

**Міністерство охорони здоров'я України
Академія медичних наук України
Український центр наукової медичної інформації
та патентно-ліцензійної роботи**

**КОНТРОЛЬ ДОЗОФОРМУВАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ
РЕНТГЕНОДІАГНОСТИЧНИХ АПАРАТІВ**

(методичні рекомендації)

Київ 2006

Міністерство охорони здоров'я України
Академія медичних наук України
Український центр наукової медичної інформації
та патентно-ліцензійної роботи

“УЗГОДЖЕНО”

Начальник лікувально-
організаційного Управління
АМН України, д.м.н.
_____ В.В. Лазоришинець
_____ 2006 р.

“УЗГОДЖЕНО”

Начальник відділу
радіаційної безпеки та медичних
проблем аварії на ЧАЕС
МОЗ України
_____ Д.А. Петрук
_____ 2006 р.

КОНТРОЛЬ ДОЗОФОРМУВАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ
РЕНТГЕНОДІАГНОСТИЧНИХ АПАРАТІВ

(методичні рекомендації)

Київ 2006

Установа-розробник: Інститут медичної радіології ім. С.П.Григор'єва
АМН України

Укладачі: доктор медичних наук, професор, Пилипенко Микола Іванович
тел. 700-05-00
Озерський Костянтин Леонідович
тел. 704-10-61
кандидат біологічних наук Корнєєва Віра Василівна
Гур Олена Миколаївна
тел. 704-10-61
Шальопа Ольга Юріївна
тел. 704-10-61

Рецензенти

Завідувач кафедри рентгенології дитячого віку
Харківської медичної академії післядипломної освіти
доктор медичних наук, професор
Спузяк Михайло Іванович

Завідувач кафедри біологічної та медичної фізики
та медичної інформатики
Харківського державного медичного університету
доктор біологічних наук, професор
Кнігавко Володимир Гілярійович

Голова республіканської проблемної комісії
”Медична радіологія” МОЗ та АМН України
професор Пилипенко Микола Іванович

Зміст

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	6
2 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ	7
3 ДОЗИМЕТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ	8
4 ПРОЦЕДУРИ КОНТРОЛЮ ДОЗОФОРМУВАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕНТГЕНОДІАГНОСТИЧНИХ АПАРАТІВ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ ЇХ РОБОТИ	9
4.1 Контроль радіаційного виходу рентгенодіагностичних апаратів	9
4.1.1 Опис процедур вимірювання радіаційного виходу	9
4.1.2 Аналіз результатів вимірювань радіаційного виходу	13
4.2 Контроль анодної напруги рентгенодіагностичних апаратів	17
4.2.1 Опис процедур виконання вимірювань анодної напруги	17
4.2.2 Аналіз результатів вимірювань анодної напруги	19
4.3 Контроль часу експозиції рентгенодіагностичних апаратів	20
4.3.1 Опис процедур виконання вимірювань часу експозиції	20
4.3.2 Аналіз результатів вимірювань часу експозиції	21
5 ЗАХОДИ, ЯКИХ НЕОБХІДНО ВЖИТИ В РАЗІ НЕВІДПОВІДНОСТІ КОНТРОЛЬОВАНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВЛЕНИМ КРИТЕРІЯМ	22
6 ПЕРІОДИЧНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ КОНТРОЛЮ ДОЗОФОРМУВАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕНТГЕНОДІАГНОСТИЧНИХ АПАРАТІВ	22
ВИСНОВКИ	22
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	23
Додаток А	24

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- В - вольт, одиниця напруги
А - ампер, одиниця сили току
с - секунда, одиниця часу
Гр - грей, одиниця поглинутої дози
Р - рентген, одиниця експозиційної дози

ВСТУП

Методичні рекомендації розроблено з метою налагодження в лікувальних закладах України систематичного контролю дозоформувальних параметрів рентгенодіагностичних апаратів як важливої складової оптимізації опромінення пацієнтів та одночасно забезпечення якості рентгенодіагностики.

Документ містить мінімальні вимоги до проведення періодичних контрольних вимірювань параметрів апаратів для рентгенодіагностики, які суттєво впливають на якість рентгенівського діагностичного зображення і мають контролюватися для підтримки стабільності роботи систем рентгенівського зображення.

Дані методичні рекомендації призначені для фахівців рентгенодіагностичних відділень, які відповідно до наказу МОЗ України № 340 “Про удосконалення організації служби променевої діагностики та променевої терапії” зобов’язані контролювати стан використовуваного рентгенівського обладнання. Розроблений документ встановлює порядок проведення контролю дозоформувальних параметрів рентгенодіагностичних апаратів загального призначення, які генерують випромінювання при значеннях анодної напруги в діапазоні від 40 до 150 кВ.

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Сучасні тенденції розвитку радіаційного захисту пацієнтів спрямовані на підвищення якості медичної допомоги, і все частіше поняття “радіаційний захист” асоціюється з поняттям “гарантія якості”. Забезпечити якість медичних рентгенівських діагностичних процедур можливо тільки на підставі розуміння важливості дозиметричних вимірювань. Критерієм якості в рентгенодіагностиці є встановлення оптимального співвідношення між якістю зображення, необхідного для постановки діагнозу, і дозою опромінення пацієнта шляхом вибору оптимальних фізико-технічних параметрів. Тому постійний контроль

радіаційних характеристик рентгенодіагностичного апарата, своєчасне виявлення відхилень показників їх надійного функціонування, забезпечують умови для зниження променевих навантажень на пацієнта при обстеженнях з одночасним підвищенням якості рентгенівського зображення.

Дані методичні рекомендації визначають:

- параметри, що підлягають контролю;
- критерії стабільності роботи рентгенодіагностичних зображальних систем;
- методики перевірки відповідності контрольованих параметрів установленим нормам.

2 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Радіаційний вихід – це значення радіаційної дози (експозиційної дози, чи дози, поглинутої в повітрі), виміряної в центрі поля опромінювання на осі робочого струменя при певних значеннях експозиційних параметрів: анодної напруги, U (кВ), анодного струму, I (мА), часу експозиції, t (с) або добутку анодного струму на час експозиції, Q (мАс). Радіаційний вихід наводять у величинах нормованої експозиційної дози в мР/мАс чи нормованої поглинутої в повітрі дози в мкГр/мАс за формулою:

$$X = D/Q, \quad (2.1)$$

де D – експозиційна доза, мР;

Q – експозиція, мАс.

Доза експозиційна – доза фотонного іонізуючого випромінення в повітрі. Одиницею вимірювання є рентген (Р) або кулон/кг (К/кг).

Керма (акронім від kinetic energy released in material) – сума початкових енергій усіх заряджених частинок, які вивільнюються незарядженими частинками в одиниці маси опромінюваної речовини. Енергетичний еквівалент експозиційної дози. Одиниця вимірювання керми – грей (Гр).

Іонізаційна камера – пристрій для вимірювання дози опромінення за допомогою визначення іонізації повітря в камері.

Дозиметр – прилад, використовуваний для детектування випромінень і вимірювання опромінення.

Номінальне значення анодної напруги – значення анодної напруги, встановлене на пульті управління рентгенівського апарата.

Номінальне значення часу експозиції – значення часу експозиції, встановлене на пульті управління рентгенівського апарата.

Номінальне значення анодного струму – значення анодного струму, встановлене на пульті управління рентгенівського апарата.

3 ДОЗИМЕТРИЧНЕ ОБЛАДНАННЯ

Для вимірювання радіаційного виходу рентгенодіагностичних апаратів використовують дозиметр (електрометр та іонізаційна камера), призначений для вимірювання радіаційної дози в діапазоні енергії ікс-випромінення за напруги на трубці 40 – 150 кВ, у діапазоні доз 1 мкГр – 100 мГр і потужності доз у діапазоні 0,5 мкГр/с – 100 мГр/с.

Для вимірювання високої напруги, прикладеної до ікс-променевої трубки, рекомендується використовувати електронний (цифровий) вимірювач напруги, який не потребує підключення до апарата, що працює. Принцип роботи такого вимірювача ґрунтується на реєстрації різниці двох електричних сигналів, створюваних іонізаційними камерами під дією фотонів ікс-випромінення, що проходять крізь поглинальні фільтри різної товщини, розміщені в прямому струмені.

При вимірюваннях слід керуватися інструкціями щодо експлуатації відповідних вимірювальних приладів.

Для вимірювання часу експозиції рекомендується користуватися електронним (цифровим) вимірювачем часу, який теж не потребує підключення до апарата, що працює. Зазвичай функції електронного вимірювача анодної напруги і часу суміщені в одному приладі.

Принцип роботи такого вимірювача ґрунтується на реєстрації часового проміжку між моментом, коли значення напруги на аноді трубки перевищить

певну порогову величину при вмиканні високої напруги, і моментом, коли напруга впаде нижче порогової величини при її вимиканні. При вимірюваннях слід керуватися інструкцією щодо експлуатації використовуваного вимірювального приладу.

4 ПРОЦЕДУРИ КОНТРОЛЮ ДОЗОФОРМУВАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕНТГЕНОДІАГНОСТИЧНИХ АПАРАТІВ ЗА РІЗНИХ РЕЖИМІВ ЇХ РОБОТИ

4.1 Контроль радіаційного виходу рентгенодіагностичних апаратів

Рекомендовані контрольні тести дозволяють визначити залежність радіаційного виходу від експозиційних параметрів.

Об'єктами контролю є:

– постійність радіаційного виходу за постійності номінальних значень усіх параметрів експозиції (напруги на трубці, анодного струму, часу експозиції);

– характер залежності радіаційного виходу від номінальних значень напруги на трубці за постійності номінальних значень анодного струму й часу експозиції;

– характер залежності радіаційного виходу від номінальних значень анодного струму за постійності номінальних значень напруги на трубці й часу експозиції;

– характер залежності радіаційного виходу від номінальних значень часу експозиції за постійності номінальних значень напруги на трубці й анодного струму.

4.1.1 Опис процедур вимірювання радіаційного виходу

При вимірюваннях іонізаційну камеру розташувати у відкритому повітрі (без зворотнього розсіювання) на осі первинного струменя на відстані 80 см від фокуса трубки таким чином, щоб центри камери та радіаційного поля збігалися. Зазвичай розміри поля опромінювання становлять 10 × 10 см. Увімкнути

дозиметр і через деякий час розпочати вимірювання (керуватися інструкцією з експлуатації приладу).

Постійність радіаційного виходу за постійності номінальних значень усіх параметрів експозиції (напруги на трубці, анодного струму, часу експозиції)

Встановити на пульті управління апарата деяку комбінацію значень параметрів експозиції, які лежать в діапазонах, що відповідають звичайним умовам роботи апарата даного рентгенодіагностичного кабінету (наприклад, 80 кВ; 200 мА; 0,1 с). Виконати опромінювання іонізаційної камери дозиметра не менше п'яти разів. Результати вимірювання внести до протоколу контролю фізико-технічних параметрів рентгенодіагностичного апарата (Додаток А).

Значення радіаційного виходу за i -го вимірювання X_i та його середнє значення \bar{X} (мР/мАс) обчислюється за формулами:

$$X_i = \frac{D_i}{I_1 \times t_1} ; \quad (4.1)$$

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} , \quad (4.2)$$

де D_i – значення експозиційної дози i -того вимірювання, мР;

n – кількість вимірювань;

i – номер вимірювання;

I_1 – номінальне значення обраного анодного струму (мА) при проведенні даного тесту;

t_1 – номінальні значення обраного часу експозиції (с) при проведенні даного тесту.

Залежність радіаційного виходу від номінального значення напруги на трубці за постійності номінальних значень анодного струму і часу експозиції

Встановити на пульті управління апарата комбінацію значень анодного струму і часу експозиції, в діапазоні звичайної роботи апарата в даному рентгенодіагностичному кабінеті (наприклад, 200 мА; 0,1 с). Провести опромінювання за різних значень номінальної анодної напруги трубки в межах

робочого діапазону (наприклад, від 60 до 120 кВ) з кроком 10 кВ. Виконати опромінювання іонізаційної камери дозиметра при кожному встановленому значенні напруги не менше п'яти разів. Результати вимірювань внести до протоколу контролю фізико-технічних параметрів рентгенодіагностичного апарата (Додаток А).

Значення радіаційного виходу для кожного обраного номінального значення анодної напруги за n -го вимірювання (X_{ni}) та його середнє значення \bar{X}_i (мР/мАс) обчислюється за формулами:

$$X_{ni} = \frac{D_{ni}}{I_1 \times t_1} ; \quad (4.3)$$

$$\bar{X}_i = \frac{X_{n1} + X_{n2} + \dots + X_{ni}}{n} , \quad (4.4)$$

де D_{ni} – значення експозиційної дози n -того вимірювання, мР;

ni – номер вимірювання;

n – кількість вимірювань для даного i -того номінального значення анодної напруги;

I_1 – номінальне значення обраного анодного струму (мА) при проведенні даного тесту;

t_1 – номінальні значення обраного часу експозиції (с) при проведенні даного тесту.

Залежність радіаційного виходу від номінальних значень анодного струму за постійності номінальних значень напруги на трубці та часу експозиції

Цей контрольний тест виконують у тих випадках, коли конструкцією рентгенодіагностичного апарата передбачено незалежний вибір значень анодного струму і часу експозиції.

Встановити на пульті управління апарата значення напруги на трубці і часу експозиції в діапазоні звичайної роботи апарата даного рентгенодіагностичного кабінету (наприклад, 80 кВ; 0,1 с). Провести опромінювання за різних номінальних значень анодного струму в межах робочого діапазону (наприклад, від 100 до 500 мА) з кроком 100 мА. Виконати опромінювання камери

дозиметра при кожному встановленому значенні анодного струму не менше п'яти разів.

Результати вимірювань внести до протоколу контролю фізико-технічних параметрів рентгенодіагностичного апарата (Додаток А).

Значення радіаційного виходу для кожного обраного номінального значення анодного струму за n -го вимірювання (X_{ni}) та його середнє значення \bar{X}_i (мР/мАс) обчислюється за формулами:

$$X_{ni} = \frac{D_{ni}}{I_{ni} \times t_1} ; \quad (4.5)$$

$$\bar{X}_i = \frac{X_{n1} + X_{n2} + \dots + X_{ni}}{n} , \quad (4.6)$$

де D_{ni} – значення експозиційної дози n -того вимірювання, мР;

ni – номер вимірювання;

n – кількість вимірювань для даного i -того номінального значення анодного струму;

I_{ni} – номінальне значення обраного анодного струму (мА) при проведенні даного тесту;

t_1 – номінальні значення обраного часу експозиції (с) при проведенні даного тесту.

Залежність радіаційного виходу від номінальних значень часу експозиції за постійності номінальних значень напруги на трубці й анодного струму

Цей контрольний тест виконують у тих випадках, коли конструкцією рентгенодіагностичного апарата передбачено незалежний вибір значень анодного струму і часу експозиції.

Встановити на пульті управління апарата комбінацію значень напруги на трубці і анодного струму в діапазоні звичайної роботи апарата даного рентгенодіагностичного кабінету (наприклад, 80 кВ; 200 мА). Провести опромінювання за різних номінальних значень часу експозиції в межах робочого діапазону (наприклад, 0,05; 0,1; 0,2 с). Виконати опромінювання

камери дозиметра за кожного встановленого значення часу експозиції не менше п'яти разів.

Результати вимірювань внести до протоколу контролю фізико-технічних параметрів рентгенодіагностичного апарата (Додаток Г).

Значення радіаційного виходу для кожного обраного номінального значення часу експозиції за n_i -го вимірювання (X_{ni}) та його середнє значення \bar{X}_i (мР/мАс) обчислюється за формулами:

$$X_{ni} = \frac{D_{ni}}{I_1 \times t_{ni}} ; \quad (4.7)$$

$$\bar{X}_i = \frac{X_{n1} + X_{n2} + \dots + X_{ni}}{n} , \quad (4.8)$$

де D_{ni} – значення експозиційної дози n_i -того вимірювання, мР;

n_i – номер вимірювання;

n – кількість вимірювань для даного i -того номінального значення часу експозиції;

I_1 – номінальне значення обраного анодного струму (мА) при проведенні даного тесту;

t_{ni} – номінальні значення обраного часу експозиції (с) при проведенні даного тесту.

4.1.2 Аналіз результатів вимірювань радіаційного виходу

Постійність радіаційного виходу за постійності номінальних значень усіх параметрів експозиції (напруги на трубці, анодного струму, часу експозиції)

За результатами вимірювань визначають середнє значення радіаційного виходу за формулою (4.2) та коефіцієнт варіації.

Коефіцієнт варіації вимірюваного радіаційного виходу визначають за формулою:

$$C_v, \% = \frac{100}{\bar{X}} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} , \quad (4.9)$$

де \bar{X} – середнє арифметичне значення вимірюваного радіаційного виходу;

X_i – i -те вимірне значення радіаційного виходу;

n – кількість вимірювань.

Середнє значення радіаційного виходу за 80 кВ у центрі радіаційного поля на відстані 80 см від фокуса трубки для апаратів з трифазною схемою живлення має бути в межах 3 – 21 мР/мАс.

Коефіцієнт варіації вимірних значень радіаційного виходу за нормальних умов роботи апарату не може перевищувати 10 %.

Залежність радіаційного виходу від номінального значення напруги на трубці за постійності номінальних значень анодного струму та часу експозиції

Залежність радіаційного виходу контрольованого рентгенодіагностичного апарата від номінального значення анодної напруги оцінюють, виходячи з положення, що ця залежність являє собою ступеневу функцію вигляду U^n . Значення показника ступеневої функції n визначають за формулою:

$$n = \frac{\lg X_n - \lg X_1}{\lg U_n - \lg U_1}, \quad (4.10)$$

де X_n – значення радіаційного виходу (мкГр/мАс) при номінальному значенні анодної напруги U_n (кВ);

X_1 – значення радіаційного виходу (мкГр/мАс) при номінальному значенні анодної напруги U_1 (кВ);

U_n – максимальне значення анодної напруги (кВ);

U_1 – мінімальне значення анодної напруги (кВ).

Значення показника n ступеневої функції залежності радіаційного виходу від номінального значення напруги на ікс-променевої трубці за умови нормального функціонування рентгенівського апарата, має бути в межах 1,7 – 2,5.

Залежність радіаційного виходу від номінального значення анодного струму за постійності номінальних значень напруги на трубці та часу експозиції

При аналізі результатів цього контрольованого тесту виходять з положення, що залежність радіаційного виходу від анодного струму при постійних

значеннях напруги на трубці і часу експозиції являє собою лінійну функцію. Значення радіаційного виходу, визначене за формулою 4.6, повинно залишатися постійним $\bar{X} = const$.

Коефіцієнт варіації виміряного радіаційного виходу визначають за формулою:

$$C_v, \% = \frac{100}{\bar{X}} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}, \quad (4.9)$$

де \bar{X} – середнє значення радіаційного виходу за i -го значення анодного струму;

X_i – i -те вимірне значення радіаційного виходу;

n – кількість i -тих значень анодного струму, за яким проводились вимірювання.

Коефіцієнт варіації вимірних значень радіаційного виходу за даним тестом, за умови нормального функціонування рентгенодіагностичного апарата не повинен перевищувати 10 %.

Приклад вигляду залежності радіаційного виходу від номінального значення анодного струму для рентгенодіагностичного апарата, що контролюється, наведено на рис.4.1.

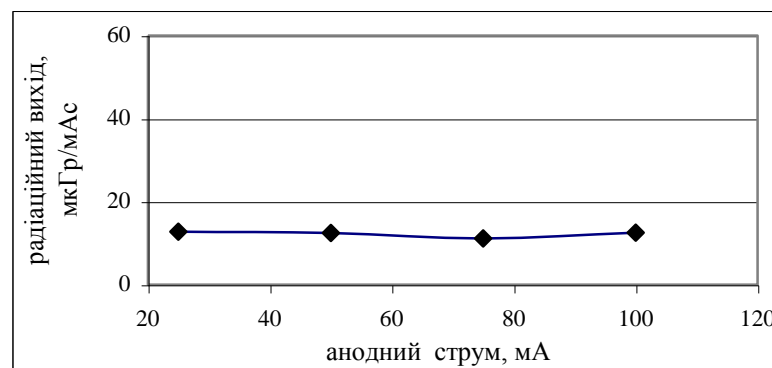


Рисунок 4.1 – Приклад залежності радіаційного виходу від номінального значення анодного струму за умов нормального функціонування рентгенодіагностичного апарата

Залежність радіаційного виходу від номінальних значень часу експозиції за постійності значень напруги на трубці й анодного струму

При аналізі результатів цього контрольного тесту виходять з положення, що залежність радіаційного виходу від часу експозиції при постійних значеннях напруги на трубці і анодного струму являє собою лінійну функцію. Значення радіаційного виходу, визначене за формулою 4.8, повинно залишатися постійним $\bar{X} = const$.

Коефіцієнт варіації виміряного радіаційного виходу визначають за формулою:

$$C_v, \% = \frac{100}{\bar{X}} \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}, \quad (4.9)$$

де \bar{X} – середнє значення радіаційного виходу за i -го значення часу експозиції;

X_i – i -те вимірне значення радіаційного виходу;

n – кількість i -тих значень часу експозиції, за яким проводились вимірювання.

Коефіцієнт варіації вимірних значень радіаційного виходу за даним тестом, за умови нормального функціонування рентгенодіагностичного апарата не повинно перевищувати 10 %. Приклад вигляду залежності радіаційного виходу від номінального значення часу експозиції для рентгенодіагностичного апарата, що контролюється, наведено на рис.4.2.

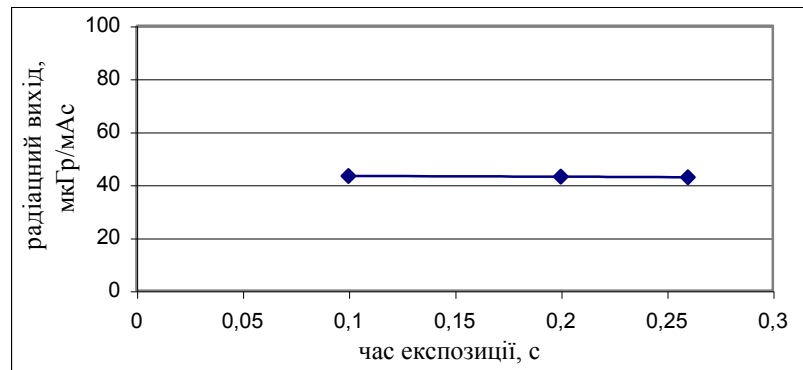


Рисунок 4.2 – Приклад залежності радіаційного виходу від номінального значення часу експозиції за умов нормального функціонування рентгенодіагностичного апарата

4.2 Контроль анодної напруги рентгенодіагностичних апаратів

Мета даного контрольного тесту полягає в порівнянні реальної анодної напруги, прикладеної до ікс-променевої трубки, з її значенням, встановленим на контрольній панелі рентгенівського апарата.

Об'єктами контролю є ступінь відхилення виміряного значення анодної напруги від номінального:

за постійності значень інших параметрів експозиції (анодний струм, час експозиції);

за зміни номінальних значень анодного струму.

4.2.1 Опис процедур виконання вимірювань анодної напруги

При вимірюваннях розташувати вимірювач напруги на столі для пацієнта таким чином, щоб поздовжній напрямком чутливої ділянки вимірювального детектора був перпендикулярним осі анод–катод ікс-променевої трубки. Геометрію розташування вимірювача напруги та часу експозиції відповідно осі анод–катод ікс-променевої трубки наведено на рис.4.3.

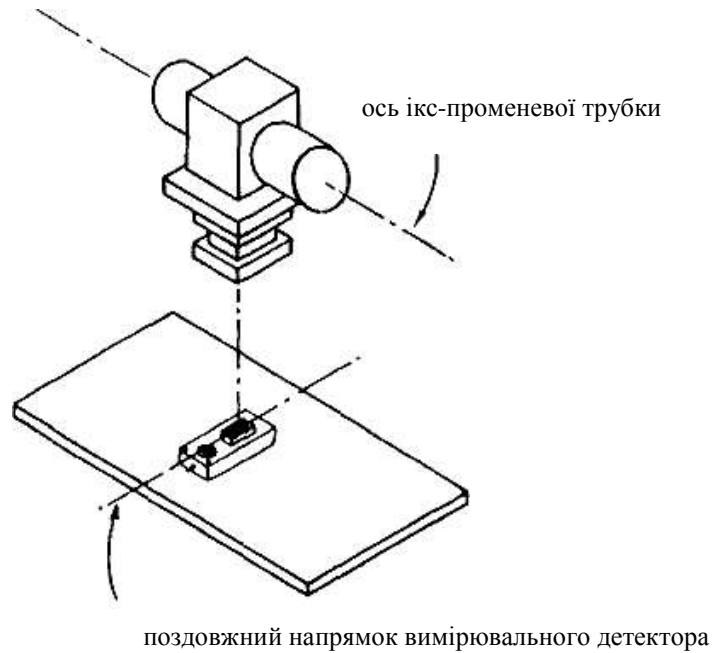


Рисунок 4.3. – Приклад геометрії розташування вимірювача напруги та часу експозиції відповідно осі анод–катод ікс-променевої трубки

Задля виключення впливу неоднорідності просторового розподілу інтенсивності випромінювання на результат вимірювань встановити відстань від фокуса трубки до чутливої ділянки вимірювача 80 – 100 см. Розміри радіаційного поля обираються більшими за чутливу ділянку, при цьому опромінювання з'єднувальних кабелів приладу повинно бути мінімальним.

Увімкнути вимірювальний прилад і через деякий час розпочати вимірювання (керуватися інструкцією з експлуатації приладу).

Визначення відхилення виміряного значення напруги від номінального за постійності значень інших параметрів експозиції (анодного струму, часу експозиції)

Встановити на пульті управління рентгенодіагностичного апарата номінальні значення анодного струму та часу експозиції в діапазоні звичайної роботи даного рентгенодіагностичного кабінету (наприклад, 200 мА; 0,1 с). Провести опромінювання чутливої ділянки вимірювача за різних номінальних значень анодної напруги (наприклад, від 60 до 120 кВ). Повторити вимірювання при кожному обраному значенні анодної напруги не менше п'яти разів.

Визначення відхилення виміряного значення анодної напруги від номінального за різних значень анодного струму

Встановити на пульті управління рентгенодіагностичного апарата номінальні значення напруги на трубці та часу експозиції в діапазоні звичайної роботи апарата даного рентгенодіагностичного кабінету (наприклад, 80 кВ; 0,1 с). Провести опромінювання чутливої ділянки вимірювача за різних значень анодного струму в межах робочого діапазону (наприклад, від 100 до 500 мА) з кроком 100 мА. Повторити вимірювання при кожному встановленому значенні анодного струму не менше п'яти разів.

Результати вимірювань внести до протоколу контролю дозоформувальних параметрів рентгенодіагностичного апарата.

4.2.2 Аналіз результатів вимірювань анодної напруги

Відхилення виміряного значення анодної напруги від номінального за постійності значень інших параметрів експозиції (анодного струму, часу експозиції)

Для кожного встановленого на пульті управління апарата значення анодної напруги розраховують середнє арифметичне значення величини реальної анодної напруги за результатами п'яти вимірювань і визначають різницю між ним і номінальним значенням.

При встановленому значенні номінальної напруги 100 кВ або менше різниця між отриманим середнім і відповідним номінальним значенням анодної напруги не повинна перевищувати 10 кВ. При значенні номінальної напруги вище 100 кВ різниця між отриманим середнім і відповідним номінальним значенням анодної напруги не повинно перевищувати 10 %.

Відхилення виміряного значення анодної напруги від номінального за різних значень анодного струму

Для кожного значення анодного струму, при якому проводили вимірювання анодної напруги, розраховують середнє арифметичне значення величини реальної анодної напруги за результатами п'яти вимірювань і

визначають різницю між цим значенням реальної анодної напруги і відповідним номінальним значенням.

При встановленому значенні номінальної напруги 100 кВ або менше різниця між отриманим середнім і відповідним номінальним значенням анодної напруги не повинно перевищувати 10 кВ. При значенні номінальної напруги вище 100 кВ різниця між отриманим середнім і відповідним номінальним значенням анодної напруги не повинно перевищувати 10 %.

4.3 Контроль часу експозиції рентгенодіагностичних апаратів

Рекомендовані контрольні тести дозволяють визначити реальні значення часу експозиції за постійних умов опромінювання.

Мета даного контрольного тесту полягає в порівнянні реального часу вмикання високої напруги із номінальним значенням часу експозиції.

Об'єктом контролю є ступінь відхилення вимірюваного часу експозиції від встановленого за допомогою таймера при постійних значеннях усіх чинників експозиції (напруги на трубці, анодного струму, часу експозиції).

4.3.1 Опис процедур виконання вимірювань часу експозиції

При вимірюваннях розташувати вимірювач часу експозиції на столі для пацієнта таким чином, щоб поздовжній напрямок чутливої ділянки вимірювального приладу був перпендикулярним осі анод–катод рентгенівської трубки. Геометрію розташування вимірювача напруги та часу експозиції наведено на рис.4.4. Для виключення впливу неоднорідності просторового розподілу інтенсивності рентгенівського випромінення на результат вимірювань встановити відстань від фокуса трубки до чутливої ділянки вимірювача 80 – 100 см. Розміри радіаційного поля обираються більшими за чутливу ділянку, при цьому опромінювання з'єднувальних кабелів приладу повинно бути мінімальним.

Увімкнути вимірювальний прилад і через деякий час розпочати вимірювання (керуватися інструкцією з експлуатації приладу).

Відхилення виміряного значення часу експозиції від номінального за постійності значень інших параметрів експозиції (напруги на трубці, анодного струму)

Встановити на пульті керування рентгенодіагностичного апарата номінальні значення напруги на трубці й анодного струму в діапазоні звичайної роботи апарата даного рентгенодіагностичного кабінету (наприклад, 80 кВ; 100 мА). Виконати опромінювання при різних значеннях часу експозиції в межах робочого діапазону. При виборі контрольованого значення часу експозиції необхідно враховувати припустимі значення встановлюваних експозиційних параметрів, щоб уникнути перевантаження рентгенівської трубки. При триваліших експозиціях слід витримувати більший інтервал між опромінюваннями, достатній для охолодження трубки. Повторити вимірювання при кожному встановленому значенні не менше п'яти разів.

Результати вимірювань внести до протоколу контролю дозоформувальних параметрів рентгенодіагностичного апарата.

4.3.2 Аналіз результатів вимірювань часу експозиції

Відхилення виміряного значення часу експозиції від номінального за постійності значень інших параметрів експозиції (напруги на трубці, анодного струму)

Для кожного встановленого на пульті керування апарата значення часу експозиції розраховують середнє значення виміряного часу експозиції за результатами п'яти вимірювань і визначають різницю між середнім значенням часу експозиції та відповідним номінальним значенням.

Різниця між середнім значенням виміряного часу експозиції і номінальним не може перевищувати $\pm 0,002$ с, якщо встановлене значення часу експозиції на пульті менше 0,01 с; не може бути більшим за $\pm 0,005$ с, якщо значення часу експозиції на пульті встановлено в інтервалі 0,01 – 0,1 с, та не може перевищувати 5 %, якщо встановлене значення часу експозиції на пульті більше 0,1 с.

5 ЗАХОДИ, ЯКИХ НЕОБХІДНО ВЖИТИ В РАЗІ НЕВІДПОВІДНОСТІ КОНТРОЛЬОВАНИХ ПАРАМЕТРІВ УСТАНОВЛЕНИМ КРИТЕРІЯМ

Якщо значення контрольованих параметрів не задовольняють установленим критеріям, відповідний контрольний тест рекомендується провести повторно.

Перед проведенням повторних вимірювань слід переконатися, що використовуване дозиметричне обладнання функціонує нормально. За можливістю провести повторні вимірювання з використанням іншого аналогічного дозиметричного приладу, призначеного для відповідних вимірювань.

Якщо критерії не виконуються і при повторному тестуванні, необхідно звернутися до організації, яка контролює технічний стан даного рентгенодіагностичного апарата, для позачергового технічного огляду.

6 ПЕРІОДИЧНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ КОНТРОЛЮ ДОЗОФОРМУВАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ РЕНТГЕНОДІАГНОСТИЧНИХ АПАРАТІВ

Контрольні вимірювання дозоформувальних параметрів рентгенодіагностичних апаратів загального призначення необхідно проводити один раз на рік. Позачергові контрольні вимірювання рекомендовано проводити після ремонту або заміни будь-якої частини рентгенодіагностичного апарата, яка може впливати на формування пучка ікс-випромінення.

ВИСНОВКИ

Впровадження розроблених методичних рекомендацій у медичних закладах країни дозволить проводити постійний контроль радіаційних характеристик діючого рентгенодіагностичного обладнання, що забезпечить

виконання одного з основних принципів протирадіаційного захисту пацієнтів: зниження колективних доз, отримуваних населенням при проведенні рентгенологічних процедур. Цей документ може бути структурним елементом системи забезпечення якості в рентгенодіагностиці.

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про удосконалення організації служби променевої діагностики та променевої терапії: Наказ Міністерства охорони здоров'я України № 340 від 28 листопада 1997 р. – К., 1997.

2. Контроль качества технических средств рентгенодиагностики: Сборник статей / Под ред. А.Ф. Цыба и А.М. Гурвича. – Обнинск, 1998.

3. Перспективи забезпечення в Україні єдності вимірювань ікс-проміння в медицині / Пилипенко М.І., Корнеєва В.В. // Укр.. Радіол. журн.- 2003.-Т.ХІ, вип.1. – С.11-13 .

4. Регулярний контроль фізико-технічних дозоформувальних параметрів рентгенодіагностичних апаратів / Пилипенко М.І., Корнеєва В.В., Гур О.М., Шальопа О.Ю. // Матеріали XIV З'їзду гігієністів України, м. Дніпропетровськ, 2004. – С.321-323.

Журнал контролю дозоформувань параметрів рентгенодіагностичного
апарата

1. Протокол контролю радіаційного виходу рентгенодіагностичного апарата за постійних значень U_a , I_a , t_a

Таблиця А.1

i (номер вимірювань)	U_a (анодна напруга, кВ)	I_a (анодний струм, мА)	t_a (час експозиції, с)	D (доза експозиційна, мР)	X (радіаційний вихід, мР/мАс)
1	U_1	I_1	t_1	D_1	X_1
2	U_1	I_1	t_1	D_2	X_2
3	U_1	I_1	t_1	D_3	X_3
4	U_1	I_1	t_1	D_4	X_4
5	U_1	I_1	t_1	D_5	X_5

2. Протокол контролю радіаційного виходу рентгенодіагностичного апарата при зміні анодної напруги U_a і сталих значеннях I_a та t_a

Таблиця А.2

i (номер вимірювань)	U_a (анодна напруга, кВ)	I_a (анодний струм, мА)	t_a (час експозиції, с)	D_{ni} (доза експозиційна, мР)	X_{ni} (радіаційний вихід, мР/мАс)
11	60	I_1	t_1	D_{11}	X_{11} } \bar{X}_1
12	60	I_1	t_1	D_{12}	
13	60	I_1	t_1	D_{13}	
21	70	I_1	t_1	D_{21}	X_{21} } \bar{X}_2
22	70	I_1	t_1	D_{22}	
23	70	I_1	t_1	D_{23}	
31	80	I_1	t_1	D_{31}	X_{31} } \bar{X}_3
32	80	I_1	t_1	D_{32}	
33	80	I_1	t_1	D_{33}	
41	90	I_1	t_1	D_{41}	X_{41} } \bar{X}_4
42	90	I_1	t_1	D_{42}	
43	90	I_1	t_1	D_{43}	
51	100	I_1	t_1	D_{51}	X_{51} } \bar{X}_5
52	100	I_1	t_1	D_{52}	
53	100	I_1	t_1	D_{53}	

3. Протокол контролю радіаційного виходу рентгенодіагностичного апарата при зміні анодного струму I_a і сталих значеннях U_a та t_a

Таблиця А. 3

i (номер вимірювань)	U_a (анодна напруга, кВ)	I (анодний струм, мА)	t (час експозиції)	D_{ni} (доза експозиційна, мР)	X_{ni} (радіаційний вихід, мР/мАс)
11	U_1	50	t_1	D_{11}	X_{11} } \bar{X}_1
12	U_1	50	t_1	D_{12}	
13	U_1	50	t_1	D_{13}	
21	U_1	100	t_1	D_{21}	X_{21} } \bar{X}_2
22	U_1	100	t_1	D_{22}	
23	U_1	100	t_1	D_{23}	
31	U_1	150	t_1	D_{31}	X_{31} } \bar{X}_3
32	U_1	150	t_1	D_{32}	
33	U_1	150	t_1	D_{33}	
41	U_1	200	t_1	D_{41}	X_{41} } \bar{X}_4
42	U_1	200	t_1	D_{42}	
43	U_1	200	t_1	D_{43}	
51	U_1	250	t_1	D_{51}	X_{51} } \bar{X}_5
52	U_1	250	t_1	D_{52}	
53	U_1	250	t_1	D_{53}	

4. Протокол контролю радіаційного виходу рентгенодіагностичного апарата при зміні часу експозиції t_a і сталих значеннях U_a та I_a

Таблиця А.4

i (номер вимірювань)	U_a (анодна напруга, кВ)	I (анодний струм, мА)	t (час експозиції)	D_{ni} (доза експозиційна, мР)	X_{ni} (радіаційний вихід, мР/мАс)
11	U_1	I_1	0.05	D_{11}	X_{11} } \bar{X}_1
12	U_1	I_1	0.05	D_{12}	
13	U_1	I_1	0.05	D_{13}	
21	U_1	I_1	0.1	D_{21}	X_{21} } \bar{X}_2
22	U_1	I_1	0.1	D_{22}	
23	U_1	I_1	0.1	D_{23}	
31	U_1	I_1	0.2	D_{31}	X_{31} } \bar{X}_3
32	U_1	I_1	0.2	D_{32}	
33	U_1	I_1	0.2	D_{33}	
41	U_1	I_1	0.3	D_{41}	X_{41} } \bar{X}_4
42	U_1	I_1	0.3	D_{42}	
43	U_1	I_1	0.3	D_{43}	
51	U_1	I_1	0.4	D_{51}	X_{51} } \bar{X}_5
52	U_1	I_1	0.4	D_{52}	
53	U_1	I_1	0.4	D_{53}	

