагою Q=90 кН.

Знайдемо по табл.3.1 [2]



Тоді



Інерційні навантаження, що діють на вантаж Тван, гакову обойму Тг.о. і візок Твіз розглядаються як зосереджені і обчислюються за формулою:



де G – вага розглядуваного елемента;

g=9,8 м2/с – прискорення вільного падіння;

t=5 с – час розгону або гальмування.

Найбільша лінійна швидкість  визначається за формулою:



де  R – відстань від осі обертання крана до центра ваги елемента, яка дорівнює R=30500-500=30000=30м;

n=0,85 об/хв. – частота обертання крана.



Тоді:

-           сили інерції, що діють на візок



-           сили інерції, що діють на вантаж



-           сили інерції, що діють на гакову обойму



-           інерційне навантаження на стрілу вважають зосередженою силою Тс, прикладеною до оголовка стріли



Розрахункова схема стріли при дії бокових (горизонтальних) навантажень зображено на рис.3.

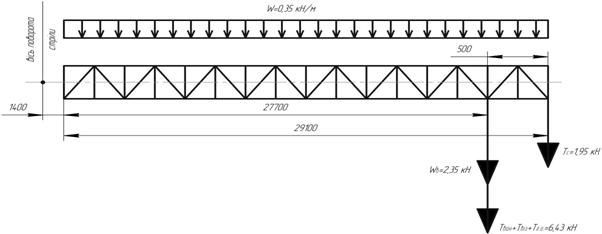


Рис. 3 – Розрахункова схема стріли при дії горизонтальних навантажень.

5. Визначення найбільших зусиль у стержнях стріли.

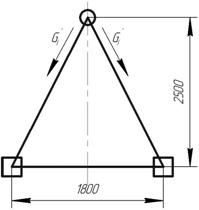


Рис. 4 – Схема розкладання вертикальних навантажень.

Розкладання навантажень на складові. Кожна з вертикальних навантажень, що діють на стрілу, розкладається на дві складові, які лежать в площинах бокових граней (рис.4).



Визначаємо кут :



Визначаємо складові навантаження:



Горизонтальні навантаження в тригранних стрілах умовно прикладаються до єдиної горизонтальної ферми. Виникаючий при цьому крутний момент з метою спрощення розрахунків не враховується.

6. Побудова ліній впливу зусиль у стержнях.

У складі  як вертикальних, так і горизонтальних навантажень є рухомі навантаження, що переміщуються вздовж стріли разом з вантажним візком. Максимальні зусилля в стержнях виникають при деяких найбільш не вигідних положеннях візка. Для визначення цих зусиль по-перше побудуємо їх лінії впливу від дії одиничної сили, що рухається вздовж стріли.

У зв’язку з тим, що найбільш  навантажені стержні знаходяться на консольній частині, то будувати лінії впливу опорних реакцій не потрібно.

Найбільш навантажені стержні, які приникають до заданого вузла В позначені рисками. Проводимо переріз І-І крізь стержні В-1, В-3, 2-3 та розглянемо рівновагу правої відсіченої частини ферми.

Лінія впливу SВ1 (моментна точка 3).

Сила Р=1 ліворуч від перерізу:



Сила Р=1 праворуч від перерізу:



при х=0;  SB1=0;

при х=9,3;  SB1=3,72.

Лінія впливу S23 (моментна точка В)

Сила Р=1 ліворуч від перерізу:



Сила Р=1 праворуч від перерізу:



при х=0;  S23=0;

при х=11,8;  S23=-4,72.

Лінія впливу SВ3 (моментна точка відсутня).

Сила Р=1 ліворуч від перерізу:



Сила Р=1 праворуч від перерізу:



Лінія впливу S13 (моментна точка відсутня).

Сила Р=1 ліворуч від перерізу:



Сила Р=1 праворуч від перерізу:



Будуємо лінії впливу зусиль в горизонтальній площині ферми.

Побудуємо лінію впливу зусилля S23, яке одночасно належить до горизонтальної ферми.

Лінія впливу  S23 (моментна точка С).

Сила Р=1 ліворуч від перерізу:



Сила Р=1 праворуч від перерізу:



при х=0;  S23=0;

при х=11,8;  S23=-6,55.

Лінія впливу SА1 (моментна точка відсутня).

Сила Р=1 ліворуч від перерізу:



Сила Р=1 праворуч від перерізу:



Визначимо по лініях впливу максимальні зусилля в розглянутих стержнях.

Зусилля у стержнях стріли від вертикальних або від горизонтальних навантажень можуть бути знайдені за формулою:



де   Рі – зосереджені сили, що лежать у площині розглядуваної грані стріли;

уі – ординати лінії впливу, відповідні точкам прикладення зазначених сил;

q – інтенсивність розподіленого навантаження;

- площа між лінією впливу й базовою нульовою лінією.



Зусилля в одиничному поясі SВ1 стріли дорівнює:



де     зусилля спричинені вертикальними навантаженнями;



 зусилля спричинені поздовжніми навантаженнями.



Зусилля  визначимо з допомогою лінії впливу від складових  . Інтенсивність розподіленого навантаження q, що лежать у площинах бокових граней.



(розтягнення).



Зусилля  визначаємо за формулою:



де   - кут утворений горизонтальною площиною з боковою проекцією поясів, що сприймають це зусилля.



(стискання).



(розтягнення).



Зусилля у стержні пояса, спільного для бокової і горизонтальної ферм, складається із зусиль зумовлених відповідно вертикальними, горизонтальними і поздовжніми навантаженнями:



(стискання).



Зусилля визначаємо за допомогою лінії впливу  в горизонтальній грані:



(стискання).



Зусилля визначаємо за формулою:



(стискання).



Остаточно:



Розноси і стояки бокових граней стріли сприймають тільки вертикальні навантаження.

Зусилля в розносі визначимо за допомогою лінії впливу



(розтягнення).



Зусилля в стояку визначаються за допомогою лінії впливу в боковій грані:



(стиснення).



Розноси і стояки горизонтальних граней сприймають лише горизонтальні навантаження, перпендикулярні до вертикальної площини симетрії стріли.

Зусилля в розносі визначаємо за допомогою лінії впливу  в горизонтальній фермі:



7. Підбір перерізів стержнів і перевірка напружень.

Верхній пояс. Площа перерізу вибираємо згідно за формулою:



де m=1 – коефіцієнт умов роботи для труб;

R=210 МПа=21 кН/см2 – розрахунковий опір матеріалу для сталі 20;



Вибираємо з таблиці сортаменту прокатних сталей [3] «Трубы стальные бесшовные гарячекатаные» (ГОСТ 8732-89) трубу: зовнішній діаметр

Dз=140 мм, товщина стінки S=11 мм, площа перерізу F=44,56 см2, радіус інерції і=4,58 см.

Нижній пояс. Найбільше стискуюче зусилля Sст в елементах даної групи дорівнює:



Необхідна площа перерізу:



де ϕ – коефіцієнт поздовжнього згину(попередньо береться для поясів 0,7 – 0,8);

m=1 – коефіцієнт умов роботи;

R=210 МПа=21 кН/см2 – розрахунковий опір матеріалу.



Вибираємо з таблиці сортаменту  [4] два нерівнобоких кутника 110х70х8 мм(рис.5), для якого:

А=13,93 см2, imin=1,52 cм, Imin=32,31см4, iх=3,51 см,

Іx=171,54 см4, Iy=54,64 см4, іу=1,98см, xo=1,64 cм, yo=3,61 cм.

Для обраного  перерізу проводимо перевірку напружень Ϭ за формулою:



Гнучкість стержня:



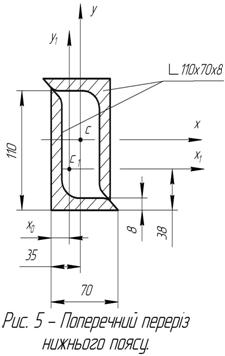
де μ – коефіцієнт зведення довжини (для поясів стріли μ=1);

l – геометрична довжинастержня(l=2,5 м), що визначається , як відстань між центрами вузлів;

rmin – мінімальний радіус інерції перерізу:



Обчислимо Іу для всього перерізу:



Гнучкість пояса:



По таблиці коефіцієнтів поздовжнього згину ϕ знайдемо інтерполяцію:



Напруження:

˂



Розкоси бокових і горизонтальних ферм.

Найбільше зусилля буде SВ3=-105,31 кН(стискання).

Необхідна площа перерізу:



Приймаємо: ϕ=0,6; μ=1,0 (для труб), R=21кН/см2.

Тоді:



Із сортаменту [4] вибираємо трубу: Dз=70 мм, S=4 мм,

А=8,29 см2, і=2,36 см.

Усі розкоси і стійки бокової і горизонтальної ферм виготовляємо однаковими.

Перевіримо напруження:



Мінімальний радіус інерції перерізу для трубчастих стержнів обчислимо за наближеною формулою:



Знайдемо погонні жорсткості пояса іп і розкоса ір:



де



Коефіцієнт  k1:

˃2.



Відношення:



Значення μ для розкоса знайдемо по табл. 2.2 [2]:



Гнучкість розкоса:



Коефіцієнтів поздовжнього згину ϕ (табл. 2.1, [2]):



Напруження:

˂



Конструювання і розрахунок заданого вузла стріли.

Розрахунок вузлів зводиться до обчислення на міцніть зварних швів, що кріплять елементи решітки до верхнього пояса.

Визначимо необхідний катет шва за формулою:



де        Sp – зусилля в привареному режимі;

 - коефіцієнт форми шва, що залежить від технологіі зварювання ( при ручному і 1,0 при автоматичному зварюванні);



 - розрахунковий опір кутового шва (приймаємо );



lш- довжина шва, яка при обтиску елементів решітки в площині, перепендикулярній до площини зєднувальних стержнів визначається за формулою:



У нашому випадку d1=140 мм, d2=70 мм. Тоді:



Стержень В3:



Катет шва:



Приймаємо



Стержень В1:



Катет шва:



Мінімальний катет шва становить 3 мм, тому приймаємо



**Список використаної літератури:**

1.         Власов В.В. Будівельна механіка і металеві конструкції: Навч. посібник. – К.:Міістерство освіти і науки України, 1994. – 200с.

2.         Власов В.В., Шемет І.О. Методичні вказівки та завдання до курсової роботи з дисципліни «Будівельна механіка і металоконструкції». – К., КДТУБА, 1996. – 28с.

3.         Живейнов М.М., Карасев Г.И., Цвой И.Ю. Строительная механика и металлоконструкции строительных и дорожных машин: Учебн. пособие. – М.: Машиностроение, 1988. – 278 с.

4.         Справочник по специальным работам «Монтаж стальных и сборных железобетонных конструкций» Под ред. Б.А. Хохлова. – М.: Стройиздат, 1970 – 906 с.