

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПРОМИСЛОВОГО АЛЬПІНІЗМУ ДЛЯ ВИКОНАННЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ НА ВИСОТІ В УМОВАХ ІСТОРИЧНОЇ ЗАБУДОВИ

*О. Бурнаєв, к.ф.-м.н., С. Лопатка, к.т.н.
Львівський національний аграрний університет*

Ключові слова: промисловий альпінізм, міцність обладнання.

Оцінено ефективність методів та технічних засобів промислового альпінізму для виконання монтажних робіт на висоті в умовах історичної забудови і неможливості доступу вантажопідіймальної техніки.

Постановка проблеми. Протягом останніх 10 років в Україні поступово впроваджуються запозичені в розвинених країнах методи виконання будівельних робіт в умовах обмеженого доступу. Враховуючи їх затребуваність, складність і необхідність спеціальної підготовки персоналу (й обмеженість такої в Україні одними курсами в Криму), а також пов'язану з цим відносно високу вартість (що перевищує вартість таких робіт у насиченій школами і спеціалістами Франції), темпи розвитку галузі значно відстають від лідерів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для виконання короточасних висотних робіт без використання вантажопідіймальної техніки і риштувань не виникає проблеми з теоретичним забезпеченням і засобами доступу персоналу. Натомість для переміщення вантажів, що набагато перевищують вагу людини, міцність наявних на ринку альпіністських засобів є невизначеною. Використання для епізодичних підйомів вантажу професійного обладнання (наприклад, світових брендів TRACTEL, PETZL, CONG, SALEVA) виливається в астрономічні суми – ручний підйомник на 1500 кгс/2 м коштує до 10 тис. грн за гарантованої міцності, затискач для страхування робітника за трос 20 мм коштує до 1000 грн. Натомість ринок переповнений сумнівним обладнанням китайського виробництва за низькими цінами (підйомник 2 т/3 м коштує 320 грн). Проте його міцність і надійність невідома. Шкода, яка може бути завдана у разі відмови, не підлягає оцінці, оскільки в разі падіння вантажу руйнується не лише цінний виріб, а й будівельні конструкції під ним, часто унікального історичного значення, лінії електропередач, зв'язку, виникає ризик для людей, автомобілів тощо, оскільки часто роботи проводять над мостами, проїздами, де рух спинити неможливо.

Постановка завдання. Метою нашого дослідження є експериментальні лабораторні і натурні випробування обладнання для монтажних робіт із вантажами, маса яких допускає використання сили робітників, а доступ для техніки відсутній або, з економічних міркувань, недоцільний.

Методи досліджень – це дослідні методи опору матеріалів на основі формул теоретичної механіки.

На основі формул статички встановлено вигравш у силі, який дають різні підіймальні системи – поліспасти, редуктори лебідок тощо. Проте ці формули ідеалізовані на випадок відсутності тертя і не враховують внутрішнього опору в підшипниках ковзання, у волокнах тросів тощо. Цей факт значно знижує ефективність підіймальних механізмів, яку здебільшого можна встановити тільки експериментально, іноді просто під час виконання робіт, а іноді (бажано) заздалегідь, у лабораторних умовах.

Виклад основного матеріалу. Базою для висотного монтажу є основний альпіністський шнур діаметром 10 мм сертифікованого виробника, з теоретичною несучою здатністю 2200 кг, у бухтах до 200 м і вагою до 70-100 г/м.п.

Дослідження ручної тяги. Мотивований волонтер з-поміж студентів короточасно розвиває горизонтальну тягу (рис. 1) з опорою у виступ підлоги залежно від способу хвату – за сталевий стрижень М8 – 30 кгс, з використанням петлі – 50 кгс, і короточасно в ривку за затискач односторонньої дії типу «жумар» з ручкою – 90 кгс.



Рис. 1. Розвиток горизонтальної тяги.

Дослідження властивостей поліспаств. Для організації різних видів поліспаств використано ролики (на рис. 1 зліва направо) – подвійні та одинарні фірми С.А.М.Р., винятково легкі, з алюмінієвого сплаву, з допустимим навантаженням 32кН, з великим роликом, бронзовий підшипник ковзання; 4-кратний «з базару» з невідомими параметрами зусилля, ролики капронові по сталевій осі; одинарні з малим роликом зі сталі або алюмінію, бронзовим підшипником виробництва Росії.

Крім того, проводили спроби тяги вихідного кінця одного поліспаству іншим поліспаustom, при цьому сумарний вираш зусиль не множився, як у теоремеханіці. Максимально одноразово досягнута сила на поліспастві одним студентом за такої схеми – до 740 кг при горизонтальній тязі. Подальше нарощування кількості роликів ефекту не дає через тертя.

Дослідження талі та ланцюга

Таль ланцюгова (рис. 2), виробництва (гіпотетично) Китаю, з російським маркуванням 2 т/3 м гарантовано розвиває 2000 кгс без ознак перевантаження, залишкових деформацій.



Рис. 2. Таль ланцюгова.

За подальшого поперечного довантаження горизонтального 3-метрового силового ланцюга вагою дослідника проблем не виникає. Надійна фіксація під навантаженням. Характерною позитивною рисою є те, що опір приводу відчутно зростає в разі досягнення паспортної межі зусилля і перевантажити виріб одному вручну неможливо. Характерна повна нечутливість дерева діаметром 15 см до бокової сили 2 т.

Ланцюг зварний. Обрано найтонший за умови можливості кріплення в ланку з просвітом 10 мм альпіністського сталевого карабіна для фіксації ланцюгом за гострі конструкції (з метою запобігання руйнування шнура). При цьому товщина прутка ланки 6 мм. Руйнування ланки відбувається згином із розтягом за зусилля близько 1000 кгс внаслідок відриву контактної зварки у ланці і подальшого її розгинання. Ознакою початку руйнування є набуття ланками ланцюга форми незамкненої «вісімки».

Випробування рим-болта М8 «ноунейм» на консольний розтяг (тяга перпендикулярно різевій частині) для кріплення циферблата (див. далі) показало незадовільні результати – згин різьбової частини і злизування витків різьби спостерігали вже за сили 100-200 кгс (до виходу машини в зону шкали градуйованих вимірювань). При цьому інший рим-болт М8 (радянського виробництва) у тих самих умовах показав руйнування за сили 3 тс через відрив різьбової частини у звуженні перед опорною поверхнею.

Випробування шпильки «ноунейм» М8 та М10 на розтяг за гайку. Руйнування відбувалось через злизування нарізки гайки і шпильки за сили: 1200 кгс для М8 та 1600 кгс для М10. У разі встановлення контргайки або подовженої гайки слід сподіватись збільшення допустимої сили і руйнування через розрив шпильки по концентраторах – гострих кутах від накатування різьби. Затискач машини не дозволив провести такого досліду без виготовлення спеціального пристосування.

Випробування болтів на зріз показало повну непридатність «білих нікельованих» болтів і гайок невідомого походження і високу якість болтів «під внутрішній 6-гранник», що навіть перевершили гартовані болти радянського виробництва.

Випробування тросової петлі і в'язального дроту 3мм проводили з метою демонтажу старого циферблата з висоти 40 м і спуску його на землю по похилих трелеях. Вага до початку робіт була невідома, але оцінювалась у межах міцності шнурів. Для кріплення карабінів за площину листа з дюралю 2 мм завтовшки пропонувалась тросова петля з тросу 3 мм, яку використовують в альпінізмі. Закуплений трос «ноунейм», тросові затискачі і коуші показали незадовільні результати – проковзування троса під навантаженням у потрійних затискачах, при заплітанні троса – обрив у згині на отворі в листі металу за сили, меншої за межі показу машини, нерівномірне навантаження окремих волокон. При цьому відмінні результати отримані для в'язального дроту 3 мм – в одиничній петлі сила розриву до 400 кг, петля закручена за вільні 5-8 см кінці руками, у разі навантаження закрутка не розплітається, навіть коли не зафіксована. Руйнування по згину в отворі на листі металу. На практиці використана подвійна петля, роботи щодо демонтажу чотирьох старих годинників ратуші в м. Івано-Франківську завершені успішно.

Комплексні випробування методики висотного монтажу з відхиленням. Апробація методів промислового альпінізму успішно пройшла у 2002-2008 роках на численних об'єктах будівництва та реставрації України, серед них знакові – ратуша в м. Івано-Франківську та Головне управління НБУ по м. Києву та області, в самому серці Подолу. В обох (як і багатьох інших) випадках використання техніки через висоту і розміщення споруди, а також забудову було неможливим за будь-яких фінансових можливостей. Для монтажу годинників через історичну забудову насамперед були натягнуті відхиляючі трелеї, по яких на роликах підіймали вантаж іншим шнуром (рис. 4). В обох випадках роботи значно спрощувались через наявність точок підвісу вище за місце монтажу.

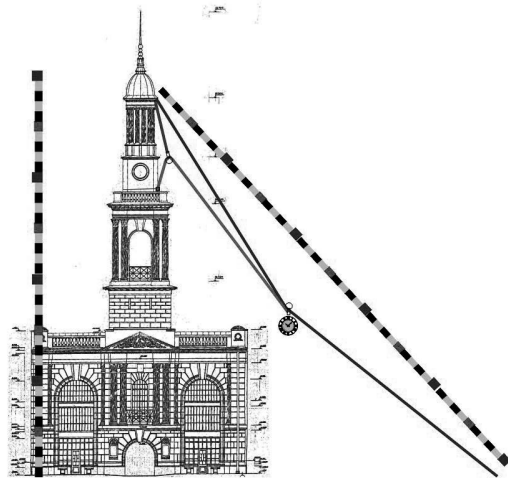


Рис. 3. Схема монтажу годинника.

Після цього по трелею спускаються ходові ролики і тягові кінці з подвійним запасом, до них кріпиться вантаж і підіймається вгору (рис. 3). Використання трелеїв нечутливе до невеликих вітрів навіть за значної вітрильності вантажу. Натомість у разі підйому вздовж стіни на консольному крані без відтяжок вітер спричинює значні крутильні коливання циферблатів відносно двох тягових кінців, що призводить до ударів і псування фасаду.



Рис. 4. Монтаж годинників.

Після підйому виробу на місце альпініст проводить ззовні його кріплення (яке зсередини дублюється тросовою стяжкою), демонтує монтажні кріплення, змащує і глушить монтажні отвори.

У багатьох випадках вдається так побудувати технологічну карту робіт, щоб обійтися без виходу людини на відвіс, після підйому виробу провести кріплення зсередини.

Висновки з дослідження і перспективи подальших розвідок. Проведені лабораторні випробування дозволили відбракувати наявні на ринку виробу незадовільної якості, оцінити міцність інших і за незначних матеріальних затрат провести численні безаварійні висотні монтажі в місцях з обмеженим доступом для людини і повною неможливістю застосування вантажопідіймальної техніки. Слід визнати можливим та економічно обґрунтованим застосування недорогого обладнання невідомих виробників за умови його попереднього всебічного випробування, зокрема в ідентичних умовах до реального монтажу з використанням габаритно-вагових макетів. Роботу промислових альпіністів слід вважати економічно доцільною навіть за умови високих питомих розцінок. При цьому необхідним вважається попереднє узгодження додаткових вимог замовника до техніки безпеки (незважаючи на їх традиційні протести), професійний розрахунок проектантми зусиль у вантажопідіймальних системах і поетапного фото-відеодокументування робіт щодо кріплення, електромонтажу, гідроізоляції тощо у недоступних для безпосереднього контролю замовника місцях.

Автори висловлюють вдячність студентам-будівельникам та архітекторам ЛНАУ, зав. лабораторії В.М. Ціцькому, які брали участь у випробуваннях.

Бібліографічний список

- Кондратьев О. Техника промышленного альпинизма / О. Кондратьев, О. Добров. – Новосибирск, 2000. – 212 с.
- Кузнецов В. С. Учебное пособие по изучению и использованию методов выполнения высотно-верхолазных работ с применением специальной оснастки и страховочных средств / В. С. Кузнецов. – Симферополь : Таврия, 2004. – 235 с.
1. Catalogue Petzl – 2008. Edition de la société Petzl. – Chamonie, 2008. – 156 p. Кінаш Р. Стихійні гідрометеорологічні явища в Україні / Р. Кінаш, О. Бурнаєв. – Львів : ВНТЛ, 2000. – 190 с.
 2. Черновский С. А. Проектирование механических передач / С. А. Черновский. – М. : Машиностроение, 1975. – 608 с.

Бурнаєв О., Лопатка С. Исследование методов промышленного альпинизма для выполнения монтажных работ на высоте в условиях исторической застройки

Оценена эффективность методов и технических средств промышленного альпинизма для выполнения монтажных работ на высоте в условиях исторической застройки и невозможности доступа грузоподъемной техники.

Ключевые слова: промышленный альпинизм, прочность оборудования.

Burnayev O., Lopatka S. Investigation of methods of industrial mountaineering for mounting works at a height under conditions of historical construction

Efficiency of methods and hardwares of the industrial mountaineering is appraised for implementation of assembling works on a height in the conditions of historical building and impossibility of access of heavy lifting technique.

Key words: industrial mountaineering, durability of equipment.