

УДК 69:624.05

к.т.н. Мудрий І.Б.,
НУ"Львівська політехніка"

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТІЛОВОЇ ТЕХНІКИ ДЛЯ ЗАМІНИ АВТОКРАНІВ МАЛИХ ТИПОРОЗМІРІВ

Проведено сукупний аналіз технічних характеристик легких краново-маніпуляторних установок та міні кранів, визначено можливості ефективного застосування кожного типу за монтажними параметрами.

Ключові слова - міні крани, кран маніпулятори, максимальна вантажопідйомність, мінімальна вантажопідйомність, маса крана, вантажний момент, максимальний виліт стріли.

Постановка проблеми. Аналіз ринку вантажопідйомної техніки [1] у сегменті стрілових автокранів показує відсутність нових моделей 1-2 типорозмірної групи за вантажопідйомністю, з максимальним вантажним моментом до 10-12 тм. Єдиним виключенням є модель малого класу КС-2571Б вантажопідйомністю 7т на базі шасі ЗИЛ-433362, виробник ВАТ "Крафт". Більшість моделей стрілових кранів закордонного виробництва таких фірм як Liebherr, Sennebogen, Luna, TCM, мають вантажопідйомність починаючи з 35 т, а вітчизняні (ДАК, ВАТ "КБФ Стріла") та країн СНД (торгових марок "Ульяновець", "Улиглич", "Галичанин", "Івановець", "Донэкс" та ін.) мають вантажопідйомність від 16 т.

Відсутність малих моделей кранів створює неоптимальну структуру парку будівельної вантажопідйомної техніки через високий відсоток більш потужних механізмів. Це викликає підвищення витрат на малооб'ємних роботах, оскільки вартість машино-зміни потужної техніки у середньому у 1,4..1,9 раз перевищує аналогічний показник для малих моделей [3]. За експертними даними мобільна техніка малої потужності повинна у середньому складати на менше 60..65% парку будівельних машин, а сьогодні вона становить не більше 35..40% [3].

У практиці будівництва крани малої вантажопідйомності замінюють на легкі краново-маніпуляторні установки (КМУ) з максимальним вантажним моментом до 10 тм або міні крани. Досвід застосування КМУ показує їх ефективність для робіт з малим плечем перевезень та відповідними умовами будівельного майданчика, а міні кранів в умовах щільної міської забудови та реконструкції.

Серед існуючої групи міні кранів виділяють два основні типи, які використовуються у практиці: крани-павуки (spider cranes) та вантажопереносні

крани (pick & carry cranes), які за вантажопідйомністю озділяються на три групи [4] відповідно до статистичних даних приведених в роботі [5]. Практичний інтерес, через ширші технічні можливості, умови їх застосування на будівельному майданчику та більшу модельну лінійку, мають крани типу "spider cranes" (міні крани). Слід зазначити, що такі типи кранів у вітчизняній практиці, на відміну від КМУ, не знайшли широкого застосовуються, через відсутність економічного обґрунтування доцільності їх практичного використання [6].

Для краново-маніпуляторних установок сьогодні відсутня чітка класифікації за вантажопідйомністю чи вантажним моментом. Так австрійська компанія Palfinger класифікує моделі за вантажним моментом: легкі - до 3,90 тм; середні - від 4,0 до 29,9 тм; важкі - від 30,0 до 150 тм. Шведська фірма Ніаб поділяє машини на: легкі до 10 тм; середні 10...22 тм; важкі - більше 22 тм. Італійська компанія Effer Holding виділяє: до 15,5 тм - легкі; до 35,5 тм - середні і вище 36 тм - важкі, інші виробники висувають свою градацію. В роботі (5) проводився аналіз технічних характеристик міні кранів провідних світових виробників, який показав, що вантажний момент для них не перевищує 10 тм. Тому для порівняльного аналізу було прийнято легкі КМУ які мають вантажний момент не більше 10 тм.

Досвід застосування маніпуляторів показує, що за технічними характеристиками і ефективністю застосування, зі стріловими кранами можуть конкурувати середні та важкі КМУ [7]. Зокрема це машини з максимальним вантажним моментом більше 38 тм, але вартість таких установок без шасі співрозмірна із вартістю 16-ти тонного автокрана [2], що значно обмежує їх застосування у практиці зведення. Легкі КМУ не мають конкурентів у вигляді нових моделей стрілових кранів (через відсутність на ринку останніх), але мають близькі технічні характеристики до міні кранів.

Мета роботи. Порівняти можливість ефективної заміни стрілових кранів у сегменті 1-2-ї типорозмірної групи на легкі КМУ або міні крани за технічними характеристиками.

Виклад основного матеріалу. Для аналізу технічних характеристик, виключно як монтажного механізму, було використано легкі моделі КМУ (табл. 1) провідних світових виробників та міні крани типу "spider cranes", відповідно даних приведених в роботі [5].

Головними параметрами, які приймалися до розгляду є: вантажний момент M , тм; максимальна вантажопідйомність Q , т; максимальний виліт стріли L_{max} , м; максимальна висота піднімання H , м; маса машини m , т; маса маніпуляторного устаткування $m_{кму}$.

Таблиця 1

Технічні характеристики легких КМУ

Виробник (країна)	Марка КМУ	Параметр							
		L _{min} , м	Q _{max} , т	L _{max} , м	Q _{min} , т	H, м	m, т	m _{кму} т	M, т·м
Сорта 2000 S.p.A. Італія	100.2	1.9	4.8	7.7	1.1	-	-	1.215	10
Effer Holding S.p.A. Італія	20-2S	3.13	0.475	5.59	0.25	7.8	3.5	0.355	1.49
	30-2S	3.28	1.135	6.31	0.41	9.0	3.5	0.5	2.81
	42-2S	3.28	1.135	5.6	0.595	9.4	5.0	0.55	3.73
	62.2S	3.8	1.535	7.15	0.79	10.4	5.0	0.845	5.84
	75-2S	3.93	1.66	9.02	0.67	12.2	9.0	0.96	6.52
	95-3S	3.6	2.31	8.83	0.9	12.5	10.0	1.195	8.3
	110E-3S	4.48	2.25	10.06	0.905	13.8	12.0	1.545	10.09
FTG Cranes AB, Швеція	V-Kran 10.78	4.0	2.49	7.8	1.26	-	-	1.64	10.0
	V-Kran 10.92	4.0	2.315	9.2	1.0	-	-	1.81	10.0
Hiab Cranes AB, Швеція	008T-2	1.1	0.84	2.8	0.32	3.8	-	0.125	0,9
	013T-1	1.2	0.99	2.1	0.565	3.3	-	0.125	1.2
	022T-1	1.5	1.73	3.1	1.01	3.2	-	0.205	2.2
	033T-2	1.5	2.47	4.6	0.55	6.3	-	0.335	3.3
	055D-3 CLX	1.5	1.94	7,2	0,66	9.6	-	0.915	4.6
	066D-4 CLX	1.5	1.78	11.2	0.4	13.5	-	1.125	5.5
	077E-4 CLX	1.5	2.36	11.6	0.44	13.8	-	1.245	6.1
	077B-3 CLX	1.5	2.2	9.2	0.64	11.7	-	1.06	6.6
	088E4 CLX	1.5	2.82	11.6	0.52	13.8	-	1.25	7.3
	088B-3 CLX	1.5	2.48	9.2	1.04	11.9	-	1.17	7.6
	099B-3 CLX	1.5	2.86	9.5	0.84	12.0	-	1.48	8.5
11B-2 CLX	1.5	3.55	7.7	1.26	10.4	-	1.28	9.9	
Palfinger AG, Австрія	PK 6500	1.7	3.3	5.7	1.03	-	-	0.71	5.8
	PK 7501	1.2	5.4	5.4	1.31	-	-	0.92	7.1
	PK 10000	1.5	5.7	6.0	1.57	-	-	1.03	9.5
PM Group S.p.A. Італія	PM 4021	3.85	0.99	9.0	0.3	-	-	0.53	3.85
	PM 5021	1.85	2.5	10.8	0.26	-	-	0.74	5.0
	PM 6521	2.0	3.13	12.6	0.24	-	-	0.88	6.4
	PM 8521	2.0	4.25	5.4	1.45	-	-	1.06	8.5
	PM 10024	1.95	4.85	15.05	0.375	-	-	1.53	9.5
	PM 10022	1.95	4.95	7.5	1.15	-	-	1.6	10.0
Инман ЗАО, Росія	ИМ-20	1,85	0,99	3,57	0,505	4,66	-	0,425	1,83
	ИМ-55	2,5	2,0	6,78	0,73	8,0	-	0,98	5,12
	ИМ-95	3,0	2,83	8,25	0,95	9,94	-	1,24	8,5
Terex-Atlas GmbH, Німеччина	T 26.6	1.3	1.95	4.36	0.56	-	-	0.25	2.6
	T 32.2	3.51	0.8	7.8	0.285	-	-	0.54	3.0
	T 56.2	3.65	1.5	10.7	0.38	-	-	0.87	5.6
	T 65.2	2.6	2.6	8.9	0.55	-	-	0.99	6.5
	T 95.2	3.9	2.41	7.0	1.28	-	-	1.51	9.5

В аналіз не включались одиничні моделі міні кранів з відносно високою вантажопідйомністю, зокрема UNIC URW-1006 для якого $Q_{\max}=10\text{т}$, $L_{\max}=21.9\text{м}$, що відповідає вітчизняним кранам 3-ї розмірної групи та UNIC URW-706 вантажний момент якого вище 10,0 тм.

На рис. 1а,б приведено залежність вантажного моменту M при L_{\min} від максимального вильоту стріли L_{\max} , і на рис 1 в,г залежність вантажопідйомності механізму Q від вантажного моменту M при L_{\min} , де певному значенню вантажного моменту відповідає дві крайні вантажопідйомності Q_{\max} та Q_{\min} . Площа обмежена двома прямими (Q_{\max} та Q_{\min}) визначає область можливого застосування механізму в залежності від конструктивно-технологічних рішень зведення.

Аналіз графічних результатів (рис. 1) показує:

- функціональний простір міні кранів є ширший в порівнянні з легкими КМУ (1 в,г);

- максимальні значення вантажопідйомності та виліт стріли для міні кранів вищі ніж легких КМУ (рис. 1 в,г) ;

- 98% прийнятих до аналізу моделей міні кранів мають вантажний момент до 10 тм, що співрозмірно прийнятому максимальному вантажному моменту для легких КМУ;

- 67 % моделей міні кранів мають вантажний момент до 5,0 тм, а для КМУ частка таких машин складає 27% (рис. 1а,б);

- усереднений виліт стріли при однакових значеннях вантажного моменту для міні кранів є вищий (наприклад при $M=5,0$ тм для КМУ $L_{\max}=7.5\text{м}$, для міні кранів $L_{\max}=10.0\text{м}$);

- на вильотах стріли що забезпечують середній вантажний момент ($M=5,0$ тм) та вище працюють 63% КМУ і 47 % міні кранів.

- для легких КМУ при однаковій вантажопідйомності Q_{\max} (наприклад V-Kran 10.78 та Hiab 033T-2) вантажний момент може різнитися декілька раз, що визначається конструктивними особливостями маніпуляторів.

- при оцінці технічних характеристик КМУ потрібно враховувати модифікацію моделі (наприклад для РК -10000Std $Q_{\max}=5,7\text{т}$, $L_{\max}=6,0\text{м}$, а для модифікації РК -10000D-V1 $Q_{\max}=5,23\text{т}$, $L_{\max}=16,0\text{м}$).

Порівняння технічних характеристик (табл. 2) стрілових кранів 1-2 групи та співрозмірних їм міні кранів і легких КМУ вантажопідйомності 4-7,5 т показує, що при близькій масі машин (m_k) міні крани мають:

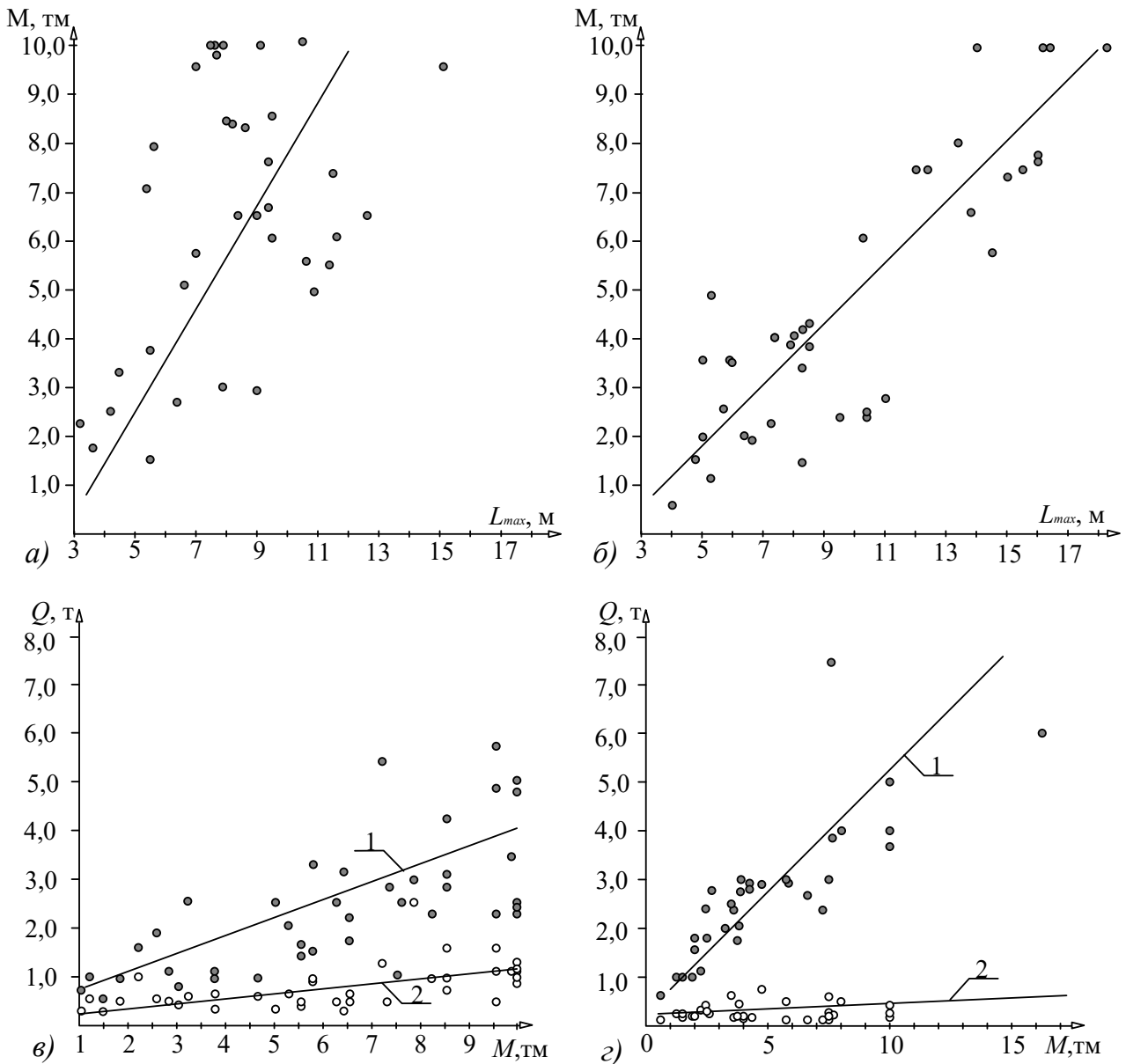


Рис. 1. Залежність основних технічних параметрів:

- вантажного моменту M від максимального вильоту стріли L для: а) легких КМУ; б) міні кранів;

- вантажопідйомності Q_{max} від вантажного моменту M для: в) легких КМУ; г) міні кранів; 1 - максимальна вантажопідйомність Q_{max} ; 2 - мінімальна вантажопідйомність Q_{min} .

- більший робочий виліт стріли (11,0-7,0 м для стрілових та 16,2-18,6 м для міні кранів);

- близьку чи рівну стріловим кранам вантажопідйомність (рис. 2);

- значно меншу потужність двигунів (84,6-110,3 кВт для двигунів внутрішнього згорання стрілових кранів та 7,5-26,9 кВт електричних чи комбінованих двигунів міні кранів; для КМУ потрібно приймати до розгляду транспортний засіб на який вона встановлюється);

- менші транспортні габарити;

- більшу висоту підймання вантажу;

- міні-крани вимагають більший простір для розгортання у робоче положення порівняно із стріловими кранами але менший ніж для КМУ.

Таблиця 2

Технічні характеристики

Параметр	Автомобільний кран			Міні кран типу "spider cranes"			Легкі КМУ		
	КС-1562	КС-2561Д	МКА-6.3	URW-547	URW-706	SPX1275CDH	PM-8521	PM-10020	PK-10000
Вантажопідйомність, т	4,0-1,2	6,3-1,9	6,3-1,7	4,0-0,17	6,0-0,2	7,5-0,6	4,25-1,45	4,95-1,12	5,7-1,57
Виліт стріли, м	3,5-11,0	3,3-11,0	3,4-7,0	2,5-16,3	2,7-18,6	1,0-16,2	2,0-5,4	1,95-7,5	6,0-1,5
Висота підйому, м	6,0	6,0	8,1	19,5	20,8	19,1	8,2	12,0	11,5
Вантажний момент, тм	7,2	11,4	13,8	2,8	4,2	11,5	8,5	10,0	9,5
Робоча маса механізму, т	7,57	8,9	9,78	5,01	7,92	8,3	-*	-	-
Потужність двигуна, кВт	84,6	110,3	110,3	7,5	7,5	26,9	-*	-	-
Габаритні розміри у робочому (транспортному) положенні, м									
довжина	8,35	10,6	9,25	5,9 (4,95)	6,48 (5,61)	4,6 (5,73)	-*	-	-
висота	3,3	3,65	3,9	1,98	2,19	2,04	-	-	-
ширина	3,3 (2,45)	3,6 (2,6)	3,6 (2,5)	5,94 (1,4)	6,28 (1,67)	4,6 (1,45)	8,4	9,6	11,2

* - параметр залежить від транспортного засобу на який встановлюється КМУ.

Висновки. Сукупний аналіз технічних характеристик легких КМУ та міні кранів (рис. 2) показує, що останні мають кращі значення за використанням своїх параметрів, менші габарити при розгортанні у робоче положення і не вимагають спеціальних умов для доступу в зону монтажу [4]. Але при виборі монтажного механізму необхідно враховувати, що КМУ - універсальна машина і її використання, як транспортного засобу може давати зниження трудомісткості та вартості зведення, зокрема при влаштуванні фундаментів [6]. Крім того при оцінці технічних характеристик легких КМУ потрібно враховувати, для певних виробників, варіант виконання моделі.

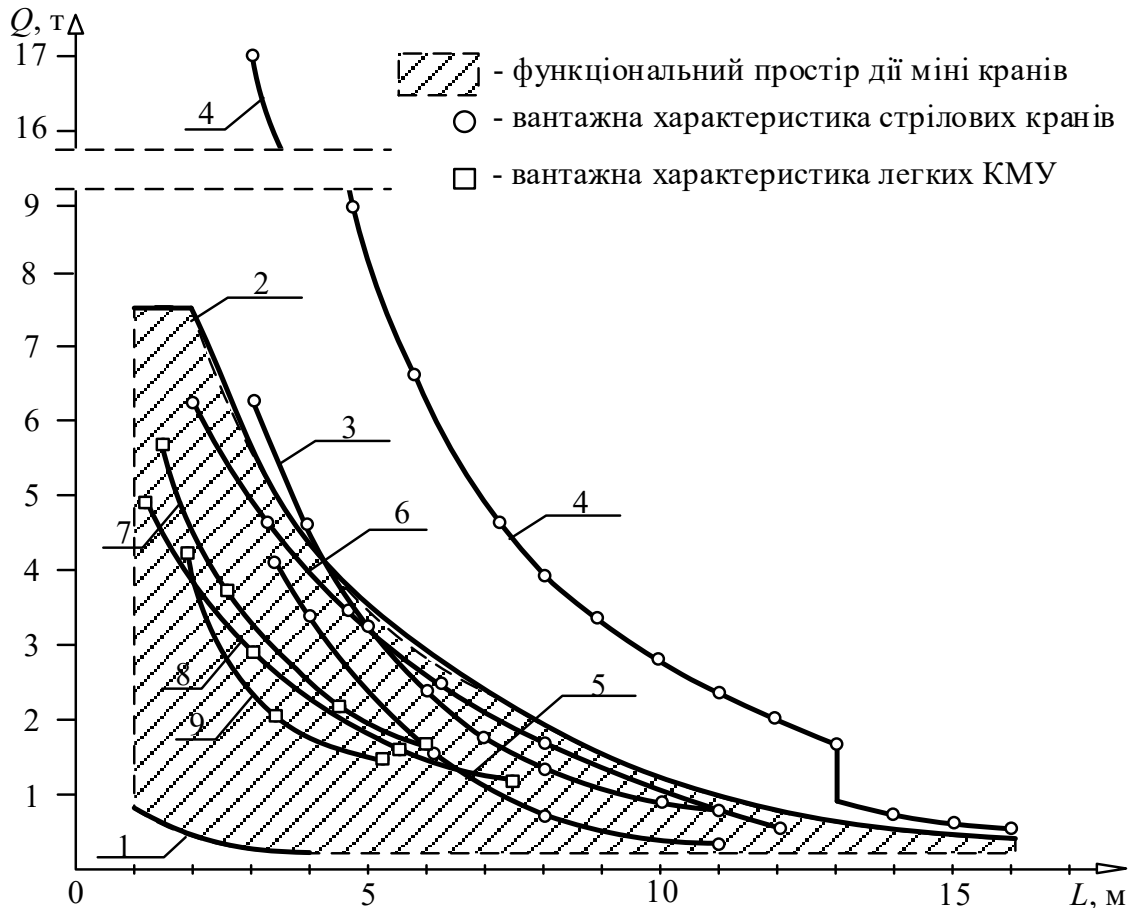


Рис. 2. Розподіл вантажних характеристик для: 1- міні-крана Hoeflon C05; 2 - міні крана Jekko SPX1275CDH; 3 - автомобільного крана KC-2561; 4 - автомобільного крана KC-35719-3; 5 - автокран KC-1562A; 6 - автокран KC-2571A; 7 - манипулятор Palfinger PK10000Std; 8 - PM 10022; 9 - PM-8521.

Література

1. <http://www.autocranes.com/katalog-avtokranov>.
2. Малютин Л.: Основные средства/ Л.Малютин/ Придет ли КМУ на смену автокрану?/ №7. 2009.
3. Тускаева З.Р. Техническая оснащенность в строительстве: проблемы и пути совершенствования/ Вестник МГСУ. Москва, 2015.- № 11- С. 90-100.
4. ГОСТ 9692-71 Краны стреловые самоходные общего назначения. Типы и основные параметры - М. : Изд-во стандартов, 1971. - 7 с.
5. Мудрий І.Б. Технологічні особливості застосування міні кранів у практиці будівництва // Теорія і практика будівництва. – Львів, 2016.- № 844.- С.152-157.
6. Мудрий І.Б., Сиротюк Д.Ю. Область застосування міні кранів при зведенні підземної частини будівель/ Збірник наукових праць "Науковий вісник будівництва" - Харків, 2016. - № 84. - С. 204-207.

7. Іванейко І.Д., Олексів Ю.М. Ефективність застосування кран-манипуляторів на бортових машинах для монтажу фундаментів / Ефективні організаційно-технологічні рішення та енергозберігаючі технології в будівництві: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції 23-24 березня 2016 р. - Харків : ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2016. - С. 52-54.

Аннотація

В статті проведено аналіз технічних характеристик легких краново-манипуляторних установок і міні кранів, визначені можливості ефективного застосування кожного типу по монтажним параметрам.

Ключевые слова - мини краны, кран-манипуляторы, максимальная грузоподъемность, минимальная грузоподъемность, масса крана, грузовой момент, максимальный вылет стрелы.

Abstract

This article provides comprehensive analysis of the technical characteristics of light crane manipulative installations and mini cranes, identified opportunities for effective use of every type by using mounting options.

Keywords – mini-cranes, mounted crane, minimum carrying capacity, mass of cranes, load moment, maximum radius.