

вільному краю трубопроводу майже рівні. Це свідчить про те, що під час опускання значно більші внутрішні зусилля виникають на ділянці від закріпленого кінця трубопроводу до середини. Тобто на цій ділянці в першу чергу може відбутися руйнування. Таким чином, застосовуючи подібні графіки, можна контролювати внутрішні зусилля та моменти як по всій довжині трубопроводу, так і в конкретному перерізі під час всього інтервалу опускання.

Практика використання методики при розв'язанні тестових задач засвідчила, що для достатньої впевненості в достовірності отриманих результатів необхідно пересвідчитися в збіжності інтегрування розв'язуваних рівнянь. Однією з таких ознак є візуальне спостереження з допомогою комп'ютерної графіки за геометрією об'єкта, що досліджується, безпосередньо в процесі розв'язання на будь-якому кроці інтегрування. Якщо з якихось причин (неправильно вибрані початкові умови, неправильно задані навантаження, неправильно вибрана величина кроку навантаження тощо) задача чисельно не розв'язується, то це, крім програмного контролю, відразу відображається на дисплеї комп'ютера у вигляді нелогічно розташованих геометричних форм трубопроводу.

### Висновки

Застосовуючи запропоновану методику, можна без значної перебудови обчислювальних алгоритмів змінювати характер дії навантажень, отримувати необхідні параметри НДС елементів трубопроводів. При деяких реально-діючих обставинах (наприклад, при раптовому прикладенні будь-якого навантаження, втраті

тації, ефективно працюють при різних експлуатаційних умовах.

Беручи до уваги сучасні вимоги поліпшення експлуатаційної якості бурового обладнання, в нормативних документах приділено значну увагу виявленню фактичного стану його працездатності. Згідно з діючими нормативами, що мають узагальнений підхід до несучих конструкцій, строки їх експлуатації обмежуються 9-15 роками. Такий підхід деякою мірою забезпечує 100% надійність конструкцій. Однак розстійкості, зміні жорсткості внаслідок аварії) виникає необхідність припинити розв'язання і після зміни певних параметрів задач відновити його знову, починаючи з перерваного кроку. Алгоритм розроблених підпрограм передбачає можливість зміни дії навантаження на будь-якому кроці числового інтегрування за допомогою „запам'ятовування” попереднього кроку, а також на будь-якому інтервалі сукупності точок дискретизації. Простота використання, наочність, швидкість отримання результатів роблять методику зручною для використання інженерами під час розрахункових та укладальних робіт.

### Література

1. Деркач М.П., Крупський Б.Л., Гладун В.В. Подальші пошуково-розвідувальні роботи на нафту і газ в акваторіях Чорного і Азовського морів (український сектор) // Нафт. і газова промисловість. – 2001. – №4. – С. 6-9.
2. Кравцов В.І. Механіка гнучких морських конструкцій. – К.: Наукова думка, 1999. – 132 с.
3. Попов Е.П. Теория и расчет гибких упругих стержней. – М.: Наука, 1986. – 294 с.

УДК 622.242.32

## ДО РОЗРАХУНКУ БУРОВИХ ВИШОК НА ВІТРОВІ НАВАНТАЖЕННЯ

С.Л.Свід

ДП "Чернігівнафтогазгеологія" НАК "Надра України", 14000, м. Чернігів, вул Шевченка, 15, тел. (04622) 73423

*Осуществлен анализ отечественных и зарубежных направлений относительно сочетаний полезных и ветровых нагрузок, которые воздействуют на несущие конструкции спуско-подъемного комплекса буровых установок. На основании проведенных исследований рекомендуется ввести в действующие нормативы, откорректированные к реально эксплуатационно-экономическому использованию расчетные параметры ветровых нагрузок.*

*The analysis of domestic and foreign directions concerning combinations of useful and wind loadings is carried out which influence bearing designs of a descent-elevating complex of chisel installations. On the basis of the carried out researches it is recommended to enter into the working specifications settlement parameters updated to real to operational-economic use of wind loadings.*

Вивчення критеріїв працездатності обладнання бурових установок, в тому числі і несучих конструкцій спуско-підіймального комплексу, потребує широкого спектра наукових досліджень, які пов'язані з тим, що більшість бурових установок, в яких вийшов строк експлуа-

ційності в нормативній і технічній документації ставить проблему перед виробниками, які вважають, що в процесі експлуатації несучі конструкції та обладнання бурових установок неповністю замартизовуються, і при такому підході відбувається відбракування обладнан-

ня, ще придатного до подальшої експлуатації. Слід зазначити, що вітчизняний і зарубіжний досвід експлуатації бурових вишок засвідчує недоцільність проведення розрахунку конструкцій в межах чинних нормативів, оскільки [1]:

- технічний стан бурових вишок після проходження нормативного терміну експлуатації залишається задовільним;

- випадків руйнування бурових вишок в процесі випробувань, а також в ході експлуатаційних навантажень не відмічалось.

Тому на даний час нормативними документами Російської федерації були скоректовані строки експлуатації нових конструктивних елементів спуско-підйомного комплексу, а саме, бурових вишок, які на даний час мають експлуатаційні обмеження терміном до 20 років [2, 3].

Через те, що в процесі спорудження свердловин навантаження на несучі конструкції та обладнання бурових установок обмежуються в інтервалах (0,4÷0,6) паспортних навантажень, а пікові граничні навантаження при цьому становлять всього 95% від часу експлуатації, ставиться питання про проведення корегування поєднань експлуатаційних і вітрових навантажень. Однак на даний час відсутні відповідні методики щодо порядку ведення розрахунку на вітрові навантаження, які мають значні розходження з нормативами стандарту API Spec 4F [4], нормативами американського інституту сталевих конструкцій (AISC) [5] та Російській Федерації [2].

Через відсутність у вітчизняній практиці спеціалізованих нормативів конструювання обладнання здійснюється за нормами СНІП [6], які ґрунтуються на розрахунку будівельних конструкцій і не враховують дійсної роботи конструктивних елементів несучих конструкцій бурових установок в процесі їх експлуатації. Розрахунок несучих конструкцій в процесі проектування на даний час в Україні можна здійснювати згідно з ГСТУ 320.02829777.014-99 [7], яким передбачено з метою виявлення максимальних розрахункових напружень конструктивних елементів спуско-підйомного комплексу здійснювати поділ поєднання навантажень процесів експлуатації несучих конструкцій на чотири стани:

- робочий стан (під час спуску обсадної колони) із врахуванням швидкісного напору вітру —  $q_p = 250$  Па;

- неробочий стан із врахуванням швидкісного напору вітру —  $q_n = 700$  Па;

- монтажний стан із врахуванням швидкісного напору вітру —  $q_m = 150$  Па;

- транспортний стан із врахуванням швидкісного напору вітру —  $q_t = 150$  Па.

На противагу нормативам України в інших країнах для виявлення максимальних розрахункових напружень застосовується зовсім інший підхід.

Так, згідно з нормативними документами Російської Федерації розрахунок конструктивних елементів спуско-підйомного комплексу передбачає такі поєднання:

- робочий стан за наявності пакета свічок із врахуванням швидкості вітру —  $V_p = 20$  м/с;

- неробочий стан із врахуванням швидкості вітру при урагані —  $V_n = 33,5$  м/с;

- монтажний стан та при випробуванні із врахуванням швидкості вітру —  $V_m = 5$  м/с.

Розрахункові поєднання при конструюванні бурових вишок згідно з нормативами API Spec 4F, AISC та інших країн мають такі дані:

- з робочим максимальним навантаженням при спуску обсадних труб або при проведенні ловильних операцій при максимальному навантаженні на гаку  $Q_{max}$  крюкоблока із врахуванням швидкості вітру —  $V_{max} = 30$  км/год [8].

- з робочим навантаженням від бурильного інструменту на гаку, що дорівнює  $0,67 Q_{max}$ , з врахуванням швидкості вітру —  $V_p = 70$  км/год [8];

- бурова вишка, яка укомплектована розрахунковим пакетом свічок, із врахуванням швидкості вітру —  $V_n = 120$  км/год;

- бурова вишка без пакета свічок із врахуванням швидкості вітру —  $V_y = 185$  км/год [9].

При цьому розрахунок бурових вишок в робочому стані рекомендується проводити за нормативами вітрових навантажень для відкритої місцевості.

Згідно з вищенаведеними даними відмінності в нормативах різних фірм унеможливають розвиток узагальненої міждержавної кооперації при імпорті та експорті конструкцій бурових установок, а неврахування реальних діючих вітрових навантажень призводять до значного завищення металомісткості несучих конструкцій спуско-підйомного комплексу вітчизняного виробництва. Тому в першу чергу ми вважаємо за необхідне здійснити корегування даних щодо розрахунку бурових вишок на вітрові навантаження, беручи до уваги світові нароби, зокрема, нормативи AISC і API Spec 4F. Виходячи з аналізу вітчизняних та зарубіжних напрацювань, розрахунок бурових вишок, на нашу думку, повинен включати дві складові: швидкісний напір вітру і швидкість вітру. Величини допустимого напору і швидкості вітру при розрахунку в системі СІ бурових вишок на вітрові навантаження, які прийняті AISC і API Spec 4F, наведені в таблиці 1.

Проведений аналіз засвідчує, що відмінність розрахунку за зарубіжними нормативами [1, 2] на противагу українським [6] та Російської Федерації [2] полягає в більш оптимальному визначенні контактної дії вітрових навантажень на бурові споруди при проведенні окремих видів робіт.

У зв'язку з тим, що чинні нормативи [6] і [2] містять в собі значення, які не входять в систему СІ і при інженерних розрахунках потребують додаткових підрахунків, нами приводиться виведення перевірної формули для розрахунку швидкісного напору вітру.

Величину швидкісного напору вітру можна знайти, виходячи з формули [6]

Таблиця 1 – Розрахункові величини допустимого напору вітру при розрахунку в системі СІ бурових вишок на вітрові навантаження за нормативами AISC і API

Найменування параметрів	Швидкість вітру, V		Напір вітру, МПа
	км/год	м/с	
Бурова установка без комплекту свічок поза пальцем	185	51,5	16,522 x 10 <sup>-4</sup>
Бурова установка з комплектом свічок поза пальцем	120	33,4	6,949 x 10 <sup>-4</sup>
Навантаження на гаку від маси бурильної колони 0,67 Q <sub>max</sub>	70	19,5	2,362 x 10 <sup>-4</sup>
Максимальне навантаження на гаку Q <sub>max</sub> (спуск обсадних труб або проведення ловильних операцій)	30	8,35	0,442 x 10 <sup>-4</sup>

Таблиця 2 – Порівнювальні дані нормативних показників

Найменування нормативів	Швидкість вітру, V м/с				Напір вітру, МПа			
	1 стан	2 стан	3 стан	4 стан	1 стан	2 стан	3 стан	4 стан
ГСТУ 320.02829777.014 -99	15,5		22,0	34,0	1,5 x 10 <sup>-4</sup>		2,5 x 10 <sup>-4</sup>	7,0 x 10 <sup>-4</sup>
Російської федерації	5,0		20,0	33,5	0,25 x 10 <sup>-4</sup>		2,42 x 10 <sup>-4</sup>	6,95 x 10 <sup>-4</sup>
АНИ СТД 4Е		8,4	19,5	33,4		0,44 x 10 <sup>-4</sup>	2,36 x 10 <sup>-4</sup>	6,94 x 10 <sup>-4</sup>

Таблиця 3 – Розрахункові параметри вітрових навантажень

Швидкість вітру, V м/с				Напір вітру, МПа			
1 стан	2 стан	3 стан	4 стан	1 стан	2 стан	3 стан	4 стан
5,0	8,4	22,0	34,0	0,254 x 10 <sup>-4</sup>	0,44 x 10 <sup>-4</sup>	2,5 x 10 <sup>-4</sup>	7,0 x 10 <sup>-4</sup>

$$q_0 = \frac{(a \cdot V)^2}{16}, \quad (1)$$

де:  $q_0$  – швидкісний напір вітру;  
 $V$  – швидкість вітру;  
 $a$  – коефіцієнт швидкості вітру, який згідно з [6] дорівнює

$$a = 0,75 + \frac{5}{V}. \quad (2)$$

На основі того, що мінімальна швидкість вітру при розрахунку бурових вишок для робочих навантажень в зарубіжній практиці становить від  $V = 8,4$  до  $V = 30$  м/с, коефіцієнт швидкості вітру може становити

$$a = 0,75 + \frac{5}{8,4(30)} = 1,32(0,92).$$

Згідно з нормативами [6] необхідно застосувати при практичних розрахунках коефіцієнт швидкості вітру  $a \leq 1$ . Для ведення інженерних розрахунків величину цього коефіцієнта можна прийняти  $a = 1$ .

Підставивши значення коефіцієнта швидкості вітру в формулу (1), одержимо

$$q_0 = \frac{V^2}{16} \quad (\text{кГс/м}^2). \quad (3)$$

При розрахунку величини швидкісного напору вітру в системі СІ формула (3) набуде такого вигляду:

$$q_0 = 6,25 \cdot 10^{-7} \cdot V^2 \quad (\text{МПа}). \quad (4)$$

Використовуючи формулу (4), нами були вираховані розрахункові величини напору вітру для неробочого і робочого стану навантажень бурової вишки. З метою прийняття відповідних рішень щодо практичного застосування розрахункових величин вітрових навантажень нами здійснено їх порівняння. В ході порівнянь поєднання корисних та вітрових навантажень були розглянуті в чотирьох станах:

1 стан — поєднання вітрових навантажень з монтажними та навантаженнями, що застосовуються при випробуванні;

2 стан (робочий) — враховує спуск обсадних труб або проведення ловильних операцій при максимальному навантаженні на гаку —  $Q_{\max}$ ;

3 стан (робочий) — при навантаженні на гаку 0,67  $Q_{\max}$ ;

4 стан (неробочий) — бурова вишка укомплектована розрахунковим пакетом свічок.

Результати порівнювальних даних нормативних показників подані в таблиці 2.

Згідно з цим в роботі Д.Н.Полячека [10] викладені певні сумніви щодо ведення розрахунку бурових вишок за діючими нормативами стосовно вибору вітрових навантажень [6]. Основні твердження Д.Н. Полячека щодо прийняття значень вітрових навантажень для розрахунку бурових вишок практично збігаються з даними розрахунку спуско-підіймального комплексу бурової установки F-320 [8].

Керуючись даними [11], які відображені на графіку річного розподілу швидкості вітру (рисунок 1 — дані приведені для  $V$  вітрового

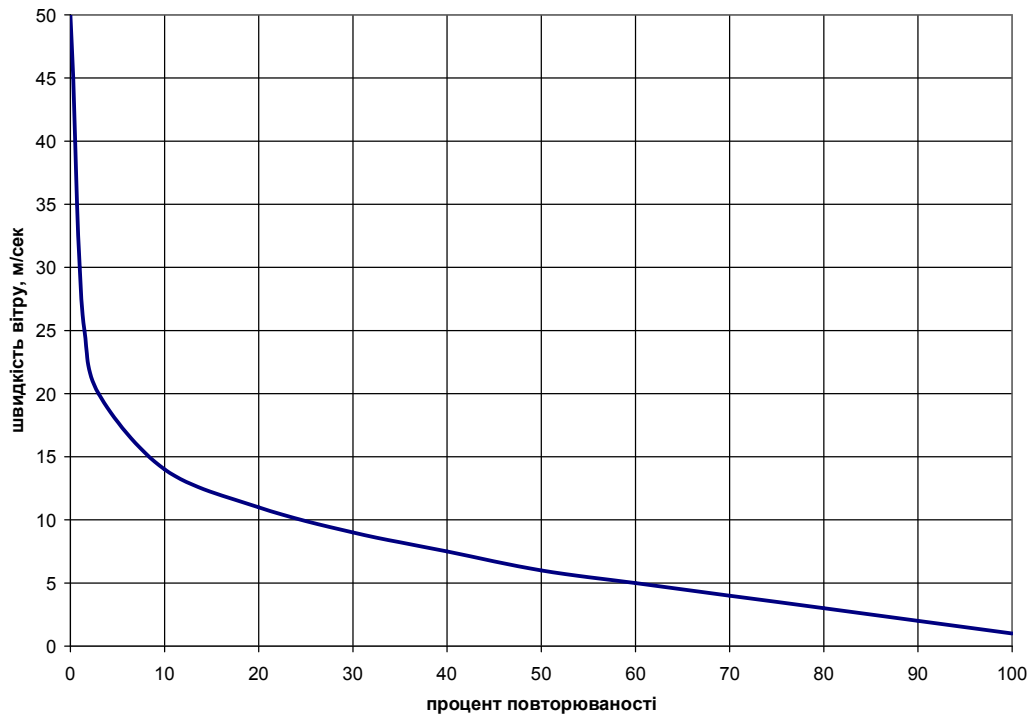


Рисунок 1 – Повторність швидкості вітру для V вітрового району

району), можемо зробити висновок, що максимальний напір вітру, виходячи з його швидкості 20 м/с в районі робочого режиму буріння та спуско-підіймальних операцій, має повторюваність всього 3,5% на рік, а для робіт з максимальним навантаженням при швидкості вітру 8,4 м/с — 35 % на рік.

Оскільки згідно з графіком кривої швидкості вітру (рисунок 1) процент повторності максимального вітрового потоку 34,0 м/с за рік становить всього 0,0001%, то наведені дані в таблиці 2 свідчать про достовірність викладеного. Виконані дослідження свідчать про зниження потенційних можливостей виготовлених в Україні та Російській Федерації бурових вишок, оскільки чинні норми враховують крапкові навантаження від впливу вітру, які відповідають граничній його швидкості в ході робочих процесів. Дані таблиці 2 вказують на незначні розходження в нормах API та AISC від нормативів Російській Федерації.

Керуючись вищенаведеними даними, пропонується в чинні нормативи ввести вказані в табл. 3 розрахункові параметри вітрових навантажень.

### Пропозиції

На основі викладеного для практичного розрахунку несучих конструкцій спуско-підіймального комплексу рекомендується керуватись розрахунковими параметрами вітрових навантажень, наведеними в таблиці 3.

### Висновки

1 Чинні нормативи щодо поєднань корисних та вітрових навантажень на конструктивні

елементи несучих конструкцій бурових установок потребують уточнень.

2 Включення в чинні нормативи наробок даної статті дасть можливість за рахунок врахування реальних діючих вітрових навантажень значно зменшити металомісткість несучих конструкцій спуско-підіймального комплексу, а відповідно знизити їх вартість.

### Література

1. Ильиных А.И., Кудасов Э.А. Несущая способность буровых вышек // Нефт. хоз-во. – 2002. – № 5. – С. 51-52.
2. Сборник инструкций по определению технического состояния вышек буровых установок. – М.: Ассоциация буровых подрядчиков, 1996.
3. Инструкция по проверке технического состояния вышек буровых установок ПО "Уралмаш".
4. API Spec 4F. Specification for Drilling and Well Servicing Structures Second Edition, June 1995.
5. AISC. Manual of Steel Construction. Allowable Stress Design. Ninety Edition, October 1994.
6. СНиП 11-6-74 Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия.
7. ГСТУ 320.02829777.014-99 Неруйнівний контроль та оцінка технічного стану металоконструкцій бурових веж в розібраному і зібраному стані. – 136 с.
8. Инструкция по уходу и эксплуатации и каталог деталей. Буровая установка F-320-ЗДХ-

У-2d / 40Н / Уст. пост. в СССР-1987 в XX томах, Uzina constructors de utilay Patroller "IMai" Ploiesti. – 1987. – Т. VIII. – 397 с.

9. Отчет по научно-исследовательской, опытно-конструкторской работе по теме № 462.3-76 "Исследование развития буровых вышек для морского бурения", этап 3.1. № госрегистрации 76050448. – Свердловск: НИИтяжмаш, 1977. – 95 с.

10. Полячек Д.Н. К расчету буровых вышек на ветровую нагрузку (в порядке обсуждения) // Машины и нефтяное оборудование. – 1970. – №7. – С. 11-14.

11. Анапольская Л.Е., Гандин Л.С. Методика определения расчетных скоростей ветра // Метеорология и гидрогеология. – 1958. –

№ 10. – С. 21-24.

Згідно з законом України "Про охорону праці" [1] одним з головних принципів державної політики в галузі охорони праці є пріоритет життя і здоров'я працівників відносно результатів виробничої діяльності підприємства, повної відповідальності роботодавця за створення безпечних умов праці. Тому заходи з підвищення рівня охорони (безпеки) праці стають першочерговими в загальній системі управління підприємствами будь-якої форми власності. Більше того, загальновизнано, що безпека життєдіяльності у виробничих умовах стає однією із важливих умов гарантованого успіху економічного розвитку держави.

Становище у сфері охорони праці, що

УДК 331.46+331.472

## ПЛАНУВАННЯ ЗАХОДІВ ЗАПОБІГАННЯ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ ТА ПРОФЗАХВОРЮВАНЬ У НАФТОГАЗОВІЙ ГАЛУЗІ

Я.М.Семчук, Й.І.Рошак, Л.І.Костельна

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42196, 42203,  
e-mail: public@ifdtung.if.ua

*Проанализировано состояние производственного травматизма за последние 5 лет в пределах ОАО "Укрнефть". Разработана математическая модель структурно-параметрической оптимизации, которая отображает технические, экономические и социальные аспекты планирования системы мероприятий по охране труда.*

*The state of industrial injustice over the last 5 years within the United Joint Stock Company "Ukrnafta" was analyzed. The mathematical model of structural and parametrical optimization, which reflects technical, economic and social aspects of the planning of the system of measures on labour safety was worked out.*

**Таблиця 1 – Розподіл кількості потерпілих від нещасних випадків на об'єктах ВАТ "Укрнафта" за різними причинами протягом 1998-2002 рр.**

Причини нещасного випадку	Роки				
	1998	1999	2000	2001	2002
<b>Всього потерпілих / дні непрацездатності</b>	<b>11/740</b>	<b>8/298</b>	<b>6/184</b>	<b>9/354</b>	<b>4/263</b>
1. Порушення вимог при експлуатації транспортних засобів	-	-	-	-	1
2. Незадовільна організація виконання робіт	4	2	1	5	10
3. Незадовільний технічний стан будівель та споруд, засобів виробництва	-	-	-	3	5
4. Порушення вимог безпеки під час експлуатації машин і механізмів	-	1	-	-	-
5. Ураження електричним струмом	-	1	-	-	-
6. Падіння з висоти	3	1	-	-	-
7. Незастосування засобів індивідуального захисту	2	-	1	-	-
8. Падіння під час пересування	-	1	-	-	-
9. Невиконання вимог інструкцій з охорони праці	2	2	2	1	4
Коефіцієнт важкості, Кв	67,2	37,25	30,0	86	82,7
Коефіцієнт частоти, Кч	1,63	1,30	0,93	1,38	1,09