

УДК 69.057.2 (088.8)

І.В. Глущенко,  
Київський національний університет будівництва і архітектури

## ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ПІДЙОМУ ПРИ МОНТАЖІ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ КОНСТРУКЦІЙ МЕТОДОМ ПІДТЯГУВАННЯ КАНАТНИМИ ДОМКРАТНИМИ ПІДЙОМНИКАМИ

*Наведений аналіз монтажу великогабаритних конструкцій покриттів методом підтягування, розглянутий принцип роботи канатного домкрату, надається приклад використання гідродомкратних приладів, умови і особливості їх використання.*

*Великопрольотні покриття, домкратні пристрої, метод підтягування, канатний домкрат.*

**Постановка проблеми.** При розробці проекту виконання робіт зі зведення або будівництва будь-якої споруди доцільне як технічне, так і економічне обґрунтування вибору типу монтажного оснащення і методу монтажу будівельних конструкцій.

На сьогоднішній день для підйому великогабаритних покриттів широко вико ристовується кранова техніка, що в загальному випадку збільшує площу будівельного майданчику та підвищує вартість спорудження будівлі. Отже, перспективним є використання домкратних систем для піднімання цих конструкцій методом підтягування.

Одним з методів підйому конструкцій є підйом підтягуванням, який ефективний при підніманні конструкцій масою 600...4000 т.

**Мета роботи** полягає в розробці технології підйому великогабаритних конструкцій методом підтягування з використанням монтажних домкратних підйомників.

**Виклад основного матеріалу.** Підтягування у вертикальному напрямі полягає в поступовому наближенні монтованої конструкції до виконавчої частини монтажних засобів, які розташовані вище цієї конструкції, за допомогою канатів, тросів, ланцюгів, жорстких траверс і подібних пристроїв. Підтягування у вертикальному напрямі застосовують при розташуванні конструкцій нижче проектних відміток.[1]

Основними перевагами методу підтягування є:

- можливий монтаж без використання дорогого кранового обладнання (або важкої вантажопідйомної техніки);
- зменшення розмірів будівельного майданчику;
- скорочення витрат часу на монтаж конструкцій.

Однак, метод не на стільки простий, як може здатися на перший погляд. Піднімання та закріплення вимагають використання висококваліфікованих кадрів. Інженер високої кваліфікації, в першу чергу, повинен спроектувати основу під підйомник, що дозволить забезпечити необхідну стійкість конструкції в процесі піднімання. [2]

Ефективність зведення і реконструкції одноповерхових будинків та споруд забезпечується за рахунок удосконалення *технології монтажу великогабаритних надважких блоків покриття шляхом підтягування канатними гідравлічними домкратами.*

Принципова схема роботи домкратного підйомника представлена на рис. 1. [3]

Параметри домкрату, який доцільний у використанні, залежать від маси конструкції, яку необхідно підняти. Рекомендується підбирати домкрат таким чином, щоб навантаження на домкрат не перевищувало 75 % його номінальної вантажопідйомності. Наприклад, якщо необхідно передати навантаження в 75 т, то потрібно застосовувати 100-тонний домкрат. Гідравлічні домкрати використовуються частіше, ніж їх механічні аналоги. Їх вантажопідйомність коливається в межах від 1 т до більше ніж 800 т з максимальним гідравлічним тиском приблизно 70 МПа.

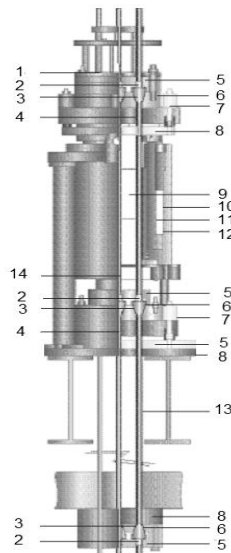


Рис. 1. Канатний підйомник:

1 – напрямна; 2 – пружинний захват; 3 – підйомний захват; 4 – захватна труба; 5 – плита, сприймаюча навантаження; 6 – анкер; 7 – міні-домкрат; 8 – плита основи; 9 – центральний отвір; 10 – труба; 11 – поршень; 12 – зовнішня обойма; 13 – підйомний канат; 14 – внутрішня напрямна

Гідравлічний домкрат складається із пустотілого циліндра та поршня, який переміщується в циліндрі.

Найбільш поширений тип циліндра – з розмірами поршня від 150 до 300 мм. Менші циліндри можна приводити в дію за допомогою гідравлічних ручних насосів, а для великорозмірних потрібно використовувати гідравлічні станції живлення. Термін зведення будівельних конструкцій будівництва та якість основи – це єдині обмеження, які визначають максимальну висоту зведення. Оптимальні значення цих параметрів враховані на етапі проектування та дозволяють визначити геометричні та силові характеристики домкрату, а також врахувати їх при розробці технологічної схеми піднімання будівельної конструкції.

Приклад використання підйомників при монтажі показано на рис. 2. [3]

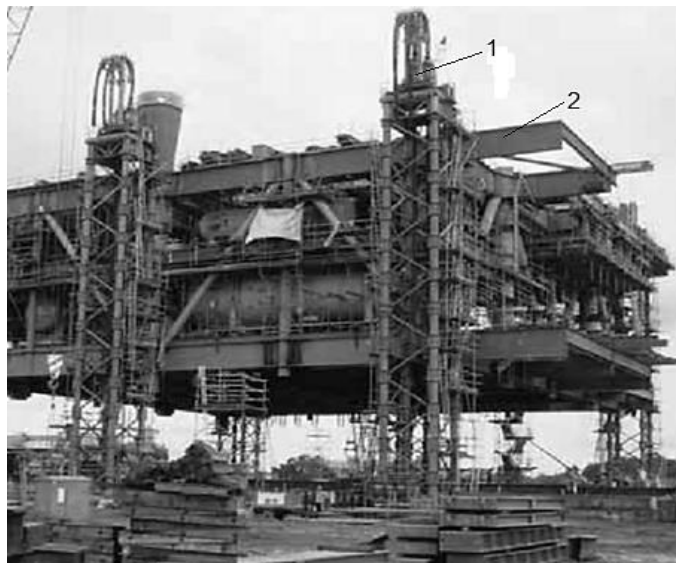


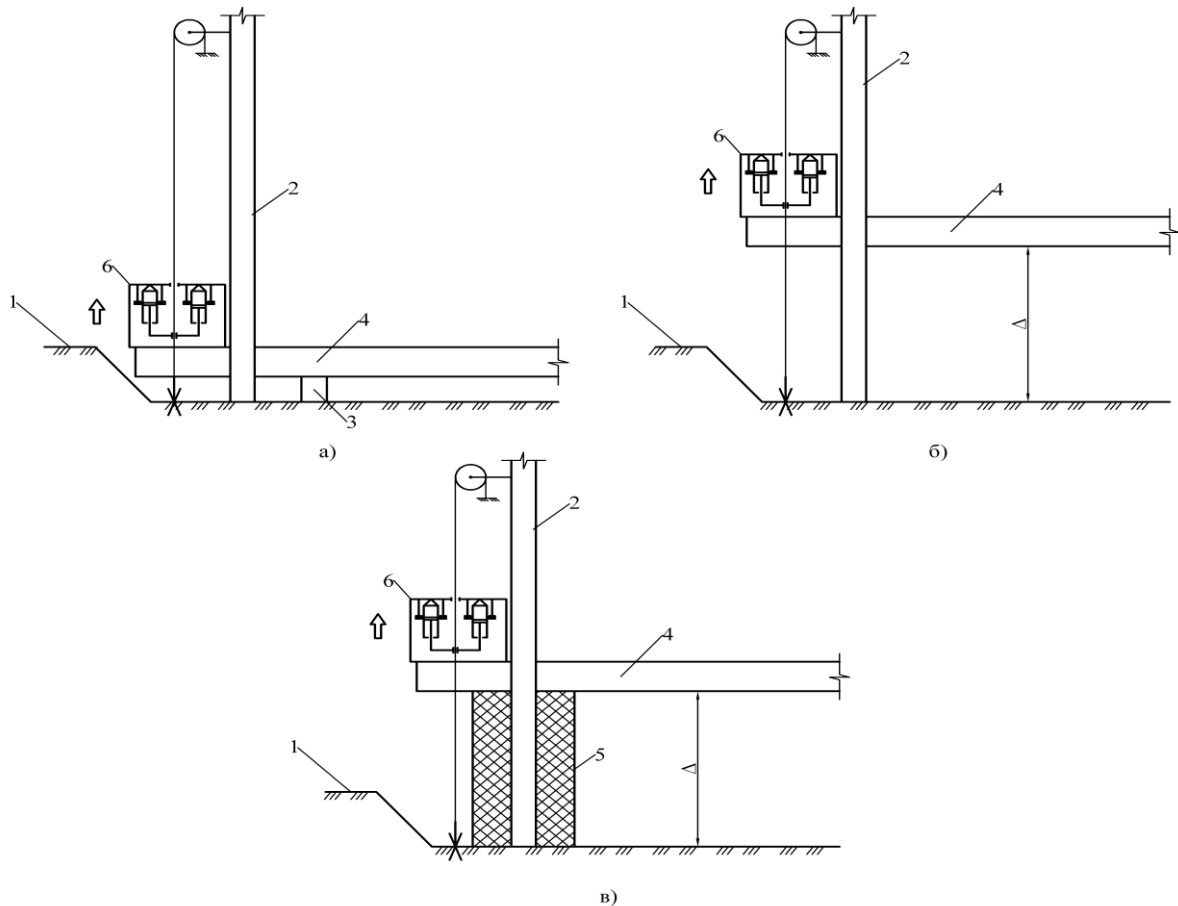
Рис. 2. Підйом настилу масою 3735 т, Малайзія: 1 – підйомник; 2 – конструкція, що піднімається

Перед початком операції піднімання конструктивних елементів необхідно в першу чергу перевіряти основу для опирання, оскільки на неї діятиме зусилля від прикладеного вантажу. Стійка основа, яка повинна складатися зі сталевих або залізобетонних плит, повинна бути спроектована з таким розрахунком, щоб зусилля витримала ґрунтова основа (рис. 3).

Процес монтажу методом підтягування полягає в наступному. Перший крок – піднімання та закріплення конструкції (рис. 3,а). При цьому необхідно передбачити безпечне виконання робіт. Для цього використовується система з двох анкерів та двох однакових, зв'язаних гідравлічною системою (домкрати, які розділяють спільну гідравлічну лінію від одного гідравлічного колектора та насосу таким чином, щоб тиск в обох домкратах був завжди однаковий), домкрати, які розташовані на кожному кінці підтримуючого обладнання згідно з проектом. Анкери дозволяють забезпечити стійкість підйомної системи, коли гідравлічні домкрати не витримують навантаження від монтованої конструкції.

Ці анкери також дадуть змогу підтримати вантаж коли домкрати не будуть виконувати своїх функцій або будуть вивільнені. Другий кінець підйомної системи зпирається на надійну основу для забезпечення стійкості. Ця умова забезпечує передбачуване переміщення вантажу домкратами без перекосів. При підніманні анкерна система та допоміжні домкрати повинні постійно працювати як одне ціле, щоб мінімізувати можливість виникнення аварії основного домкрата.

Рис. 3. Етапи роботи канатного підйомника: *а* – підйомна система знаходиться на нижній



відмітці у вихідному положенні; *б* – піднімання вантажу дозволяє розмістити конструкцію, що піднімається в проміжне положення; *в* – піднімання конструкції на проекту відмітку; 1 – підгрунтова основа; 2 – направляючі канатного підйомнику; 3 – риштування; 4 – будівельна конструкція, що монтується; 5 – опорний елемент; 6 – канатний домкрат;  $\Delta$  – гарантована відстань для забезпечення монтажу.

Наступний крок передбачає відведення домкратів на висоті на необхідну відстань, щоб між ними можна було вкласти з'єднувальний елемент (рис. 3,б). Підйом домкратів відбуватиметься синхронно у випадку, якщо жодна з основ не буде просідати чи переміщуватися. При перекосі в системі необхідно вкласти сталеву прокладку. Після цього необхідно повільно зменшувати тиск в обох домкратах, використовуючи спільний клапан. Цей метод дозволить домкратам плавно перевести в проектне положення будівельну конструкцію та

навантажити основу (рис. 3,в). Після розклинювання кріплення можна переводити навантаження від домкрату на основу. Але передача навантаження повинна відбуватися плавно для того, щоб можна було виправити кріплення у випадку, якщо якась із основ не зможе витримати тиск.

Як було сказано, вантажопідйомність домкрату визначає товщину кожного опорного шару. Але водночас не можна робити цю величину надто великою, оскільки це може спровокувати перекидання чи висування домкрату. Послідовне піддомкрачування на 1-2 градуси кожного підйомника дозволить привести систему в проектне положення. Також необхідно пам'ятати про обладнання вершини домкрату поворотними шарнірами, які могли б компенсувати можливий перекис.

Другою умовою є необхідність унеможливити зчеплення між двома листами металевих вкладок. Можна використати тонку дошку або фанеру щоб не відбувався контакт між елементом, який піднімається та самим домкратом. Ця операція дозволить зменшити можливість зриву домкрату з точки закріплення та дозволить краще розподілити навантаження по всій площі та уберегти поршень та циліндр домкрату від зосередженого навантаження. Виконання всіх заходів забезпечує найдійне виконання операцій піднімання та закріплення.

Розглянемо схему роботи канатного підйомника (рис. 4).

За технологією виконання робіт необхідно, щоб сили, які діють на канатні підйомники (рис. 4,а) були однакові, тобто  $F_{д1} = F_{д2} = F_{д3} = F_{д4}$ .

При цьому забезпечує рівномірність процесу піднімання та вертикальність піднімання.

Тоді зусилля, яке діє на підйомник визначається за формулою, кН:

$$F_{\bar{A}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{n}, \quad (1)$$

де:  $Q_{\text{заг}}$  - загальне навантаження домкратів;  $n$  - кількість домкратів.

Зусилля, яке здатне розвивати гідроциліндр підйомника (рис 2,б) визначається за формулою, кН: [4]

$$F_1 = p_H S_{\text{ш}}, \quad (2)$$

де  $p_H$  - тиск, Па;  $S_{\text{ш}}$  - напірна площа в штоковій камері, яка визначається за

формулою:

$$S_{\text{ш}} = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4}, \quad (3)$$

де  $\pi = 3,14$ ;  $D$  – діаметр поршня циліндру, м;  $d$  – діаметр штока циліндру, м.

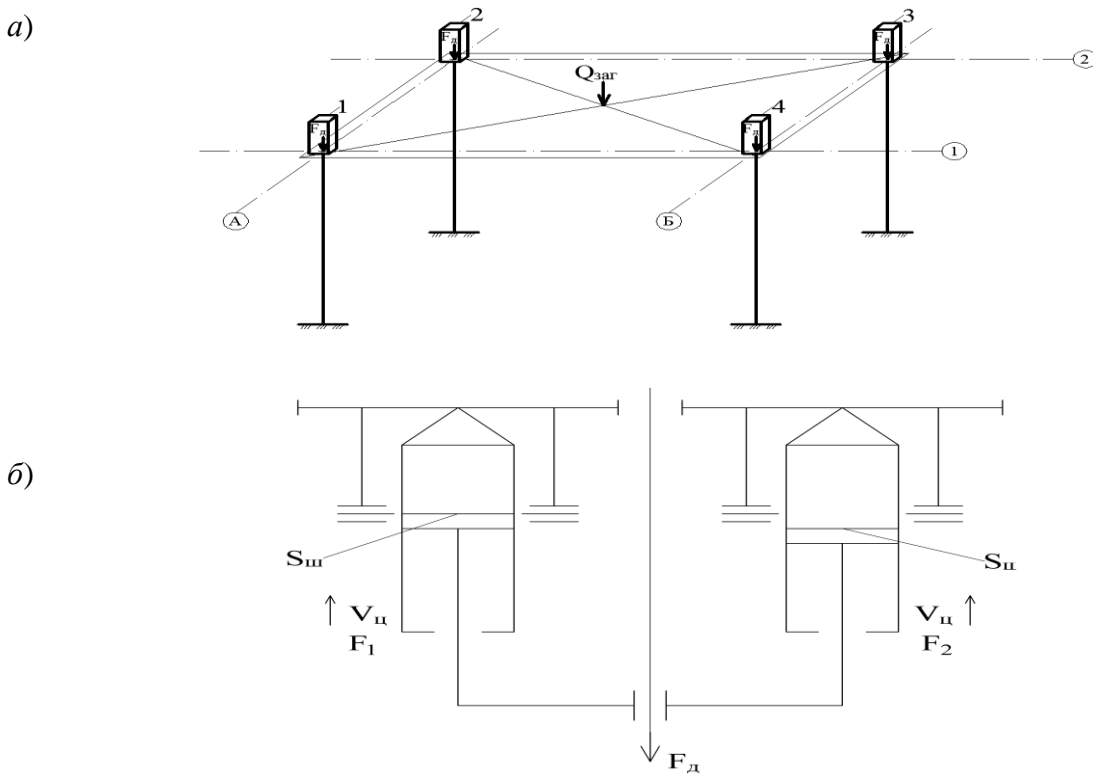


Рис. 4. Схема роботи канатного підйомника: а – схема роботи групи підйомників; б – розрахункова схема канатного підйомника; 1, 2, 3, 4 – № домкрату;  $V_{цил.}$  – швидкість висування поршня домкрату, м;  $S_{п}$  – площа поршня, м<sup>2</sup>;  $Q_{зар}$  – загальне навантаження від монтованої конструкції, т;  $F_{д}$  – результуюча сила, яка діє на поршень домкрату, кН; 1, 2, А, Б – вісі між циліндрами;  $F_1, F_2$  – робоче зусилля в циліндрах.

Маючи величину тиску на поршень та його діаметр, можна підібрати певну кількість домкратів, які найбільш спроможні піднімати вантаж. Величина тиску може здійснюватись в межах 10...70 МПа (ГОСТ 12445-80), а діаметр поршня та штока визначається за ГОСТом 6540-68 від 0,15 до 0,3 м.

Розглянемо наслідки, які можуть виникнути в результаті недотримання попередніх заходів:

- при використанні чотирьох взаємопов'язаних домкратів по різних кутах периметру, можливий перекис вантажу. Якщо домкрати не будуть розміщені симетрично до центру маси, в результаті нерівномірного завантаження всіх підйомних механізмів, рух домкрату, на який приходить найменше навантаження, буде відбуватися з найбільшою швидкістю. В результаті вантаж отримає крен та процес стане непередбачуваним;

- при використанні чотирьох незалежних домкратів немає можливості керувати домкратами синхронно, щоб кожен піднімався на однаковий хід. Відповідно, вантаж розподілиться діагонально між двома найвищими домкратами. В результаті цього можливе перевантаження цих домкратів та нанесення пошкодження всьому обладнанню;
- за умови не використання прокладки між двома металевими поверхнями, домкрат може зіскочити з точки обпирання або може відбутися зосереджене навантаження на циліндричну основу, що приведе до надмірного навантаження та пошкодження системи.

Домкрати, які частіше використовуються при монтажі, подані в таблиці 1.

Таблиця 1

### Стандартні розмірів домкратів

Домкрат	Вантажо- підйомність, т	Розміри домкрату	Хід, мм	Маса, кг	Підйомний трос	
					Маса, кг	Довжина, мм
L15/1	15	1200×150×150	250	70	1	18
L15/2	15	1400×230×210	450	170	1	18
L50	45	1600×320×320	450	480	3	75
L100	105	1420×550×550	300	810	7	122
L180	180	1700×570×570	500	1030	12	165
L300	294	2030×700×700	450	3500	19	205
L450	418	2300×810×750	450	4000	27	250
L600	573	2400×900×800	450	4520	37	305
L750	750	2584×1065×1000	450	6300	50	368

### ВИСНОВКИ

Розроблена технологія підйому великогабаритних конструкцій методом підтягування з використанням канатних домкратних підйомників дозволяє:

- уникнути використання важкої вантажопідйомної (кранової) техніки;
- зменшити розміри будівельного майданчику;
- покращити безпеку вантажопідйомних робіт за рахунок збільшення стійкості будівлі в процесі монтажу;
- скорочення часу монтажу і, як наслідок, зменшення терміну спорудження будівлі.

### Література

1. Черненко В.К., Осипов О.Ф., Тонкачєв Г.М. та інші. Технологія монтажу будівельних конструкцій: Навчальний посібник /За ред. В.К.Черненко.– К.: Горобець Г.С., 2010.– 372 с.

2. Bechtel rigging handbook. 2nd Edition/ Copyright 1996, 2002 Bechtel Corporation.
3. Інтернет-адреса: <http://fagiolipsc.com/>.
4. Пелевін Л.Є., Гаркавенко О.М., Фомін А.В. "Гідро- та пневмоприводи будівельних машин: Підручник, 2000. - 285 с.

### АННОТАЦИЯ

В работе приведен анализ монтажа крупногабаритных конструкций перекрытий методом подтягивания, рассмотрен принцип работы канатного домкрата, поданы примеры использования гидродомкратных приспособлений, условия и особенности их использования.

*Большепролетные покрытия, домкратные приспособления, метод подтягивания, канатный, канатный домкрат.*

### ANNOTATION

An analysis over of editing of крупногабаритных constructions is in-process brought by the перекрытий method of undercutting, рассмотрен principle of работы of rope jack, поданы примеры use of гидродомкратных adaptations, condition and feature of their use.

Long-span coverages, jack adaptations, undercutting method, rope, rope jack.