

Актуальні питання нафтогазової галузі

УДК 51-74+536.423+504.3.054

ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НАСОСНО-ЦИРКУЛЯЦІЙНОЇ СИСТЕМИ БУРОВОЇ УСТАНОВКИ

Л.Є. Шкіца, Т.М. Яцишин

ІФНТУНГ; 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 727165,
e-mail: yatsyshyn.t@gmail.com

Розглянуто проблему підвищення рівня екологічної безпеки при спорудженні нафтогазових свердловин. Встановлено ймовірність випарів бурового розчину, які насичені речовинами різного класу небезпеки з відкритої частини насосно-циркуляційної системи бурової установки. Представлено конструктивні та експлуатаційні закономірності впливу циркуляційної системи на стан атмосферного повітря території та аналітичні дослідження процесів випаровування бурового розчину в процесі буріння свердловин. Проведено лабораторні та промислові експерименти, в ході яких визначено параметри бурових розчинів, залежності інтенсивності випаровування, склад випарів бурових розчинів, геометричні параметри складових частин насосно-циркуляційної системи бурової установки та встановлено місця найбільш інтенсивного випаровування бурового розчину.

Запропоновано спеціалізовану комп'ютерну систему для моделювання розповсюдження забруднення атмосферного повітря, що реалізує розроблені математичні моделі і дає можливість: отримати просторовий розподіл концентрацій забруднюючих речовин; виконати оцінку якості атмосфери; виявити небезпечні метеорологічні ситуації; встановити оцінку ефективності та достатності природоохоронних заходів; виявити найбільш екологічно небезпечні ділянки насосно-циркуляційної системи; визначити місця раціонального розташування вимірювальних приладів при організації локального екологічного моніторингу приземного шару атмосфери на території бурової установки; визначити рівень екологічного ризику.

Модернізовано устаткування насосно-циркуляційної системи та розроблено перелік рекомендацій для підвищення рівня екологічної безпеки території бурової установки.

Ключові слова: буровий розчин, насосно-циркуляційна система, випаровування, забруднення атмосферного повітря, моделювання, інформаційно-комп'ютерна система.

Рассмотрена проблема повышения уровня экологической безопасности при сооружении нефтегазовых скважин. Установлено вероятность испарений бурового раствора, которые насыщены веществами различного класса опасности с открытой части насосно-циркуляционной системы буровой установки. Представлены конструктивные и эксплуатационные закономерности влияния циркуляционной системы на состояние атмосферного воздуха территории и аналитические исследования процессов испарения бурового раствора в процессе бурения скважин. Проведены лабораторные и промышленные эксперименты, в ходе которых определены параметры буровых растворов, зависимости интенсивности испарения, состав испарений буровых растворов, геометрические параметры составных частей насосно-циркуляционной системы буровой установки и установлены места наиболее интенсивного испарения бурового раствора.

Предложена специализированная компьютерная система для моделирования распространения загрязнения атмосферного воздуха, которая реализует разработанные математические модели и дает возможность: получить пространственное распределение концентраций загрязняющих веществ; выполнить оценку качества атмосферы; обнаружить опасные метеорологические ситуации; установить оценку эффективности и достаточности природоохранных мероприятий; выявить наиболее экологически опасные участки насосно-циркуляционной системы; определить места рационального расположения измерительных приборов при организации локального экологического мониторинга приземного слоя атмосферы на территории буровой установки; определить уровень экологического риска.

Модернизировано оборудование насосно-циркуляционной системы и разработан перечень рекомендаций по повышению уровня экологической безопасности территории буровой установки.

Ключевые слова: буровой раствор, насосно-циркуляционная система, испарения, загрязнения атмосферного воздуха, моделирование, информационно-компьютерная система.

The article deals with the problem of environmental safety level improvement when constructing oil and gas wells. The probability of drilling mud evaporation saturated with different danger level substances from an open part of the drilling rig pumping and circulating system were defined. Design and operation regularities of the circulating and pumping system influence onto the territory air condition and analytical studies of the processes of drilling mud evaporation when drilling wells were provided. Laboratory and on-field experiments, used to determine drilling mud parameters, dependences of evaporation intensity, drilling mud composition, and geometrical parameters of constituent parts of the drilling rig pumping and circulating system, were conducted and the places of the highest drilling mud evaporation was found.

A special computer system for modeling air pollution distribution, which implements the developed mathematical models and enables to: obtain spatial distribution of polluting substances concentration; evaluate the effectiveness and sufficiency of environment protection measures; define the most environmentally dangerous pumping and circulating system parts; find the places of rational positioning of measuring devices when organizing local environmental ground air monitoring at the drilling rig site; define the environmental risk level.

The pumping and circulating equipment was modernized and the list of recommendations for environmental safety level improvement at the drilling rig site was developed.

Keywords: drilling mud, pumping and circulating system, evaporation, pollution of the atmosphere, modeling, information and computer system.

Вступ

Бурові установки, які призначені для буріння глибоких та надглибоких свердловин оснащені насосно-циркуляційними системами (НЦС). Конструкція існуючих НЦС зумовлює випаровування та витікання бурового розчину (БР), який надходить із свердловини, недостатньо ефективну дегазацію БР при розбурюванні газоносних горизонтів [1,2]. У БР часто використовують особливо небезпечні для обслуговуючого персоналу та стану обладнання хімічні речовини, зокрема, ПАР, хромати, нафтопродукти тощо [3]. Ємності для зберігання БР, обладнання НЦС бурової установки (БУ) спричиняє надходження небезпечних речовин у навколишнє середовище.

У відомих дослідженнях стану атмосферного повітря БУ та затверджених методиках не приймаються до уваги випари хімічних речовин, що виникають під час циркуляції БР. Для оцінки і прогнозування стану атмосферного повітря важливу роль відіграє аналіз випарів з поверхонь випаровування НЦС із врахуванням реального стану та функціонування обладнання БУ.

Постановка завдання

З метою розробки методів та засобів зменшення техногенного забруднення атмосферного повітря території впливу БУ в процесі буріння свердловин необхідно вирішити наступні завдання: провести аналіз стану екологічної безпеки БУ при спорудженні свердловин; встановити закономірності впливу конструктивних та експлуатаційних параметрів насосно-циркуляційної системи на екологічний стан території бурової установки в процесі спорудження свердловини; провести дослідження процесів випаровування бурового розчину; розробити рекомендації та технічні заходи з підвищення рівня екологічної безпеки бурової установки.

Вирішення завдання

В процесі створення свердловин, як чинник постійного негативного впливу на довкілля

є БР, який може містити хімічні речовини різних класів небезпеки. З НЦС випари БР через повітря дуже швидко забруднюють значні території. Ризики пов'язані із недотриманням вимог технології буріння, недосконалістю технічним станом обладнання та порушенням експлуатаційних норм. В роботі [2] представлено структурну схему, що дозволяє встановити вплив різних чинників, як технічних, так і людських на рівень екологічної безпеки в процесі експлуатації бурових нафтогазовидобувних об'єктів. Аналіз праць присвячених екологічній безпеці та реального стану умов буріння нафтогазових свердловин свідчить, що недостатня увага звертається на забруднення повітря під час спорудження свердловин внаслідок випаровування БР.

Визначено, що низьконапірна частина НЦС, в основному, відкрита і, тому є основним джерелом випарів БР, а високонапірна частина є герметичною, тому її не доцільно досліджувати. На рисунку 1 наведено жолобову систему НЦС. Розроблено схему умовної інтенсивності випаровування БР на різних ділянках НЦС під час виконання певних технологічних операцій та виробничих процесів, яка дозволяє раціонально провести різносторонні дослідження та вивчення, як діяльності, що проходить на буровій, так і кожної складової обладнання НЦС [1]. Наприклад, в процесі спуску бурильної колони БР циркулює із свердловини і проходить процес випаровування. В даному випадку інтенсивність випаровування буде залежати від відкритості площі випаровування, температури та руху рідини, повітря тощо. Так, в процесі буріння газоносних горизонтів БР з високою температурою і насичений газом надходить до обладнання для очищення від твердої фази, де попадаючи на вібросито, інтенсивність випарів буде надзвичайно високою.

В ході аналізу умов спорудження свердловин, розглянуто та вивчено технічні проекти на буріння свердловин в різних регіонах України. Зокрема, проводилися дослідження та аналіз процесу буріння в умовах Стрийського ВБР. Основними чинниками впливу НЦС на навколишнє середовище виділено: складники БР (сода каустична, вапно, ПАР, нафтопродукти тощо); промивальна суміш (аеровані рідини, пінні

розчини); фізичні характеристики БР (густина, в'язкість тощо); насиченість БР газом та небезпечними речовинами розбурюваних порід; площа поверхні випаровування БР; тривалість випаровування БР (терміни буріння свердловини та тривалість окремих видів операцій і процесів); температура БР, який виходить зі свердловини (залежить від глибини свердловини); кліматичні умови (температура повітря, вологість, швидкість і напрям вітру тощо); стан рідини (рухомий, нерухомий).



а)



б)



в)

а - жолоб підведення БР до вібросита на БУ-75БрЕ;

б - відкриті жолоби установки БУ-75БрЕ;

в - відкриті жолоби під решітчастою підлогою установки IRI-160

Рисунок 1 – Облаштування жолобів НЦС БУ

Проведений аналітичний огляд існуючих математичних моделей процесу випаровування. З точки зору математичного опису випаровування рідини в газове середовище, яке складається з її парів та інертного газу (в даному

випадку повітря) – це є завдання спряженого тепло- та масопереносу. Базовими рівняннями даного завдання є диференційні рівняння теплопровідності та перенесення речовини з відповідними початковими та граничними умовами. Існує ряд різних підходів щодо математичного опису процесу випаровування, які базуються на тих чи інших припущеннях та спрощеннях [4]. В моделях, що досліджувались не враховується довільне розташування наземного лінійного джерела забруднення в системі координат, а саме розташування центра симетрії у довільній точці площини та куту повороту джерела забруднення відносно осі Ox . В роботі [5] розглядається лінійне джерело ABCD ($AB \gg AD$), розташоване в прямокутній системі координат, яке має кінцеву довжину L , центр симетрії у точці $(x_0; y_0)$, та кут α нахилу горизонтальної осі симетрії до осі Ox , напрям вітру складає кут β з віссю Ox (відлік ведеться від осі Ox проти ходу годинникової стрілки). Вводяться ще дві системи координат $O_1x_1y_1$, пов'язану безпосередньо з самим джерелом, та $O_2x_2y_2$, пов'язану з вітром. За допомогою формул (1), (2), що наведені в [5] здійснюється перехід з однієї системи координат в іншу, а перехід від концентрації C_T для точкового джерела до концентрації C_L для лінійного джерела визначається співвідношенням (3). Наводяться, також, рівняння визначення концентрації в кожній точці простору для вертикального лінійного джерела висотою L та площинного джерела забруднення.

Удосконалений підхід побудови моделей дозволяє визначити рівень концентрації домішок від лінійного та площинного джерел забруднення довільного розташування на території БУ при різних метеорологічних умовах. Складено структурну схему експериментальних досліджень факторів, що впливають на інтенсивність забруднення території БУ випарами БР, яка включає перелік основних параметрів, що необхідно експериментально визначити та вивчити (рис. 2). У схемі наведено перелік потрібних приладів для експериментів.

Дослідження проводились в лабораторіях ІФНТУНГ та в промислових умовах Стрийського ВБР на свердловинах: №70 Летнянської площі, БУ IDECO-525 (Італія); №72 Летнянської площі, БУ БУ-75БрЕ (Росія); №14 Макунівської площі, БУ IRI-160 (США); №40 Малогорожанської площі, БУ БУ-75БрЕ (Росія); № 6 Дубаневської площі, БУ IDECO-525 (Італія). Завданнями досліджень процесу випаровування БР були: імітація та моделювання випаровування БР на найбільш впливових ділянках НЦС БУ; встановлення впливу різноманітних чинників (температури, вологості, тиску, швидкості руху повітря, стану рідини та інших чинників) на інтенсивність випаровування на різних ділянках руху та знаходження БР; підтвердження необхідності впровадження засобів для зменшення потрапляння випарів БР в довкілля.

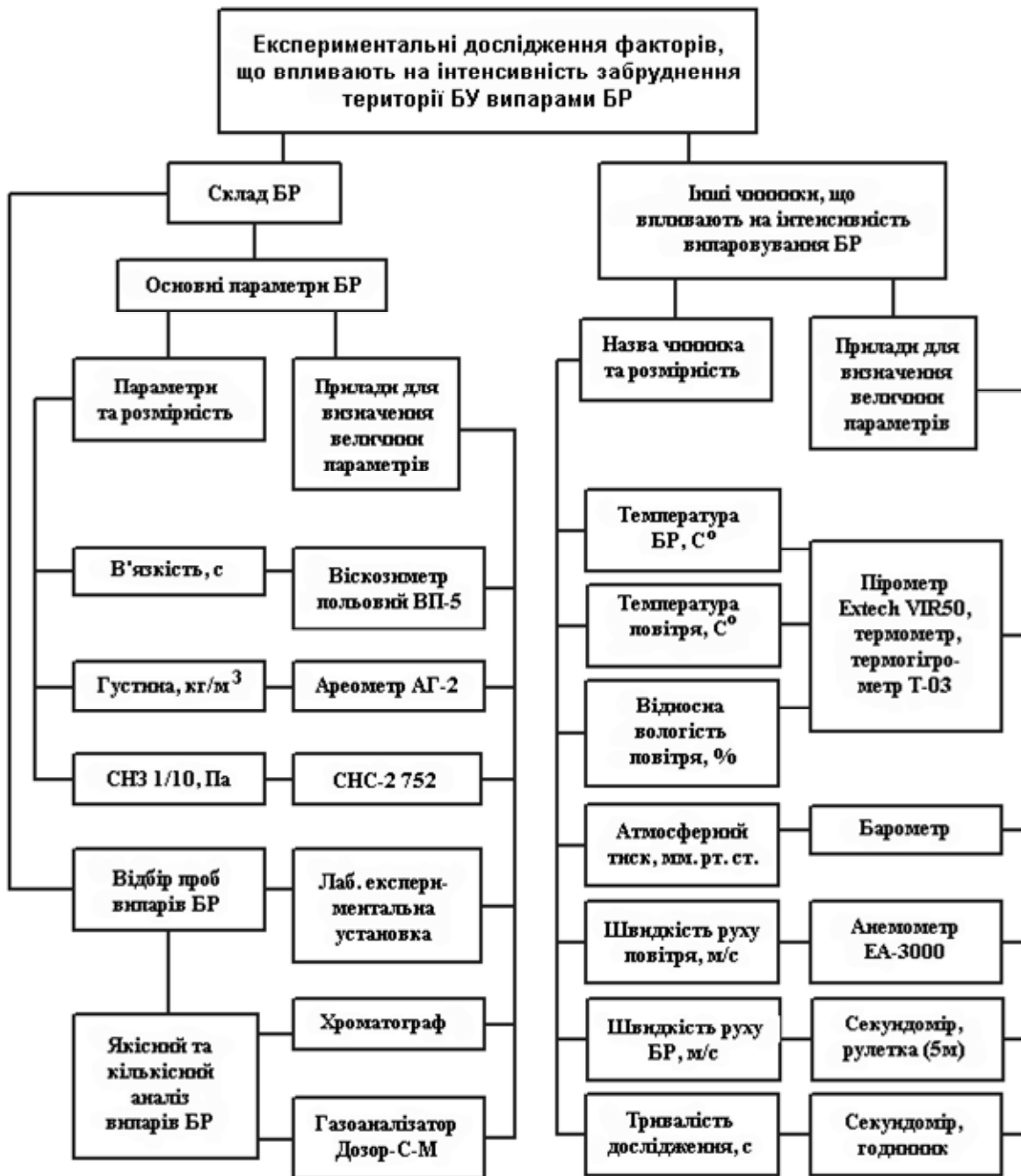


Рисунок 2 – Структурна схема експериментальних досліджень факторів, що впливають на інтенсивність забруднення території БУ випарами БР

У ході проведення експериментальних досліджень було визначено в'язкість, густину та статичне напруження зсуву (СНЗ) семи взірців БР відібраних з реальних БУ та спеціально приготуєних в лабораторії ІФНТУНГ. Процес випаровування БР досліджувався на лабораторній установці. Розчини за густиною розділено на три групи: $\rho_1=1050\text{кг/м}^3$; $\rho_2=1260\text{кг/м}^3$; $\rho_3=1370\text{кг/м}^3$. Швидкість руху повітря становила: 0м/с; 1м/с; 3м/с. На (рис. 3 та рис. 4) представлені графічні залежності порівняння процесу випаровування різних БР.

Експериментально встановлено, що інтенсивність випаровування при зростанні швидкості руху повітря над поверхнею випаровування

від $V = 0\text{ м/с}$ до $V = 1\text{ м/с}$ зросла в 9 разів, а при $V = 3\text{ м/с}$ – до 17 разів. Вплив таких параметрів як густина в межах $1000\text{-}1500\text{кг/м}^3$, умовна в'язкість від 20с до 70с і більша та СНЗ від $8/14\text{Па}$ до $30/60\text{Па}$ виявився не суттєвим для зміни інтенсивності випаровування БР. При швидкості обдування поверхні випаровування $V=0\text{ м/с}$ різниця між експериментальними і теоретичними результатами склала 18,5%, при $V=1\text{ м/с}$ – 4,2%, а при $V=3\text{ м/с}$ – 8,5%, що є допустимим для задач такого класу.

Хроматографічний аналіз проби парогазової суміші, що виділилась в процесі дегазації БР з вмістом нафти 3% підтвердив потрапляння речовин в атмосферу, при цьому виявлено пе-

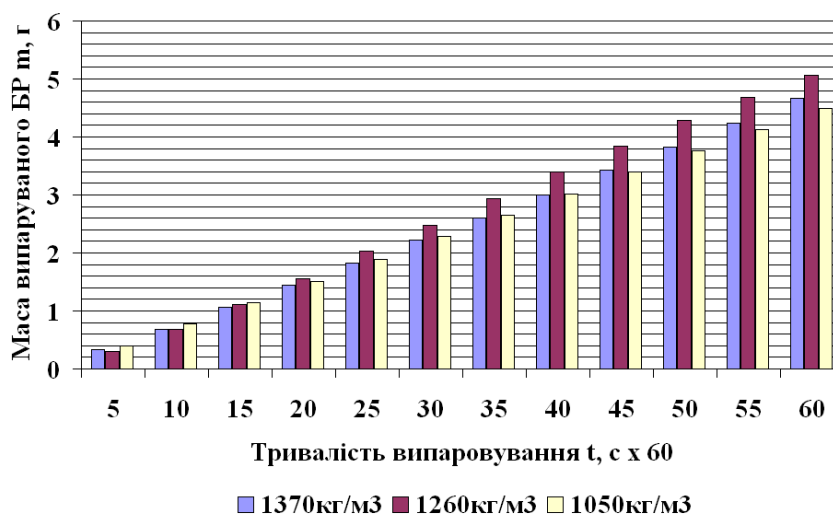


Рисунок 3 – Графічні залежності маси випарованого БР у часі при швидкості руху повітря 3 м/с

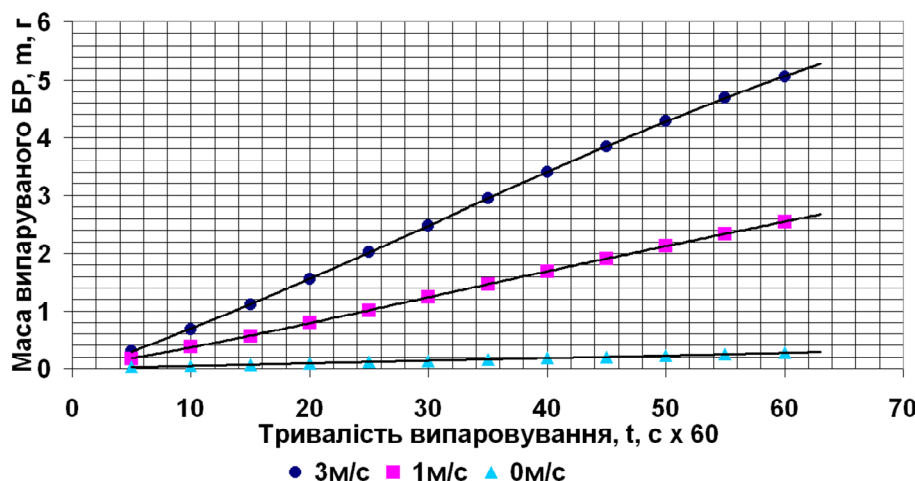


Рисунок 4 – Графічні залежності випаровування БР густиною $\rho = 1260 \text{ кг/м}^3$ від часу при різних швидкостях руху повітря над поверхнею

ревищення ГДК м.р. деяких компонентів від 25 до 85 разів. Аналіз проведено на виявлення вмісту вуглеводнів. На рис. 5 представлена гістограма концентрацій вуглеводнів у випарах досліджуваного БР.

Виконано відбір проб парогазової суміші до вібросита, після вібросита та в кінці жолобової системи. Хроматографічний аналіз свідчить, що після блоку грубого очищення різко зменшується вміст у випарах об'ємних часток вуглеводнів, а в кінці жолобової системи значення вмісту об'ємних часток усіх вуглеводнів мінімальне, що вказує на ділянки НЦС, де відбувається інтенсивне випаровування БР. Проаналізовано основні документи на виконання бурових робіт (ГТН, ОВНС, приписи, акти тощо). У процесі лабораторних та промислових експериментальних досліджень визначено геометричні параметри складових частин НЦС БУ та виконуваних функцій.

Проведення моніторингу стану атмосферного повітря навколо БУ здійснено за допомогою газоаналізатора Дозор-С-М по розробленій

мережі спостережень (рис. 6). Мережа спостережень вибиралась виходячи з можливості проведення досліджень у вибраній точці, а інші точки знаходились безпосередньо біля джерел випаровування.

БР може потрапляти в доквілля, коли НЦС БУ не працює, це відбувається в ході спуско-піднімальних операцій (СПО). У процесі підйому бурильної колони можливі сифони в місці розгвинчування, тобто витікання під напором БР з труб, які підняті над ротором, а саме зі свічі (довжина свічі може бути в межах 24-25 м або 36-37 м). Розроблено графічні залежності, які характеризують об'єм БР, що залишається на зовнішній поверхні труб при товщині шару рідини 1 мм піднятих із свердловини глибиною L . Розраховано об'єм БР в середині бурильної колони під час її підйому із свердловини від довжини самої колони. Коли пробурюються свердловини на глибину 4000 м і більше, негативний вплив від згаданих вище факторів посилюється. Проведено дослідження та проаналізовано добові циклограми на свердловині №72

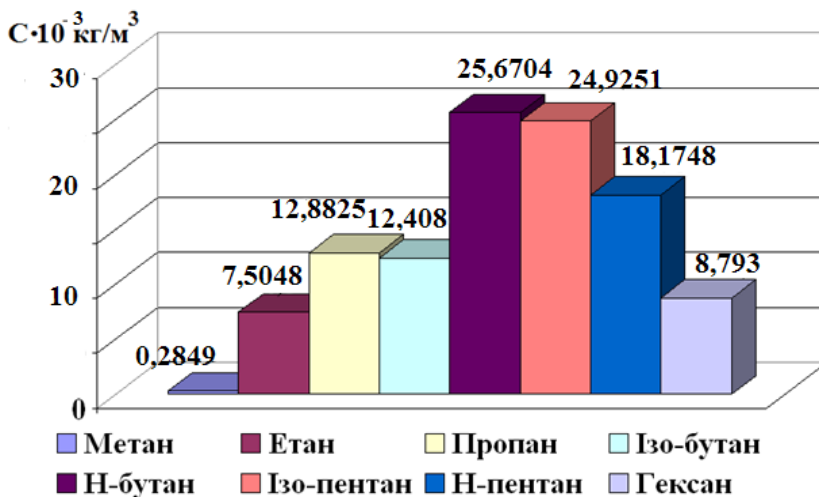


Рисунок 5 – Гістограма концентрацій вуглеводнів у випарах досліджуваного бурового розчину

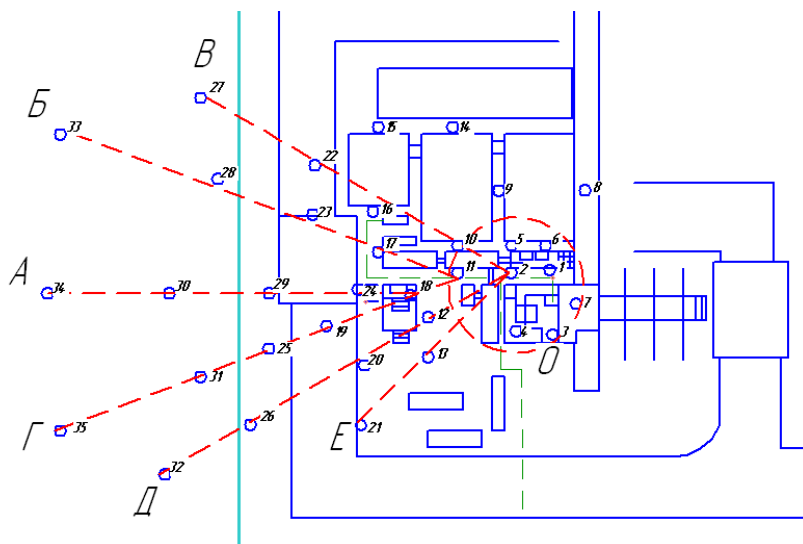


Рисунок 6 – Схема розташування точок відбору проб газоаналізатором Дозор -С-М

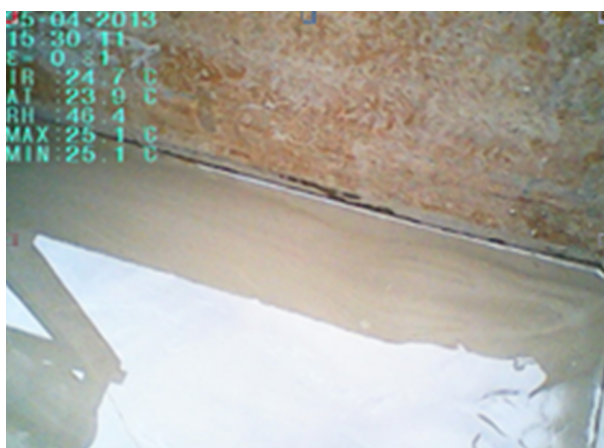
Летнянського родовища, оснащеної буровою установкою БУ-75БрЕ. Виявилось, що в ході СПО за весь час буріння свердловини в довкіллі потрапляє близько 10,5 м³ випарів БР.

Для визначення температури на поверхнях випаровування БР, на яких проходять швидкоплинні процеси, у важкодоступних місцях або в місцях, де забороняється присутність персоналу в процесі виконання технологічних операцій, використано цифровий пірометр Extech VIR50 (США). Заміри температури БР на БУ Дубаневицька №6 проводились по схемі: до блоку грубого очищення БР (вібросита); після вібросита; через 2 м після вібросита; через 15 м після вібросита; у резервуарі. Результати вимірювань дають можливість виявити зони найбільш активного випаровування (рис. 7). БР виходить зі свердловини з температурою 25°С, а після вібросита охолоджується до 21,9-22,7°С, тому можна зробити висновок, що це зниження відбувається за рахунок інтенсивного випаровування БР з самого вібросита.

Експериментальні дослідження БУ проводились 25.04.2013 р. в сонячний день (температура повітря складала 24-25°С). Вібросито, жолобна система і ємності для зберігання БР знаходилися під прямим попаданням сонячного проміння, металеві частини від цього нагрівалися до температури вищої, ніж повітря. Тому, при замірах у жолобній системі на відстані 2 м після блоку грубого очищення температура БР становить 24,0°С, а вже на відстані 15м – 26,9°С, у резервуарі - 26,0°С. Глибина свердловини, з якої надходив розчин становила 1180 м. Вологість над поверхнею БР складала над віброситом 46,0%, в жолобах – 46,4-56,1% і в резервуарі – 62,3%. Така зміна вологості пояснюється тим, що у місцях, де обдування повітрям поверхні БР незначне, спостерігаються вищі значення. Крім цього, у резервуарі проводилось перемішування БР, що сприяло інтенсивному випаровуванню, тому, показник найвищої вологості повітря над поверхнею становив 62,3%.



а)



б)

а – визначення коефіцієнта випромінювання для БР; б – температура БР після блоку грубого очищення БР

Рисунок 7 – Промислові дослідження температури бурового розчину пірометром Extech VIR50 на ділянках НЦС БУ

В Україні затверджено методику ОНД-86 [6] для розрахунку впливу атмосферних викидів, яка реалізована в програмі Еол-плюс, але її використання для моделювання забруднення приземного шару атмосфери території БУ має обмеження: моделювання різних метеорологічних умов, можливість обчислення екологічних ризиків, порівняння з даними моніторингу тощо. Зважаючи на це, створено автономну спеціалізовану комп'ютерну систему моделювання навантажень на атмосферу від випаровування компонентів БР, що використовуються у роботі БУ. Проект отримав назву MAPEDF (від англ. Modeling air pollution evaporations of drilling fluid) [7]. Використання комп'ютерної системи MAPEDF дає змогу:

– отримати просторовий розподіл концентрацій компонентів БР в ПША на території БУ за різними сценаріями забруднення, які визначаються метеорологічними умовами, схемою розміщення основних джерел забруднення, складом БР, що випаровується;

– виконати оцінку якості атмосфери на території БУ під час проведення різних техноло-

гічних операцій та виробничих процесів, пов'язаних з використанням БР;

– прогнозувати зміну стану атмосферного повітря внаслідок реалізації планованої діяльності персоналом бурової, що дозволить визначити зони впливу БУ в межах прилеглих територій;

– виявити небезпечні метеорологічні ситуації, які сприяють різкому зростанню концентрації та накопиченню токсичних парів БР в ПША для можливості прийняття відповідних заходів щодо зведення до мінімуму ризику отруєння персоналу парами БР;

– виконати оцінку ефективності та достатності природоохоронних заходів для зниження негативного впливу на атмосферу випарів БР з різних ділянок НЦС та подальшого їх розповсюдження в ПША;

– виявити найбільш небезпечні ділянки НЦС з точки зору екологічної безпеки атмосфери;

– визначити місця раціонального розташування вимірювальних приладів при організації локального екологічного моніторингу ПША на території БУ;

– визначити рівень екологічного ризику для здоров'я персоналу БУ та населення прилеглих територій від токсичного впливу парів БР у процесі проектування, будівництва, подальшого використання свердловин, а також при нормальному режимі роботи БУ та при виникненні аварійних ситуацій.

Виходячи із згаданого вище та проведеного тестування програми, можна зробити висновок, що створений програмний продукт задовольняє вимоги: обчислення екологічних техногенних ризиків; відображення джерел забруднення характерних для бурового майданчика; побудова неперервної поверхні розподілу концентрації домішок; моделювання різних метеорологічних умов; порівняння з даними моніторингу; доступність для користувача.

На Дубаневецькій площі Львівської області, де бурилась свердловина глибиною 1950м, проведено оцінку рівня екологічної безпеки території БУ за допомогою розробленої системи MAPEDF. Визначення розподілу концентрацій парів БР в атмосфері на території БУ від основних джерел забруднення здійснено за допомогою реалізованих в програмі удосконалених математичних моделей розповсюдження забруднюючих речовин. Використано різні модифікації моделі МАГАТЕ та К-моделі Робертса, які дозволяють визначати техногенне навантаження на ПША для кожного сценарію моделювання. У представленому прикладі для дослідження рівня техногенного навантаження атмосфери на свердловині Дубаневецької площі від основних джерел випаровування БР використано модифікацію моделі МАГАТЕ. На рис. 8 та представлено поля концентрацій метану від жолобової системи.

При даному сценарії моделювання найбільш забрудненою є територія з лівого боку жолобової системи, що спричинено інтенсивнішим випаровуванням з цієї ділянки НЦС та

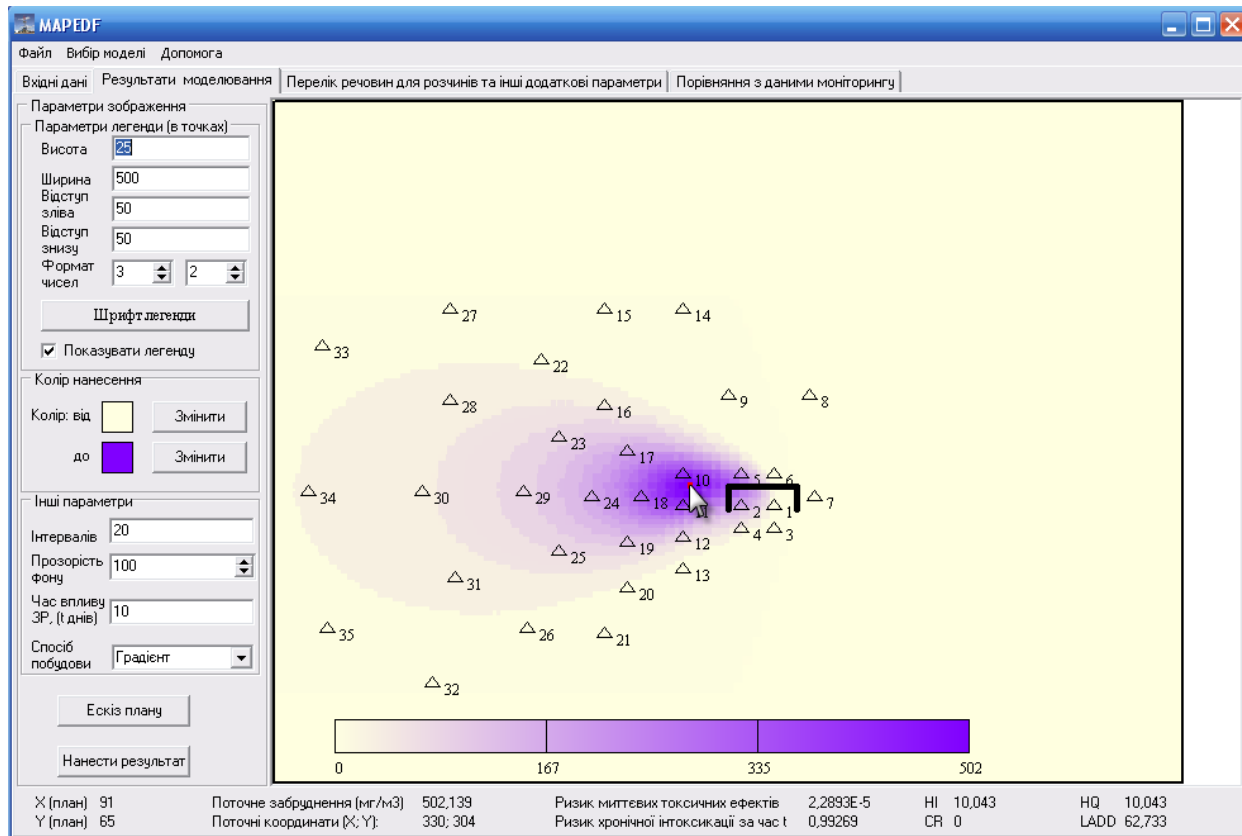


Рисунок 8 – Поля концентрацій метану у випарах бурового розчину з жолобової системи в різних точках спостережень

перенесенням парів БР в ПША за напрямком східного вітру. Максимум концентрації метану складає близько $504,52 \text{ мг/м}^3$, що в 10,1 рази перевищує його ГДК_{с.д.}, яка становить 50 мг/м^3 . Рівень ризику хронічної інтоксикації внаслідок забруднення повітря залежить від часу присутності людей на забрудненій території. Перебування персоналу БУ протягом 10 діб (тривалість вахти) під дією максимального рівня концентрації метану, створює ризик 0,99. Ця величина свідчить, що за таких умов близько 99 % персоналу при постійному перебуванні протягом доби на найбільш забрудненій території можуть отримати несприятливий результат (ефект) у вигляді хронічної хвороби, зумовленої забрудненням повітря метаном.

Величина ризику хронічної інтоксикації зростає зі збільшенням терміну перебування під дією забруднюючої речовини. Розрахований коефіцієнт небезпеки $HQ > 1$ становить 10,09. Це означає, що не канцерогенний ризик для здоров'я обслуговуючого персоналу під впливом випарів метану вмістом в розчині 5% не можна вважати допустимим, існує імовірність виникнення шкідливих ефектів. Проведено моделювання поля концентрації від випаровування досліджуваної речовини з колони піднятих на поверхню бурильних труб. Максимальні значення приземної концентрації становлять $1500,1 \text{ мг/м}^3$. Термін впливу забруднення характеризуються тривалістю СПО, тому доцільно керуватися ГДК м.р.

Ризик миттєвих токсичних ефектів становить 0,002, значення $HQ > 1-30,0$, що відповідає до запропонованих методичних рекомендацій МОЗ України вказує на значний рівень ризику для здоров'я персоналу БУ. Аналогічні дослідження виконані і для інших речовин, у більшості з яких виявлено перевищення ГДК. Одержані результати вказують на необхідність модернізації певних ділянок НЦС та формулювання низки рекомендацій для підвищення рівня екологічної безпеки атмосферного повітря на території БУ.

Основними запропонованими рекомендаціями для зменшення негативного впливу НЦС на навколишнє середовище є:

- зменшення площі поверхні випаровування БР;
- захист від прямого впливу кліматичних факторів (вітру, сонця тощо) обладнання НЦС БУ, в якому знаходиться БР;
- утилізація газоподібних речовин, що викидаються дегазуючими пристроями;
- зменшення кількості обладнання, яке виконує однотипну функцію за рахунок покращення ефективності його роботи;
- зменшення викидів в навколишнє середовище в процесі підйому бурильної колони за рахунок використання високоєфективного обладнання для очищення зовнішньої поверхні труб, а також захисного обладнання від розбризкування на робочій площадці вишко-лебідкового блоку БР під час виникнення сифонів;

– використання автономної спеціалізованої системи MAPEDF як універсального інструменту підтримки управлінських рішень для прогнозування екологічної безпеки атмосфери на території БУ.

Запропоновано конструктивні вирішення вібросита [8] для очищення БР та гідроциклонної установки [9], що забезпечують зменшення потрапляння в довкілля випарів шкідливих речовин. Виконання вібросита для очищення БР пропонується з віброрамою оснащеною захисним екраном над сіткою, який забезпечить зменшення випаровування БР та часткову ізоляцію його парів, за рахунок локалізації простору над сіткою, де буде створено мікроклімат перенасичення парами, що дасть можливість зменшити виділення нових випарів БР з сітки вібросита. За необхідності випари з-під захисного екрану можна відводити у безпечні місця, де проводиться їх утилізація. Розроблений комплексний гідроциклон для підвищення ступеня очищення БР одночасно виконує функцію пісковідділювача, муловідділювача та глиновідділювача і дасть можливість знизити шкідливі викиди в атмосферу, за рахунок зменшення кількості обладнання, яке виконує однотипну функцію. Пропонується виконання НЦС герметизованою, де всі ємності для зберігання БР та хімірегентів повинні бути гумовотканинними.

Під час проведення моніторингу території БУ рекомендовано використовувати переносний багатоконпонентний газосигналізатор ДОЗОР-С-М. Для визначення температури на поверхнях випаровування БР у важкодоступних місцях або в місцях, де забороняється присутність персоналу в процесі виконання технологічних операцій доцільно використовувати пірометр Extech VIR50 (США). Вище розглянуті прилади є сучасними, мобільними і зручними в польових умовах, що підтверджується при використанні їх для експериментальних досліджень на території БУ. Технічні характеристики приладів забезпечують можливість проведення оцінки рівня екологічної безпеки атмосфери території БУ. Розроблена «Методика оцінки екологічної безпеки при забрудненні атмосфери парами бурового розчину», що базується на автономній спеціалізованій системі MAPEDF і підготовлена відповідно до Законів України „Про охорону навколишнього природного середовища” (1264-12), „Про охорону атмосферного повітря” (2707-12), „Про екологічну експертизу” (45/95-вр), Положення про Державну екологічну інспекцію Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 925 (925-93-п) та інших нормативно-правових актів. У методиці описано алгоритм використання системи MAPEDF, де при визначенні техногенних навантажень на атмосферу парів БР та ризиків для персоналу розглядаються найнебезпечніші джерела забруднення, тому її застосування дозволить досягти якісно нового рівня визначення ступеня екологічної безпеки атмосфери на території БУ.

Висновки

1. Визначено, що для підвищення рівня екологічної безпеки довкілля при бурінні свердловин необхідно провести комплекс досліджень щодо впливу випарів бурового розчину на стан атмосферного повітря бурової установки.

2. Сформульовано закономірності впливу конструктивних та експлуатаційних параметрів насосно-циркуляційної системи бурової установки на довкілля.

3. Виявлено за допомогою експериментальних лабораторних та промислових досліджень осередки значного випаровування бурового розчину, якими є: вібросито для грубого очищення бурового розчину, поверхня піднятих бурильних труб та жолобова система.

4. Запропоновано використання модернізованого обладнання і герметизованих елементів насосно-циркуляційної системи та методики для моніторингу випарів бурового розчину під час спорудження свердловини, розробленої на основі програми MAPEDF.

Література

1 Яцишин Т.М. Аналіз впливу насосно-циркуляційної системи бурової установки на довкілля / Т.М. Яцишин // Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених і студентів “Безпека об’єктів нафтогазового комплексу” (5-7 жовтня 2011 р., Івано-Франківськ). – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2011. – С. 158-164.

2 Шкіца Л.Є. Вплив технічної досконалості обладнання бурової установки на екологічну безпеку / Л.Є. Шкіца, Т.М. Яцишин // Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2011. – Вип. 61. – С. 100-106.

3 Шкіца Л.Є. Узагальнення екологічних проблем під час буріння нафтогазових свердловин / Л.Є. Шкіца, Т.М. Яцишин // Матеріали ХІХ Міжнародної науково-практичної конференції “Казантип-ЕКО-2011. Екологія, енерго- і ресурсозбереження, охорона навколишнього середовища і здоров’я людини, утилізація відходів” (6-10 червня 2011 р., АР Крим, м. Щолкіно). – 2011. – С. 366-370.

4 Яцишин Т.М. Огляд математичних моделей процесу випаровування / Т.М. Яцишин // Моделювання та інформаційні технології. – 2012. – № 66. – С. 18-30.

5 Шкіца Л.Є. Прогнозирование распространения загрязняющих веществ в атмосфере на территории буровой установки / Л.Є. Шкіца, Т.М. Яцишин, А.А. Попов, В.А. Артемчук // Нефтяное хозяйство. – 2013. – №11. – С. 136-140.

6 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеоздат, 1987. – 126 с. (Общесоюзный нормативный документ Госкомгидрометцентра СССР (ОНД-86)).

7 Яцишин Т.М. Візуалізація результатів експериментальних досліджень території бурової установки / Т.М. Яцишин // Збірник тез та доповідей всеукраїнського науково-практичного семінару «Графічна освіта у ВНЗ: стан та перспективи». – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – с. 60-63.

8 Пат. 101928 Україна, (2012.01) В65G27/00. Вібросито для очищення бурового розчину / Шкіца Л.Є., Яцишин Т.М., Лях М.М., Федоляк Н.В.; заявник і патентовласник ІФНТУНГ. – №а201206535; заявл. 29.05.2012; опубл. 13.05.2013, Бюл. №9, 2013.

9 Пат. 89267 Україна, МПК(2009) Н 04 С 5/00. Гідроциклон / Лях М.М., Вакалюк В.М., Яцишин Т.М., Солоничний Я.В., Лях Ю.М., Вільчик О.Г.; заявник і патентовласник ІФНТУНГ. – №а200804167; заявл. 02.04.2008; опубл. 11.01.2010, Бюл. №1, 2010.

*Стаття надійшла до редакційної колегії
17.07.14*

*Рекомендована до друку
професором **Адаменком Я.О.**
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)
д-ром техн. наук **Яцишиним А.В.**
(Інститут проблем моделювання в енергетиці
ім. Г.Є.Пухова НАН України, м. Київ)*