

В.М. Краснокутський, к.т.н., доц., О.С. Оболенський, магістрант

Харківський національний автомобільно – дорожній університет

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ НАВАНТАЖЕНЬ, ЩО ВИНИКАЮТЬ У ПРОЦЕСІ ЧЕРПАННЯ МАТЕРІАЛУ, НА ВТОМНУ ДОВГОВІЧНІСТЬ СТРИЛИ ФРОНТАЛЬНОГО НАВАНТАЖУВАЧА

Розглянуто вплив навантажень, що виникають у процесі черпання матеріалу, на втомну довговічність стріли фронтального навантажувача з метою виявлення раціонального способу черпання матеріалу.

Ключові слова: стріла, вплив, довговічність, призма зсуву, ківш.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Джерелом втомного руйнування елементів металоконструкцій робочого обладнання та ходових пристроїв є дія змінних в часі напруг [1, 2], що виникають у робочому процесі фронтального навантажувача під впливом різних навантажень.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій. Як показали попередні дослідження [3], найбільшій навантаженості фронтальний навантажувач піддається в процесі черпання матеріалу.

Напруження, що виникають в процесі черпання матеріалу ковшем фронтального навантажувача, залежать від глибини попереднього заглиблення ковша в штабель, характеру руху ріжучої кромки ковша, тобто від способу черпання матеріалу.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Застосування і реалізація в робочому процесі раціонального способу черпання, тобто здійснення черпання сипучих матеріалів ковшем навантажувача поєднаним способом, дозволяє істотно знизити всі складові опорів, що виникають при черпанні матеріалу, а отже, значно зменшити амплітуду навантажень, що діють на робоче обладнання та базову машину в процесі роботи. Це дозволить збільшити число циклів навантаження і підвищити напрацювання на відмову елементів металоконструкцій робочого обладнання та ходових пристроїв, що призведе до підвищення надійності машини в цілому.

Постановка завдання. Отже, існує необхідність у вивченні впливу навантажень, що виникають у процесі черпання матеріалу, на втомну довговічність стріли фронтального навантажувача з метою виявлення раціонального способу черпання матеріалу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Як приклад розглянемо вплив навантажень, що виникають в процесі черпання матеріалу, на втомну довговічність стріли фронтального навантажувача [4].

Після попереднього заглиблення ковша навантажувача на глибину L_0 , гідроциліндрам підйому стріли і повороту ковша необхідно подолати опір зрушенню матеріалу по лобовій поверхні P_1 , зрушенню матеріалу по бокових поверхнях P_2 , а також ваги матеріалу в призмі зсуву G_m . Оскільки величини P_1 та P_2 порівняно невеликі, розглянемо вплив на втомну довговічність стріли фронтального навантажувача навантажень від ваги матеріалу в призмі зсуву G_m .

Позначимо вагу матеріалу в призмі зсуву при глибині попереднього заглиблення $L_0 = 1,0L_k$ як G_{M1} , при глибині попереднього заглиблення $L_0 = 0,85L_k$ як G_{M2} і знайдемо максимальні напруження в стрілі фронтального навантажувача від дії цих навантажень.

Розрахункова схема для визначення максимальних напружень представлена на рисунку 1.

Як видно з епюри згинальних моментів, найбільш небезпечним перетином стріли фронтального навантажувача є місце кріплення гідроциліндра підйому стріли. Небезпечний перетин стріли являє собою прямокутник зі сторонами $b=50$ мм, $h=220$ мм. Визначимо геометричні характеристики небезпечного перерізу [5].

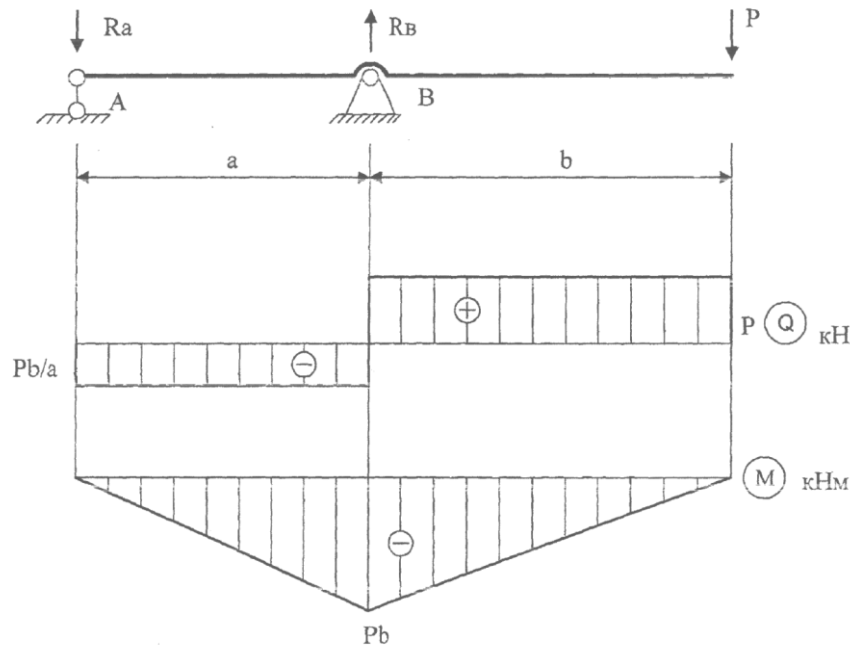


Рисунок 1 – Епюри напружень в стрілі фронтального навантажувача

Площа поперечного перерізу:

$$F = b \cdot h = 5 \cdot 22 = 110 \text{ см}^2$$

Момент інерції щодо осі x:

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{5 \cdot 22^3}{12} = 4437 \text{ см}^4$$

Момент опору відносно осі x:

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{5 \cdot 22^2}{6} = 403 \text{ см}^3$$

Стріла навантажувача виготовлена зі сталі марки Ст.3, що має наступні характеристики [5]: межа текучості $\sigma_m = 240 \text{ МПа}$; межа міцності $\sigma_s = 470 \text{ МПа}$; межа витривалості $\sigma_{-1} = 170 \text{ МПа}$; відносне подовження $\psi = 26\%$.

Навантаження, що сприймає стріла при повороті ковша в штабелі матеріалу, буде складатися з ваги ковша G_x і ваги матеріалу в призмі зсуву G_M .

Для фронтального навантажувача CATERPILLAR 950G, $G_k = 0,9$ т; $G_{m1} = 3,8$ т; $G_{m2} = 2,75$ т (згідно з даними, отриманими в результаті проведення експерименту) [6].

Тоді:

$$P_1 = G_{m1} + G_k = 3,8 + 0,9 = 4,7 \text{ т}; P_1 = 46,1 \text{ кН};$$
$$P_2 = G_{m2} + G_k = 2,75 + 0,9 = 3,65 \text{ т}; P_2 = 35,8 \text{ кН}.$$

Величина максимального згинального моменту в небезпечному перерізі від дії навантажень P_1 та P_2 відповідно:

$$M_{max1} = P_1 \cdot a = 46,1 \cdot 2,1 = 96,8 \text{ кНм};$$
$$M_{max2} = P_2 \cdot a = 35,8 \cdot 2,1 = 75,18 \text{ кНм}.$$

Максимальне напруження в небезпечному перерізі:

$$\sigma_{max1} = \frac{M_{max1}}{W_x} = \frac{96,8 \cdot 10^5}{403} = 240,2 \text{ МПа};$$
$$\sigma_{max2} = \frac{M_{max2}}{W_x} = \frac{75,18 \cdot 10^5}{403} = 186,5 \text{ МПа}.$$

Таким чином, і в першому, і в другому випадку, максимальні напруження, що виникають в стрілі, перевищують допустиму межу витривалості. Отже, має місце накопичення втомних пошкоджень.

Визначимо допустиму кількість циклів навантажень робочого обладнання навантаженнями P_1 і P_2 .

Рівняння кривої втоми має вигляд [3]:

$$\sigma_a^m \cdot N_k = (1,75 \cdot \sigma_b)^m,$$

де m – показник ступеня, $m=8,3$, [3];

N_k – руйнівний число циклів;

σ_a – максимальні напруги.

Тоді:

$$N_{k1} = \frac{(1,75 \cdot 470)^{8,3}}{240,2^{8,3}} = 27,5 \cdot 10^3;$$
$$N_{k2} = \frac{(1,75 \cdot 470)^{8,3}}{186,5^{8,3}} = 223,4 \cdot 10^3.$$

Як впливає з наведеного розрахунку, число циклів до утворення втомної тріщини при використанні в робочому процесі фронтального навантажувача раціонального сумісного способу черпання, збільшується в порівнянні зі звичайним способом у 8 разів.

Висновки

Таким чином, застосування і реалізація в робочому процесі раціонального способу черпання дозволяє підвищити напрацювання на відмову елементів металоконструкцій робочого обладнання та ходових пристроїв, що веде до підвищення надійності машини в цілому.

Література

Хмара А.А., Кравець С.В., Нічке В.В., Назаров Л.В. *Машины для земляных работ. Навчальний посібник.*

Биргер И.А., Шорр Б.Ф. *Расчет на прочность деталей машин. М.: Машиностроение, 1993. – 436 с.*

Лукин А.М. *Оптимизация процесса черпания сыпучего материала фронтальным погрузчиком. – Дис. канд. техн. наук. – Омск, СибАДИ, 1984. – 196 с.*

Азюков Н.А., Алексеенко В.Г. *Повышение надежности металлоконструкций фронтального погрузчика путем снижения загрузок на рабочее оборудование. Машины и процессы в строительстве: Сб. науч. тр. №3. Омск: 2000 – 128 – 130 сс.*

Справочник по сопротивлению материалов. Под ред. Писаренко Г.С. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев.: Наук. Думка, 1988. – 736 с.

Акт виробничого експерименту фронтального навантажувача CATERPILLAR 950G на СУ – 813 від 7.11. Харків. 2011.

Надійшла до редакції 27.10.2011

© В.Н. Краснокутский, А.С. Оболенский

В.Н. Краснокутский, к.т.н., доц., А.С. Оболенский, магистрант

Харьковский национальный автомобильно – дорожный университет

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НАГРУЗОК, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ ЧЕРПАНИЯ МАТЕРИАЛА, НА УСТАЛОСТНУЮ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СТРЕЛЫ ФРОНТАЛЬНОГО ПОГРУЗЧИКА

Рассмотрено влияние нагрузок, возникающих в процессе черпания материала, на усталостную долговечность стрелы фронтального погрузчика с целью определения рационального способа черпания материалу.

Ключевые слова: *стрела, влияние, долговечность, призма сдвига, ковш.*

Krasnokutskiy V.N., Ph. D., Obolenskiy A. S., Graduate

Kharkiv National Automobile and Highway University

STUDYING IMPACT OF THE LOADS, APPEARING IN THE PROCESS OF UPLOADED THE MATERIAL ON THE DURABILITY OF THE FRONT END LOADER BOOM

The impact of the loaders, appearing in the process of uploading the material on the durability of the front end loader boom has been studied to determine the efficient way of uploading material.

Key words: *boom, impact, durability, prism shift, scoop.*