

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИМІРІВ В ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ ПЕРЕМІЩЕНЬ РАМИ НАВАНТАЖУВАЧА

Опрацьовано методику експериментальних досліджень переміщень рами грейферного навантажувача в статичних та динамічних режимах з використанням геодезичного лазерного нівелювання. Отримані результати дали змогу визначити характер переміщень рами, що є корисним під час обґрунтування узагальнених координат динамічної моделі навантажувача.

Ключові слова: лазерне нівелювання, навантажувач, модель, рама.

Вступ. Грейферні навантажувачі належать до універсальних вантажних машин періодичної дії. Завдяки змінним робочим органам вони можуть працювати з сільськогосподарськими вантажами, круглими лісоматеріалами та виконувати нескладні земляні роботи. Перед виконанням вантажних робіт навантажувач переводиться в робоче положення, у якому забезпечується його стійкість [1]. Самі ж вантажні операції та перенесення вантажу здійснюються поворотною стрілою – маніпулятором. Під час повороту стріли спостерігаються рухи навантажувача внаслідок деформацій пружних опор рами.

Переміщення рами навантажувача виникають під дією зовнішніх сил – статичних і динамічних. Статичні навантаження зумовлені зміною положення рухомого маніпулятора відносно осі повороту, що пов'язано з перерозподілом опорних реакцій, а також захопленням вантажу робочим органом. Динамічні навантаження є характерними для машин періодичної дії під час розгону і гальмування рухомого технологічного обладнання.

Загалом переміщення рами впливають на динамічну поведінку машини. Найбільш придатним методом визначення переміщень рами є геодезичне вимірювання за допомогою лазерного нівелювання, які дають змогу встановити переміщення в абсолютних координатах.

Метою роботи є отримання експериментальних даних про переміщення рами на основі геодезичних вимірів під час роботи грейферного навантажувача в статичних та динамічних режимах. Отримані дані про поведінку рами дасть змогу обґрунтувати узагальнені координати математичної моделі для вивчення динаміки грейферного навантажувача під час взаємодії маніпулятора з сільськогосподарськими вантажами та круглими лісоматеріалами.

Складання динамічної моделі навантажувача пов'язано зі з'ясуванням його можливих переміщень, які подаються у вигляді узагальнених координат. Опрацювання методики експериментальних досліджень дасть змогу отримати дані про переміщення рами навантажувача в статичних та динамічних режимах на основі геодезичного вимірювання.

Аналіз останніх досліджень. Переміщення рами мобільних машин прийнято вимірювати давачами переміщень, наприклад, реостатного типу. Такі давачі встановлюють на суміжних рухомих ланках, це дає змогу вимірювати тільки відносні переміщення. За допомогою таких давачів було здійснено заміри переміщень рами відносно заднього моста лісовозного автомобіля

під час його руху [2]. Грейферний навантажувач під час виконання технологічно циклу встановлюють стаціонарно, тому є змога заміряти відразу абсолютні переміщення рами.

Для вимірів переміщень рами обрано геодезичні методи, які дають змогу визначити переміщення в абсолютних координатах. Геодезичні методи виправдали себе у випадку замірів переміщень під час деформації будівель та інших інженерних споруд. Зазначено, що середня квадратична похибка при цьому досягається 0,03-0,05 мм [3]. Водночас зазначено, що геодезичні методи дають змогу вести спостереження не тільки за осадкою будинків та споруд, але й мають практичне застосування до вантажопідіймальних машин [4].

Виклад основного матеріалу дослідження. Використання лазерного нівеліра під час дослідження переміщень рами грейферного навантажувача передбачає залучення додаткових пристроїв фіксації променя, що дасть змогу підвищити точність вимірів і є зручним для динамічних режимів, оскільки можна буде вимірювати як амплітуду, так і період коливань. Враховуючи властивості лазерного нівелювання, а саме те, що пучок лазерного променя має гостру спрямованість, високу спектральну щільність і потужність, були обрані методи фото- та відеофіксації світлової точки з подальшим обробленням знімків на комп'ютері.

Методика застосування геодезичних вимірів в експериментальних дослідженнях переміщень рами навантажувача така. Лазерний нівелір – 1 (рис. 1) встановлюють поруч з навантажувачем, а його промінь спрямовується на розмірну сітку – 3, що закріплена на рамі – 2 навантажувача. Під час експерименту сітка переміщується разом з навантажувачем. Світлова точка від лазерного нівеліра переміщується відносно координатної сітки. Усі переміщення фіксуються фотоапаратом або відеокамерою – 4, встановленою поруч з нівеліром поблизу розмірної сітки.

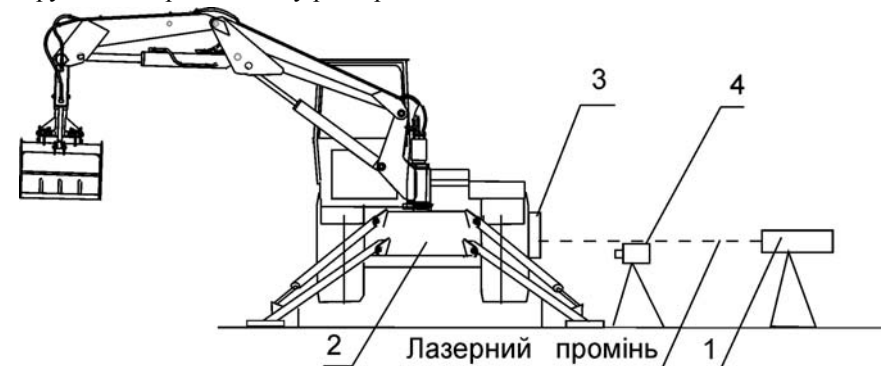


Рис. 1. Методика вимірювання зусиль в домкратах та переміщення рами для визначення жорсткості опор

Експериментальні дослідження переміщення рами проводили як у статичних, так і в динамічних режимах. У статичних режимах маніпулятор по чергово займав шість робочих положень ($n_1 \dots n_6$), що показано на рис. 2. Статичні заміри проводили за максимального випрямлення маніпулятора без

вантажу та з вантажем в грейфері вагою 10000 Н. Під час динамічних досліджень в кожному з робочих положень ($n_1 \dots n_6$) стріла маніпулятора піднімалась і опускалась з різким гальмуванням на віддалі 1 м від поверхні землі. Внаслідок цього рама навантажувача починала колитися, а її переміщення визначали за рухом лазерного променя на розмірній сітці.

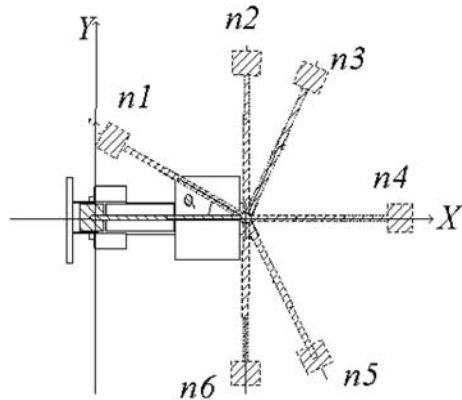


Рис. 2. Розміщення стріли маніпулятора в експериментальних дослідженнях

Координати центру світової точки на розмірній сітці в різні проміжки часу вимірювали на кадрах стрічки. Це дало змогу з залученням методів оброблення цифрових растрових знімків досягнути високої точності і визначити центр пучка з похибкою 0,05 мм. Приклади отриманих результатів у статичних та динамічних режимах показано на рис. 3-4.

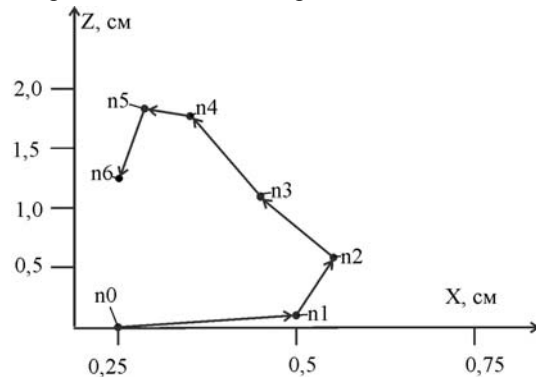


Рис. 3. Переміщення рами навантажувача під час статичних досліджень в різних положеннях маніпулятора

У статичних режимах (рис. 3) визначено переміщення задньої частини рами, які складаються із горизонтальних та вертикальних рухів. Причому горизонтальні переміщення рами (по осі X) становлять 30 % від значень вертикальних переміщень (осі Z). Динамічні переміщення (рис. 4) спостерігалися від моменту підйому стріли з подальшим її опусканням та різким гальмуванням на віддалі робочого органу 1 м від поверхні. Це спричиняло коливання

рами з переходом у статичний режим рівноваги. Відхилення від статичного режиму становили 30-210 мм.

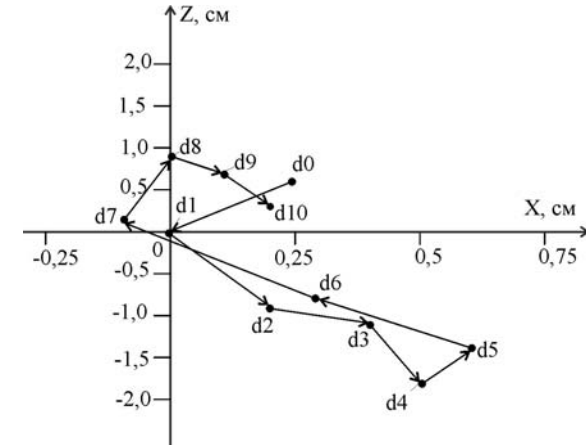


Рис. 4. Переміщення рами навантажувача в динамічному режимі

Передня частина рами залишалась практично нерухома, її переміщення не перевищували 10-15 % переміщень задньої частини. Зіставляючи результати обміру переміщень передньої частини рами з результатами замірів задньої частини, можна стверджувати, що переміщення відбуваються, здебільшого, за рахунок повороту рами навколо передніх шарнірів у горизонтальній та вертикальній площинах.

Висновок. Отримані результати дали змогу визначити характер переміщень рами, що є корисним для обґрунтування узагальнених координат динамічної моделі грейферного навантажувача під час роботи маніпулятора із сільськогосподарськими вантажами та круглими лісоматеріалами.

Література

1. Ріпецький Є.Й. Автоматизований розрахунок стійкості грейферних навантажувачів на основі просторового аналізу / Є.Й. Ріпецький // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.4. – С. 323-329.
2. Бойко О.Д. Методика експериментального дослідження автомобіля зі спеціальними шинами / О.Д. Бойко, Р.В. Зінька, І.С. Лозовий // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.1. – С. 107-112.
3. Дейнека Ю. Визначення крену димаря в промислових умовах / Ю. Дейнека // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва : зб. наук. праць Західного геодезичного товариства УТГК. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2006. – Вип. I (II). – С. 74-80.
4. Наугольников В.А. Исследование системы "кран – подкрановое сооружение" / В.А. Наугольников, А.В. Волков // Машиностроение и техносфера XX века : сб. трудов XIII Международ. научно-техн. конф. – Донецк, 2006. – Т. 3. – С. 98-102.

Ріпецький Е.И. Использование геодезических измерений в экспериментальных исследованиях перемещений рамы погрузчика

Представлена методика экспериментальных исследований перемещений рамы грейферного погрузчика в статичных и динамичных режимах с использованием геодезического лазерного нивелирования. Полученные результаты позволили определить характер перемещений рамы, что полезно при обосновании обобщенных координат динамической модели погрузчика.

Ключевые слова: лазерное нивелирование, погрузчик, модель, рама.

Ripetsky E.Y. Application of geodesic measures to experimental researches on moving grab truck frame

The methods of experimental research on moving grab truck frame in both static and dynamic mode on the basis of geodesic laser leveling have been worked out. Obtained results permitted to define the peculiarity of frame moves and are useful in proving general coordinates of dynamic model.

Keywords: laser leveling, grab truck, model, frame

УДК 614.841 Доц. Р.В. Зінко, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка";
доц. Є.В. Сулоєва, канд. техн. наук – Рижський ТУ

МОБІЛЬНІ РОБОТИ У СИСТЕМІ ПОЖЕЖНОЇ ОХОРОНИ

Запропоновано методи визначення матеріальних втрат, спричинених пожежами, з урахуванням екологічних втрат. Для покращення ефективності пожежної охорони запропоновано використовувати команди добровольців у сільській місцевості, автоматизовані установки пожежогасіння на віддалених об'єктах, оптимізувати кількість об'єктів на території обслуговування пожежної станції, застосування мобільних робіт. Використання мобільних робіт для охорони і моніторингу пожежної ситуації на об'єкті істотно скоротить час вільного горіння виниклої пожежі і дасть змогу зменшити економічний збиток від нього.

Ключові слова: матеріальні втрати, пожежі, мобільні роботи, пожежна охорона.

Вступ. Підвищення рівня пожежної охорони – вимога, що диктується істотними втратами матеріальних цінностей під час пожеж. Тому дуже важливо довести взаємний зв'язок між витратами на вдосконалення пожежної охорони і можливими втратами, спричиненими пожежами. Це передусім пов'язано з обмеженими ресурсами для подальшого розвитку пожежної охорони, зокрема її найбільш важливого елементу – системи пожежної охорони.

Доказом ефективності пожежної охорони на кожному об'єкті, де є вірогідність виникнення пожежі, є взаємозв'язок між об'ємом втрат від ймовірної пожежі, інвестиціями і поточними витратами для підтримування пожежної охорони. Для вирішення цієї проблеми, насамперед, визначають оптимальний баланс між витратами на пожежну охорону і об'ємом можливих втрат, спричинених пожежею. При цьому враховують вірогідність виникнення пожежі.

Огляд. Тільки останнім часом почали досліджувати взаємозв'язок між можливими втратами від пожеж і роботою пожежних бригад, пов'язаною з ліквідацією пожежі. На покращення ефективності пожежної охорони впливає низка чинників, серед яких площа території, яку обслуговує пожежна станція. У Ризі ці площі більші, ніж в інших містах. У табл. 1 наведено щільність розташування Ризьких пожежних станцій, порівняно з іншими містами [2-4].

Результати роботи пожежників протягом 2010 р. показують, що латвійські пожежні бригади прибувають на виклик в середньому за 7,3 хв у містах і за 25 хв у сільській місцевості. Аналіз пожеж також засвідчує, що величини критичних значень чинників, небезпечних для людей, досягаються через 5-10 хв від моменту займання, руйнування металевих конструкцій починається за 10-15 хв, а ефективна робота пожежників починається тільки за 19 хв (включно з 11 хв втрат на дорогу).

Табл. 1. Щільність Ризьких пожежних станцій порівняно з іншими містами, 2009-2010 рр.

Місто	К-сть мешканців, тис.	Площа міста, м ²	К-сть пожежних станцій	Середня площа зони обслуговування, км ²	Середня к-сть мешканців для однієї пожежної станції, тис.
Рига	830	307	11	27,9	75,4
Копенгаген	460	90	9	10,0	51,0
Лондон	7000	1600	114	14,0	61,4
Нью-Йорк	7300	790	217	3,6	34,0
Токіо	10000	720	229	3,1	44,0

Загальна частина. Аналіз статистичних даних показує, що резерви покращення ефективності дій пожежних бригад є високими.

Зі статистичних даних про пожежі можна зробити висновок, що нормативні документи не гарантують скорочення втрат, зумовлених пожежами. У нормативних документах сформульовано вимоги до пожежної охорони, але немає шляхів і методів вирішення цих вимог.

Аналізуючи досвід зарубіжних країн, можна зазначити, що в умовах ринкової економіки держава пробує вирішити проблему пожежної охорони об'єктів не з допомогою загальних методів, які вимагають додаткових матеріальних і людських ресурсів, а за допомогою інтенсивних методів, основаних на науково-технічному прогресі, наприклад, залучення бригад добровольців до оперативного гасіння пожеж у сільській місцевості, оптимізації кількості об'єктів, що знаходяться в зоні обслуговування пожежної станції, застосування автоматичних систем гасіння на віддалених об'єктах.

Кількість об'єктів D, що знаходяться в оперативній зоні обслуговування, можна визначити з допомогою використання регресивного вирівнювання методом найменших квадратів:

$$D = 7,82 \cdot 10^{-4} \cdot N + 1,57 \cdot 10^{-3}$$

де N – число пожежних станцій.

У сільській місцевості доцільно залучати бригади добровольців для гасіння пожежі до приїзду професійних пожежних бригад. На об'єктах, де пожежна охорона не може забезпечити допомогу у разі непередбаченого випадку, пропонується розмістити автономні системи гасіння.

Щоб оцінити економічну ефективність використання систем автоматичного гасіння необхідно вирішити дві проблеми. По-перше, необхідно економічно підтвердити доцільність використання таких систем в об'єктах господарського сектору у випадку, якщо є інші системи пожежної охорони. По-друге, потрібно вибрати найраціональніший варіант використання таких систем. Так, економічну доцільність використання автоматичної системи гасіння можна визначити, порівнюючи об'єм можливих витрат на установку тієї чи іншої системи з поточною вартістю інвестицій.

Використовуючи достатньо точні статистичні дані про втрати, зумовлені пожежами на об'єкті, можна визначити річні матеріальні втрати, спричинені пожежами, за формулою

$$Zie.m.z = (Zt + Zn + Zb.t. + Zeco.) \cdot P,$$