

## КВАЛІМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ ПІДЙОМНИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ РЕМОНТУ І ОБСЛУГОВУВАННЯ СВЕРДЛОВИН

Ю.В. Міронов, І.І. Авраменко

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська 15, тел./факс (03422) 42353,  
e-mail: public@pung.edu.ua

Метою дослідження є оцінка технічного рівня підйомних агрегатів для ремонту, обслуговування, освоєння та випробування нафтових і газових свердловин за якомога ширшою номенклатурою їх моделей. Для цього зібрано та впорядковано паспортні показники підйомних агрегатів 199 моделей, за ними обчислено питомі одиничні показники для кваліметричного аналізу: вантажопідйомність, енергоозброєність, матеріаломісткість. Застосовано регресійний аналіз, за результатами якого отримано емпіричні рівняння, що описують середньостатистичний технічний рівень за кожним дослідженим показником. Обчислено рейтинг кожної моделі за кожним одиничним та загальним приведеним показником, виявлено моделі найвищого технічного рівня та виробників, чия продукція характеризується вищим технічним рівнем. Результати пропонуються застосовувати в проектуванні та освоєнні виробництва нового та придбанні серійного устаткування.

Ключові слова: кваліметрія, підйомні агрегати для ремонту свердловин, технічний рівень

Целью исследования является оценка технического уровня подъемных агрегатов для ремонта, обслуживания, освоения и испытания нефтяных и газовых скважин по максимально широкой номенклатуре их моделей. Для этого собраны и систематизированы паспортные технические показатели агрегатов 199 моделей, по ним рассчитаны удельные единичные показатели для кваліметричного анализа: грузоподъемность, энерговооруженность, материалоемкость. Методами регрессионного анализа найдены эмпирические уравнения, которыми описывается среднестатистический технический уровень рассмотренной совокупности агрегатов по каждому исследованному показателю. Найдены рейтинги каждой модели агрегатов по всем единичным и общему приведенному показателям. Выявлены модели агрегатов с наивысшим техническим уровнем и производители, продукция которых характеризуется высшим техническим уровнем. Полученные результаты предлагается применять в проектировании и освоении производства новых и приобретенных серийных агрегатов

Ключевые слова: кваліметрия, подъемные агрегаты для ремонта скважин, технический уровень

The object of the investigation is the workover rigs technical level evaluation. The ratings of 199 workover rig models were collected and systematized. The specific indices of hook load, of installed power and of mass, ascribed to destination ratings unities were calculated. The fitted equations describing average statistical technical level were obtained for every indices by regression procedure. The workover rigs describable by highest technical level and their manufacturers were found. The obtained results are useful and applicable in quality metering, engineering and standardization.

Key words: quality metering, workover rigs, technical level

Чисельність нині наявного в Україні фонду експлуатаційних свердловин перевищує 6000 і щорічно зростає. Переважаюча більшість нафтових свердловин експлуатується механізованими способами; їх низька продуктивність зумовлена як гірничо-геологічними умовами, так і частими тривалими простоями в ремонті та/або його очікуванні через незадовільну надійність свердловинного устаткування. За незмінної чисельності фонду експлуатаційних свердловин можна збільшити обсяги нафтогазовидобутку шляхом радикального скорочення цих простоїв; необхідною умовою для цього є застосування високопродуктивних сучасних технічних засобів.

Для підтримання свердловин у справному стані підприємствам НАК «Нафтогаз України» доводиться утримувати парк ремонтних підйомних агрегатів чисельністю біля 200 одиниць із відповідними капітальними та експлуатаційними витратами. Наявний парк характеризується не виправданою строкатістю складу, тривалими перебуванням в експлуатації, значним вичерпанням ресурсу та повільними темпами онов-

лення, яке проводиться без чіткої технічної політики.

Нині в світі технічні засоби для ремонту, обслуговування, освоєння та випробування нафтових і газових свердловин виготовляють в Азербайджані, Білорусі, Великобританії, Казахстані, Канаді, Китаї, Німеччині, Росії, Румунії, США, Україні та інших країнах. Розмаїття конструкцій, комплектації, моделей, класів і параметрів є вельми широким. Виготовлена в Україні (машинобудівними підприємствами в Харкові, Сумах, Стрию) техніка такого призначення не знайшла визнання на внутрішньому ринку, її частка в загальній чисельності парку не перевищує 30%. Світовий ринок пропонує потенційному споживачеві надзвичайно широкий вибір моделей технічних засобів із різними монтажно-транспортними базами та технічними показниками. Це ставить перед технічною адміністрацією нафтогазовидобувних підприємств, з одного боку, та проектно-конструкторських установ і машинобудівних підприємств, з іншого боку, складну задачу раціонального вибору техніки на заміну тій, що вилучається з

Таблиця 1 – Розподіл досліджуваної сукупності агрегатів на класи за параметром вантажопідйомності

Клас агрегату	1	2	3	4	5	6
Допустиме навантаження на гак $P_{дон}$ , кН	$\leq 400$	401...600	601...800	801...1000	1001...1250	$>1250$
Відносна чисельність моделей в класі, %	20,1	26,6	18,6	13,2	10,5	11,0

експлуатації. Її успішний розв'язок можливий лише за наявності актуальної, вірогідної та і місткої інформаційної бази.

Метою дослідження є оцінка середньостатистичного технічного рівня підйомних агрегатів для ремонту свердловин на достатньо репрезентативній їх сукупності, яка відображує сучасне світове виробництво. Для проведення дослідження та досягнення поставленої мети використано методику [1] і опрацьований комплекс розглядуваних показників:

- допустиме навантаження  $P_{дон}$  на підйомний гак агрегату, кН;

- максимальна глибина  $L_{макс}$  свердловини, що ремонтується (обслуговується) агрегатом із застосуванням НКТ діаметром 73 мм, м;

- встановлена потужність  $N_{пр}$  тягового двигуна або автономної силової установки на приводі лебідки підйомного агрегату, кВт;

- маса  $M$  комплексу агрегату в заводській (контрактній) комплектації, кг. Інформація щодо маси агрегатів є досить обмеженою: лише в деяких випадках виробник повідомляє її величину, у більшості інших оминає або підміняє її вантажопідйомністю монтажно-транспортної бази.

Аналогічний комплекс застосовано в [2], але там розглянуто вужчу сукупність моделей агрегатів, до того ж разом із мобільними установками для буріння, ремонту і обслуговування свердловин.

Для проведення рейтингового і кваліметричного аналізу досліджуваного устаткування застосовано методи математичної статистики, в тому числі апарат регресійного аналізу.

Вихідна інформація представлена паспортними характеристиками 199 серійних моделей агрегатів для ремонту і обслуговування свердловин, які виготовляються 49 машинобудівними компаніями в 11 країнах світу. Хоча частина компаній-виробників нині не існує (трансформовані, корпоративізовані, перейменовані, поглинуті, ліквідовані), продукція за їх проектно-конструкторською документацією продовжує виготовлюватися та перебуває в експлуатації. При збиранні вихідної інформації виявлено стабільність номенклатури світового виробництва: моделі, що фігурують в каталогах тридцятирічної давності, донині перебувають в серійному виробництві.

На етапі впорядкування складену вибірку диференційовано за ознакою допустимого навантаження на підйомний гак на 5 класів (табл. 1).

Області варіації параметрів призначення розглядуваного обладнання обмежено наступними умовами: допустиме навантаження на гак  $300 \leq P_{дон} \leq 1330$  кН; максимальна глибина ремонтваних (обслуговуваних) свердловин  $1000 \leq L_{макс} \leq 7000$  м.

Деякі виробники на базі однієї моделі виготовляють численні модифікації, які різняться між собою комплектністю та відповідними параметрами. В усіх випадках, коли це виявилось можливим та доцільним, такі модифікації розглянуто, як окремі різновиди устаткування.

Вибірки, що охоплюють агрегати в межах одного класу, є недостатньо репрезентативними, тому вихідну інформацію було трансформовано у комплекс одиничних показників технічного рівня, до якого увійшли:

- питома вантажопідйомність  $P_{дон}/L_{макс}$  (на одиницю максимальної глибини свердловини), кН/м;

- питома енергоозброєність  $N_{пр}/P_{дон}$  (потужність привода лебідки на одиницю допустимого навантаження на гак, кВт/кН);

- питома енергоозброєність  $N_{пр}/L_{макс}$  (потужність привода лебідки на одиницю максимальної глибини свердловини, кВт/м);

- питома матеріаломісткість  $M/P_{дон}$  (маса комплексу агрегату на одиницю допустимого навантаження на гак, кг/кН);

- питома матеріаломісткість  $M/L_{макс}$  (маса комплексу агрегату на одиницю максимальної глибини свердловини, кг/м).

В такий спосіб розв'язано одразу декілька проблем: створено можливість розгляду параметрів усієї сукупності розглядуваних моделей як єдиної вибірки; забезпечено достатньо високу точність емпіричних оцінок моментів розподілу показників технічного рівня; усунуто необхідність брати до уваги число моделей в кожному класі та поширеність кожної моделі у світовому парку.

Для агрегатів кожної моделі розглянуто сукупність паспортних показників:  $P_{дон}$ ,  $L_{макс}$ ,  $N_{пр}$ ,  $M$  та їх розрахункові питомі відповідники  $P_{дон}/L_{макс} = f_1(L_{макс})$ ,  $N_{пр}/P_{дон} = f_2(P_{дон})$ ,  $N_{пр}/L_{макс} = f_3(L_{макс})$ ,  $M/L_{макс} = f_4(L_{макс})$ ,  $M/P_{дон} = f_5(P_{дон})$ . Вказані вище питомі показники розглядаються як реалізації випадкових функцій параметрів призначення  $P_{дон}$  та  $L_{макс}$  (табл. 2).

Таблиця 2 – Вихідні та розрахункові дані для кваліметричного аналізу агрегатів для ремонту і обслуговування свердловин

Модель агрегату	Паспортні технічні показники				Розрахункові показники				
	$P_{дон}$ , кН	$L_{макс}$ , м	$N_{пр}$ , кВт	$M$ , кг	$P_{дон}/L_{ум}$ , Н/м	$N_{пр}/P_{дон}$ , Вт/кН	$N_{пр}/L_{ум}$ , Вт/м	$M/P_{дон}$ , кг/кН	$M/L_{ум}$ , кг/м
Агрегати з $P_{дон} \leq 400$ кН									
1 XJ20	200	1600	—	—	125	—	—	—	—
2 THS5160TXJ	300	2000	—	—	150	—	—	—	—
3 XJ60	300	2600	188	23100	115	627	72	77,00	8,88
4 IC 5 Te	280	2200	158	19500	127	564	72	69,64	8,86
5 XJ150	300	2600	—	22100	115	—	—	73,67	8,50
6 XJ45	300	2000	—	—	150	—	—	—	—
7 WGG5240TXJ	300	2500	196	25400	120	653	78	84,67	10,16
8 A2-32K	320	2500	165	20000	128	516	66	62,50	8,00
9 A2-32	320	2500	176	20000	128	550	70	62,50	8,00
11 АПРС-32	320	2000	176	20000	160	550	88	62,50	10,00
12 A4-32	320	2500	243	20600	128	759	97	64,38	8,24
13 АзИнМаш-37А	320	2900	165	20400	110	516	57	63,75	7,03
14 УПА-32	320	1600	220	20000	200	688	138	62,50	12,50
15 УПГА-32	320	2000	176	20600	160	550	88	64,38	10,30
16 УРГ-32	320	1600	191	20900	200	597	119	65,31	13,06
17 УПТ-32	320	2000	103	22600	160	322	52	70,63	11,30
18 УПР-32Т	320	2500	191	20700	128	597	76	64,69	8,28
19 TW-40-CA-A4	400	1700	239	26100	235	598	141	65,25	15,35
20 JHX5280TXJ	400	3200	—	28200	125	—	—	70,50	8,81
21 A5-40M	400	3000	169	20800	133	423	56	52,00	6,93
22 АОРС-40	400	2500	166	30100	160	415	66	75,25	12,04
23 АПРС-40К	400	2500	191	19000	160	478	76	47,50	7,60
24 АПРС-40	400	2500	220	21200	160	550	88	53,00	8,48
25 ПТП-40	400	1000	132	26000	400	330	132	65,00	26,00
26 УП-32/40	400	3000	169	21000	133	423	56	52,50	7,00
27 УПБ-40А	400	3000	176	19800	133	440	59	49,50	6,60
28 УПТ-40	400	3500	165	26200	114	413	47	65,50	7,49
29 AP32/40M	400	2000	315	21300	200	788	158	53,25	10,65
30 AP32/40M.011	400	2000	243	22000	200	608	122	55,00	11,00
31 СУРС-40	400	2500	176	25000	160	440	70	62,50	10,00
32 AP-32	400	2500	165	21600	160	413	66	54,00	8,64
33 XJ250	400	3200	354	29000	125	—	111	72,50	9,06
34 АзИнМаш-40	400	3000	330	22000	133	825	110	55,00	7,33
35 LZ40A	400	3200	—	24000	125	—	—	60,00	7,50
36 XJ250	400	2600	184	29000	154	460	71	72,50	11,15
37 XJ70Z-1	400	3200	162	23800	125	405	51	59,50	7,44
38 XJ250	400	3200	470	50000	125	1175	147	125,00	15,63
39 XJ70Z-2BL	400	3200	175	28500	125	438	55	71,25	8,91
40 XJ75	400	3600	—	—	111	—	—	—	—
Агрегати з $400 < P_{дон} \leq 600$ кН									
41 200	445	1520	149	—	293	335	98	—	—
42 K50	490	2000	180	—	245	367	90	—	—
43 УПА-50-1У	500	3500	176	29700	143	352	50	59,40	8,49
44 TJ50	500	3000	—	—	167	—	—	—	—
45 АПРС-50К	500	2500	243	25200	200	486	97	50,40	10,08
46 A5-40TC	500	1000	176	22300	500	352	176	44,60	22,30

Продовження таблиці 2

Модель агрегату	Паспортні технічні показники				Розрахункові показники				
	$P_{дон}$ , кН	$L_{макс}$ , м	$N_{пр}$ , кВт	$M$ , кг	$P_{дон}/L_{ум}$ , Н/м	$N_{пр}/P_{дон}$ , Вт/кН	$N_{пр}/L_{ум}$ , Вт/м	$M/P_{дон}$ , кг/кН	$M/L_{ум}$ , кг/м
47 АПРС-50П	500	2500	176	21000	200	352	70	42,00	8,40
48 АПРС-50КАМ	500	2500	243	25200	200	486	97	50,40	10,08
49 АР-50	500	3000	243	30000	167	486	81	60,00	10,00
50 Ідель-50	500	3500	243	28000	143	486	69	56,00	8,00
51 ПАП-50	500	3500	220	24600	143	440	63	49,20	7,03
52 УПТ1-50Б	500	3500	88	25700	143	176	25	51,40	7,34
53 УП-50Г	500	3500	176	28000	143	352	50	56,00	8,00
54 УПТ1-50	500	3500	88	22600	143	176	25	45,20	6,46
55 УПБ-50А	500	3000	176	23800	167	352	59	47,60	7,93
Агрегати з $400 < P_{дон} \leq 600$ кН (продовження)									
56 УПТ-50	500	3500	165	28000	143	330	47	56,00	8,00
57 LZ50A	500	3200	—	26000	156	—	—	52,00	8,13
58 XJ50	500	4000	—	20900	125	—	—	41,80	5,23
59 XJ70Z-2L	500	3200	175	26000	156	350	55	52,00	8,13
60 SWR-150	580	2590	—	—	224	—	—	—	—
61 A7-60	588	3500	225	35100	168	383	64	59,69	10,03
62 АР-60Н	589	3000	243	32000	196	413	81	54,33	10,67
63 LZ60A	600	4000	—	27500	150	—	—	45,83	6,88
64 А-50МБ	600	4200	176	35600	143	293	42	59,33	8,48
65 А-50М	600	4200	176	25200	230	352	81	36,47	8,40
66 XJ350	600	4000	354	50000	150	590	89	83,33	12,50
67 XJ350	600	3200	198	42000	188	330	62	70,00	13,13
68 XJ350	600	4000	260	51000	150	433	65	85,00	12,75
69 XJ90Z-3	600	4000	162	32000	150	270	41	53,33	8,00
70 XJ90	600	4000	250	25600	150	417	63	42,67	6,40
71 XJ90	600	3200	269	—	188	448	84	—	—
72 TW-60-CA-A4	600	2400	257	—	250	428	107	—	—
73 XJ350	600	1200	165,4	—	500	276	138	—	—
74 МТУ-60/80Г	600	2500	220	43000	240	367	88	71,67	17,20
75 K60	600	2000	180	—	300	300	90	—	—
76 АК-60	600	3000	166	39000	200	277	55	65,00	13,00
77 АОРС-60Г	600	1000	165,4	29100	600	276	165	48,50	29,10
78 АОРС-60	600	1000	243	32300	600	405	243	53,83	32,30
79 350	600	2500	260	—	240	433	104	—	—
80 А7-60М	600	3500	243	35100	171	405	69	58,50	10,03
81 АР-60	600	3000	243	32000	200	405	81	53,33	10,67
82 АПР-60/80	600	3400	243	29400	176	405	71	49,00	8,65
83 АЕ 310	600	3000	225	40000	200	375	75	66,67	13,33
84 АзИнМаш-60	600	3000	176	24800	200	293	59	41,33	8,27
91 УПА-60А(60/80)	600	3500	132,4	24200	171	221	38	40,33	6,91
92 УПА-60А 60/80М	600	4000	147	28000	150	245	37	46,67	7,00
93 УПА-60А	600	3000	132,4	26200	200	221	44	43,67	8,73
Агрегати з $600 < P_{дон} \leq 800$ кН									
94 Mustang-1	650	2500	336	30500	260	517	134	46,92	12,20
95 SWR-250	675	2590	—	—	261	—	—	—	—
96 150 DD	623	2440	360	19500	255	578	148	31,30	7,99
97 SD	675	3400	340	—	199	504	100	—	—
98 XJ250	675	3200	—	28900	211	—	—	42,81	9,03

Продовження таблиці 2

Модель агрегату	Паспортні технічні показники				Розрахункові показники				
	$P_{дон}$ , кН	$L_{макс}$ , м	$N_{пр}$ , кВт	$M$ , кг	$P_{дон}/L_{ум}$ , Н/м	$N_{пр}/P_{дон}$ , Вт/кН	$N_{пр}/L_{ум}$ , Вт/м	$M/P_{дон}$ , кг/кН	$M/L_{ум}$ , кг/м
99 Ti-300	680	2590	305	32700	263	449	118	48,09	12,63
100 MR 3500	700	—	223	—	—	319	—	—	—
101 RR 300	778	2930	224	31500	266	288	76	40,49	10,75
102 K80	785	2500	180	—	314	229	72	—	—
103 A80/100	785	5000	243	32000	157	310	49	40,76	6,40
104 A60/80M1 МЗКТ	780	4000	345	53000	195	442	86	67,95	13,25
105 A60/80M1 БАЗ	780	4000	298	44000	195	382	75	56,41	11,00
106 A60/80 М	785	4000	243	32000	196	310	61	40,76	8,00
107 Mustang-2	800	3000	312	32500	267	390	104	40,63	10,83
108 SP-350	800	2590	258	33500	309	323	100	41,88	12,93
109 LTO 250	800	2500	193,7	55800	320	242	77	69,75	22,32
110 TW-80-CA-A5	800	3100	257	—	258	321	83	—	—
111 Ідель-80	800	4000	243	32000	200	304	61	40,00	8,00
112 ПАП-60 (60/80)	800	4000	220	28000	200	275	55	35,00	7,00
113 МТУ-80ВГ	800	1500	350	54300	533	438	233	67,88	32,30
114 КОРО-1-80	800	3500	425	51700	229	531	121	64,63	14,77
115 АП-80	800	2000	294	44400	400	368	147	55,50	22,20
116 АП-80А	800	3000	354	48000	267	443	118	60,00	16,00
117 АзИнМаш-80	800	5000	330	25900	160	413	66	32,38	5,18
118 A60/80	800	4000	220	32000	200	275	55	40,00	8,00
119 A8-80	800	4000	220	38000	200	275	55	47,50	9,50
Агрегати з $600 < P_{дон} \leq 800$ кН (продовження)									
120 АПР-80 БАЗ	800	3500	—	30700	229	—	—	38,38	8,77
121 АПР-80 GLOSOS	800	3500	—	34100	229	—	—	42,63	9,74
122 АОРС-80	800	3500	242	30100	229	303	69	37,63	8,60
123 Ідель-80 БАЗ	800	4000	294	39500	200	368	74	49,38	9,88
124 УПА-60А (60/80)	800	3500	243	29200	229	304	69	36,50	8,34
125 УПА-80	800	5000	243	35000	160	304	49	43,75	7,00
126 УПР-60/80 Б	800	4000	294	45700	200	368	74	57,13	11,43
127 УПА-80ПХ	800	3500	243	31000	229	304	69	38,75	8,86
128 УПА-80 М	800	5000	243	27000	160	304	49	33,75	5,40
129 УПА-60/80	800	5000	243	37800	160	304	49	47,25	7,56
130 XJ450	800	4500	325	55000	178	406	72	68,75	12,22
Агрегати з $800 < P_{дон} \leq 1000$ кН									
131 FF400	820	4500	320	35900	182	390	71	43,78	7,98
132 Super 32	840	3500	242	36400	240	288	69	43,33	10,40
133 Franks 658	840	3450	242	36400	243	288	70	43,33	10,55
134 Franks 1058	890	3200	257	45500	278	289	80	51,12	14,22
135 SWR-350	900	3200	—	—	281	—	—	—	—
136 LTO 350	900	3040	345	38700	296	383	113	43,00	12,73
137 Apex-2	900	3200	368	48000	281	409	115	53,33	15,00
138 XJ400	900	3600	323	56000	250	359	90	62,22	15,56
139 Ti-400	912	4270	312	36400	214	342	73	39,91	8,52
140 FF600	950	4500	360	39500	211	379	80	41,58	8,78
141 Franks 1287	980	4450	242	38200	220	247	54	38,98	8,58
142 XJ450	980	4500	252	47000	218	257	56	47,96	10,44
143 XJ450	980	4500	343	44000	218	350	76	44,90	9,78
144 APC-100	980	3000	354	60000	327	361	118	61,22	20,00

Продовження таблиці 2

Модель агрегату	Паспортні технічні показники				Розрахункові показники				
	$P_{дон}$ , кН	$L_{макс}$ , м	$N_{пр}$ , кВт	$M$ , кг	$P_{дон}/L_{ум}$ , Н/м	$N_{пр}/P_{дон}$ , Вт/кН	$N_{пр}/L_{ум}$ , Вт/м	$M/P_{дон}$ , кг/кН	$M/L_{ум}$ , кг/м
145 АРБ-100 МЗКТ	981	5000	352	57000	196	359	70	58,10	11,40
146 АРБ-100 БАЗ	981	5000	345	48000	196	352	69	48,93	9,60
147 УПР-100 КРАЗ	981	5000	294	30000	196	300	59	30,58	6,00
148 УПР-100 БАЗ	981	5000	294	50000	196	300	59	50,97	10,00
149 УПА-100М	981	5000	295	50400	196	301	59	51,38	10,08
150 УПА-100	981	5000	295	50400	196	301	59	51,38	10,08
151 ПАП-80 (80/100)	1000	4000	294	44400	250	294	74	44,40	11,10
152 МТУ-100ВГ	1000	3000	350	56400	333	350	117	56,40	18,80
153 RR 400	1000	4570	336	39600	219	336	74	39,60	8,67
154 AD 520	1000	5500	345	66000	182	345	63	66,00	12,00
155 УПБ-100 КрАЗ	1000	5000	294	28400	200	294	59	28,40	5,68
156 УПБ-100 БАЗ	1000	5000	294	50000	200	294	59	50,00	10,00
Агрегати з $1000 < P_{дон} \leq 1250$ кН									
157 Ideco H30	1020	4500	243	46000	227	238	54	45,10	10,22
158 Super 38	1020	4500	242	41500	227	237	54	40,69	9,22
159 Ti-500	1080	5000	350	40000	216	324	70	37,04	8,00
160 C500	1080	5000	350	41500	216	324	70	38,43	8,30
161 500HP	1080	4800	404	42000	225	374	84	38,89	8,75
162 SP-550	1100	4420	368	38000	249	335	83	34,55	8,60
163 550	1112	3048	410	56000	365	369	135	50,36	18,37
164 LTO 550	1113	5670	375	52100	196	337	66	46,81	9,19
165 SWR-450	1120	4260	—	—	263	—	—	—	—
166 K125	1120	5000	239	—	224	213	48	—	—
167 C400	1125	—	331	26800	—	294	—	23,82	—
168 XJ110	1125	4500	354	—	250	315	79	—	—
169 Ti-600	1180	5486	404	40400	215	342	74	34,24	7,36
170 TW-100-CA-A5	1200	4000	397	—	300	331	99	—	—
171 MR-550HP	1200	4000	397	41900	300	331	99	34,92	10,48
172 RR 600	1225	5490	373	41700	223	304	68	34,04	7,60
173 УПРБ-125	1225	5400	345	60000	227	282	64	48,98	11,11
174 SWR-550	1250	4570	—	—	274	—	—	—	—
175 APC-125	1250	5200	397	69000	240	318	76	55,20	13,27
176 SR500	1250	5500	397	61000	227	318	72	48,80	11,09
177 P-125	1250	6500	270	65000	192	216	42	52,00	10,00
Агрегати з $P_{дон} > 1250$ кН									
178 МП-127Г	1270	2500	420	64000	508	331	168	50,39	25,60
179 ТВ 1300 V	1300	2800	—	—	464	—	—	—	—
180 Hopper	1330	4500	415	46900	296	312	92	35,26	10,42
181 Cabot 750	1330	4200	515	46900	317	387	123	35,26	11,17
182 XJ650	1350	7000	357	56000	193	264	51	41,48	8,00
183 Ti-700	1350	6100	515	54600	221	381	84	40,44	8,95
184 XJ135	1350	6000	485	—	225	359	81	—	—
185 XJ750	1400	8000	400	—	175	286	50	—	—
186 XJ1000	1500	8000	420	75000	188	280	53	50,00	9,38
187 TXJ70	1500	8200	302	—	183	201	37	—	—
188 TW-125-CA-A6	1500	5100	397	—	294	265	78	—	—
189 SWR-650	1570	5480	—	—	286	—	—	—	—
190 XJ650	1575	5500	470	55000	286	298	85	34,92	10,00

Продовження таблиці 2

Модель агрегату	Паспортні технічні показники				Розрахункові показники				
	$P_{доп}$ , кН	$L_{макс}$ , м	$N_{пр}$ , кВт	$M$ , кг	$P_{доп}/L_{ум}$ , Н/м	$N_{пр}/P_{доп}$ , Вт/кН	$N_{пр}/L_{ум}$ , Вт/м	$M/P_{доп}$ , кг/кН	$M/L_{ум}$ , кг/м
191 SP-650	1580	5020	522	46200	315	330	104	29,24	9,20
192 TL 1000	1580	5030	522	55800	314	330	104	35,32	11,09
193 XJ160	1580	7000	492	—	226	311	70	—	—
194 LTO 750	1625	6705	520	65700	242	320	78	40,43	9,80
195 SWR-750	1800	6400	—	—	281	—	—	—	—
196 XJ1200(225T)	1800	2600	—	40000	692	—	—	22,22	15,38
197 XJ180	1800	8000	540	—	225	300	68	—	—
198 XJ1200	1800	7500	—	75000	240	—	—	41,67	10,00
199 SWR-1000	2250	8800	—	—	256	—	—	—	—

З масиву розрахованих питомих показників технічного рівня  $Y_i(X_i)$  та паспортних значень показників призначення  $X_i$   $[(X_i = P_{доп}); (X_i = L_{макс})]$  утворено п'ять двовимірних вибірок  $(X, Y)$ , які піддано перевірці на приналежність до єдиної генеральної сукупності, за результатами чого з них було вилучено елементи, що не відповідають даному критерію. Методами регресійного аналізу двовимірні масиви апроксимовано монотонними неперервними функціями  $Y = f(X)$ , позбавленими локальних екстремумів в області задання аргументу.

#### Дослідження вантажопідйомності агрегатів для ремонту свердловин

Допустиме навантаження на підйомний гак  $P_{доп}$  визначається за паспортним показником агрегату, встановленим виробником, а також паспортною характеристикою комплектуючої бурової щогли, що відповідає найбільшій кратності оснастки талевої системи.

Питома вантажопідйомність  $P_{доп}/L_{макс}$  має фізичний зміст погонної ваги найважчої трубної колони, що може бути опущена із допомогою досліджуваного агрегату у свердловину, глибина якої дорівнює максимальній глибині  $L_{макс}$  обслуговуваних (ремонттованих) свердловин.

Із загальної сукупності чисельністю 199 моделей для дослідження вантажопідйомності відібрано тільки такі, для яких виробником встановлено паспортні числові значення допустимого навантаження на підйомний гак  $P_{доп}$  і максимальної глибини обслуговуваної (ремонттованої) свердловини  $L_{макс}$ , з них відібрано такі моделі, які залишилися після перевірки їх на однорідність.

Потужність залишеної для розгляду сукупної вибірки складала 197 елементів, сама вибірка  $[P_{доп}/L_{макс}]$  є репрезентативною, незважаючи на значне розсіяння показників у ній. Вибірка

адекватно відображає сучасну світову номенклатуру виробництва підйомних агрегатів та містить продукцію восьми китайських, десяти американських, сімнадцяти російських, трьох українських, однієї румунської, трьох канадських, трьох німецьких, однієї білоруської та однієї азербайджанської машинобудівних компаній.

Результатом обробки, проведеної за методикою [1], є рівняння (1) – математична модель, яка відображає середньостатистичний технічний рівень агрегатів для ремонту свердловин за параметром вантажопідйомності ( $|P_{доп}| = \text{кН}; |L_{макс}| = \text{м}$ ):

$$P_{доп}/L_{макс} = 166 + 16800/L_{макс}. \quad (1)$$

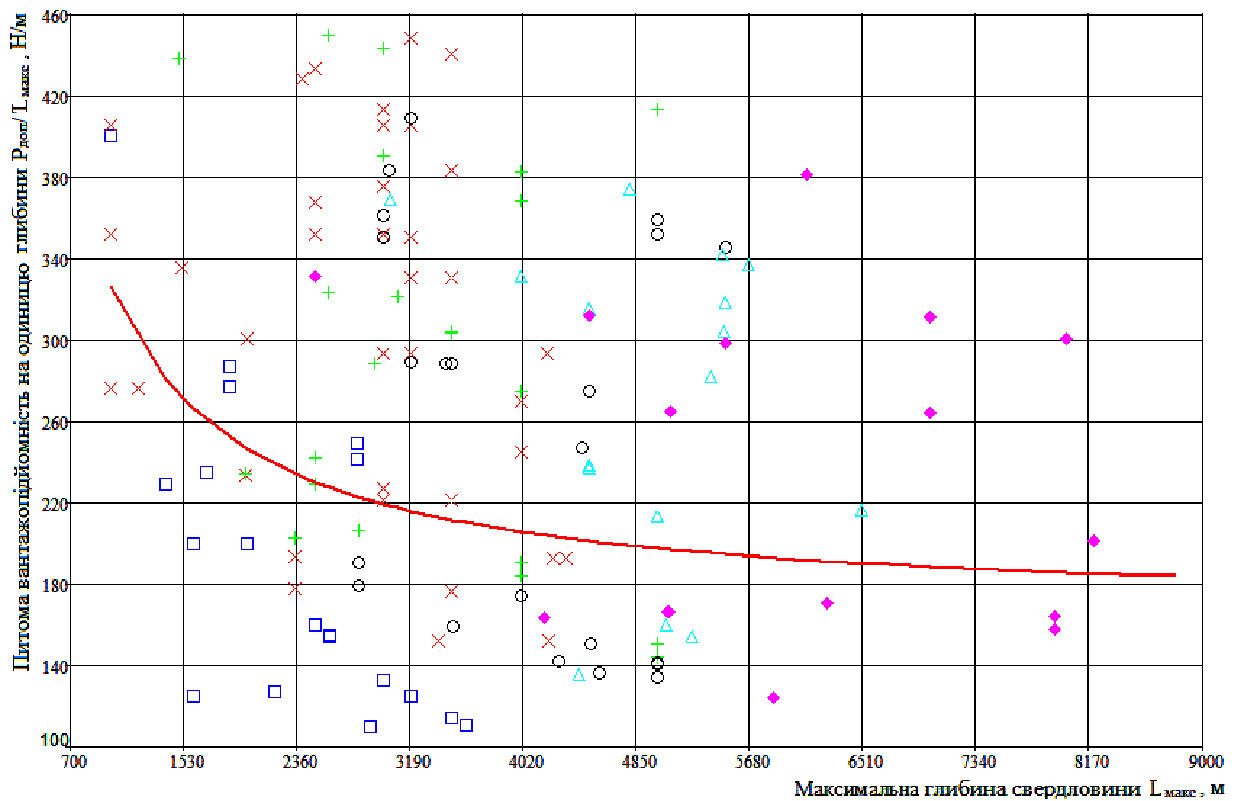
Графік функції  $P_{доп}/L_{макс} = f_1(L_{макс})$ , побудований за рівнянням (1), наведено на рис. 1. Одержані результати дають змогу визначити глибину обслуговуваних (ремонттованих) свердловин  $L_{макс}$  та ємність підсвічників за відомим значенням допустимого навантаження на підйомний гак.

#### Дослідження енергоозброєності агрегатів для ремонту свердловин

Привод технологічного обладнання підйомних агрегатів здійснюється від двигунів монтажно-транспортної бази (шасі), рідше - від автономної силової установки. Підйомні агрегати з неавтономним головним приводом, хоча і випускаються деякими виробниками, однак у промисловій практиці дуже мало поширені. За інших рівних умов встановлена потужність привода визначає продуктивність агрегату на СП, виконання яких займає значну частку в балансі календарного часу ремонтних робіт.

Метою дослідження є оцінка середньостатистичного технічного рівня агрегатів для ремонту свердловин за одиничним показником потужності привода підйомного комплексу.

Задачу визначення технічного рівня ремонтних агрегатів за одиничним показником енергоозброєності розв'язано із застосуванням методики [1] через питомі показники, згруповані



Фактичні дані  $P_{дон}/L_{макс}$ :

- – при  $P_{дон} \leq 400$  кН; × – при  $400 < P_{дон} \leq 600$  кН; + – при  $600 < P_{дон} \leq 800$  кН;  
 ○ – при  $800 < P_{дон} \leq 1000$  кН; △ – при  $1000 < P_{дон} \leq 1250$  кН; ◆ – при  $P_{дон} > 1250$  кН;  
 — – апроксимуючі функції  $P_{дон}/L_{макс} = f(L_{макс})$  для агрегатів з  $300 \leq P_{дон} \leq 1500$  кН

Рисунок 1 – Залежність питомої вантажопідйомності  $P_{дон}/L_{ум}$  від максимальної глибини свердловини  $L_{ум}$

у двовимірні вибірки:  $[N_{пр}/P_{дон}, P_{дон}]$  і  $[N_{пр}/L_{макс}, L_{макс}]$ , які після перевірки на однорідність та вилучення неоднорідних членів мали потужність 174 і 172 парних елементів відповідно. Отримані емпіричні апроксимуючі рівняння, якими описуються залежності  $N_{пр}/P_{дон} = f_2(P_{дон})$  та  $N_{пр}/L_{макс} = f_3(L_{макс})$ , мають вигляд (2, 3), ними описується середньостатистичний технічний рівень підйомних агрегатів за одиничним показником енергоозброєності, встановлений за дослідженою сукупністю моделей. Графіки цих функцій наведено на рисунках 2 і 3.

$$N_{пр}/P_{дон} = 214 + 104007/P_{дон}, \quad (2)$$

$$N_{пр}/L_{макс} = 39 + 138258/L_{макс}. \quad (3)$$

#### Дослідження матеріаломісткості агрегатів для ремонту свердловин

Матеріаломісткість серійних моделей агрегатів визначає витрату конструкційних матеріалів на виготовлення, на вартість їх обробки і складальних робіт, а також лімітну ціну агрегату. Для аналізу матеріаломісткості прийнято паспортну масу  $M$  агрегатів в стандартній (базовій) комплектації.

За паспортними значеннями показників призначення  $P_{дон}$ ,  $L_{макс}$  і маси  $M$  агрегатів обчислено показники питомої матеріаломісткості на одиницю вантажопідйомності  $M/P_{дон}$ , кг/кН, та на одиницю максимальної глибини ремонтної (обслуговуваної) свердловини  $M/L_{макс}$ , кг/м (табл.2). Потужність двох сформованих двовимірних вибірок  $[M/P_{дон}, P_{дон}]$  і  $[M/L_{макс}, L_{макс}]$  становила 164 і 163 елементи відповідно.

Вихідну інформацію апроксимовано функціональними залежностями (4, 5), їх графіки подано на рис. 4, 5. Таким чином віднайдено математичні моделі технічного рівня агрегатів для ремонту і обслуговування свердловин за одиничним показником матеріаломісткості:

$$M/P_{дон} = 178 - 19,5 \cdot \ln(P_{дон}), \quad (4)$$

$$M/L_{макс} = 3,7 + 22297/L_{макс} \quad (5)$$

Як вказано вище, для підйомного агрегату кожної моделі обчислено від одного до п'яти (в залежності від наявної вихідної інформації) питомих одиничних показників технічного рівня. За віднайденими рівняннями регресії (1-5) для кожного одиничного показника також можна обчислити таке його значення, яке відповідає середньостатистичному технічному рівню.



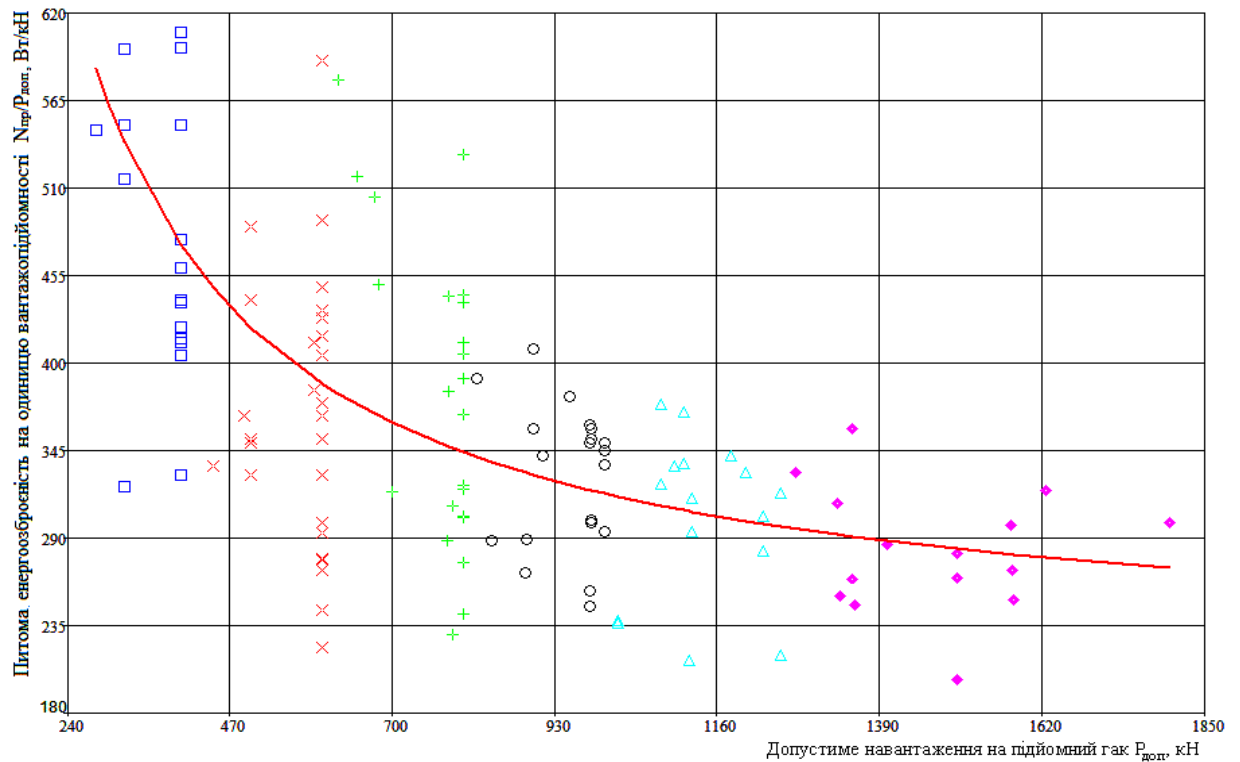
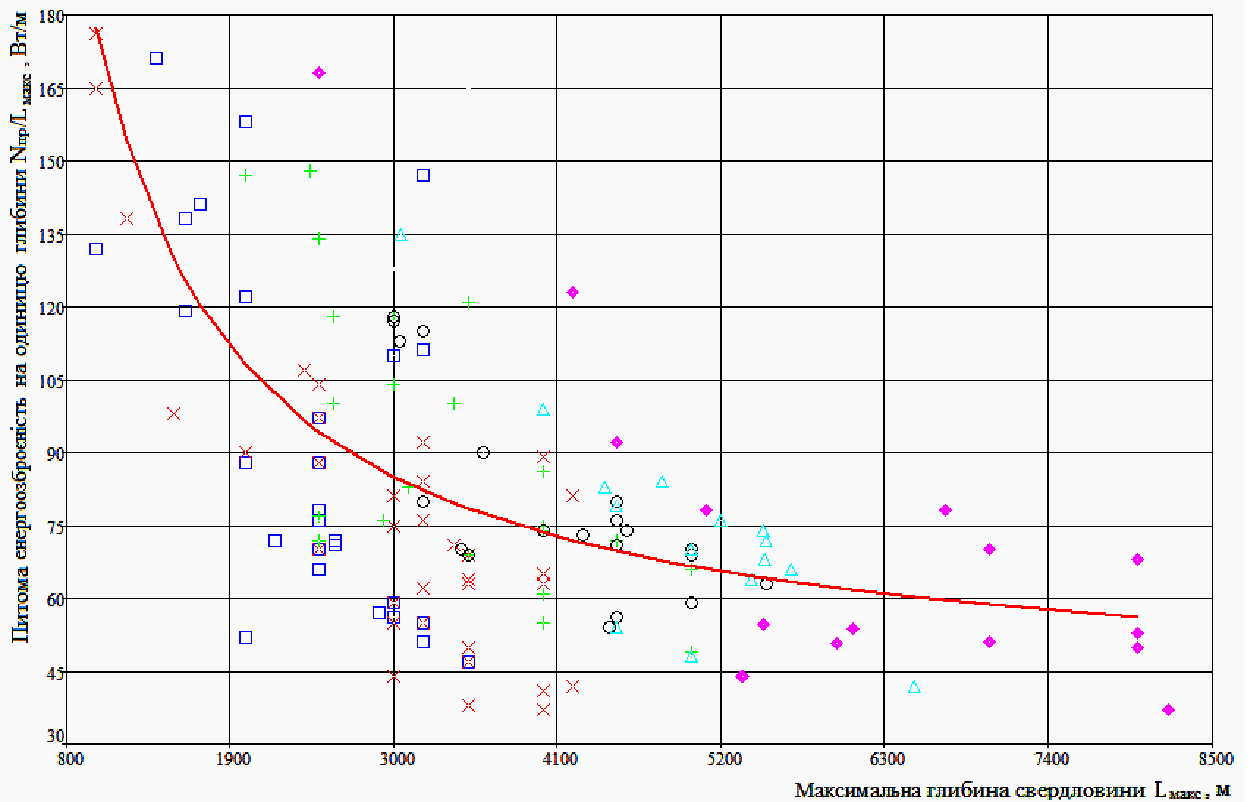


Рисунок 2 – Залежність питомої енергозбросності  $N_{пр}/P_{доп}$  від вантажопідйомності  $P_{доп}$  агрегата



Фактичні дані  $N_{пр}/P_{доп}$  (рис.2);  $N_{пр}/L_{макс}$  (рис.3):

- – при  $P_{доп} \leq 400$  кН;    × – при  $400 < P_{доп} \leq 600$  кН;    + – при  $600 < P_{доп} \leq 800$  кН;
- – при  $800 < P_{доп} \leq 1000$ кН;    △ – при  $1000 < P_{доп} \leq 1250$ кН;    ◆ – при  $P_{доп} > 1250$ кН;
- – апроксимуючі функції  $N_{пр}/P_{доп} = f(P_{доп})$  (рис.2);  $N_{пр}/L_{макс} = f(L_{макс})$  (рис.3)  
для агрегатів з  $300 \leq P_{доп} \leq 1500$ кН

Рисунок 3 – Залежність питомої енергозбросності  $N_{пр}/L_{макс}$  від максимальної глибини свердловини  $L_{макс}$

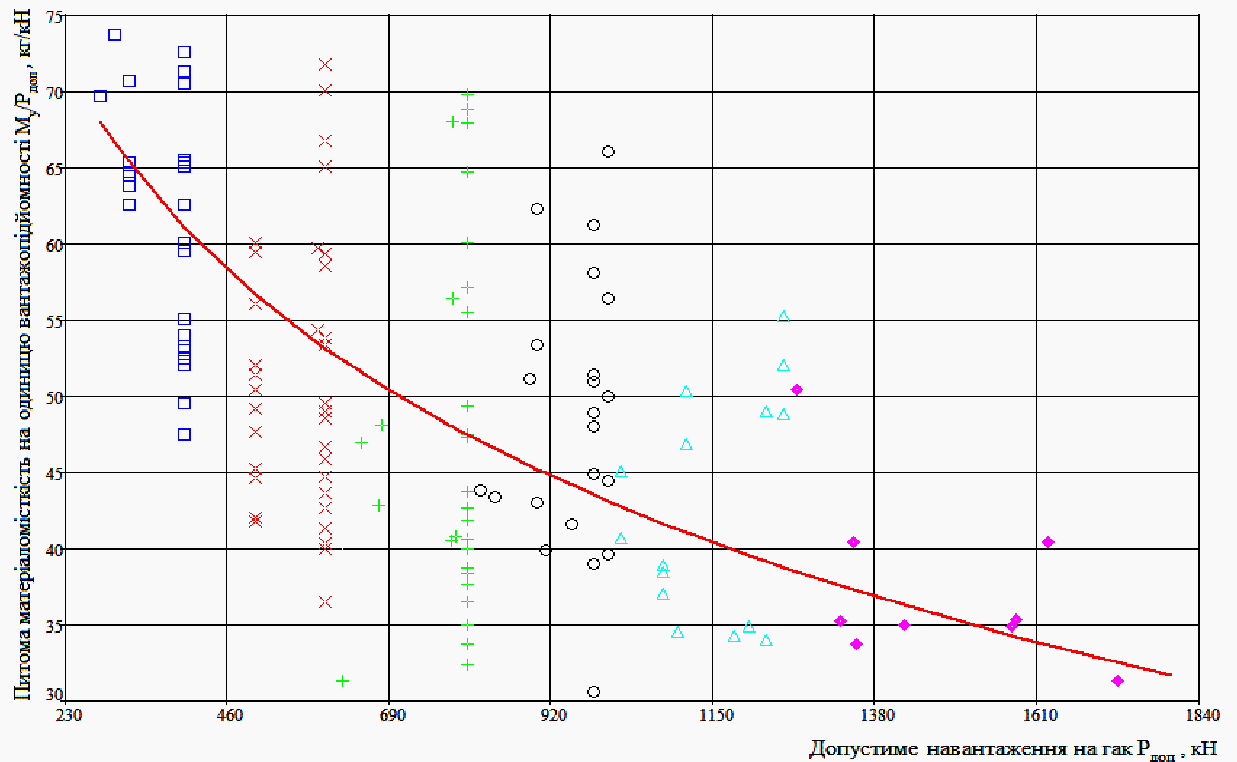
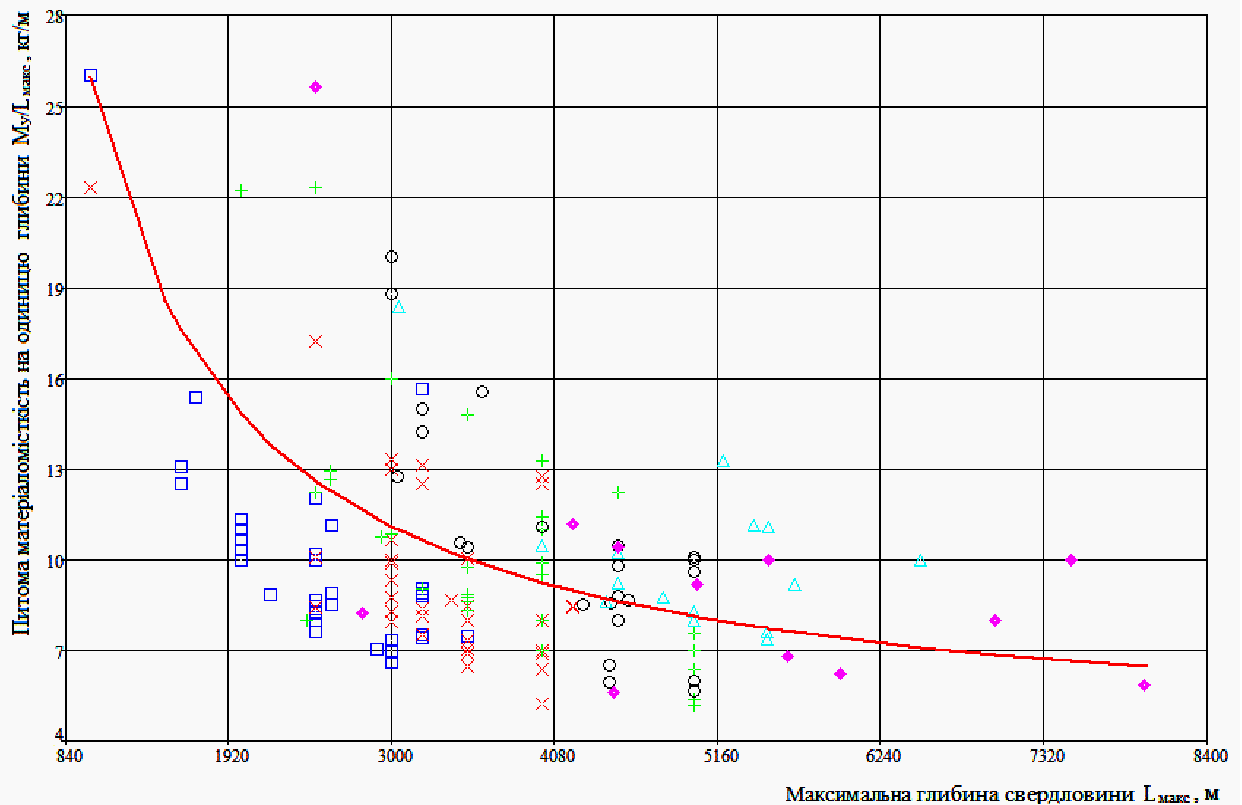


Рисунок 4 – Залежність питомої матеріаломісткості  $M/P_{доп}$  від вантажопідйомності  $P_{доп}$  агрегата



Фактичні дані  $M/P_{доп}$  (рис.4);  $M/L_{макс}$  (рис.5):

- – при  $P_{доп} \leq 400$  кН;    × – при  $400 < P_{доп} \leq 600$  кН;    + – при  $600 < P_{доп} \leq 800$  кН;
- – при  $800 < P_{доп} \leq 1000$  кН;    △ – при  $1000 < P_{доп} \leq 1250$  кН;    ◆ – при  $P_{доп} > 1250$  кН;
- – апроксимуючі функції  $M/P_{доп} = f(P_{доп})$  (рис.4);  $M/L_{макс} = f(L_{макс})$  (рис.5)  
для агрегатів з  $300 \leq P_{доп} \leq 1500$  кН

Рисунок 5 – Залежність питомої матеріаломісткості  $M/L_{макс}$  від максимальної глибини свердловини  $L_{макс}$

Позитивна різниця між двома значеннями одного показника питомої вантажопідйомності і енергоозброєності та негативна - для матеріаломісткості вказує на перевіршення агрегатом даної моделі середньостатистичного технічного рівня. Саме такі агрегати слід розглядати, як потенційно перспективні варіанти при розв'язку проблем освоєння виробництва нових моделей, закупівлі ліцензій, оновлення наявного парку та імпорту обладнання. Зручніше, швидше та простіше, але з меншою точністю технічний рівень агрегату за будь-яким одиничним показником визначається графічним методом із застосуванням рисунків 1-5. Для цього достатньо поставити в одну із зображених на них координатних систем «досліджуваній питомій одиничний показник - показник призначення» точку, що відповідає оцінюваному агрегату. Перебування такої точки над графіком середньостатистичного рівня на рисунках 1-3 і під графіком на рисунках 4, 5 вказує на агрегат, технічний рівень якого перевищує середньостатистичний.

Однак, отримана оцінка є якісною: «агрегат за своїми показниками відповідає середньостатистичному технічному рівню, перевищує або не досягає його». Крім зазначеного доволі імовірною є ситуація, в якій агрегат однієї моделі матиме одні одиничні показники понад середньостатистичний технічний рівень, а інші - нижчі за нього. В такому випадку за відсутності пріоритетів оцінка технічного рівня стає суперечливою, тобто неможливою.

Ефективні управлінські техніко-економічні рішення повинні прийматися на основі точної числової інформації. Виходячи з цього обробку продовжено за наступною методикою:

- вибірки, складені з числових значень кожного з одиничних показників, впорядковано за зростанням (вибірки  $P_{\text{лоп}} / L_{\text{макс}}, N_{\text{пр}} / P_{\text{лоп}}, N_{\text{пр}} / L_{\text{макс}}$ ) та за зменшенням (вибірки  $M / L_{\text{макс}}, M / P_{\text{лоп}}$ ). У впорядкованих вибірках обчислено число їх членів, кожному агрегату, що має ненульове значення розгляданого показника, присвоєний порядковий номер;

- порядковий номер  $N_i$  моделі агрегату у вибірці замінено на його зворотну величину-рейтинг  $N_i^{-1}$ , тим самим усунено вплив різного числа елементів у вибірках різних одиничних показників, для будь-якого показника  $0 < N_i^{-1} \leq 1$ ;

- у вихідних розрахункових даних (таблиця 2) ненульові абсолютні значення одиничних показників технічного рівня (стовпці 7-12) замінено рейтингами  $N_i^{-1}$ ;

- по агрегатах кожної моделі підсумовано рейтинги за ненульовими одиничними показниками технічного рівня (стовпці 7-12), суму поділено на число показників; таким чином отримано коректну та адекватну безрозмірну числову оцінку технічного рівня. Що ближчою

до нуля є оцінка, то вищим є технічний рівень моделі агрегату;

- агрегати згруповано за виробниками, обчислений приведений середній рейтинг продукції кожного виробника (таблиця 3). Рейтинги виробників, обчислені менш, ніж для двох моделей (в таблиці 3 виділено сірим), не слід брати до уваги.

Виходячи з отриманих результатів аналізу можна зробити такі висновки.

Виробництво підйомних агрегатів в Росії здійснюється численними виготовлювачами, з них більшість не має власних конструкторських підрозділів, тому виробляються агрегати застарілих моделей з доволі низьким технічним рівнем. Аргументів на користь закупівлі агрегатів в Росії в металі та проектно-конструкторської документації не віднайдено.

Доволі високий рейтинг агрегатів китайського виробництва зумовлений насамперед тим, що воно здійснюється переважно за ліцензіями, придбаними у провідних світових виробників, агрегати оснащуються імпортними комплектами. Поряд із тим в КНР останнім часом з'явилися численні виробники з обмеженими виробничими можливостями, які копіюють продукцію кращих підприємств на нижчому рівні, хоча і з такими ж технічними показниками.

Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва, що перевищує значення 0,500, вказує на те, що в середньому його продукція не досягає середньостатистичного технічного рівня. При цьому в номенклатурі його виробництва можуть бути агрегати з технічним рівнем, що перевищує середньостатистичний. Співпраця з такими виробниками доцільна хіба що у формі закупівлі агрегатів окремих моделей з вищим технічним рівнем та ліцензій на їх виробництво.

При ретельному перегляді даних таблиці 3 серед усіх агрегатів з повним набором одиничних показників технічного рівня виявлено лише 10 моделей, в яких усі ці показники мають рейтинг, менший за 0,500. Інакше кажучи, переважаючи більшість досліджених моделей агрегатів мають незадовільні (нижчі за середньостатистичний рівень) значення одного і більше одиничних показників технічного рівня.

В проведеному аналізі не розглядалися дуже важливі показники ціни та надійності агрегатів, що не дає повного уявлення про їх якість. Дослідження цін є темою наступної роботи співавторів, що ж стосується надійності, то вище розглянуто виключно серійні моделі агрегатів, що тривалий час перебувають у виробництві та/або в експлуатації, ці моделі витримали конкурентну боротьбу на внутрішніх та (частково) - на світовому ринках, тому очевидно ненадійних серед них немає.

Номенклатура власного виробництва підйомних агрегатів в Україні представлена застарілими моделями, виготовлення більшості з яких припинено або призупинено через недостатній попит. Вона не задовольняє потреб нафтогазового комплексу та не відповідає струк-

Таблиця 3 – Результати кваліметричного аналізу моделей підйомних агрегатів для ремонту свердловин та продукції їх виробників

Модель, марка, шифр агрегату	Виробник, країна	Рейтинг					
		1)	2)	3)	4)	5)	Σ/n
1 WGG5240TXJ	Dongying Jianxin Petroleum Equipment Co., КНР	0,980	0,178	0,640	0,018	0,656	0,494
2 XJ450		0,348	0,822	0,669	0,567	0,245	0,530
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,664	0,500	0,655	0,293	0,451	<b>0,512</b>
3 A2-32	ВАТ «Красний пролетарій», Росія	0,952	0,594	0,773	0,213	0,954	0,697
4 A4-32		0,952	0,046	0,372	0,186	0,926	0,496
5 СУРС-40		0,807	0,624	0,773	0,213	0,693	0,622
6 A5-40М		0,896	0,675	0,898	0,424	0,969	0,772
7 A5-40ТС		0,066	0,739	0,442	0,652	0,595	0,499
8 A7-60		0,711	0,529	0,657	0,262	0,420	0,516
9 A7-60М		0,685	0,440	0,573	0,287	0,420	0,481
10 УПА-60А(60/80)		0,685	0,983	0,980	0,814	0,868	0,866
11 А8-80		0,510	0,833	0,750	0,582	0,387	0,612
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,696	0,607	0,691	0,404	0,692	<b>0,618</b>
12 IC 5 Te	Upret-OM3, Румунія	0,970	0,546	0,826	0,098	0,939	0,676
13 TW 32 CA A3		0,660	0,052	0,186	—	—	0,299
14TW-40-CA-A4		0,599	0,115	0,250	0,152	0,528	0,329
15 TW-70-CA-A4		0,391	0,299	0,279	—	—	0,323
16 TW-80-CA-A5		0,239	0,615	0,424	—	—	0,426
17 TW-100-CA A5		0,109	0,319	0,102	—	—	0,177
18 TW-125-CA-A6		0,076	0,609	0,215	—	—	0,300
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,435	0,365	0,326	0,036	0,210	<b>0,361</b>
19 АЗИНМАШ-37А	ВАТ «Азнафтохіммаш», Азербайджан	0,995	0,560	0,907	0,195	0,982	0,728
20 УПА-32		0,739	0,092	0,297	0,213	0,810	0,430
21 УПГА-32		0,868	0,494	0,677	0,186	0,847	0,614
22 АЗИНМАШ-40		0,896	0,017	0,157	0,351	0,914	0,467
23 АЗИНМАШ-60		0,574	0,874	0,858	0,762	0,755	0,765
24 АЗИНМАШ-80		0,685	0,144	0,419	0,963	0,945	0,631
25 УПА-100М		0,464	0,583	0,520	0,448	0,206	0,444
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,746	0,395	0,548	0,445	0,780	<b>0,583</b>
26 АОРС-40	ВАТ Стрийський завод «Металіст», Україна	0,807	0,730	0,820	0,037	0,491	0,577
27 АОРС-60Т		0,028	0,925	0,500	0,555	0,337	0,469
28 АОРС-60		0,028	0,440	0,128	0,372	0,190	0,232
29 АОРС-80		0,368	0,718	0,596	0,884	0,601	0,633
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,308	0,703	0,511	0,462	0,405	<b>0,478</b>
30 АПРС-40М	АТ «Петропавловський завод важкого машинобудування», Казахстан	0,807	0,190	0,485	0,402	0,890	0,555
31 АПРС-40К		0,807	0,511	0,689	0,582	0,988	0,715
32 ПТП-40		0,188	0,948	0,808	0,162	0,411	0,503
33 ПАП-50		0,843	0,477	0,698	0,530	0,828	0,675
34 ПАП-60 (60/80)		0,510	0,833	0,750	0,921	0,739	0,751
35 ПАП-80 (80/100)		0,213	0,638	0,401	0,659	0,270	0,436
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,561	0,600	0,639	0,543	0,688	<b>0,606</b>
36 УПА-60А	ВАТ «Ішимбайський машинобудівний завод», Росія	0,574	0,983	0,965	0,677	0,706	0,781
37 А80/100		0,716	0,664	0,794	0,771	0,712	0,731
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,645	0,824	0,880	0,724	0,709	<b>0,756</b>
38 УПБ-40А	ВАТ Механічний завод «Калязінський», Росія	0,896	0,624	0,858	0,509	0,994	0,776
39 УПТ-40		0,964	0,744	0,940	0,140	0,748	0,707
40 УПТ1-50		0,843	0,997	0,997	0,628	0,933	0,880
41 УПБ-50А		0,726	0,739	0,858	0,573	0,801	0,739
42 УПТ-50		0,843	0,845	0,940	0,323	0,681	0,726

Продовження таблиці 3

Модель, марка, шифр агрегату	Виробник, країна	Рейтинг					
		1)	2)	3)	4)	5)	Σ/n
43 УПБ-60А	ВАТ Механічний завод «Калязінський», Росія	0,574	0,440	0,456	0,613	0,632	0,543
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,808	0,732	0,842	0,464	0,798	<b>0,729</b>
44 АР-32	ВАТ «Кунгурський машинобудівний завод», Росія	0,807	0,744	0,840	0,366	0,877	0,727
45 АР-50		0,726	0,213	0,456	0,250	0,540	0,437
46 АР-60Н		0,604	0,420	0,456	0,360	0,475	0,463
47 АР-60		0,574	0,440	0,456	0,384	0,475	0,466
48 А60/80М1 БАЗ		0,536	0,328	0,390	0,305	0,276	0,367
49 А60/80М1 МЗКТ		0,536	0,098	0,221	0,110	0,104	0,214
50 А60/80 М		0,528	0,664	0,631	0,771	0,574	0,634
51 А60/80		0,510	0,833	0,750	0,829	0,574	0,699
52 УПА-60А (60/80)		0,368	0,698	0,573	0,896	0,644	0,636
53 УПА-80		0,685	0,698	0,794	0,671	0,589	0,687
54 АРБ-100 МЗКТ		0,464	0,253	0,320	0,293	0,135	0,293
55 АРБ-100 БАЗ		0,464	0,333	0,343	0,543	0,288	0,394
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,567	0,477	0,519	0,482	0,463	<b>0,501</b>
56 АПРС-50К	ВАТ «Виробниче об'єднання Єлабужський автомобільний завод», Росія	0,619	0,213	0,372	0,473	0,663	0,468
57 АПРС-50П		0,619	0,739	0,773	0,723	0,902	0,751
58 АПРС-50КАМ		0,619	0,213	0,372	0,473	0,669	0,469
59 АПР-60/80		0,655	0,440	0,512	0,530	0,620	0,551
60 АПР-80 БАЗ		0,368	—	—	0,878	0,558	0,601
61 АПР-80 GLOROS		0,368	—	—	0,713	0,460	0,514
62 УПР-100 КРАЗ		0,464	0,601	0,538	0,976	0,779	0,672
63 УПР-100 БАЗ		0,464	0,601	0,538	0,463	0,230	0,459
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,522	0,351	0,388	0,654	0,610	<b>0,561</b>
64 Ідель-50	ТОВ «Ідель Нафтомаш», Росія	0,843	0,213	0,573	0,323	0,681	0,527
65 А-50МБ		0,789	0,874	0,951	0,277	0,509	0,680
66 УПА-60		0,640	0,440	0,494	0,646	0,699	0,584
67 УПА-60А(60/80)		0,685	0,983	0,980	0,814	0,868	0,866
68 Ідель-80		0,510	0,698	0,631	0,829	0,574	0,648
69 Ідель-80 БАЗ		0,510	0,391	0,401	0,518	0,350	0,434
70 УПА-100		0,464	0,583	0,520	0,448	0,206	0,444
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,634	0,597	0,650	0,551	0,555	<b>0,598</b>
71 УПА-50-1У	ДП «Харківський завод транспортного устаткування», Україна	0,843	0,739	0,922	0,277	0,626	0,681
72 УПА-60Х		0,574	0,874	0,858	0,509	0,546	0,672
73 УПА-80ПХ		0,368	0,698	0,573	0,866	0,552	0,611
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,595	0,770	0,784	0,551	0,575	<b>0,655</b>
74 А2-32К	ВАТ «Промислове Нафтогазове Об'єднання», Росія	0,952	0,560	0,840	0,213	0,954	0,704
75 АР32/40М		0,685	0,023	0,058	0,396	0,801	0,393
76 АР32/40М.011		0,685	0,086	0,273	0,351	0,767	0,432
77 УПА-60М		0,640	0,874	0,878	0,899	0,819	0,822
78 УПА-80 М		0,685	0,698	0,794	0,957	0,908	0,808
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,729	0,448	0,569	0,563	0,850	<b>0,632</b>
79 А-50М	ВАТ «Сейсмотехніка», Білорусія	0,789	0,874	0,951	0,723	0,896	0,847
80 УПА-60А 60/80М		0,759	0,966	0,971	0,613	0,739	0,810
81 АП-80		0,046	0,391	0,110	0,335	0,067	0,190
82 АП-80А		0,204	0,080	0,084	0,250	0,092	0,142
83 АРС-100		0,081	0,247	0,084	0,238	0,018	0,134
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,376	0,512	0,440	0,432	0,362	<b>0,425</b>

Продовження таблиці 3

Модель, марка, шифр агрегату	Виробник, країна	Рейтинг					
		1)	2)	3)	4)	5)	$\Sigma/n$
84 АК-60	Сумське машинобудівне науково-виробниче об'єднання ім. М.В. Фрунзе, Україна	0,574	0,914	0,913	0,162	0,301	0,573
85 КОРО-1-80		0,368	0,029	0,047	0,177	0,074	0,139
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,471	0,472	0,480	0,170	0,188	<b>0,356</b>
86 УПА-60/80	ВАТ «Бежицький дослідно-експериментальний завод», Росія	0,685	0,698	0,794	0,591	0,515	0,657
87 УПБ -100 БАЗ		0,429	0,638	0,538	0,497	0,230	0,466
88 УПБ-100 КрАЗ		0,429	0,638	0,538	0,988	0,840	0,687
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,514	0,658	0,623	0,692	0,528	<b>0,603</b>
89 SD	National Oilwell Varco, США	0,553	0,063	0,169	—	—	0,262
90 Super 32		0,284	0,767	0,596	0,686	0,374	0,541
91 Franks 658		0,269	0,767	0,552	0,686	0,368	0,528
92 Franks 1058		0,162	0,736	0,436	0,457	0,172	0,393
93 Franks 1287		0,335	0,856	0,706	0,854	0,429	0,636
94 Super 38		0,307	0,897	0,721	0,780	0,344	0,610
95 Hopper		0,102	0,402	0,140	0,912	0,252	0,362
96 Cabot 750		0,061	0,069	0,023	0,912	0,196	0,252
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,259	0,570	0,418	0,661	0,267	<b>0,448</b>
97 XJ90T	RG Petro-machinery Co., КНР	0,759	0,368	0,622	0,707	0,859	0,663
98 XJ90		0,640	0,195	0,384	—	—	0,406
99 XJ110		0,178	0,483	0,262	—	—	0,308
100 XJ135		0,244	0,126	0,151	—	—	0,174
101 TXJ70		0,482	0,925	0,872	—	—	0,760
102 XJ160		0,228	0,282	0,198	—	—	0,236
103 XJ180	0,218	0,305	0,192	—	—	0,238	
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,393	0,383	0,383	0,101	0,123	<b>0,398</b>
104 Ti-300	Taylor Rigs LLC, Велика Британія	0,259	0,132	0,163	0,561	0,380	0,299
105 FF400		0,594	0,230	0,360	0,665	0,521	0,474
106 Ti-400		0,396	0,471	0,355	0,841	0,485	0,510
107 FF600		0,401	0,172	0,244	0,750	0,399	0,393
108 Ti-500		0,323	0,463	0,328	0,890	0,442	0,489
109 C500		0,323	0,463	0,328	0,872	0,393	0,476
110 Ti-600		0,315	0,241	0,238	0,945	0,503	0,448
111 500HP		0,299	0,138	0,174	0,860	0,362	0,367
112 Ti-700	0,264	0,075	0,076	0,799	0,239	0,291	
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,353	0,265	0,252	0,798	0,414	<b>0,416</b>
113 УПР-60/80 БГ	ВАТ «Брянський автомобільний завод», Росія	0,640	0,109	0,267	0,125	0,294	0,287
114 УПРБ-125		0,254	0,575	0,413	0,530	0,110	0,376
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,447	0,342	0,340	0,328	0,202	<b>0,332</b>
115 УПР-32Т	Нижегородський машинобудівний завод, Росія	0,952	0,290	0,689	0,171	0,920	0,604
116 АПРС-40		0,807	0,190	0,485	0,402	0,890	0,555
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,880	0,240	0,587	0,287	0,905	<b>0,580</b>
117 УП-32/40	Нафтокамський машинобудівний завод, Росія	0,896	0,675	0,898	0,409	0,963	0,768
118 УП-50Т		0,843	0,739	0,922	0,323	0,681	0,702
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,870	0,707	0,910	0,366	0,822	<b>0,735</b>
119 УПТ-32	Бакинський машинобудівний завод ім. Саттархана, Азербайджан	0,868	0,971	0,988	0,073	0,730	0,726
120 УПТ1-50Б		0,843	0,997	0,997	0,439	0,785	0,812
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,856	0,984	0,993	0,256	0,758	<b>0,769</b>
121 XJ20	Tonghua Petro-Chemical Machinery Manufacture Co, КНР	1,000	—	—	—	—	1,000
122 THS5160TXJ		0,881	—	—	—	—	0,881
123 XJ60		0,987	0,273	0,706	0,030	0,791	0,557

Продовження таблиці 3

Модель, марка, шифр агрегату	Виробник, країна	Рейтинг					
		1)	2)	3)	4)	5)	$\Sigma/n$
124 XJ250	Tonghua Petro-Chemical Machinery Manufacture Co, КНР	0,492	—	—	0,701	0,613	0,602
125 XJ250T		0,822	0,534	0,727	0,052	0,534	0,534
126 TJ50		0,726	—	—	—	—	0,726
127 XJ50		0,909	—	—	0,738	1,000	0,882
128 XJ350		0,759	0,034	0,203	0,024	0,166	0,237
129 XJ350L		0,759	0,261	0,558	0,012	0,147	0,347
130 XJ250L		0,926	0,006	0,006	0,006	0,080	0,205
131 XJ450		0,609	0,155	0,349	0,104	0,117	0,267
132 XJ750		0,543	0,517	0,506	—	—	0,522
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,784	0,148	0,255	0,139	0,287	<b>0,563</b>
133 XJ45	ZYT Petroleum Equipment Co, КНР	0,881	—	—	—	—	0,881
134 XJ75		0,975	—	—	—	—	0,975
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,928	—	—	—	—	<b>0,928</b>
135 JHX5280TXJ	SJ Petroleum Machinery Co., КНР	0,926	—	—	0,079	0,650	0,552
136 XJ250		0,926	0,011	0,122	0,052	0,607	0,344
137 LZ40A		0,926	—	—	0,250	0,819	0,665
138 LZ50A		0,779	—	—	0,424	0,721	0,641
139 LZ60A		0,759	—	—	0,622	0,761	0,714
140 XJ350		0,640	0,776	0,738	0,085	0,221	0,492
141 XJ450		0,348	0,345	0,285	0,640	0,325	0,389
142 XJ650		0,091	0,408	0,116	0,927	0,178	0,344
143 XJ1000		0,442	0,523	0,471	0,497	0,086	0,404
144 XJ1200(225T)		0,005	—	—	1,000	0,184	0,396
145 XJ1200		0,168	—	—	0,744	0,061	0,324
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,546	0,188	0,157	0,484	0,419	<b>0,479</b>
146 XJ150	Shandong Santian Linq Petroleum Machinery Co., КНР	0,987	—	—	0,043	0,853	0,628
147 XJ70Z-1		0,926	0,759	0,930	0,268	0,834	0,743
148 XJ70Z-2BL		0,926	0,649	0,887	0,067	0,638	0,633
149 XJ70Z-2L		0,779	0,810	0,887	0,424	0,721	0,724
150 XJ90Z-3		0,759	0,943	0,959	0,384	0,574	0,724
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,875	0,632	0,733	0,237	0,724	<b>0,690</b>
151 200	Stewart&Stevenson Llc, Канада	0,386	0,902	0,762	—	—	0,683
152 350		0,409	0,261	0,291	—	—	0,320
153 550		0,036	0,149	0,029	0,488	0,037	0,148
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,277	0,437	0,361	0,163	0,012	<b>0,384</b>
154 SP-350	Cooper Manufacturing Corporation, США	0,137	0,592	0,302	0,732	0,356	0,424
155 LTO 250		0,117	0,937	0,663	0,091	0,025	0,367
156 LTO 350		0,142	0,184	0,134	0,695	0,313	0,294
157 SP-550		0,183	0,362	0,209	0,939	0,436	0,426
158 LTO 550		0,421	0,339	0,337	0,604	0,258	0,392
159 MR-550HP		0,109	0,319	0,102	0,933	0,331	0,359
160 SP-650		0,051	0,164	0,035	0,982	0,319	0,310
161 TL 1000		0,056	0,164	0,041	0,902	0,156	0,264
162 LTO 750		0,173	0,213	0,145	0,805	0,141	0,295
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,154	0,364	0,219	0,743	0,259	<b>0,348</b>
163 K50	Dresco – Kremco, Канада	0,447	0,753	0,648	—	—	0,616
164 K60		0,198	0,851	0,648	—	—	0,566
165 K80		0,127	0,960	0,733	—	—	0,607
166 K125		0,289	0,954	0,814	—	—	0,686
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,265	0,880	0,711	—	—	<b>0,619</b>

Продовження таблиці 3

Модель, марка, шифр агрегату	Виробник, країна	Рейтинг					
		1)	2)	3)	4)	5)	$\Sigma/n$
167 МТУ-60/80Г	ВАТ «Спецмаш», Росія	0,409	0,569	0,485	0,061	0,156	0,336
168 МТУ-80ВГ		0,020	0,103	0,017	0,116	0,012	0,054
169 МТУ-100ВГ		0,071	0,310	0,093	0,311	0,031	0,163
170 МТП-127Г		0,010	0,273	0,012	0,482	0,006	0,157
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,128	0,314	0,152	0,243	0,051	<b>0,178</b>
171 SWR-150	Sunnda Corporation, США	0,487	—	—	—	—	0,487
172 SWR-250		0,279	—	—	—	—	0,279
173 SWR-350		0,150	—	—	—	—	0,150
174 SWR-450		0,157	—	—	—	—	0,157
175 SWR-550		0,132	—	—	—	—	0,132
176 SWR-650		0,096	—	—	—	—	0,096
177 SWR-750		0,086	—	—	—	—	0,086
178 SWR-1000		0,122	—	—	—	—	0,122
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,189	—	—	—	—	<b>0,189</b>
179 Mustang-1	Mustang Well Services Ltd., Канада	0,294	0,057	0,064	0,598	0,466	0,296
180 Mustang-2		0,204	0,236	0,180	0,787	0,454	0,372
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,249	0,147	0,122	0,693	0,460	<b>0,334</b>
181 RR 300	The George E. Failing Co, США	0,223	0,816	0,587	0,793	0,497	0,583
182 RR 400		0,340	0,414	0,314	0,848	0,405	0,464
183 RR 600		0,274	0,506	0,308	0,951	0,448	0,497
Рейтинг виробника за сукупною номенклатурою виробництва		0,279	0,579	0,403	0,864	0,450	<b>0,515</b>
184 50 DD	International Petroleum Services Inc, США	0,320	0,040	0,052	0,970	0,975	<b>0,471</b>
185 Apex-2	Apex Well Servicing Inc., США	0,150	0,121	0,070	0,384	0,123	<b>0,170</b>
186 TB 1300 V	Satvia Maschinen-Bohrgerätebau GmbH, ФРН	0,015	—	—	—	—	<b>0,015</b>
187 MR 3500	Drillmec SPA, Італія	—	0,724	—	—	—	<b>0,724</b>
188 C400	Hubbard Enterprises Llc., США	—	0,552	—	0,994	—	<b>0,773</b>
190 XJ400	Beijing Forpetro Sino-Rig Co, КНР	0,234	0,351	0,233	0,232	0,049	<b>0,220</b>
191 SR500	Rykar Industries Ltd., США	0,249	0,379	0,256	0,549	0,098	<b>0,306</b>
192 Ideco H30	Ideco Dresser Industries, США	0,307	0,891	0,715	0,634	0,282	<b>0,566</b>
193 XJ650	Petrochemical Machinery Manufact. Co, КНР	0,416	0,655	0,605	0,756	0,307	<b>0,548</b>
194 УПР-60/80 Б	ЗАТ «Industrial Point», Росія	0,510	0,391	0,401	0,299	0,215	<b>0,363</b>
195 P-125	АТВТ ВЗБТ, Росія	0,437	0,908	0,831	0,424	0,129	<b>0,546</b>
196 AD 520	Bentec Drilling & Oilfield Division, ФРН	0,548	0,356	0,430	0,134	0,055	<b>0,305</b>
197 АПРС-32	ТОВ «Інформресурс», Росія	0,868	0,494	0,677	0,213	0,883	<b>0,627</b>
198 УРГ-32	Зеленодольський завод ім.А.М.Горького, Росія	0,739	0,290	0,477	0,146	0,773	<b>0,485</b>
199 АЕ 310	Deutag, ФРН	0,574	0,540	0,610	0,125	0,264	<b>0,423</b>

Примітки до таблиці 3:

Умовні позначення в наголовку:

- 1) - рейтинг за показником питомої вантажопідйомності  $P_{\text{доп}}/L_{\text{макс}}$ ;
- 2) - рейтинг за показником питомої потужності привода  $N_{\text{пр}}/P_{\text{доп}}$ ;
- 3) - рейтинг за показником питомої потужності привода  $N_{\text{ол}}/L_{\text{макс}}$ ;
- 4) - рейтинг за показником питомої матеріаломісткості  $M/P_{\text{доп}}$ ;
- 5) - рейтинг за показником питомої матеріаломісткості  $M/L_{\text{макс}}$ ;

$\Sigma/n$  - результуючий рейтинг моделі за сукупністю «n» показників.

У стовпці 8 величина  $\Sigma/n$ , виділена шрифтом Bold, є приведеним рейтингом продукції виробника за розглянутою номенклатурою і за сукупністю «n» показників.



турі фонду експлуатаційних свердловин. Більшість виготовлених в Україні ремонтних агрегатів реалізують СПО із горизонтальним вкладанням НКТ і насосних штанг, мають низький рівень механізації трудомістких операцій, незадовільну комплектацію контрольно-вимірвальними приладами і засобами автоматики.

Результати проведених досліджень рекомендуються до практичного використання працівникам проектно-конструкторських і науково-дослідних галузевих установ, машинобудівних підприємств для оцінки конкурентоспроможності проекрованої та освоюваної виробництвом продукції, працівникам механо-енергетичних служб нафтогазовидобувних підприємств при вирішенні задач оновлення експлуатованого парку підйомних агрегатів.

З появою значних змін у світовій номенклатурі виробництва підйомних агрегатів запропоновані вище результати легко актуалізуються шляхом вилучення застарілих моделей, додавання нових та віднаходження відповідних апроксимуючих функцій за оновленими даними.

### **Література**

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

2 Крижанівський Є.І. Параметри підйомного комплексу мобільних установок для буріння і ремонту свердловин [Текст] / Є.І.Крижанівський, Ю.В.Міронов // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2002. – № 4(5). – С.95-105.

*Стаття надійшла до редакційної колегії  
27.06.12*

*Рекомендована до друку професором  
Дрогомирецьким Я.М.*