

## ЛІТЕРАТУРА

1. Венцель Е.С. Улучшение эксплуатационных свойств масел и топлив: монография / Е.С. Венцель // –Харьков:ХНАДУ, 2010. – 224 с.
2. Венцель С.В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания / С.В. Венцель. - М.: Химия, 1979. – 240 с.
3. Барабаш М.Л. Применение металлоколлоидных смазок (органозолей) железа для приработки деталей автомобильного двигателя / М.Л. Барабаш, М.В. Корогодский, А.С. Краюшкин, Ф.А. Федотов // Повышение износостойкости и срока службы машин. – Киев: АН УССР, 1960. – т. 2. – С. 249–261.
4. Венцель Е.С. Гранулометрический состав загрязнений, как один из факторов, определяющих противоизносные свойства масел / Е.С. Венцель //Трение и износ, 1992; т.Х111, №4; – С. 683–688.
5. Венцель Є.С. Основи трибології та хімотології.: навчальний посібник / Є.С. Венцель, Є.М. Лисіков, А.В. Євтушенко - Харків: УкрДАЗТ. 2007. – 241 с.

УДК 621.873.12

**Т. В. ЛУЦЬКО**, канд. техн. наук, **О. О. ШКАРУПА**, магістрант

*Донбаська національна академія будівництва і архітектури*

### **ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕКОСУ КРАНОВОГО МОСТА НА ЙОГО НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНІЙ СТАН**

**Постановка проблеми.** Виникнення перекісних навантажень, діючих на крани прольотного типу під час їх пересування, призводить до втомного руйнування кранових металоконструкцій. Опір пересування крана (особливо великих прольотів) від перекісних навантажень може сягати досить великих значень.

Перекуси виникають внаслідок [1-3]: 1) відмінності в опорах пересування опор крана, що викликаються неоднаковими за величиною вітровими та інерційними навантаженнями, а також перекосами осей коліс і балансирів в горизонтальній площині, що пояснюється неточністю їх виготовлення і монтажу; 2) розсіювання робочих характеристик електродвигунів внаслідок неточності їх виготовлення; 3) неодночасного спрацьовування гальм і протиугінних пристроїв; 4) різних діаметрів ходових коліс; 5) різних проковзувань приводних коліс.

При перекосах мостів виникає нерівномірне навантаження на конструкції опор крана, підвищується знос підкрановго шляху і ходового обладнання крана, зростає небезпека експлуатації крана.

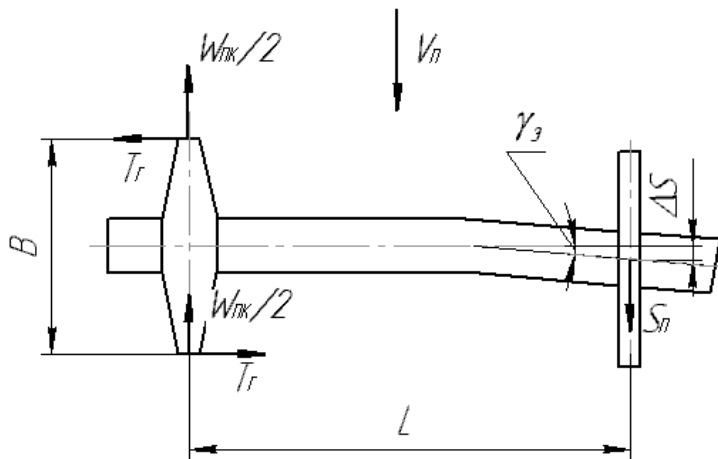


Рис. 1. Схема сил, діючих при перекосі на козловий кран.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Внаслідок перекосу крана одна з його сторін зміщується у напрямку руху щодо іншої. При перекосі крана прольотного типу (рис. 1) забігання однієї з опор викликає в початковій стадії «вільний» поворот прольотної будови і опори на деякий кут  $\gamma_{зв}$  (кут вільного перекосу), який визначається головним чином зазором між рейкою і ребордами коліс.

При подальшому забіганні опори реборди впираються в головку рейки і подальший перекіс на кут  $\gamma_{зп}$  буде здійснюватися в результаті пружних деформацій металоконструкцій моста і опори крана.

Загальний кут перекосу буде складати

$$\gamma_c = \gamma_{cA} + \gamma_{cI} = \arctg \frac{\Delta S}{L}, \quad (1)$$

де  $L$  – проліт крана, м;  $\Delta S$  - максимальне забігання однієї опори відносно іншої, м.

У козлових кранів з жорсткою і гнучкою опорами загальний перекіс може досягати  $\gamma_c = 6^\circ$  [4].

Прийнято вважати, що вільні перекоси набагато менше пружних (тобто відносний забіг опор пропорційний пружному перекосу), а основною причиною пружних перекосів крана є відмінності в тягових і гальмівних зусиллях на різних опорах.

У загальному випадку опір руху крана  $W_{тк}$  (кН) від перекосу є сума опору, створюваного  $n$  кількістю ходових коліс, реборди яких впираються в головки рейок, і опору, створюваного  $m$  кількістю перекошених ходових коліс, реборди яких не впираються в рейки, але вони мають поперечне проковзування і цим збільшують опір руху:

$$W_{ПК} = \sum_{i=1}^n T_{Гi} \varepsilon + \sum_{i=1}^m P_C \varphi, \quad (2)$$

де  $T_{Гi}$  – сила бічного тиску  $i$ -го колеса на рейку, кН;  $\varepsilon$  - коефіцієнт тертя ковзання реборди колеса по рейкам;  $P_C$  – середній тиск на ходове колесо, кН;  $\varphi$  - коефіцієнт, що враховує додатковий опір руху перекошеного колеса на рейку.

Сумарний бічний тиск реборд коліс на рейки  $T_G$  (кН) визначається силою перекоса, що діє на гнучкій опорі:

$$T_G = \frac{S_{\pi} L}{B}. \quad (3)$$

де  $S_{\pi}$  - сила перекосу, кН;  $B$  – база крана, м.

Внаслідок вищесказаного в даній статті проведемо дослідження впливу перекосу на напружено-деформований стан металоконструкцій кранових мостів. Деформації опорних стійок крана від його перекосу в даному аналізі не розглядаємо.

**Метою** дослідження – є визначення раціонального конструктивного рішення прольотної конструкції козлового крана з найменшим перекосом.

**Основний матеріал.** Застосувавши твердотільне моделювання системи автоматизованого проектування Solid Works [5], були складені твердотільні моделі ґратчастих і трубчастих несучих мостів.

У якості навантажень були прийняті: 1 – навантаження від власної ваги моста; 2 – навантаження від ваги вантажу; 3 – сила перекосу.

Вітровими та інерційними силами нехтуємо.

Сила перекосу визначалася з рівнянь руху моста крана, представленого у вигляді двомасової системи.

$$\left. \begin{aligned} m_1 \ddot{S}_1 + k_M (S_1 - S_2) &= P_1(t) - W_{Г1}(t); \\ m_2 \ddot{S}_2 - k_M (S_1 - S_2) &= P_2(t) - W_{Г2}(t), \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

де  $m_1, m_2$  - відповідно приведені маси мосту 1 і вантажу 2;  $S_1, S_2$  - відповідно переміщення опор крана 1 і 2;  $k_M$  - коефіцієнт жорсткості мосту;  $P_1(t), P_2(t)$  - силові дії приводів, закон зміни яких визначають пускові і гальмівні характеристики, відповідно для опор крана 1 і 2;  $W_{Г1}(t), W_{Г2}(t)$  - загальні опори руху для опор крана 1 і 2 (причому опір руху крана від перекосу  $W_{ПК}$ , який входить до складу загального опору руху, визначається за формулою (2)).

Рівняння руху моста крана в канонічному вигляді:

$$\ddot{S} + \omega^2 S = \frac{m_2 A_1 - m_1 A_2}{m_1 + m_2}, \quad (5)$$

де  $S = S_1 - S_2$  - різниця переміщень опор крана 1 і 2;  $\omega = \sqrt{k_M \frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2}}$  - власна

частота коливань системи;  $A_1 = P_1(t) - W_{f_1}(t)$ ;  $A_2 = P_2(t) - W_{f_2}(t)$ .

Сила перекоосу визначається за формулою:

$$S_f(t) = k_M [S_1(t) - S_2(t)]. \quad (6)$$

Вирішивши рівняння (5) з урахування умови (6), отримуємо силу перекоосу:

$$S(t) = \frac{m_1 A_2 - m_2 A_1}{m_1 + m_2} (1 - \cos \omega t). \quad (7)$$

Аналіз розрахунку напружено-деформованого стану ґратчастого і трубчастого мостів показав: 1. Найбільші значення напружень від комбінації навантажень знаходяться у верхній

частині прольотної конструкції з боку, де розташовується візок з вантажем. Причому

максимальне напруження ґратчастого мосту склало 196 МПа, трубчастого – 162,5 МПа (рис. 2); 2. Напруження трубчастого мосту на 17,1% менше ніж у ґратчастого; 3. Переміщення від перекоосу у ґратчастого мосту склало 33,9 мм, а у трубчастого 21,1 мм при силі перекоосу 26 кН, вазі вантажу 250 кН і прольоті 20 м (рис. 3); 4. Переміщення від пружного перекоосу у

трубчастого мосту на 37,6% менше ніж у ґратчастого.

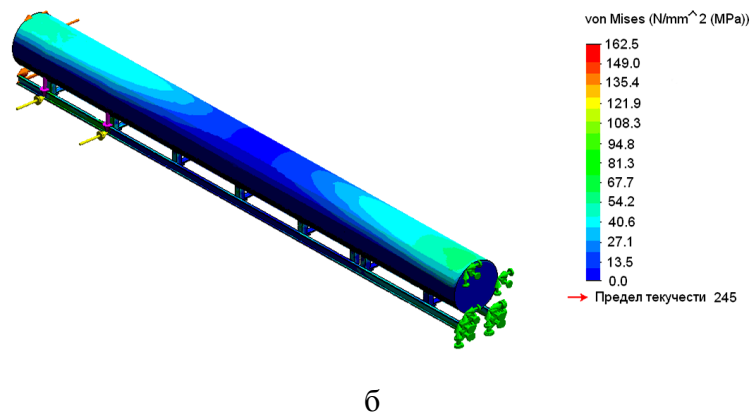
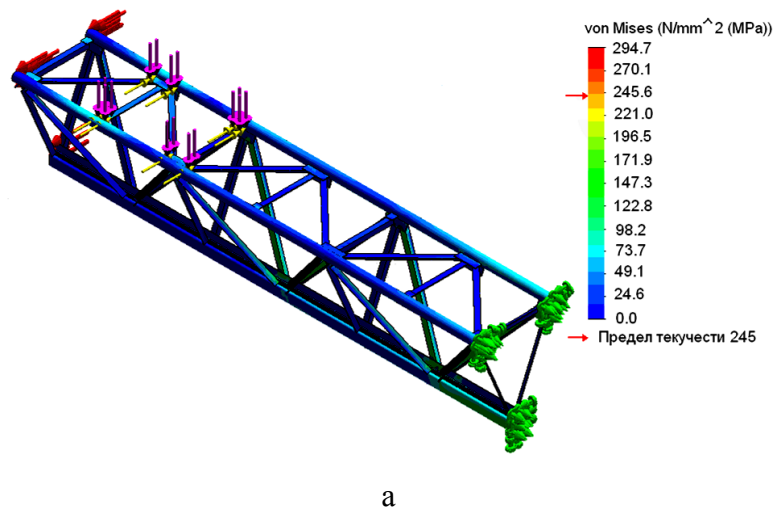
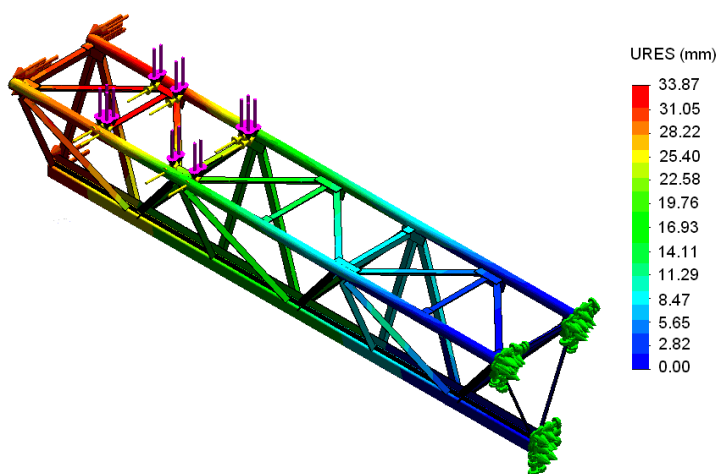
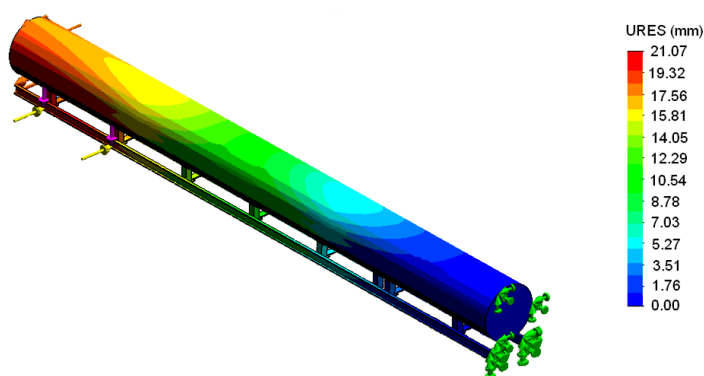


Рис. 2. Результати розрахунку напружень від перекоосу ґратчастого (а) і трубчастого (б) мостів.



а



б

Рис. 3. Результати розрахунку переміщень від перекосу гратчастого (а) і трубчастого (б) мостів.

## Висновки.

1. При перекосах мостів виникає нерівномірне навантаження конструкцій прольотних кранів. 2. За результатами чисельного аналізу, проведеного за допомогою програмного комплексу Solid Works, трубчаста конструкція мосту менш схильна до впливу пружного перекосу. Тому перевагу слід віддавати трубчастому мосту ніж гратчастому. 3. Напружено-деформовані стани мостів (як гратчастого, так і трубчастого) задовольняють вимогам, як з міцності, так і з жорсткості. Аналіз переміщень мостів від

пружних перекосів свідчить про необхідність їх врахування при експлуатації кранів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Абрамович И.И. Грузоподъемные краны промышленных предприятий: Справочник / И.И. Абрамович, В.Н. Березин, А.Г. Яуре.// – М.: Машиностроение, 1989. -360 с.
2. Абрамович И.И., Котельников Г.А. Козловые краны общего назначения. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 232 с., ил.
3. Абрамович И.И. Определение перекосных нагрузок, возникающих при движении козловых кранов // Вестник машиностроения, 1969, №3. – С. 42 – 45.
4. Мостовые перегружатели. Беглов Б.В., Кох П.И., Онищенко В.И., Окулов Д.П., Эбич Р.Д., Зискис А.Я. – М.: Машиностроение, 1974. – 224 с.
5. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. – М.: ДМК Пресс, 2010. -464 с.