

УДК 629.114

С.О. Коваленко, аспірант КНУБА

ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ РЕЖИМІВ АВТОКРАНІВ

АНОТАЦІЯ. Визначені основні показники роботи автокранів та здійснена їх оцінка.

АННОТАЦИЯ. Определены основные показатели работы автокранов и осуществлена их оценка.

ANNOTATION. The main performance of the truck cranes was determined and their valuation was implemented.

Актуальність роботи. Дані експлуатаційних навантажень автокранів дозволяють правильно вибрати раціональні параметри, а також обґрунтовано оцінювати довговічність стрілового обладнання. Тому оцінка показників і характеристик кранів є актуальною, що і покладено в основу мети роботи.

Викладення основного матеріалу. На рис. 1 представлена діаграма розподілу робочого часу крану при однозмінній роботі, що є характерною для автомобільних кранів [1].

Як слідує із діаграми, що час переїздів автомобільних кранів як зовні, так і усередині об'єкту експлуатації приблизно рівний часу операцій кранів, що пояснюється високою мобільністю автомобільних кранів, які протягом зміни кілька разів міняють об'єкт експлуатації.

Дослідження роботи автомобільних кранів [2] показали, що 70 – 80 % вантажних операцій проводиться ними з основною стрілою, а робота із змінними робочим устаткуванням кранів вантажопідйомністю 4 – 6.3 т досягає 30 %, 10 т - 18 % і 16 т – 20 % .

Криві розподілу експлуатаційних навантажень на крюку автомобільних кранів різної вантажопідйомності (рис.2) [2] показують, що закон розподілу щільності вірогідності експлуатаційних навантажень має явно виражену позитивну асиметрію.

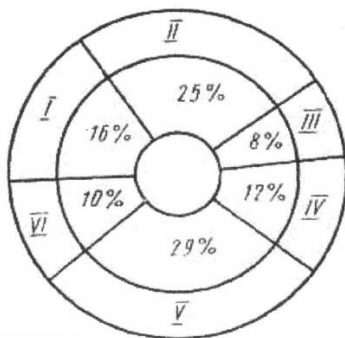


Рисунок 1. Діаграма розподілу робочого часу крану протягом зміни:

I – підготовчо – заключний час і час технічного обслуговування; II – час на переїзди поза об'єктом експлуатації; III – час на переїзди усередині об'єкту експлуатації; IV – час на перевід крану з транспортного положення в робоче і назад, включаючи установку опор; V – час кранових операцій; VI – технологічні перерви в роботі крану, а також втрати часу, зв'язані з уточненням завдання на об'єкті експлуатації, огляд місця установки крану, доріг, під'їздів.

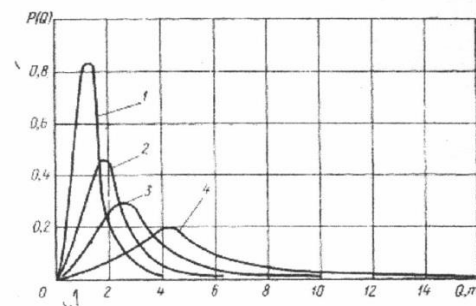


Рисунок 2. Криві розподілу щільності вірогідності $P(Q)$ експлуатаційних навантажень Q на крюку автомобільних кранів:

1 – вантажопідйомністю 4 т при $\kappa_1 = +0.201$, $\kappa_2 = +0.685$ і $\sigma = +0.615$ т; 2 – вантажопідйомністю 6.3 т при $\kappa_1 = +0.198$, $\kappa_2 = +0.0512$ і $\sigma = 1.095$ т; 3 – вантажопідйомністю 10 т при $\kappa_1 = +0.208$, $\kappa_2 = +0.0688$ і $\sigma = 1.708$ т; 4 – вантажопідйомністю 16 т при $\kappa_1 = +0.222$, $\kappa_2 = +0.0767$ і $\sigma = 2.709$ т.



На рис. 3 показаний кореляційний зв'язок між експлуатаційними навантаженнями на крюку автомобільних кранів і вильотом стріли [2].

Гістограми розподілів положень і кутів повороту стріли автомобільних кранів (рис. 4) [2] показують, що автомобільні крани близько 50 % вантажних операцій здійснюють при заданому положенні стріли (зони 5, 6, 7), що відповідає максимальній стійкості крану. Таким чином, для автомобільних кранів в цих зонах доцільне введення додаткових вантажних характеристик з підвищеним вантажним моментом.

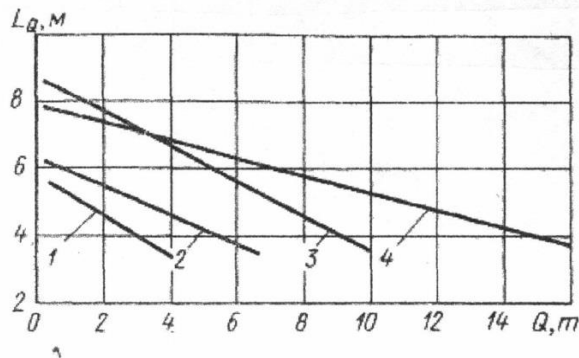


Рисунок 3. Лінії регресії кореляційного зв'язку вильоту і навантаження на крюку автомобільних кранів:

1 – вантажопідйомністю 4 т при $\kappa_3 = 5.8$, $\kappa_4 = 0.58$; 2 – вантажопідйомністю 6.3 т при $\kappa_3 = 6.32$ і $\kappa_4 = -0.42$; 3 – вантажопідйомністю 10 т при $\kappa_3 = 8.64$, $\kappa_4 = -0.5$; 4 – вантажопідйомністю 16 т при $\kappa_3 = 1.93$, $\kappa_4 = -0.26$

Таким чином існує певна розбіжність між даними, що передбачені при проектуванні режими (легкий, середній і т.д.) навантажень значно відрізняється від дійсних експлуатаційних режимів навантажень автомобільних кранів. У зв'язку з цим при проектуванні нових конструкцій автомобільних кранів доцільно виходити з дійсних експлуатаційних режимів навантажень, що дозволить більш обґрунтовано підходити до вибору запасів міцності, норм довговічності деталей, а також підвищувати вантажні параметри кранів.

Несуча здатність стрілових (самохідних) автокранів за великих вильотів обмежується стійкістю, яка залежить у першу чергу, від маси стріли, а за малих вильотів – головним чином міцністю стріли.

Розглянемо варіанти існуючих перерізів телескопічних стріл, що застосовуються в автомобільних кранах.

Застосування прямокутного перерізу, висота котрого більше ширини невігідно [3]. Вплив поперечних навантажень наблизив форму такого перерізу до квадратної. З метою запобігання витягування стиснутого нижнього поясу його необхідно підсилити; бажано також уникати сумування напружень у кутках перерізу й забезпечити центрування секцій, однак ряд фірм продовжують випускати стріли прямокутного перерізу. Фірма Harmischfeger (США) застосувала надтонкі стінки для прямокутного перерізу, які втрачають стійкість й утворюють складки, котрі утворюють функцію розкосів. Фірма Grove та FMC (США) продовжують застосовувати прямокутні перерізи з великими вікнами, забезпеченими кантом. У роботі відмічаються зазначені переваги застосування прямокутного перерізу на останніх висувних секціях.

Фірма Coles (Великобританія) розробила й застосувала у крані TMS 860 переріз фірми Grove – Coles [3]. Конструкція перерізу дозволила зменшити поздовжній згин листів, а

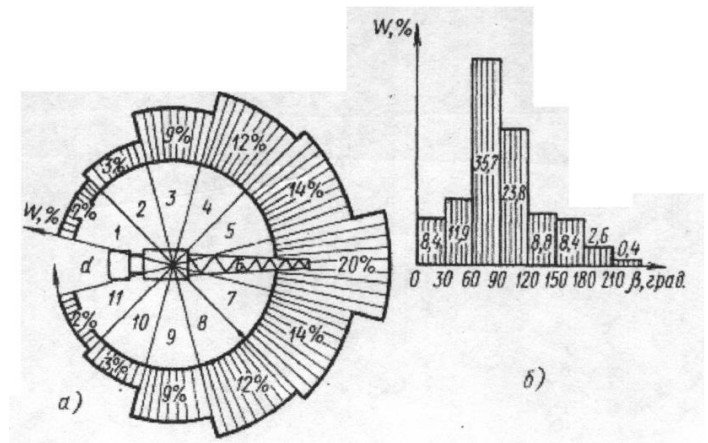


Рисунок 4. Гістограми розподілення положення (а) і кутів повороту (б) стріли автомобільних кранів при роботі: W – частість в %; β – кут повороту стріли в град; α , I – II – зони роботи крану.

також місцеві деформації поблизу подушок ковзання, уникнути сумування напружень у кутках відповідно, підвищити міцність та жорсткість стріли. Бічні перерізи виконані зігнутими, верхні косі ділянки довші за нижні, а середини вертикальних ділянок знаходяться на рівні 35...40% висоти перерізу. Боковини тонші поясків, ширина останніх складає 45...60% ширини усього перерізу. Маса стріли такого перерізу у порівнянні з прямокутним зменшена на 20...40%. Однак за даними роботи [3] зазначається, що у довгих стрілах переріз необхідно доповнювати елементами жорсткості, що спряжено з труднощами виконання зварювальних робіт.

Переріз “Diamond” (рис. 5, а, переріз I) фірми “Coles” виключає недоліки попереднього перерізу. Переріз має у своєму складі діафрагми 1, до котрих приварені подушки 2; з останніми зварюються пояси 3, а з ними – стінки.

Фірма “Coles” у 1984 запатентувала новий варіант цього перерізу (рис. 5, а, переріз II), який передбачає регулювання гвинтами поперечного зазору. Переріз має трикутні вікна з відігнутими бортами, виконані таким чином, що один трикутник повернений вершиною угору, а суміжний вниз, що додатково зменшує масу стріли.

Фірмою “Krupp” (Німеччина) застосовується переріз (рис. 5, б) у нижній частині який має потовщення для підвищення місцевої та загальної стійкості й має вузькі, нахилені під кутом 45^0 ділянки, які контактують з подушками ковзання. Останні виготовлені з синтетичних матеріалів й зафіксовані біля охоплюваної секції або є балансирними. На верхній балансир вільно спирається подушка, яка вільно ковзає вдовж закругленої секції. Елементи можуть ковзати один відносно другого тільки у поперечній площині. Балансир компенсує малі непаралельності, а допуск Т на неточності виготовлення компенсується відносним ковзанням елементів, що дає змогу уникнути небезпеку заїдань

Переріз фірми “Gottwald” (Німеччина) (рис. 5, в) передбачає у кутках потужні фасонні пояси, які сприймають зусилля розтягу та стискування. Стінки утворені трапецеїдально гофрованими листами товщиною 3...4 мм й сприймають тільки поперечні зусилля. Цей переріз підвищує на 40% несучу здатність телескопічних стріл у порівнянні з ґратковими

(20% за рахунок застосування покращеної сталі й 20% за рахунок уникнення витрати стійкості у стрижнях). Переріз застосований на кранах АМК400, АМК800 – 130 та інших. Цей переріз у порівнянні з восьмикутним збільшує на 43% масу стріли, але підвищує на 270% вантажопідйомність.

Фірмою “RO Corp” (США) застосовується переріз (рис. 5, г), який у результаті одностороннього приварювання верхнього листа призводить до викривлення вісі стріли уверх. При навантаженні стріла деформується у зворотну сторону й випрямляється. Викривлення можна регулювати швидкістю підведення тепла. Рекомендований відносний прогин складає 0.0038. Витрати часу на виготовлення секції на 30...50% нижче, ніж у інших конструкцій.

Найважливіша умова для підвищення несучої здатності стрілових автокранів – використання покращених матеріалів для самої стріли.

Застосування сталі із тимчасовим опором, більшим, ніж у сталі StE 70, не призводить до суттєвого збільшення вантажопідйомності, оскільки найважливішим критерієм для збільшення є здатність стріли проявляти опір щодо деформації. Зроблена спроба використати для стріли синтетичні і полімерні матеріали армовані вуглецевими волокнами. Ці матеріали мають підвищений модуль пружності, однак застосування вони не знайшли у зв'язку з високою вартістю. Пропонуються також сплави на основі алюмінію з добавками міді, заліза, марганцю та інших компонентів.

Іншим резервом підвищення несучої здатності стрілових автокранів є раціональний вибір способу висування стріли.

Висування стріли може здійснюватись одним чи кількома гідроциліндрами. Вибором числа їх і послідовністю телескопування визначають міцність й вагові співвідношення стріли у цілому, а також тривалість телескопування. При числі циліндрів, яке менше числа



секцій необхідно додатково використати канатні чи ланцюгові поліспасти або здійснювати телескопування за рахунок човникового руху приводних секцій, який суміщають з блокуванням інших. Однак розміщення канатів чи ланцюгів всередині секцій часто стає неможливим, а човникове висування подовжує процес, що знижує переваги телескопічної стріли у порівнянні з гратковою.

Співставлення двох варіантів висування секцій [], який починається з пакету 1 – ої, 2 – ої та 3 – ої висувних секцій (рис. 6, б) й синхронного (рис. 6, в) свідчить про те, що при синхронному висуванні M_{\max} менше, ніж при послідовному, що пояснюється більшим взаємним перекриттям секцій у випадку в). З тієї ж причини у останньому варіанті меншою є реакція у опорах ковзання, а відповідно й сили тертя.

Однак описана система має і недоліки. При деформаціях стріли спостерігаються перекоси послідовно розміщених гідроциліндрів й можливі витoki робочої рідини [4].

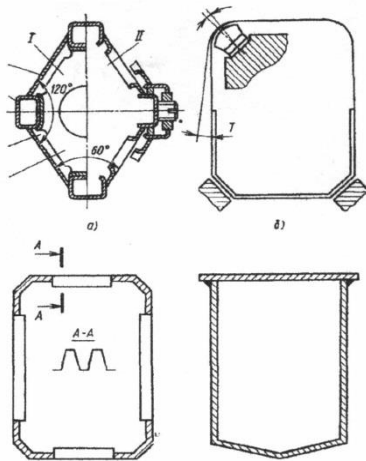


Рисунок 5. Переріз телескопічної стріли: а – Diamond фірми “Coles”; б – переріз фірми “Krupp”; в – НРС фірми “Gottwald”; г – переріз фірми “RO Corp”.

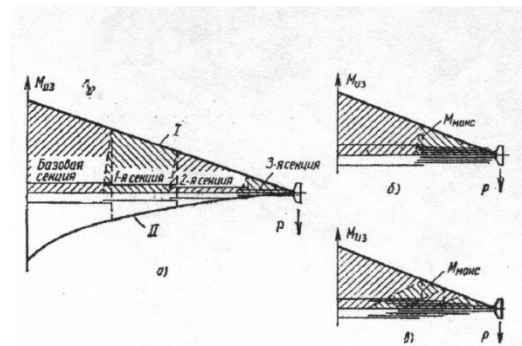


Рисунок 6. Епюри згинаючих моментів у телескопічній стрілі: а – повністю висуnutий; б – частково послідовно висуnutий; в – частково синхронно висуnutий.

Пошук раціонального перерізу телескопічної стріли є задачею подальших досліджень.

Висновки.

1. Оцінка експлуатаційних характеристик автокрана засвідчує їх вплив на довговічність стрілового обладнання.
2. Існуючі перерізи телескопічної стріли не в повній мірі задовольняють сучасні вимоги до надійності стрілового обладнання і потребують подальших досліджень з метою пошуку оптимальної форми секції стріли.

Література

1. Заліско І.І. Аналіз конструкцій автомобільних кранів та ефективність їх використання / І.І. Заліско, С.О. Коваленко // Техніка будівництва: наук.-техн. журн. – К.: КНУБА, 2007. – № 20. – с. 10-15.
2. Улитенко І.П., Тимин Ю.Ф., Фридман Б.І. Статистические исследования эксплуатационных нагрузочных режимов автомобильных кранов // Строительные и дорожные машины, 1973, № 2. – с. 16-18.
3. Хасилев В.Л., Андриенко Н.Н. Высококачественные стали, используемые в конструкциях самоходных стреловых кранов // Строительные и дорожные машины, 1991, № 12. – с. 13-14.
4. Расчеты крановых механизмов и их деталей. 3-е изд. ВНИИПТмаш. – М.: Машиностроение, 1971. – 495 с.