

Виробничий досвід

УДК 622.245.73

АНАЛІЗ ВІДМОВ МОРСЬКОГО ПРОТИВИКИДНОГО ОБЛАДНАННЯ

Б.В. Копей, Р.В. Іванків, Ю.Р. Мосора

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 727146,
e-mail: koreyb@nuing.edu.ua*

Проаналізовано дані, зібрані з 83 свердловин, що бурилися в акваторіях морів глибиною від 400 до 2100 м. В комплексі обладнання морських бурових установок відіграє важливу роль протівикидне обладнання. В даний час невирішеними залишаються питання надійності підводного ПВО. Метою досліджень є оцінка надійності морського протівикидного обладнання, що використовується при бурінні свердловин в акваторіях морів. В ході аналізу побудовано діаграму залежності виникнення відмов елементів ПВО від глибини акваторії, діаграму залежності часу простою елементів ПВО від глибини акваторії, графік залежності втраченого часу, який витрачається на усунення відмов протівикидного обладнання, від глибини акваторії, де проводиться буріння, діаграму кількості відмов різних елементів ПВО, що припадає на один день експлуатації обладнання, діаграму середнього часу простою різних елементів ПВО, що припадає на один день експлуатації обладнання. Опрацювання даної інформації дає змогу зробити висновок про найбільш ненадійні елементи морського протівикидного обладнання, вплив глибини акваторії на надійність морського ПВО та фінансові і матеріальні втрати, що мають місце при відмовах даного обладнання.

Ключові слова: буріння в морі, морське протівикидне обладнання, превентор, відмови.

Проанализированы данные, собранные из 83 скважин, что бурились в акваториях морей глубиной от 400 до 2100 м. В комплексе оборудования морских буровых установок играет важную роль противовыбросовое оборудование. В настоящее время нерешенными остаются вопросы надежности подводного ПВО. Целью исследований является оценка надежности морского противовыбросового оборудования, используемого при бурении скважин в акваториях морей. В ходе анализа построено диаграмму зависимости возникновения отказов элементов ПВО от глубины акватории, диаграмму зависимости времени простоя элементов ПВО от глубины акватории, график зависимости утраченного времени, которое уходит на устранение отказов противовыбросового оборудования, от глубины акватории, где проводится бурение, диаграмму количества отказов различных элементов ПВО, приходящейся на один день эксплуатации оборудования, диаграмма среднего времени простоя различных элементов ПВО, приходящейся на один день эксплуатации оборудования. Обработка данной информации позволяет судить о наиболее ненадежных элементах морского противовыбросового оборудования, влияние глубины акватории на надежность морского ПВО и финансовые и материальные потери, имеющие место при отказах данного оборудования.

Ключевые слова: бурения в море, морское противовыбросовое оборудование, превентор, отказ.

The article analyzed data collected from 83 wells that have been drilled in the waters of the seas of 400 to 2100 m depth. In the complex machinery of marine drilling rigs, blowout equipment plays an important role. Currently, reliability of underwater blowout preventer equipment (BPE) remains unresolved. During the analysis the diagram of air protection elements failures subject to the depth of waters, the dependency diagram of the downtime BPE elements on the water depth, the chart of dependency of the lost time spent to eliminate blowout equipment failures, on the depth of waters where the drilling occurs, the diagram of quantity of failures of different BPE elements that appears during one-day equipment operation, the diagram of the average downtime of various BPE elements during the one-day operation of the equipment were constructed. The information processing allows to judge about the most unreliable elements of the sea BPE, the impact of deep waters on the reliability of blowout equipment and financial and material costs that occur in case of equipment failure.

Keywords: drilling in the sea, marine BPE, preventer, failure.

Вступ. Основними напрямками розвитку паливно-енергетичного комплексу України визначені головні завдання галузі: підвищення темпів і ефективності розвитку економіки на базі прискорення науково-технічного прогресу, технічне переоснащення й реконструкція výro-

бництва, інтенсивне використання виробничого потенціалу, удосконалювання системи керування. При цьому передбачене забезпечення видобутку достатньої кількості нафти, газу й газового конденсату за рахунок розвитку галузі шляхом введення в розробку великого числа

нових нафтогазових родовищ. З часом родовища на суходолі майже вичерпалися, тому актуальним стало питання розробки нафтогазових родовищ на континентальному шельфі.

Важливу роль в комплексі обладнання морських бурових установок відіграє противикидне обладнання. Воно повинно відповідати всім вимогам, які обумовлені техніко-технологічними і гірничо-геологічними умовами роботи при спорудженні свердловини, а також відповідати всім експлуатаційним показникам та володіти високою надійністю.

Аналіз досліджень і публікацій. Дослідженню процесу герметизації устя свердловини присвячено роботи І.В. Костриби, У.К. Гоінса, Р. Шеффілда, С.Г. Бабаєва, А.А. Данієляна, В.А. Калентьева, О.А. Блохіна, Д.В. Римчука, В.Г. Шульги [5], Г.М. Гульянца [2], В.Д. Шевцова та ін. Аналіз опублікованих праць у даному напрямі досліджень та недавні аварії на морських родовищах світу свідчать, що існують певні проблеми під час експлуатації противикидного обладнання, що використовується при бурінні свердловин на морі. Тому проблема підвищення надійності противикидного обладнання є актуальною і потребує подальшого розвитку.

Висвітлення невирішених раніше частин загальної проблеми. Невирішеними на даний час залишаються питання надійності підводного ПВО, зокрема, не вивчена інтенсивність відмов превенторів та їх складових частин, інтенсивність відмов ліній глушення, райзерів тощо.

Постановка задачі дослідження. Метою досліджень є оцінка надійності морського противикидного обладнання, що використовується при бурінні свердловин в акваторіях морів.

На рисунку 1 зображено типову превенторну збірку, що використовується на свердловинах з підводним розміщенням устя.

Під час експлуатації обладнання з ладу можуть виходити такі елементи противикидного обладнання:

- головна система керування,
- лінії глушіння та дроселювання,
- клапани ліній глушіння та дроселювання,
- плашкові превентори,
- універсальний превентор,
- гнучкі муфти,
- з'єднувачі.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дані щодо противикидного обладнання були отримані з свердловин, що були пробурені в США (Мексиканська затока). Всі свердловини класифікуються як глибоководні свердловини. Глибоководні свердловини визначаються, як свердловини глибші ніж на 400 метрів (1312 футів). Фактична глибина води для свердловин коливається від 407 м до 2050 м (від 1335 до 6725 футів). Більшість свердловин пробурено в період з 2000 до 2001 року. Чотири свердловини було пробурено до цього періоду і одна після нього.

Під час збирання даних про надійність ПВО, було розглянуто лише період буріння. Період буріння це час від початку буріння до залишення місця буріння. Якщо буріння охоплювало регулярне тестування свердловини, то цей процес розглядається як частина буріння свердловини. Капітальний ремонт не включений.

Загальна кількість різних свердловин, де використовувалось підводне ПВО, що входить в дослідження, становить 83. Бокові відводи ствола свердловини розглядалися як окремі свердловини.

В таблиці 2 наведено типи даних, які збиралися в ході дослідження та джерела, з яких ці дані були отримані.

Основним джерелом даних для цього дослідження були щоденні звіти по бурінню із свердловин, що були включені в дослідження.

Хронологічний опис діяльності у щоденних звітах буріння був дуже важливим, але також і спостереження на родовищах в багатьох випадках надають додаткову інформацію про відмову.

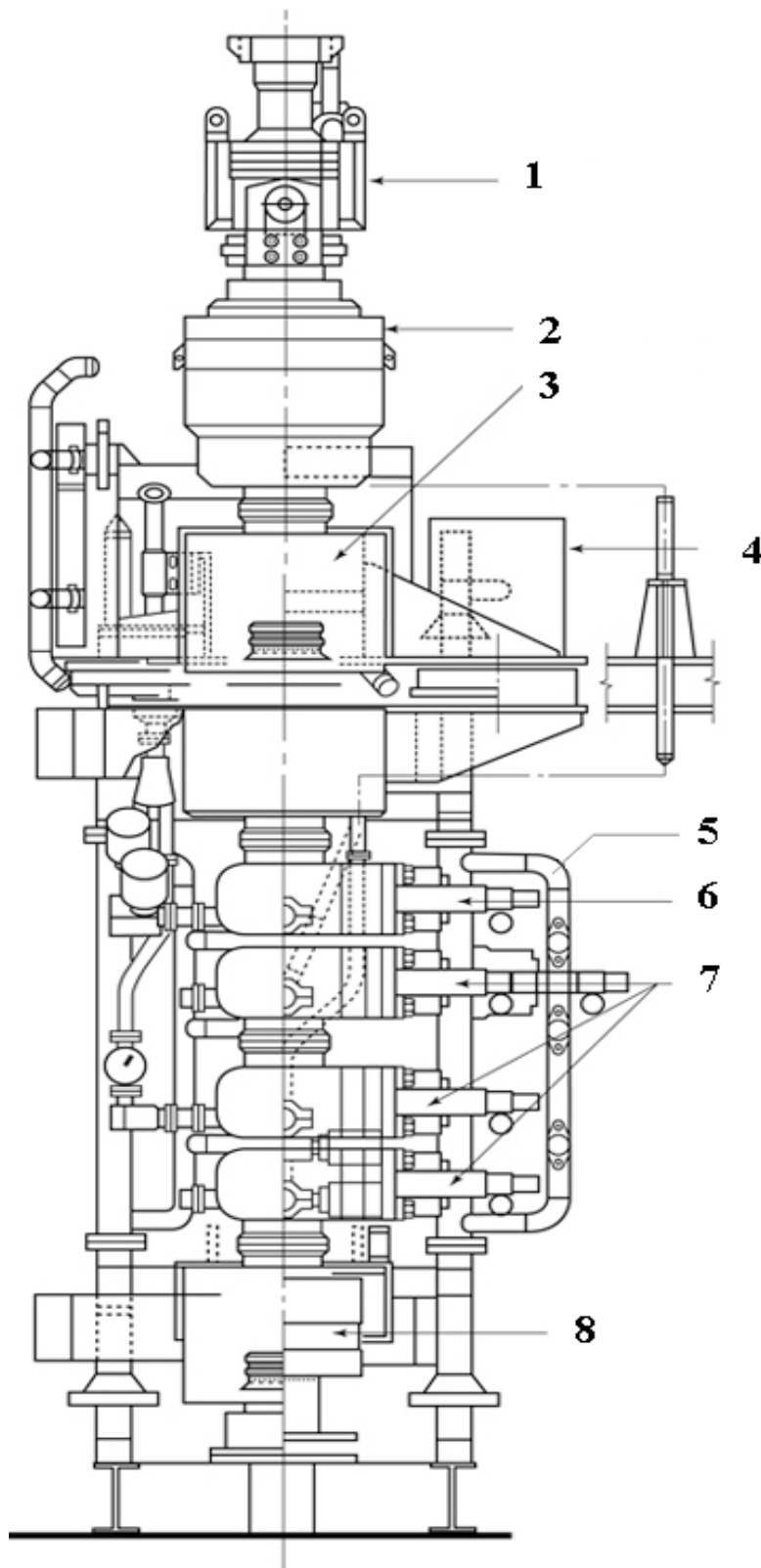
Інформація про бурові установки та ПВО також було складено на основі інструкцій з експлуатації мобільних бурових установок [8], в тому числі огляд морських бурових установок. Деяку інформацію було також зібрано з домашніх сторінок бурових підрядників в мережі інтернет.

Як видно з таблиці 3 є деякі відмінності між різними блоками ПВО. Лише шість із 26 блоків мають один кільцевий превентор. Один із блоків має два зрізаючих превентори.

Більшість блоків мають поєднання постійних плашок та плашок змінного діаметру. Дві установки мають тільки плашки змінного діаметру, в той час як одна має лише постійні плашки. Слід зазначити, що розташування плашок змінного діаметру змінюється. Інколи вважають за краще, щоб плашка змінного діаметру була нижньою трубною плашкою, в той час коли в більшості випадків встановлюють фіксовану плашку, як нижню трубну плашку.

Кількість штуцерів та глухих клапанів значно відрізняється. Для половини блоків ПВО використовується вісім клапанів. П'ять установок мають десять клапанів, а дві установки мають тільки чотири клапани. Тільки два блоки ПВО з 26, включених у дослідження мають нижній штуцер та глуху лінію виходу над нижньою трубною плашкою, в той час як залишається 24 блоки ПВО, розташованих нижче трубних плашок.

Крім того, деякі установки мають так звані глухі і запірні клапани, які знаходяться в лініях дроселювання і глушіння. Ці клапани, в принципі, ідентичні дроселюючим і запірним клапанам, але вони, як правило, відкриті. Основна мета цих клапанів є надання можливості перевірити дроселюючі лінії та лінії глушіння, коли дані лінії експлуатуються. Ці клапани не включені в дослідження як окремі елементи. Вони розглядаються як частина дроселюючих ліній та ліній глушіння.



1 – гнучка муфта; 2 – універсальний превентор; 3 – з’єднувач; 4 – система керування превенторами;
5 – гідравлічні лінії керування; 6 – плашковий зрізаючий превентор; 7 – плашковий превентор;
8 – перевідник колонної головки

Рисунок 1 – Типова превенторна збірка підводного ПВО

Таблиця 1 – Огляд свердловин, операційних днів і бурових установок для різних глибин

Глибина акваторії, м	Кількість свердловин, шт	Кількість днів, коли експлуатувалося ПВО	Бурові судна з динамічним позиціонування, шт	Напівзанурені платформи з динамічним позиціонуванням, шт	Заякорені платформи, шт
400-600	30	1350	-	-	30
600-800	10	573	-	-	10
800-1000	10	521	-	-	10
1000-1200	18	644	-	-	18
1200-1400	6	475	-	-	6
1400-1600	2	140	2	-	-
1600-1800	4	169	3	-	1
1800-2100	3	137	3	-	-
Всього	83	4009	8	-	75

Таблиця 2 – Типи даних, які збиралися та джерела їх інформації

Тип даних	Джерело інформації
Дані про неполадки ПВО	Щоденні звіти по бурінню

Таблиця 3 – Перелік блокових конфігурації для різних морських систем противикидного обладнання, що були включені в дослідження

Система ПВО, н/п	Кількість елементів системи ПВО							Головна система керування	Приблизна глибина свердловин, м	
	Універсальний превентор	Превентор	Зрізачий превентор	Трубний превентор	Запірний пристрій превентора	Постійний трубний превентор	Клапани (дроселюючі/для глушіння)		Мін.	Макс.
1	2	4	1	3	0	3	8	Гідр.	590	700
2	1	5	1	4	2	2	8	Гідр.	450	450
3	1	4	1	3	1	2	8	Гідр.	450	530
4	2	4	1	3	1	2	10	Опт.вол.	1410	1790
5	2	4	2	2	1	1	10	Опт.вол.	1960	2020
6	2	4	1	3	1	2	10	Гідр.	990	990
7	2	4	1	3	2	1	8	Гідр.	540	650
8	2	4	1	3	1	2	8	Гідр.	630	1090
9	2	4	1	3	1	2	6	Гідр.	520	520
10	1	4	1	3	2	1	8	Гідр.	1310	1310
11	2	4	1	3	1	2	6	Гідр.	570	570
12	2	4	1	3	1	2	8	Гідр.	600	1110
13	2	4	1	3	1	2	8	Гідр.	1160	1160
14	2	4	1	3	2	1	8	Гідр.	410	630
15	2	4	1	3	2	1	8	Гідр.	440	630
16	2	4	1	3	1	2	6	Гідр.	780	1050
17	2	4	1	3	2	1	10	Гідр.	1110	1110
18	2	4	1	3	1	2	6	Гідр.	440	520
19	1	4	1	3	1	2	6	Гідр.	1100	1120
20	1	4	1	3	1	2	4	Гідр.	540	540
21	2	4	1	3	1	2	4	Гідр.	600	600
22	1	4	1	3	3	0	8	Гідр.	1230	1300
23	2	4	1	3	3	0	8	Гідр.	1620	1620
24	2	4	1	3	1	2	6	Гідр.	720	720
25	2	4	1	3	2	1	8	Гідр.	910	910

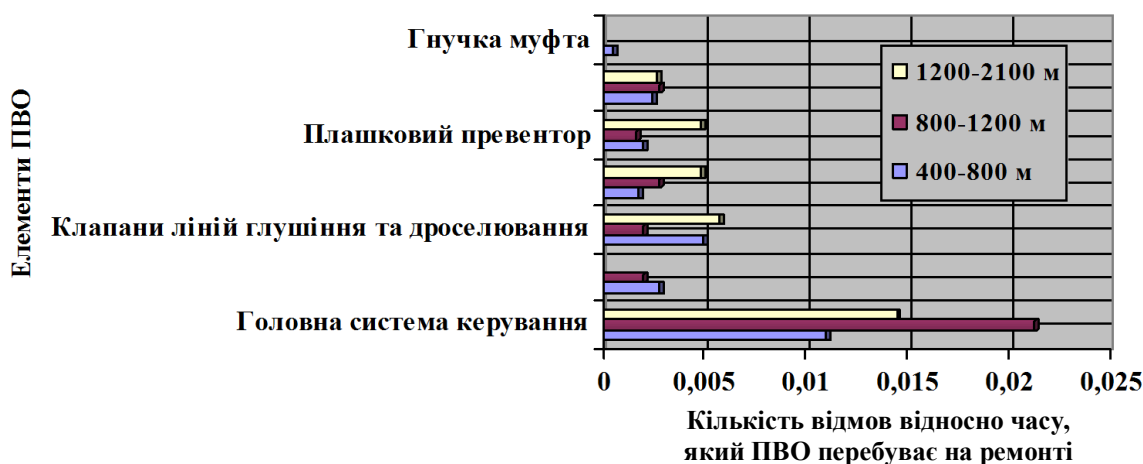


Рисунок 2 – Діаграма залежності виникнення відмов елементів ПВО від глибини акваторії

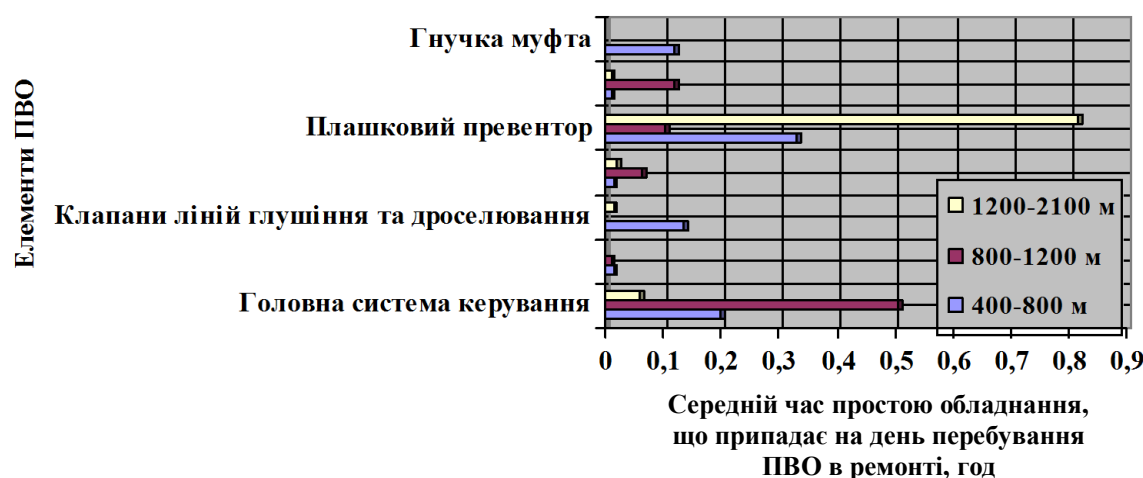


Рисунок 3 - Діаграма залежності часу простою елементів ПВО від глибини акваторії

Жодна з установок, включених у дослідження, не має акустичної резервної системи управління ПВО. Ці системи є обов'язковими в Норвегії, і введені в глибоководне буріння в Бразилії. Акустична система резервного копіювання використовується для закриття ПВО у випадку коли стояк відключають від ПВО, щоб уникнути нещасного випадку.

На рисунку 2 зображено залежність кількості відмов різних елементів морського ПВО від глибини акваторії моря, де проводиться буріння.

З огляду статистичних даних можемо сказати, що найчастіше відмовляє система керування, причому на всіх інтервалах глибин. Це зумовлено складними умовами її роботи, такими як корозійне середовище морської води, хвильові навантаження, гідростатичний тиск товщі води, низька температура навколишнього середовища. Найрідше виходить з ладу гнучка муфта райзера.

На рисунку 3 відображено залежність часу простою, тобто часу, який витрачається на ремонт, монтаж та обслуговування різних елементів морського ПВО від глибини акваторії, де проводиться буріння. Як видно з діаграми най-

більший час простою має місце при неполадках пов'язаних із головною системою керування на інтервалі глибин акваторії моря 800-1200м, а також із неполадками плашкового превентора на інтервалах глибин акваторії 400-800м і 1200-2100м.

Також виявлено залежність часу, що витрачається на усунення відмов від глибини акваторії, де проводиться буріння. Звідси бачимо, що чим більша глибина акваторії, тим більше часу витрачається на ремонт, монтаж та обслуговування обладнання.

Побудовано графік залежності часу простою всього комплексу бурового обладнання від глибини акваторії моря, де проводиться буріння (рисунок 4).

На діаграмі (рисунок 5) приведено кількість відмов, яка припадає на один день експлуатації превенторної збірки з підводним розташуванням устя та розподіл відмов на кожен елемент превенторної збірки. Із діаграми видно, що найбільша кількість відмов припадає на головну систему керування, а найменша – на гнучку муфту, відповідно головна система керування є найменш надійним елементом підводної превенторної збірки.

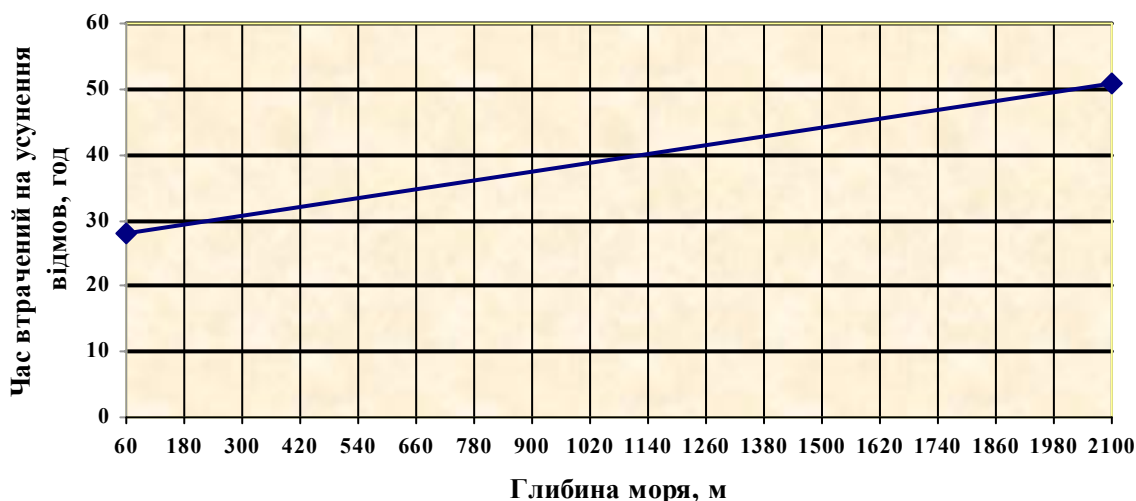


Рисунок 4 – Графік залежності витраченого часу, який йде на усунення відмов противикидного обладнання, від глибини акваторії, де проводиться буріння

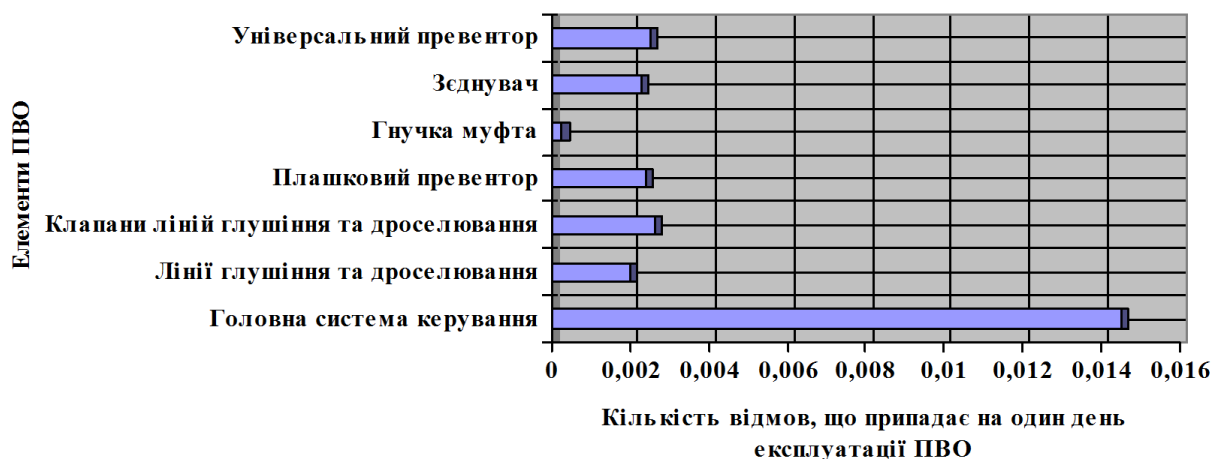


Рисунок 5 – Діаграма кількості відмов різних елементів ПВО, що припадає на один день експлуатації обладнання

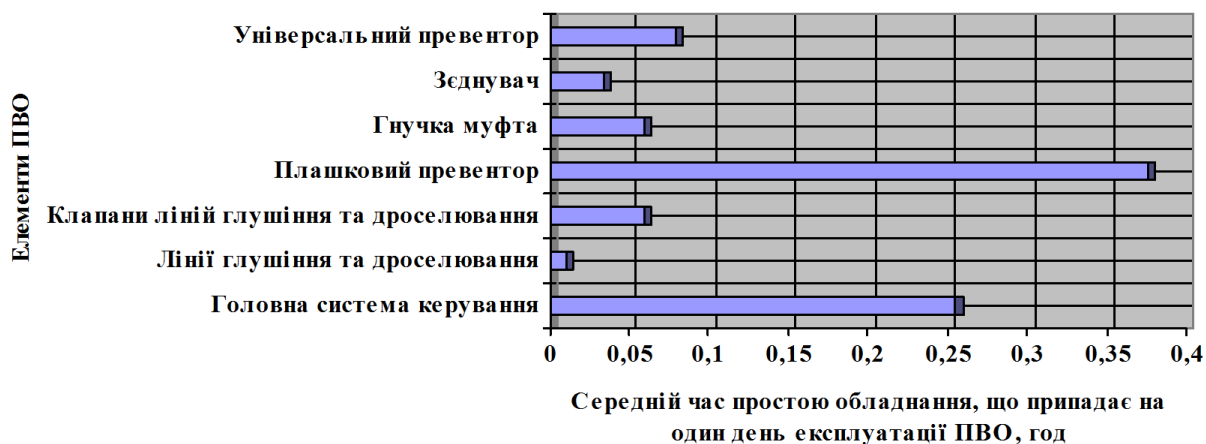


Рисунок 6 – Діаграма середнього часу простою різних елементів ПВО, що припадає на один день експлуатації обладнання

З діаграми, наведеної нижче (рисунок 6), можемо судити про середній час простою обладнання, що припадає на один день експлуатації превенторної збірки, при виході з ладу того чи іншого елемента. Проаналізувавши дані діаг-

ра ми можемо сказати, що найбільше часу витрачається на ремонт чи заміну плшкових превенторів та головної системи керування, а найменше – на відновлення робоздатності ліній глушіння та доселювання.

Висновки

В ході аналізу аварійності морського противикидного обладнання було встановлено, що із збільшення глибини акваторії моря, відповідно збільшується час, який витрачається на усунення неполадок та аварій. Незалежності від глибини акваторії моря, де проводиться буріння, найменш надійним елементом превенторних збірок є головна система керування, що підтверджується опрацьованими даними. Аналіз відмов морського ПВО дає можливість судити про найбільш вірогідні відмови, що можуть мати місце при експлуатації противикидного обладнання в морі, та оцінити втрати часу і грошей, що будуть витрачені на усунення неполадок, що, в свою чергу дозволить більш ефективно експлуатувати, ремонтувати та обслуговувати даний вид обладнання. Напрямами наступних досліджень можуть бути шляхи підвищення надійності підводного ПВО.

Література

- 1 Абубакиров В.Ф. Буровое оборудование: Справочник в 2-х томах. Том 1 / В.Ф. Абубакиров, В.А. Архангельский, Ю.Г. Буримов, И.Б. Малкин. – 2000. – 254 с.
- 2 Гульянц М.Г. Справочное пособие по противовыбросовому оборудованию скважин / М.Г. Гульянц. – М.: Недра, 1983. – 342 с.
- 3 ДНАОП 1.1.21-20-03 Правила безпеки у нафтогазовидобувній промисловості України. К., 2004. – 124 с.
- 4 Иогансен К.В. Спутник буровика: Справочник / К.В. Иогансен. – М.: Недра, 1990. – 294 с.
- 5 Шульга В.Г. Устьевое оборудование нефтяных и газовых скважин: Справочная книга / В.Г. Шульга, Е.И. Бухаленко. – М.: Недра, 1978. – 235 с.
- 6 Holand, P., Reliability of Subsea BOP Systems for Deepwater Application, SINTEF Report STF38 F97417, Trondheim, Norway, 1997.- 62 p.
- 7 Rausand M. Reliability of Subsea BOP Systems. SINTEF Report STF18, F83003, Trondheim, Norway, 1983.- 56 p.
- 8 The Guide to Mobile Drilling Units / Dayton's, Oilfield Publications Limited, United Kingdom, 1989. – 34 p.
- 9 World Oil, December issues (1993-1997), Gulf Publishing Company, Houston, TX, USA.
- 10 Blowout Preventer (BOP), Data Collection and Reliability Analyses Tool, Users' manual, SINTEF Industrial Management, Safety and Reliability, Trondheim, Norway, 1997.- 84 p.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
27.04.13*

*Рекомендована до друку
професором Івасівим В.М.
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)
професором Хоминцем З.Д.
(ТзОВ «ЕМПІ-сервіс», м. Івано-Франківськ)*