

Отже, можна зробити висновок, що удосконалення методу контролю густини гірських порід в процесі буріння свердловин можливе шляхом використання розробленої інформаційної моделі і синтезу алгоритму функціонування пристрою для фазифікації якісних сигналів на основі апіорного формування аналітичних залежностей, що забезпечують підвищення точності та швидкодії цифрового пристрою контролю на нечіткій логіці.

Література

1. Крицун А.Л. Совершенствование режимов бурения на основе изучения механических свойств горных пород (на примере Припятского прогиба) // Автореф. канд. дис. — М., 1981. — 17 с.

2. Добрынин В.М. Деформация и измерение физических свойств коллекторов нефти и газа. — М.: Недра, 1970. — 320 с.

Бродский П.А., Померанц Л.И., Лукьянов Э.Е. Результаты и перспективы геолого-технологических исследований скважин в процессе бурения // Геология нефти и газа. — 1987. — №10. — С. 12-17.

3. Семенцов Г.Н. Разработка и внедрение методики изучения физико-механических свойств пласта в процессе бурения и оценки эффективности их вскрытия перфорацией с применением ЭВМ // Звіт з НДР №69/87, № держ. реєстр. 01824063048. — Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 1987. — 47 с.

4. Hampel R., Chaker N. Structure analysis for fuzzy-controller//Proceedings of Fuzzy-96, Zittau, Germany, 1996. — 83-91 p.

5. Wagenknecht M., Otto O., Hartmen K. Theoretical and applicational aspects of fuzzy modeling// Proceedings of Fuzzy-96, Zittau, Germany, 1996. — 183-150 p.

6. Sementsov G., Chyгур I. Fuzzy simulation of drilling tool wear process as many dimensional nonlinear process// Proceedings of Zittau Fuzzy Colloquium, 2001, Zittau, Germany, 2001. — 175-180 p.

УДК 622.24.05

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ТРИШАРОШКОВИХ ДОЛІТ

В.Б.Марик, Є.І.Крижанівський, В.Є.Довжок, Р.Й.Гук

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42353,
e-mail: public@ifdtung.if.ua

ВАТ "Дрогобицький долотний завод", 82100, м. Дрогобич, вул. Тураша, 20, тел. (03244) 27290,
e-mail: ddz@dr.lv.ukrtel.net

Рассмотрены условия работы и пути совершенствования буровых трёхшарошечных долот. Показано, что подход к изучению условий работы и совершенствованию конструкции долота должен быть комплексным. Кратко освещена деятельность ОАО "Дрогобычский долотный завод".

Бурове долото є тим робочим компонентом, без якого не обходиться жодна бурова установка. Ефективність його роботи прямо впливає на собівартість 1 м проходки свердловини. Оскільки долото є специфічним виробом одноразового використання, який не підлягає ремонту чи реставрації, то до його працездатності та пошуку резерву у збільшенні ресурсу роботи висувуються підвищені вимоги.

Статистика свідчить, що на буріння однієї глибокої свердловини (понад 4500 м) в середньому зараз витрачають: у США — 19 доліт, в Європі — 60 доліт, у країнах СНД (в т.ч. й в Україні) — близько 300 доліт [1].

Недивлячись на велику різноманітність асортименту породоруйнівного бурового інструменту (рис. 1), на сьогодні понад 90% обсягу бурових робіт в світі виконується із застосуванням тришарошкових доліт. Хоча першій базовій моделі тришарошкового долота з моменту

In this paper are examined exploitation conditions and ways of roller-cone drill bit's improvement. It has been shown, that approach to study mode operations and the modernization of drill bit's constitutions must be complex. The activity of JSC "Drogobych chisel works" was briefly highlights.

її винайдення вже виповнилося 138 років, вдосконалення конструкції триває і до сьогоднішнього дня. Тільки у США існує близько 5000 патентів, що стосуються вдосконалення конструкції долота, понад 3000 патентів з даного напрямку зареєстровано в країнах СНД, і ці цифри постійно зростають.

На перший погляд, тришарошкове долото нескладний виріб, який конструктивно складається з декількох однотипних деталей. Проте, щоб виготовити сучасне долото, необхідно мати понад 300 найменувань високоякісних сталей, твердих сплавів, основних і допоміжних матеріалів і комплектуючих [2]. Серед великої гами виробів нафтогазового машинобудування напевно не знайдеться механізму, умови роботи якого були б співставимими з умовами роботи бурового долота.

Шарошкові долота, типорозмірний ряд яких налічує близько 300 найменувань зов-

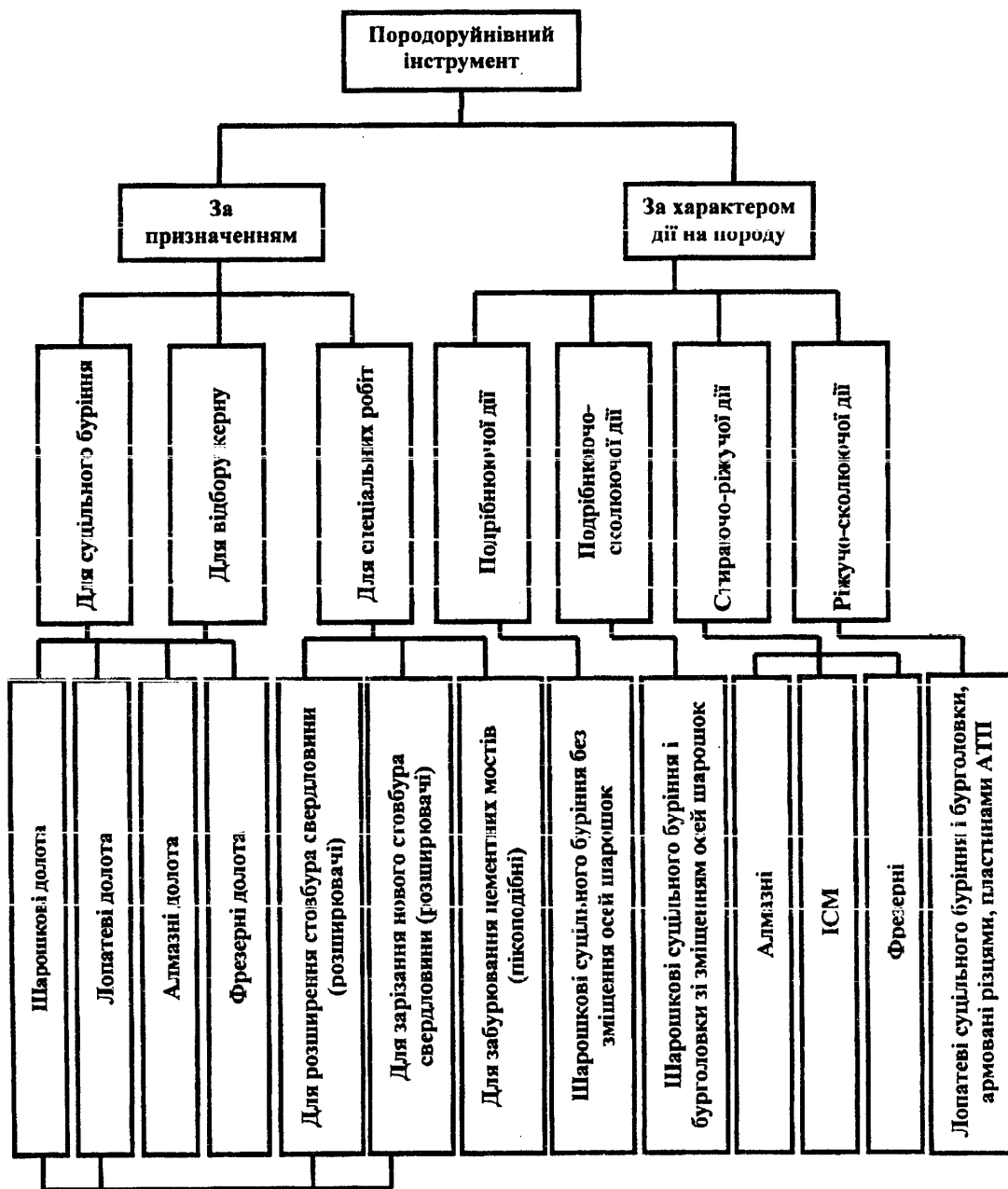


Рисунок 1 — Класифікація породоруйнівного інструменту

нішнім діаметром від 46 мм до 508 мм, працюють в стисненому просторі зі складною кінематикою і динамікою навантаженості всіх робочих елементів. При цьому осьове навантаження на долото становить 20-400 кН, частота його обертання знаходиться в діапазоні $0,7-20 \text{ с}^{-1}$, долото працює в абразивному і корозійно-активному середовищі за умов значної динамічності прикладання навантажень та вібрацій компонентів низу бурильної колони [3].

Так, внаслідок односторонності дії навантажень на опори шарошкового долота в їх роботі одночасно беруть участь не більше 25% тіл кочення. Тому контактні напруження в опорах кочення досягають 4000-5000 МПа, а в опорах ковзання – відповідно 30-40 МПа. Температура середовища на вибої в деяких регіонах буріння

становить 473 К і більше. На контакті зуб шарошки – гірська порода та в опорних елементах шарошок часто виникають температурні спалахи до 1300 К.

Експериментальні дані, отримані за допомогою термоіндикаторів, засвідчили, що температура нагріву роликів в опорі досягає 583-683 К. Такі високі температурні явища в долотних сталях сприяють зародженню первинних тріщин, втомних викришувань, а інколи й структурних змін в металі.

До 80% відмов в процесі роботи тришарошкового долота припадає на відмови його опорних елементів. Традиційні опори шарошкових доліт зазвичай включають підшипники кочення, ковзання або їх комбінацію. Якщо підшипники кочення загального машинобудування

мають довготривалий ресурс роботи, який становить десятки тисяч годин, то в опорних елементах доліт ці підшипники працюють десятки, а в кращому випадку – декілька сотень годин.

Причини цього явища такі. Крім вже згаданих вище важких умов роботи, слід врахувати особливості конструкції – консольне розміщення шарошок, безсепараторне виконання підшипників кочення, неможливість забезпечення якісної герметизації та системи змащування опор, особливо високообертових доліт, що використовуються при роботі з вибійними двигунами.

Місця для розміщення надійного ущільнення опор шарошок в конструкції долота явно недостатньо, тому значна частина з їх номенклатури випускається на сьогодні з відкритими (негерметизованими) опорами. Мастило, що закладається в опори такого долота при його складанні, внаслідок перепаду тиску вимивається з них вже в процесі опускання долота у свердловину або у перші хвилини його роботи на вибої, внаслідок чого підшипники починають працювати одночасно в абразивному і хімічно-активному середовищі. Вміст абразиву в буровому розчині зазвичай становить 2-5%, хоча залежно від конструкції та ефективності роботи системи очищення бурового розчину і його виду може досягати 10% і більше.

У конструкціях доліт з герметизацією опор характерним є дефіцит мастила. Наприклад, для долота діаметром 215,9 мм об'єм пустот порожнини шарошки становить всього 35-40 мм³. Якщо опора герметизована, то цей об'єм можна вважати замкнутим, циркулюючи в ньому, мастило буде інтенсивно нагрівається. Крім цього, в процесі роботи в опорах шарошок виникають пульсуючі тиски внаслідок зміни динамічних навантажень і осевого переміщення шарошок на цапфах. Внутрішній гідродинамічний тиск мастила в опорі та тиск робочого середовища в привибійній зоні свердловини теж не завжди є зрівноваженими. Внаслідок цих негативних тенденцій часто проходить передчасна розгерметизація опор.

До цього необхідно додати, що робота долота протікає при високій динамічності і циклічності прикладання навантажень (коефіцієнт динамічності для шарошkových доліт становить $K_d = 1,3-1,5$), а також при високому гідростатичному тиску, який іноді досягає 6000-8000 МПа. На долото передається обертовий момент (до 2.8 кН·м), очисний агент витікає із насадок зі швидкістю 50-100 м/с [4].

Важкі енергетичні і гідродинамічні умови роботи, а також конструктивні особливості зумовлюють низьку стійкість та підвищене спрацювання бурових доліт. Середній термін служби (ресурс) тришарошкового долота становить всього 20...300 год. при низькообертовому бурінні та 10-20 год. – при високообертовому.

У зв'язку з цими обставинами найближчим часом необхідно розгорнути роботи щодо створення конструкцій ущільнень і опор із зменшеним тепловідведенням. Іншим перспективним рішенням є розроблення високоефективної

опори без ущільнення взагалі. Це вимагає створення зносостійких опорних поверхонь, для яких мастильним матеріалом буде служити буровий розчин. На сьогодні вже є декілька патентів на застосування в опорі долота алмазних підшипників. Алмаз має унікальні властивості, які роблять його ідеальним матеріалом для опор, що змащуються буровим розчином: він володіє зносостійкістю, яка в тисячу разів перевищує зносостійкість твердого сплаву і при цьому відводить тепло від поверхонь тертя в п'ять разів швидше [4].

Недивлячись на вдосконалення форми і конструкції твердосплавних зубків шарошkových доліт, металургія твердого сплаву останнім часом не зазнала суттєвих змін. Твердосплавне оснащення шарошок, як і раніше, базується на зубках із карбіду вольфраму (кобальту), які є досить чутливими до високих температур, що виникають на контакті з породою в процесі буріння. За високих швидкостей обертання долота в зоні роботи зубків генерується велика кількість тепла, що призводить до появи теплових тріщин, а далі – до викришування та поломки зубків. Зубки із твердих сплавів із підвищеним вмістом кобальту менш чутливі до перегрівання, але не володіють достатньою абразивною стійкістю. Застосування алмазів і тут є перспективним технологічним рішенням. Властивість алмазу розсіювати тепло вже признана ефективною при використанні твердосплавних зубків з алмазним покриттям.

Важливим резервом підвищення ефективності роботи тришарошкового долота також є модернізація його системи промивання. Долото працює ефективно тоді, коли його тип, конструкція і режим відпрацювання відповідають властивостям порід, що буряться. Універсальних схем промивання доліт немає і бути не може. Залежно від механічних властивостей гірських порід долоту треба надати якість, яка забезпечить найбільшу ефективність руйнування породи (різанням, дробленням, сколюванням, стиранням тощо) за найбільш сприятливого і своєчасного очищення вибою.

Традиційна тригідромоніторна схема очищення вибою долотом та незначні варіанти її модифікації є ефективними тільки в певних інтервалах буріння та для певних типів порід. Настав час диференціювати схему промивання долота у відповідності до його конструкції, режиму роботи та типу породи, що буде буритися, аналогічно як це робиться із оснащенням та формою виконання шарошок. Ця обставина вимагає постановки і проведення додаткових гідродинамічних стендових і промислових досліджень.

Зараз виробництвом доліт займаються близько 20 провідних фірм світу (рис. 2). З них перші позиції за технічним рівнем і якістю продукції займають американські фірми: Hughes Christensen, Smith, Reed Tool, Security DBS, Varel та російська компанія АТ "Волабурмаш" м. Самара. Єдиний в Україні виробник доліт ВАТ "Дрогобицький долотний завод" на сьогодні повністю приватизований і не має держав-

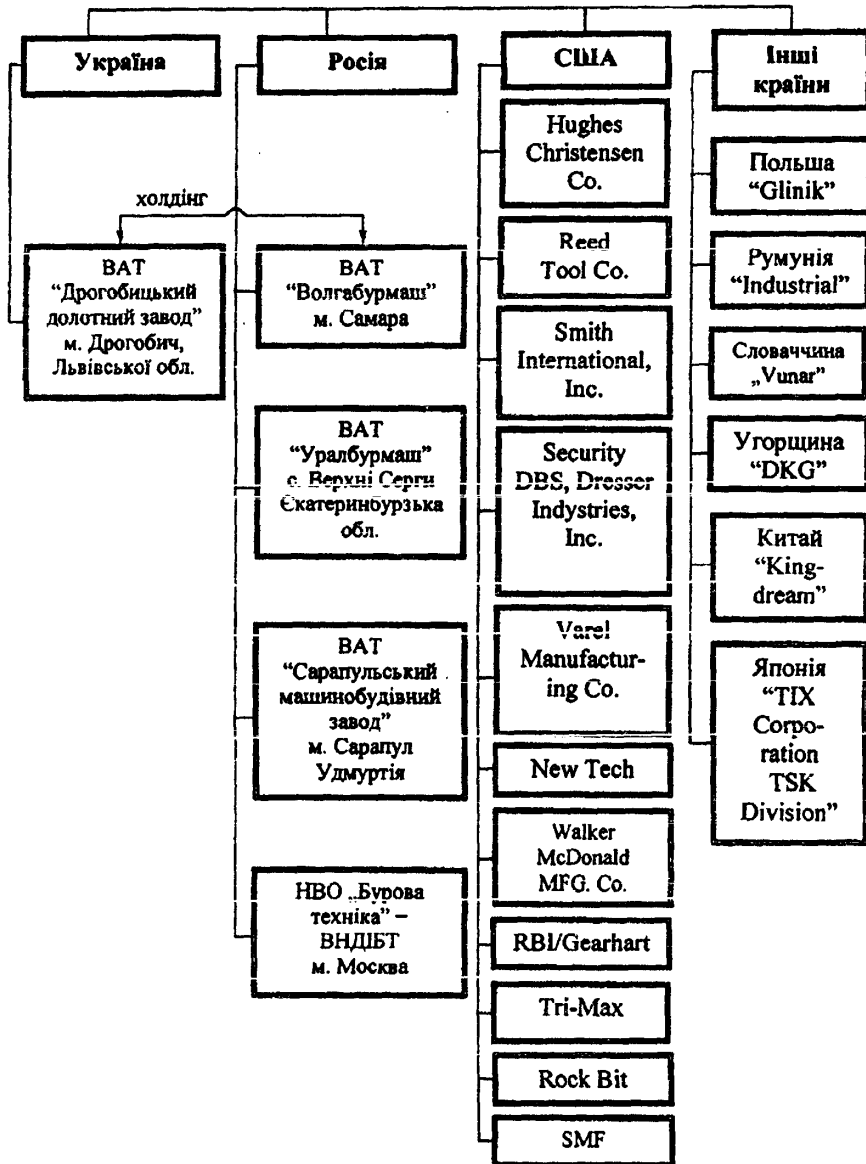


Рисунок 2 — Основні світові виробники тришарошкових доліт

ної форми власності. Власники ВАТ “Дрогобицький долотний завод” і АТ “Волгабурмаш” (Росія) спільно ведуть єдину технічну і маркетингову політику на основі тісної взаємовигідної співпраці.

Основна продукція Дрогобицького долотного заводу – це інструмент для комплектації низу бурильної колони: тришарошкові долота, бурильні головки, розширювачі, калібратори, бурові замки, центратори-стабілізатори, коронки та інші види інструменту для нафтогазової, геологорозвідувальної, вугільної та гірничо-видобувної галузей промисловості.

Тільки за останні два роки на підприємстві освоєно 29 нових конструкцій виробів. Серед них: 8 нових конструкцій доліт для ринку країн Близького Сходу, три нові конструкції – для ринку США і Канади, 4 нові долота для гірничо-рудної промисловості, 5 нових типів бурголовок і 9 – калібраторів.

Без зупинки виробництва завод веде техні-

чне переоснащення, реконструкцію і введення у виробництво нових потужностей, що забезпечує підвищення технічного рівня, якості і конкурентоспроможності продукції. Останнім часом запущено у виробництво 64 нових верстатів та обладнання виробництва Чехії, Німеччини, Росії і України. На заводі широко впроваджуються комп’ютерна техніка і технології, проведена реконструкція нового блоку цехів.

На підприємстві виконується програма перепідготовки і навчання кадрів, в тому числі і в тісній співпраці з ІФНТУНГ’ом. Університет щорічно готує і направляє своїх випускників для роботи на заводі, планується розширення зв’язків з проведенням науково-дослідної роботи та підготовки фахівців високої кваліфікації.

Таким чином, тільки тісна співпраця науки і виробництва, широке впровадження передового вітчизняного і закордонного досвіду можуть підняти на світовий рівень українське до-

Література

1. Марик В.Б. Основи методики проектування доліт з новими промивальними вузлами // Нефть і газ. пром-сть. — 2000. — №6. — С. 10-12.
2. Ищук А.Г., Гавриленко М.В., Неупоков В.Г. и др. ОАО "Татнефть" — ОАО "Волгабурмаш": полвека творческого сотрудничества // Нефть. хоз-во. — 2000. — №8. — С. 104-106.

3. Шарошочные долота: Международный транслятор-справочник / Под научн. ред. акад. РИА д.т.н. В.Я.Кершенбаума, акад. РАПК д.т.н. А.В.Торгашова. — М.: АНО "Технонефтегаз", 2000. — 245 с.

4. Торгашов А.В., Барвинок В.А., Бикбулатов И.К. и др. Современные шарошочные долота, проблемы их совершенствования и повышения надежности. — Самара: Изд. Самарского научн. центра РАН, 2000. — 190 с.

УДК 550.835.004.2

ПІДВИЩЕННЯ БЕЗПЕКИ РАДІАЦІЙНИХ МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У НАФТОГАЗОВІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ

О.В.Паневник, І.О.Григоренко

ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42430,
e-mail: public@ifdtung.if.ua

Приведена схема класифікації методів і средств радіаційної захисти персоналу в процесі використання радіометричного контролю окремих процесів в нафтяній і газовій промисловості. На прикладі радіометричного контролю процесу законтурного заводнення пластів определено безопасное предельно допустимое годовое количество радиоактивных обработок эксплуатационных скважин при использовании различных изотопов и средств защиты.

The circuit of classification methods and means of radiating protection of the personnel is given during of using of the radiometric control separate processes in oil and gas industry. On an example of the radiometric control of process water flood layers the safe maximum permissible annual quantity (amount) of radioactive processings string holes is determined at use of various isotopes and means of protection.

З кожним роком зростає кількість та розширюється номенклатура застосування в нафтогазовій промисловості неенергетичних методів використання джерел іонізуючого випромінювання. Радіоактивні ізотопи використовують, зокрема, при реалізації індикаторних методів контролю за рухом цементу в затрубному просторі під час цементування свердловин та руху рідини при законтурному заводненні пластів, при виявленні характеру утворення тріщин під час гідравлічного розриву пластів, в процесі проведення геофізичних досліджень свердловин, під час дефектоскопії бурового та нафтопромислового обладнання та інструменту. Необхідно також враховувати підвищену радіоактивність гірських порід, яка ускладнює виробниче середовище об'єктів нафтогазової промисловості. Зростання обсягів застосування радіаційних методів контролю технологічних процесів збільшує кількість осіб, що мають безпосередній контакт з джерелами іонізуючого випромінювання. В цих умовах підвищується актуальність забезпечення радіаційної безпеки персоналу нафтогазових об'єктів.

Дезінтеграційні процеси в економіці періоду розпаду Радянського Союзу призвели до значного скорочення обсягу наукових досліджень, спрямованих на підвищення радіаційної безпеки технологічних процесів нафтогазового комплексу. Про це свідчить, зокрема, і мала кількість присвячених даній проблемі нових

публікацій. У той же час ефективність радіаційної безпеки технологічних процесів сьогодні обмежена наявністю значної кількості існуючих заходів та засобів, розроблених неопов'язаними між собою організаціями-проектантами та підприємствами-виробниками. В умовах застарілих стандартів, що встановлюють типи і параметри заходів та засобів радіаційної безпеки, внаслідок створення парку різнотипного обладнання ускладнюється процес його експлуатації та ремонту та впровадження результатів нових теоретичних і експериментальних досліджень.

Поширення використання радіоактивних елементів, виходячи з вищезгаданого, можливе на основі класифікації та систематизації існуючих заходів та засобів радіаційної безпеки, які дають змогу реалізувати той чи інший процес будівництва, експлуатації та дослідження свердловин. Цій проблемі присвячені результати досліджень, наведені в даній статті. Узагальнення розрізаних питань радіаційної безпеки полегшить розробку конструктивно-уніфікованих рядів відповідного обладнання та інструменту, суттєво полегшить його ремонт та експлуатацію, обмежить номенклатуру необхідних запасних частин, дасть можливість встановити єдині вимоги до марок матеріалів, системи обробки елементів та інше.

Сучасні заходи та засоби захисту від негативного впливу іонізуючого випромінювання