

Сертифікація, стандартизація, якість

УДК 622.242

ПАРАМЕТРИ І КОНСТРУКТИВНЕ ВИКОНАННЯ МОБІЛЬНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ БУРІННЯ ТА РЕМОНТУ СВЕРДЛОВИН

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

ІФНТУНГ, 76019, Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42264
e-mail: rector@ifdtung.if.ua

Проведен численний аналіз основних параметрів і рассмотрені предпочтительные варіанти конструктивного виконання мобільних установок для буріння і ремонту скважин, створена інформаційна база для оцінки їх технічного рівня.

A numerical analysis of basic ratings and a survey of design variety of mobile drilling/workover rigs are accomplished, their technic level is established.

Середньорічна проходка в експлуатаційному і глибокому розвідувальному бурінні на одну середньоспискову установку в Україні становить близько 2000 м, цей показник має стабільну тенденцію до зменшення. Причинами такої низької продуктивності, що майже на порядок відстає від світової, є:

- складні гірничо-геологічні умови спорудження свердловин, погана буримість, висока твердість та абразивність гірських порід у розрізі практично по усьому інтервалу буріння від нуля до кінцевої глибини, велика кінцева глибина свердловин – малі механічна і рейсова швидкості;
- низька якість породоруйнівного інструменту (мала проходка на долото, низька його стійкість), великі витрати часу на виконання СПО, неефективний баланс календарного часу в бурінні;
- значні витрати часу на демонтаж, транспортування і монтаж обладнання – низька циклова швидкість;
- слабка технологічна дисципліна, значні непродуктивні витрати часу на ліквідацію аварій та ускладнень.

З наведеного переліку є очевидним, що частина зазначених причин є об'єктивними, інші потребують для свого усунення радикальних змін та (або) великих капіталовкладень. Ситуація з продуктивністю парку бурових установок докорінно зміниться за умови суттєвого поліп-

шення якості породоруйнівного інструменту та одночасної заміни частини парку мобільними установками. Перший з названих чинників підвищить механічну і комерційну, другий збільшить циклову швидкість, поліпшить коефіцієнт оборотності.

Всупереч досить поширеній та безпідставній думці щодо застосування мобільних установок виключно для буріння свердловин малої глибини нині в світі виготовляються установки з умовною глибиною буріння до 5000 м, тож їх використання здатне забезпечити реалізацію більшої частини річної проходки в Україні як в експлуатаційному, так і в пошуково-розвідувальному бурінні, їх частка в загальній чисельності парку може сягати 75%.

Потребу держави в мобільних установках слід задовольнити шляхом організації їх власного виробництва, для чого можна використовувати наявні незавантажені виробничі потужності у вітчизняному машинобудуванні. За умови достатньої конкурентоспроможності частини такої продукції, вироблена понад власну потребу, може постачатися на експорт, принаймні в країні близького зарубіжжя.

Освоєнню серійного виробництва мобільних установок в Україні передують їх проектування. Автори поставили собі завдання з'ясування параметрів і конструктивних рішень, які забезпечать конкурентоспроможність майбутніх вітчизняних установок. Найефективнішим

Таблиця 1 – Математична модель технічного рівня мобільних установок

Одиничний показник, одиниці його виміру	Апроксимуюче рівняння середньостатистичного технічного рівня	Апроксимуюче рівняння сучасного світового технічного рівня
Вантажопідйомність, кН	$P_{\text{з доп}} = 0,498 \cdot L_{\text{ум}} + 116$	$P_{\text{з доп}} = 0,659 \cdot L_{\text{ум}} + 331$
Потужність привода підйомного комплексу, кВт	$N_{\text{бл}} = 0,406 \cdot P_{\text{доп}} - 42,6$	$N_{\text{бл}} = P_{\text{доп}} \cdot (0,508 - 1,768 \cdot 10^{-12} P_{\text{доп}}^3)$
Потужність привода підйомного комплексу, кВт	$N_{\text{бл}} = L_{\text{ум}} \cdot (0,184 + 4,388 \cdot 10^{-9} L_{\text{ум}}^2)$	$N_{\text{бл}} = L_{\text{ум}} \cdot (0,240 + 2,683 \cdot 10^{-9} L_{\text{ум}}^2)$
Маса установки, кг	$M = P_{\text{доп}} \cdot (38,483 + 3,183 \cdot 10^{-10} P_{\text{доп}}^3)$	$M = P_{\text{доп}} \cdot (30,331 + 2,992 \cdot 10^{-3} P_{\text{доп}})$
Маса установки, кг	$M = L_{\text{ум}} \cdot (22,069 + 6,430 \cdot 10^{-11} L_{\text{ум}}^3)$	$M = 17,8 \cdot L_{\text{ум}} + 5263$
Умовна глибина буріння, м	$L_{\text{ум}} = 2,01 \cdot P_{\text{з доп}} - 233$	$L_{\text{ум}} = 1,52 \cdot P_{\text{з доп}} - 502$

шляхом розв'язку цієї проблеми визнано аналіз багаторічного світового досвіду проектування, виготовлення та експлуатації мобільних установок в умовах їх постійного вдосконалення.

Інформаційною базою для дослідження параметрів і конструкцій послужила технічна документація на 120 моделей і модифікацій мобільних установок для буріння і ремонту свердловин, серійно виготовлюваних двома російськими, однією румунською машинобудівними і дев'ятьма американськими компаніями [1], які включено до складу групи аналогів. Сформована таким чином група аналогів, до якої не потрапила лише продукція дрібних європейських виробників, адекватно репрезентує сучасну світову номенклатуру досліджуваного обладнання. Одночасно розглянуто нормативні вимоги до нього, встановлені румунським стандартом STAS 6234-87 [2] – єдиним чинним регламентуючим документом. Розглянуто сукупність класифіковано за чисельним значенням головного параметра призначення – допустимого навантаження на підйомний гак $P_{\text{г доп}}$ на шість класів з межами: $P_{\text{г доп}} \leq 600, \leq 900, \leq 1250, \leq 1600, \leq 1800$ і > 1800 кН. Автори свідомо відмовилися від вивчення установок з допустимим навантаженням на гак $P_{\text{г доп}} < 500$ кН, оскільки втілені в них конструктивні і компоновальні рішення не можуть бути перенесені в установки більшої вантажопідйомності, потрібні в Україні, методом масштабування.

Усі названі вище виробники (виключення становить лише УЗВМ) пропонують на ринок тільки лебідкові блоки – підйомний комплекс зі щоглою і приводом, залишаючи на розсуд споживача вибір комплектуючих насосних блоків та циркуляційної системи, тому проведене дослідження стосується виключно названого комплексу. З метою найповнішого задоволення запитів споживачів та збільшення конкурентоспроможності своєї продукції усі виробники (крім російських) пропонують декілька модифікацій кожної базової моделі. Модифікації різняться між собою конструктивною висотою і допустимим навантаженням на наголовник щогли (до

3 варіантів), кратністю оснастки талевої системи (до 3 варіантів), потужністю головного привода і моделями комплектуючих двигунів (до 4 варіантів), типом монтажно-транспортної бази (до 4 варіантів). Кожна з описаних модифікацій при чисельному аналізі розглядалася як окрема модель установки з притаманними їй паспортними значеннями параметрів.

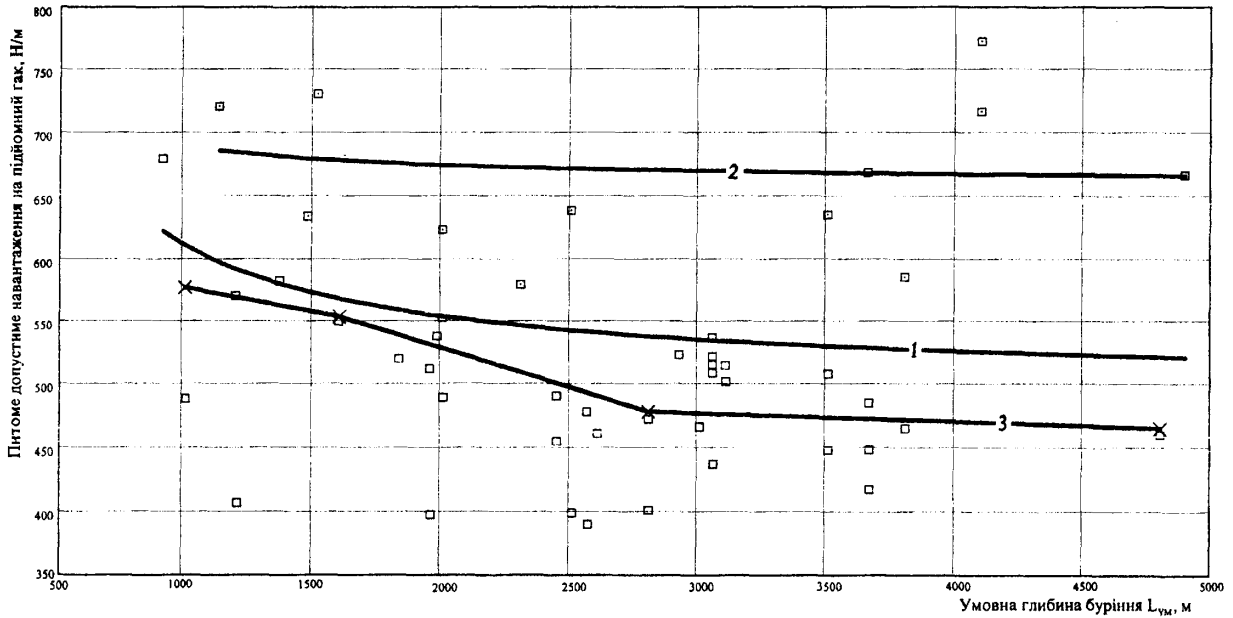
Для оцінки технічного рівня прийнято такий комплекс показників:

- допустиме навантаження на підйомний гак $P_{\text{г доп}}$, кН;
- умовна глибина $L_{\text{ум}}$ буріння трубами $\varnothing 114$ мм, м;
- потужність головного привода лебідкового блока $N_{\text{бл}}$, кВт;
- маса установки в комплектації виробника M , кг.

Таким чином, технічний рівень кожної серійної моделі оцінюється за параметрами призначення, енергоозброєності та матеріаломісткості, що робить саму оцінку достатньо повною. Спільномірності названих параметрів для установок різних класів досягнуто шляхом їх віднесення до одиниці параметрів призначення, виходячи з чого для подальшого аналізу обчислено питомі показники $P_{\text{г доп}}/L_{\text{ум}}, N_{\text{бл}}/L_{\text{ум}}, M/L_{\text{ум}}, N_{\text{бл}}/P_{\text{г доп}}, M/P_{\text{г доп}}$. Отриману описаним способом вихідну інформацію піддано математичній обробці – регресійному аналізу за методикою, викладеною в [3].

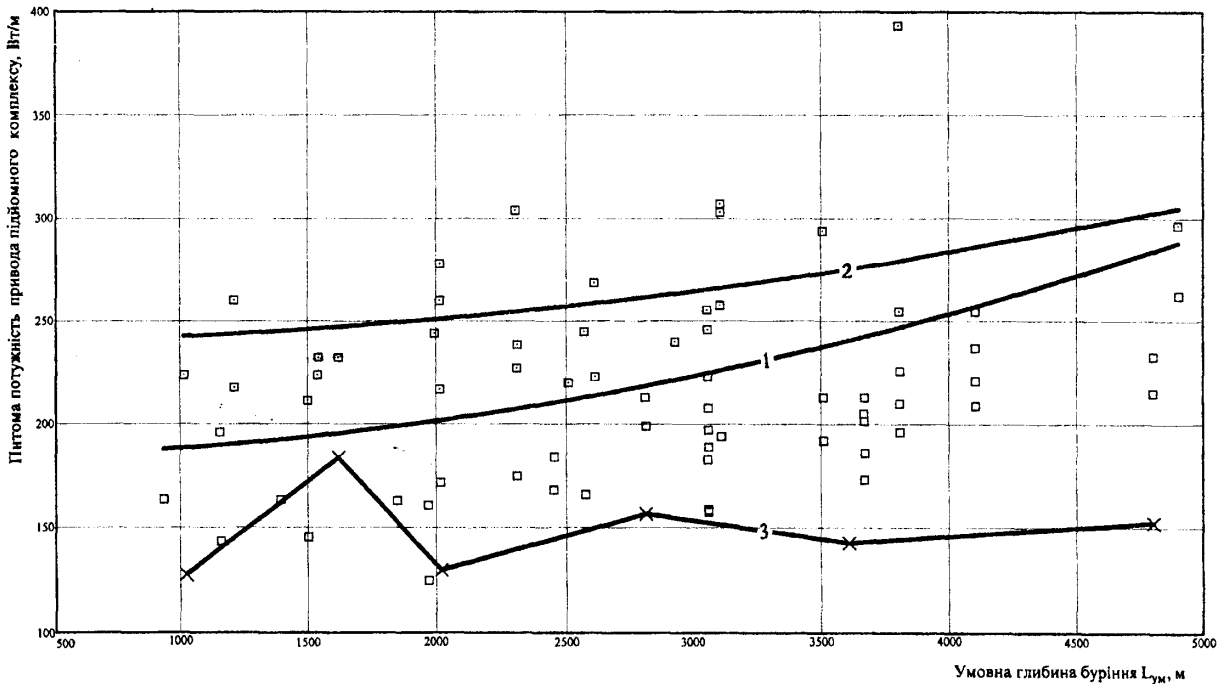
Результатом обробки є комплекс вміщених в таблицю 1 емпіричних рівнянь – математична модель, що відображує середньостатистичний (непарна нумерація) та сучасний світовий (парна нумерація) технічні рівні мобільних установок для буріння і ремонту свердловин.

Графічне зображення віднайдених залежностей наведено на рис. 1-5, там же представлено нормативні вимоги стандарту [1] (рис.1-3). З ілюстрацій стає очевидною значна дисперсія паспортних показників установок навіть одного виробника, що вказує на відсутність єдиного підходу в проектуванні мобільних установок та чітких рекомендацій з визначення їх параметрів,



- — фактичні дані сукупності моделей досліджених установок;
- — фактичні дані установок з вантажопідйомністю, що значує перевищує середньостатистичний рівень;
- 3, x — нормативні вимоги, встановлені румунським стандартом STAS 6234-87
- 1 - графік апроксимуючої функції середньостатистичного рівня;
- 2 - графік апроксимуючої функції сучасного світового технічного рівня;

Рисунок 1 – Залежність питомої вантажопідйомності мобільних установок для буріння і ремонту свердловин від умовної глибини буріння



- - фактичні дані по сукупності моделей досліджених установок;
- - фактичні дані моделей установок з потужністю підйомного комплексу, що значує перевищує середньостатистичний рівень;
- 3, x - нормативні вимоги встановлені румунським стандартом STAS 6234-87;
- 1 - графік апроксимуючої функції середньостатистичного рівня;
- 2 - графік апроксимуючої функції сучасного світового технічного рівня

Рисунок 2 – Залежність питомої потужності привода підйомного комплексу мобільних установок для буріння і ремонту свердловин від умовної глибини буріння

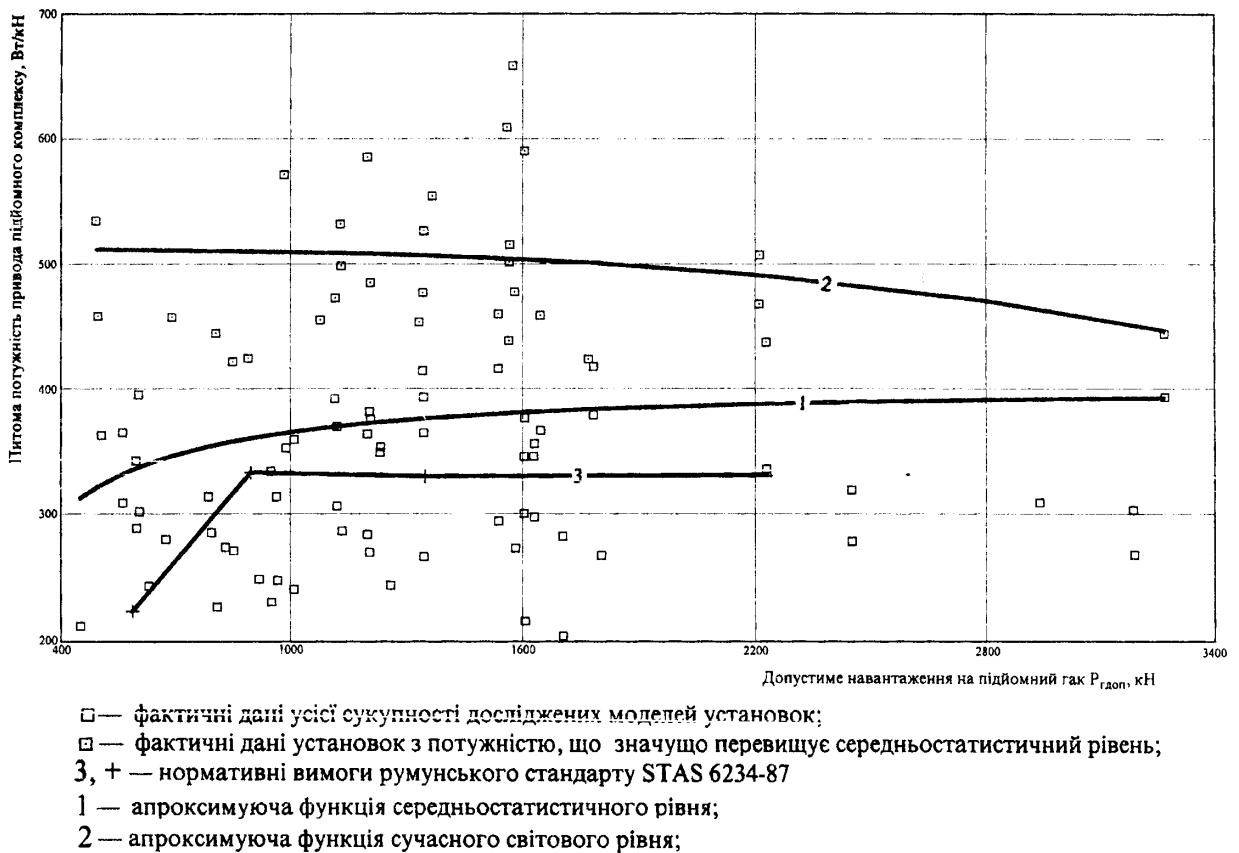


Рисунок 3 – Залежність питомої потужності привода підйомного комплексу мобільних установок для буріння і ремонту свердловин від допустимого навантаження на підйомний гак

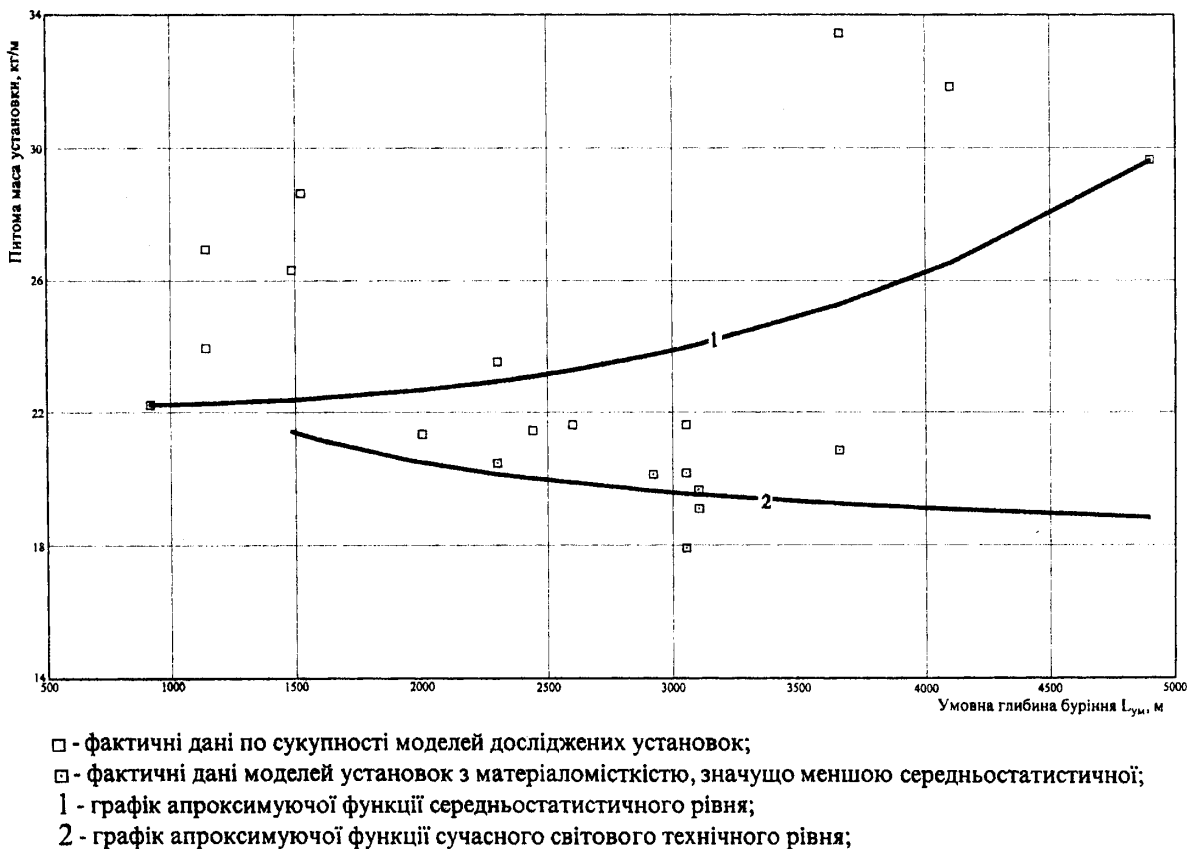
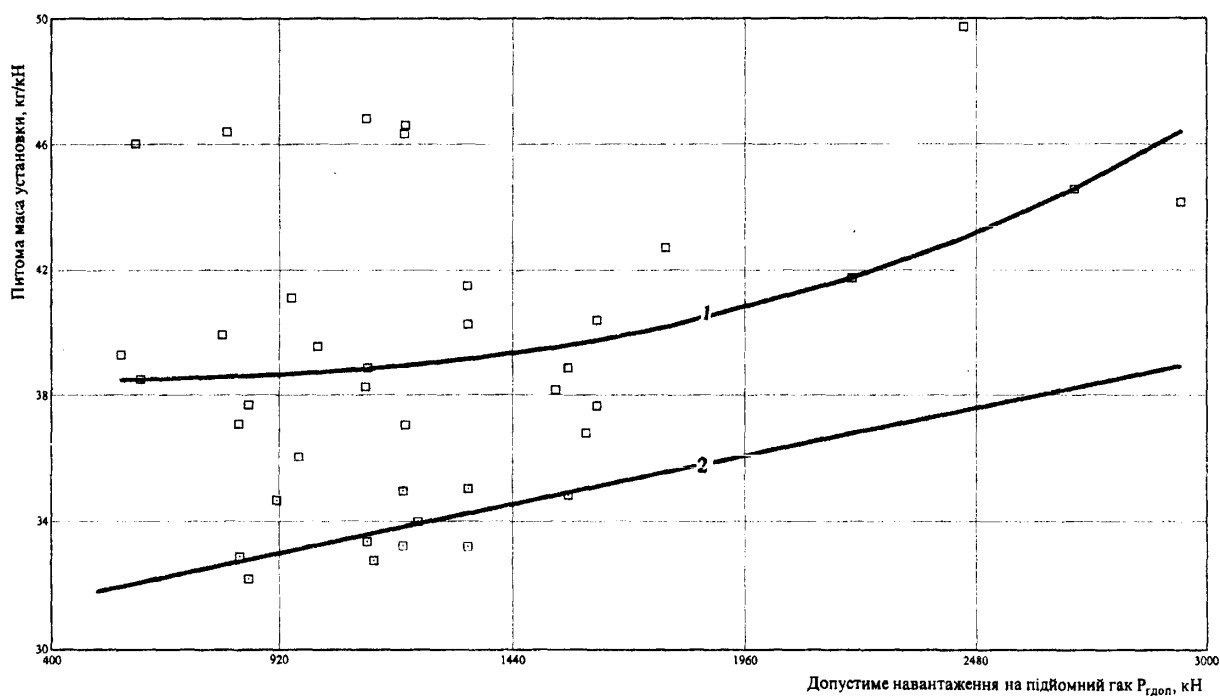


Рисунок 4 – Залежність питомої матеріаломісткості мобільних установок для буріння і ремонту свердловин від умовної глибини буріння



- - фактичні дані по сукупності моделей досліджених установок;
- - фактичні дані моделей установок з матеріаломісткістю, значущо меншою середньостатистичної;
- 1 - графік апроксимуючої функції середньостатистичного рівня;
- 2 - графік апроксимуючої функції сучасного світового технічного рівня

Рисунок 5 – Залежність питомої матеріаломісткості мобільних установок для буріння і ремонту свердловин від допустимого навантаження на гак

тим самим підтверджується актуальність проведеного дослідження.

Одержані результати мають практичну цінність: вони дають змогу розробнику оцінити реальність технічних завдань на проектування, прогресивність розроблених проектів, виробнику – конкурентоспроможність його продукції, експлуатаційнику – ефективність придбання і подальшого використання серійної мобільної установки довільної моделі. Додатковим висновком з виконаної роботи є встановлена недоцільність застосування нормативів стандарту [2] в проектуванні нових установок та неможливість використання серійних установок, що нині виготовляються в Росії як прототипів.

Проведене дослідження не можна вважати цілком завершеним, оскільки ще не вирішена проблеми вартості установок. На жаль, вихідні дані для аналізу вартості доступні лише для продукції країн СНД [4], інші виробники розглядають їх, як об'єкт комерційної таємниці. Тому провести повний функціонально-вартісний аналіз мобільних установок виявилось неможливим, хоча авторам вдалось встановити деякі орієнтовні питомі цінові показники:

- за кілоньютон допустимого навантаження на підйомний гак ~ 400 US \$;
- за метр умовної глибини буріння ~ 160 US \$;
- за кіловат потужності головного привода ~ 970 US \$;
- за кілограм маси ~ 6 US \$.

Наведені орієнтири характеризують лише продукцію країн СНД, на світовому ринку слід очікувати їх збільшення на 50-100%.

Стосовно конструктивного виконання мобільних установок для буріння і ремонту свердловин можна рекомендувати рішення, які є найпоширенішими в світовій номенклатурі, що дає підстави вважати їх нині найефективнішими:

- монтажно-транспортна база – трейлер-напівпричіп з числом осей, що визначається масою змонтованого обладнання та класом проектованої установки та інвентарним тягачем;
- бурова щогла – розчалена безякірними задніми та анкерними передніми канатними розтяжками, телескопічна, дво- або трисекційна з передньою відкритою гранню і жорсткими ґратами, конструктивними елементами квадратного порожнистого перерізу, оснащена балконом верхнього працівника та люстрою для підвішування насосних штанг, з гідравлічними механізмами підйому-опускання і розсування-зсування;
- головний привод підйомного комплексу - автономний дизельгідравлічний, від одного або двох силових агрегатів, оснащених гідромеханічними передачами з п'яти- або шестиступеневими зубчастими коробками змінних передач, навішуваними на кожух маховика двигунів, з ланцюговими підсумовуючими передачами (при двомоторному приводі). Двигуни привода оснащуються електронними системами безперервного моніторингу і контролю режимів

роботи. Привод ротора в установках легких класів – механічний через бурову лебідку, у важчих установках – гідрооб'ємний;

- бурова лебідка – одновальна однобарабанна з рифленими накладками на барабан, водоохолоджуваним стрічково-колодковим (в перспективі – дисковим) гальмом, приводом малогабаритного високошвидкісного допоміжного гідродинамічного гальма через ланцюгову передачу-мультиплікатор і роз'єднувальну оперативну муфту;

- підроторна основа – суміщена з основою підсвічників, коробчастого типу, зі спеціальними опорними елементами під передні ноги щогли. Висота вільного простору під підроторними балками – не менше 5,5 м.

- елементами обов'язкової комплектації установки є технічні засоби механізації трудовітких робіт, згвинчування-розгвинчування нарізних з'єднань трубних колон.

Література

1. Каталоги продукції та рекламні проспекти компаній Cabot Corporation (Machinery Division), Cardwell, Cooper Manufacturing Corporation, Crown Industries Inc., Deutag-Drilling, Franks, The George E. Failing Co., HRI, Ideco Dresser Industries, International Petroleum Services Inc., IRI International Corporation, Kremco, LTV Energy Products, Skytop Brewster, Upet S.A., ВЗБТ, Кунгурського машинобудівного заводу, УЗВМ.
2. STAS 6234-87.Utilaj petrolier. Instalatii de foraj rotativ. Parametri principali. Standard de stat. Romania.
3. 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.
4. Нефтегазовое оборудование / Бюллетень цен. – М.: НПП "Слант", 2001. – №12.

УДК 6-6.063:622.323

ТРЕНАЖЕР “DRILLSIM-5000” – ВИКЛАДАЧ І ЕКЗАМЕНАТОР

О. М. Карпаш, М. Р. Козулькевич, Л. С. Вразжук, А. Й. Марчук

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42430

e-mail: karpash@ifdtung.if.ua

В статье сделан анализ проведенных работ в ИФНТУНГ по организации учебного центра и обеспечения его современным тренажером.

Article deals with analysis of performed work in Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas concerning the problems of organization of training center and it's equipment with modern simulator.

Якість виконання будь-якої роботи забезпечується в першу чергу кваліфікацією фахівця, який виконує цю роботу. Тому роботодавець, приймаючи фахівця на роботу, цікавиться його кваліфікацією. Аналогічно, беручи участь в тендерах на виконання робіт за кордоном, українські підприємства повинні засвідчити рівень кваліфікації своїх фахівців.

Підвищення кваліфікації персоналу можливе за рахунок навчання, атестації (перевірки знань та навичок) незалежними екзаменаторами (аудиторами). В розвинених країнах світу це питання вирішується шляхом сертифікації. При сертифікації фахівців перевіряється відповідність знань та навичок вимогам відповідних нормативних документів і (або) умовам договору (контракту), а також проводиться навчання, атестація та періодичний інспекційний нагляд за діяльністю сертифікованих фахівців.

Документом, який засвідчує кваліфікацію фахівця на відповідність вимогам певного стандарту чи нормативного документу, є сертифікат відповідності.

На сьогоднішній день фахівці нафтогазової галузі в Україні такий документ не можуть отримати через те, що в галузі не створена сис-

тема сертифікації фахівців. Фахівці, перш за все бурильники, за міжнародними нормами не можуть працювати за кордоном без сертифікатів, а саме, сертифікатів Міжнародного форуму управління свердловиною (IWCF). В Систему сертифікації УкрСЕПРО не входять структури, що займаються сертифікацією фахівців (фізичних осіб). Тому при ІФНТУНГ в 2001-2002 рр. створений Орган з добровільної сертифікації персоналу нафтогазової галузі (ОСП) і зареєстрований в Держстандарті України як орган з добровільної сертифікації поза державною системою сертифікації УкрСЕПРО (реєстраційний №ОДС-2) [1].

В НАК “Нафтогаз України” зайнято понад 1700 спеціалістів з буріння нафтових і газових свердловин, яким згідно з міжнародними нормами необхідно проходити сертифікацію через кожних два роки, на що необхідно витратити близько 4 млн. доларів США при підготовці спеціалістів в закордонних центрах.

Створення системи сертифікації персоналу та організацій-членів з наступною їх акредитацією в загальноновизнаних міжнародних центрах призведе до об'єктивного підвищення кваліфікації фахівців та значно здешевить підготовку і