

УДК 621.863

НОВИЙ ПІДХІД ДО КОНСТРУЮВАННЯ ШАХТНИХ БАРАБАНІВ

©Фідровська Н. М., Лесовицький К. Ю., Чернишенко О. В.

*Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про авторів:**

Фідровська Наталія Миколаївна: ORCID: 0000-0002-5248-273X; mot@uipa.edu.ua; доктор технічних наук; професор кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Лесовицький Костянтин Юрійович: ORCID: 0000-0002-3358-6664; skif085@mail.ru; аспірант кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Чернишенко Олександр В'ячеславович: ORCID: 0000-0003-3255-1088; chernishen@ua.ru; кандидат технічних наук; доцент кафедри металоріжучого обладнання і транспортних систем; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

В статті розглянуто проблеми шахтних барабанів, а саме скоректований підхід до обґрунтування їх конструкції, запропоновано шляхи покращення їх експлуатаційних якостей.

Практика конструювання шахтних барабанів базується на введенні додаткових елементів жорсткості, таких як ребра, кільця і косинки. Це значно збільшує вагу і складність виготовлення барабана, а також приводить до появи місцевих напружень в місцях приварки. Це дуже ускладнює роботу конструкції.

Проведені розрахунки міцності лобовини барабана за спрощеною і уточненою методиками показали, що міцність лобовини повністю забезпечена і необхідності встановлення додаткових конструкцій у вигляді косинок не має сенсу.

Ключові слова: шахтний барабан; лобовина; обичайка; міцність; момент згину; напруження; косинка; елементи жорсткості.

Фидровская Н. Н., Лесовицкий К. Ю., Чернышенко А. В. «Новый подход к конструированию шахтных барабанов».

В статье рассмотрена проблема шахтных барабанов, а именно скорректированный подход к обоснованию их конструкции, предложены пути улучшения их эксплуатационных свойств.

Практика конструирования шахтных барабанов основывается на применении элементов жесткости, таких как ребра, кольца и косынки. Это значительно увеличивает вес и сложность изготовления барабана, а также приводит к появлению местных напряжений в местах приварки. Это значительно усложняет работу конструкции.

Проведенные расчеты прочности лобовины по упрощенной и уточненной методике показали, что прочность лобовины полностью обеспечена и необходимости установки дополнительной конструкции в виде косынок не имеет смысла.

Ключевые слова: шахтний барабан; лобовина; обечайка; прочность; изгибающий момент; напряжения; косынка; элементы жесткости.

Fidrovska N., Liesovytskyi K., Chernyshenko A. “New approach for design of mine drums”.

In the article one considers the problems or else correct approach for basis their design, offer roads of improvement their exploitation properties.

Practice of design mine drums foundation on application elements of hard, so as ribs, rings and scarf. This considerable enlarge weight and complication making of drum and also brings to appearance of authorities strains in place of welding. This considerable complicate of work design.

There was the calculation of the frontal surface of a drum on simplification and performed methods show that durability of the frontal surface completely provided and isn't necessity arrange the additional design in appearance scarf.

Key words: mine drum; frontal surface; surface of a drum; durability; moment of crook; strains; elements of hard.

1. Вступ

Шахтні барабани являються основним елементом підйомної машини, тому забезпечення їх надійної роботи являється досить актуальним. Крім того, шахтні барабани мають досить значну металоємність, не завжди обґрунтовану. Для підвищення жорсткості конструкції шахтні барабани підсилюють кільцями і ребрами жорсткості, що не тільки збільшують їх вагу і ускладнюють технологію виготовлення, але і викликають значні місцеві напруження, які погіршують роботу барабана. Якщо при товщині обичайки барабана, яка отримана розрахунком на міцність, стійкість не забезпечена, то або збільшують товщину або підсилюють обичайку ребрами чи кільцями жорсткості. Перший шлях веде до збільшення ваги барабана, а другий, якщо і не збільшує значно вагу, то погіршує технологію виготовлення барабана і його роботу.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проблемами шахтних барабанів займалося багато видатних вчених, таких як Б. Л. Давидов [1], Б. С. Ковальський [2], З. М. Федорова [3], К. С. Заболотний [4] і та інші.

Б. С. Ковальський звертав увагу на шкідливість установки елементів жорсткості в обичайці канатного барабана і потребі обґрунтування тих випадків, коли вони необхідні.

3. Постановка проблеми

В шахтних барабанах навантаженими являється не тільки обичайка барабана, але і лобовини. Для збільшення їх жорсткості вони посилюються косинками, що не тільки збільшує вагу самого барабана, але значно ускладнює технологію. Найбільш шкідливим наслідком застосування такої конструкції являється те, що з причини великої кількості зварювальних швів в матеріалі лобовин виникає значна кількість місцевих напружень. При цьому міцність лобовин зменшується, тобто ми маємо зворотній ефект.

Лобовина при розрахунках приймається як гладка кругла пластина, яка затиснута на зовнішній поверхні ступиці на радіусі r . Умова сумісності деформацій $y_c = y_l$, $\theta_c = \theta_l$, де y_c , y_l , θ_c , θ_l – відповідно радіальні переміщення і кути повороту стінки барабана і краю лобовини.

4. Викладення основного матеріалу

На стику обичайки і лобовини виникають радіальні переміщення і кути поворота, які залежать від навантаження від канату, який навивається, розмірів барабана і відстані a між лобовиною і розташуванням першого витка. Чим більша ця відстань, тим менші значення моменту згину і поперечної сили, які виникають в лобовині.

Ми проведемо дослідження шахтного барабану підйомної машини ЦР-6х3,4/0,6 (рис. 1).



Рис. 1 – Базова конструкція барабана

Напруження згину в лобовині можна визначити по спрощеній методиці [2]:

$$\sigma_u = \frac{6M_u}{\delta^2} = \frac{3p(x)}{\beta^2 \delta^2} \frac{1}{1 + \varphi}, \quad (1)$$

де

$$\beta = \frac{1,285}{\sqrt{R\delta}}, \quad \varphi = 2,6 \sqrt{\frac{R}{\delta}} \left(\frac{\delta}{\delta_1} \right)^2 \frac{1 - \frac{r^2}{R^2}}{1 + \nu - (1 - \nu) \frac{r^2}{R^2}}$$

Визначаємо за цими формулами для барабана підйомної машини ЦР-6х3,4/0,6 значення моменту згину в лобовині $[\sigma_u] = 115$ МПа, що значно менше допустимих для сталі Ст3 $[\sigma_u] = 160$ МПа.

Визначаємо напруження згину за уточненою методикою [5]:

$$M_m = EJ_0 \chi_\varphi = \frac{EJ_0}{D_m} f(x) \cos n\varphi \quad (2)$$

де EJ_0 – жорсткість на згин лобовини;

$$D_m = Ei_m,$$

$$f(x) = \cos(\rho \sin \psi x) (C_1 e^{\rho \cos \psi x} + C_2 e^{-\rho \cos \psi x}) + A e^{-k\mu \frac{l-x}{h} 2\pi} \quad (3)$$

$$C_1 = \frac{2 + \nu(n^2 - 3) - \frac{4\pi^2 k^2 \mu^2 R^2}{h^2}}{J_0 R} \left[e^{-\rho} - \frac{\cos \psi L (1 + \rho \cos \psi L)}{e^{\rho \cos \psi L} (\cos \psi L + \rho \cos 2\psi L) - e^{\rho(2 - \cos \psi L)} (\cos 2\psi L - \cos \psi L)} \right] +$$

$$+ \frac{4\pi^2 k^2 \mu^2 A e^{-k\mu \frac{L-1}{h} 2\pi}}{h^2 \rho \psi^2 \cos(\rho \sin \psi L) [e^{\rho \cos \psi L} (\cos \psi L + \rho \cos 2\psi L) - e^{\rho(2 - \cos \psi L)} (\cos 2\psi L - \cos \psi L)]}$$

$$C_1 = \left[\frac{4\pi R^2 k^2 \mu^2}{h^2} + 2 - \nu(n^2 - 3) \right] i_m^2 \left[\frac{\cos \psi L + \rho \cos 2\psi L}{e^{-\rho(2 - \cos \psi L)} (\cos \psi L + \rho \cos 2\psi L)} \right] \quad (4)$$

Розрахунок за цією методикою дає значення напружень згину $\sigma_u = 87$ МПа. Як бачимо, міцність лобовини повністю забезпечується без встановлення підкріплювальних елементів. Ми вважаємо доцільним запропонувати нову конструкцію шахтного барабана (рис. 2).

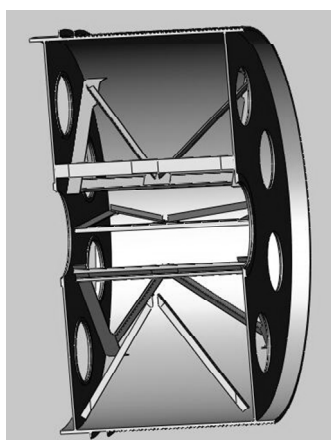


Рис. 2 – Модернізована конструкція

Висновки

Проведені розрахунки конкретного шахтного барабана дозволили зробити висновок про можливість змінення конструкції для зменшення ваги барабана і витрат на його виготовлення, а також для поліпшення надійності його роботи.

Список використаних джерел:

1. Давыдов Б. Л. Расчет и конструирование шахтных подъемных машин / Б. Л. Давыдов. – М. : Углетехиздат, 1949. – 300с.
2. Ковальский Б. С. Барабаны грузоподъемных машин / Б. С. Ковальский, С. В. Кожин. – Харьков : ХВКИУ, 1969. – 164 с.
3. Федорова З. М. Подъемники / З. М. Федорова, И. Ф. Лукин, А. П. Нестеров. – К. : Вища школа, 1976. – 296 с.
4. Заболотный К. С. Разработка рациональных параметров барабанов шахтных подъемных машин с внутренними тормозами на основе развития методов численного моделирования / К. С. Заболотный. –

Днепропетровск : Системные технологии, 1997. – 220 с.

5. Фідровська Н. М. Нова методика розрахунків канатних барабанів / Н. М. Фідровська // Науковий вісник будівництва / Харківський національний університет будівництва та архітектури. – 2013. – Вип. 74. – С. 237-241.

References

1. Davydov, B 1949, *Raschet i konstruirovaniye shahtnykh podyemnykh mashin*, Ugletehizdat, Moskva.
2. Kovalskij, B & Kozhin, S 1969, *Barabany gruzopodyemnykh mashin*, HVKIU, Kharkiv.
3. Fedorova, Z, Lukin, I & Nesterov, A 1976, *Podyemniki*, Vyshcha shk, Kiev.
4. Zabolotnyj, K 1997, *Razrabotka racionalnykh parametrov barabanov shahtnykh podyemnykh mashin s vnutrennimi tormozami na osnove razvitija metodov chislennogo modelirovaniya*, GNPP “Sistemnye tehnologii”, Dnepropetrovsk.

5. Fidrovska, N 2013, ‘Nova metodyka rozrakhunkiv kanatnykh barabaniv’, *Naukovyi visnyk budivnytstva*, iss. 74, pp. 237-241.

Стаття надійшла до редакції 15 червня 2015 р.