

ЛІТЕРАТУРА

1. Коптовець О.М. Основи теорії транспорту. Навчальний посібник та методичні рекомендації до самостійного вивчення дисципліни для студентів напряму підготовки 6.050301 «Гірництво» / М-во освіти і науки України, Нац. гірн. ун-т. – Д. : НГУ, 2015. – 39 с. – Режим доступу: http://tst.nmu.org.ua/ua/Posob_Koptovets.pdf.
2. Сайт ТОВ "ТД "Вектор", Київ. Ходові гайки верстатів із пластику Zedex виробництва Wolf Kunststoff-Gleitlager GmbH. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sealtd.com.ua/zedex-uk/zedex-machine-nut-uk.php>. 21.02.2023р.
3. Сайт ТОВ "ТД "Вектор", Київ. Полімерні ходові гайки підіймача та автопідіймача для СТО з німецького полімера Zedex. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.sealtd.com.ua/zedex-uk/zedex-machine-nut-uk.php>. 21.02.2023р.
4. Autodesk | 3D Design, Engineering & Entertainment Software [Electronic resource]. URL: <http://www.autodesk.com/>

УДК 621.878.27

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ЗУСИЛЬ В ЕЛЕМЕНТАХ ТЯГОВОЇ РАМИ
СКРЕПЕРАМ.О. Побийпеч¹, А.В. Хорошун², М.М. Балака³¹студент групи БМО-31, e-mail: pobyipech_mo@knuba.edu.ua²студентка групи ІЛС-41, e-mail: khoroshun_av@knuba.edu.ua³доцент кафедри будівельних машин, e-mail: balaka.mm@knuba.edu.ua^{1,2,3}Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна

Анотація. У роботі наведено методику визначення недостатніх зусиль, що діють на елементи тягової рами скрепера під час експлуатації на об'єктах дорожнього будівництва. Складання основної та еквівалентної систем з побудовою епюр моментів сил дають наочне уявлення про навантажений стан елементів тягової рами.

Ключові слова: скрепер, тягова рама, реакція, еюра моментів.

DETERMINATION OF THE DESIGN FORCES IN THE SCRAPER TRACTION
FRAME ELEMENTSMakar Pobyipech¹, Anastasiia Khoroshun², Maksym Balaka³¹Student of BMO-31 group, e-mail: pobyipech_mo@knuba.edu.ua²Student of ILS-41 group, e-mail: khoroshun_av@knuba.edu.ua³Associate Professor of Building Machinery Department, e-mail: balaka.mm@knuba.edu.ua^{1,2,3}Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

Abstract. The determination methodology of the insufficient forces is given in the paper, which acts on the scraper traction frame elements during operation at road construction sites.

Assembling the main and equivalent systems by diagramming the force moment gives a visual representation of the loaded state for the traction frame elements.

Keywords: scraper, traction frame, reaction, moment diagram.

Вступ. Робочі процеси землерийно-транспортних машин характеризуються подоланням опорів ґрунту на робочих органах за рахунок сили тяги ходового обладнання і транспортуванням розробленого масиву ґрунту на задану відстань [1, 2]. Зауважимо, що самохідні скрепери найбільш повно поєднують властивості тягових та транспортних машин, які дозволяють досягти високих техніко-економічних показників виконання земляних робіт.

Скрепер – землерийно-транспортна машина циклічної дії, призначена для пошарового зрізання ґрунту та наповнення ним ковша, переміщення ґрунту на задану відстань до місця вивантаження в залежності від проекту виконання земляних робіт. Раціональна відстань переміщення ґрунту для причіпних скреперів становить близько 500 м, для самохідних – до 2...3 км, а в окремих випадках до 5 км. Скрепери застосовуються при спорудженні земляних насипів та виїмок, плануванні будівельних майданчиків.

Відомо, що робочі операції скрепери виконують під час руху по бездоріжжю або примітивно підготовлених ґрунтових поверхнях, вид і стан яких може суттєво вплинути на стійкість скрепера [3, 4]. Під час руху по ґрунтових опорних поверхнях швидкість руху скрепера знижується оператором через неприпустимий за комфортними відчуттями рівень коливань, що виникають на робочому місці в кабіні оператора.

Особливістю металоконструкцій вузлів скрепера є використання спеціальних штампованих профілів та автоматичного зварювання, що значно полегшує вагу машини [2, 5]. Водночас слід враховувати зусилля, що діють на елементи тягової рами, для надійної та ефективної роботи скрепера.

Мета роботи полягає у визначенні недостатніх зусиль, що діють на елементи конструкції тягової рами скрепера, на основі розрахункових схем для навантаженого стану скрепера у заданих умовах експлуатації.

Матеріал і результат досліджень. За розрахункове для тягової рами приймається положення, що відповідає початку виймання з ґрунту цілком завантаженого ковша скрепера наприкінці процесу копання [6].

Складаємо рівняння діючих моментів сил відносно осі Z (рис. 1)

$$\sum M_z = -R_{ox} \cdot b + 2F_{\zeta} \cdot \sin \alpha \frac{b}{2} - R_{D1} \cdot \frac{b}{2} + R_{C1} \frac{b}{2} = 0, \quad (1)$$

звідси складова реакції в місці кріплення тягової рами до стінки ковша

$$R_{ox} = \frac{2F_{\zeta} \cdot \sin \alpha \frac{b}{2} - R_{D1} \frac{b}{2} + R_{C1} \frac{b}{2}}{b},$$

де $2F_{\zeta}$ – зусилля в гідроциліндрах підйому скреперного ковша; R_{D1} , R_{C1} – реакції сидельно-зчпного пристрою.

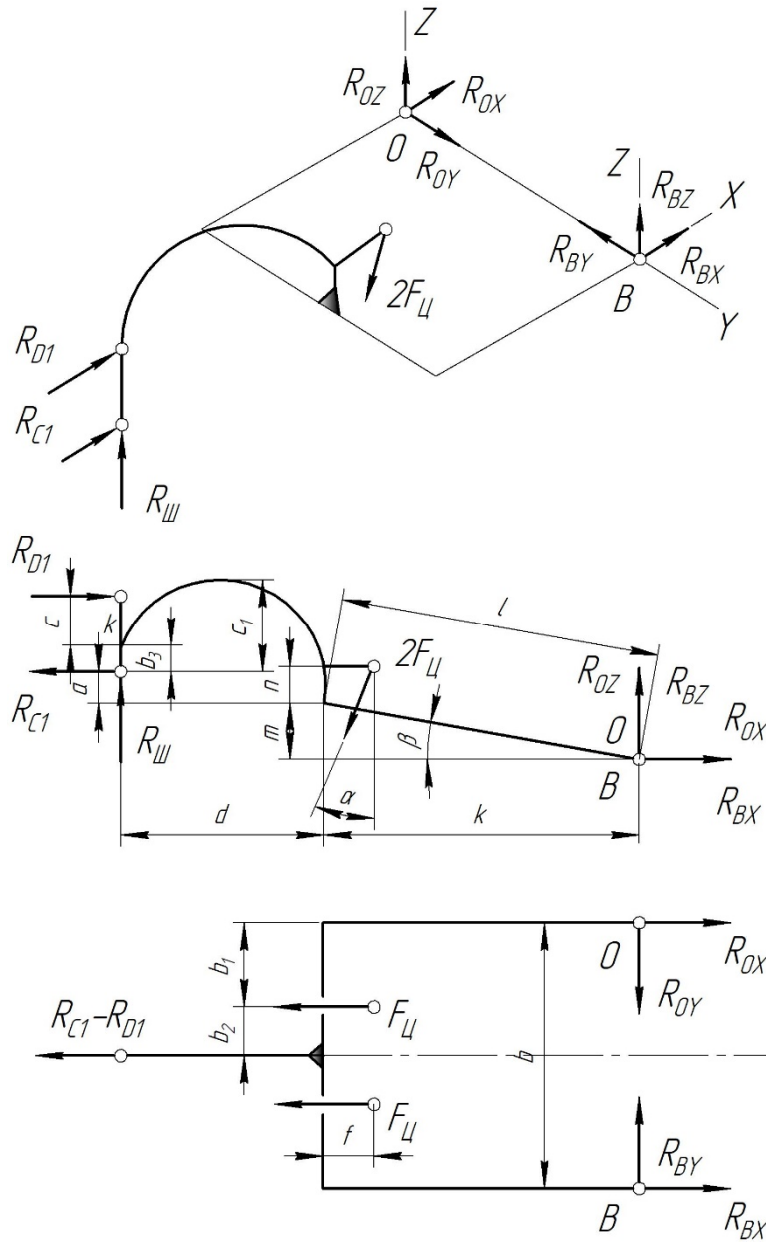


Рис. 1. – Розрахункова схема для визначення реакцій в елементах тягової рами скрепера

Складаємо рівняння діючих моментів сил відносно осі Z'

$$\sum M'_Z = R_{BX} \cdot b - 2F_{\zeta} \cdot \sin \alpha \frac{b}{2} + R_{D1} \cdot \frac{b}{2} - R_{C1} \frac{b}{2} = 0, \quad (2)$$

звідси складова реакції визначатиметься за виразом

$$R_{BX} = \frac{2F_{\zeta} \cdot \sin \alpha \frac{b}{2} - R_{D1} \frac{b}{2} + R_{C1} \frac{b}{2}}{b}.$$

Складаємо рівняння проєкцій сил на вісь $Z (Z')$. Враховуючи симетрію накладання навантаження і симетрію рами, знаходимо реакції $R_{BZ} = R_{OZ}$

$$\sum Z = R_{BZ} + R_{OZ} + R_{\omega} - 2F_{\omega} \cos \alpha, \quad (3)$$

де R_{ω} – реакція сідельно-зчпного пристрою тягача.

На реакції R_{BY} та R_{OY} здійснюють вплив тільки зусилля, які лежать в площині тягової рами скрепера (рис. 2). Визначимо наступні величини:

$$R_1 = R'_{C1} - R'_{D1} + R'_{\omega}; \quad R_2 = R'_2 = F_{\omega} \cdot \sin \alpha \cos \beta;$$

$$R'_{C1} = R_{C1} \cdot \cos \beta; \quad R'_{D1} = R_{D1} \cdot \cos \beta; \quad R'_{\omega} = R_{\omega} \cdot \sin \beta.$$

Кут β визначаємо через $\operatorname{tg} \beta = m/k$.

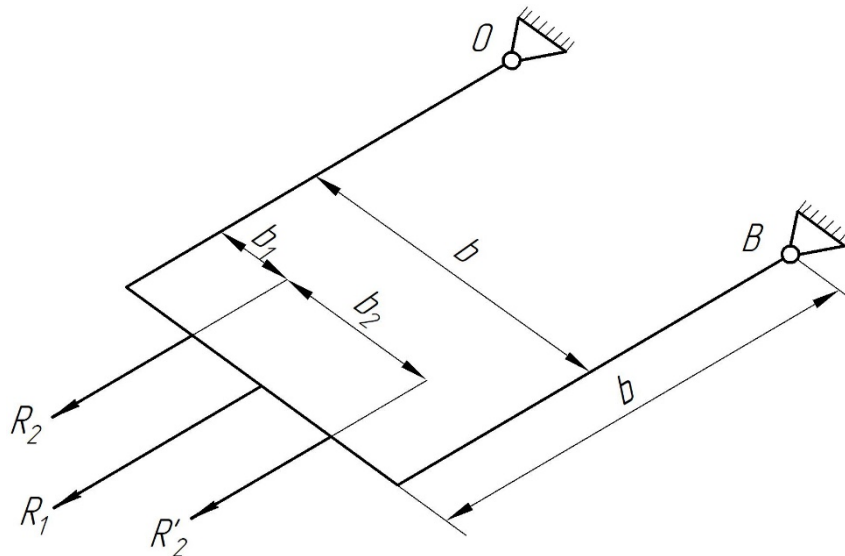


Рис. 2. – Схема для визначення реакцій в площині тягової рами

Складаємо основну і еквівалентну системи (рис. 3) та канонічне рівняння методу сил. Тягова рама скрепера на схемі є один раз статично невизначеною системою. Основна система матиме наступний вигляд.

Еквівалентну систему зображуємо з невідомим зусиллям X_1 , що привене замість відкинutoї зайвої в'язі.

Канонічне рівняння запишемо у вигляді:

$$X_1 \delta_{11} + \Delta_{1F} = 0, \quad (4)$$

звідси знаходимо невідоме зусилля $X_1 = -\frac{\Delta_{1F}}{\delta_{11}}$.

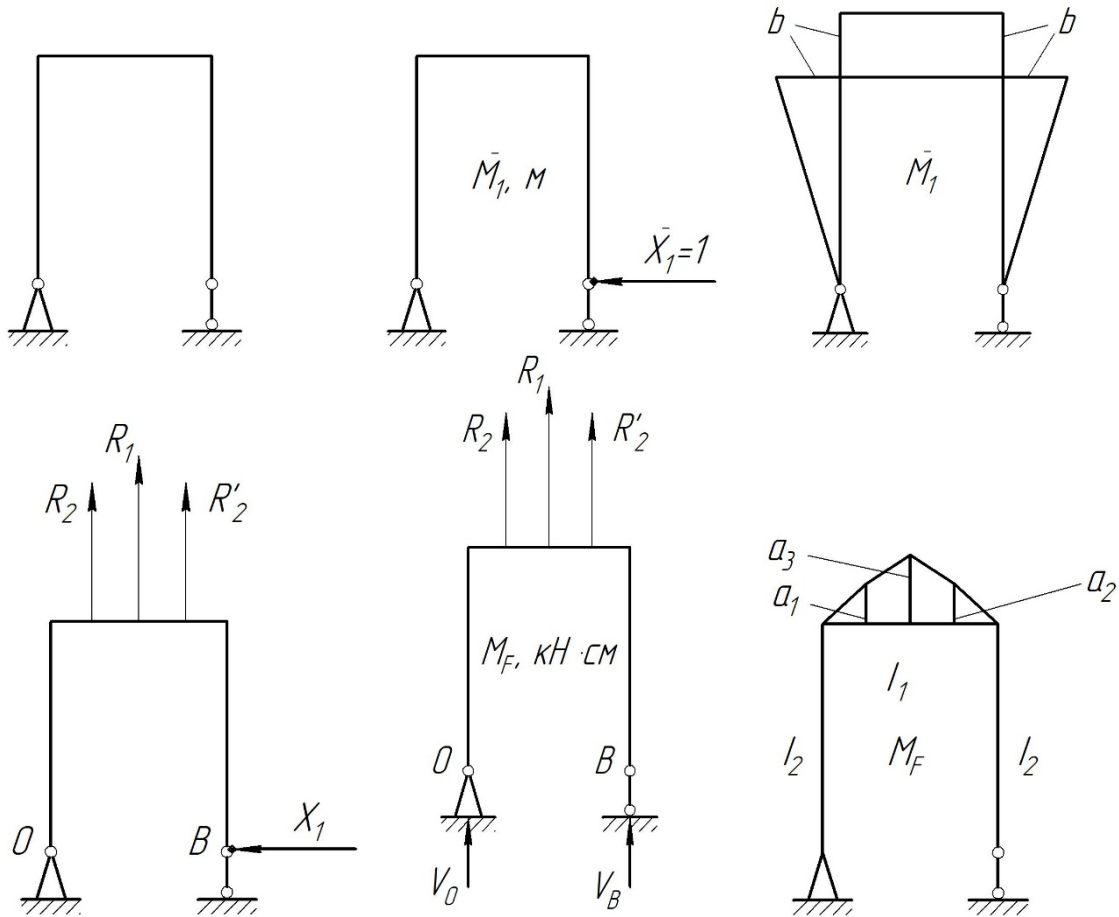


Рис. 3. – Епюри діючих моментів сил в елементах тягової рами для основної та еквівалентної систем відповідно

Виконуємо побудову епюр моментів \bar{M} та \bar{M}_F , що характеризують навантажений стан в елементах тягової рами скрепера (див. рис. 3).

Ординати M_F визначаємо за виразами:

$$a_1 = a_2 = \frac{2F_{\text{ц}} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta + R'_{\text{C1}} - R'_{\text{D1}} + R'_{\text{ш}}}{2} \cdot b_1;$$

$$a_3 = \frac{2F_{\text{ц}} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta + R'_{\text{C1}} - R'_{\text{D1}} + R'_{\text{ш}}}{2} - \frac{2F_{\text{ц}} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta \cdot b_2}{2}.$$

Далі визначаємо вільний та вантажний коефіцієнти і зайву невідому.

Визначаємо моменти інерції I_1 та I_2 :

$$I_1 = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}; \quad I_2 = \frac{BH^3}{12} - \frac{B_1H_1^3}{12}. \quad (5)$$

Визначаємо площу ω , яка утворюється епюрою зовнішніх навантажень M_p

$$\omega = \frac{b_1 \cdot a_1 \cdot 2}{2} + 2 \cdot b_2 \cdot a_1 + \frac{2b_2(a_3 - a_1)}{2}. \quad (6)$$

Визначаємо коефіцієнт δ_{11}

$$\delta_{11} = \frac{1}{EI_2} \cdot \frac{1}{2} \cdot l \cdot l \cdot \frac{2}{3} \cdot l \cdot 2 + \frac{1}{EI_1} \cdot l \cdot b \cdot l = \frac{2l^3}{3EI_2} + \frac{bl^2}{EI_1}. \quad (7)$$

Визначаємо коефіцієнт Δ_{1F}

$$\Delta_{1F} = \frac{1}{EI_1} \cdot \omega \cdot l. \quad (8)$$

Знаючи значення коефіцієнтів δ_{11} та Δ_{1F} знаходимо зусилля X_1

$$X_1 = -\frac{\Delta_{1F}}{\delta_{11}}. \quad (9)$$

Після чого побудуємо кінцеві епюри згинальних моментів і здійснимо перевірку правильності побудови.

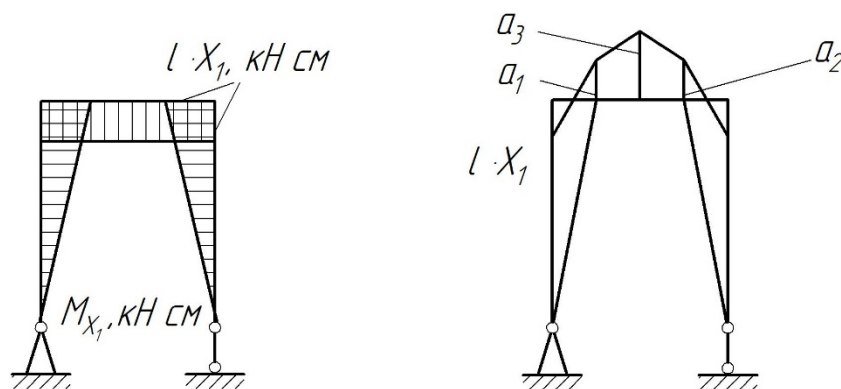


Рис. 4. – Епюри згинальних моментів в елементах тягової рами

Оскільки зусилля X_1 вийшло від'ємним значенням, то епюра згинальних моментів матиме вигляд, де $l \cdot X_1$ (рис. 4). Кінцеві епюри згинальних моментів наведено вище, де $a_1 + l \cdot X_1$; $a_2 + l \cdot X_1$; $a_3 + l \cdot X_1$.

Висновки. Наведена методика визначення недостатніх зусиль, що діють на елементи тягової рами, дозволяє розрахувати навантажений стан скрепера у заданих умовах експлуатації. У подальшому слід визначити згинальні моменти та напруження в заданих перерізах тягової рами скрепера, а також перевірити міцність перерізів та зварних з'єднань.

ЛІТЕРАТУРА

1. Балака М. М. Дослідження часового фактору зносу протектора шин самохідного скрепера. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. Харків, 2021. Вип. 92, т. 2. С. 116–121. DOI: <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2021.92.2.116> (дата звернення: 31.03.2023).

2. Сукач М. К., Горбатюк Є. В., Марченко О. А. Синтез землерийної і дорожньої техніки. К.: Вид-во Ліра-К, 2017. 376 с.

3. Балака М. М., Кім А. О., Міщук Д. О., Ходневич М. М. Особливості робочого циклу і організації скреперних робіт. *Сучасні проблеми та перспективи розвитку машинобудування України: тези доповідей Міжнар. наук.-практ. онлайн конф. (23–24 верес. 2021 р., м. Київ)*. К.: НУБіП, 2021. С. 16–18.

4. Balaka M., Gorbatyuk Ie., Mishchuk D., Prystailo M. Characteristic properties of support surfaces for self-propelled scrapers motion. *Fundamental and applied research in the modern world: Abstracts of the 6th International scientific and practical conference (January 20–22, 2021)*. BoScience Publisher. Boston, USA, 2021. Pp. 53–58. ISBN 978-1-73981-124-2. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mezhdunarodnaya-nauchno-prakticheskaya-konferentsiya-fundamental-and-applied-research-in-the-modern-world-20-22-yanvarya-2021-goda-boston-ssha-arhiv/> (дата звернення: 31.03.2023).

5. Балака М. М., Педоряка М. В. Сучасні тенденції розвитку скреперного обладнання. *Енергоощадні машини і технології: тези доповідей II Міжнар. наук.-техн. конф. (29 верес. – 01 жовт. 2015 р., м. Київ)*. К.: КНУБА, 2015. С. 59.

6. Горбатюк Є. В., Воляннюк В. О., Терентьев О. О., Свідерський А. Т. Проектування металоконструкцій будівельних машин. К.: Компринт, 2021. 283 с.

УДК 621.9:004.9

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ОПТИМІЗАЦІЇ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРИ СКЛАДАННІ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ НА ВЕРСТАТАХ З ЧПК

Д.О. Прищеп¹, Є.Ю. Щербина², В.А. Дербаб³

¹студент групи 131м-22н-1, e-mail: pryshchepa.d.o@nmu.one

²аспірант групи 131А-21-2, e-mail: shcherbyna.y.y@nmu.one

³кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства, e-mail: derbaba.v.a@nmu.one

^{1,2,3}Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Анотація. У роботі виконується розв'язання науково-технічної задачі, пов'язаної з технологічним забезпеченням високопродуктивної механічної обробки деталі з чавуна шляхом оптимізації режимних параметрів та управління її оброблюваністю інструментом з твердих сплавів на багатоцільових верстатах з ЧПК за умов використання CAD-CAM систем.

Ключові слова: точіння, верстат, чавун, інструментальний матеріал, технологія, стійкість, ріжучий інструмент, режими різання, CAD, CAM.

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE MODE PARAMETERS OPTIMIZATION WHEN ASSEMBLING THE MECHANICAL PROCESSING AUTOMATED TECHNOLOGY ON MACHINES WITH CNC

Dmytro Pryshchep¹, Evhen Shcherbyna², Vitalii Derbaba³

¹Student of group 131м-22н-1, e-mail: pryshchepa.d.o@nmu.one