УДК 621.86.065

РОЗРАХУНОК КРІПЛЕННЯ КАНАТУ ДО БАРАБАНА

Кирило ВАТУЛА, Олександр МАРИКІН

Здобувачі вищої освіти спеціальності Н7 Агроінженерія

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна

Анотація. *У роботі розглянуто особливості конструктивного виконання та розрахунку на міцність елементів кріплення вантажного канату до барабана за допомогою притискних планок з трапецієподібними канавками. Проведено аналіз напружено-деформованого стану стрижня болта з урахуванням сумарних напружень від розтягу та згину. Також наведено методику розрахунку на міцність та зминання елементів траверси гакової підвіски у небезпечних перерізах.*

Ключові слова*: барабан, кріплення, планка притискна, розтяг, згин, міцність, сумарні напруги.*

Складана одиниця кріплення канату на барабані є одним із самих відповідальних. Вимоги: надійність в роботі, простота конструкції, відсутність гострих перегинів, можливість огляду і легкої заміни канату.

Розрізняють наступні способи кріплення: зовнішніми планками; внутрішньою притискною планкою; за допомогою клина.

Останні два способи використовують для литих барабанів.

Найбільше вказаним вимогам відповідає кріплення зовнішніми планками (рис. 1). Планку необхідно кріпити двома болтами або використовувати не менше двох одноболтових планок.

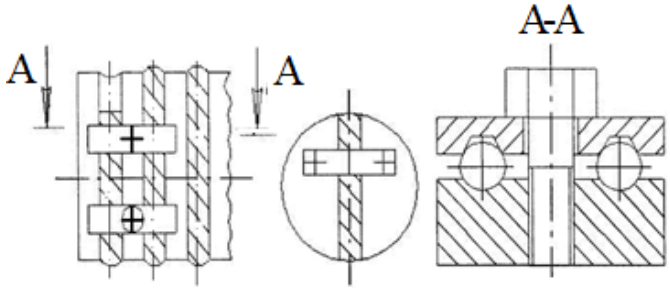


Рис. 1. Планки.

Розрахунок кріплення канату до барабана. Приймаємо конструкцію кріплення каната до барабана притискною планкою, яка має трапецієвидні канавки.

Попередньо приймаємо болт згідно стандарту і перевіряємо його міцність по сумарних напругах в його стрижні при затяжці кріплення із врахуванням розтягу і згину:

$$\sigma_{сум} = \frac{1{,}3 \cdot k_з \cdot F_б}{\left[\frac{\pi \cdot (d_1)^2}{4}\right]} + \frac{k_з \cdot F_б \cdot f \cdot l}{0{,}1 \cdot (d_1)^3} \le [\sigma_р],$$

де $k_з$ – коефіцієнт запасу, $k_з$=1,5; d_1 – внутрішній діаметр стрижня болта згідно стандарту, *мм*; f – коефіцієнт тертя ковзання між канатом і барабаном, f = 0,1.. .0,16; l – плече згину болта, l = S+d_k/2; S – товщина планки, приймаємо конструктивно S = (10-15) мм; $F_б$ – зусилля розтягу стрижня болта:

$$F = \frac{F_{max}}{e^{f \cdot \alpha} \cdot (f + f_1) \cdot \left(1 - e^{f \cdot \alpha_1}\right)}.$$

Тут F_{max} – максимальне зусилля в канаті; f_1 – приведений коефіцієнт тертя між планкою і барабаном, f_1 = f/sinβ,

де β – кут закріплення канату, β = (36-40)°; α – кут обхвату канатом барабану, α = (3-4)π; α_1 – кут обхвату канатом барабану при переході від однієї канавки планки до другої, α = 2π; [$\sigma_р$] – допустиме напруження на розтяг стрижня болта, [$\sigma_р$] = 110... 120 мПа для сталі Ст3.

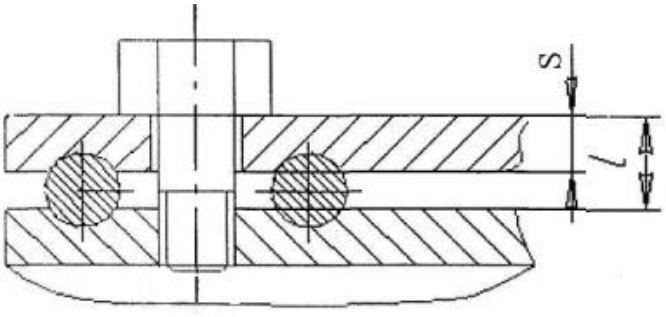


Рис. 2. Кріплення канату.

Розрахунок траверси. Траверсу уявляють балкою, опорами якої являються серги (при вантажопідіймальності Q ≤ 2 т серги не проектують, тому

опорами є щоки). Навантаження Q_{max}, що передається гайкою гака через упорний підшипник, приймають зосередженим у центрі траверси.

Траверса має два небезпечних перерізи: центральне Б-Б, послаблене отвором d_1 під шийку гака, та переріз Г-Г – місце переходу цапфи $d_ц$ в тіло траверси (рис. 3).

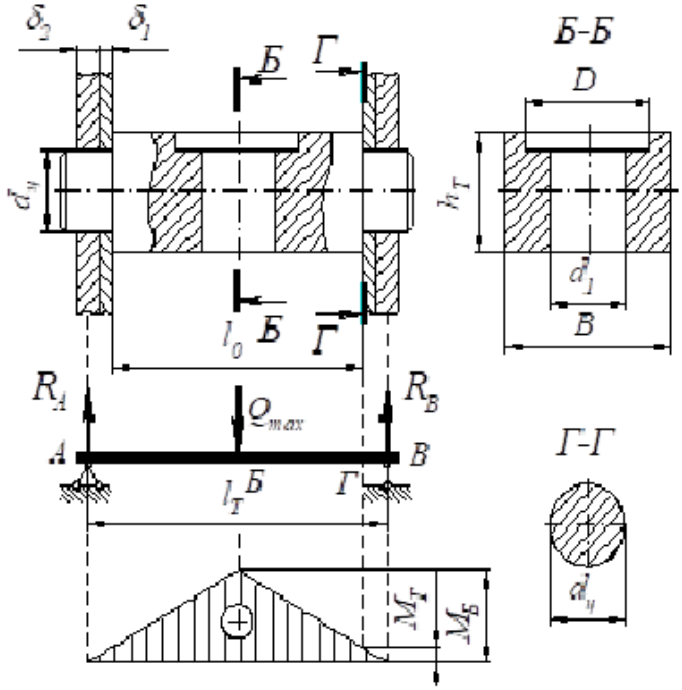


Рис. 3. Розрахункова схема траверси

1. Вихідні дані: матеріал; навантаження на траверсу Q_{max}, Н; зовнішній діаметр упорного підшипника D, мм; товщина щоки δ_1, мм;

товщина серги δ_2, мм; проліт траверси l_T, мм; границя міцності $\sigma_в$, МПа; границя текучості $\sigma_т$, МПа; границя втоми $\sigma_{-1И}$, МПа.

2. Ширина траверси, мм: B=D+(20...35). (1)

3. Висота траверси визначається з умови міцності перерізу Б-Б на згин. Опорні реакції, Н: $\mathbf{R_A = R_B = \frac{Q_{max}}{2}}$. (2)

Згинальний момент в перерізі Б-Б, Н·мм: $\mathbf{M_Б = R_A \cdot \frac{l_T}{2}}$. (3)

Допустиме напруження для перерізу Б-Б, МПа: $\mathbf{[\sigma_Б] = \frac{1{,}4 \cdot \sigma_{-1И}}{K_\sigma \cdot [S]}}$, (4)

де K_σ – коефіцієнт концентрації напружень, K_σ = 2,6 – для перерізу, послабленого отвором; [S] – запас міцності.

Необхідний момент опору перерізу Б-Б, мм^3: $\mathbf{W_Б = \frac{M_Б}{[\sigma_Б]}}$, (5)

Зневажаючи розточкою під кільце упорного підшипника, можна записати:

$$\mathbf{W_Б = \frac{(B - d_1) \cdot h_T^2}{6}}, \quad (6)$$

Звідки висота траверси, мм: $\mathbf{h_T = \sqrt{\frac{6 \cdot W_Б}{B - d_1}}}$. (7)

4. Діаметр цапфи визначають з двох умов: міцності цапфи на згин та забезпечення допустимих напружень зминання в зоні рухомого контакту цапфи із сергою.

Діаметр цапфи з розрахунку на згин.

Згинальний момент в перерізі Г-Г, Н·мм: $\mathbf{M_Г = R_В \cdot (\delta_1 + \frac{\delta_2}{2})}$, (8)

Допустиме напруження в перерізі Г-Г, МПа: $\mathbf{[\sigma_Г] = \frac{1{,}4 \cdot \sigma_{-1И}}{K_\sigma \cdot [S]}}$, (9)

де K_σ – коефіцієнт концентрації напружень, K_σ = 2,7 – для цапфи траверси із гантельним переходом; [S] – запас міцності.

Діаметр цапфи, мм: $\mathbf{d_ц = \sqrt[3]{\frac{M_Г}{0{,}1 \cdot [\sigma_Г]}}}$. (10)

Діаметр цапфи із розрахунку на зминання, мм: $\mathbf{d_Ц = \frac{R_В}{[\sigma_{ЗМ}] \cdot \delta_2}}$ (11)

де $[\sigma_{зм}]$ – допустиме напруження зминання, МПа.

Список використаних джерел

1.Козуб Ю. Г., Маслійов С. В. Підйомно-транспортні машини [Електронний ресурс] : підручник. Старобільськ : ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2018. 277 с.

2. Підйомно-транспортні машини. Навчально-методичний посібник. Навчально-методичний комплекс дисципліни для підготовки фахівців з освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» в аграрних вищих навчальних закладах III-IV рівнів акредитації з напряму: 6.100102 «Процеси, машини та

обладнання агропромислового виробництва» за вимогами кредитно-модульної системиПідйомно-транспортні машини / І. М. Бендера та ін. Камянець-Подільський, ФОП Сисин О.В., Абетка, 2014. 368 с.

3. Підйомно-транспортні машини: Підручник / А. С. Кобець та ін. Луганськ: вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2013. 218 с.

4. Іванов Г.О., Полянський П.М. Загальні принципи взаємозамінності / Актуальні питання економіки, управління, технологій та права: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / Східноєвропейський центр наукових досліджень (Черкаси,1серпня 2025 р.). Research Europe. 2025. с. 76-80. DOU:http://doi.org/10.64076/eecsr250801.07.

Abstract. *The paper considers the design features and strength calculation of cargo rope attachment to the drum using clamping plates with trapezoidal grooves. An analysis of the stress-strain state of the bolt body taking into account total tensile and bending stresses is carried out. The methodology for strength and crushing calculation of the hook suspension traverse elements in critical cross-sections is also presented.*

Keywords: *drum, mounting, clamping plate, tension, bending, strength, total stresses.*

Наукові керівники:
Іванов Г.О.
канд. техн. наук, доцент
Полянський П.М.
канд. екон. наук, доцент
Миколаївський національний аграрний університет

УДК 631.362.3

ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИН ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА ВІД ДОМІШОК

Леонід ОРЛОВСЬКИЙ, Андрій САГУН, Максим ДЕНИСОВ

Здобувачі вищої освіти спеціальності Н7 Агроінженерія

Миколаївський національний аграрний університет

м. Миколаїв, Україна