

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР «ІМЕСГ» НААН**



***ЗБІРНИК  
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***VI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди  
112-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора,  
члена-кореспондента ВАСГНІЛ,  
віце-президента УАСГН  
КРАМАРОВА  
Володимира Савовича  
(1906-1987)***

**«КРАМАРОВСЬКІ ЧИТАННЯ»**

***21-22 лютого 2019 року  
м. Київ***

УДК 621.873

## РОЗРАХУНОК МАКСИМАЛЬНИХ ЗУСИЛЬ У ТЯГОВОМУ КАНАТІ СИСТЕМИ «БАРАБАН-КАНАТ-ВІЗОК-ВАНТАЖ»

**В. С. ЛОВЕЙКІН**, доктор технічних наук, професор,  
**Ю. О. РОМАСЕВИЧ**, доктор технічних наук, доцент,  
**О. В. СТЕХНО**, аспірант.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*  
*E-mail: lovvs@ukr.net, romasevichyuriy@ukr.net,*  
*AlexeyStekhno1992@ukr.net*

Сучасні баштові крани під час навантажувально-розвантажувальних робіт здебільшого працюють в умовах інтенсивних перехідних режимів, які супроводжуються суттєвими небажаними динамічними навантаженнями.

У системі «барабан-канат-візок-вантаж» баштового крана саме на тяговий канат припадає значна частина всіх небажаних динамічних навантажень. Динамічні навантаження мають негативний вплив на тяговий канат, який може спричинити передчасний вихід його з ладу, що веде за собою зупинку баштового крана.

Розрахунок величини максимального зусилля у тяговому канаті системи «барабан-канат-візок-вантаж» базується на детальному аналізі її багатоетапної математичної моделі руху. У ході досліджень встановлено, що зусилля у тяговому канаті виникає від дії двох складових, одна з яких – статична, а інша представляє собою динамічну, що виникає від дії коливань вантажного візка відносно канатного барабана та від коливань вантажу, який закріплено на гнучкому підвісі.

Динамічна складова, яка виникає від коливань вантажного візка відносно канатного барабана є високочастотною. Тривалість чверті періоду коливань для першої парціальної системи складає  $t_1 = 0,07$  сек. Динамічна складова, що виникає від коливань вантажу, який закріплено на гнучкому підвісі є низькочастотною. Частота чверті періоду коливань цієї парціальної системи складає  $t_2 = 2,84$  сек. Оскільки частоти відповідних парціальних систем значно різняться між собою, тому їх було розглянуто окремо один від одного.

Розділення зусиль у тяговому канаті дозволило отримати аналітичні залежності, які дозволяють описати максимальні зусилля в ньому.

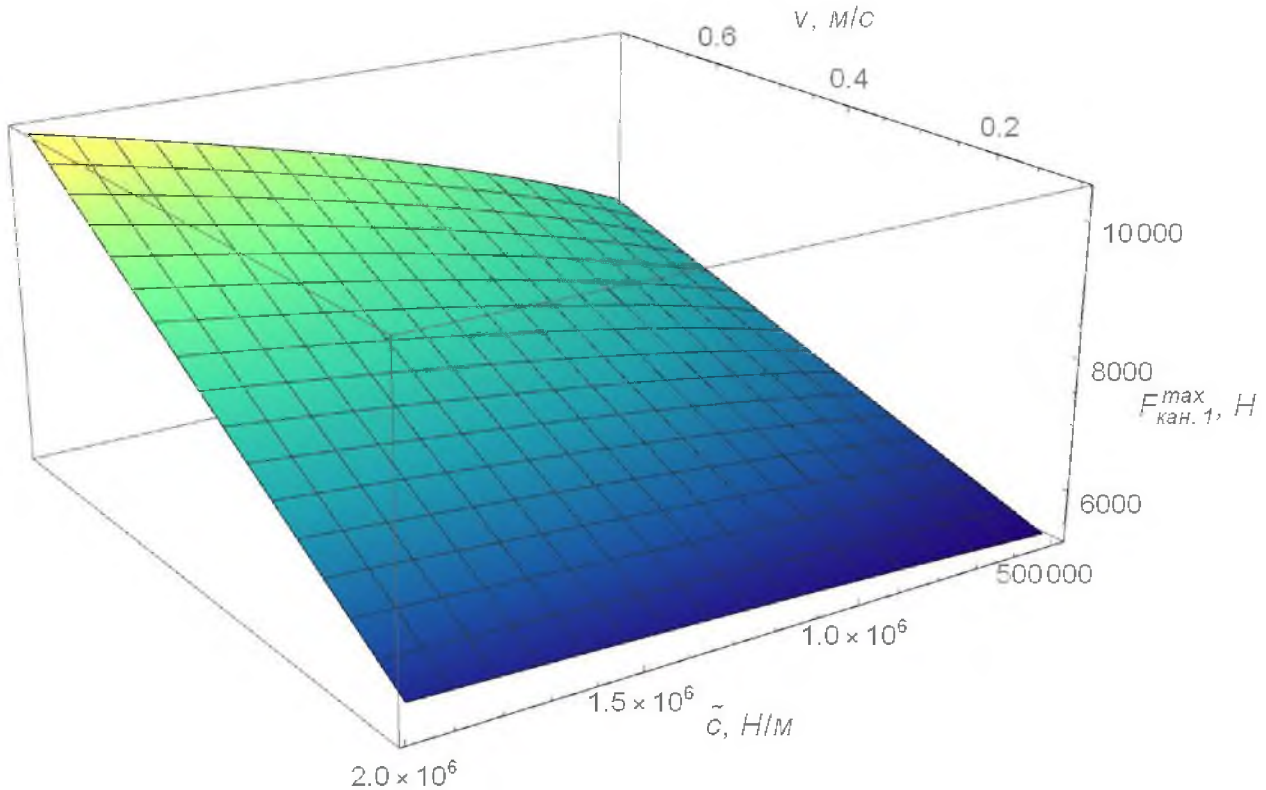
Для першого випадку аналітична залежність максимального зусилля у тяговому канаті, виглядає наступним чином:

$$F_{КАН.1}^{MAX.} = \frac{\tilde{c} \cdot e^{\frac{\sqrt{\frac{m_1}{\tilde{c}} \cdot (\tilde{b} + \sqrt{\tilde{b}^2 - 4 \cdot \tilde{c} \cdot m_1}) \cdot \pi}}{4 \cdot m_1}} \cdot (-1 \cdot e^{\frac{\sqrt{\frac{m_1}{\tilde{c}} \cdot (\tilde{b} + \sqrt{\tilde{b}^2 - 4 \cdot \tilde{c} \cdot m_1}) \cdot \pi}}{2 \cdot m_1}})} \cdot m_1 \cdot R_1 \cdot \omega}{\sqrt{\tilde{b}^2 - 4 \cdot \tilde{c} \cdot m_1}} \quad (1)$$

Детальний аналіз залежності (1) свідчить про те, що на величину максимального зусилля у тяговому канаті  $F_{КАН.1}^{MAX.}$ , при дії високочастотних коливань системи, має вплив жорсткість тягового каната  $\tilde{c}$ , та швидкість зміни

вильоту вантажу  $v$ , яка є добутком двох складових: радіуса канатного барабана  $R_1$  та кутової швидкості привода механізму зміни вильоту вантажу  $\omega$ .

Із використанням параметрів, що відповідають баштовому крану КБ-674, встановлено характер зміни зусилля у тяговому канаті в залежності від зміни величини жорсткості  $\tilde{c}$  тягового каната, а також швидкості  $v$  зміни вильоту вантажу. Результат проведеного аналізу відображено на рис. 1.



**Рис. 1. Графічна залежність зміни максимального зусилля у тяговому канаті  $F_{KAN.1}^{MAX.}$  від величини жорсткості тягового каната  $\tilde{c}$  та швидкості зміни вильоту вантажу  $v$  баштового крана**

Аналізуючи графічну залежність (рис. 1) можна дійти до висновку, що при зміні величини жорсткості тягового каната  $\tilde{c}$  в діапазоні від  $0,5 \cdot 10^6$  до  $2,0 \cdot 10^6$  Н/м, а також швидкості переміщення вантажного візка  $v$  від 0,1 до 0,75 м/с величина зусилля в тяговому канаті змінюється від 5250 до 10500 Н. Вона описується нелінійною залежністю.

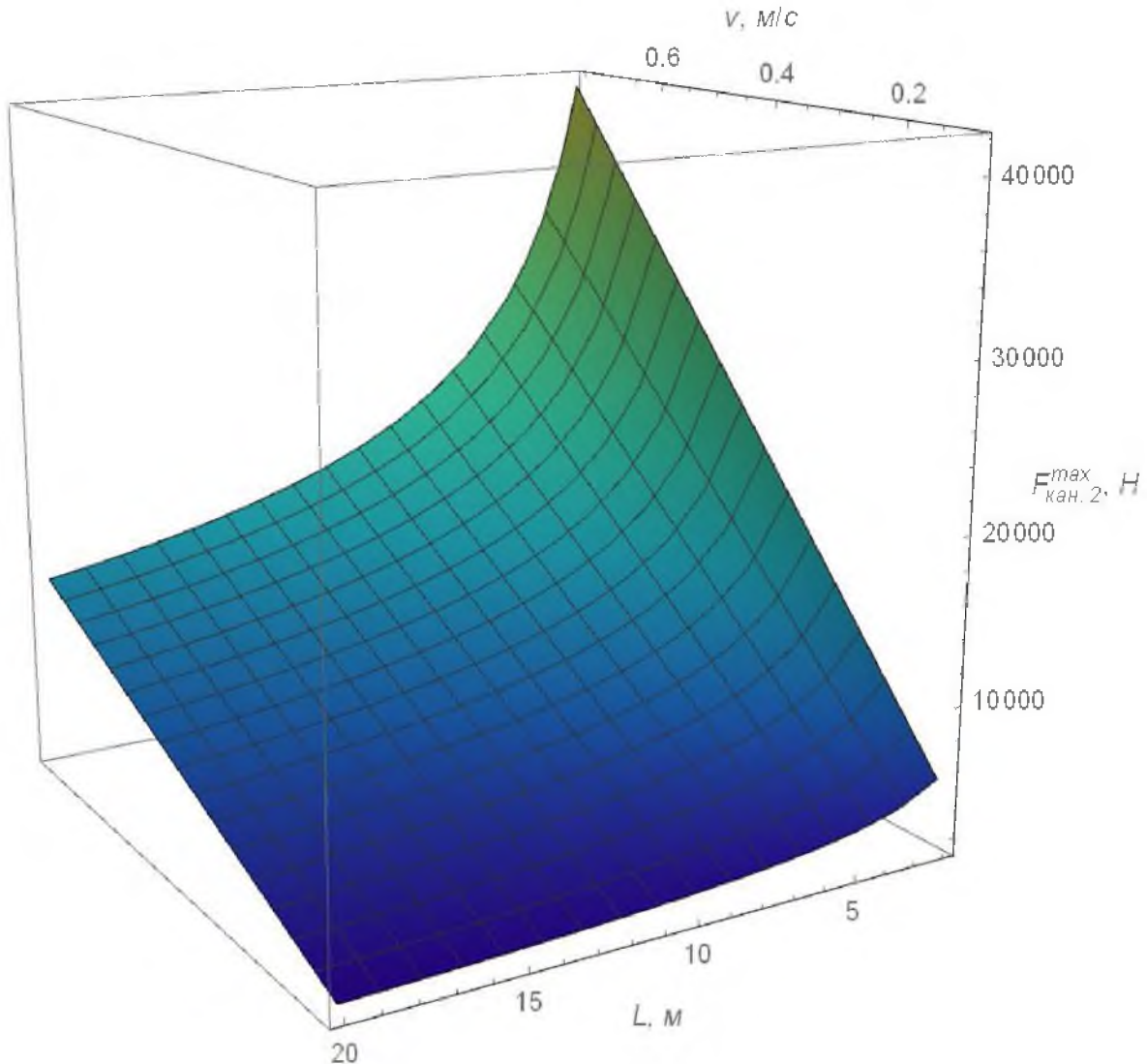
Для другої парціальної системи аналітична залежність максимального зусилля у тяговому канаті, має наступний вигляд:

$$F_{KAN.2}^{MAX.} = m_2 \cdot R_1 \cdot \omega \cdot \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (2)$$

Аналізуючи залежність (2) встановлено, що значна маса вантажу, який закріплено на гнучкому підвісі, а також швидкість набігання тягового каната на барабан та частота коливань вантажу, спричиняють значні величини максимального навантаження у тяговому канаті.

Як і у попередньому випадку, побудуємо графічну залежність зміни максимального зусилля у тяговому канаті  $F_{KAN.2}^{MAX.}$  від дії низькочастотних

коливань системи, як функцію лінійної швидкості кранового візка, та довжини гнучкого підвісу вантажу, котра знаходиться у межах від 2 до 20 метрів. Побудовану графічну залежність представлено на рис. 2.



**Рис. 2. Графічна залежність зміни максимального зусилля в тяговому канаті  $F_{кан.2}^{MAX}$  від швидкості зміни вильоту  $v$  та довжини гнучкого підвісу  $L$  вантажу**

В даному випадку (рис. 2) зміна швидкості переміщення вантажу впливає на максимальне зусилля в тяговому канаті за лінійною залежністю, а зміна довжини гнучкого підвісу впливає не лінійно. Діапазон максимального зусилля в тяговому канаті знаходиться в межах від 1100 до 42500 Н.