

*к.т.н. Нечепуренко М.С.,
Сиротіна К.Ю.
(ДонДТУ, м. Алчевськ, Україна)*

ЩОДО ЗАДАЧІ З ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ КРІПЛЕННЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ВІБРАЦІЙНОГО ГРОХОТУ

У статті розглянутий метод розрахунку відстані між пружними перетворювачами рухів в конструкції кріплення робочої поверхні грохоту. Визначено необхідну кількість пружних перетворювачів для запобігання неприпустимого прогину робочої поверхні.

Ключові слова: *робоча поверхня, кріплення, пружний перетворювач руху, припустимий прогин.*

В статье рассмотрен метод расчета расстояния между упругими преобразователями движений в конструкции крепления рабочей поверхности грохота. Определено необходимое количество упругих преобразователей для предотвращения недопустимого прогиба рабочей поверхности.

Ключевые слова: *рабочая поверхность, крепление, упругий преобразователь движения, допустимый прогиб.*

Проблема і її зв'язок з науковими і практичними завданнями.

Особливу роль серед факторів, які визначають експлуатаційні показники робочої поверхні грохоту, займає спосіб кріплення робочої поверхні до опорних конструкцій грохоту. Існує велика розмаїтість конструкцій, що застосовуються на практиці. Загальні вимоги, які до них пред'являються, визначаються насамперед функціональним призначенням самої робочої поверхні. Однією з вимог є наступне:

конструкція кріплення повинна забезпечувати стабільний стан робочої поверхні впродовж всього строку її служби, а саме рівномірний натяг по всій площі, відсутність провисання між опорами, підхльостування й зіткнень із опорними елементами [1].

Аналіз досліджень і публікацій. В конструкції грохоту із кріпленням робочої поверхні через пружні перетворювачі рухів (ППР) до короба [2] вирішується конструкторське завдання: яка кількість перетворювачів необхідно встановлювати для кріплення сита грохоту щоб,

уникнути прогину сита, що допускається, під впливом матеріалу, що просівається?

Раніше була розглянута робоча поверхня грохоту як пластинка [3]. У результаті розрахунку «пластинки» на вигин визначалася кількість пружних перетворювачів рухів необхідних для кріплення робочої поверхні. Однак, цей розрахунок вірний для визначення кількості ППР по ширині робочої поверхні. Але дуже важливо знати, яку кількість перетворювачів рухів необхідно встановити по довжині сита, щоб уникнути неприпустимого прогину робочої поверхні.

Постановка завдання. Рішення питання про кількість опор у даній конструкції грохоту є невід'ємна частина завдання по визначенню параметрів кріплення сита у вібраційному грохоті. Певна кількість опор має на увазі правильне їхнє розміщення, яка б дозволила поліпшити технологічний процес вібраційного переміщення й просівання матеріалу. Завдання, розглянуте в даній статті - місце розташування пружних перетворювачів рухів по довжині робочої поверхні грохоту для запобігання її неприпустимого прогину.

Виклад матеріалу і його результати. Як уже говорилося вище, приймаємо допущення, що робоча поверхня грохоту є пластинка. При вигині пластинки різні її точки одержують переміщення, які залежать від величини зовнішніх сил, геометричних розмірів і характеру кріплення пластинки, а так само від властивостей матеріалу, з якого вона зроблена. У вузлах кріпленнях виникають горизонтальні реакції й у пластинці з'являються розтяжні зусилля й напруги, рівномірно розподілені по товщині, бо пластинка закріплена таким чином, що при вигині краї не можуть зближатися. У цьому випадку величина цих напруг залежить від величини прогину.

Як показують дослідження, якщо максимальний прогин не перевищує однієї п'ятої товщини пластинки, розтягуючі (стискаючі) напруги малі в порівнянні з прогибними й ними можна зневажити, не виходячи за межі припустимої для інженерних розрахунків погрішності [4].

Таким чином, будемо вважати, що при навантаженні пластинки відбувається циліндричний вигин, при якому серединна площина переходить у циліндричну поверхню.

З попереднього розрахунку [3] приймаємо, що для кріплення робочої поверхні використовуємо 4 пружних перетворювачі рухів, які розставлені симетрично по периметру робочої поверхні (рис. 1). Додаткові пружні перетворювачі рухів устанавимо по довжині робочої поверхні.

Як відомо, найбільші зусилля робоча поверхня одержує в місці завантаження матеріалу, а мінімальні - діють на протилежному кінці. Тому розглянемо найбільш напружену ділянку робочої поверхні.

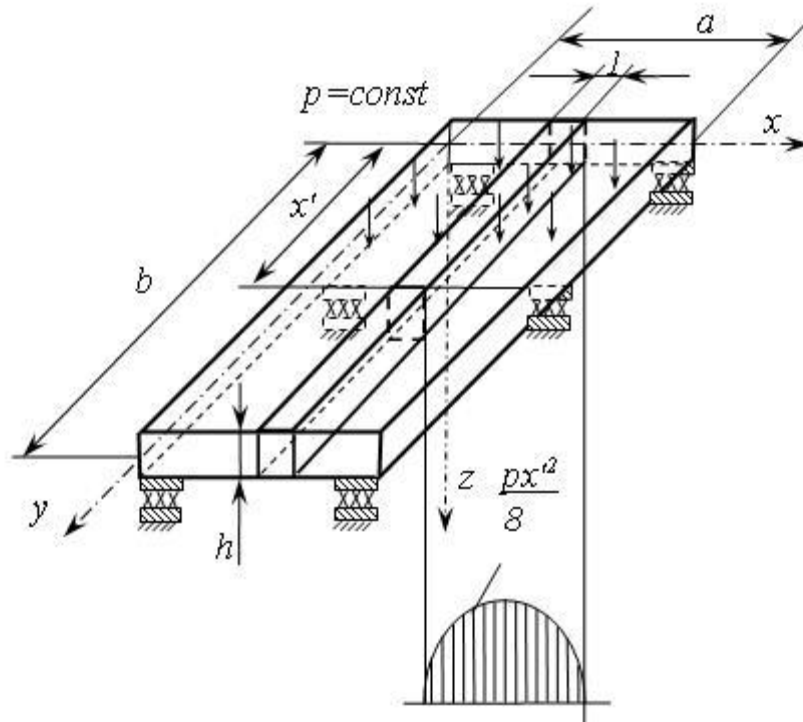


Рисунок 1 – Розрахункова схема

Умови завдання наступні: ϵ розміри пластинки a , b і h , рівномірне навантаження p . Визначимо відстань x' , на якому необхідно встановити додатковий перетворювач рухів (рис. 1).

Диференціальне рівняння вигнутої пружної поверхні пластинки має вигляд:

$$\frac{d^2 H}{dy^2} = -\frac{M_y}{D} \quad (1)$$

Реакції опор і погонний згинальний момент визначимо так само, як для звичайних балок.

Згинальний момент у поточному перетині

$$M_y = \frac{px'}{2} y - \frac{py^2}{2}, \text{ Н}\cdot\text{м/м} \quad (2)$$

Найбільший згинальний момент виникає в середині прольоту:

$$(M_y)_{max} = \frac{px'^2}{8}, \text{ Н}\cdot\text{м/м} \quad (3)$$

Максимальну напругу визначимо з наступної формули:

$$(\sigma_y)_{max} = \frac{(M_y)_{max}}{h^2/6}, \text{ МПа} \quad (4)$$

Прогин обчислимо по рівнянню (2), підставивши в нього вираження згинального моменту M_y у поточному перетині (3):

$$\frac{d^2 H}{dy^2} = -\frac{1}{D} \left(\frac{px'}{2} y - \frac{py^2}{2} \right). \quad (5)$$

Після дворазового інтегрування рівняння одержимо

$$H = C_1 + C_2 y - \frac{1}{D} \left(\frac{px' y^3}{12} - \frac{py^4}{24} \right). \quad (6)$$

Постійні інтегрування C_1 і C_2 визначимо по граничних умовах: $H=0$ при $y=0$ і $H=0$ при $y=x'$. Відповідно до першої умови $C_1=0$, тоді по другій умові $C_2=px'^3/24D$.

Після підстановки постійних інтегрування будемо мати вираження для прогину

$$H = \frac{P}{24D} (x'^3 y - 2x' y^3 + y^4), \text{ мм} \quad (7)$$

Максимальний прогин (при $y=x'/2$)

$$H_{max} = \frac{5}{384} \frac{px'^4}{D}, \text{ мм} \quad (8)$$

Визначимо циліндричну жорсткість D

$$D = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)}, \text{ Н·м} \quad (9)$$

де E, μ - модуль пружності матеріалу пластинки й коефіцієнт Пуассона відповідно.

Кінцевою дією розрахунку робочої поверхні на вигин є дотримання наступної умови:

$$H_{max} < \frac{1}{5} h, \quad (10)$$

де H_{max} – припустимий прогин робочої поверхні, мм.

Для визначення відстані x' дорівняємо рівняння (8) і (10). Одержимо

$$\frac{5}{384} \frac{px'^4}{D} = \frac{1}{5} h. \quad (11)$$

З рівняння (11) знайдемо відстань x' по формулі

$$x' = \sqrt[4]{\frac{384 \cdot D \cdot h}{10 \cdot p}}. \quad (12)$$

Таким чином, якщо встановити додатковий ППР на відстані x' від перетворювачів руху у зоні навантаження матеріалу по довжині робочої поверхні, відбудеться неприпустимий прогин, тобто

$$H_{max} = \frac{1}{5} h. \quad (13)$$

Тому, допустима відстань $x'_{дон}$ між ППР на ділянці робочої поверхні грохоту в місті завантаження матеріалу повинна бути менше, ніж x' , тобто,

$$x'_{дон} < x', \quad (14)$$

та виконувалася умова (10).

Одержання величини $x'_{дон}$ дає можливість визначити, чи варто встановлювати додаткові перетворювачі по довжині робочої поверхні та на якій відстані. Далі рішення завдання розподілу ППР для кріплення робочої поверхні грохоту вирішується шляхом аналізу конструкції.

Допустимо, що $x'_{дон} < x'$ (виконується умова (10) та $x' \ll b$, тому вважається доцільним встановити додаткові ППР на відстані x' від перетворювачів руху у зоні завантаження матеріалу. Таким чином, кіль-

кість встановлених ППР по всій площині робочої поверхні грохота складе 6.

Наприклад, якщо, що $x' \approx b$, тоді доцільно відстань b між вже встановленими перетворювачами руху зменшити до величини $x'_{дон}$, причому особливу увагу необхідно приділити зоні завантаження робочої поверхні матеріалом. В такому випадку необхідність в додаткових перетворювачах руху зникає. Таким чином, кількість встановлених ППР по всій площині робочої поверхні грохота складе 4.

Висновки і напрям подальших досліджень. Таким чином, розглянутий вище розрахунок і розрахунок, приведений у роботі [3], дозволяють ухвалити рішення щодо кількості необхідних пружних перетворювачів рухів у конструкції кріплення робочої поверхні грохоту, використання яких дозволить забезпечувати стабільний стан робочої поверхні впродовж всього строку її служби, а саме рівномірний натяг по всій площі, відсутність провисання між опорами, підхльостування й зіткнень із опорними елементами. Мінімально можлива кількість ППР, яку можна використовувати в розглянутій конструкції кріплення робочої поверхні - 4. Максимальна кількість ППР визначається за результатами розглянутих методик.

Рішення розглянутого завдання дозволяє перейти до наступних завдань. Як відомо, у розглянутій конструкції кріплення робочої поверхні [2] немаловажну роль грає безпосередньо місце з'єднання робочої поверхні й пружного перетворювача рухів. Тому, рішення, скільки ППР необхідно для розглянутої конструкції грохоту й на якій відстані між собою вони можуть перебувати, дозволяє ставити наступні завдання: яким чином необхідно встановити пружні перетворювачі рухів для одержання більш ефективного процесу просівання?

Бібліографічний список

1. Вайсберг Л.А. Проектирование и расчет вибрационных грохотов. – М.: Недра, 1986, 144 с.
2. А.с. 1103910 СССР, МКИ В07 В1/40. Грохот/ М.С.Нечепуренко, И.Г.Резников, В.А.Гордиенко и др. Заявл.11.03.83. Опубл. 23.07.84, Бюл.№27.
3. Сиротина Е.Ю. К задаче определения параметров крепления сита в вибрационном грохоте / Всеукраїнський науково-технічний журнал «Вібрації в техніці та технологіях», 1(46)/2007. С. 98-100.
4. Сопротивление материалов / Под ред. акад. АН УССР Писаренко Г.С. – 5-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд.-во, 1986.

Рекомендовано до друку д.т.н., проф. Фінкельштейном З.Л.