

Засновники:

Українська академія наук,
Київський національний університет
будівництва і архітектури

Редакційна колегія:

Бойко І.П., д.т.н.;
Друкований М.Ф., д.т.н.;
Дудар І.Н., д.т.н.;
Дьомін М.М., д.арх.;
Єсіпенко А.Д., д.т.н.;
Карапузов Є.К., к.т.н. (Заст. головн. ред.);
Кіслов В.В., д.т.н.;
Лівінський О.М., д.т.н.;
Менейлюк О.І., д.т.н.;
Назаренко І.І., д.т.н. (Головн. редактор);
Оніпко О.Ф., д.т.н.;
Ратушняк Г.С., к.т.н.;
Сабалдир В.П., к.т.н.;
Савицький М.В., д.т.н.;
Смірнов В.М., к.т.н.;
Снісаренко В.І., д.т.н. (Заст. головн. ред.);
Соха В.Г., к.т.н.;
Терновий В.І., к.т.н. (Відповід. секретар);
Тугай А.М., д.т.н.;
Черненко В.К., д.т.н.

*Статті друкуються в авторській редакції
Відповідальність за достовірність даних у
відкритому друку несуть автори.*

Теорія і практика будівництва

№6, 2010

ЗМІСТ:

Назаренко І.І., Свідерський А.Т., Заліско І.І., Коваленко С.А., Кравчук Ю.І., Шепетько В.А., Кобижський М.Г.	
Огляд сучасної вантажопідйомної техніки.....	3
Орищенко С.В.	
Програмна реалізація розрахунку поетапного руху матеріалу на грохоті.....	16
Назаренко І.І., Баранов Ю.О., Орищенко С.В., Мозговий М.В.	
Особливості українського ринку будівельної опалубки....	21
Левченко Л.О., Глива В.А., Євтушок О.Я.	
Моделювання розповсюдження авіаційного шуму поблизу аеропортів та його впливу на оточуюче середовище.....	25
Цюцюра С.В., Свинар С.О., Теренчук С.А.	
Розробка структури даних на основі класифікаційних ознак причин аварій у водопровідних мережах.....	30
Цимбал С.Й., Малишев О.В.	
Лабораторні дослідження зони ущільнення грунту навколо вдавлюваних паль.....	33
Пиляєв Р.С.	
Методика дослідження та обробки інформації для оцінки надійності роботи кранів.....	36

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 на 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 виборі.

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 двохпальною лебідкою з проміжною шестернею і двома барабанами піднімає поперемінно 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 позиціонування із застосуванням під час електронного

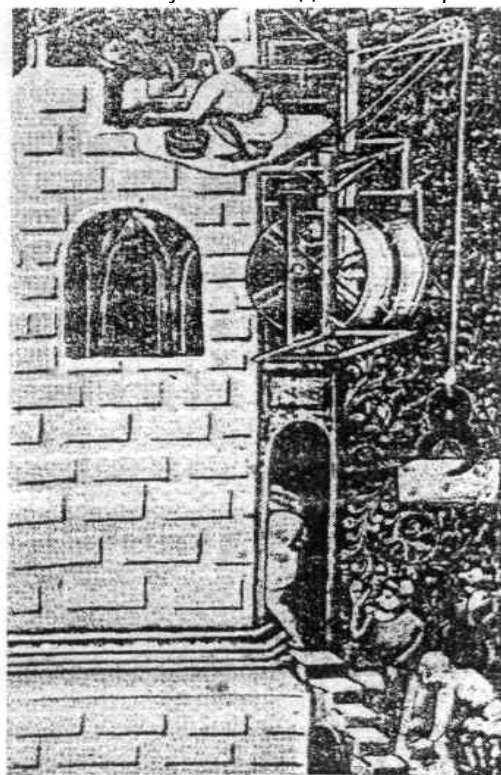
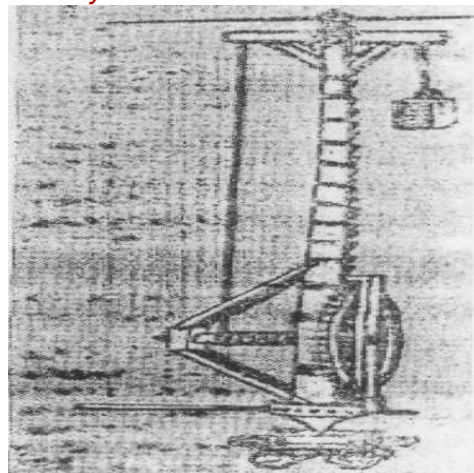


Рис.1. Самопідйомний кран з подвійним ступальним колесом.



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. Коби- 3
жський М.Г. студент Київ. нац. ун-т буд. і арх.

Рис.2. Поворотний мачтовий кран Леонардо да Вінчі.

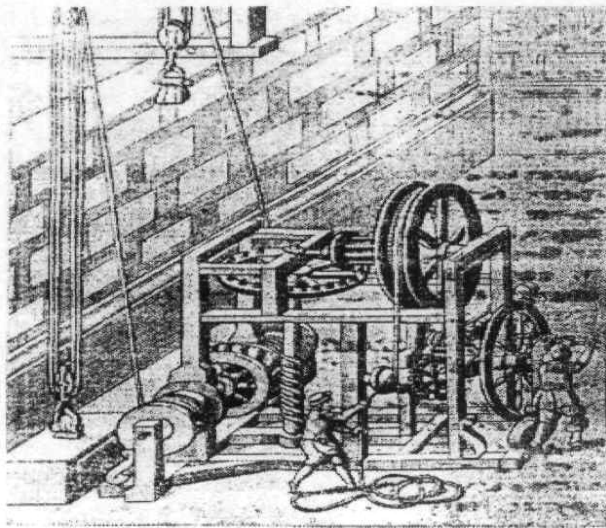


Рис. 3. Будівельна лебідка з двома барабанами (1588р.).

управління та найбільш передових систем переміщення.

Стрілові самохідні крани на автомобільному ході з'явилися в 1916–1918р. в США, а в 1984 році як в США, так і в Японії гідравлічні крани склали 94% загального об'єму 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 створю-

вати 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.

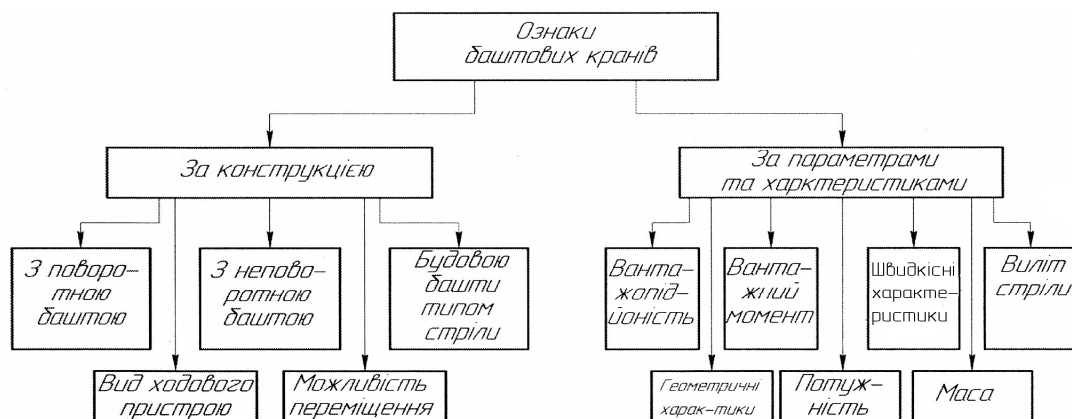
Всі базові моделі кранів для масового житлового будівництва передбачені з балочною стрілою, завдяки якій підвищується на 10-15 % продуктивність кранів.

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).



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 неповотною 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 підйимальною та з балковою стрілами.

У кранів з підйимальною 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, самопідйимальні та пересувні.

До стаціонарних належать крани, закріплені 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 самопідйимальних належать крани, які встановлюються на споруджувальній будівлі й переміщуються за допомогою власних механізмів у міру спорудження цієї будівлі.

Стаціонарні та самопідйимальні крани застосовують переважно на будівництві багатопверхових 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	Мах. 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
154ЕС-НМ6	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
132ЕС-Н8	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	12,0/29,4 3 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.ви л 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 переміщують 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 противажній консолі розміщені вантажні лебідка 9, лебідка пересування противаги 11 і противага 8, зрівноважують верхню частину крану. По нижньому поясу стріли переміщується 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 280ЕС-H12 (Liebherr, Німеччина). Фірма Liebherr відома своїми кранами, що мають високу надійність та ефективність в роботі. Кран 280ЕС (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 керування 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.

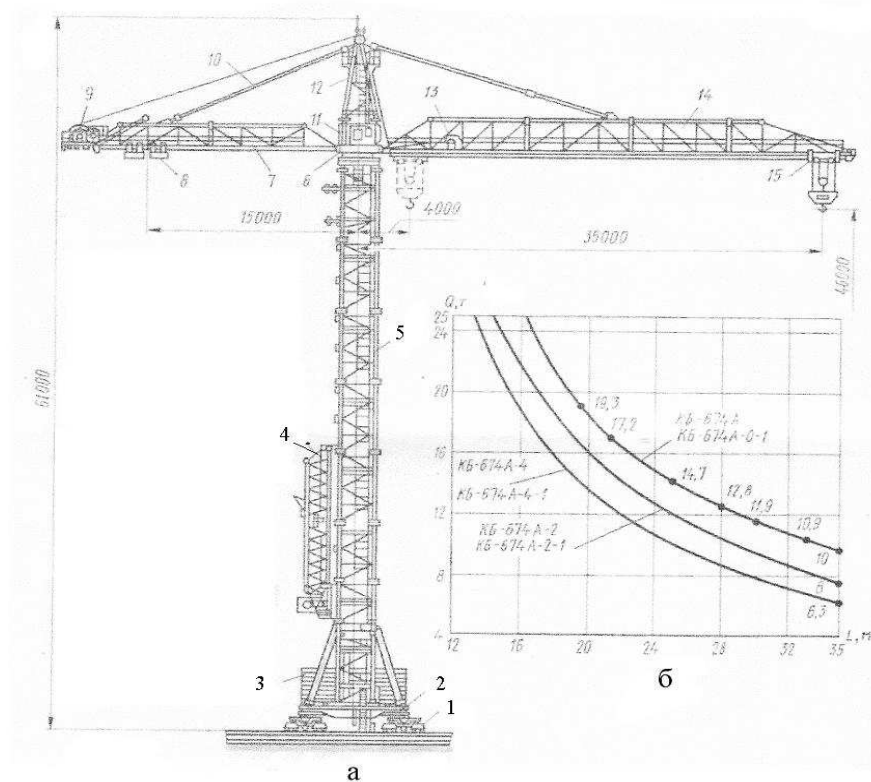


Рис. 5. Баштовий кран з неповоротною баштою: а – схема крану; б – графік вантажопідйомності.

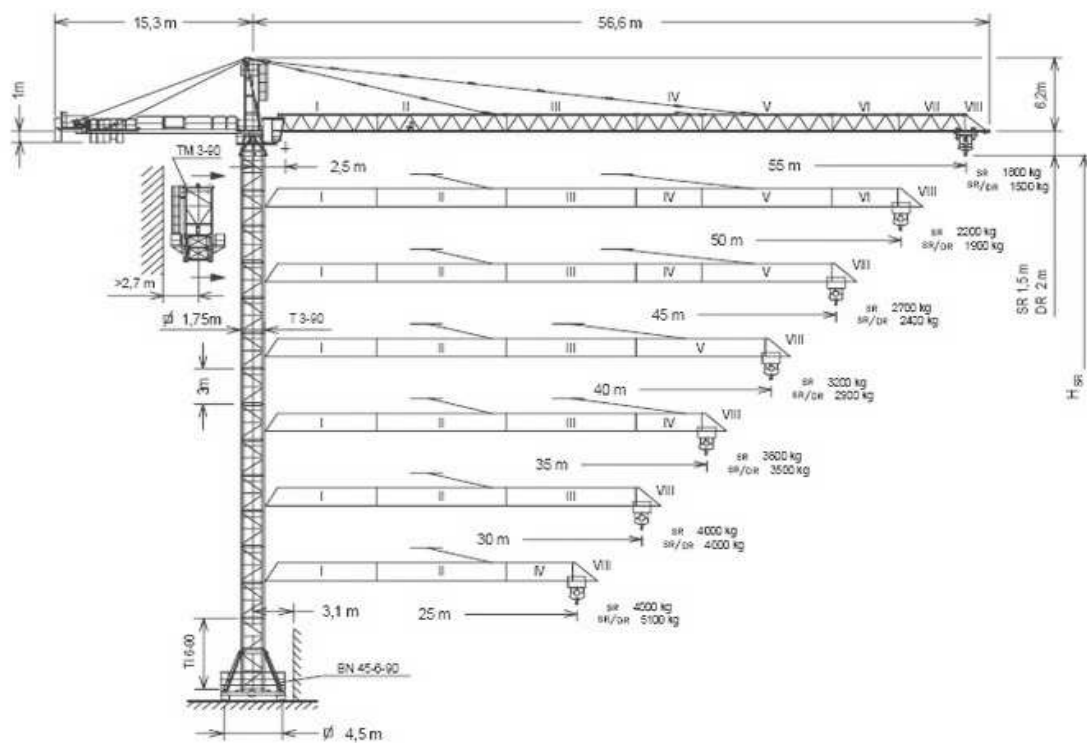


Рис. 6. Баштовий кран J110N із вантажними і висотними характеристиками.

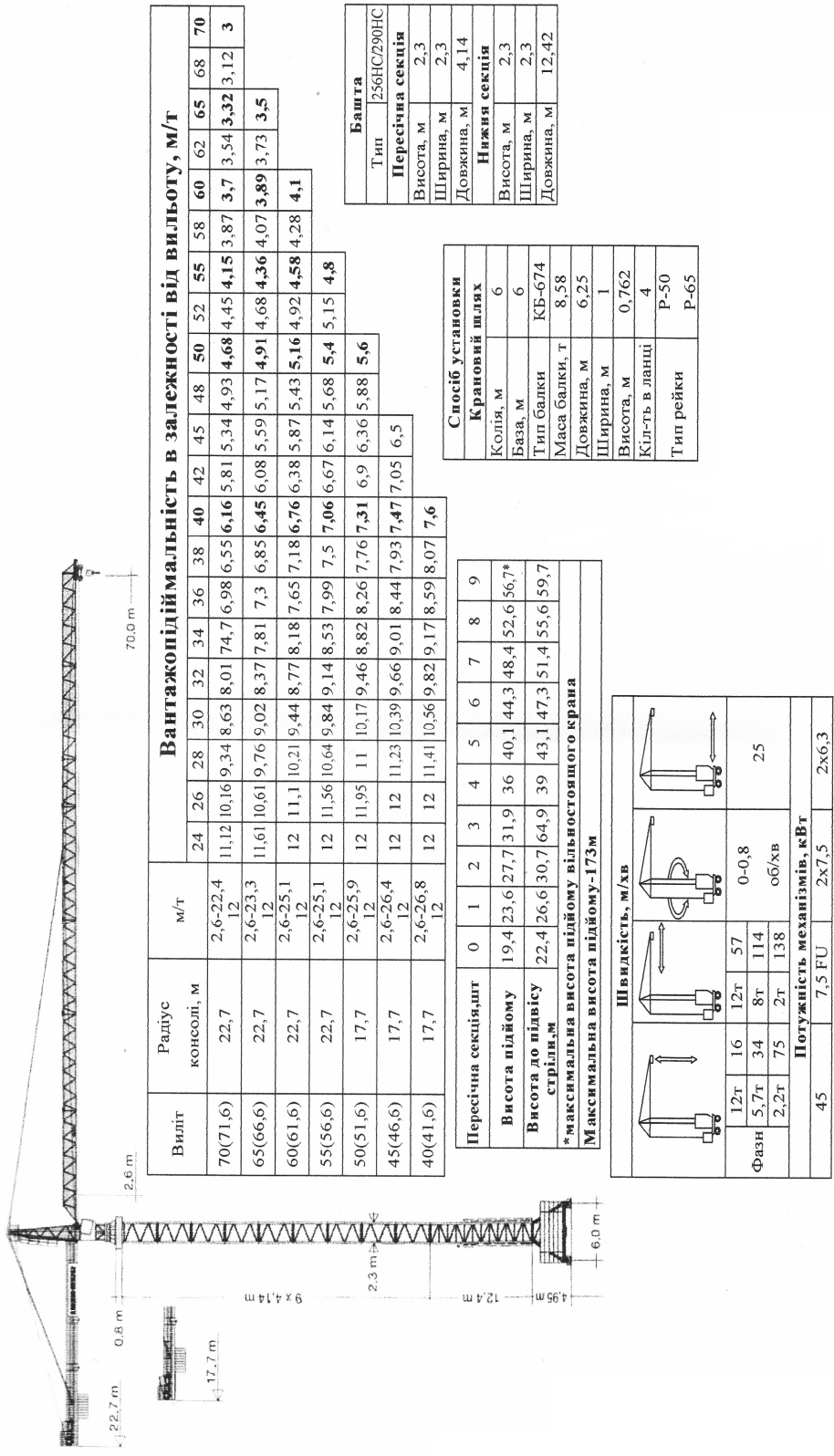


Рис. 7. Баштовий кран 280ЕС.

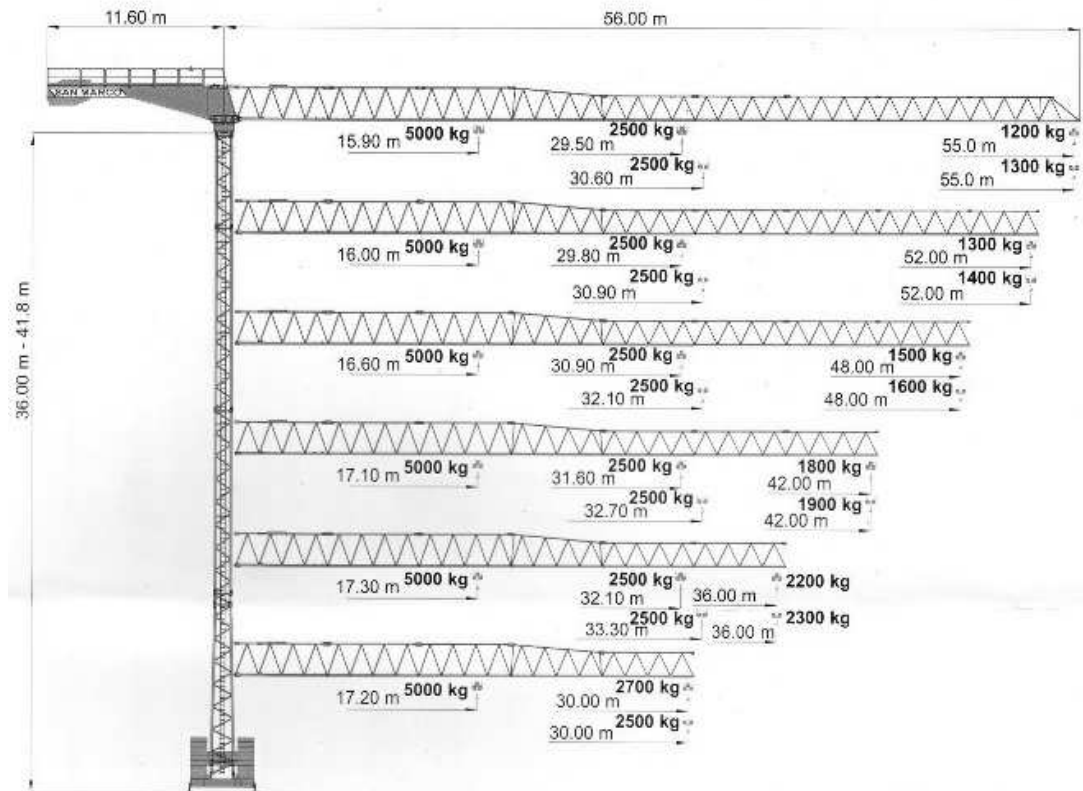


Рис. 8. Баштовий кран SMT55.

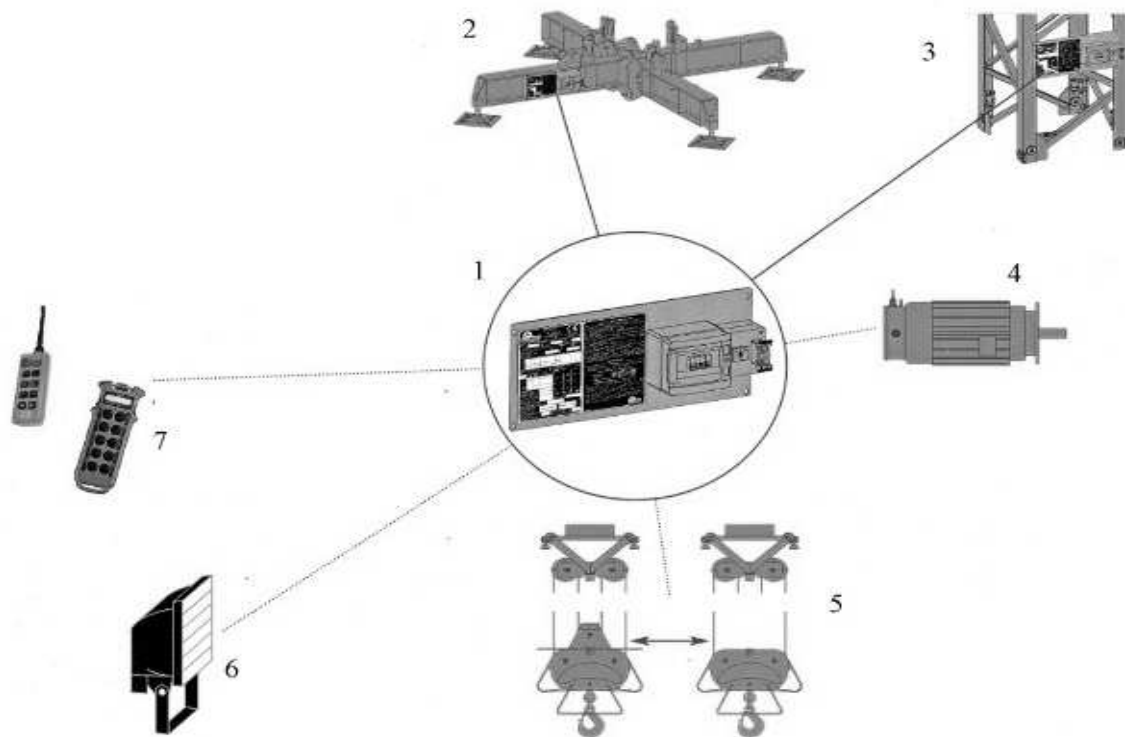


Рис. 9. Система дистанційного керування гаковою підвіскою.

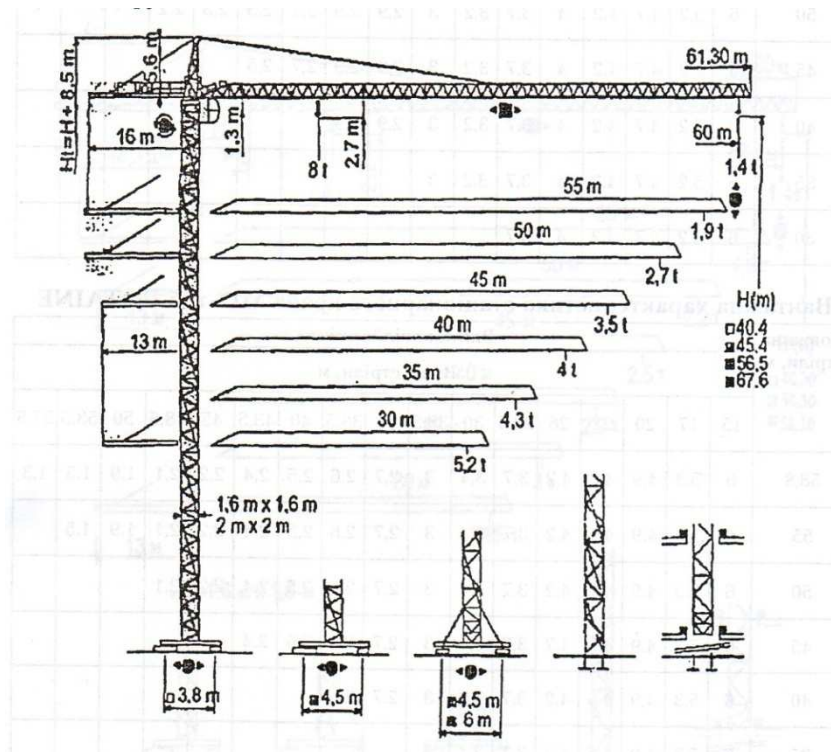


Рис. 10. Баштовий кран MD-175.

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, Comatz 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.

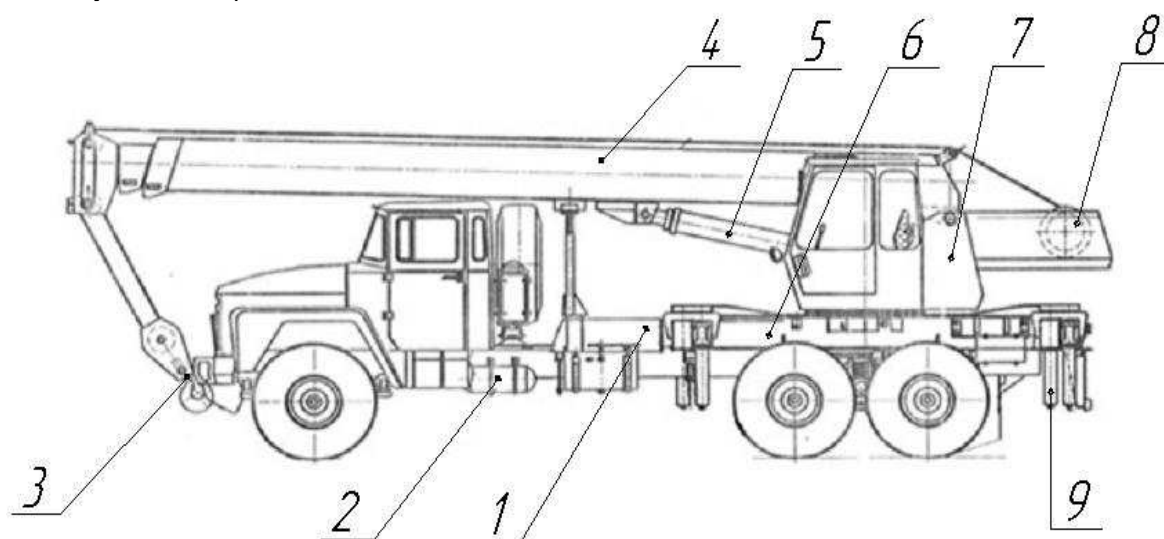


Рис. 12. Автомобільний кран КрАЗ 65053.

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 AC80-2 фірми "TEREX/DEMAG", а на рис. 17 його вантажно-висотна характеристика.

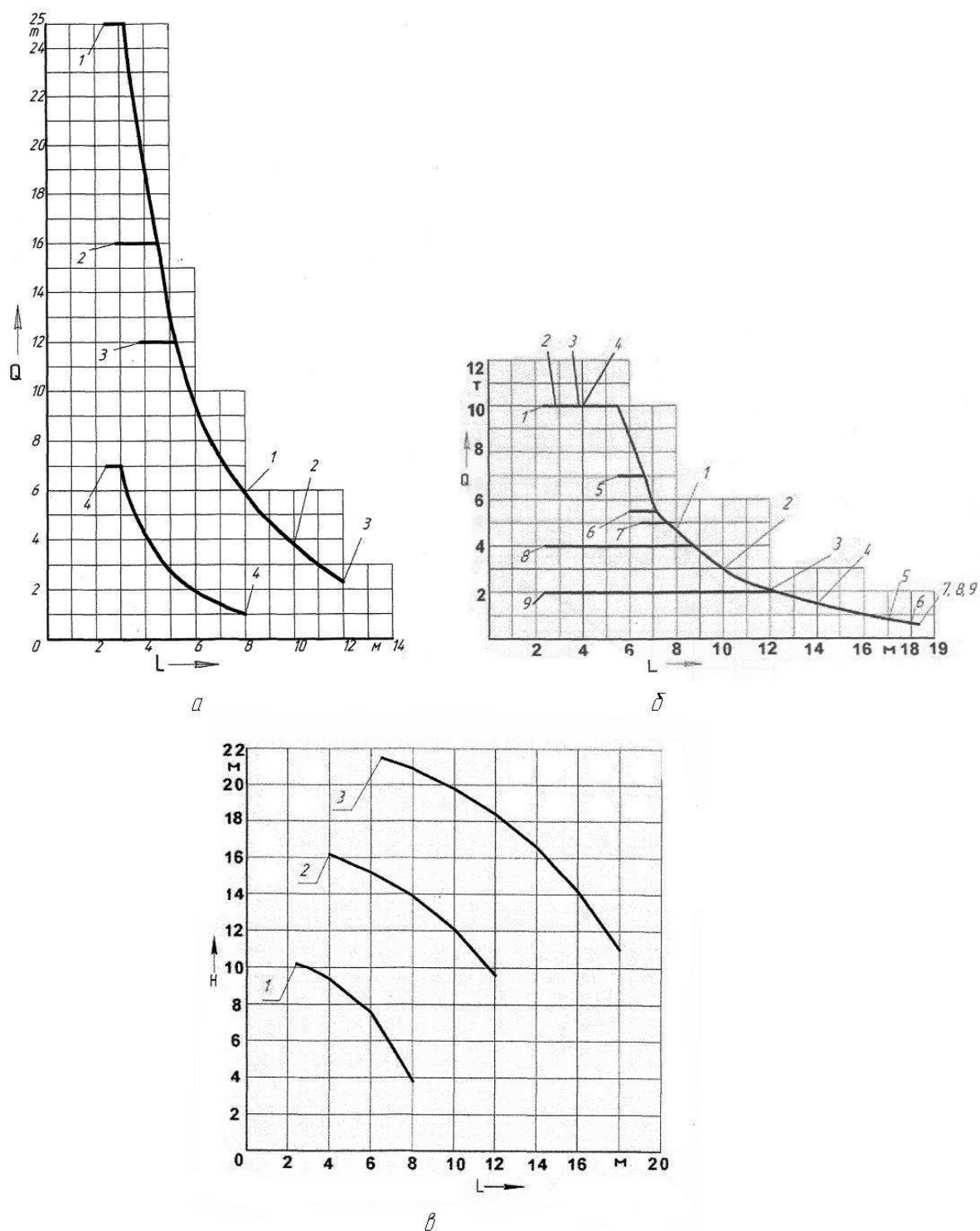


Рис. 13. Діаграми вантажо-висотних характеристик:

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 стріли: 1-1 – 9,7 м; 2-2 – 11,7 м; 3-3 – 13,7 м; 4-4 – 19,7 м; 5-5 – 17,7 м; 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.

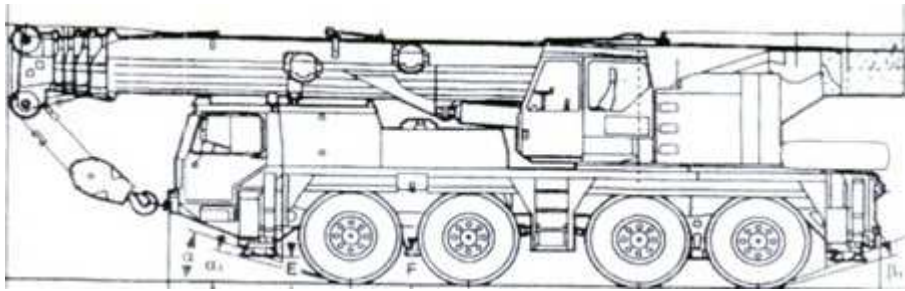


Рис.14. Автомобільний кран "LIEBHERR" (LTM1070/1).

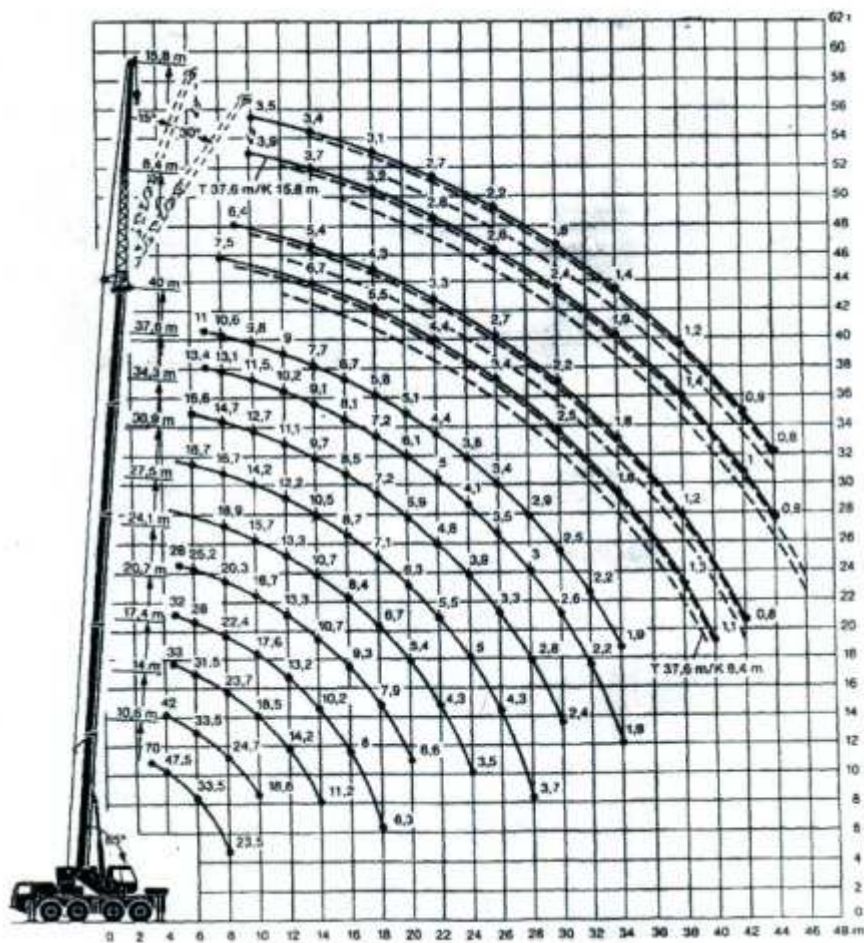


Рис. 15. Висотні характеристики автокрана "LIEBHERR" (LTM1070/1).



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

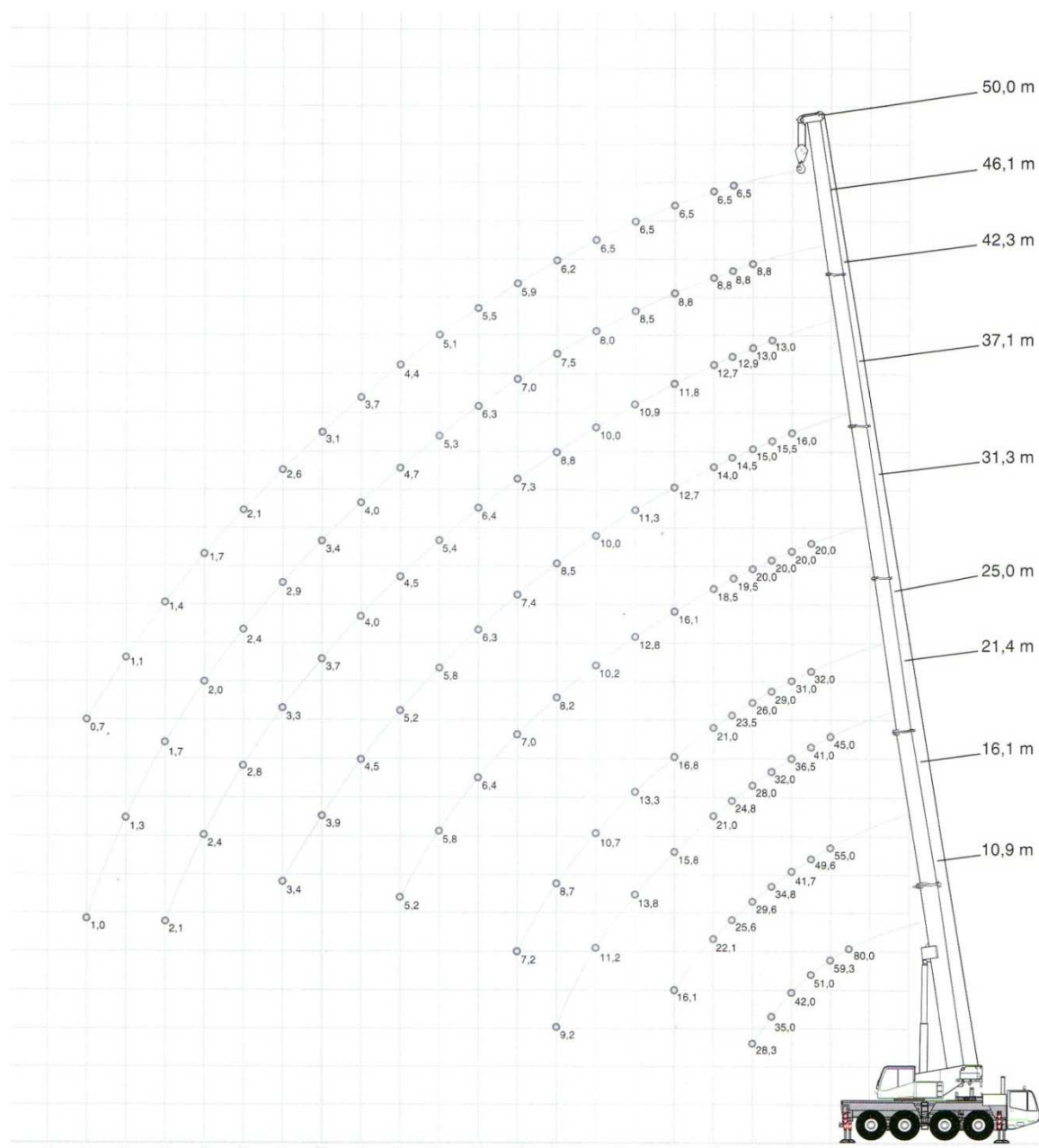


Рис.17. Вантажно-висотна характеристика автокрана "TEREX/DEMAG" (AC80-2).

Висновки

- 1 За конструктивними ознаками серед баштових кранів найбільше застосування отримали крани із неповоротною баштою. Сучасні крани обладнані широкою гамою датчиків та реєструючої апаратури, які фіксують основні характеристики робочого процесу і унеможливають 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 підймальних і транспортувальних машин: Підручник /В.С. Бондарев, 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 грохоту із визначенням та урахуванням впливу матеріалу, що підлягає сортуванню, 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 ($F_{in} > F_{TP} - F_{CK}$). 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 коливальності, 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 рушійною силою є сила, рівна по мо-

дулю 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 рушійною 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.

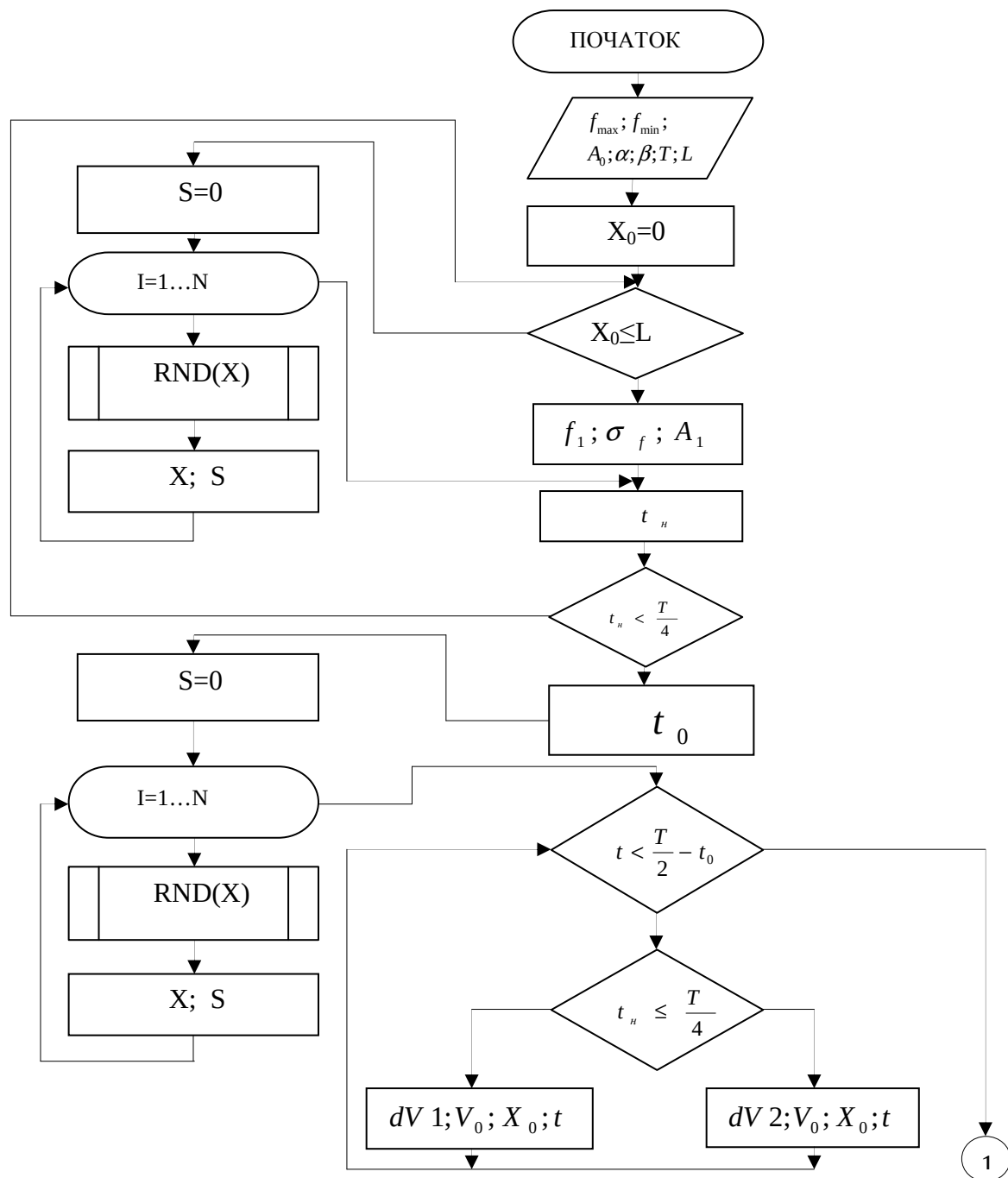
Четвертий етап руху. Блок-схема алгоритму розрахунків швидкості й переміщення куска наведена на рис. 1. На цьому етапі сила тертя гальмує кусок і його швидкість відносно робочого органа зменшується.

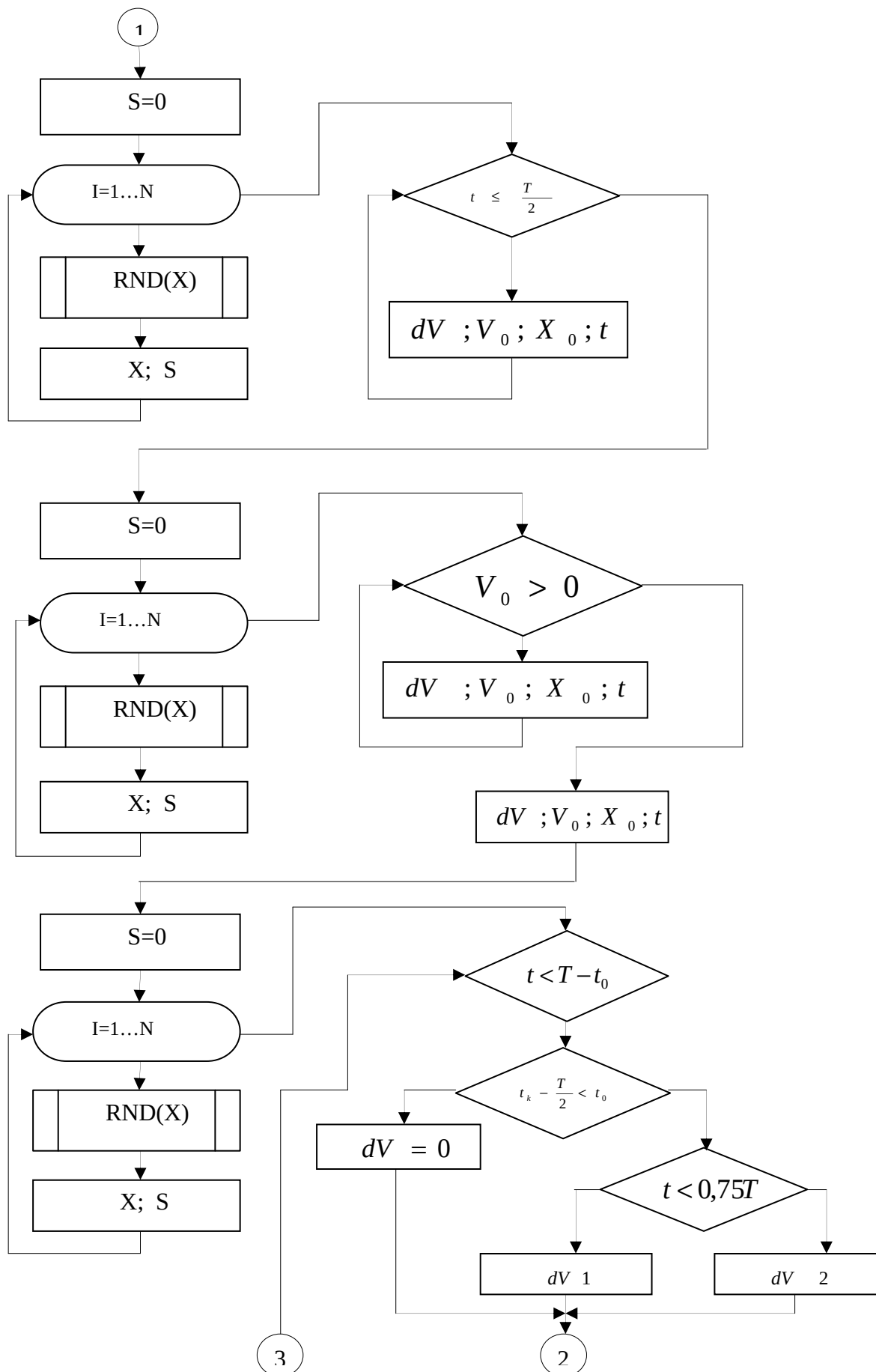
П'ятий етап руху. Блок-схема алгоритму розрахунків

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.





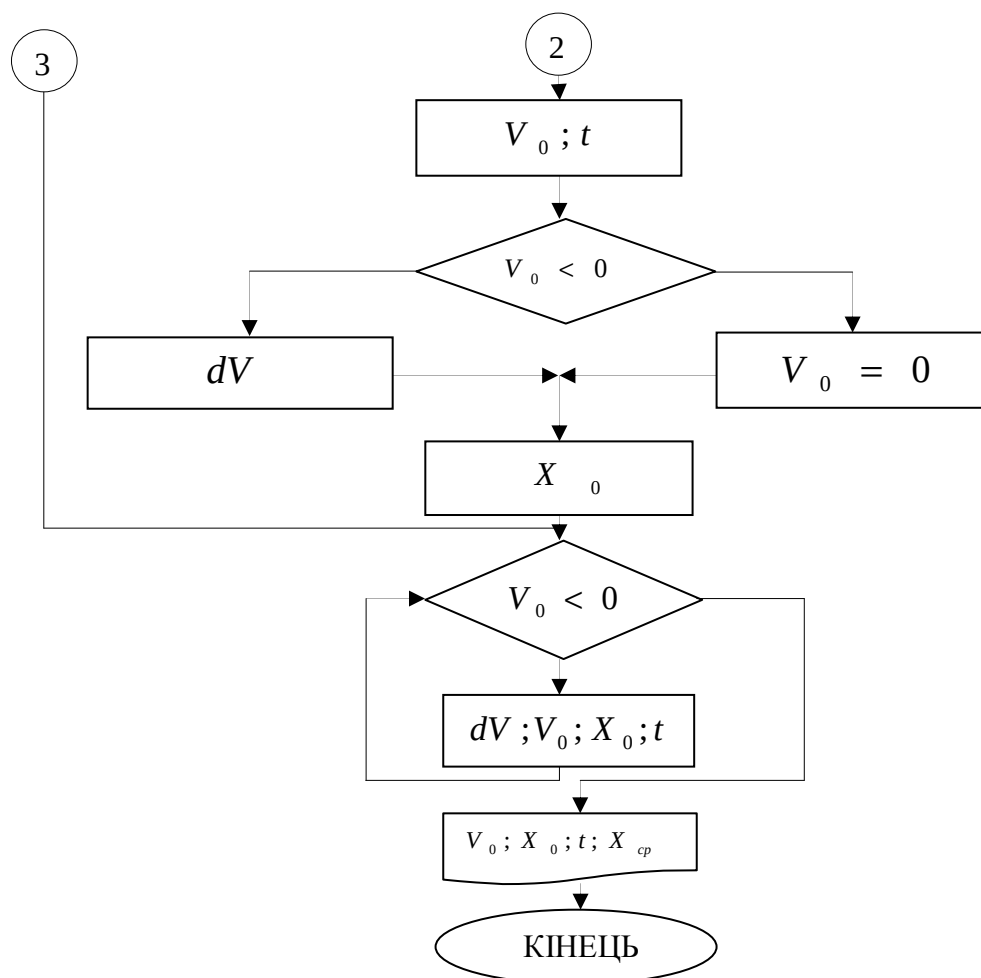


Рис.1. Блок-схема алгоритму розрахунку по етапного руху куска матеріалу по робочому органу.

Залежно від співвідношення амплітуди, частоти коливань робочого органу й коефіцієнта тертя, можлива зупинка куска, а потім його спільний рух з робочим органом. При цьому можливо зворотне ковзання куска. Можливо також зворотне ковзання куска по робочому органу (розгін - гальмування) без зупинки. Статичний коефіцієнт тертя розраховується з використанням генератора випадкових чисел. Нормальний закон розподілу статичного коефіцієнта тертя змодельований з використанням методу зворотних функцій. У табл. 1 наведені вихідні дані й результати розрахунків швидкості вібропереміщення куска матеріалу.

Графіки швидкостей і переміщень куска матеріалу по робочому органу за один цикл коливань наведені на рис. 1.

Транспортуємий матеріал — сірий граніт із щільністю 2650 кг/м³. При проведенні експериментів фіксувалися наступні параметри: переміщення куска й робочого органу, маса куска, час, довжина транспортування, амплітуда коливань. Процес переміщення куска матеріалу фіксувався на цифрову камеру.

Результати експериментальних досліджень наведені в нижньому рядку табл. 1. Отримані результати несуттєво відрізняються від розрахункових.

Таблиця 1

Параметри переміщення куска матеріалу.

№	Параметри	Позначення	Матеріал	
			граніт	граніт
1	Амплітуда коливань робочого органу, мм	A_0	9	9,5

2	Максимальний коефіцієнт тертя при русі РО вперед	f_{H1}	0,48	0,48
3	Мінімальний коефіцієнт тертя при русі РО вперед	f_{H2}	0,39	0,39
4	Максимальний коефіцієнт тертя при русі РО назад	f_{H3}	0,44	0,44
5	Мінімальний коефіцієнт тертя при русі РО назад	f_{H4}	0,39	0,39
6	Період власних коливань, с	T	0,30	0,23
7	Кут нахилу робочого органа, град	α	0	0
8	Кут вібрації, град	β	30	30
9	Довжина просіюючої поверхні, мм	L	600	600
10	Коеф. переходу від статичного до кінематичного тертя	K	0,61	0,61
Результати розрахунку по моделі				
	Середня швидкість руху матеріалу, мм/с	V_{cp}	63,56	80,68
Результати експериментальних досліджень				
	Інтервал швидкості, мм/с		57..63	80.. 83

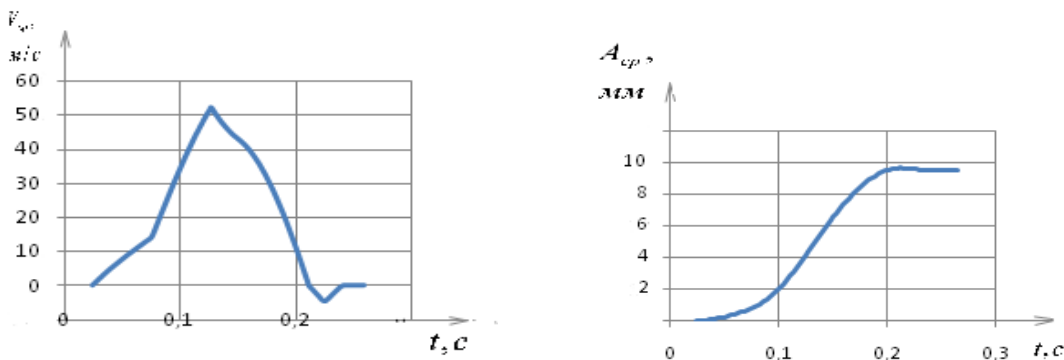


Рис. 2. Графіки швидкостей і переміщень куса граніту.

Висновки

1. При розрахунках швидкості вібраційного руху маси матеріалу необхідно враховувати зміну коефіцієнта тертя на різних етапах її руху.
2. Запропонована розрахункова модель з достатнім для практики ступенем точності описує процес переміщення матеріалу, по робочому органу вібраційного грохота.

Література

1. Орищенко С.В./Теоретичні дослідження та визначення основних етапів руху вібраційного грохота./ С.В.Орищенко. «Техніка будівництва».-2010.-№24.-С.44-47.
2. Орищенко С.В./ Експериментальні дослідження робочих параметрів вібраційного грохота./ С.В.Орищенко. «Техніка будівництва».-2009.-№23.-С.88-91.

УДК 621.3(075.8)

Назаренко І.І., Баранов Ю.О., Орищенко С.В., Мозговий М.В.¹

ОСОБЛИВОСТІ УКРАЇНСЬКОГО РИНКУ БУДІВЕЛЬНОЇ ОПАЛУБКИ

Вступ. Світовий досвід будівництва показав, що розмаїтість архітектурного вигляду будинків, об'ємнопланировочних і конструктивних рішень найбільше повно забезпечує монолитнокаркасная технологія зведення об'єктів. Саме тому обсяги монолітного будівництва в розвинених країнах миру в цей час досягають 55 - 80%. Частка монолітних будинків у загальному обсязі будівництва неухильно збільшується й в Україні. Сьогодні застосування монолитнокаркасной технології є пріоритетним при будівництві житлових і адміністративних будинків. Важлива роль при монолітному домобудівництві покладає на опалубні системи. На сьогоднішній день їхні асортименти на

на вітчизняного виробника доводиться близько 50% продажів. Інакше оцінюють ситуацію фахівці компаній, що представляють в Україні європейські опалубні системи, зокрема фірми «ДОКА Україна». За оцінкою експертів цієї компанії, загальна частка української продукції не перевищує 20%, а в сегменті горизонтальної опалубки - 30%. Що ж стосується сегмента вертикальної (стінової) опалубки, то тут значно переважає імпортна продукція. Хоча слід зазначити, що останнім часом вітчизняні виробники досягли певних успіхів у виробництві систем стінової опалубки, що у деяких випадках по якості й конструктивних особливостях не уступає відомим європейським виробникам.

На думку фахівців ТОВ «Завод «Павлоградспецмаш», український ринок будівельної опалубки перебуває на етапі стабільного росту. Істотної зміни в складі основних операторів не відбулося. Вітчизняні й закордонні виробники пропонують досить різноманітні асортименти продукції, з якого кожний споживач може вибрати оптимальний варіант системи опалубки.

Ринкові асортименти. У цей час на українському ринку представлений різноманітні асортименти різних систем опалубки для монолітного будівництва. Фахівці відзначають, що значну частину вітчизняного ринку опалубних систем займає продукція закордонних європейських виробників.

З найбільш відомих закордонних виробників опалубних систем, представлених на ринку, можна виділити продукцію таких компаній, як: Paschal, Peri, Hunnebeck, NOESchaltechnik, Meva (Німеччина), Doka (Австрія), SGB (Великобританія), Utinor (Франція), ULMA (Іспанія), Pilosio (Іта-



ринку досить різноманітний. Поряд з відносно простими видами будівельний комплекс активно застосовує сучасні наукомісткі зразки цієї продукції.

Ринкова ситуація. Розглядаючи ситуацію на українському ринку будівельної опалубки, Рената ТОВ «Завод «Павлоградспецмаш», відзначають, що основними постачальниками опалубних систем на український ринок сьогодні є підприємства-імпортери. Однак уже кілька років спостерігається тенденція до збільшення обсягів продукції вітчизняних виробників. Якщо ще п'ять років тому загальна частка виробів українських підприємств становила приблизно 5%, то на сьогоднішній день вона наблизилася до 30%. У той же час у сегменті горизонтальної опалубки (перекрыттів)



¹ Назаренко І.І., д.т.н., проф. Київ. нац. ун-т буд. і арх.; Баранов Ю.О., к.т.н., доцент Київ. нац. ун-т буд. і арх.; Орищенко С.В., аспірант Київ. нац. ун-т буд. і арх.; Мозговий М.В., студент Київ. нац. ун-т буд. і арх.

лія), Aluma Systems (Канада), AltradMostostal, Baumann-Mostostal (Польща). Представлена на українському ринку й продукція російських виробників опалубних систем - «Крамосинженеринг» і «Агрисовгаз».

З вітчизняних виробників опалубних систем найбільш широку популярність одержали: ТОВ «Завод «Павлоградспецмаш» (Павлоград, Дніпропетровська обл.), ТОВ «Гипром», ТОВ «РОБУД» (Київ), ТОВ «Моноліт Плюс» (Сімферополь), ТОВ Фабрика «Варіант» (Харків).

Система реалізації. Система реалізації будівельної опалубки сьогодні характеризується прагненням операторів ринку й особливо великих виробників створювати свої представництва (філії) з повною інфраструктурою обслуговування, у тому числі й складами, в індустріально розвинених регіонах України. Так, наприклад, ТОВ «Завод «Павлоградспецмаш» на сьогоднішній день має сім філій зі складами готової продукції в таких регіонах: Київ, Донецьк, Дніпропетровськ, Харків, Сімферополь, Одеса й Запоріжжя. Компанія «Констал» (Одеса), що є ексклюзивним представником найбільшого російського заводу «Крамосинженеринг», сьогодні працює в 14 містах України.

Фахівці відзначають, що при реалізації опалубних систем наявність складу має велике значення, тому що епоха «продажів з коліс» безповоротно йде в минуле. Не маючи великого запасу товару на складі, фірма не може успішно конкурувати на ринку. З огляду на це компанії, що реалізують будівельну опалубку, змушені постійно працювати по розширенню асортиментів і підвищенню якості надаваних супутніх послуг. Саме тому деякі оператори пропонують можливість покупки будівельної опалубки в кредит або лізинг.

З'явилися нововведення й при оренді опалуб-



ки. Із цього приводу фахівці ТОВ «Завод «Павлоградспецмаш» відзначають, що торік практично всі оператори ввели станом вартість при оренді опалубки, хоча раніше багато компаній працювали або взагалі без застави, або він був чисто символічним. Однак для замовників оренда досі

залишається найбільш прийнятним варіантом придбання опалубки.

Це підтверджують і фахівці компанії «АВЕРС», які переконані, що на сьогоднішній день питання оренди опалубних систем (як горизонтальних, так і вертикальних) є дуже актуальним. Вони відзначають, що в умовах сьогоднішньої нестабільності й невизначеності все більша кількість компаній звертаються до оренди встаткування. Це дуже вигідне рішення для будівельних компаній, які не мають у своєму розпорядженні достатні матеріальні засоби для покупки опалубних систем. Сьогодні приблизно 70% з 100% устаткування реалізується саме на умовах оренди.

Аналіз системи реалізації показує, що компанії, що реалізують будівельну опалубку, умовно можна розділити на три більші групи:

- компанії-імпортери, що реалізують певну торговельну марку опалубних систем - «Аверс» (ТМ Pilosio S.p.A.), «АВ Пашал» (ТМ Paschal), «Авиабудсервис» (ТМ Hunnebek), «Констал» (ТМ «КРАМОС») і ін.;
- українські виробники і їхні дилерські мережі - ТОВ «Завод «Павлоградспецмаш» (ТМ Будмайстер), ТОВ «Гипро-М» (ТМ «Гипро»), ТОВ «Моноліт Плюс» (ТМ VIRAFORM), ТОВ Фабрика «Варіант» (ТМ «Варіант»);
- дочірні підприємства й торговельні представництва закордонних виробників - «УЛЬМА Опалубка Україна» (ТМ ULMA), «Пері Україна» (ТМ PERI), ДОКА Україна» (ТМ DOKA) і ін.

Вартість. Вартість опалубних систем залежить від багатьох показників і в першу чергу параметрів об'єкта, що буде будуватися з використанням опалубки. Якщо це не враховувати, то можна говорити тільки про зразкову вартість. Нова горизонтальна опалубка вітчизняних підприємств обійдеться замовникові в 50 - 60 за 1 м², нова німецька балкова - 90 - 130 за 1 м², б/у німецька балкова - 80 - 100 за 1 м².

Цінові діапазони для вертикальної опалубки виглядають приблизно так: німецька (європейська) нова щитова опалубка 80 кН/м² - 300-400 за 1 м², нова європейська щитова опалубка 60 кН/м² - 200 - 300 за 1 м², нова імпортована балкова опалубка 6080 кН/м² - 120 - 180 за 1 м². Трохи нижче вартість опалубки російського й українського виробництва: щитова опалубка 80 кН/м² - 190 - 250 за 1 м², щитова опалубка 40 - 60 кН/м² - 120 - 180 за 1 м².

Критерії вибору. У цей час українські будівельники поступово приходять до того, що на перший план виходять технічні характеристики системи опалубки. До них відносяться допустимий тиск бетонної суміші, кількість заливань бетону, універсальність виробів. Також вагомими факторами є наявність нормативних дозвільних доку-

ментів, сертифікатів відповідності, гарантійних зобов'язань, сервісних послуг і т.п. Крім цього, при виборі постачальника опалубки не може не враховуватися наявність складу в регіоні будівництва, можливість доставки на об'єкт, шеф-монтаж, навчання персоналу роботі з даним видом опалубних систем і багато чого іншого.

Дуже важливий якісний інженерний сервіс із боку постачальника, пов'язаний з проектуванням опалубки й підбором оптимального для конкретного об'єкта сполучення систем. Останнім часом всі частіше оцінюють ще й такі показники опалубки, як якість поверхні бетону (впливає надалі на трудомісткість опоряджувальних робіт), зручність застосування опалубної системи (впливає на трудомісткість бетонування) і безпека на будмайданчику.

При виборі будівельної опалубки важливу роль грають технічні параметри виробів.

До них ставляться:

- тиск бетонної суміші (для "легкої" опалубки припустимий тиск бетонної суміші становить 50-60 кН/м², для "середньої" і "важкої опалубки" - 80кН/м² і більше);

- довговічність або іншими словами – повторність використання, кількість циклів використання щитів опалубки (у середньому значення цього показника становить для фанерних щитів до 100 циклів, для сталевих каркасів – 1000 циклів);

- термін служби або експлуатації (для сталевих рамних каркасів, сталевих стійок цей строк становить 1500 років і більше, для дерев'яної балки - 15 року);

- ергономічні показники - технологічність, зручність монтажу/демонтажу (визначаються конструкторськими рішеннями). Крім цього враховуються, природно, вартісні показники опалубних систем, наявність їх на складі й строки поставки опалубки. В останні роки замовники звертають увагу на наявність орендного фонду.

Новинки ринку. Фахівці ТОВ «Завод «Павлоградспецмаш» відзначають, що торік, як і в останні кілька років, ринок опалубних систем не поповнився абсолютно новими

типами продукції. В основному, нові розробки спрямовані на збільшення несучої здатності опалубної системи при зниженні загальної маси елементів, збільшення терміну служби

системи, зниження її собівартості, а також спрощення процесів складання-розкладання. На підприємстві почали впроваджувати у виробництво нової просторового стояка для стояково-рамної системи опалубки перекриттів. Завдяки легкості елементів і простоті складання стояка дозволяє прискорити процес монтажу опалубки перекриттів на більших площах.

Конструкція стояка розрахована на допустиме вертикальне навантаження 100 кН і дозволяє бетонувати перекриття висотою до 15 м. Європейські виробники опалубки в

останні роки, крім удосконалювання існуючих продуктів, зайняті розробкою вузлових систем, що дозволяють помітно скорочувати строки й трудомісткість робіт, підвищувати безпеку праці. Так, наприклад, одна з новинок австрійської компанії DOKA – підйомно-переставна опалубка з інтегрованим риштуванням Xclimb 60. Ці вироби завдяки високому рівню попередньої зборки істотно спрощують і прискорюють пересування й монтаж, а також забезпечують високий ступінь захисту персоналу. Новинками для України є тех-



нологічно, надійні й довговічні системи Framax Xlife і AluFramax Xlife, а також балка з амортизатором DOKA H20 top. Також представлені нові системи сходів, риштування й огорожень із ще більшим рівнем безпеки.

Проблеми ринку. Розглядаючи проблеми на українському ринку будівельної опалубки, слід відмітити, що вони залишаються: це й залежність виробників опалубки від цін на метал і енергоносії, і відсутність будь-якої підтримки з боку держави, і ігнорування інтересів вітчизняного виробника.

Одна з основних проблем - постійне й найчастіше не прогнозоване збільшення цін на енергоносії, метал і інші комплектуючі. Актуальними питаннями для українських виробників опалубки залишаються недостатня кількість пропозицій по гарячому цинкуванню й відсутність високоякісних комплектуючих вітчизняного виробництва.

До досить серйозної проблеми можна віднести й недотримання деякими замовниками всіх технічних вимог і правил використання опалубки, які вказуються в інструкціях для експлуатації.

На думку експертів, сьогодні на українському ринку дуже багато фірм посередників, які не ма-

ють професійну інженерну підтримку, завозять опалубку під замовлення. Не маючи складів, такі постачальники не в змозі забезпечити вимоги замовників ні по строках поставки, ні по якості опалубних систем.

До проблеми відносяться і хаотичні поставки (у першу чергу з Європи) опалубки колишньої у вживанні, що не підкріплена належним технічним

Ринкова перспектива. Перспектива розвитку українського ринку будівельної опалубки має регіональну структуру й залежить як від розвитку



монолітного домобудівництва на регіональних ринках, так і від пропонованого попиту й вимог до якості використовуваних складально-розкладальних опалубних систем.

Так, в економічно розвинених регіонах (Київ, Одеса, Харків і ін.) попит та пропозиція на опалубні сталеві й алюмінієві системи рухаються в напрямку підвищення якості, у той час як на регіональних ринках відношення до якості може мінятися й відрізнятися невисокими вимогами.

сервісом. Як правило, ремонт такої опалубки роблять уже на місці, «на швидку руку», що негативно позначається на результатах бетонування й безпеки на буд майданчику. Поряд із цим існує ще кустарне виробництво елементів, і в першу чергу опорних стояків, що теж негативно позначається на якості опалубних систем.

При цьому ріст монолітного домобудівництва на українському ринку, перспективність виробництва й пропозиції

складально-розкладальної опалубки стимулюють поява нових торговельних марок опалубних систем і збільшення кількості операторів ринку.

Основним фактором формування ринку опалубних систем є ринок будівництва.

Саме тому з ростом будівельних обсягів і обсягів уведення в експлуатацію житла можна із упевненістю говорити про те, що буде поступовий ріст обсягів і на ринку опалубних систем.

Зараз, коли основні «гравці» закріпилися й зайняли певну частину українського ринку, поява нових торговельних марок опалубних систем може загострити конкуренцію й змусити фірми вибирати нові конкурентні стратегії - зниження ціни (що насправді дуже малоймовірно, особливо для вітчизняних виробників, зв'язаних безпосередньо з виробництвом), розширення сфери послуг і номенклатури встаткування.

У списку операторів, можливо, додасться кілька компаній з Китаю, тому що з боку китайських виробників досить багато спроб вийти на український ринок опалубних систем і будівельних лісів.

Висновки

Аналітики затверджують, що можна стверджувати найближчі роки в основному збережуться тенденції минулих років: це подальше зменшення продажів і збільшення частки оренди ринку опалубки. Також не виключене збільшення кількості операторів на вітчизняному ринку опалубних систем.

Література

1. Каталоги фірм Paschal, Peri, Hunnebeck, NOESchaltechnik, Meva, Doka, SGB, Utinor, ULMA, Pilosio, Aluma Systems, AltradMostostal, Baumann-Mostostal, ТОВ «Завод «Павлоградспецмаш», ТОВ «Гипропром», ТОВ «РОБУД», ТОВ «Моноліт Плюс», ТОВ Фабрика «Варіант» .

УДК 656.71.053.7(045)

Левченко Л.О., Глива В.А., Євтушок О.Я.¹

МОДЕЛЮВАННЯ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ АВІАЦІЙНОГО ШУМУ ПОБЛИЗУ АЕРОПОРТІВ ТА ЙОГО ВПЛИВУ НА ОТОЧУЮЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ

Вступ. Сучасною тенденцією розвитку авіаційного транспорту є розташування аеропортів у межах або у безпосередній близькості до населених пунктів, що обумовлюється зручністю для користувачів. Модернізація в Україні існуючої авіаційної інфраструктури, розташованої поблизу зон житлової забудови (наприклад, аеропорт «Київ», АНТК «Антонов», «Донецьк» тощо) для прийому далеко магістральних повітряних суден та збільшення кількості рейсів у цілодобовому режимі, пов'язані зі збільшенням негативного впливу на оточуюче середовище. Основним фактором такого впливу є авіаційний шум. Дослідження щодо зниження його рівнів виконується як в Україні, так і за кордоном [1, 2]. Проте експериментальне визначення безпечних зон не завжди можливе та економічно доцільне. Точність методів, побудованих на відповідних розрахунках не завжди задовільна через відсутність прив'язки до конкретного об'єкту [3]. Найбільш доцільним уявляється метод моделювання акустичного навантаження поблизу та в межах аеропорту з урахуванням специфіки і оточення окремого аеропорту.

Поряд з проблемами підтримки льотної придатності та економічної експлуатації, одною з основних проблем експлуатації цивільних повітряних суден є забезпечення відповідності екологічних характеристик літаків з встановленими національними і міжнародними вимогами і забезпечення вимог безпеки льотного та технічного персоналу в рамках забезпечення безпеки польотів.

Мета роботи. Метою даної статті є розробка принципів моделювання поширення шуму у межах аеропорту та прилеглих зонах житлової забудови.

Вихідні параметри. Для здійснення моделювання процесів, які відбуваються на території, що включає в себе аеропорт та прилеглі території, до вихідних параметрів можна віднести такі: парк літальних апаратів та їх акустичні характеристики для відповідних режимів на етапах зльоту та посадки; номінальні маршрути прильоту та вильоту повітряних суден з урахуванням процедур пілотування і діючих обмежень, що встановлюються інструкцією по проведенню польотів; інтенсив-

ність польотів повітряного транспорту конкретних типів, особливо шумних видів літальних апаратів в денну, вечірню і нічну частину доби; розташування місць випробування для проведення технічного обслуговування двигунів, час випробування двигунів у злітному та номінальному режимах, аеродромні засоби захисту, які застосовують для захисту від шуму (екрани, глушники шуму); розташування населених пунктів в околицях авіаприємства і чисельність населення, що проживає в них. Вплив на шумову обстановку також залежить від висоти розташування аеродрому, метеорологічних умов та характеру місцевості.

Щоб обчислити рівень звуку для кожного польоту повітряного судна і еквівалентних рівнів звуку, в тому числі комбінованих добових рівнів звуку для певної множини польотів, необхідна велика кількість даних, специфічно пов'язаних з акустичними і льотними характеристиками літальних апаратів, тому при дослідженні авіаційного шуму (АШ) використовують дещо спрощені моделі даних. Наприклад, інформація про характеристики шуму, який створюється на місцевості літаками і гелікоптерами при їх льотній та наземній експлуатації за результатами узагальнення даних по шуму при сертифікації, льотних випробуваннях і експлуатації основних типів повітряних суден представлена в базах даних таких організацій як Міжнародна організація цивільної авіації (ICAO) та Центр екологічної безпеки цивільної авіації. У випадку, якщо інформація по конкретному типу літального апарату відсутня, даний тип літального апарату замінюється найбільш близьким за технічними характеристиками. Загалом, точність методу розрахунку характеристик АШ залежить від того, наскільки точно представлені вихідні дані і наскільки точно модель відповідає умовам розглянутого сценарію в розрахунках. Для цього важливо якомога точніше представити процеси, які відбуваються в аеропорту та використовувати сучасну версію бази даних літальних апаратів ANP (The Aircraft Noise and Performance Database). База даних ANP з використанням стандарту SQL, яка використовується на даний момент для розрахунків має структуру, представлену на рис.1.

¹ Левченко Л.О., к.е.н., доц. (НТУУ «КПІ», м.Київ); Глива В.А., к.т.н. (КНУБА, м.Київ); Євтушок О.Я., магістрант, (НТУУ «КПІ», м.Київ).

Основним завданням зняття замірів та проведення розрахунків є побудова контурів АШ в околицях аеропорту для актуальних та можливих у майбутньому сценаріїв виконання польотів на території авіаційного підприємства. Першим етапом в виконанні розрахунків є визначення рівнів звуку в точках розрахунку. Потім визначається сумарний рівень значень рівнів звуку, а також обчислюється комбінований добовий рівень звуку за весь період спостереження. Після того, як ці дані отримані, визначається рівень звуку в точках розрахункової сітки і створюється їх графічне зображення, як правило, на карті місцевості з розташуванням аеропорту. Значення рівнів звуку чи рівнів дії шуму обчислюються для кожного польоту повітряного судна вздовж встановлених повітряних трас і для кожного випадку випробування двигунів на місцях випробування у вузлах розрахункової сітки, розміри якої визначаються в залежності від мінімальних значень рівнів шуму, для яких виконується побудова контурів.

Розрахунок контуру. Для того, щоб здійснити розрахунок контуру потрібно розраховувати значення рівня звуку в координатній сітці, яка розраховується в горизонтальній площині на рівні злітно-посадкової смуги, перону, місця випробування двигунів. Вісь абсцис направляється вздовж основної злітно-посадкової смуги в напрямку головного курсу зльоту-посадки повітряного судна. Вісь ординат (OZ) розташовується перпендикулярно до неї в горизонтальній площині аеродрому таким чином, що утворюється правостороння система координат, а вісь аплікату (OY) розміщується перпендикулярно до горизонтальної поверхні аеродрому. Початок системи координат повинен бути розміщений в контрольній точці аеродрому. Якщо на аеродромі одно злітно-посадкова смуга, то як правило, контрольна точка розташована в центрі цієї смуги. Точки сітки розташовуються з кроком величиною не більше 1000 м. Для досягнення потрібної точності розрахунку рівнів і контурів шуму в зонах, розташованих близько до злітно-посадкових смуг і маршрутів польоту, зменшують крок розрахункової сітки. Критерієм того, що ми досягли потрібної точності є те, що значення стандартного відхилення між точками сітки не перевищує 0,5 дБ. Для побудови контуру, використовується інтерполяція відносно обчислених значень у вузлах сітки. Для того, щоб здійснити розрахунок рівню шуму враховується кожна шумова подія, її вплив визначається за допомогою залежності «шум - режим польоту - відстань» і параметрів траєкторії повітряного судна.

Шумова подія може бути описана двома способами: за таблицями згідно рекомендацій ICAO

або ж проводиться апроксимація за наступною формулою:

$$L_{A_{app}} = A + B \lg R_{ш} + C (\lg R_{ш})^2,$$

де A , B , C – коефіцієнти апроксимації, які визначаються для кожного типу літального апарату і кожного характерного режиму польоту, що використовується кожним судном під час зльоту або посадки; $R_{ш}$ – найкоротша відстань до контрольної точки. За відсутності експериментальних даних залежності «шум - режим польоту - відстань» використовуються аналітичні та емпіричні моделі для всіх акустичних джерел, які утворюють поле шуму досліджуваного судна на місцевості і з урахуванням всіх факторів, що впливають на характеристики шумового поля. Дані A , B , C отримують шляхом виконання досліджень на місцевості під час польоту літальних апаратів, які виконуються з дотриманням вимог до сертифікаційних випробувань.

Оскільки розрахунок рівня шуму залежить від траєкторії руху літального апарату, важливо точно розрахувати профіль польоту. Під профілем польоту розуміють геометричні характеристики траєкторій літального апарату в вертикальній площині, які визначаються методикою пілотування, а саме, його режимом польоту – режимом роботи двигунів, аеродинамічною конфігурацією і швидкістю руху судна. Профіль польоту зображують набором прямих відрізків, кінці яких – так звані точки профілю. Їх параметри обчислюються з використанням рівнянь для аеродинамічних та тягових характеристик, що включають велику кількість коефіцієнтів, які в свою чергу мають бути вибрані залежно від специфічної компоновки літака та двигуна.

При побудові профілю польоту шляхом застосування набору процедурних кроків, відрізки розташовуються один за одним таким чином, щоб досягнути потрібних умов в кінцевій точці профілю польоту. Відрізок профілю польоту описується наступними параметрами: s – дистанція вздовж маршруту польоту, z – висота польоту літака, V – проекція швидкості центру мас літака, P – пов'язаний з шумом параметр тяги / потужності, ϵ – кут нахилу.

Крім аеродинамічних параметрів літака і параметрів роботи двигуна, які можуть бути отримані з бази даних технічних характеристик літальних апаратів (рис. 1), ці рівняння також потребують специфікації ваги літака, кількості двигунів, температури повітря, висоти розташування



злітно-посадкової смуги, процедурних кроків для кожного відрізка набору висоти або посадки літака.

Кожен відрізок має класифікуватись як розбіг по злітно-посадковій смузі, набір висоти з постійною швидкістю, набір висоти з прибиранням закрилків, зниження або заключна посадка чи пробіг по злітно-посадковій смузі. Аеродинамічні параметри і коефіцієнти тяг двигунів є адекватними для температур повітря до 43°C, висоти розташування аеродрому до 1220 м і діапазону ваги літака, конкретизованого в базі даних ANP.

Після того, як всі дані уже зібрані, виконується розрахунок максимального рівня шуму для відрізка:

$$L_{max,відр} = L_{max}(P, d) + \Delta I(\varphi) - \Lambda(\beta, \ell)$$

Частка впливу цього відрізка на загальний рівень дії звуку всього польоту:

$$L_{E,відр} = L_{E\infty}(P, d) + \Delta V + \Delta I(\varphi) - \Lambda(\beta, \ell) + \Delta F$$

В базі даних ANP значення L_{max} і L_E представлені як функції відстані d розповсюдження хвилі і тяги (потужності) двигунів P . Інші компоненти – поправки для врахування наступних ефектів: $\Delta I(\varphi)$ – ефект установки двигунів (описує зміни поперечного розповсюдження шуму завдяки ефектам екранування та відбивання звуку); $\Lambda(\beta, \ell)$ – ефект поперечного затухання звуку (істотний для умов розповсюдження звуку при малих кутах падіння хвилі на поверхню землі); ΔV – поправка на тривалість шумової події; ΔF – сегментна поправка.

Після порівняння розрахованих характеристик шуму відповідних типів повітряних суден з результатами замірів (рис. 2) проводиться коректування, що може повторюватись до досягнення результатів, які узгоджуються з експериментальними показниками.

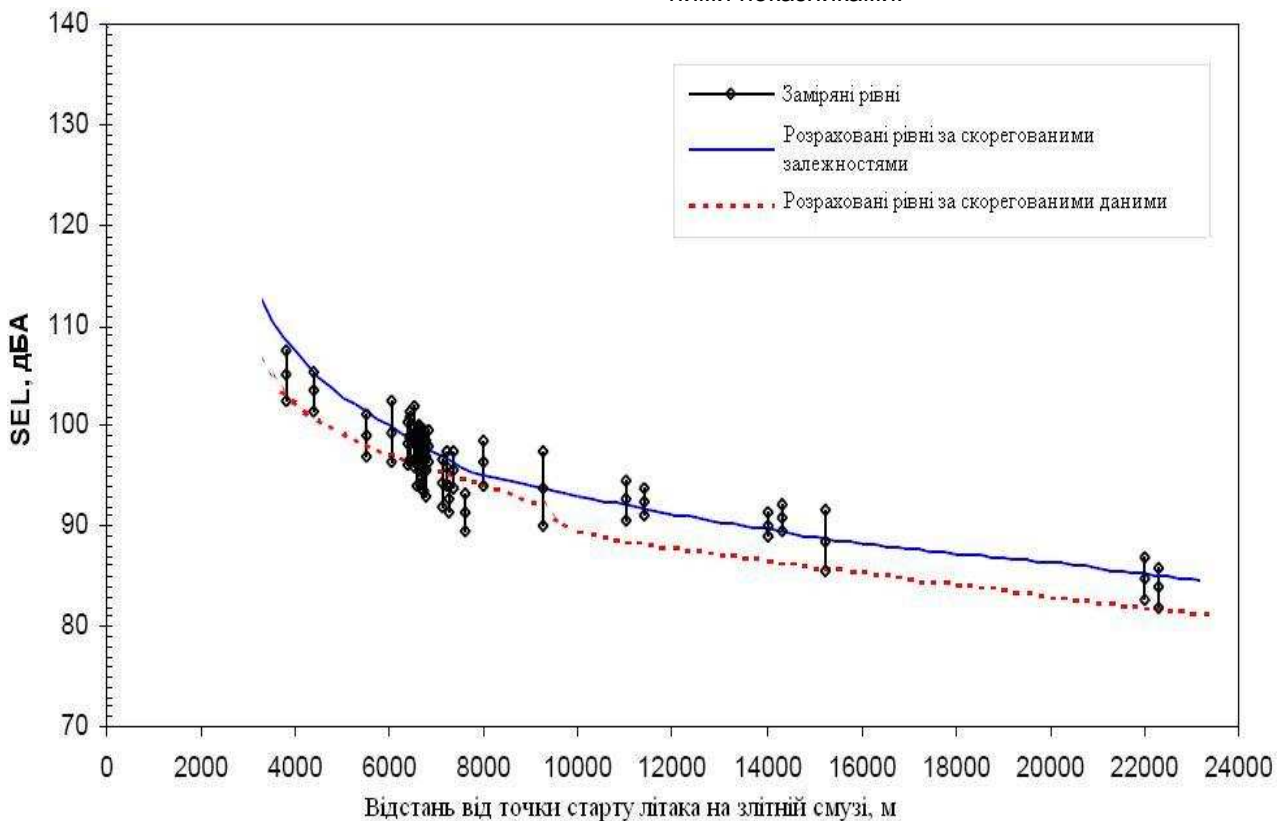


Рис. 2. Порівняння заміряних рівнів впливу шуму розрахованих за вихідними і скорегованими залежностями.

Максимальний рівень шуму L_{max} визначається, як найбільше серед значень $L_{max,відр}$:

$$L_{max} = \max(L_{max,відр})$$

Рівень впливу (експозиції) шуму L_E обчислюється, як енергетична сума вкладів $L_{E,відр}$ кожного суттєвого відрізка профілю польоту:

$$L_E = 10 \cdot \lg \left(\sum 10^{L_{E,відр} / 10} \right)$$

Після того, як всі розрахунки виконані і побудовано профілі впливу та максимального рівня шуму, можна побудувати контури шуму (рис. 3).

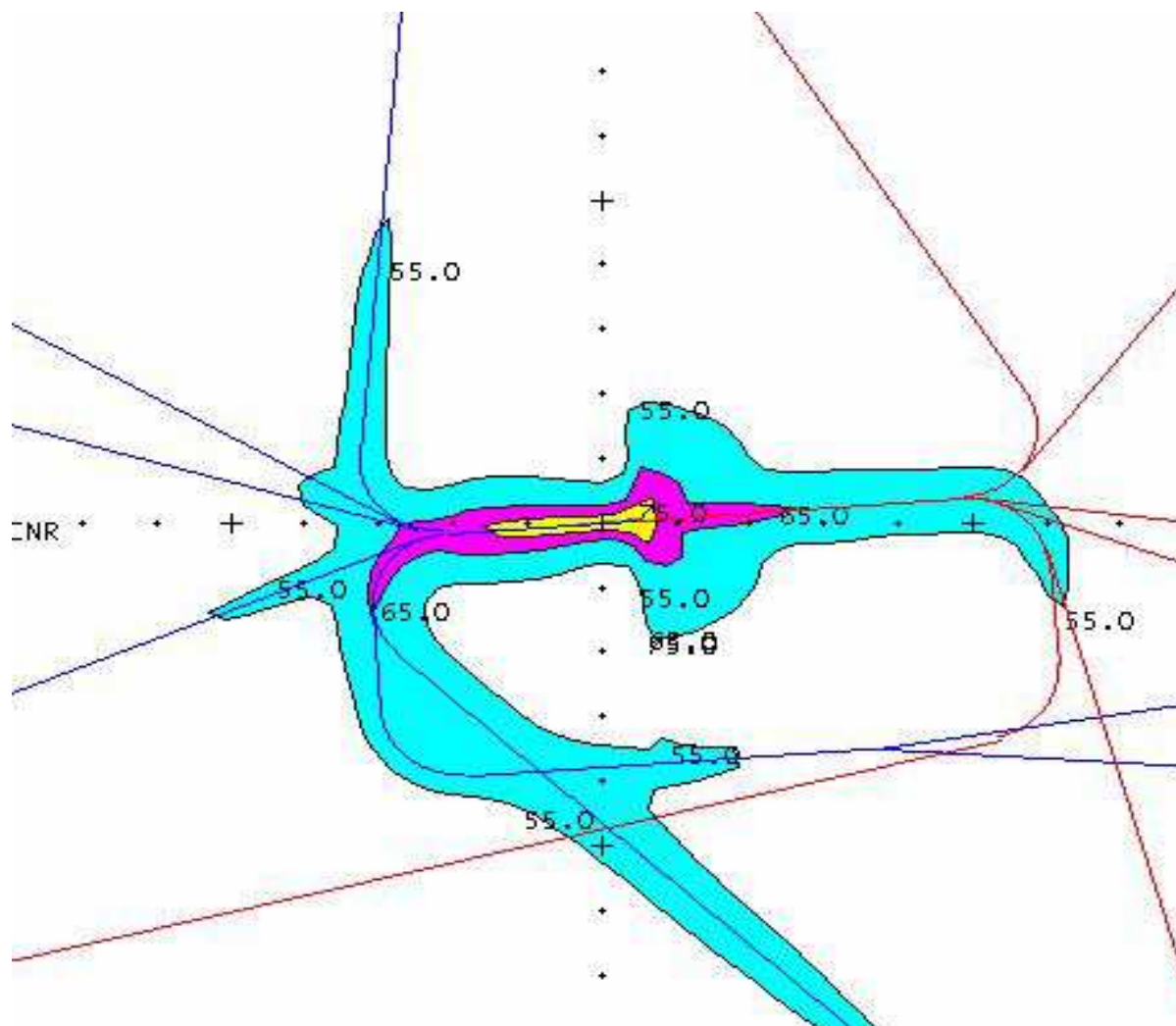


Рис. 3. Результати розрахунків представлені в графічному вигляді.

Висновки

Розрахунок контурів рівня звуку для аеропорту, що проводиться у всіх напрямках виходу з злітної смуги / заходу на посадку / для денного і нічного часу доби, дозволяє розрахувати вплив шуму на оточуюче середовище, здійснювати грамотне планування графіку і траєкторій польотів. Це дозволить знизити шкідливий вплив шуму на оточуюче середовище. Отримані результати придатні для планування житлової забудови аеропортів з урахуванням перспектив їх розвитку.

Література

1. Токарев В.И. Снижение шума при эксплуатации пассажирских самолётов / В.И.Токарев, А.И.Запорожец, В.В.Страхолес. – К.: Техника, 1990. – 127 с.
 2. Коновалова О.В. Особенности проектирования аэропорту з урахуванням екологічних критеріїв за шумом / О.В.Коновалова // Вісник НАУ. – 2004. – Вип.3. – С.111 – 115.
 3. Картышев О.А. Метод расчета контуров авиационного шума / О.А. Картышев, А.И. Запорожец . – М.: ГосНИИГА, 2008. – 42 с.
- УДК 656.61: 681

Цюцюра С.В., Свинач С.О., Теренчук С.А.¹

РОЗРОБКА СТРУКТУРИ ДАНИХ НА ОСНОВІ КЛАСИФІКАЦІЙНИХ ОЗНАК ПРИЧИН АВАРІЙ У ВОДОПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ

Постановка проблеми. В даний час аварійність трубопроводів в Україні щорік зростає. Загальна довжина водопровідних мереж в країні складає 86 тис. км. З них 21 тис. км. знаходяться в аварійному стані. Аварії приносять збитки, пов'язані з простоем трубопроводів, втратами води, затопленнями, витратами на виконання ремонтних робіт. Вчасно вжиті заходи для їх запобігання істотно підвищують надійність водопостачання. Саме тому, прогнозування аварійних ситуацій є актуальним. Але розв'язання цієї задачі передбачає застосування універсальних інформаційних систем (ІС) та технологій, які дозволяють прогнозувати аварійні ситуації. Це, в свою чергу, вимагає розробки автоматизованих систем збору і накопичення статистичних даних про час і причини аварій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Адекватне зображення інженерної мережі на карті міста — важлива задача [1], але вона не вирішує проблеми управління водопровідною мережею в реальному часі. Розробці універсальних моделей мереж водопостачання і водовідведення та схем і технологій реалізації вибору оптимальних режимів експлуатації систем подачі та

розподілення води (ПРВ) присвячено ряд робіт [1,2], але в них не розв'язується задача прогнозування аварій на тому чи іншому відрізку трубопроводу в той чи інший період часу. Разом з тим, дані про аварії по деяких системах комунального водопостачання, накопичені за період тривалої експлуатації [3,4], дозволяють характеризувати основні причини аварій, а також визначити терміни профілактики і види ремонтних робіт на трубопроводних мережах.

Формування мети статті. Метою представленої роботи є узагальнення накопиченого досвіду щодо визначення основних чинників, які призводять до аварій на водопровідних мережах міста, аналіз і систематизація первинних даних та поділ їх на складові угруповання.

Виклад основного матеріалу. Практика експлуатації мереж водопостачання [2] показує, що найчастіше причинами порушення водозабезпечення стають аварії на ділянках трубопроводів — найбільш функціонально значимих та вразливих елементах системи життєзабезпечення.

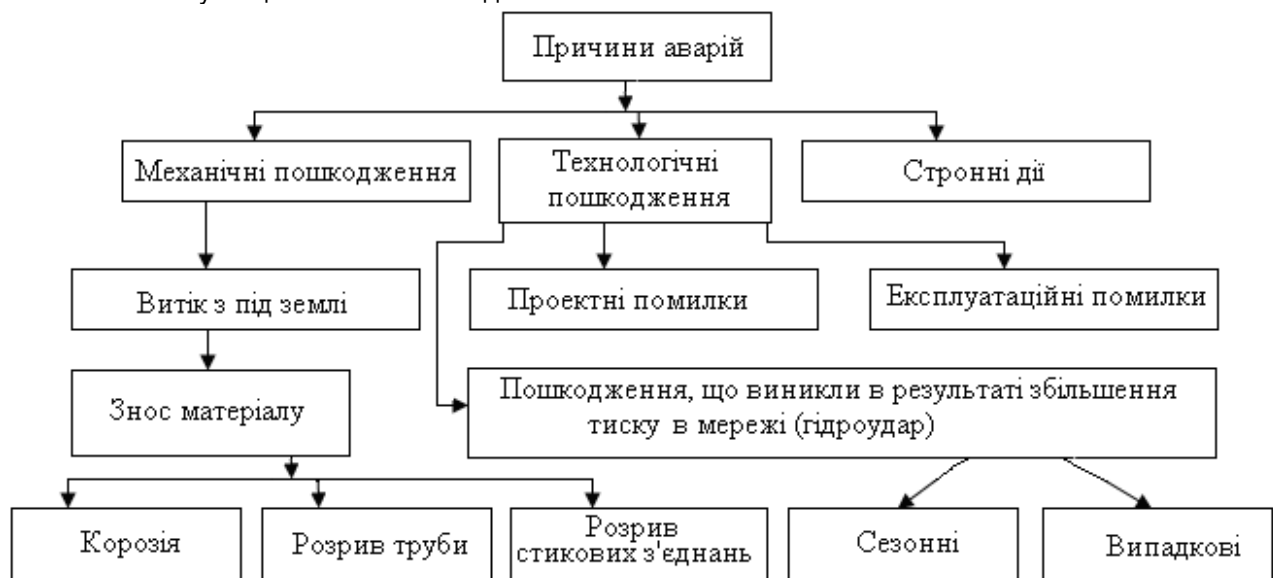


Рис. 1. Класифікація причин аварій у водопровідних мережах.

Облік і систематизація ушкоджень на трубах, дозволили розробити класифікацію причин ава-

рій (рис.1) і встановити [5], що частіше за інші спостерігаються розриви труб і стикових

¹ Цюцюра С.В., д. т. н., проф., Свинач С.О., асист., Теренчук С.А., к. ф.-м. н., доц. (КНУБА, м.Київ).

з'єднань та пошкодження елементів системи внаслідок корозій. Аналіз «географії» аварій дозволяє визначити ділянки трубопроводів, що функціонують в несприятливих умовах.

Теоретична робота з системами ПРВ передбачає існування інформаційної бази, яка містить вичерпну інформацію про характер і кількість аварій. Ця інформація повинна надаватись по територіальному принципу — по мікрорайонах і районах міста та по місту загалом, тобто за територіальною ієрархією. Слід зазначити, що мікрорайоном названо певну ділянку трубопроводу, прикріплену до відповідного адміністративного елемента міста (вулиця, проспект, тощо), а не адміністративну одиницю. Зазначимо, що визначення ймовірного місця і причини аварії не має сенсу без попередження про час ймовірної аварії. Серед часових проміжків виділяють основні: місяць, квартал і рік. Прогнозувати більше ніж на рік недоцільно.

Систематизовані дані про частоту і характер пошкоджень за достатньо великий період спостережень дозволяють визначати аварійні ділянки та оцінювати ймовірність аварійних ситуацій в мережах і обладнанні. Але таких даних в практиці експлуатації ПРВ недостатньо, а збір даних належним чином ще не налагоджений. Реєстрацію ушкоджень на трубопроводах сьогодні здійснюють підприємства комунального водопостачання, однак ведеться вона не завжди систематично, без належної уніфікації, збір матеріалів часто не містить вичерпної інформації. Нині не існує відомостей, по яких можна обґрунтовано

визначити частоту, характер, причини ушкоджень трубопроводів, затраченого на ремонт часу. Це пояснюється тим, що дотепер питанню збору інформації про ушкодження не приділяється належної уваги, не розроблені уніфіковані методи й форми реєстрації відомостей. Дійсно, відомості повинні містити матеріал, що відображає всі особливості ушкодження, оскільки відновлення деталей, упущених при їх описі практично неможливе. З іншого боку, процедура збору інформації проводиться в обмежений час і повинна бути максимально наближена до реальних умов. Крім того, форми для реєстрації даних про ушкодження повинні бути розраховані на персонал, що не має спеціальної кваліфікації.

Збір та обробка такої неоднорідної стохастичної і динамічної інформації з різномірних джерел — складний і трудомісткий процес. Тому актуальним є розробка універсального інструменту для автоматизації цього процесу. Але використання універсальних ІС та технологій вимагає розробки єдиної бази даних (БД) та системи управління базою даних, яка забезпечить використання клієнт/серверної архітектури. Початкову структурну схему бази даних зображено на рис. 2. Робота з документацією значно полегшується при введенні карток, завдяки яким інформація заноситься до БД. Розроблені картки характеризують властивості об'єктів і відповідають атрибутам сутностей БД (рис. 2).



Рис. 2. Структурна схема бази даних.

Висновки

- 1 Проведено класифікацію причин аварій у водопровідних мережах та їх поділ на складові угруповання.
- 2 На основі класифікаційних ознак причин аварій на водопровідних мережах розроблено структуру даних, яка містить в собі інформацію про причини, місця і дати аварій та дати запуску трубопроводу в експлуатацію.
- 3 Значно полегшить роботу з такою неоднорідною інформацією використання єдиної системи управління базою даних, розробка якої є предметом подальших досліджень.

Література

1. Кошарна Ю.В. Застосування комплексних функціонально-динамічних схем для побудови моделі каналізаційної мережі міста / П.І. Анпілогов, В.М. Міхайленко, А.П. Анпілогов, Ю.В. Кошарна // Вентиляція, освітлення та теплогазоводопостачання: наук.-техн. зб.- К.: КНУБА, 2007.- Вип. 11.- С. 27-36.
2. Зайко В.А. Диагностика аварийных состояний в системах подачи и распределения воды. / Зайко В.А., Сомов М.А. В сб. «Обеспечение надежности систем хозяйственного питьевого водоснабжения», М., 1989,- с.48-54.
3. Зайченко Л.Г. Исследование факторов, влияющих на утечки воды в системе централизованного водоснабжения / Л.Г. Зайченко, Н.В. Сорокина, О.В. Чомоний // Вісник ДНАБА.-2009-№2 с.143-147.
4. Бобылев Л.М. Аварии в жилищно-коммунальном хозяйстве / Л.М. Бобылев // Сантехника. - 2003.- № 6 С. 24-26.
5. Цюцюра С.В. Класифікація першопричин виникнення аварійних ситуацій у водопровідних мережах міста / Цюцюра С.В., Свинач С.О. // Зб. наук. праць.- К.: НАУ, 2009.- Вип. 26.- с. 65-68.

УДК 624.15

Цимбал С.Й., Малишев О.В.¹

ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗОНИ УЩІЛЬНЕННЯ ГРУНТУ НАВКОЛО ВДАВЛЮВАНИХ ПАЛЬ

Актуальність роботи. Проектування фундаментів будівель та споруд як в звичайних так і в несприятливих інженерно-геологічних умовах може викликати значні труднощі, що пов'язані з розрахунком основи. Нормативна база та сучасні методи розрахунку не дають достатньо достовірної інформації про деформації, які використовуються для визначення переміщень та запасу міцності основи. Це стосується не лише фундаментів мілкового закладання, а й пальових.

З досвіду будівництва відомо, що влаштування фундаментів без виймання ґрунту (забиванням, вдавлуванням, трамбуванням та ін. способами) супроводжується утворенням ущільнених зон навколо них. Ці зони дають можливість покращити якість основи та збільшити їх несучу здатність.

З цією метою було проведено лабораторні дослідження по визначенню ущільненої зони ґрунту навколо моделей паль-штампів.

Методика та результати досліджень. Для дослідження зон ущільнення ґрунту навколо моделей паль таврового та квадратного перерізу в лабораторних умовах використовувався спеціальний стенд. Стенд представляє собою циліндричну ємність на передній частині якої влаштовані дверцята. Діаметр ємності 80см, висота 120см. Для моделювання основи використовувався пісок середньої крупності, неоднорідний, малого ступеню водонасичення, кварцовий, алювіальний. Пісок вкладався пошарово товщиною 25-30мм та трамбувався трамбівкою що мала масу 10 кілограм. Шари розділялися тонким-прошарками тертої до стану пилу крейди товщиною 0,3..0,6мм. В якості моделей паль використовувалися палі-штампи квадратної та таврової форми поперечного перерізу. Після вдавлування моделей паль на задану глибину дверцята дослідного лотку відкривалися і ґрунт ретельно зрізався у вертикальній площині по окремим характерним перерізам (рис.1). За рахунок цього вдалося отримати зони переміщень ґрунту в поперечному напрямку, окремі перерізи яких представлені на рис.2, а значення зон зведені до табл.1. На основі даних наведених в табл. 1 були побудовані зони переміщень ґрунту навколо моделей паль, що одночасно є зонами ущільнення. Прирівнявши площу зони ущільненого ґрунту до площі кола можна визначити радіус ущільненої зони R. Так для таврової палі радіус зони ущільнення в лабораторних умовах складає

$R_{\text{тавр л.}} = 6.9\text{см} = 1.15d$, а для квадратної - $R_{\text{кв. л.}} = 8.2\text{см} = 1.4 d$.

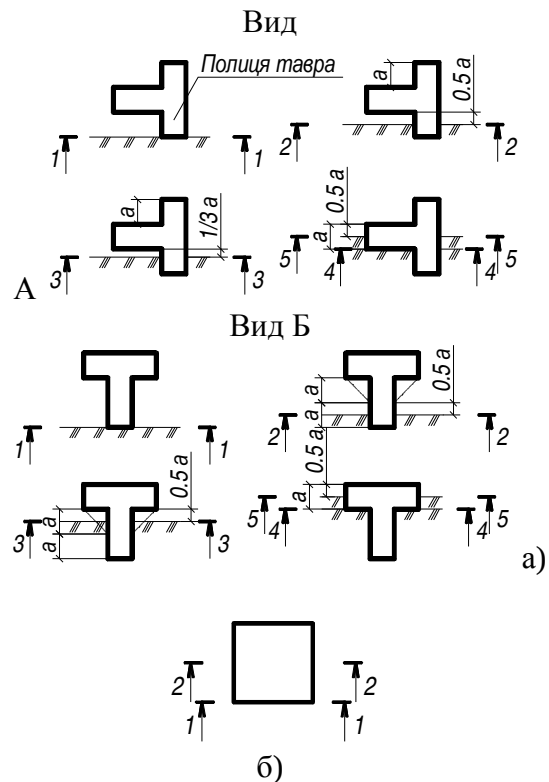
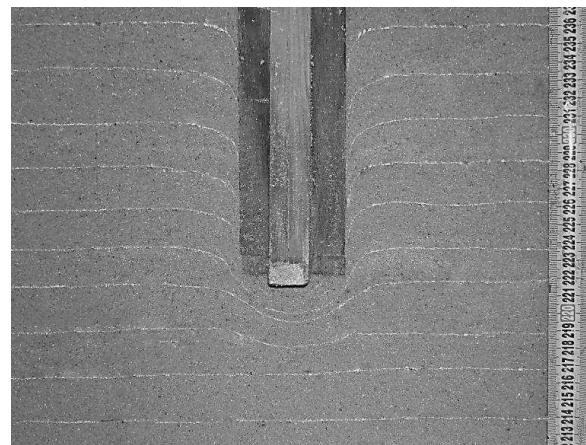


Рис. 1. Характерні перерізи для визначення зон ущільнення ґрунту в лабораторних умовах: а) для таврової палі; б) для квадратної палі.



а)

¹ Цимбал С.Й., к.т.н., професор КНУБА, Малишев О.В., аспірант КНУБА.



б)

Рис. 2. Зони переміщення ґрунту навколо:
а) таврової палі (вид Б, переріз 4-4);
б) квадратної палі (переріз 2-2).

Таблиця 1

Розмір зони деформацій в см та діаметрах від центру паль в поперечному напрямку

№ перерізу	Форма поперечного перерізу							
	Тавр						Квад- рат	
	Вид А				Вид Б			
	Зліва від полиці тавра		Справа від полиці тавра					
	см	D	см	D	см	D	см	
1-1	7	1,17	6,0	1,00	6,5	1,08	7,0	1,17
2-2	9,5	1,58	7,0	1,17	7,0	1,17	10,0	1,67
3-3	10	1,67	9,0	1,50	9,0	1,50		
4-4	8	1,33	10,0	1,67	7,0	1,17		
5-5	7	1,17	10,0	1,67	7,5	1,25		

Щільність ґрунту навколо моделей паль контролювалася за допомогою динамічного зондування, пенетрації та при відкопуванні методом ріжучого кільця, що дає можливість більш точно визначити величину ущільненої зони. Зондування проводилося в характерних точках після прове-

дення кожного дослідів по визначенню несучої здатності палі-штампу по ґрунту (рис. 3).

Отримані результати оброблялися статистичними методами [1]. Результати динамічного зондування приведені у вигляді графіків залежності кількості ударів від глибини заглиблення на рис. 4 та на рис. 5.

Проаналізувавши вище зазначені графіки кожного з них можна виділити умовно п'ять характерних зон (рис. 6). І зона характеризується незначним ущільненням ґрунту що пояснюється ви-

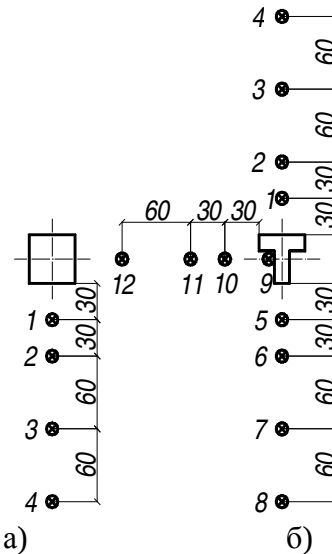


Рис. 3. Схема розташування точок динамічного зондування навколо моделей паль-штампів: а) квадратної палі; б) таврової.

пором ґрунту при влаштуванні основи паль. II зона – зона ущільненого ґрунту навколо стовбура, що утворилася під час заглиблення палі. В III зоні спостерігається зменшення щільності ґрунту (розрихлення) внаслідок розриву суцільного середовища, який виникає за рахунок різних за величиною значень осідань під час випробування палі, яка одночасно передає навантаження на основу через бічну поверхню та торець. Вичерпання несучої здатності по бічній поверхні проходить при незначних значеннях переміщень (0,5-1 мм), після чого палі буде проковзувати відносно оточуючого ґрунту. В той час як торець що рухається разом з палею буде переміщувати ґрунт, що знаходиться під ним, який буде затягувати разом з собою інші частинки оточуючого ґрунту. В результаті цих процесів утворюється розрихлення. Але можливий і інший варіант виникнення розущільнення – це поява простору між вістрям палі та її бічною поверхнею при їх окремому випробуванні.

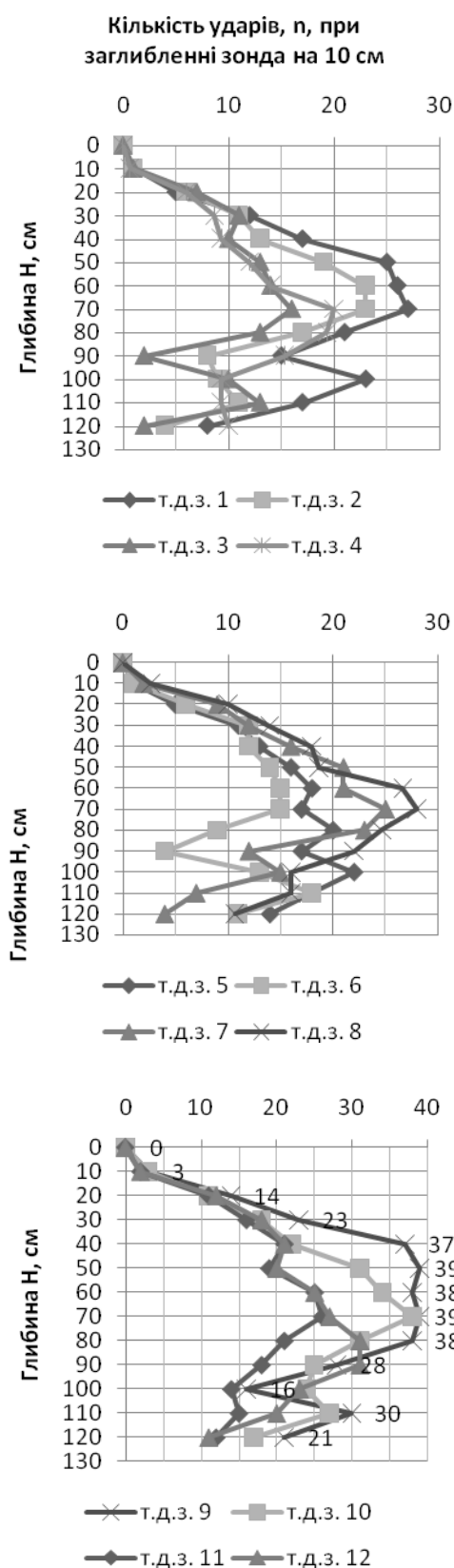


Рис. 4. Графіки залежності кількості ударів від глибини заглиблення таврової палі.

В IV зоні відбувається збільшення щільності за рахунок ущільнення ґрунту під вістрям палі. V зона – зона повернення до початкової щільності.

З графіків (рис. 4, 5) видно що характер зміни щільності для моделей таврової та квадратної палі в точках 1, 2, 3, 4 є однаковим, та має дещо більші значення для квадратної палі. Точки 5 та 6 вказують на певне розрихлення ґрунту перед ребром

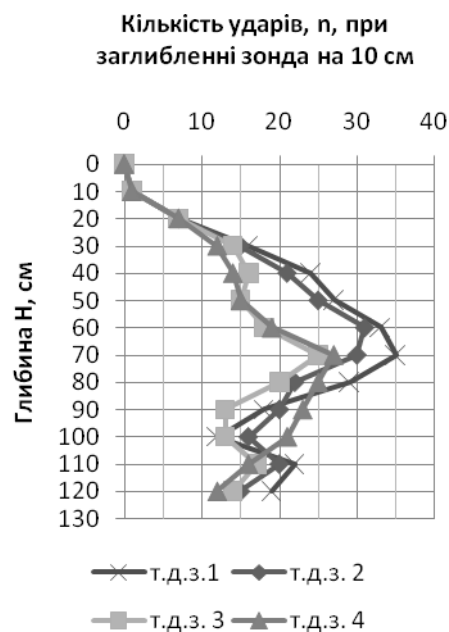


Рис. 5. Графіки залежності кількості ударів від глибини заглиблення квадратної палі.

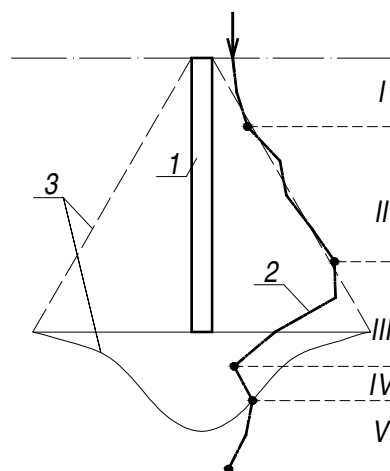


Рис. 6. Характерні зони ущільнення ґрунту: 1 – дослідна палія; 2 – графік динамічного зондування; 3 – зона напружень.

тавра, а в т.7 та т.8 навпаки відбувається його доущільнення.

Це пов'язано з виникненням «приєднаної» маси ґрунту з правої та лівої сторони палі таврового перерізу, яку добре помітно в точці динамічного зондування № 9. В ній починаючи з 40см від поверхні йдуть майже однакові значення щільності ґрунту аж до самого вістря, після чого відбувається максимальне розуцільнення, характер виникнення якого описано вище.

За рахунок проведення даних досліджень вдалося уточнити розмір зони ущільненого ґрунту навколо бічної поверхні палі. Так для квадратної палі він становить 3.6d. Для таврової за полицю - 1.25d, перед ребром 0.75d, зліва та справа від ребра 0.95d, а приведена величина ущільненої зони становить 2.95d.

Висновки

1. Проведені дослідження підтверджують різницю в несучій здатності за рахунок різного характеру ущільнення ґрунту основи навколо квадратної та таврової палі.
2. Визначено розміри зон ущільнення ґрунту, що становлять для квадратної палі 3.6d, для таврової - 2.95d.
3. Виявлено зону «приєднаної» маси ґрунту до палі таврового перерізу, яка в плані має форму рівнобічного трикутника з катетом 20мм, що приймає участь у її роботі.
4. Проведені дослідження мають бути співставлені та уточнені натурними випробуваннями.

Література

1. ГОСТ 20522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. Межгосударственный стандарт. М. – 1996. – 38с.

УДК 69057.7

Пиляев Р.С.¹

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ОЦІНКИ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ КРАНІВ

Метою збору інформації про надійність є оцінка фактичного стану кранів, вдосконалення правил експлуатації, більш точного визначення режиму технічного обслуговування й ремонту.

Для одержання інформації про надійність деталей, агрегатів і кранів у цілому використовуються наступні основні джерела: аналітичні розрахунки на довговічність, стендові й полігонні випробування на надійність, відомості про результати експлуатації, зміст ремонтних робіт [1,2,4].

Після створення дослідного зразка або випуску першої серії машин інформація про надійність може бути отримана в результаті випробувань на спеціальних стендах. Испитові стенди обладнаються приводами, що навантажують обладнаннями, необхідними контрольно-вимірювальними й записуючими приладами. На сучасних стендах передбачаються програмуючі обладнання. Такі обладнання, часто на базі ЕОМ, забезпечують автоматичне навантаження випробовуваного виробу в режимі, близькому до експлуатаційного. При наявності математичного

опису взаємодії системи "привід - агрегат - виконавчий орган" ЕОМ дозволяє використовувати метод математичного моделювання при керуванні випробуваннями з урахуванням імовірнісного характеру реальних навантажень в кранах.

Стеновим випробуванням звичайно зазнають тільки окремі вузли й агрегати вантажопідіймальних машин: гальма, редуктори, коробки передач, двигуни й т.п. Випробування на надійність машин у зборі, наприклад автомобільних кранів, часто проводяться на полігонах, що обладнані спеціальними треками. Поверхні треків мають складну конфігурацію, що викликає значні динамічні навантаження при русі машини. Керування рухом машини по треківі звичайно дистанційне або програмне. Такі випробування забезпечують досить висока якість інформації про надійність несучих конструкцій і елементів ходової частини машини.

Найбільш достовірним джерелом інформації про надійність машини є результати експлуатації при типових режимах і умовах використан-

¹ Пиляев Р.С., провідний спеціаліст ТОВ «САПРАН УКРАЇНА»

ня. Розрізняють дослідну, підконтрольну й реальну експлуатацію. Експериментальна експлуатація проводиться проектною організацією або заводом виготовлювачем в умовах, максимально наближених до натурних. У ряді випадків експериментальна експлуатація проводиться на базових експлуатаційних підприємствах. На сучасних кранах закордонного виробництва ведеться регулярний контроль і облік роботи машини, для чого встановлюються додаткові обладнання й прилади: лічильники частоти обертання, годин роботи, числа робочих циклів, вага вантажу[1].

Підконтрольна експлуатація проводиться відділами механізації будівельних організацій. Облік несправностей і періодичний контроль технічного стану машини здійснюються за методикою й під спостереженням представника головної організації по збору й обробці інформації.

В умовах реальної експлуатації облік несправностей і контроль технічного стану машини виконують у порядку, установленому в системі експлуатаційного підприємства[2].

Планові ремонти проводять до настання відмови. Однак по їхньому змісту можна одержати інформацію про характер і ступеня ушкодження окремих деталей, прогнозувати їхній термін служби, судити про ремонтпридатність і інших показниках надійності машини.

Час, необхідний для одержання достатнього обсягу інформації, визначається не тільки способом випробувань (стендові, полігонні, експлуатаційні), але також типом плану спостережень, що в сучасний стан передбачається діагностикою машин.

Плани проведення спостережень позначаються формулою, у якій N - число кранів, що перебувають під спостереженням; r - число відмов спостережуваних кранів; T - календарна тривалість спостережень; R - ознака заміни новою або відновленою деталлю; U - ознака виключення, що відмовило виробу із числа спостережуваних. Застосовуються п'ять основних планів: $[NUN]$, $[NUR]$, $[NUT]$, $[NRr]$, $[NRT]$. Наприклад, план $[NUR]$ означає, що спостереженням підлягають N об'єктів об'єкти, що відмовили, виводять зі спостережуваної групи (не замінюють новими й не відновлюють), спостереження припиняють, коли число об'єктів, що відмовили, досягає r одиниць. При плані $[NRT]$ спостерігаються N об'єктів, що відмовили відновлюються (під спостереженням увесь час залишається N елементів), спостереження ведуться протягом календарного часу T .

Кожний план спостережень має свою область раціонального використання. Наприклад, план $[NUN]$ зручний для вивчення напрацювання на відмову, при цьому не потрібен ремонт або заміна виробів. План $[NRT]$ більш складний, тому

що вимагає проведення ремонтів. Однак інформація накопичується значно швидше. Крім того, виходять додаткові дані про ремонтпридатність виробів.

Інформація про надійність машин, що підлягає обробці, повинна бути достовірною, однорідною й досить повною. Вірогідність інформації забезпечується точністю контрольно-вимірювальних приладів, кваліфікацією й відповідальністю осіб, що брали участь у її підготовці. Важливе значення має простота й однозначність форм, що підлягають заповненню в процесі збору інформації. Основні види таких форм стандартизовані. Наявність єдиних форм забезпечує також повноту й однорідність інформації, крім можливості використання різних одиниць виміру для однакових показників, об'єднання показників, отриманих при різних умовах для різних машин, і т.п.

Процес збору й наступної обробки інформації значно спрощується при використанні спеціальних перфокарт із готовими варіантами відповідей, які легко піддаються машинній обробці. Однак необхідний у цей час рівень якості й регулярності інформації про роботу машин можна забезпечити тільки при впровадженні автоматизованої системи керування в систему експлуатації машин [1].

Отримана в результаті випробувань або від експлуатуючих підприємств інформація піддається сортуванню по однорідності й сумісності вихідних умов, потім аналізуються й при цьому відкидаються нехарактерні дані. Перевірену інформацію зводять в остаточні таблиці, зручні для наступної статистичної обробки вручну або за допомогою ЕОМ.

Підготовлена до використання інформація, у тому числі в графічній формі (Рис. 1), слугує для визначення теоретичного закону розподілу досліджуваної випадкової величини - основи прогнозування її значень у процесі експлуатації машини. Установлення теоретичного розподілу, відповідний до даних спостережень, проводиться методами математичної статистики [3]. Ступінь відповідності й, отже, точність наступних розрахунків залежать від кількості інформації, тобто від числа об'єктів і тривалості спостережень.

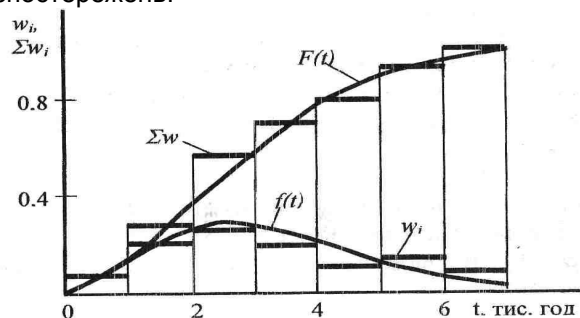


Рис. 1. Щільність $f(t)$ і функція розподілу $F(t)$ напрацювання до відмови; w_i - частота відмов; $\sum w_i$ - накопичена частота відмов.

Існують готові таблиці й розрахункові формули для визначення мінімального числа спостережень (значень випадкової величини), залежно від плану спостережень і передбачуваного теоретичного закону розподілу. Якщо закон розподілу неможливо прогнозувати, то значення випадкової величини в першому наближенні можна визначати з умови:

$$\frac{2N_{\min}}{\chi^2_{1-\beta}(2N_{\min})} = (\delta + 1)^p \quad (1)$$

де - $\chi^2_{1-\beta}(2N_{\min})$ квантиль розподілу - хи - квадрат зі $2N_{\min}$ ступенями волі, що відповідає односторонній довірчій ймовірності β [з умови $P\{\chi^2 < \chi^2_{1-\beta}(2N_{\min})\} = 1 - \beta$]; δ - відносна помилка в оцінці випадкової величини; p - параметр закону розподілу Вейбулла [].

Для деталей механічних і електромеханічних обладнань, приймають $p = 2$, для деталей електронних обладнань і складних відновлюваних виробів у цілому $p = 1$, що відповідає експонентному розподілу напрацювання на відмову. Значення довірчої ймовірності на першому етапі спостережень можна ухвалювати $\beta = 0,9 \div 0,95$; відносної помилки - $\delta = 0,1 \div 0,05$.

Значення параметра $p = 2$ відповідає коефіцієнту варіації спостережуваних значень $\eta = 0,51$. Якщо у вибірці з $N_{\min}$ (при $p=2$) спостережень дійсне значення $\eta_{\bar{A}} > 0,51$, з умови (2)

$$\sqrt{\frac{\Gamma(1+2/p)}{\Gamma^2(1+2/p)}} - 1 = \eta_{\bar{A}}, \quad (2)$$

знаходять значення p , що відповідає реальним обчислюють повторно $N_{\min}$, і доповнюють спостереження свідчить про достатність $N_{\min}$ знайденого при $p=2$.

Серед можливих законів розподілу показників надійності кранів найбільше число $N_{\min}$ має місце у випадку експоненціального закону. Тому $N_{\min}$, обчислене з умови (2.1) при $p=1$, є достатнім у всіх випадках проведення спостережень.

При практичних розрахунках майже завжди виявляється $N_{\min} > 15$. Тому, виходячи з наближеної залежності $\chi^2_{1-\beta}(2N_{\min}) = f(N_{\min}, \beta)$, для визначення $N_{\min}$ можна також використовувати умову:

$$\left(1 - \frac{1}{9N_{\min}} + \frac{u_{1-\beta}}{3} \sqrt{\frac{1}{N_{\min}}}\right)^3 = \frac{1}{(\delta + 1)^p}, \quad (3)$$

де - $u_{1-\beta}$ - квантиль нормального розподілу, відповідний вірогідності, рівній $(1 - \beta)$. На відміну від квантиля $\chi^2_{1-\beta}$ таблиці значень $u_{1-\beta}$ є в спеціальній літературі [].

Якщо з умови (3) отримаємо $N_{\min} < 15$, необхідно перерахувати за умовою (1).

Розглянемо конкретний приклад. Визначимо мінімальне необхідне число напрацювання до відмови без відновлення (заданого типорозміру), щоб при односторонній довірчій ймовірності $\beta = 0,9$ помилка у визначенні середнього напрацювання не перевищувала $\delta = 0,1$.

Вважаючи, що б законі розподілу напрацювання до відмови розглянутих підшипників нам нічого невідомо, скористаємося умовою (3) при $p = 2$. З таблиці квантилів нормального розподілу знаходимо $u_{1-0,9} = -1,28$.

Підставляючи в умову (3) значення $u_{0,1}$, p і δ , одержуємо

$$\left(1 - \frac{1}{9N_{\min}} - \frac{1,28}{3} \sqrt{\frac{1}{N_{\min}}}\right)^3 = \frac{1}{(0,1+1)^2}.$$

Таким чином, $N_{\min} = 50$.

Після проведення серії з 50 спостережень виявилось, що коефіцієнт варіації $\eta_{\bar{A}} = 0,75 > 0,51$, тобто $N_{\min} = 50$ недостатньо для забезпечення необхідної точності розрахунків. Тому з рівності (2) доводиться визначати уточнене значення параметра p' , відповідне до отриманих даних

$$\sqrt{\frac{\Gamma(1+2/p')}{\Gamma^2(1+2/p')}} - 1 = 0,75.$$

Використовуючи таблиці знаходимо гама - функцію [4]. Повторно вирішуючи рівність (3), одержуємо $N_{\min} = 110$. Таким

чином, необхідно одержати додатково $N'_{\min} - N_{\min} = 60$ спостережень. Після їхнього проведення істотної зміни коефіцієнта варіації напруцювання до відмови не відбулося.

Отже, серію з 110 спостережень можна використовувати для розрахунків середнього наро-

бітку до відмови підшипників кочення вантажного візка розглянутого типорозміру й установлення теоретичної функції розподілу цього напруцювання.

Висновки

1. Обґрунтована методика дослідження і обробки інформації отриманої в умовах реальної експлуатації вантажопіднімальної техніки.
2. Структурована методика здійснення огляду та оцінки стану елементів кранів та їх конструкції в цілому для визначення типу ремонтів і заміни деталей.

Література

1. Назаренко І.І., Німко Ф.О. Вантажопіднімальна техніка (конструкції, ефективне використання, сервіс). К.: Видавничий дім «Слово», 2010. – 400с.
2. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідійомних кранів. – К.: Основа, 2007. – 312с.
3. Вентцель В.С., Овчаров Л.А. Теория случайных процессов и ее инженерные приложения. – М.: Наука – 1991. – 384с.
4. Хазов Б.Ф., Дидусев Б.А. Справочник по расчету надежности машин на стадии проектирования. М.: Машиностроения, 1986. – 224с.

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА БУДІВНИЦТВА

Науково-технічний журнал

Випуск 6

Адреса редакції:

03037, м. Київ,
Просп. Повітрофлотський, 31,
тел.: 241-5447, тел./факс: 252-4214

Формат 60х84/8.

Наклад 300. Папір офсетний. Ум.-др. арк. 4,1.

Надруковано в "МП Леся".

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи серія ДК № 892 від 08.04.2002.

"МП Леся"

03148, Київ, а/с 115.

Тел./факс: + 38 050 469 7485, 407 6197

E-mail: lesya@ukrpost.net

