502,3:504.5:622.24(043)
Я 93

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

ЯЦИШИН ТЕОДОЗІЯ МИХАЙЛІВНА

УДК 504.61:622.24

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ ЗМЕНШЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ПРИ БУРІННІ НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН

Спеціальність 21.06.01 – екологічна безпека

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Івано-Франківськ – 2014

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БІБЛІОТЕКА ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Шкіца Леся Євстахівна, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, завідувач кафедри інженерної і комп'ютерної графіки.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Шмандій Володимир Михайлович Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського Міністерства освіти і науки України, завідувач кафедри екологічної безпеки та організації природокористування;

кандидат технічних наук
Люта Оксана Володимирівна, Національний університет «Львівська політехніка» Міністерства освіти і науки України, старший викладач кафедри прикладної екології та збалансованого природокористування.

Захист відбудеться 22 травня 2014 р. о 10^{00} годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.05 в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розіслано « 18 » квітня 2014 р.

Вчений секретар спеціалізованої
вченої ради Д 20.052.05,
д.геол.н., доцент В.Р. Хомин

НТБ
ІФНТУНГ
an2437

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

теми. Буріння свердловин є основою для видобування нафти та газу. Всі бурові установки (БУ), які призначені для буріння глибоких і надглибоких свердловин, оснащені насосно-циркуляційними системами (НЦС).

Конструкція існуючих НЦС зумовлює випаровування та витікання бурового розчину (БР), який надходить із свердловини та недостатньо ефективну дегазацію БР при розбурюванні газоносних горизонтів. У БР часто використовують особливо небезпечні для обслуговуючого персоналу та стану обладнання хімічні речовини, зокрема ПАР, хромати, нафтопродукти тощо. Ємності для зберігання БР, обладнання НЦС 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.

Дисертаційну роботу присвячено підвищенню рівня екологічної безпеки під час спорудження нафтогазових свердловин шляхом модернізації елементів обладнання бурової установки, оцінки і прогнозування забруднення атмосферного повітря випарами БР, що є актуальним науково-прикладним завданням.

Зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до наукової тематики Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу в рамках науково-дослідних робіт: Д-9-10Ф «Удосконалення наукових основ управління технологічними процесами видобування та транспортування нафти і газу з мінімальними енергозатратами» (№ДР 0110U000145); Ф47/435–2012 «Удосконалення методів зменшення техногенного забруднення навколишнього середовища нафтогазових комплексів» (№ДР 0112U006827) та відповідає пріоритетним напрямам досліджень згідно з Постановою Кабінету Міністрів України від 07.09.2011 р. № 942 «Про затвердження переліку пріоритетних тематичних напрямів наукових досліджень і науково-технічних розробок до 2015 року».

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є обґрунтування, розроблення, впровадження методів та засобів зменшення техногенного забруднення атмосферного повітря території впливу бурової установки в процесі буріння свердловин.

Для реалізації вказаної мети в роботі вирішуються наступні **завдання**:

- аналіз стану екологічної безпеки бурової установки під час спорудження свердловин;
- дослідження та моделювання процесу забруднення приземного шару атмосфери навколо бурової установки;
- визначення закономірностей впливу конструктивних та експлуатаційних характеристик насосно-циркуляційної системи на екологічний стан території бурової установки;

- теоретичні та експериментальні дослідження процесів випаровування бурового розчину;
- обґрунтування та розроблення методів прогнозування розповсюдження забруднення повітря навколо бурової установки;
- удосконалення конструкції окремих елементів насосно-циркуляційної системи бурової установки з метою зменшення надходження випарів бурових розчинів у приземний шар атмосфери;
- розроблення заходів та рекомендацій щодо зменшення рівня забруднень в процесі буріння свердловин.

Об'єкт дослідження. Процеси надходження в навколишнє середовище небезпечних речовин внаслідок випаровування бурового розчину під час буріння свердловини.

Предмет дослідження. Обладнання насосно-циркуляційної системи бурової установки, засоби оцінки та прогнозування стану атмосферного повітря в умовах техногенного забруднення.

Методи дослідження. Метод системного аналізу для вивчення умов та досвіду досліджень екологічної безпеки в районах розташування БУ; методи фізичного та математичного моделювання для дослідження процесу розповсюдження шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери у результаті випаровування БР з використанням моделі МАГАТЕ, формули Берлянда тощо, а також застосуванням програмних продуктів; методи лабораторних і промислових експериментальних досліджень з використанням сучасної контрольно-вимірювальної апаратури, хроматографічних, термогравіметричних та загальновідомих методів планування і проведення експериментів для встановлення достовірності результатів математичного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

- удосконалено методи оцінки стану екологічної безпеки під час буріння свердловин, які дають змогу враховувати процеси випаровування бурового розчину із обладнання бурової установки;
- вперше визначено закономірності впливу конструктивних та експлуатаційних характеристик насосно-циркуляційної системи бурової установки на стан атмосферного повітря у ході виконання різних технологічних операцій;
- вперше розроблено метод та програмні засоби моделювання процесів випаровування бурового розчину на основі математичної моделі, що дає змогу виконувати оцінку та прогнозувати забруднення атмосферного повітря навколо бурової установки;
- набули подальшого розвитку принципи стабілізації та підвищення рівня екологічної безпеки території бурової установки за рахунок удосконалення наявного та створення нового екологічно безпечного технологічного устаткування насосно-циркуляційної системи.

Практичне значення одержаних результатів:

- запропоновано схеми і принципи роботи устаткування для проведення експериментальних досліджень факторів, що впливають на інтенсивність забруднення території бурової установки випарами бурових розчинів;

- розроблено комп'ютерну прогнозну систему MAPEDF для моделювання забруднення приземного шару атмосфери випарами бурових розчинів, яка дає змогу виявити найбільш екологічно небезпечні ділянки насосно-циркуляційної системи та отримати просторовий розподіл концентрації компонентів розчинів у атмосфері.
- розроблено методику для визначення забруднення атмосферного повітря з врахуванням конструктивних особливостей обладнання насосно-циркуляційної системи і виконання різних технологічних процесів на буровій установці, яка впроваджена в Стрийському відділенні бурових робіт (ВБР), що засвідчено відповідним актом;
- запропоновано конструкцію вібросита для грубого очищення бурового розчину, яке оснащене захисним екраном, що зменшить ймовірність потрапляння в довкілля шкідливих речовин (патент № 101928) [10];
- удосконалено комплексний гідроциклон для тонкого очищення бурового розчину, який може виконувати одночасно функцію пісковідділювача, муловідділювача та глиновідділювача (патент № 89267) [9];

Особистий внесок здобувача. Усі наукові результати, наведені в дисертації, отримані автором особисто. У працях, опублікованих у співавторстві, особистий науковий внесок здобувача такий: аналіз основних чинників, що впливають на стан екологічної безпеки в нафтогазовидобувній галузі [11, 13, 14, 15]; визначення основних чинників впливу НЦС БУ на навколишнє середовище та напрямки зменшення негативного впливу [2, 12]; розроблення структурної схеми впливу різних чинників на екологічну безпеку у виробничому підрозділі нафтогазовидобувної галузі [17]; аналіз особливостей конструкції НЦС та розроблення схеми, що характеризує інтенсивність випаровування БР на певних ділянках НЦС БУ [1, 16, 18, 20]; визначення основних вимог і формування інтерфейсу з основними закладками до розробленої автономної спеціалізованої комп'ютерної системи [6, 21]; визначення техногенних навантажень на приземний шар атмосфери випарами БР [8]; формулювання завдання, експериментальні дослідження, оброблення і аналіз результатів дослідження [19, 22]; обґрунтування небезпечного впливу бурових розчинів та дослідження їх випарів під час спуско-підіймальних операцій (СПО) [3]; оцінка ризику токсичної дії бурового розчину [5]; аналітичний огляд математичних моделей процесу випаровування бурового розчину [4]; удосконалення математичної моделі розповсюдження забруднюючих речовин у приземному шарі атмосфери від лінійного та площинного джерел [7]; участь у розробленні комплексного гідроциклона та вібросита із захисним екраном, формулювання висновків [9, 10].

Апробація роботи. Основні положення дисертаційної роботи доповідались та обговорювались на наукових конференціях і семінарах: Третій міжнародній науково-практичній конференції «Моніторинг навколишнього природного середовища: науково-методичне, нормативне, технічне забезпечення, програмне забезпечення» (АР Крим, м. Коктебель, 2008р.); щорічній науково-технічній конференції молодих учених і спеціалістів ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України «Моделювання» (м. Київ, 2009р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Нафтогазова енергетика: проблеми та перспективи» (м. Івано-Франківськ, 2009р.);

XIX Міжнародній науково-практичній конференції "Казантип-ЕКО-2011. Екологія, енерго- і ресурсозбереження, охорона навколишнього середовища і здоров'я людини, утилізація відходів", (АР Крим, м. Щолкіно, 2011р.); III-ому всеукраїнському з'їзді екологів з міжнародною участю, (м. Вінниця, 2011р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих учених і студентів "Безпека об'єктів нафтогазового комплексу", (м. Івано-Франківськ, 2011р.); І-ій Міжнародній науково-практичній конференції «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування», (м. Івано-Франківськ, 2012р.); Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Сучасні проблеми та шляхи їх вирішення в науці, транспорті, виробництві та освіті 2012»; Всеукраїнському науково-практичному семінарі «Графічна освіта у ВНЗ: стан та перспективи», (м. Івано-Франківськ, 2013р.); Міжнародній науково-технічній конференції та виставці «Нафтогазова енергетика - 2013» (м. Івано-Франківськ, 2013р.).

Публікації. Основний зміст роботи викладено у 22 наукових працях, із яких опубліковано 8 – у наукових фахових виданнях (1 одноосібна стаття, 2 зарубіжні статті, з них 1 стаття в журналі, що входить до науково-метричної бази даних SCOPUS), 12 – у матеріалах та тезах конференцій, отримано 2 патенти на винахід.

Структура й обсяг роботи. Дисертаційна робота містить вступ, перелік умовних скорочень, 5 розділів, висновки, список використаних джерел зі 143 найменувань та 4 додатки на 19 сторінках. Загальний обсяг дисертації становить 180 сторінок. Робота містить 50 рисунків (10 окремих сторінок), 26 таблиць (2 окремих сторінки).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обгрунтовується актуальність напрямку досліджень, зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами, темами, сформульовано мету і завдання досліджень, наукову новизну отриманих результатів і практичну цінність роботи, відомості про апробацію результатів та особистий внесок автора у публікаціях.

У першому розділі розглянуто актуальність проблеми екологічної безпеки БУ, досліджено чинники впливу процесу розробки нафтогазових родовищ на довкілля серед яких слід виокремити обладнання свердловини, де присутній БР і хімреагенти, промислові майданчики, транспортні засоби та двигуни внутрішнього згорання бурового верстата і дизель-електростанції.

Проаналізовано умови роботи і досліджено основні функції НЦС БУ. Описано характеристики свердловин, види та способи буріння. Проведено аналітичний огляд конструктивних особливостей обладнання НЦС та його вплив на екологічну безпеку. Опрацьовано роботи теоретичного та експериментального характеру стосовно екологічної безпеки БУ авторів: В.І. Балаби, С.А. Хлуденьова, В. Aase, S. Bakhtyar, M. Bratveit, K.S. Galea, А.І. Булатова, Г.С. Кесельмана, Д.В. Московченко, Л.Ф. Петряшина, Я.А. Рязанова, Я.М. Семчука, М.М.Фесенка та ін. Роботи цих вчених присвячені, в основному, питанням впливу нафтогазовидобутку на довкілля, використання безпечних та ресурсозберігаючих технологій, вдосконалення методів та засобів зменшення об'ємів відходів тощо.

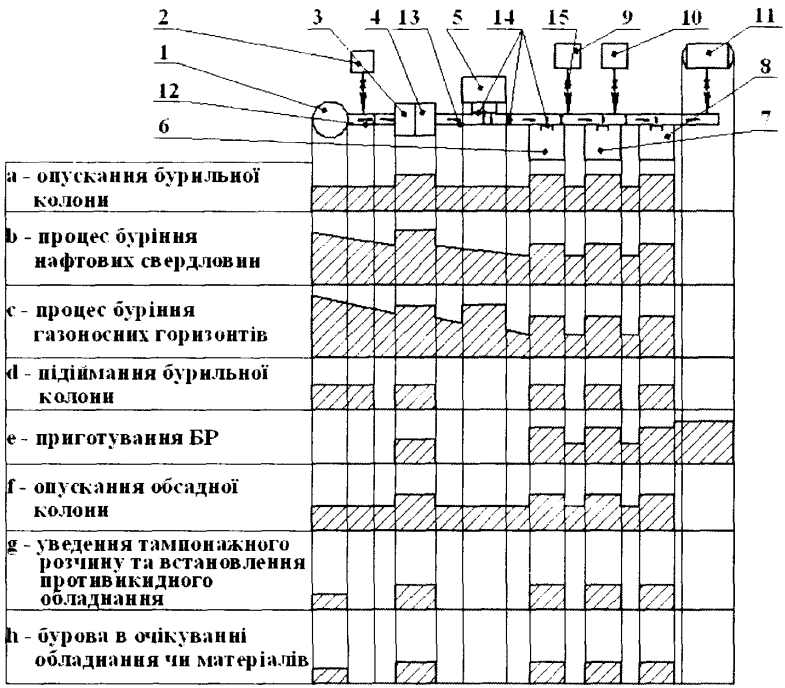
В процесі спорудження свердловин чинником постійного негативного впливу на довкілля є БР, який може містити хімічні речовини різних класів небезпеки. З НЦС випари БР через повітря дуже швидко забруднюють значні території. Екологічні та техногенні ризики, в основному, пов'язані із недотриманням вимог технології буріння, недосконалим технічним станом обладнання та порушенням експлуатаційних норм. В дисертаційній роботі наведено структурну схему, що дозволяє встановити вплив різних технічних та людських чинників на рівень екологічної безпеки в процесі експлуатації бурових нафтогазовидобувних об'єктів.

Аналіз праць присвячених екологічній безпеці та реальному стану умов буріння нафтогазових свердловин показав, що недостатня увага звертається на забруднення повітря під час спорудження свердловин внаслідок випаровування БР. Таким чином, розглянувши конструктивні та експлуатаційні характеристики НЦС та обладнання БУ сформульовано приорітетні напрямки подальших досліджень.

Другий розділ присвячено теоретичним дослідженням екологічної безпеки НЦС БУ та питанням математичного моделювання розповсюдження парів БР на території БУ. В результаті теоретичних та практичних досліджень встановлено, що найбільшими забруднювачами атмосферного повітря парами БР є низьконапірна частина циркуляційної системи і зовнішня поверхня бурильних труб під час спуско-підіймальних операцій. Складено схему умовної інтенсивності випаровування БР на різних ділянках НЦС у ході виконання певних технологічних операцій та провадження виробничих процесів (рис. 1), яку в процесі досліджень можна змінювати і доповнювати [17]. Під час експериментів можна вводити числові значення та будувати графічні залежності. Схема дає змогу раціонально провести різносторонні дослідження та вивчити вказані процеси.

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);

Проведено аналітичний огляд та порівняння існуючих математичних моделей процесу випаровування, що дало змогу обрати напівемпіричну модель запропоновану Н.Ф. Тищенко, яка найбільш грунтовно описує процес забруднення атмосферного повітря парами БР. Здійснено аналіз сучасних математичних моделей розповсюдження домішок в приземному шарі атмосфери від точкового, лінійного та площинного джерел забруднення. В моделях запропонованих М.Є. Берляндом для лінійного та площинного джерел розглядається лише випадок їх розташування вздовж горизонтальної вісі координат. Це обмежує можливість застосування даних моделей для джерел довільного розташування на досліджуваній території.



1 – свердловина; 2 – доливна ємність; 3 – система грубого очищення розчину від механічних домішок; 4 – система тонкого очищення розчину; 5 – вакуумний дегазатор; 6, 7, 8 – ємності для зберігання БР; 9, 10 – ємності для зберігання хімреагентів; 11 – блок приготування БР; 12 – жолоб від свердловини до блока очищення БР від механічних домішок; 13 – жолобна система від блока очищення БР; 14 – перегородки, що перекривають жолобну систему і змінюють напрям руху БР; 15 – запірні елементи.

Рисунок 1 - Схема умовної інтенсивності випаровування бурового розчину на різних ділянках насосно-циркуляційної системи

Для усунення вказаного недоліку в роботі удосконалено підхід побудови моделей, що дають змогу визначати рівень концентрації домішок від лінійного та площинного джерел забруднення довільного розташування на території БУ за різних метеорологічних умов. Для цього окрім початкової прямокутної системи координат Oxy, пов'язаної з територією розташування БУ, введено ще дві додаткові системи координат: $O_1x_1y_1$, яка пов'язана з самим джерелом, та $O_1x_2y_2$, яка пов'язана з напрямом вітру (рис. 2). Для вдосконалення підходу побудови математичної моделі довільно розташованого лінійного джерела в роботі використано метод в основу якого покладено розбиття лінійного джерела на нескінченну кількість точкових джерел з подальшою суперпозицію полів розподілу концентрації від кожного з них.

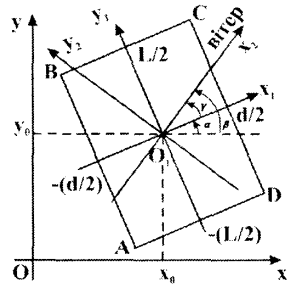


Рисунок 2 - Схема розташування наземного площинного джерела забруднення

Перехід від концентрації $C_т$ для точкового джерела до концентрації $C_л$ для наземного лінійного джерела здійснюється із застосуванням співвідношення:

$$C_л(x,\ y,\ z) = \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} C_т\ (x_2 - \eta\sin(\beta-\alpha),\ y_2 - \eta\cos(\beta-\alpha),\ z)\,d\eta \qquad (1)$$

де $C_л$ – концентрація для лінійного джерела, мг/м^3; η – відрізок змінної довжини в інтервалі $(-\frac{L}{2},\frac{L}{2})$; L – кінцева довжина лінійного джерела, м; α – кут нахилу горизонтальної осі симетрії до осі Ox, град.; β – кут, що складає напрям вітру з віссю Ox (відлік ведеться від осі Ox проти ходу годинникової стрілки), град.; $C_т$ – концентрація парів від точкового джерела, мг/м^3.

Також отримано формулу для визначення концентрації в кожній точці простору від вертикального лінійного джерела забруднення висотою L, яка має вигляд:

$$C_л(x,\ y,\ z) = \int_0^L C_т\ (x_2,\ y_2,\ z-\eta)\,d\eta \qquad (2)$$

при $\alpha = 0$.

Як показав виконаний аналіз, в літературі не представлено аналітичного вигляду математичної моделі для площинного джерела забруднення, а лише запропоновано розбивати його на велику кількість точкових джерел з подальшою суперпозицією їх полів концентрацій забруднюючих речовин. Це створює суттєві труднощі для програмної реалізації таких моделей. Тому, запропоновано формулу для обчислення концентрації забруднюючої речовини від довільно розташованого площинного джерела (рис. 2):

$$C_{\text{п}}(x,\ y,\ z) = \int_{-\frac{d}{2}}^{\frac{d}{2}} C_{\text{д}}(x,\ y,\ z)\, d\xi = \int_{-\frac{d}{2}}^{\frac{d}{2}} \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} C_{\text{т}}(x_2 - \eta\sin(\beta-\alpha),\ y_2 - \eta\cos(\beta-\alpha),\ z)\, d\eta\, d\xi \quad (3)$$

В якості математичної моделі для точкового джерела $C_{\text{т}}(x,y,z)$ може бути використана будь яка з відомих сучасних моделей Гауссового типу чи К-моделі. В роботі для проведення математичного моделювання розподілу парів БР на території БУ використано модель МАГАТЕ та К-модель Робертса.

Виявлено залежності впливу на інтенсивність надходження в атмосферне повітря випарів БР від виконання виду технологічних операцій та виробничих процесів, що дало можливість визначити найнебезпечніші ситуації, де необхідно провести експериментальні дослідження і, в подальшому, приймати превентивні заходи. Вдосконалені математичні моделі лягли в основу комп'ютерної прогнозної системи. Виконано вибір і обгрунтування параметрів і режимів експериментальних досліджень.

Третій розділ присвячено експериментальним дослідженням процесів забруднення атмосферного повітря. В розділі подаються матеріали експериментів, які проведено з метою перевірки достовірності результатів теоретичних та, в подальшому, комп'ютерних досліджень. 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 Дубаневицької площі, БУ IDECO-525 (Італія).

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. 3). У схемі наведено перелік потрібних приладів для проведення експериментів. Завданнями досліджень процесу випаровування БР були: імітація та моделювання процесу випаровування БР на критичних ділянках НЦС БУ; встановлення впливу різноманітних чинників (температури, вологості, тиску, швидкості руху повітря, стану рідини тощо) на інтенсивність випаровування з різних ділянок руху та знаходження БР; підтвердження необхідності впровадження засобів для зменшення ймовірності потрапляння випарів БР у довкілля.

У ході проведення експериментальних досліджень було визначено в'язкість, густину та статичне напруження зсуву (СНЗ) семи взірців відібраних з реальних БУ та спеціально приготовлених в лабораторії ІФНТУНГ. Процес випаровування БР досліджувався на лабораторній установці. Розчини за густиною поділено на три групи: ρ_1=1050кг/м^3; ρ_2=1260 кг/м^3; ρ_3=1370кг/м^3. Швидкість руху повітря становила: 0м/с; 1м/с; 3м/с. На (рис. 4 та рис. 5) подано графічні залежності порівняння процесу випаровування різних БР.

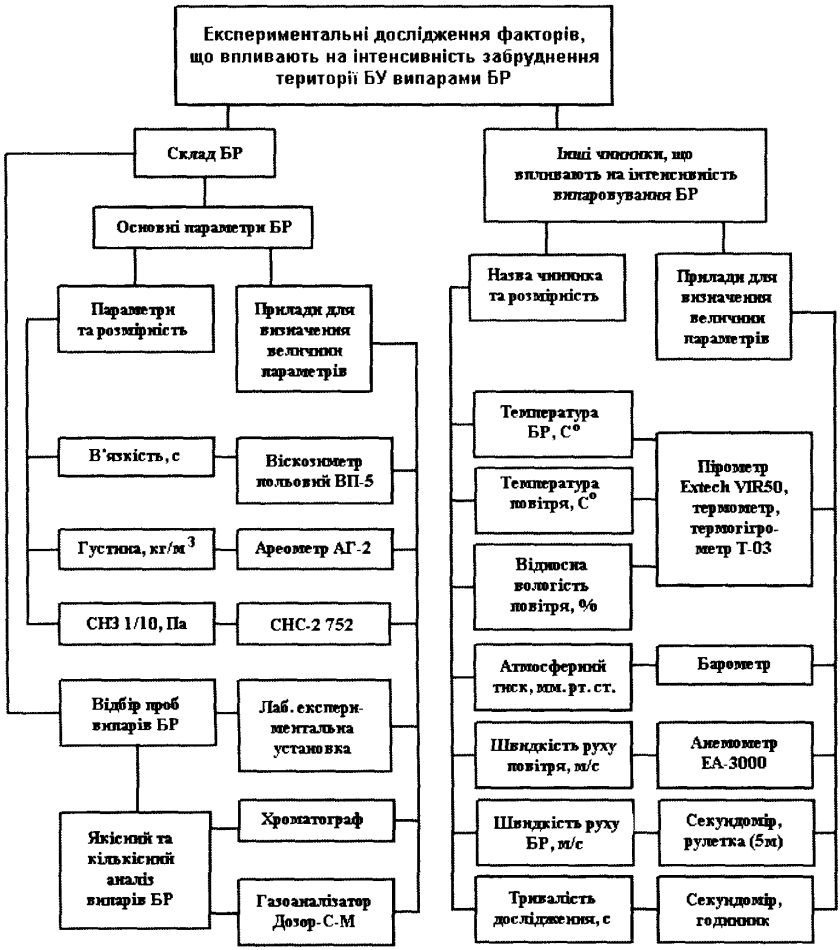


Рисунок 3 - Структурна схема експериментальних досліджень факторів, що впливають на інтенсивність забруднення території випарами БР

Експериментально встановлено, що зі зростанням швидкості руху повітря над поверхнею випаровування від V = 0м/с до V = 1м/с інтенсивність випаровування зросла в 9 разів, а до V = 3м/с – до 17 разів. Вплив таких параметрів, як густина в межах 1000-1500кг/м^3, умовна в'язкість від 20с до понад 70с та СНЗ від 8/14Па до 30/60Па на інтенсивність випаровування БР виявився не суттєвим. За швидкості обдування поверхні випаровування V=0м/с різниця між експериментальними і теоретичними результатами склала 18,5%, при V=1м/с – 4,2%, а при V=3м/с – 8,5%, що є допустимим для задач такого класу.

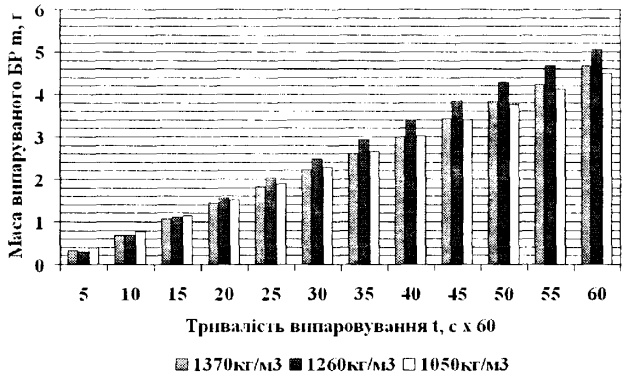


Рисунок 4 - Залежності маси випаруваного БР у часі за швидкості руху повітря 3 м/с

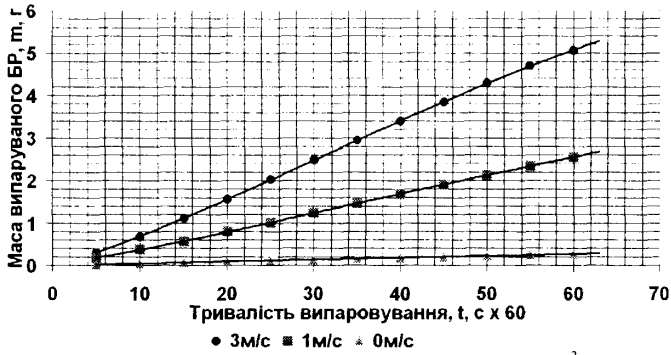


Рисунок 5 - Залежності випаровування БР густиною $\rho = 1260$ кг/м^3 від часу за різних швидкостей руху повітря

Хроматографічний аналіз проби парогазової суміші, що виділилась під час дегазації БР з вмістом нафти 3% підтвердив факт потрапляння речовин в атмосферу. При цьому спостерігалось перевищення ГДК максимально разова окремих компонентів від 25 до 85 разів. На рис. 6 зображено гістограму концентрацій вуглеводнів у випарах досліджуваного БР. Виконано відбір проб парогазової суміші до вібросита, після вібросита та в кінці жолобової системи. Хроматографічний аналіз показав, 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 виконувані функції.

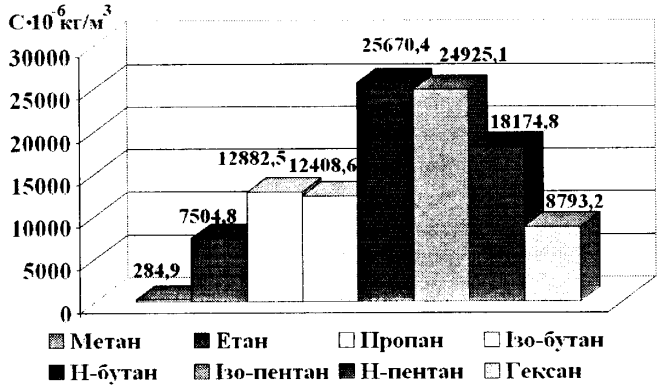


Рисунок 6 - Гістограма концентрацій вуглеводнів у випарах досліджуваного бурового розчину

Проведення моніторингу стану атмосферного повітря навколо БУ здійснено за допомогою газоаналізатора Дозор-С-М за розробленою мережею спостережень. Для виявлення випарів БР дослідження газоаналізатором проводилися і у лабораторних умовах.

БР може потрапляти в довкілля при непрацюючій НЦС БУ в ході спуско-підіймальних операцій. У процесі підіймання бурильної колони в місці розгвинчування можливе 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). На рисунку 7 подаються графічні залежності, які характеризують об'єм БР, що залишається на зовнішній поверхні труб за товщини шару рідини 1 мм піднятих із свердловини глибиною L.

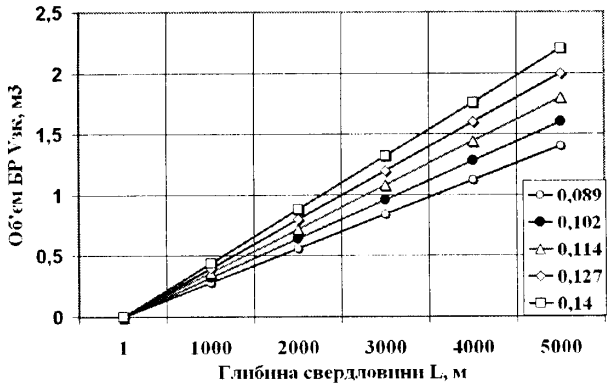


Рисунок 7 - Залежність об'єму БР на зовнішній поверхні труб для різних їх типорозмірів

Наведено, також, об'єм БР всередині бурильної колони під час її підіймання із свердловини від довжини колони. За глибини свердловини понад 4000м негативний вплив від згаданих чинників посилюється. Проведено дослідження та проаналізовано добові циклограми на свердловині №72 Летнянського родовища, оснащеній буровою установкою БУ-75БрЕ. Виявилося, що внаслідок випаровування в ході СПО за весь час буріння свердловини в довкілля потрапляє близько 10,5 $м^3$ 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 за такою схемою: до блоку грубого очищення БР (вібросита); після вібросита; через 2 м після вібросита; через 15 м після вібросита; у резервуарі. Результати вимірювання дають можливість виявити зони найбільш активного випаровування. Зі свердловини БР надходить з температурою 25°С, а на виході з вібросита – 21,9-22,7°С. Причиною зниження температури БР є інтенсивне 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 потраплянням сонячного проміння, металеві частини від цього нагрівалися до температури вищої, ніж повітря. Тому, при замірах у жолобовій 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%.

Четвертий розділ присвячено розробленню методів прогнозування забруднення повітря території БУ. Використовуючи програмне середовище Matlab 7, виконано математичне моделювання процесу розповсюдження парів БР в атмосфері на території бурової та досліджено вплив основних чинників на розподіл концентрації забруднюючих речовин. В Україні затверджено методику ОНД-86 для розрахунку впливу атмосферних викидів, яка реалізована в програмі Еол-плюс. Однак використання Matlab 7 та Еол-плюс з метою моделювання забруднення приземного шару атмосфери території БУ має певні обмеження: моделювання різних метеорологічних умов, можливість обчислення екологічних ризиків, порівняння з даними моніторингу тощо. Зважаючи на це, прийнято рішення про створення автономної спеціалізованої комп'ютерної системи 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). Основні структурні елементи комп'ютерної системи MAPEDF зображені на рис. 8.

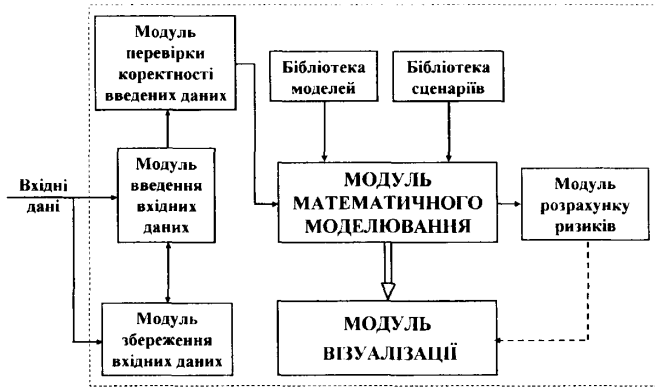


Рисунок 8 - Модульна структура комп'ютерної системи MAPEDF

Використання комп'ютерної системи MAPEDF дає змогу:

- отримати просторовий розподіл концентрацій компонентів БР в ПША на території бурової за різними сценаріями забруднення, які визначаються метрологічними умовами, схемою розміщення основних джерел забруднення, складом БР, що випаровується;
- провести оцінку якості атмосфери на території БУ під час проведення технологічних операцій та виробничих процесів, пов'язаних з використанням БР;
- прогнозувати зміну стану атмосферного повітря внаслідок реалізації планованої діяльності персоналом бурової, що дасть змогу 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 рішення 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 бурової та населення прилеглих територій від токсичного впливу парів БР у процесі проектування, будівництва, подальшого використання свердловин, а також при нормальному режимі роботи БУ та у разі виникнення аварійних ситуацій.

Виходячи з вищесказаного та проведеного тестування програми, можна зробити висновок, що створений програмний продукт задовольняє вимогам на його розробку: обчислення екологічних техногенних ризиків; відображення джерел

забруднення характерних для бурового майданчика; побудова неперервної поверхні розподілу концентрації домішок; визначення розподілів концентрацій забруднення за різними сценаріями (середнє забруднення за період, вибіркове забруднення, аномальна конвекція, штиль тощо); порівняння з даними моніторингу; доступність для користувача.

На Дубаневицькій площі Львівської області, де бурилась свердловина глибиною 1950м, проведено оцінку рівня екологічної безпеки території БУ за допомогою розробленої системи MAPEDF. Розподіл концентрації парів БР в атмосфері на території БУ від основних джерел забруднення визначали за допомогою реалізованих в програмі удосконалених математичних моделей розповсюдження забруднюючих речовин. Використано різні модифікації моделі МАГАТЕ та К-моделі Робертса, які дають змогу визначати техногенне навантаження на ПША для кожного сценарію моделювання. У згаданому прикладі для дослідження рівня техногенного навантаження атмосфери на свердловині Дубаневицької площі від основних джерел випаровування БР використано модифікацію моделі МАГАТЕ. На рис. 9 наведено результат роботи системи у вигляді карти розподілу метану в ПША за певних метеорологічних умов та технологічних операцій.

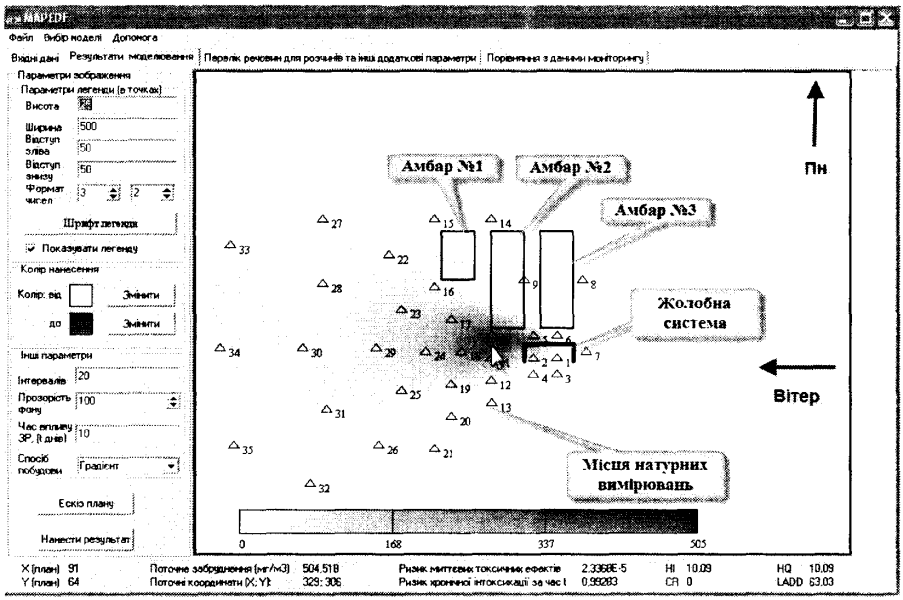


Рисунок 9 - Карта техногенного навантаження на ПША від випаровування досліджуваної речовини (метану) з різних ділянок БУ

При даному сценарії моделювання найбільш забрудненою є територія з лівого боку від жолобової системи – прямокутник $x \in [65; 105], y \in [50; 75]$, що спричинено

більш інтенсивним випаровуванням з цієї ділянки НЦС та перенесенням парів БР в ПША за напрямком східного вітру. Максимум концентрації метану спостерігається в точці (91; 64) і складає близько 504,52 мг/м^3, що в 10,1 рази перевищує його ГДК$_{с.д.}$ (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 показує, 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.

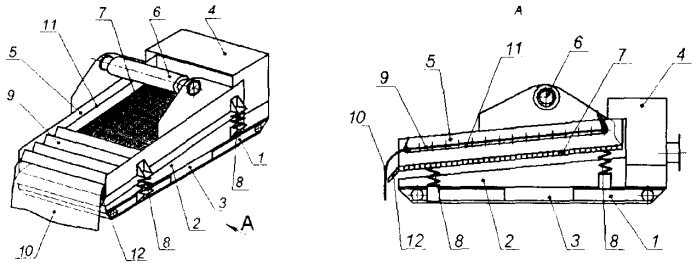
Величина ризику хронічної інтоксикації зростає зі збільшенням терміну перебування під дією забруднюючої речовини. Розрахований коефіцієнт небезпеки HQ > 1 становить 10,09. Це означає, що неканцерогенний ризик для здоров'я обслуговуючого персоналу під впливом випарів метану вмістом в розчині 5% не можна вважати допустимим: існує імовірність негативних наслідків для персоналу БУ. Змодельовано поле концентрації від випаровування досліджуваної речовини з колони піднятих на поверхню бурильних труб.

Максимальні значення приземної концентрації становлять 1500,1мг/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 відповідно 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.

П'ятий розділ присвячено розробці заходів зменшення забруднення довкілля при бурінні свердловин. Основними запропонованими рекомендаціями для зменшення негативного впливу НЦС на навколишнє середовище є:

- зменшення площі поверхні випаровування БР;
- захист від прямого впливу кліматичних чинників (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 високоефективного обладнання для очищення зовнішньої поверхні труб, а також захисного обладнання від розбризкування на робочому майданчику вежо-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 рішення вібросита для очищення БР та гідроциклонної установки, що забезпечують зменшення ймовірності потрапляння в довкілля шкідливих речовин внаслідок випаровування БР (рис. 10).



1 – основа; 2 – ванна; 3 – зливний люк; 4 – завантажувальний бункер; 5 – віброрама; 6 – вібратор; 7 – сітка; 8 – амортизатори; 9 – захисний екран; 10 – видовжений кінець захисного екрану; 11 – направляючі планки; 12 – викидна частина.

Рисунок 10 - Вібросито для очищення бурового розчину

Вібросита для очищення БР пропонується виготовляти з віброрамою, оснащеною захисним екраном над сіткою, який забезпечить зменшення ймовірності 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. Розроблено комплексний гідроциклон для підвищення ступеня очищення БР одночасно виконує функцію пісковідділювача, муловідділювача та глиновідділювача, що 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 хімреагентів повинні бути гумовотканинними.

Під час моніторингу території БУ рекомендовано використовувати переносний багатокомпонентний газосигналізатор ДОЗОР-С-М. Для визначення температури на поверхнях випаровування БР у важкодоступних місцях або в місцях, де забороняється присутність персоналу в ході виконання технологічних операцій доцільно використовувати пірометр Extech VIR50 (США). Вище розглянуто прилади є сучасними, мобільними і зручними в польових умовах, що підтверджується при використанні їх в процесі експериментальних досліджень на території БУ. Технічні характеристики приладів забезпечують можливість проведення оцінки екологічної безпеки при забрудненнях атмосфери парами БР. Мережа спостережень і досліджень вибирається, виходячи з можливості проведення досліджень у вибраній точці та її доступності на БУ. Розташування точок відбору проб та масштаб вибирається в залежності від конкретних умов.

Розроблено «Методику оцінки екологічної безпеки при забрудненнях атмосфери парами бурового розчину», що базується на автономній спеціалізованій

системі MAPEDF і підготовлено 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 небезпечні джерела забруднення, тому її застосування дасть змогу досягти якісно нового рівня визначення ступеня екологічної безпеки атмосфери на території БУ.

ВИСНОВКИ

У результаті проведених досліджень вирішено важливе науково-прикладне завдання, яке полягає у обґрунтуванні, розробці, впровадженні методів та засобів зменшення техногенного забруднення атмосферного повітря території впливу бурової установки в процесі буріння свердловин. Результати теоретичних та експериментальних досліджень, що виконані автором, дають можливість зробити наступні висновки:

1. Проаналізовано сучасний стан проблеми техногенного забруднення при бурінні нафтогазових свердловин, на основі якого встановлено недостатність дослідження впливу процесів буріння і відходів виробництва на стан атмосферного повітря бурової установки та присутність визначального джерела забруднення приземного шару атмосфери, яким є буровий розчин.

2. Проведено комплексний екологічний аналіз обладнання бурової установки. Встановлено закономірності впливу конструктивних та експлуатаційних параметрів насосно-циркуляційної системи на навколишнє середовище території бурової, які грунтуються на розробленій схемі інтенсивності випаровування бурового розчину на різних ділянках циркуляційної системи в процесі виконання конкретних технологічних операцій та виробничих процесів і є визначальним для екологічного стану території бурової установки.

3. Удосконалено математичні моделі на основі досліджень процесів випаровування та розповсюдження шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери, шляхом застосування методу перетворення координат. Ці моделі дозволяють визначати рівень концентрації домішок джерел забруднення бурової установки довільного розташування на земній поверхні за різних метеорологічних умов, які є основою розробленої програмно моделюючої системи.

4. Проведено експериментальні лабораторні дослідження в лабораторіях ІФНТУНГ, де визначено параметри бурових розчинів, інтенсивність випаровування від швидкості руху повітря над поверхнею, об'ємні частки вуглеводнів у випарах бурових розчинів. Промислові дослідження проводилися на п'яти свердловинах Стрийського БУБР, в ході яких визначено геометричні параметри складових частин насосно-циркуляційної системи бурової установки та встановлено місця найбільш

ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БІБЛІОТЕКА

інтенсивного випаровування бурового розчину з використанням пірометра Extech VIR50, газоаналізатора Дозор-С-М та хроматографа ЛХМ-80.

5. Створено програмно моделюючу систему MAPEDF, 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. Ця система є основою «Методики оцінки екологічної безпеки при забрудненнях атмосфери парами БР», що впроваджена в Стрийському ВБР.

6. Вдосконалено конструкцію вібросита, яка передбачає наявність захисного екрану (патент №89267), що забезпечує зменшення надходження в довкілля шкідливих речовин та гідроциклона (патент №89267), який може виконувати роботу пісковідділювача, муловідділювача та глиновідділювача і дасть можливість знизити обсяг шкідливих викидів в атмосферу, за рахунок зменшення одиниць обладнання, яке виконує однотипну функцію.

7. Запропоновано комплекс заходів для підвищення рівня екологічної безпеки території бурової установки, який передбачає використання модернізованого обладнання насосно-циркуляційної системи, герметизованих елементів циркуляційної системи та методики для моніторингу атмосферного повітря території бурової установки.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. 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.

2. **Яцишин Т.М.** Дослідження впливу основних технологічних операцій процесу буріння нафтогазових свердловин на атмосферне повітря / **Т.М. Яцишин**, В.М. Савик // Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2012. – Вип. 62. – С. 54-59.

3. Шкіца Л.Є. Стан екологічної безпеки території бурової установки в залежності від інтенсивності випаровування бурового розчину / Л.Є. Шкіца, **Т.М. Яцишин** // Моделювання та інформаційні технології. – 2012. – №65. – С.10-16.

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. Математичне моделювання забруднення приземного шару атмосфери парами бурового розчину / Л.Є. Шкіца, **Т.М. Яцишин**, О.О. Попов // Науковий вісник ІФНТУНГ. – 2012. – № 3(33). – С. 56-62.

6. Попов О.О. Проектування комп'ютерної системи моделювання забруднення повітря випарами бурового розчину / О.О. Попов, **Т.М. Яцишин** // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2013. – №46. – С. 95-101.

7. Шкица Л.Е. Прогнозирование распространения загрязняющих веществ в атмосфере на территории буровой установки / Л.Е.Шкица, **Т.М. Яцишин**, А.А.Попов, В.А. Артемчук // Нефтяное хазяйство. – 2013. – №11. – С. 136-140.

8. Shkitsa L. Computer-aided chart of ecological safety evaluation of atmospheric pollution by drilling fluid steams / L. Shkitsa, **T. Yatsyshyn** // Scientific bulletin of north universitu of Baia Mare. – 2013. – Volume XXVII. – №1. – P. 131-138.

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.

10. Пат.101928 Україна, (2012.01) B65G27/00. 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.

11. Шкіца Л.Є. Стан екологічної безпеки в нафтогазовидобувній галузі та напрямки запобігання появи екстремальних ситуацій / Л.Є. Шкіца, **Т.М. Яцишин** // Прикарпатський вісник НТШ. – 2009. – №4(8). – С. 149-153.

12. Шкіца Л.Є. Аналіз забруднення атмосфери насосно-циркуляційною системою бурової установки / Л.Є. Шкіца, **Т.М. Яцишин** // Прикарпатський вісник НТШ. – 2011. – №4(16). – С. 103-107.

13. **Яцишин Т.М.** Моніторинг стану нафтогазового обладнання / **Т.М.Яцишин**, Ю.М. Лях, Р.П. Фурса // Моніторинг навколишнього природного середовища: науково-методичне, нормативне, програмне забезпечення: матеріали третьої науково-практичної конференції, (22-26 вересня 2008р.–АР Крим, м. Коктебель).- 2008. – С. 109-110.

14. Лях М.М. Підвищення ефективності піногенеруючих пристроїв для первинного розкриття продуктивних горизонтів з аномально низькими пластовими тисками / М.М. Лях, В.М. Тимошенко, В.М. Савик, **Т.М. Яцишин** // Нафтогазова енергетика: проблеми та перспективи: Міжнародна науково-технічна конференція, (20-23 жовтня 2009 р., Ів-Фр.) – ІФНТУНГ: Факел. - 2009. – С. 73.

15. **Яцишин Т.М.** Аналіз методів контролю забруднення довкілля під час інтенсифікації нафтогазових свердловин / **Т.М. Яцишин**: Тези науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України «Моделювання», (15-16 січня 2009 р., Київ): НАНУ Інститут моделювання в енергетиці імені Г.Є. Пухова, 2009. – С. 43.

16. Шкіца Л.Є. Узагальнення екологічних проблем під час буріння нафтогазових свердловин / Л.Є. Шкіца, **Т.М. Яцишин** // "Казантип-ЕКО-2011. Екологія, енерго- і ресурсозбереження, охорона навколишнього середовища і здоров'я людини, утилізація відходів": матеріали XIX Міжнародної науково-практичної конференції, (6-10 червня 2011р.,-АР Крим, м. Щолкіно).- 2011.- С.366-370.

17. Шкіца Л.Є. Дослідження забруднення атмосфери випарами бурового розчину / Л.Є. Шкіца, **Т.М. Яцишин**: "III всеукраїнський з'їзд екологів з міжнародною участю" Збірник наукових статей. - Том 2, (21-24 вересня 2011 р., Вінниця). - 2011. - С. 554-557.

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

19. Шкіца Л.Є. Стан екологічної безпеки території бурової установки в залежності від інтенсивності випаровування промивальної рідини / Л.Є. Шкіца, **Т.М.Яцишин** // «Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування»: Доповіді І-ої Міжнародної науково-практичної конференції, 20-22 вересня 2012р. – Івано-Франківськ: Симфонія форте. – 2012. – С.160-161.

20. Шкіца Л.Є. Аналіз насосно-циркуляційної системи бурової установки з точки зору екологічної безпеки / Л.Є. Шкіца, **Т.М. Яцишин** // Матеріали міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні проблеми та шляхи їх вирішення в науці, транспорті, виробництві та освіті 2012» http://www.sworld.com.ua/konfer29/1018.pdf.

21. **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.

22. Шкіца Л.Є. Підвищення рівня екологічної безпеки насосно-циркуляційної системи бурової установки // Л.Є. Шкіца, **Т.М. Яцишин** // Тези доповідей міжнародної науково-технічної конференції «Нафтогазова енергетика - 2013» - Івано-Франківськ. ІФНТУНГ. - 2013. – С.356-358.

АНОТАЦІЯ

Яцишин Т.М. Удосконалення методів зменшення техногенного забруднення атмосферного повітря при бурінні нафтогазових свердловин. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу Міністерства освіти і науки України, Івано-Франківськ, 2014.

Дисертаційна робота присвячена підвищенню рівня екологічної безпеки під час спорудження нафтогазових свердловин шляхом модернізації елементів обладнання бурової установки, оцінки і прогнозування забруднення атмосферного повітря випарами бурового розчину. Встановлено, що крім значного негативного впливу на навколишнє середовище, який здійснюють небезпечні відходи буріння та некеровані нафтогазоводопрояви і відкриті фонтани, ще існують насичені речовинами різного класу небезпеки випари бурового розчину. Визначено закономірності впливу конструктивних та експлуатаційних параметрів насосно-циркуляційної системи на інтенсивність випаровування бурового розчину, що є визначальним для екологічного стану території бурової установки. Удосконалено підхід побудови математичних моделей розповсюдження шкідливих речовин від лінійного та площинного джерел забруднення.

Проведено лабораторні та промислові експериментальні дослідження з використанням сучасного обладнання. Розроблено «Методику оцінки екологічної безпеки при забрудненнях атмосфери парами бурового розчину». Підготовлено ряд рекомендацій, спрямованих на покращення стану атмосферного повітря території бурової установки.

Ключові слова: буровий розчин, випаровування, насосно-циркуляційна система, екологічна безпека атмосфери, забруднення атмосфери.

АННОТАЦИЯ

Яцишин Т.М. Совершенствование методов уменьшения техногенного загрязнения атмосферного воздуха при бурении нефтегазовых скважин. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа Министерства образования и науки Украины, Ивано-Франковск, 2014.

Диссертационная работа посвящена повышению уровня экологической безопасности при сооружении нефтегазовых скважин путём модернизации элементов оборудования буровой установки, оценки и прогнозирования загрязнения атмосферного воздуха парами бурового раствора.

Установлено, что кроме значительного негативного воздействия на окружающую среду, опасных отходов бурения, неуправляемых нафтогазоводопроявлений и открытых фонтанов на неё воздействуют пары бурового раствора, насыщенные веществами различного класса опасности. Находящаяся в буровом растворе выбуренная порода циркулирует, хранится и обрабатывается в насосно-циркуляционной системе. Поэтому исследования, проведённые в работе, направлены на определении в циркуляционной системе мест наиболее интенсивного испарения БР. Установленные закономерности влияния конструктивных и эксплуатационных параметров насосно-циркуляционной системы на интенсивность испарения буровых растворов, являются определяющими для экологического состояния территории буровой установки.

Усовершенствован подход построения математических моделей распространения вредных веществ, дающий возможность определять уровень концентрации примесей от линейного и площадочного источников произвольного расположения. Проведен ряд лабораторных и промышленных экспериментальных исследований с использованием современного оборудования. Подтверждена достоверность теоретических исследований и проведено определение техногенной загрузки на приземный слой атмосферы исследуемой буровой установки для сопоставления с результатами компьютерного моделирования.

Разработана методика для определения загрязнения окружающей среды, которая учитывает метеорологические условия, влияющие на процесс распространения загрязнения в атмосфере, геометрические параметры участков испарения, составляющие бурового раствора, коэффициенты и функции для определения рисков, картографическое изображение. Методика основана на

разработанной компьютерной системе MAPEDF. Предложенный комплексный гидроциклон и усовершенствованное вибросито, использование которых позволит существенно снизить испарения бурового раствора.

Для повышения экологической безопасности разработан ряд рекомендаций, направленных на улучшение состояния атмосферного воздуха территории буровой установки. Предлагается уменьшать количество оборудования с интенсивным испарением за счет применения более эффективного, использовать защитные экраны и герметизированные элементы насосно-циркуляционной системы для уменьшения распространения паров, предложенную методику в процессе разработки документации на бурение скважины, а также для мониторинга территории при бурении.

Ключевые слова: буровой раствор, испарения, насосно-циркуляционная система, экологическая безопасность атмосферы, загрязнение атмосферы.

ANNOTATION

Yatsyshyn T.M. Perfecting reduction methods of anthropogenic pollution of atmosphere at oil wells drilling. – Manuscript.

The thesis is aimed at obtaining Master of Science Degree in the 21.06.01 discipline – environmental safety. – Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas Ministry of Education of Ukraine, Ivano-Frankivsk, 2014.

The thesis is describing ecological safety increase methods at oil wells construction by modernizing drilling rig equipment elements, estimation and forecasting atmosphere pollution by drilling fluid evaporations. It is found that apart from negative environmental impact caused by dangerous drilling wastes and uncontrolled oil and gas ingresses and open fountains, there are drilling fluid evaporations containing substances of different danger degrees. The appropriateness of gas-pumping system design and exploitation parameters impact on drilling fluid evaporation intensity has been defined which is crucial for environmental state of the drilling rig site. The mathematical modeling of dangerous substances diffusing from linear to planar pollution source has been improved.

A set of laboratory and industrial experiments involving modern equipment has been conducted. "The methods of environmental safety estimate at atmosphere pollution by drilling fluid evaporations" have been worked out. A number of recommendations aimed at atmosphere improvement on the drilling rig territory are made.

Keywords: drilling fluid, evaporation, pump-circulating system, environmental safety of atmosphere, pollution of atmosphere.