

УДК 621.3

# РОЗРОБКА МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ПРУЖНОСТІ ТЯГОВОЇ РАМИ НАПІВПРИЧІПНОГО СКРЕПЕРА

Д.т.н. І. Г. Кириченко, к.т.н. С.Г. Ковалевський, М.М. Безсонов, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Розглянуто задачу вдосконалення розрахунків тягової рами напівпричипного скрепера на міцність та довговічність за рахунок визначення показників пружності її металоконструкції. Розроблено комп'ютерну модель тягової рами. Запропоновано методику розрахунку показників деформації металоконструкції рами в горизонтальній та вертикальній площині та визначення коефіцієнтів пружності рами.*

*Рассмотрена задача совершенствования расчетов тяговой рамы полуприцепного скрепера на прочность и долговечность за счет определения показателей упругости ее металоконструкции. Разработана компьютерная модель тяговой рамы. Предложена методика расчета показателей деформации металоконструкции рамы в горизонтальной и вертикальной плоскости и определения коэффициентов упругости рамы.*

*The problem of improving the calculation of the traction frame of a semi-trailer scraper for strength and durability is considered due to the determination of the elasticity indices of its metal structure. A computer model of the traction frame was developed. A technique is proposed for calculating the deformation indexes of the metal structure of the frame in the horizontal and vertical planes and determining the elasticity coefficients of the frame.*

**Ключові слова:** скрепер, тягова рама, комп'ютерна модель, пружність, деформація, міцність, надійність, сила, показники, площина, методика, розрахунок.

## Вступ

У динаміці процесу копання ґрунту скрепером відомо, що тягова рама є пружним елементом, жорсткість якого значно нижча за жорсткість решти вузлів металоконструкції машини [1]. Специфічна форма тягової рами скрепера надає їй значну пружність в горизонтальній та вертикальній площині, що слід враховувати при розрахунках на міцність та довговічність.

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сучасні комп'ютерні технології дозволяють досліджувати складні лінійні і нелінійні багатомасові системи, що описують режими руху землерийно-транспортних машин [2]. Слід зазначити ряд робіт, які відносяться до дослідження навантаження вузлів скрепера при роботі в одиночному режимі і з товчачем [3]. На основі результатів дослідження режимів експлуатації скреперів, складені розрахункові схеми для самохідних машин, які відображають режими навантаження тягової рами, седельнозчипного пристрою і ковша, визначені

найбільш слабкі місця цих вузлів металоконструкцій і запропоновані заходи щодо підвищення їх надійності.

З причини складності металоконструкції скрепера і відсутності можливості наблизити розрахункову схему до самої конструкції, розрахунку піддавалися окремі елементи конструкції скрепера при використанні стрижньових систем [4].

Огляд науково-дослідної інформації свідчить про відсутність робіт з визначення навантаженості тягової рами напівпричипного скрепера, з урахуванням показників пружності металоконструкції рами в горизонтальній та вертикальній площині, що не дозволяє отримати достовірні дані в розрахунках на міцність та довговічність.

## Актуальність

Питання визначення показників навантаження тягової рами за допомогою комп'ютерного моделювання з метою підвищення надійності та продуктивності скрепера є актуальним завданням.

## Мета і задачі роботи

Метою роботи є підвищення ефективності проектування і розрахунку тягової рами напівпричипного скрепера за рахунок використання комп'ютерної моделі та розробленої методики, яка враховує деформації металоконструкції рами в горизонтальній та вертикальній площині.

## Результати роботи

Для визначення показників пружності тягової рами була розроблена комп'ютерна модель рами, представлена на рис. 1

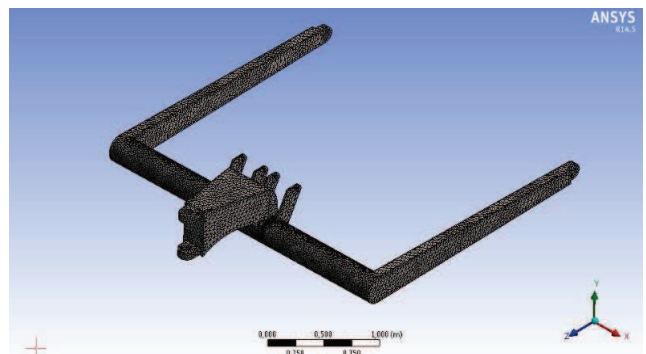


Рис. 1. Комп'ютерна модель тягової рами скрепера

Розрахункові параметри визначалися за допомогою методу кінцевих елементів, для чого в точці додатку сил, що діють з боку трактора на скрепер, прикладалися

спочатку тільки горизонтальні зусилля певної величини, а потім тільки вертикальні зусилля (рис.2,3).

Горизонтальні та вертикальні сили, що діють на тягову раму визначалися за виразами:

$$P_{ix} = U_{11}\Delta x_i + U_{12}\Delta y_i, \quad (1)$$

$$P_{iy} = U_{21}\Delta x_i + U_{22}\Delta y_i, \quad (2)$$

де  $\Delta x$  – подовження рами в горизонтальному напрямі;

$\Delta y$  – подовження рами у вертикальному напрямі.

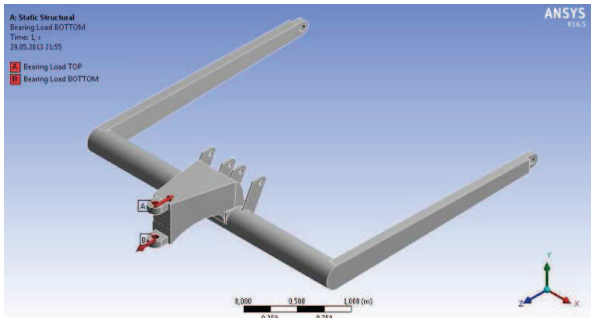


Рис. 2. Схема навантаження тягової рами горизонтальними силами

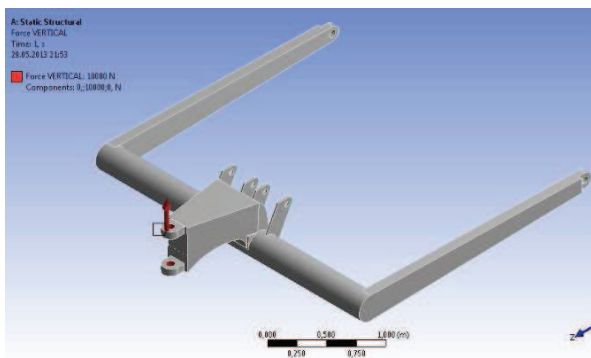


Рис. 3. Схема навантаження тягової рами вертикальними силами

Величини  $\Delta x$  і  $\Delta y$  визначалися як різниці переміщень крапок кріплення рами скрепера до трактора тягача.

$$\Delta x = x_c - x_t, \quad (3)$$

$$\Delta y = y_c - y_t, \quad (4)$$

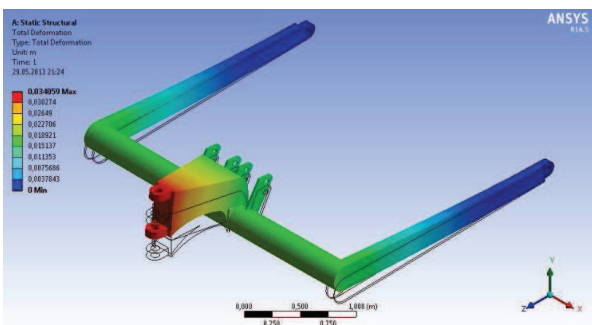


Рис. 4. Деформації тягової рами від дії горизонтальних сил

Значення горизонтальних та вертикальних сил, що діють на арку тягової рами з боку трактора тягача приймалися в межах 10 - 50кН,

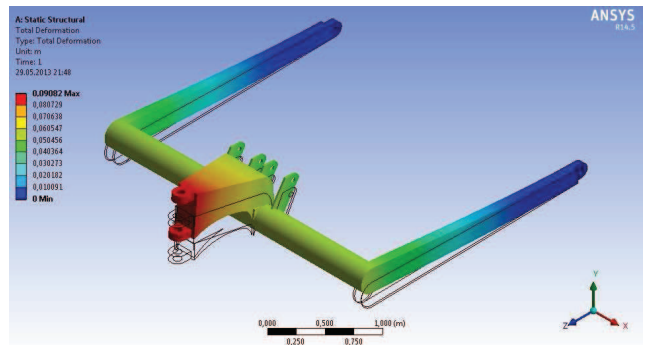


Рис. 5. Деформації тягової рами від дії вертикальних сил

Результати розрахунків (рис.4,5). показали, що подовження рами в горизонтальному напрямі від дії горизонтальних сил змінювалися в межах від 0,0077 до 0,0231 м, подовження рами в горизонтальному напрямі від дії вертикальних сил – від 0,0014 до 0,0068 м. Подовження рами в вертикальному напрямі від дії горизонтальних сил знаходилося в межах від 0,0187 до 0,0561 м, а від дії вертикальних сил – від 0,0176 до 0,0886 м.

Рішення системи рівнянь (1,2) за визначення деформацій, що виникають в тяговій рамі дозволили отримати коефіцієнти горизонтальної пружності тягової рами скрепера, що дорівнюють:  $U_{11} = 2358$  кН/м,  $U_{12} = 2412$  кН/м та коефіцієнти вертикальної пружності тягової рами скрепера, що дорівнюють:  $U_{21} = 157$  кН/м,  $U_{22} = 161$ кН/м.

### Висновки

Використання комп'ютерної моделі тягової рами напівпричіпного скрепера дозволило врахувати деформації металоконструкції рами в горизонтальній та вертикальній площині, визначити коефіцієнти горизонтальної та вертикальної пружності тягової рами. Отримані результати пропонуються для використання в розрахунках вузлів скрепера на міцність та довговічність та дозволяють підвищити надійність машини.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Кириченко І.Г. Наукові основи створення вискоєфективних землерійних машин / І.Г. Кириченко, Л.В. Назаров та ін. – Х.: ХНАДУ, 2003. – 586 с.
2. Краснокутский В.М. Математическая модель полуприцепного скрепера / В.М. Краснокутский, С.Г. Ковалевский // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. трудов. – Днепропетровск: ПГАСА, 2012. – Вып. 66. – С. 51–58.
3. Борисенков В.А. Оптимизация скреперных агрегатов / В.А. Борисенков. – Воронеж: ВГУ, 1990. – 248 с.
4. Rehnberg, A. . Suspension design for off-road construction machines. Stockholm. Sweden. 2011. 92 p. <http://kth.diva-portal.org/smash/get/diva>