УДК 621.86(075.8)

Назаренко І.І., Свідерський А.Т., Заліско І.І., Коваленко С.А., Кравчук Ю.І., Шепетько В.А., Кобижський М.Г.[1]

ОГЛЯД СУЧАСНОЇ ВАНТАЖОПІДЙОМНОЇ ТЕХНІКИ

Вступ. Вантажопідйомна техніка в сучасному будівництві являється головною технологічною машиною , оскільки монтаж будівель став основним процесом. Найбільше застосовуються баштові та автомобільні крани [1-3], що і являється предметом огляду даної роботи. Актуальність роботи полягає в тому, що га ринку України пропонується широка гама різних кранів як вітчизняного так і закордонного виробництва, тому оцінка їх конструкцій та параметрів має важливе значення для будівельних організацій при обґрунтуванні та вибору.

Із історії будівельних кранів.

Пам'ятники техніки і архітектури свідчать, що старогрецькі і римські будівельники вже користувалися підйомними кранами, параметри і експлуатаційні їх якості мали безпосередній вплив на будівельну техніку в такому ж ступені, як розвиток будівельної техніки впливав на крани.

Самопідйомний кран з подвійним ступальним колесом, (рис. 1) встановлювали усередині компактної дерев'яної конструкції, прикріпленої до стіни будови; воно піднімалося разом з укосиною у міру зведення будівель. Ця конструкція є одночасно несучою рамою для установки укосини. Таке рішення підйомного крана має ряд переваг, які признаються донині в сучасних кранах, призначених для будівництва висотних будівель: компактність конструкції, хороший огляд робочого поля, точність укладання матеріалу, зменшення довжини каната і гальмівного шляху.

У працях Леонардо да Вінчі знаходиться креслення (рис. 2), яке можна вважати прототипом щоглового крана.

Конструктори прагнули збільшити підйомну силу кранів і підйомників, що приводяться в рух обмеженим числом робочих, шляхом застосування різного виду механічних передач, що привело до їх розвитку і безперервного вдосконалення.

Так, в роботі А. Рамеллі (1588 р.) показана лебідка з двоступінчатим цівочним приводом барабана. Складніша механічна система (рис.3) з двухпальною лебідкою з проміжною шестернею і двома барабанами піднімає попеременно будівельні матеріали.

В теперішній час при спорудженні будівель, масивів, промислових об'єктів виконується за допомогою баштових кранів різних фірм, серед яких варто відмітити крани «Liebherr», «Jaso», «Potain» «San Marko» та інші.

Сучасний баштовий кран представляє собою складну конструкцію, що здійснює підйом, установку вантажу з великою точністю позиціювання із застосуванням під час електронного

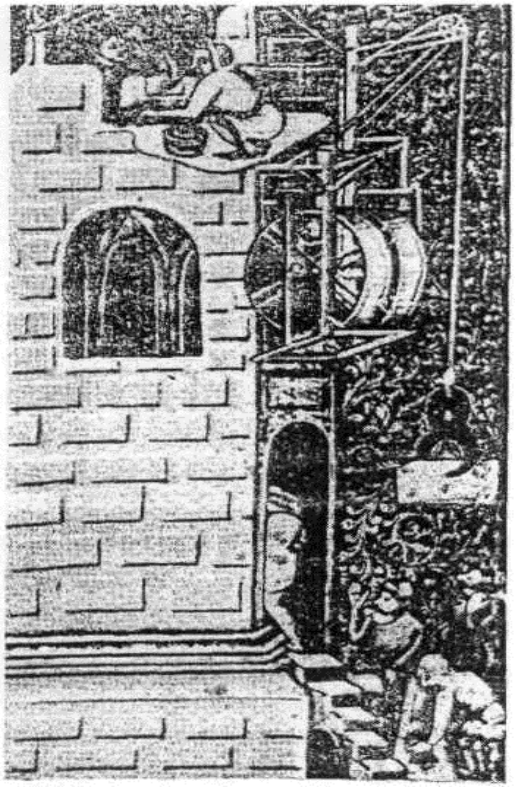


Рис.1. Самопідйомний кран з подвійним ступальним колесом.

Рис.2. Поворотний мачтовий кран Леонардо да Вінчі.

[1] Назаренко І.І., д.т.н., проф. Київ. нац. ун-т буд. і арх.; Свідерський А.Т., к.т.н., доцент Київ. нац. ун-т буд. і арх.; Заліско І.І., Коваленко С.А., аспіранти Київ. нац. ун-т буд. і арх..; Кравчук Ю.І., Шепетько В.А., студенти Київ. нац. ун-т буд. і арх. Кобижський М.Г. студент Київ. нац. ун-т буд. і арх.

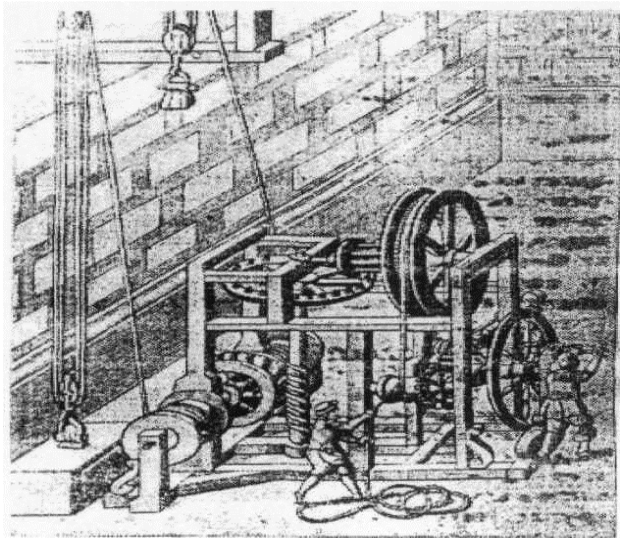


Рис. 3. Будівельна лебідка з двома барабанами (1588р.).

управління та найбільш передових систем переміщення.

Стрілові самохідні крани на автомобільному ходу з'явилися в 1916–1918р. в США, а в 1984 році як в США, так і в Японії гідравлічні крани склали 94% загального об'му випуску стріло видних кранів. На початку 20-х років у європейських країнах та в 30-х роках в СРСР з'явилися перші автомобільні крани.

Сучасний автомобільний кран – це гідравлічний агрегат на автомобільному шасі з жорсткою підвіскою багатосекційної телескопічної стріли, силовим висуванням секцій, оснащений зробленими приладами безпеки, у тому числі мікропроцесорним обмежником вантажопідйомності.

Тепер в створення баштових і стріловидних кранів широко використовується метод модульного проектування і виготовлення, що передбачає застосування уніфікованих блоків, вузлів і механізмів. Цей метод дозволяє створювати велике число модифікацій базових моделей. Розмірні параметри баштових кранів змінюються за допомогою змінних модулів стріл і башт, довжина яких коливається від 1,8 до 15 м, при довжині основної стріли від 30 до 75м.

Застосування модульного принципу при створенні кранів дає можливість на базі обмеженого числа типорозмірів (базових моделей) отримати практично необмежене число виконань кранів, що відрізняються способом установки (пересувних, стаціонарних, переставних і універсальних кранів), завдовжки і типом стріли, висотою підйому, вантажопідйомністю, що дозволить найбільшою мірою задовольнити потреби будівельників.

Всі базові моделі кранів для масового житлового будівництва передбачені з балочною стрілою, завдяки якій підвищується на 10-15 % продуктивність кранів.

Параметричний ряд кранів доповнений такими показниками по економії енергії і ресурсів, як питома енергоємність і питома маса, що дозволить виключити з виробництва крани з підвищеними питомими показниками.

Посилюються вимоги до показників надійності: введені диференційовані показники якості (ресурс, коефіцієнт технічного використання, напрацювання на відмову), що дозволяє підняти технічний рівень кранів.

Огляд баштових кранів. Баштові крани застосовуються для механізації підйомно-транспортних робіт при спорудженні жилих будинків, промислових споруд і для подачі бетонної суміші в гідротехнічному будівництві. Використовуються крани також в якості навантажувачів при роботі на складах, полігонах, для виконання нульового циклу при будівництві.

Класифікують крани за конструктивними ознаками, параметрами та характеристиками (рис. 4).

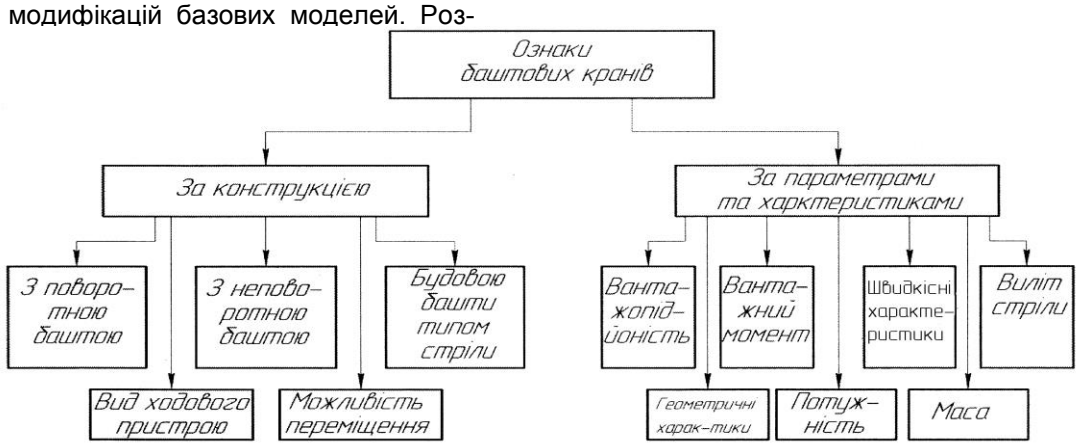


Рис. 4. Класифікація баштових кранів.

У кранів з поворотною баштою, опорно-поворотний пристрій розміщений безпосередньо на ходовій частині унизу крана або на порталі. До складу поворотної частини входять стріла, башта з оголовком і розпіркою, поворотна платформа з розміщеними на ній вантажною та стріловою лебідками, механізмом повороту і плитами противаги.

У кранів з неповоротною баштою, опорно-поворотний пристрій розміщений нагорі башти. Поворотна частина крана складається зі стріли, поворотного оголовка та противагової консолі з розміщеними на ній лебідками, механізмом повороту та противагою, яка служить для зрівноважування крана під час роботи.

За типом стріл крани поділяються на дві групи: з підіймальною та з балковою стрілами.

У кранів з підіймальною стрілою вантаж підвішують до кінця стріли. Виліт стріли в цьому разі змінюють її повертанням відносно опорного шарніра. У кранів з балковою стрілою вантаж підвішують до вантажного візка, який переміщується зі зміною вильоту по напрямних балках стріли.

За можливістю переміщення баштові крани поділяються на стаціонарні, самопідіймальні та пересувні.

До стаціонарних належать крани, закріпленні на фундаменті чи іншій нерухомій основі. У разі значної висоти стаціонарні крани додатково прикріплюються до споруджуваної будівлі. Такі крани називають приставними. Обладнаний ходовим пристроєм приставний кран, який до певної висоти може працювати як пересувний, називають універсальним.

До самопідіймальних належать крани,які встановлюються на споруджувальні будівлі й переміщуються за допомого власних механізмів у міру спорудження цієї будівлі.

Стаціонарні та самопідіймальні крани застосовують переважно на будівництві багатоповерхових і висотних будівель.

До пересувних належать крани, які переміщуються по робочому майданчику. Пересувні крани, обладнані власним приводом для пересування під час роботи і транспортування, називають самохідними. Пересувні крани, які під час транспортування переміщує тягач, називають причіпними.

За видом ходового пристрою баштові крани поділяються на рейкові, автомобільні, пневмоколісні та гусеничні. Наявність пневмоколісного або гусеничного ходу підвищує мобільність крана, однак вони відрізняються більш складною конструкцією ходової частини і більшою масою.
В Україні застосовується баштові крани як вітчизняного так і закордонного виробництва (табл.1).

Таблиця 1

Основні технічні характеристики баштових кранів, що експлуатуються в Україні

Модель	Максимальний вантажний момент	Max. висота підйому, м		Вантажопідйомність при вильоту стріли т/м	Швидкість м/хв		Частота обертання об/хв	Рік випуску	Виробник
		Вільно стоячого крана	Закріплений до будівлі		Підйому вантажу	Візка			
КБ--674	400	46	Рухомий	10/35	17,5-100	0,61	0,6	1981 - 1997	Нікопольський кранобудівний завод
154EC-HM6	150,6	43,8	148,8	6,0/28,7 1,8/60	0-32-152	0-100	0-0,8	2004 - 2006	Lsebher, Німеччина
132EC-H8	162	48,8	190	8,0/19,0 1,85/55	0-115	0-100	0-0,8	2006	Lsebher, Німеччина

J110IV	134,4	46	118	8,0/16,8 1,5/55	5-20-40	15-30-60	0-0,8	2006	Jaso, Іспанія
J300	238,7	54,69	110	12,0/29,43 2,3/75	0-120	0-105	0,7	2005	Jaso, Іспанія
J180PA з нах. стрілою	282	79,7	117,8	12,0/23,5 2,7/50 із подовж.	0-67	Час змі.вил 1,5хв.	0-0,7	2004	Jaso, Іспанія
MD-175		67,6		1,9/55 5,2/30	66-122			2006	POTAIN, Франція
SMTTH-55	90,72	48,7	122,95	8,0/11,3 1,0/55	5-80	15-60	0,1-0,8	2006	San Marko, Італія

Розглянемо найбільш поширені конструктивні схеми баштових кранів. Кран з неповоротною баштою КБ-674А (Україна). Башта крану (рис.5) 5 через опорну частину — раму 2 або портал — встановлена на ходові візки 1, які переміщають кран по рейковій колії. На опорній частині розташований баласт 3, що забезпечує стійкість крану в робочому і неробочому станах. Поворотна голівка 12 опирається на верхню секцію башти через опорно-поворотний пристрій 6. Стріла 14 і противажна консоль 7, шарнірно закріплені на поворотній голівці і стримуються розтяжками 10. На противоважній консолі розміщені вантажні лебідка 9, лебідка пересування противаги 11 і противага 8, зрівноважують верхню частину крану. По нижньому поясу стріли переміщається вантажна каретка 15 за допомогою тягової лебідки 13, розміщеної усередині кореневої секції стріли. Нарощування башти здійснюють за допомогою монтажної стійки 4. Для підйому вантажу застосовують двократні або чотирикратні вантажні поліспасти, чим забезпечуються різні вантажні характеристики (рис. 5, б).

Кран J110N («Jaso» Іспанія). Фірма Jaso випускає серію баштових кранів, що вирізняються між собою вантажопідйомністю(табл.1). Кран J110N (рис. 6) має традиційну схему, що складається із блока баласту 1, який включає ходовий візок, основу і баласт, башту 2 із необхідною для набору висоти секціями, блока противаги 3, контр стріли 4 з опорою і механізмом підйому. Оголовка башти 5 із поворотною платформою та механізмом обертання, стріла 6 із вантажним візком та відтяжками.

Кран 280EC-H12 (Liebherr, Німеччина). Фірма Liebherr відома своїми кранами, що мають високу надійність та ефективність в роботі. Кран 280EC (рис.7) побудований за класичною схемою, змінну в широких межах швидкість зміни вильоту 0-138 м/хв, високу швидкість опускання гака до 100 м/хв і максимальний виліт 70 м (табл..1).

Кран SMT 55 (San Marco, Італія). Загальний вид крана приведено на рис. 8.

Кран виконаний за схемою із верхнім розташуванням опорно-поворотного пристрою, характеризується високою надійністю електричних і механічних вузлів. Вантажопідйомність на максимальному вильоті стріли 56 м складає 1200-1300 кг. Блок управління 1 гаковою підвіскою 5 розташований на основі 2 або секції 3 башти і може здійснювати керуванням приводу 4 з освітленням 6 пультом 7 (рис.9).

Кран MD-175 (POTAIN, Франція). Крани баштові POTAIN піднімають і переміщують вантажі із використанням двох технологій: горизонтальним переміщенням вантажного візка (серії CITY CRANE, TOPKIT MD, MAXI MD, MAXI TOPKIT, MDT CITY, MC) або підняттям стріли (серія MR). В рельсовому або фундаментальному (анкерному) виконанні ці крани характеризуються довговічністю, високою швидкістю підйому (66-122 м/хв), низькою енергоємністю і швидкими термінами введення в експлуатацію.

Концепція баштових кранів POTAIN (рис. 10) передбачає різні серії кранів у якості прикладу приведено загальний вигляд крана MD-175.

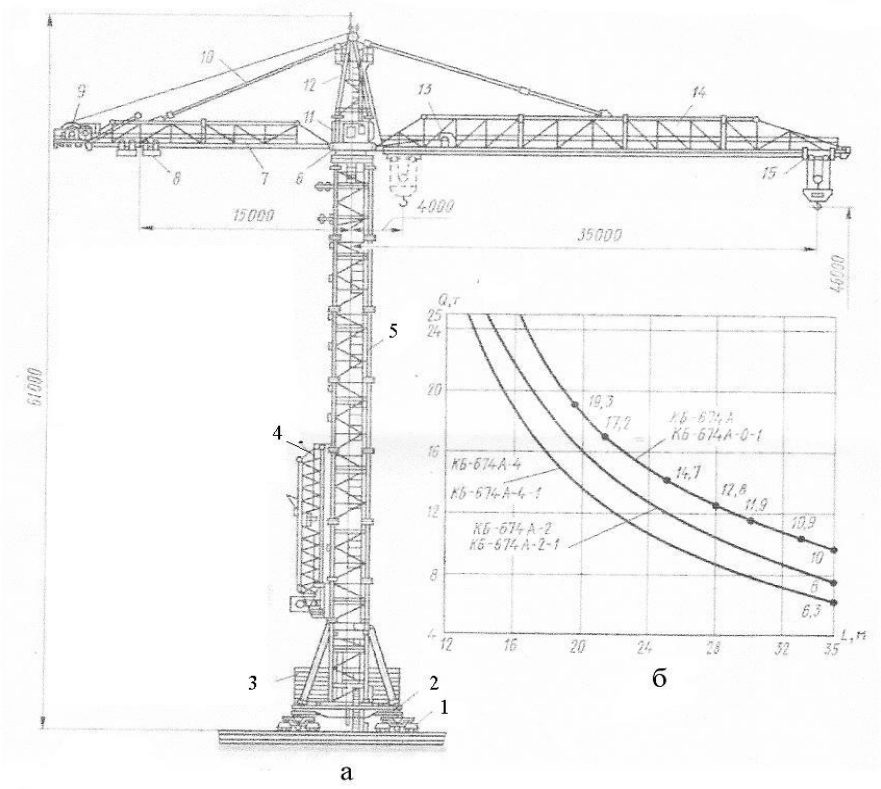


Рис. 5. Баштовий кран з неповоротною баштою: а – схема крану; б – графік вантажопідйомності.

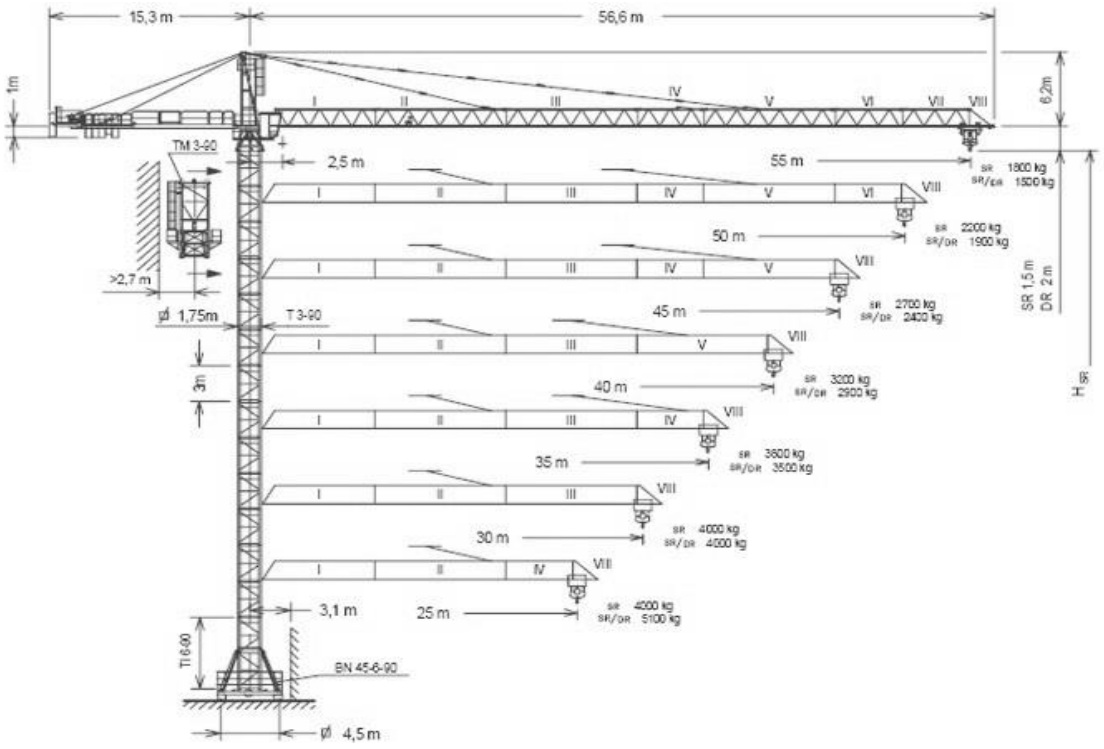
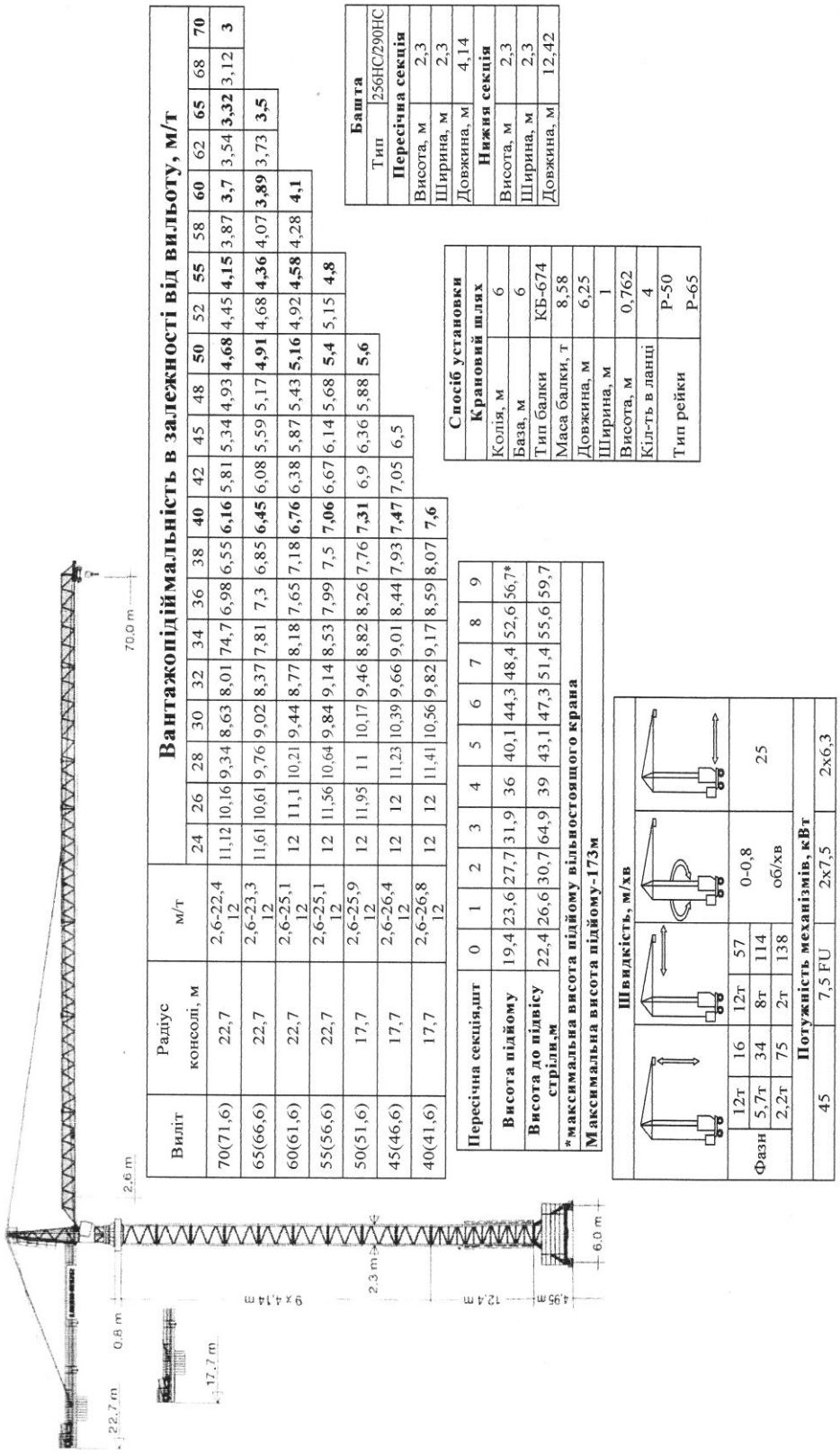


Рис. 6. Баштовий кран J110N із вантажними і висотними характеристиками.



Вантажопідйомальність в залежності від вильоту, м/т

Виліт	Радіус консолі, м	м/т	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	45	48	50	52	55	58	60	62	65	68	70
70(71,6)	22,7	2,6-22,4 12	11,12	10,16	9,34	8,63	8,01	74,7	6,98	6,55	**6,16**	5,81	5,34	4,93	**4,68**	4,45	**4,15**	3,87	**3,7**	3,54	**3,32**	3,12	**3**
65(66,6)	22,7	2,6-23,3 12	11,61	10,61	9,76	9,02	8,37	7,81	7,3	6,85	**6,45**	6,08	5,59	5,17	**4,91**	4,68	**4,36**	4,07	**3,89**	3,73	**3,5**		
60(61,6)	22,7	2,6-25,1 12	12	11,1	10,21	9,44	8,77	8,18	7,65	7,18	**6,76**	6,38	5,87	5,43	**5,16**	4,92	**4,58**	4,28	**4,1**				
55(56,6)	22,7	2,6-25,1 12	12	11,56	10,64	9,84	9,14	8,53	7,99	7,5	**7,06**	6,67	6,14	5,68	**5,4**	5,15	**4,8**						
50(51,6)	17,7	2,6-25,9 12	12	11,95	11	10,17	9,46	8,82	8,26	7,76	**7,31**	6,9	6,36	5,88	**5,6**								
45(46,6)	17,7	2,6-26,4 12	12	12	11,23	10,39	9,66	9,01	8,44	7,93	**7,47**	7,05	6,5										
40(41,6)	17,7	2,6-26,8 12	12	12	11,41	10,56	9,82	9,17	8,59	8,07	**7,6**												

Пересічна секція,шт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Висота підйому	19,4	23,6	27,7	31,9	36	40,1	44,3	48,4	52,6	56,7*
Висота до підвісу стріли,м	22,4	26,6	30,7	64,9	39	43,1	47,3	51,4	55,6	59,7

***максимальна висота підйому вільностоящого крана**

Максимальна висота підйому-173м

Швидкість, м/хв					
Фази	12т	16	12т	57	0-0,8 об/хв
	5,7т	34	8т	114	
	2,2т	75	2т	138	

Потужність механізмів, кВт			
45	7,5 FU	2x7,5	2x6,3

Спосіб установки	
Крановий шлях	
Колія, м	6
База, м	6
Тип балки	КБ-674
Маса балки, т	8,58
Довжина, м	6,25
Ширина, м	1
Висота, м	0,762
Кіл-ть в ланці	4
Тип рейки	P-50 P-65

Башта	
Тип	256НС/290НС
Пересічна секція	
Висота, м	2,3
Ширина, м	2,3
Довжина, м	4,14
Нижня секція	
Висота, м	2,3
Ширина, м	2,3
Довжина, м	12,42

Рис. 7. Баштовий кран 280ЕС.

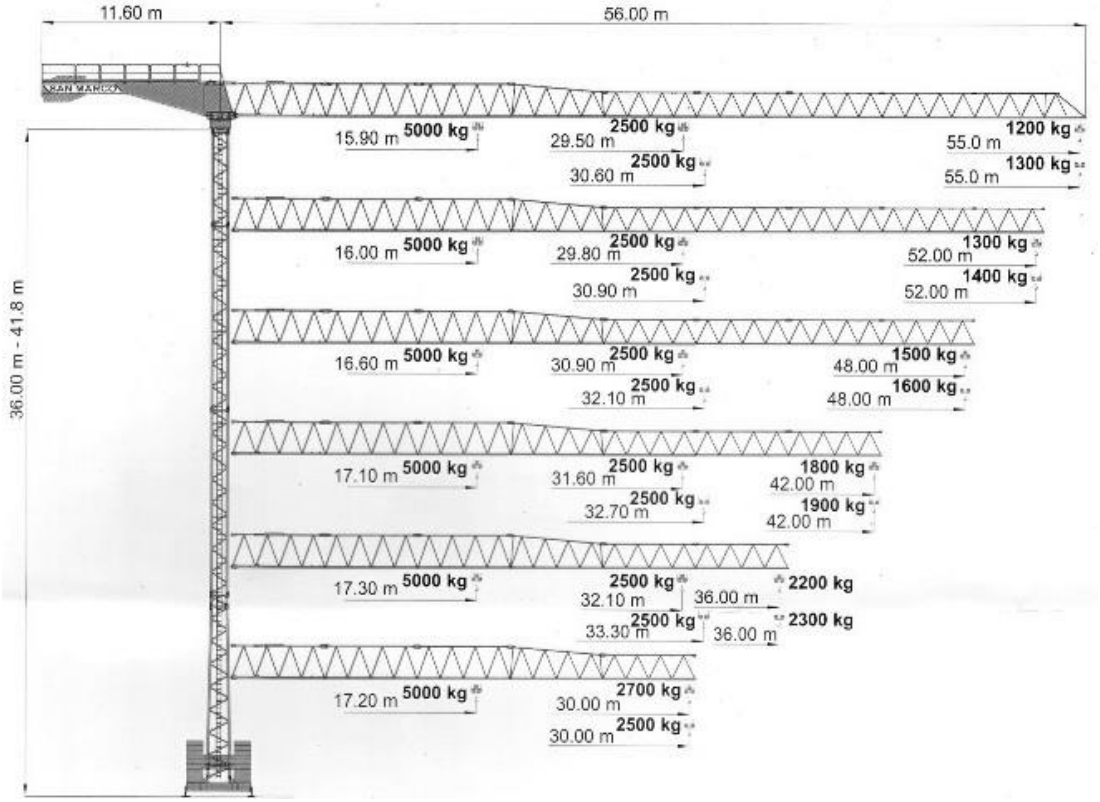


Рис. 8. Баштовий кран SMT55.

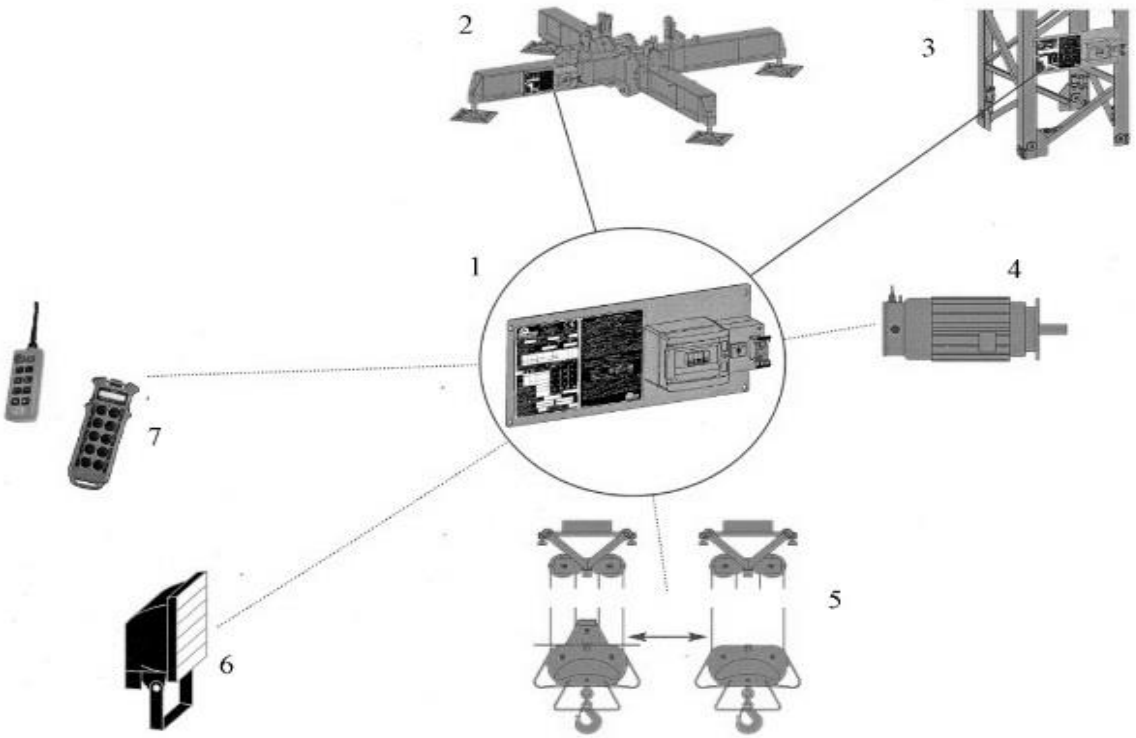


Рис. 9. Система дистанційного керуваня гаковою підвіскою.

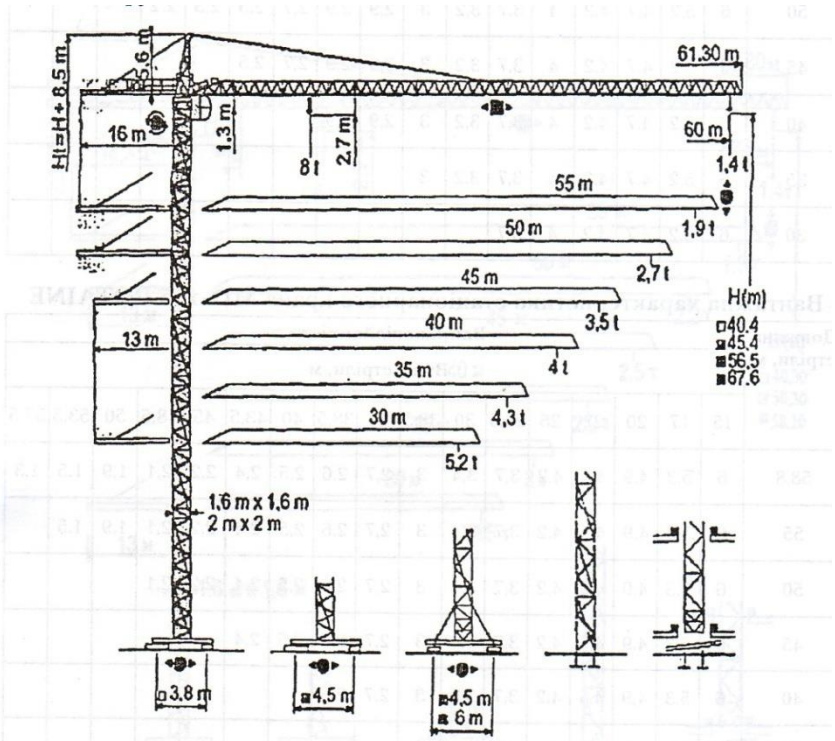


Рис. 10. Баштовий кран MD-175.

Огляд автомобільних кранів. Широке і всебічне застосування самохідних стрілових кранів в будівництві при виконанні монтажних і вантажно-розвантажувальних робіт, обумовило появу різних за конструктивними ознаками, параметрами та характеристиками цього класу вантажопідйомної техніки (рис. 11).

Рис. 11. Класифікаційні ознаки стрілових самохідних кранів.

За видом ходового пристрою самохідні крани поділяються на автомобільні, на шасі автомобільного типу, пневмоколісні, причіпні, короткобазові, гусеничні.

За типом приводу крани поділяють на такі види: електричні - з електроприводом робочих механізмів від власної силової установки або від зовнішньої електричної мережі; гідравлічні - з гідроприводом робочих механізмів; з механічним приводом, тобто з приводом робочих механізмів від спільної механічної трансмісії; з комбінованим приводом - з різними видами приводу робочих механізмів.

За конструкцією підвішування стрілового обладнання розрізняють крани з гнучкою та жорсткою підвісками. У кранів з гнучкою підвіскою стрілове обладнання утримується канатно-блоковою системою, а у кранів з жорсткою підвіскою - гідравлічними циліндрами, за допомогою яких змінюється кут нахилу стріли.

За вантажопідйомністю та залежно від виду ходового пристрою крани поділяються на розмірні групи (табл. 2).

На сьогодні прийнято 9 розмірних груп, хоча верхня границя вантажопідйомності не обмежена і може становити 400; 630; 1000; 1600 т.

Стрілові крани можуть експлуатуватися в одному чи кількох макрокліматичних районах. Тому їх виготовляють у таких виконаннях для роботи у відповідних кліматичних районах: виконання ХЛ – у холодному; Т – у тропічному; ТВ – у тропічному вологому.

В Україні випускають самохідні крани різної вантажопідйомності з використанням шасі автомобілів як вітчизняного (на базі КрАЗів) так і закордонного виробництва (на базі МАЗ і КАМАЗ). Застосовуються в будівництві самохідні крани іноземних фірм: Liebherr, Terex, Jaso, Comazy та ін.

Таблиця 2

Розмірні групи стрілових самохідних кранів.

Розмірна група	Вантажопідйомність крана, т	Наявність зазначеної вантажопідйомності у кранів				
		Автомобільного	Пневмоколісного	Автомобільного шасі	Короткобазового	Гусеничного
1	4	+				
2	6,3	+				
3	10	+			+	
4	16	+	+		+	+
5	25	+	+	+	+	+
6	40		+	+	+	+
7	63		+	+		+
8	100		+	+		+
9	160			+		+
-	250			+		+

У якості прикладу серед широкої гами автокранів держав СНД розглянемо кран КТА-25 (рис.5.6) вантажопідйомністю 25т, виготовляється на Дрогобицькому автокрановому заводі і призначений для виконання вантажно- розвантажувальних, будівельно-монтажних робіт на розосереджених об’єктах.

Кран складається з частин: неповоротної і поворотної частин. У неповороту частину входять: шасі 2 автомобіля КрАЗ 65053, опорна рама 1, коробка відбору потужності та механізм блокування підвіски. У поворотну частину входять: поворотна рама 6, кабіна 7 машиніста крана, вантажна лебідка 8, механізм повороту, телескопічна стріла 4, крюкова підвіска 3, механізми керування

робочими операціями. Загальними частинами для крана є опорно-поворотний пристрій, управління двигуном, гідроустаткування, електрообладнання.

Чотири робочі механізми крана обладнані індивідуальним приводом: лебідка вантажна і механізм повороту - гідромоторів; підйом стріли і висування її секцій-гідроциліндрів. На рис.13 приведені вантажо-висотні характеристики кранів КТА.

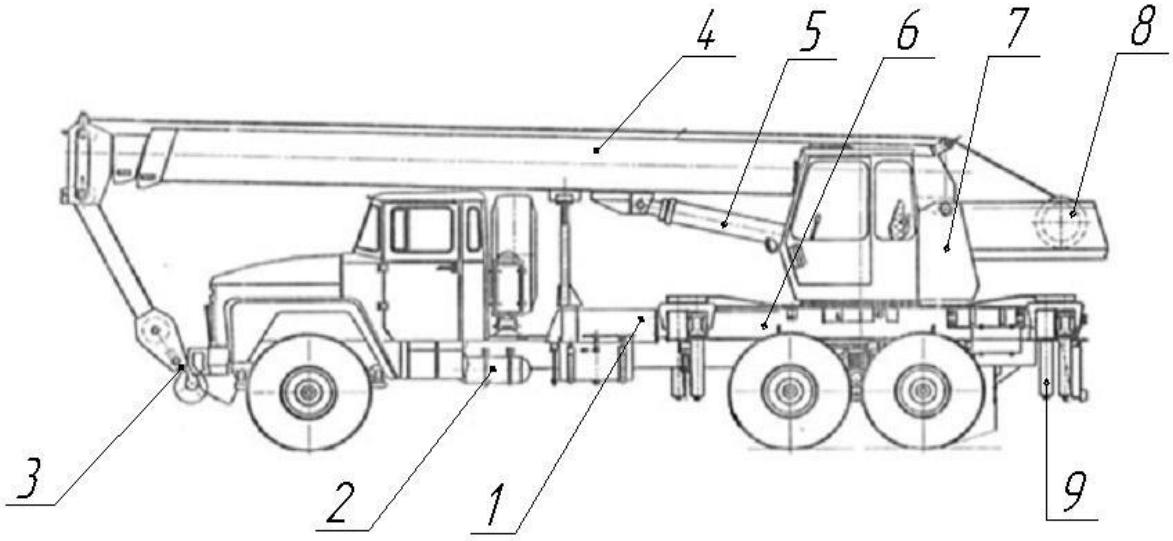


Рис. 12. Автомобільний кран КрАЗ 65053.

Серед закордонних фірм для монтажних робіт широко використовуються автокрани фірми “Liebherr” (Німеччина), загальний вигляд якого приведено на рис.14 і вантажопідйомні характеристики рис. 15.

На рис. 16 приведено загальний вигляд автокрану АС80-2 фірми “TEREX/DEMAG”, а на рис. 17 його вантажно-висотна характеристика.

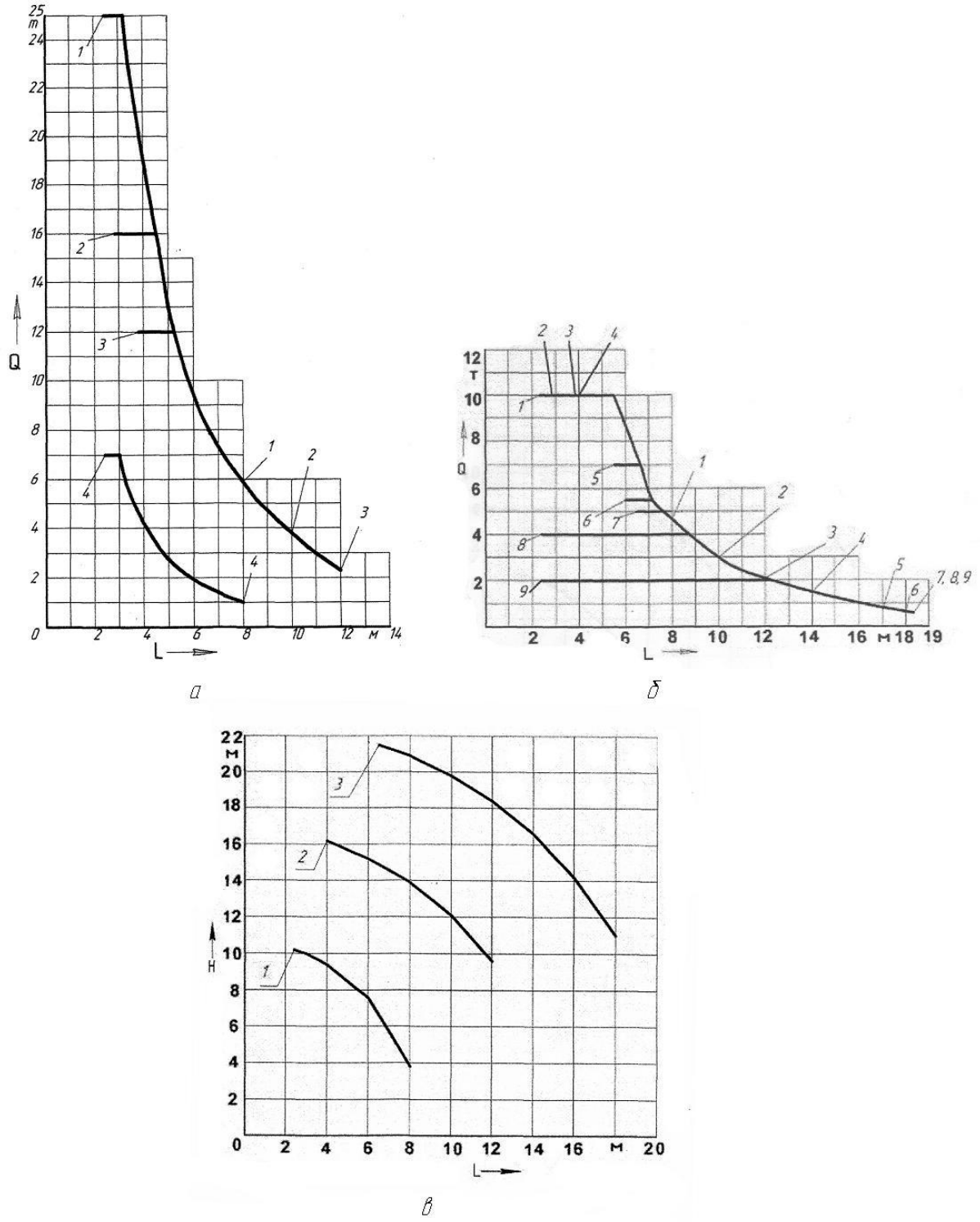


Рис. 13. Діаграми вантажо-висотних характеристик:
а – вантажні характеристики крана на зближених виносних опорах; б – вантажні характеристики крана для нефіксованих довжин стріли; в – діаграма висотних характеристик; Q – вантажопідйомність; L – виліт; H – висота; довжина стріл: 1-1 - 9,7 м; 2-2 – 11,7 м; 3-3 – 13,7м; 4-4 – 19,7м; 5-5 – 17,7м; 6-6 - 15,7 м; 7-7 – 21,7 м; 8-8 – зміна стріли 9,7 – 14,7 м; 9-9 – зміна стріли в межах 14,71 – 21,7 м.

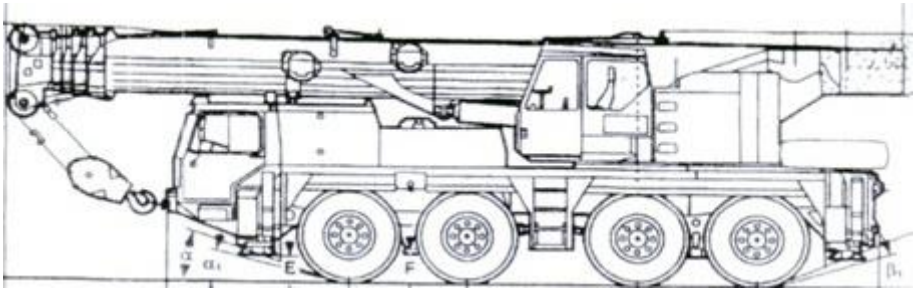


Рис.14. Автомобільний кран "LIEBHERR" (LTM1070/1).

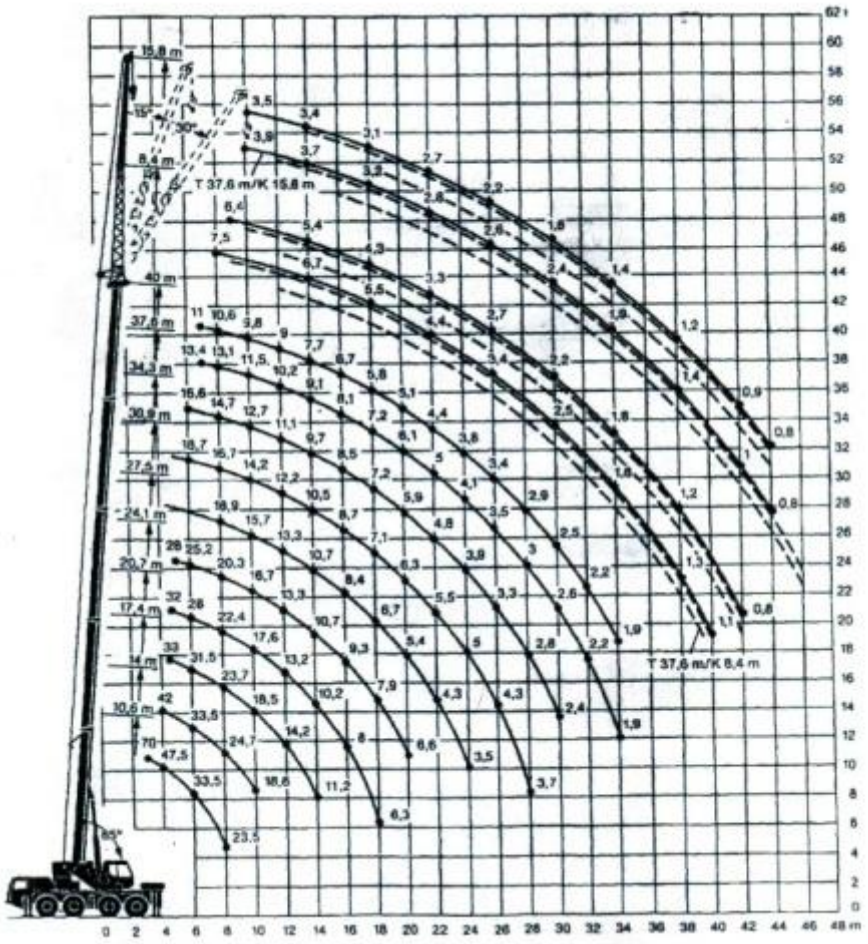


Рис. 15. Висотні характеристики автокрана "LIEBHERR" (LTM1070/1).

Рис. 16. Автокран "TEREX/DEMAG" (AC80-2).

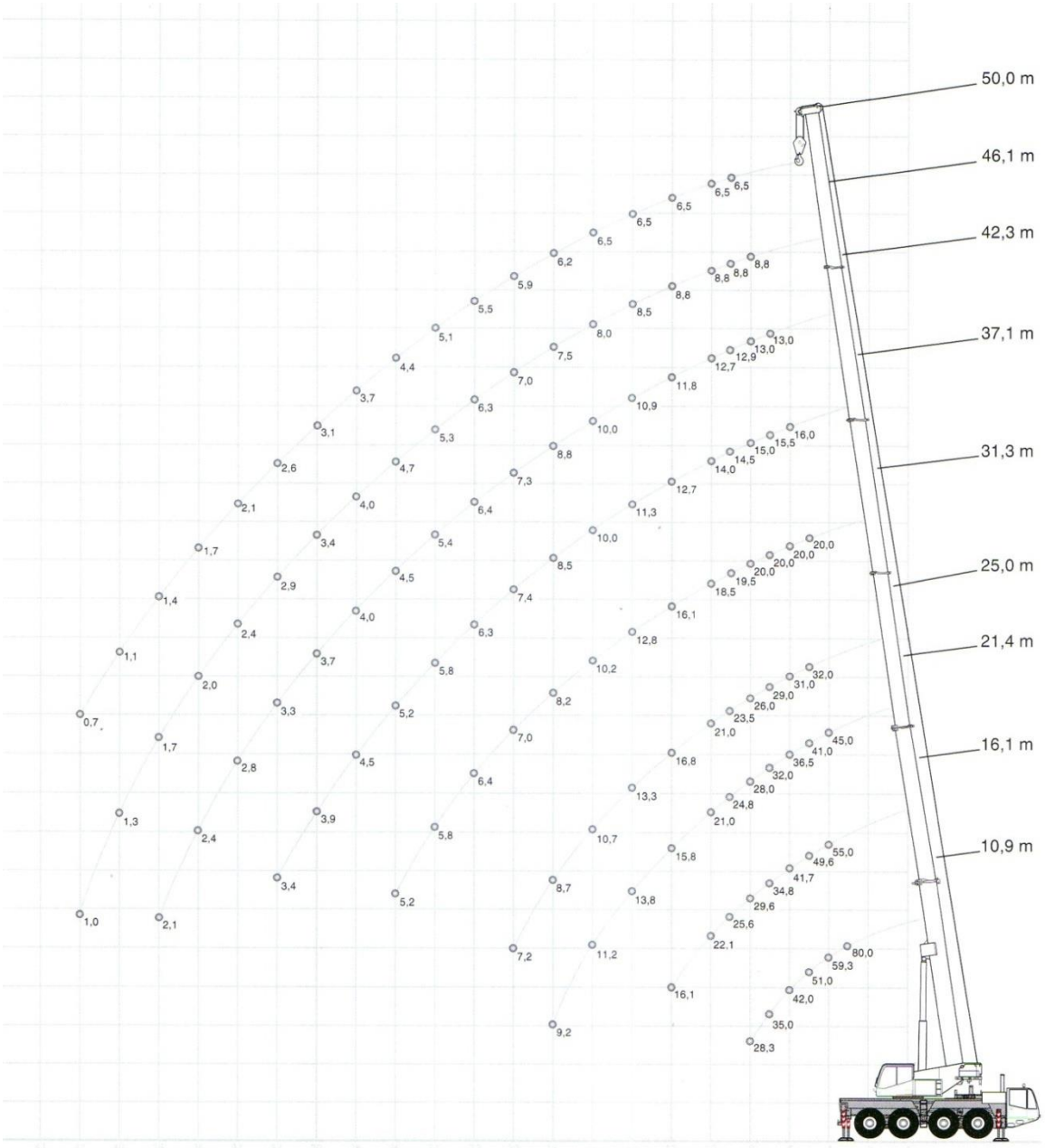


Рис.17. Вантажно-висотна характеристика автокрана "TEREX/DEMAG" (AC80-2).

Висновки

1 За конструктивними ознаками серед баштових кранів найбільше застосування отримали крани із неповоротною баштою. Сучасні крани обладнані широкою гамою датчиків та регістріруючої апаратури, які фіксують основні характеристики робочого процесу і унеможливлюють перевантаження, забезпечуючи безпечну роботу кранів.

2 Сучасні автомобільні крани як правило мають жорстку підвіску багатосекційної телескопічної стріли, силовим висуванням секцій, оснащені приладами безпеки, у тому числі мікропроцесорним обмежником вантажопідйомності.

Література

1. Вантажопідіймальна техніка (конструкції, ефективне використання, сервіс): навчальний посібник/І.І. Назаренко, Ф. О. Німко – К.: Видавничий Дім «Слово», 2010
2. Підйомно-транспортні машини: Розрахунки підіймальних і транспортувальних машин: Підручник /В.С. Бондарєв, О. І. Дубінець, М. П. Колісник та ін. – К. : Вища школа, 2009. – 734с
3. Хмара Л. А., Колісник М. П., Голубченко О. І. Будівельні крани. Конструкції та експлуатація. – К.: Техніка, 2001. – 300с

УДК 621.928.23

Орищенко С.В.[1]

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ ПОЕТАПНОГО РУХУ МАТЕРІАЛУ НА ГРОХОТІ

Вступ. Виконані теоретичні [1], і експериментальні [2] дослідження робочого процесу вібраційного грохота із визначенням та урахуванням

впливу матеріалу, що підлягає сортування, стали передумовою

для розробки програмної реалізації розрахунку технологічних параметрів руху матеріалу для кожного етапу. Розроблений алгоритм і методика розрахунку передбачає можливі умови взаємодії куска матеріалу із робочим органом. Встановлено [1], що в загальному випадку рух куска можливо розділити на шість етапів.

Методика розрахунку блок схеми алгоритму руху матеріалу.

Перший етап руху. Кусок матеріалу й робочий орган рухаються спільно доти, поки спрямована вздовж його поверхні сила інерції куска не перевищить силу тертя ($F_{зч} > F_{ÒÐ} - F_{ÑÊ}$). Час початку руху куска визначається величиною статичного коефіцієнта тертя. Якщо величина випадкового статичного коефіцієнта тертя виявиться такою, що час початку руху буде більше або дорівнює чверті періоду коливань, то рух куска не відбудеться. Блок-схема алгоритму розрахунків часу початку руху куска наведений на рис. 1.

Другий етап руху. Блок-схема алгоритму розрахунків швидкості й переміщення куска наведена на рис.1.

На другому етапі робочий орган рухається з уповільненням до крайнього положення. На цьому етапі рушійної силою є сила, рівна по модулю силі тертя, яка розганяє кусок відносно робочого органа. Робочий орган і кусок рухаються в одному напрямку.

Сила тертя визначається величиною кінематичного коефіцієнта тертя, який залежить від величини випадкового статичного коефіцієнта тертя .

Третій етап руху. Блок-схема алгоритму розрахунків швидкості й переміщення куска наведена на рис. 5. На цьому етапі рушійної силою також є сила рівна по модулю силі тертя. Кусок і робочий орган рухаються в протилежних напрямках, при цьому швидкість останнього зменшується, а куска зростає.

Четвертий етап руху. Блок-схема алгоритму розрахунків швидкості й переміщення куска наведена на рис. 1. На цьому етапі сила тертя гальмує кусок і його швидкість відносно робочого органа зменшується.

П'ятий етап руху. Блок-схема алгоритму розрахунків
швидкості й переміщення куска наведена на рис. 1. На цьому етапі триває гальмування куска.

Шостий етап руху. Блок-схема алгоритму розрахунків швидкості й переміщення куска наведена на рис. 1. Вона аналогічна блок-схемі п'ятого етапу, але відрізняється початковими й кінцевими параметрами. На цьому етапі триває гальмування куска, і його швидкість відносно робочого органа зменшується до нуля.

[1] Орищенко С.В., аспірант Київ. нац. ун-т буд. і арх.