

Техніка і технології

УДК 622.242:657.471

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ БУРІННЯ, РЕМОНТУ І ОБСЛУГОВУВАННЯ СВЕРДЛОВИН

Є.І.Крижанівський, Ю.В.Міронов, Л.І.Романишин

ІФНТУНГ, 76019, Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42364
e-mail: rector@nung.edu.ua

Рассмотрены паспортные технические показатели и цены мобильных установок для бурения, ремонта и обслуживания скважин и ремонтных подъёмных агрегатов. Методами функционально-стоимостного анализа получены аппроксимированные эмпирические зависимости удельных цен от параметров назначения, энерговооруженности и материалоёмкости, комплексные показатели технико-экономической эффективности, предложены показатели и методика сравнительной оценки оборудования различных моделей и производителей.

Mobile drilling and workover rig's ratings and prices are investigated. The approximated relations of specific costs and designation parameters, power, material consumption are obtained by function-price analysis methods. The integrated technicoeconomic efficiency indicator is defined and calculated. The procedure and indexes for comparative analysis of various models are proposed.

У попередніх працях співавторів встановлено невідповідність на сьогоднішній день наявного в Україні парку технічних засобів для ремонту, обслуговування, освоєння і випробування свердловин умовам його застосування, виявлено його нераціональну структуру, застарілість устаткування, яким його складено та недостатні темпи реновації. Доведено необхідність негайної модернізації та прискореного оновлення парку [1].

Ефективність інвестицій у реалізацію названих заходів та навіть сама їх доцільність зумовлені успішним розв'язком декількох супутніх проблем, в їх числі однією з найважливіших є вибір моделей обладнання, якими слід оснастити перспективний парк. В даному випадку оптимальним є такий вибір, який забезпечить максимальний корисний ефект від модернізації устаткування при мінімальних витратах на його отримання. Критеріями оптимуму можуть також служити максимальна фондovіддача впродовж періоду експлуатації максимальної тривалості та мінімум питомих витрат на одиницю отриманого корисного ефекту. В усіх зазначених випадках на область пошуку оптимуму накладається обмеження техніко-технологічного характеру. Воно полягає в тому, що для комплектації парку можуть бути використані ви-

ключно такі моделі обладнання, технічні характеристики яких забезпечують застосовність. Вибір конкретних моделей устаткування з-поміж множини, окресленої таким обмеженням, здійснюється за техніко-економічним критерієм — найкращим відношенням "ціна — якість", яке віднаходиться методами функціонально-вартісного аналізу [2]. Додатковою умовою є забезпечення мінімальної вартості виконаних у свердловині робіт із прийнятною тривалістю технологічного циклу.

Сукупність робіт з ремонту, обслуговування, освоєння, випробування свердловин може бути виконана як з допомогою технологічних комплексів, що складаються з підйомних і пересувних насосних агрегатів, так і з застосуванням мобільних установок багатofункціонального призначення. В останньому випадку функціональні можливості є набагато ширшими, але одночасно значно більшою є вартість технічного оснащення. Таким чином, виникає проблема альтернативної комплектації перспективного парку, раціонального співвідношення в його складі чисельності ремонтних агрегатів та мобільних установок, вона не має єдиного остаточного розв'язку, оскільки він на кожному етапі визначається досягнутими показниками відпрацювання породоруйнівного інструменту,

комерційної та циклової швидкостей, коефіцієнта оборотності, цінами названого обладнання, термінами його служби.

Для створення інформаційного забезпечення, яке б слугувало для розв'язку названих задач, застосовано опрацьовану методику [3]. Вихідними даними послужили перелічені нижче паспортні показники підйомних ремонтних агрегатів та мобільних установок:

- допустиме навантаження на підйомний гак $F_{дон}$. Окремі виробники приписують своїй продукції по два значення $F_{дон}$ – максимальне і робоче, в таких випадках до уваги було прийнято менше з них;

- умовна глибина свердловини $L_{ум}$. Для підйомних агрегатів цей показник характеризує максимальну глибину $L_{макс}$ свердловини, що ремонтується чи обслуговується, для мобільних установок – умовну глибину буріння. Призначення величин цих параметрів виробниками вельми плутане: воно передбачає застосування труб різних типорозмірів, через що доволі складно досягти їх спільномірності. Для багатьох моделей довелося замінити паспортні значення $L_{ум}$ розрахунковими;

- потужність головного привода $P_{ен}$. Для підйомних агрегатів – це потужність двигунів лебідково-щоглового блока або потужність тягового двигуна самохідного шасі, для мобільної установки – потужність усіх двигунів головного привода (з насосними блоками включно), в обидвох випадках йдеться про номінальну потужність в тривалому режимі;

- маса M_y комплексу устаткування в заводській (контрактній) комплектації;

- ціна C_y комплексу устаткування в заводській (контрактній) комплектації постачальника - прейскурантна, початкова балансова або купівельна контрактна, приведена до єдиного індексу цін в часі та до єдиної валюти (у.о). Окремими виробниками встановлюються різні ціни на однакову продукцію, що постачається на експорт та на внутрішній ринок, до розгляду прийнято перші з них.

Лише на обладнання, що виготовляється на пострадянському просторі, встановлено фіксовані ціни, які публікуються у відкритих виданнях, воно ж має чітко окреслену комплектацію. Обладнання інших виробників (із США, Канади, КНР, ФРН) комплектується за специфікацією покупця і ціна на нього є договірною, в таких умовах має місце варіація як технічних показників і комплектності, так і ціни, остання являє собою комерційну таємницю і об'єкт контрактних умов. Через описане виявилось можливим зібрати вихідні дані лише по тих моделях досліджуваного устаткування, які різного часу імпортовано до України. При створенні масиву вихідних даних зустрілися такі ускладнення, як випуск обладнання однакових моделей на різних монтажно-транспортних базах, варіація потужності тягових двигунів, диспер-

сія цін на однакове обладнання різних виробників, довільне призначеннями виробниками значень параметрів $L_{ум}$ і $L_{макс}$, відмінна комплектистність обладнання однакових моделей, придбаних за різними контрактами. З розгляду виключено обладнання, контрактні ціни на яке встановлені виходячи з комплектації, що перевищує технологічно необхідну і містить, наприклад, противикидне обладнання, контрольно-вимірювальні прилади, трубні ключі.

Параметри $F_{дон}$, $L_{ум}$, $L_{макс}$, $P_{ен}$ і M_y досліджуваного устаткування визначають відповідно здатність маніпулювання трубними колонами різної ваги, глибину буріння бурильною колоною умовної приведенної ваги або глибину свердловини, ремонтваної або обслуговуваної з використанням трубних колон певної погонної ваги, продуктивність на виконанні основних технологічних операцій, складність монтажу та транспортування, отже вони визначають функціональні можливості. Таким чином, у вихідних даних до функціонально-вартісного аналізу взято до уваги усі основні властивості обладнання, виключаючи його надійність. Оскільки дослідження проведено для установок серійного виробництва, слід припустити, що конкуренція не допустила наявності серед них таких, надійність яких значно відрізняється від середньої. До того ж показники експлуатаційної надійності в значному ступеню залежать не тільки від властивостей експлуатованого обладнання, але також від умов експлуатації, кваліфікації персоналу, забезпеченості запасними частинами, якості витратних матеріалів тощо.

Сукупність вказаної інформації зібрана для обладнання, виготовленого у восьми країнах світу, разом 38 моделей і модифікацій (з них 8 мобільних установок та 30 агрегатів для ремонту і обслуговування свердловин) з областю варіації класифікаційного параметра призначення $320 \text{ кН} \leq F_{дон} \leq 1470 \text{ кН}$ (табл.1). Деякі виробники на базі однієї моделі виготовляють численні модифікації, які різняться між собою комплектністю та відповідними параметрами. В усіх випадках, коли це виявилось можливим, такі модифікації розглянуто, як окремі різновиди устаткування.

Досліджувана множина моделей обладнання являє собою лише малу частку сучасної номенклатури світового виробництва, її обмеженість зумовлена недоступністю інформації, стосовно цін. Тим не менш, вона містить усі моделі установок і агрегатів, що застосовуються в Україні, нею охоплено продукцію 14 виробників, тому результати її дослідження мають певне практичне значення.

Оскільки методика [3] оперує методами математичної статистики, вже на попередньому етапі проведено перевірку, якою встановлено, що мобільні установки та ремонтні підйомні агрегати не можуть вважатися такими, що належать до однієї генеральної сукупності, через що їх слід розглядати окремо. В доповнення до цього слід зазначити, що параметри $L_{ум}$ для названих

Таблиця 1 — Вихідна і розрахункова інформація до функціонально-вартісного аналізу мобільних бурових установок та агрегатів для ремонту, обслуговування, випробування і освоєння свердловин

| Модель установки, агрегату, країна-виробник | Ціна C_y , у.о. | Паспортні технічні показники ¹⁾ | | | |
|--|-------------------|--|--------------|----------------|------------|
| | | $F_{дон}$, кН | $L_{ум}$, м | P_{zn} , кВт | M_y , кг |
| Мобільні установки для буріння, ремонту і обслуговування свердловин, укомплектовані буровими насосами і циркуляційними системами | | | | | |
| AP-32/40M (Росія) | 119400 | 392 | 2000 | 169 | 28500 |
| A-50MB (Росія) | 349270 | 600 | 1600 | 354 | 45880 |
| A60/80.001-A60/80.112 (Росія) | 220000 | 800 | 2000 | 440 | 37000 |
| Crown Princess 350 (Канада) | 2069700 | 957 | 2000 | 757 | 88100 |
| APB-100 (Росія) | 1050300 | 1000 | 2500 | 540 | 125000 |
| МБУ-125 (Росія) | 958400 | 1226 | 2500 | 330 | 60000 |
| БР 125 ВЗБТ (Росія) | 1366000 | 1250 | 2000 | 772 | 265000 |
| C800 Taylor (Велика Британія) | 3584350 | 1470 | 2500 | 1120 | 272700 |
| Агрегати для ремонту, випробування, освоєння і обслуговування свердловин (без насосних груп і циркуляційних систем) | | | | | |
| Азинмаш-37А (Азербайджан) | 80160 | 320 | 1600 | 176 | 19600 |
| A2-32 (Росія) | 76800 | 320 | 2500 | 165 | 18700 |
| УПА-32 (Росія) | 87000 | 320 | 1600 | 220 | 20000 |
| AP32 (Росія) | 81430 | 400 | 2500 | 165 | 21600 |
| АПРС-40 (Росія) | 60700 | 400 | 2500 | 220 | 21200 |
| АПРС-40М (Росія) | 94460 | 400 | 2000 | 176 | 24000 |
| АПРС-40К (Росія) | 88160 | 400 | 2000 | 220 | 24200 |
| АПРС-40У (Росія) | 104500 | 400 | 2000 | 115 | 23900 |
| АОРС-40/50 (Україна) | 108000 | 400 | 1800 | 177 | 30100 |
| АОРС-40/50 (Україна) | 108000 | 400 | 1800 | 243 | 28910 |
| A-50M (Росія) | 147000 | 600 | 4200 | 177 | 35540 |
| AK-60 (Україна) | 149000 | 600 | 3000 | 165 | 34200 |
| АОРС-60/80 (Україна) | 116000 | 600 | 2700 | 177 | 28910 |
| АОРС-60/80 (Україна) | 116000 | 600 | 2700 | 243 | 30100 |
| УПА-60X (Україна) | 128000 | 600 | 3500 | 220 | 29800 |
| УПА-60А (Росія) | 150660 | 600 | 3000 | 132 | 24000 |
| TW-70 CA-A4 (Румунія) | 1112100 | 700 | 4050 | 221 | 39900 |
| A60/80 (Росія) | 253100 | 800 | 5000 | 220 | 37000 |
| WF-80 (Румунія) | 1512000 | 800 | 6000 | 294 | 45200 |
| АОРС-80/100 (Україна) | 130000 | 800 | 3600 | 243 | 28910 |
| АОРС-80/100 (Україна) | 130000 | 800 | 3600 | 221 | 30100 |
| КОРО-1-80 (Україна) | 380000 | 800 | 4600 | 425 | 109450 |
| Crown Princess 350 (Канада) | 1248300 | 957 | 5000 | 235 | 34500 |
| AD 520 - Ru (ФРН) | 780150 | 1000 | 5500 | 360 | 66000 |
| APB-100 (Росія) | 609760 | 1000 | 8000 | 320 | 50000 |
| Idec 125 (США) | 867900 | 1120 | 5620 | 522 | 42500 |
| WF-125 (Румунія) | 1553300 | 1250 | 7200 | 515 | 68700 |
| IRI 125 (Franks 600) (США) | 1890250 | 1250 | 5500 | 550 | 48400 |
| P125 ВЗБТ (Росія) | 1096000 | 1250 | 6400 | 450 | 137000 |
| C800 Taylor (Велика Британія) | 1884000 | 1470 | 8000 | 522 | 57760 |

Примітка: ¹⁾ - недоступні від виробника значення паспортних технічних показників обчислено за емпіричними рівняннями, які апроксимують кореляційні залежності.

категорій устаткування мають різний фізичний зміст та є неспільномірними.

За числовим значенням параметра $F_{дон}$ уся номенклатура досліджуваного устаткування з таблиці 1 розподіляється на класи із стандартизованими величинами $F_{дон} = 320; 400; 600; 800; 1000; 1250$ та 1470 кН. Параметричний ряд вантажопідійомностей мобільних установок та ремонтних агрегатів має таку ж будову, як і низка

вантажопідійомностей установок для експлуатаційного і глибокого розвідувального буріння, відрізняється від останнього меншим початковим членом та більшою варіацією знаменника геометричної прогресії.

З даних таблиці 1 видно, що устаткування, яке розглядається, належить за класифікаційним параметром до семи різних класів, кількість моделей установок, що належать до одного класу, знаходиться в межах від двох до семи. Вибірки,

Таблиця 2 — Розрахункові дані та результати функціонально-вартісного аналізу мобільних бурових установок та агрегатів для ремонту, обслуговування, випробування і освоєння свердловин

| Модель установки, агрегату, країна-виробник | Розрахункові питомі ціни | | | | K_{me} , кН·м·кВт кг·у.о. | Ранг моделі за K_{me} | |
|--|----------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------|
| | $C_y/F_{дон}$, у.о./кН | $C_y/L_{ум}$, у.о./м | $C_y/P_{ен}$, у.о./кВт | C_y/M_y , у.о./кг | | в усій сукупності | у спец. вибірці |
| Мобільні установки для буріння, ремонту і обслуговування свердловин, укомплектовані буровими насосами і циркуляційними системами | | | | | | | |
| AP-32/40M (Росія) | 305 | 59,7 | 707 | 4,20 | 0,0504 | 0,553 | 0,250 |
| A-50MB (Росія) | 582 | 218 | 987 | 7,61 | 0,0212 | 0,789 | 0,375 |
| A60/80.001-A60/80.112 (Росія) | 275 | 110 | 500 | 5,90 | 0,0865 | 0,237 | 0,125 |
| Crown Princess 350 (Канада) | 2163 | 1035 | 2734 | 23,5 | 0,0079 | 0,947 | 0,750 |
| APB-100 (Росія) | 1050 | 420 | 1945 | 8,40 | 0,0103 | 0,921 | 0,625 |
| МБУ-125 (Росія) | 782 | 383 | 2904 | 16 | 0,0176 | 0,842 | 0,500 |
| БР 125 ВЗБТ (Росія) | 1093 | 683 | 1769 | 5,20 | 0,0053 | 0,974 | 0,875 |
| S800 Taylor (Велика Британія) | 2438 | 1434 | 3200 | 13,1 | 0,0042 | 1,000 | 1,000 |
| Агрегати для ремонту, випробування, освоєння і обслуговування свердловин (без насосних груп і циркуляційних систем) | | | | | | | |
| Азинмаш-37А (Азербайджан) | 251 | 50,1 | 455 | 4,00 | 0,057 | 0,474 | 0,567 |
| A2-32 (Росія) | 246 | 30,7 | 465 | 4,10 | 0,032 | 0,737 | 0,867 |
| УПА-32 (Росія) | 272 | 54,4 | 395 | 4,35 | 0,069 | 0,368 | 0,433 |
| AP32 (Росія) | 204 | 32,6 | 494 | 3,80 | 0,094 | 0,171 | 0,217 |
| АПРС-40 (Росія) | 152 | 24,3 | 276 | 2,90 | 0,171 | 0,053 | 0,067 |
| АПРС-40М (Росія) | 236 | 47,2 | 455 | 3,94 | 0,062 | 0,421 | 0,500 |
| АПРС-40К (Росія) | 220 | 44,1 | 401 | 3,64 | 0,082 | 0,342 | 0,400 |
| АПРС-40У (Росія) | 261 | 52,3 | 909 | 4,37 | 0,037 | 0,711 | 0,833 |
| АОРС-40/50 (Україна) | 270 | 60 | 491 | 3,59 | 0,039 | 0,632 | 0,733 |
| АОРС-40/50 (Україна) | 270 | 60 | 610 | 3,74 | 0,056 | 0,513 | 0,617 |
| A-50M (Росія) | 245 | 35 | 831 | 4,14 | 0,085 | 0,289 | 0,333 |
| AK-60 (Україна) | 248 | 49,7 | 903 | 4,36 | 0,058 | 0,447 | 0,533 |
| АОРС-60/80 (Україна) | 193 | 43 | 655 | 4,01 | 0,086 | 0,263 | 0,300 |
| АОРС-60/80 (Україна) | 193 | 43 | 477 | 3,85 | 0,113 | 0,132 | 0,167 |
| УПА-60X (Україна) | 213 | 36,6 | 582 | 4,30 | 0,121 | 0,105 | 0,133 |
| УПА-60А (Росія) | 251 | 50,2 | 1141 | 6,27 | 0,066 | 0,395 | 0,467 |
| TW-70 CA-A4 (Румунія) | 1589 | 275 | 5032 | 27,9 | 0,014 | 0,894 | 1,000 |
| A60/80 (Росія) | 316 | 50,6 | 1150 | 6,84 | 0,094 | 0,171 | 0,217 |
| WF-80 (Румунія) | 1890 | 252 | 5142 | 33,5 | 0,021 | 0,816 | 0,933 |
| АОРС-80/100 (Україна) | 163 | 36,1 | 535 | 4,50 | 0,187 | 0,026 | 0,033 |
| АОРС-80/100 (Україна) | 163 | 36,1 | 588 | 4,32 | 0,163 | 0,079 | 0,100 |
| КОРО-1-80 (Україна) | 475 | 82,6 | 894,1 | 3,5 | 0,038 | 0,671 | 0,783 |
| Crown Princess 350 (Канада) | 1304 | 256,9 | 5312 | 36,2 | 0,026 | 0,763 | 0,900 |
| AD 520 - Ru (ФРН) | 780 | 141,8 | 2601 | 11,8 | 0,038 | 0,671 | 0,783 |
| APB-100 (Росія) | 610 | 76,2 | 1905 | 12,2 | 0,084 | 0,316 | 0,367 |
| Idecos 125 (США) | 775 | 154 | 1663 | 20,4 | 0,089 | 0,211 | 0,267 |
| WF-125 (Румунія) | 1243 | 216 | 3016 | 22,6 | 0,043 | 0,579 | 0,667 |
| IRI 125 (Franks 600) (США) | 1513 | 344 | 3436 | 39,1 | 0,041 | 0,605 | 0,700 |
| P125 ВЗБТ (Росія) | 877 | 171 | 3629 | 8 | 0,016 | 0,868 | 0,967 |
| S800 Taylor (Велика Британія) | 1282 | 235 | 3610 | 32,6 | 0,056 | 0,513 | 0,617 |

що охоплюють устаткування в межах одного класу, є недостатньо репрезентативними, тому їх замінено вибірками розрахункових питомих цін: $C_y/F_{дон}$, $C_y/L_{ум}$, $C_y/P_{ен}$, C_y/M_y , тобто по кожній моделі обладнання, що фігурує в таблиці 1, обчислено показники питомої ціни за кілоньютон вантажопідйомності, за метр умовної глибини використання, за кіловат встановленої потужності головного привода та за кілограм

маси. Таким чином, утворено чотири двовимірні вибірки, в яких усунено неспільномірність техніко-економічних показників установок, що належать до різних класів. Отже визначення показників питомих цін було необхідним для забезпечення можливості їх сумісного розгляду.

Розраховані чисельні значення питомих цін вміщено в таблиці 2.

Таблиця 3 — Емпіричні залежності питомих цін від основних параметрів мобільних установок і агрегатів для ремонту свердловин

| Вид залежності | Апроксимуючі рівняння для: | |
|--|--|--|
| | мобільних установок | ремонтних агрегатів |
| $C_y/F_{\text{дон}} = f_1(F_{\text{дон}})$ | $C_y/F_{\text{дон}} = 453 + 5,26 \cdot 10^{-7} \cdot F_{\text{дон}}^3$ (1) | $C_y/F_{\text{дон}} = 1,053 \cdot F_{\text{дон}} - 192,5$ (2) |
| $C_y/L_{\text{ум}} = f_2(L_{\text{ум}})$ | $C_y/L_{\text{ум}} = 52,5 \cdot \sqrt{L_{\text{ум}}} - 1877$ (3) | $C_y/L_{\text{макс}} = 3,90 \sqrt{L_{\text{ум}}} - 135,8$ (4) |
| $C_y/P_{\text{зн}} = f_3(P_{\text{зн}})$ | $C_y/P_{\text{зн}} = 1849 - 248480/P_{\text{зн}}$ (5) | $C_y/P_{\text{зн}} = 1859 \cdot \ln(P_{\text{зн}}) - 8633$ (6) |
| $C_y/M_y = f_4(M_y)$ | $C_y/M_y = 13,7 - 186026/M_y$ (7) | $C_y/M_y = 25,2 - 453110/M_y$ (8) |

Методами регресійного аналізу віднайдемо рівняння, якими функціональні залежності виду

$$C_y/F_{\text{дон}} = f_1(F_{\text{дон}}), C_y/L_{\text{ум}} = f_2(L_{\text{ум}}), \\ C_y/P_{\text{зн}} = f_3(P_{\text{зн}}), C_y/M_y = f_4(M_y)$$

описуються з найменшими середньоквадратичними відхиленнями. Поліноміальна апроксимація дає найкраще наближення апроксимуючої залежності до апроксимованих емпіричних даних, але поліноміальні функції мають локальні і/або загальні екстремуми. Тому їх вибір для вказаних цілей рівнозначний апріорному визнанню існування бурових установок з такими чисельними значеннями параметрів $F_{\text{дон}}$, $L_{\text{ум}}$, які наперед забезпечують їм найбільші або найменші значення оцінювальних показників. З викладених причин для цілей апроксимації вибрано монотонні неперервні функції, позбавлені екстремумів в області задання аргументу, їх представлено в таблиці 3, а їх графічні зображення — на рисунках 1-4, вони відображують середньостатистичний рівень питомих цін, віднайдені для досліджуваної номенклатури устаткування.

Основним аспектом практичного використання одержаних результатів є вибір конкретної моделі з відомими технічними показниками і лімітною ціною: вибір серійної моделі для оснащення парку або вибір нової моделі для освоєння виробництва. Доволі імовірною є така ситуація, в якій модель установки — об'єкт вибору характеризується питомою ціною за одним показником значимо нижчою за середньостатистичний рівень, тоді як питомі ціни за іншими показниками суттєво перевищують відповідні середньостатистичні рівні. За наявності встановлених пріоритетів вибір здійснюється за ними, якщо ж усі розглядані показники мають однакову важливість найвідповідніша модель вибирається за максимальною величиною комплексного показника $K_{\text{ме}}$ техніко-економічної ефективності, який обчислюється за виразу:

$$K_{\text{ме}} = (P_{\text{дон}} \cdot L_{\text{ум}} \cdot N_{\text{зн}}) / (C_y \cdot M_y). \quad (9)$$

У чисельнику рівняння (9) міститься добуток параметрів, що є числовими оцінками експлуатаційних властивостей досліджуваного устаткування, ним за інших рівних умов в непрямий спосіб оцінюється очікуваний позитив-

ний ефект від застосування. Добуток параметрів в знаменнику (9) служить непрямому мірою витрат на створення та утримання установки, в цілому показник $K_{\text{ме}}$ являє собою еквівалент інтегрального показника якості промислової продукції [4].

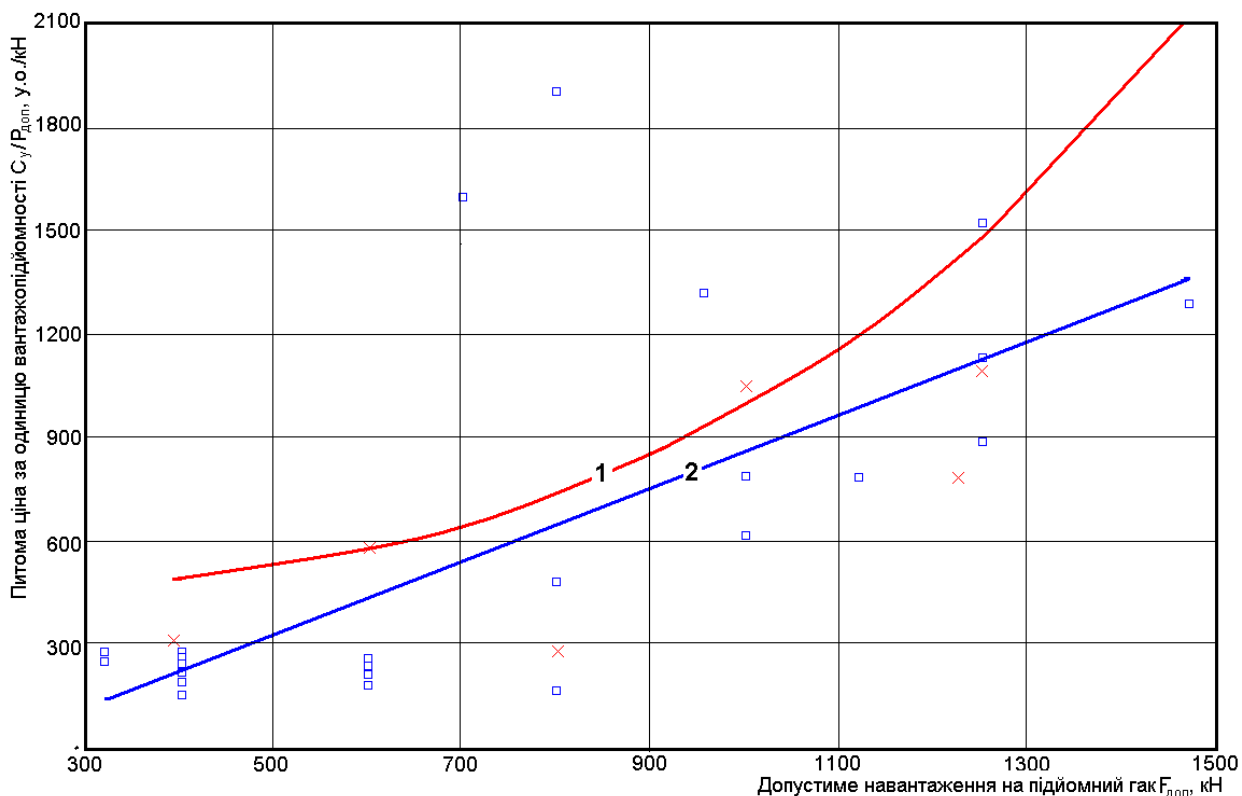
За чисельним значенням показника $K_{\text{ме}}$ розглянуту сукупність моделей устаткування ранжовано. Сутність операції ранжування полягає у впорядкуванні переліку моделей за ознакою зростання $K_{\text{ме}}$, ранжування виконано для повного переліку ($z_{\Sigma} = 38$ позицій) та для двох переліків, до яких включено мобільні установки ($z_{\text{мбу}} = 8$ позицій) і агрегати для ремонту свердловин ($z_{\text{ра}} = 30$ позицій). Таким чином, кожна модель отримала свої порядкові номери N_{Σ} (від 1 до 38) у сукупній множині, та $N_{\text{мбу}}$ або $N_{\text{ра}}$ (від 1 до 8 або від 1 до 30) відповідно до своєї належності до названих вище підмножин.

Ранг кожної моделі у дослідженій множині обчислюється як $R_{\Sigma} = N_{\Sigma} / z_{\Sigma}$, ранг у підмножині — як $R_{\text{мбу}} = N_{\text{мбу}} / z_{\text{мбу}}$ або як $R_{\text{ра}} = N_{\text{ра}} / z_{\text{ра}}$ (табл. 2), він є об'єктивною числовою техніко-економічною характеристикою кожної моделі у досліджуваній сукупності, що менша його величина, то кращим є відношення „ціна — якість” даної моделі.

Описаний прийом надає опрацьованій методиці універсальної застосовності, робить її незалежною від потужності вибірки розглядуваних моделей.

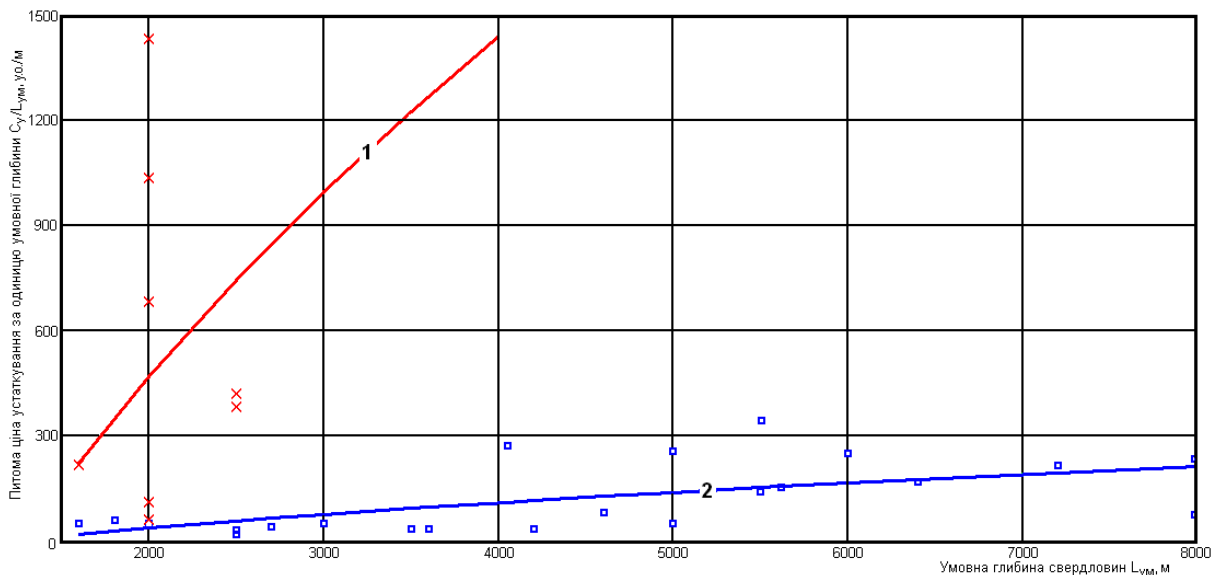
Недоліком опрацьованої методики є те, що ціна довільної установки залежить не виключно від її якостей, але також від обсягу і способу виробництва, рівня його прибутковості, вартості робочої сили, цін на енергоносії, сировину, конструкційні матеріали, розміру чинних ставок оподаткування, тощо, що описаним вище не враховується. Однак, вплив названих і оминутих чинників є протилежним, а конкурентоспроможними на світовому ринку є лише ті установки, що їх виготовлено в найсприятливіших умовах, що дає підстави вважати методику адекватною.

На базі отриманої інформації за потребою може бути проведений поглиблений аналіз тех-



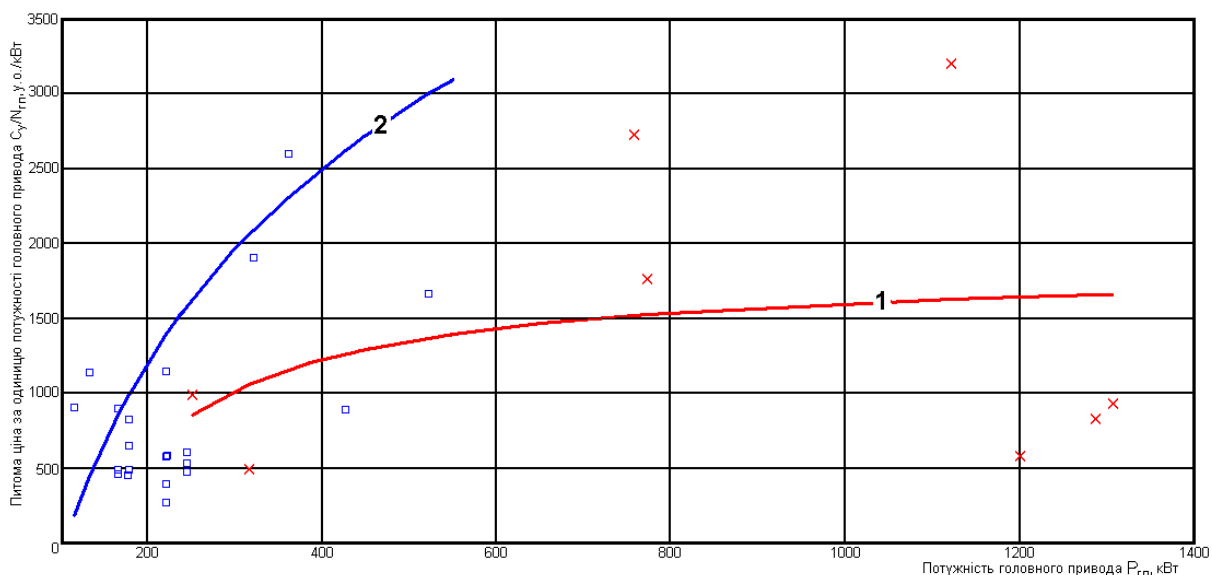
— 1 — графік апроксимуючої функції для мобільних установок;
 — 2 — графік апроксимуючої функції для ремонтних агрегатів;
 × - фактичні дані мобільних установок; □ - фактичні дані ремонтних агрегатів

Рисунок 1 – Залежність питомої ціни $C_y/F_{доп}$ від допустимого навантаження $F_{доп}$ на підйомний гак



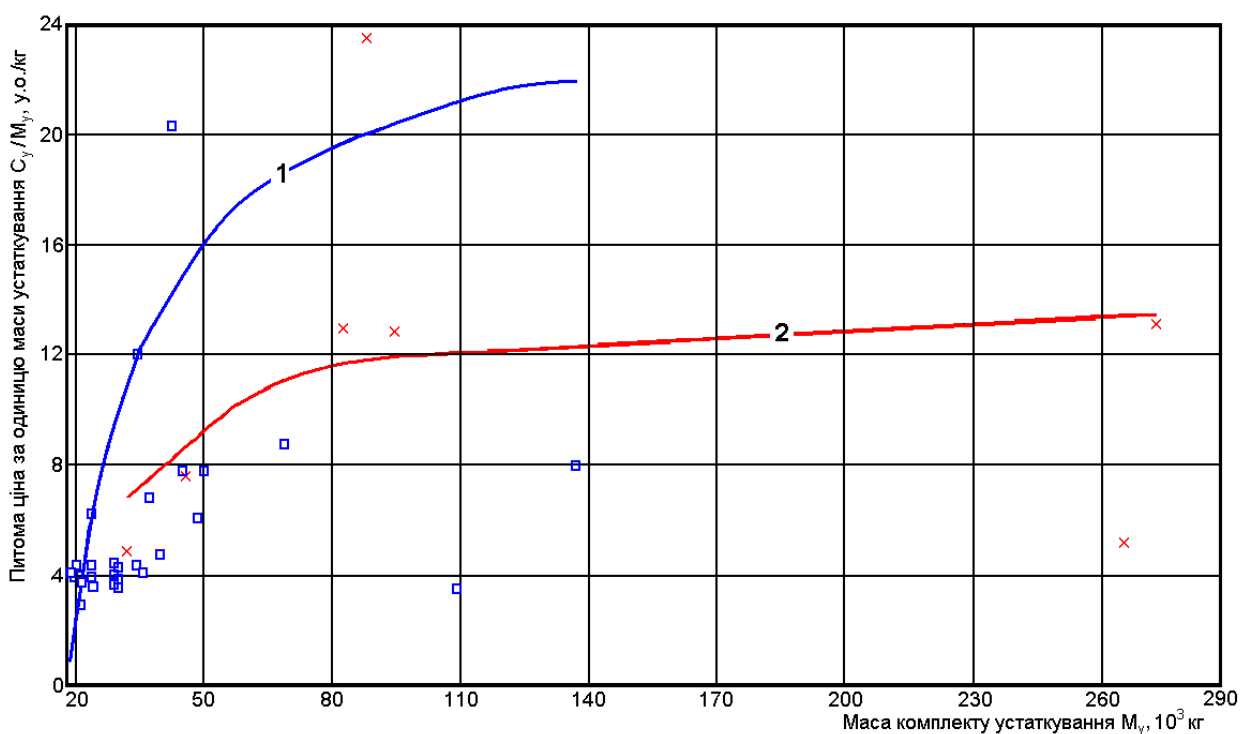
— 1 — графік апроксимуючої функції для мобільних установок;
 — 2 — графік апроксимуючої функції для ремонтних агрегатів;
 × - фактичні дані мобільних установок; □ - фактичні дані ремонтних агрегатів

Рисунок 2 – Залежність питомої ціни $C_y/L_{ум}$ від глибини $L_{ум}$ свердловин



- 1 — графік апроксимуючої функції для мобільних установок;
 — 2 — графік апроксимуючої функції для ремонтних агрегатів;
 × - фактичні дані мобільних установок; □ - фактичні дані ремонтних агрегатів

Рисунок 3 – Залежність питомої ціни $C_y/P_{гн}$ від потужності $P_{гн}$ головного привода



- 1 — графік апроксимуючої функції для мобільних установок;
 — 2 — графік апроксимуючої функції для ремонтних агрегатів;
 × - фактичні дані мобільних установок; □ - фактичні дані ремонтних агрегатів

Рисунок 4 – Залежність питомої ціни C_y/M_y від маси M_y комплексу устаткування

Таблиця 4 — Вибіркові оцінки математичних сподівань питомих цін мобільних установок та ремонтних агрегатів

| Вид устаткування | Вибіркові оцінки математичних сподівань питомих цін | | | |
|----------------------|---|----------------------------|------------------------------|--------------------------|
| | $M[C_y/F_{дон}],$ у.о./кН | $M[C_y/L_{ум}],$ у.о./м | $M[C_y/P_{ен}],$ у.о./кВт | $M[C_y/M_y],$ у.о./кг |
| Мобільні установки | 1086 | 543 | 1443 | 10,5 |
| Агрегати для ремонту | 557 | 101 | 1602 | 11 |

ніко-економічної ефективності технічних засобів, який оперує відносними відхиленнями розрахункових питомих цін кожної з досліджуваних моделей устаткування від їх середньостатистичних значень, віднайдених за рівняннями (1,3,5,7) або (2,4,6,8) [5].

Наближена орієнтовна оцінка техніко-економічної ефективності довірливої моделі устаткування може бути отримана шляхом порівняння числових значень її питомих цін $C_y/F_{дон}$, $C_y/L_{ум}$, $C_y/P_{ен}$, C_y/M_y з вибірковими оцінками відповідних математичних сподівань $M[C_y/F_{дон}]$, $M[C_y/L_{ум}]$, $M[C_y/P_{ен}]$, $M[C_y/M_y]$, отриманими в результаті математичної обробки вихідної інформації (табл. 4).

Ще одним із способів одержання орієнтовної оцінки техніко-економічної ефективності розглядуваного обладнання є обчислення добутків паспортних значень $F_{дон}$, $L_{ум}$, $P_{ен}$, M_y та наведених в таблиці відповідних оцінок математичних сподівань

$$(F_{дон} \cdot M[C_y/F_{дон}]), (L_{ум} \cdot M[C_y/L_{ум}]),$$

$$(P_{ен} \cdot M[C_y/P_{ен}]), (M_y \cdot M[C_y/M_y])$$

і порівняння їх з лімітною або контрактною ціною.

Література

1 Крижанівський Є.І., Міронов Ю.В., Романишин Л.І. Технічне оснащення робіт з ремонту і обслуговування фонду експлуатаційних свердловин в Україні // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2006. – № 3(20). – С. 13-20.

2 Моисеева Н.К. Функционально-стоимостной анализ в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1987. – 320 с.

3 Міронов Ю.В. Функціонально-вартісний аналіз комплектних бурових установок // Нафтова і газова промисловість. – 1999. – № 5. – С. 23-26.

4 Гличев А.В. Экономическая эффективность технических систем. – М.: Экономика, 1971. – 287 с.

5 Міронов Ю.В., Шмидт А.П. Определение технического уровня комплектных буровых установок по комплексу единичных показателей // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 1999. – № 12. – С. 9-11.

VII Міжнародна науково-практична конференція

ВІБРАЦІЇ В ТЕХНІЦІ ТА ТЕХНОЛОГІЯХ

м. Дніпропетровськ
(1 – 5 жовтня 2007 р.)

Оргкомітет конференції

Національний гірничий університет
49005, м. Дніпропетровськ, пр. К.Маркса, 19

Анциферов Олександр Володимирович

Тел.: (0562) 45 99 73, 45 99 99

Тематика конференції:

- Динаміка і синтез вібраційних машин
- Моделювання динамічних процесів
- Динаміка конструкцій, захист від вібрації
- Вібраційні технологічні процеси
- Вимірювання і контролювання віброакустичних параметрів
- Дослідження елементів конструкцій вібраційних машин