

Лабораторна робота 2

Джерела рентгенівського випромінювання: рентгенівська трубка, моноблок та випромінювач

Мета роботи: Вивчити особливості принципів побудови, конструкції, складу та принципу дії рентгенівської трубки та моноблоку, робота електричної схеми живлення, експлуатація та міри безпеки, робота та їх технічне обслуговування.

I. Теоретична частина

- 1.1. Будова, технічні характеристики, склад трубки і моноблоку**
- 1.2. Принципи побудови та робота трубки**
- 1.3. Конструкція моноблоку**
- 1.4. Принципи дії**
- 1.5. Робота електричної схеми**
- 1.6. Головний ланцюг**
- 1.7. Управління моноблоком**
- 1.8. Ланцюги живлення**

II. Міри безпеки

- 2.1. Електробезпека**
- 2.2. Безпека від механічних пошкоджень**
- 2.3. Радіаційна безпека**

III. Режими роботи трубки і моноблоку

IV. Підготовка і порядок роботи рентгенівської трубки

V. Технічне обслуговування трубки та моноблоку

VI. Характерні неполадки та методи їх усунення

VII. Протокол дослідження

VIII. Висновки

I. Теоретична частина

1.1. Будова , технічні характеристики та склад трубки і моноблоку

У апараті використана рентгенівська трубка типу 1,6БДМ9-90; розмір оптичного фокусу 2x2 мм.

Для компенсації зміни об'єму мастила при транспортуванні і експлуатації в моноблоці є чотири маслорозширювачі.

Схема живлення рентгенівської трубки напівхвильова, однонапівперіодна, безвентильна.

Напруга на трубці у всьому робочому діапазоні напруги і опорів мережі в межах від 187 до 235 В стабілізується параметрично і знаходиться в межах від 70 до 80 кВ.

Анодний струм трубки в цьому ж робочому діапазоні лежить в межах від 5 до 30 мА.

При номінальній напрузі мережі 220 В (до включення апарату) і номінальному опорі мережі 2 Ом апарат забезпечує напругу на трубці

75 ± 3 кВ, при анодному струмі 18 ± 2 мА.

Власна фільтрація вихідного вікна кожуха моноблока і шару масла еквівалентна 1,5 мм алюмінію.

Моноблок має можливість повороту у вилці на 30 градусів до колони, на 120 градусів від колони, і навколо вилки на ± 180 градусів від положення для знімків при напрямі пучка променів вниз. У всіх робочих положеннях моноблок фіксується самогальмуючими пристроями.

Переміщення моноблока в горизонтальному напрямі здійснюється за допомогою горизонтальної каретки.



Рис. 2.1. Моноблок



Рис. 2.2. Рентгенівська трубка 1,6БДМ9-90

1.2. Структура та елементи рентгенівської трубки

Трубка складається з накаливого катода й анода, які розташовані у вакуумному об'ємі. Між цими електродами прикладається висока напруга від одиниць до сотень кіловольт.

Схематично така трубка показана на рисунку 2.3.

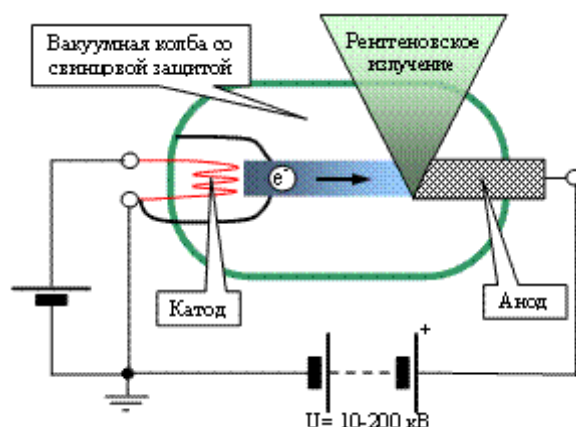


Рис. 2.3. Схематичне зображення рентгенівської трубки.

Напруга на трубці у всім робочому діапазоні напруг й опорів мережі стабілізується параметрично й перебуває в межах від 70 до 80 кВ.

Анодний струм трубки в робочому діапазоні лежить у межах від 5 до 30 мА.

При номінальній напрузі мережі 220 В (до включення апарата) і номінальному опорі мережі 2 Ом апарат забезпечує напруга на трубці 75 ± 3 кВ при анодному струмі 18 ± 2 мА. Рентгенівська трубка в апараті типу 1,6БДМ9-90; розмір оптичного фокуса 2×2 мм (рис.2.2).

1.3. Конструкція моноблоку

Вигляд моноблоку показаний на рис. 2.1, а його конструкція на рис.2.4. Моноблок являє собою металевий бак, усередині якого розміщений високовольтний трансформатор з закріпленою рентгенівською трубкою. Моноблок змінює своє положення на каретці штатива за допомогою вилки й може обертатися, як у самій вилці, так і разом з вилкою навколо осі її хвостовика.

Вилка, у якій обертається моноблок, сконструйована так, що моноблок залишається в рівновазі в будь-якому положенні, і для його фіксації не потрібно додатково ніяких гальмуючих пристроїв.

У хвостовику укріплене штепсельне з'єднання, на якт виведені ланцюги живлення й контролю моноблока.

На бічній стінці моноблока нанесені поділки, що показують кут його повороту в вилці.

Для компенсації зміни обсягу масла при транспортуванні й експлуатації в моноблоці є чотири маслорозширювача.

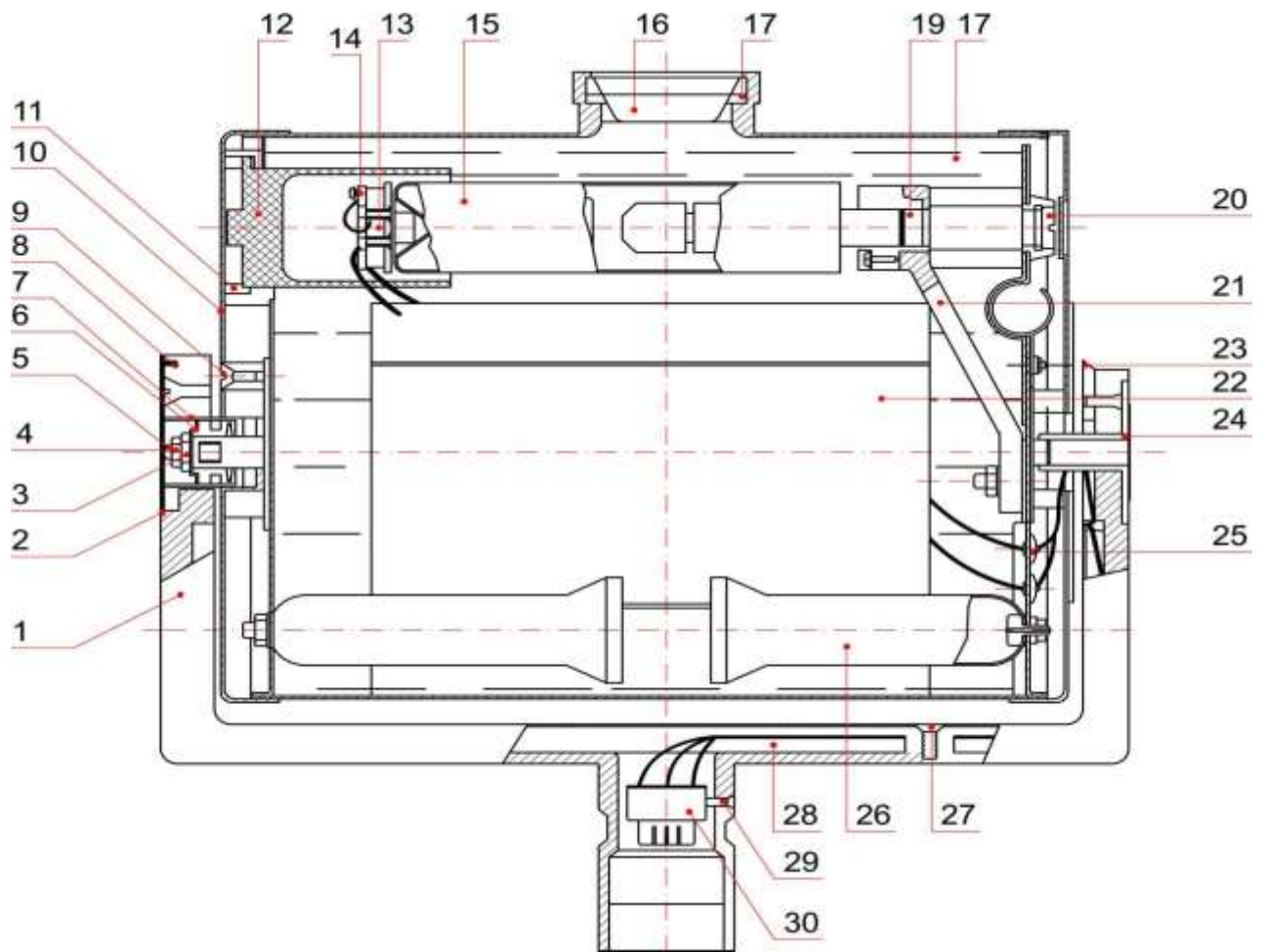


Рис. 2.4 Моноблок

1- вилка; 2 - ковпачок; 3 - контргайка; 4 - гайка фрикційна; 5 - шайба; 6 - пружина; 7 - упорная втулка фрикціону; 8 - винт упорної втулки; 9 - винт бокової кришки; 10 - кришка; 11 - захисне кільце ковпака; 12 - винт кріплення реостата; 13 - ковпак; 14 - реостат; 15 - трубка рентгенівська; 16 - вікно; 17 - зажимне кільце вікна; 18 - масло трансформаторне; 19 - гайка анодна; 20 - анодна пробка; 21 - анодний тримач; 22 - трансформатор; 23 - показчик; 24 - упорна втулка; 25 - виводи; 26 - маслорасширювач; 27 - винт кріплення; 28 – оформлюючі пази; 29 - винт кріплення роз'єму; 30 – роз'єм.

У моноблоці є прозоре вікно для виходу рентгенівських променів і два закритих отвори, призначених для заміни трубки.

1.4. Принцип роботи рентгенівської трубки

Електрони, емітовані з гарячого катода, прискорюються анодною напругою й попадають на анод. У результаті взаємодії з матеріалом анода генерується рентгенівське випромінювання.

У процесі взаємодії прискорених електронів з атомами матеріалу анода випускається два типи рентгенівських квантів. Схема процесів формування рентгенівського випромінювання показана на рис 2.5.

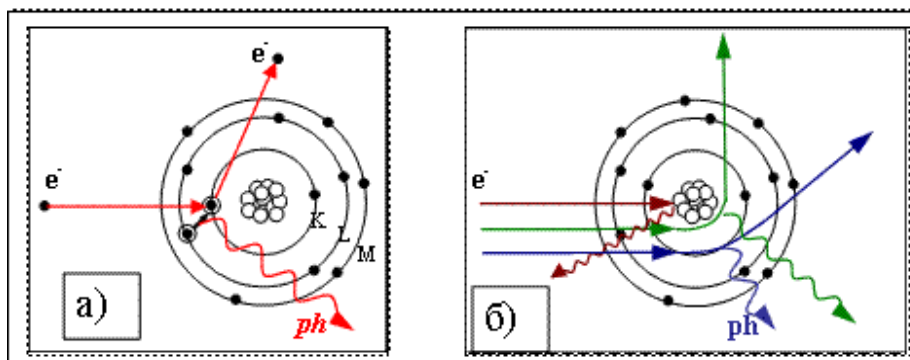


Рис. 2.5. Процеси взаємодії прискорених електронів з атомами анода

Один тип квантів, що випускають, це кванти характеристичного випромінювання з енергіями, обумовленими енергетичними рівнями атомів анода. Вони випромінюються в результаті взаємодії прискорених електронів з електронами атомної оболонки (рис.2.5 (а)). Інший тип це кванти гальмового випромінювання, випромінюються в результаті взаємодії падаючих електронів з потенціалом ядра атома (рис. 2.5 (б)). Спектр гальмового випромінювання є безперервним.

Сумарний спектр, що випускає трубкою, є сумою характеристичного й гальмового випромінювання. На рис. 2.6 суцільною лінією схематично показаний спектр (розподіл по енергіях квантів падаючих в одну секунду на площадку 1 мм², що перебуває на відстані 1 м) рентгенівської трубки з вольфрамовим W анодом при анодній напрузі 120 кВ і струму 1 мА. Спектр розрахований з урахуванням поглинання в матеріалі анода, вихідному вікні й в алюмінієвому Al фільтрі. Пунктиром на малюнку показане поводження спектра без обліку поглинання в матеріалі анода й матеріалі вікна.

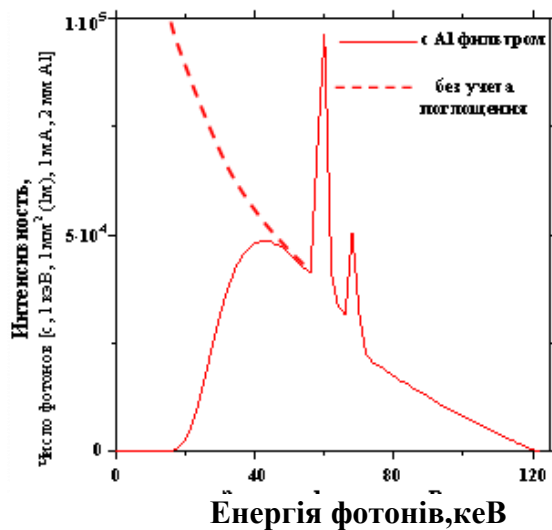


Рис. 2.6. Характерний спектр рентгенівської трубки з W анодом.

Спектр випромінювання рентгенівської трубки залежить як від прискорювальної анодної напруги, так і від струму, що проходить через трубку. На рис. 2.7 наведені розрахункові спектри від рентгенівської трубки з анодом з вольфраму (W) при різних прискорювальних напругах. Із представленою малюнка видно, що зі збільшенням прискорювальної напруги зростає інтенсивність спектра й енергія рентгенівських квантів. Максимум спектра формується в область високих енергій. При напругах на трубці, перевищуючій поріг формування характеристичних ліній W (67, 65 кеВ), на спектрі з'являються піки характеристичних ліній.

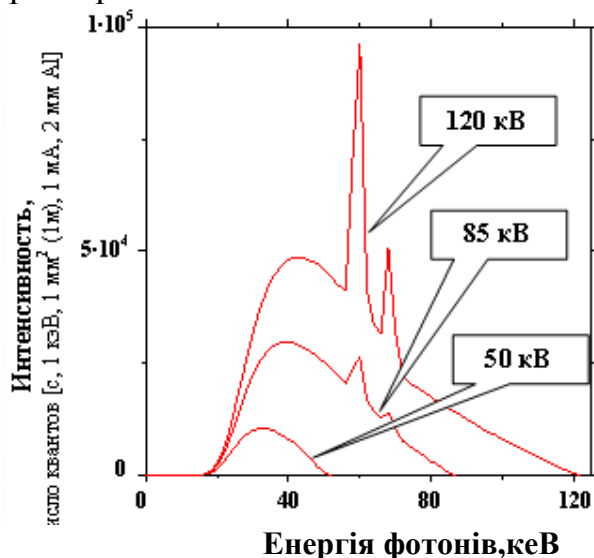


Рис. 2.7. Спектри випромінювання рентгенівської трубки з вольфрамовим W анодом при різних прискорювальних напругах [2].

На рис. 2.8 наведені спектри трубки з W анодом із прискорювальною напругою - 50 кВ, при різних анодних струмах. З малюнка видно, що інтенсивність спектра росте лінійно зі збільшенням струму через трубку. При цьому форма спектра не змінюється. Представлені в роботі спектри рентгенівських трубок розраховані за допомогою комп'ютерної програми [1] адаптованої для розрахунку спектрів медичних рентгенівських трубок [2].

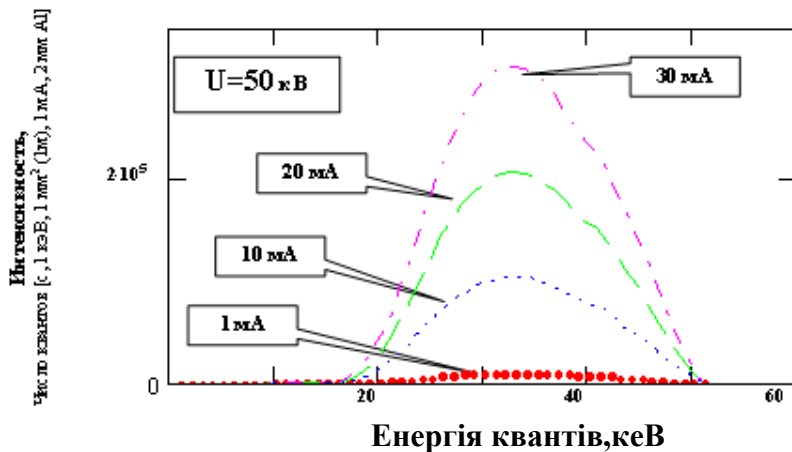


Рис. 2.8. Спектр трубки з вольфрамовим анодом при різному анодним струмі

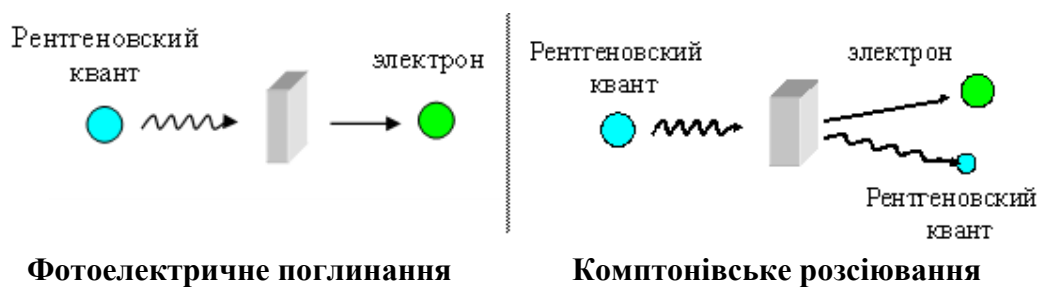


Рис. 2.9. Основні процеси взаємодії рентгенівських квантів з речовиною

При фотоелектричному поглинанні відбувається поглинання падаючого кванта електронами атомної оболонки й утворення вільного електрона з енергією, порівнянної з енергією поглиненого кванта (рис.2.9). Більше точний опис процесу представлений у монографії [3].

Крім цього, при проходженні рентгенівського випромінювання через речовину може спостерігатися процеси, коли викинутий з атома електрон одержує лише частину енергії падаючого кванта й називається електроном віддачі. Інша енергія випромінюється у вигляді кванта з меншою енергією, чим у падаючого кванта. Таке розсіювання називається комптонівським. Напрямок випромінювання виниклого рентгенівського кванта довільний. Комптонівське розсіювання має місце на зовнішніх слабозв'язаних електронах атома, або на електронах кінцевих орбіт.

Моноблок має можливість повороту в хвостовику на 30 градусів до колони, на 120 градусів від колони, і навколо вилки на ± 180 градусів від положення для знімків при напрямку пучка променів униз. У всіх робочих положеннях моноблок фіксується самогальмуючими пристроями. Переміщення моноблока в горизонтальному напрямку здійснюється за допомогою горизонтальної каретки.

1.5. Принцип дії

Схема живлення рентгенівської трубки

Апарат «Арман-1» 8ЛЗ-Ф виконаний за полухвильовою безвентильною

схемою. Рентгенівська трубка приєднана безпосередньо до виходів вторинної обмотки високовольтного трансформатора. Середня точка вторинної обмотки заземлена. Нитка розжарювання рентгенівської трубки живиться від обмотки того ж трансформатора. При подачі напруги на первинну обмотку вторинна напруга з'являється на аноді трубки миттєво, в той же час, як на розігрів нитки розжарювання потрібно якийсь час (практично 0,2-0,3 сек.) В результаті цього анодний струм, а отже і випромінювання, з'являється не відразу після включення кнопки знімків, а з невеликою затримкою.

Стабілізація напруги на трубці

Параметри головного трансформатора так узгоджені з рентгенівською трубкою, що робоча напруга практично не залежить від коливання напруги мережі (у межах від 187 до 235 Вольт) і опору мережі (у межах до 3 Ом) При всіх цих коливаннях вхідної напруги, анодна напруга на рентгенівській трубці відхиляється від номінального значення 75 кВ не більше, ніж ± 3 кВ. При цьому величина струму рентгенівської трубки при різних напругах мережі сильно змінюється.

Таким чином в апараті «Арман-1» практично здійснюється стабілізація робочої напруги на трубці і, відповідно, жорсткість випромінювання.

Вибір експозиції по параметрам міліамперсекундам

В апараті застосовано реле міліамперсекунд, яке дозволяє заздалегідь встановлювати експозицію рентгенівського знімка у відповідності з будь-якою з восьми фіксованих уставок від 4 до 100 мАс. Включений кнопкою знімків апарат автоматично вимикається, коли рентгенівська трубка видасть попередньо задану кількість міліамперсекунд незалежно від напруги мережі та анодного струму.

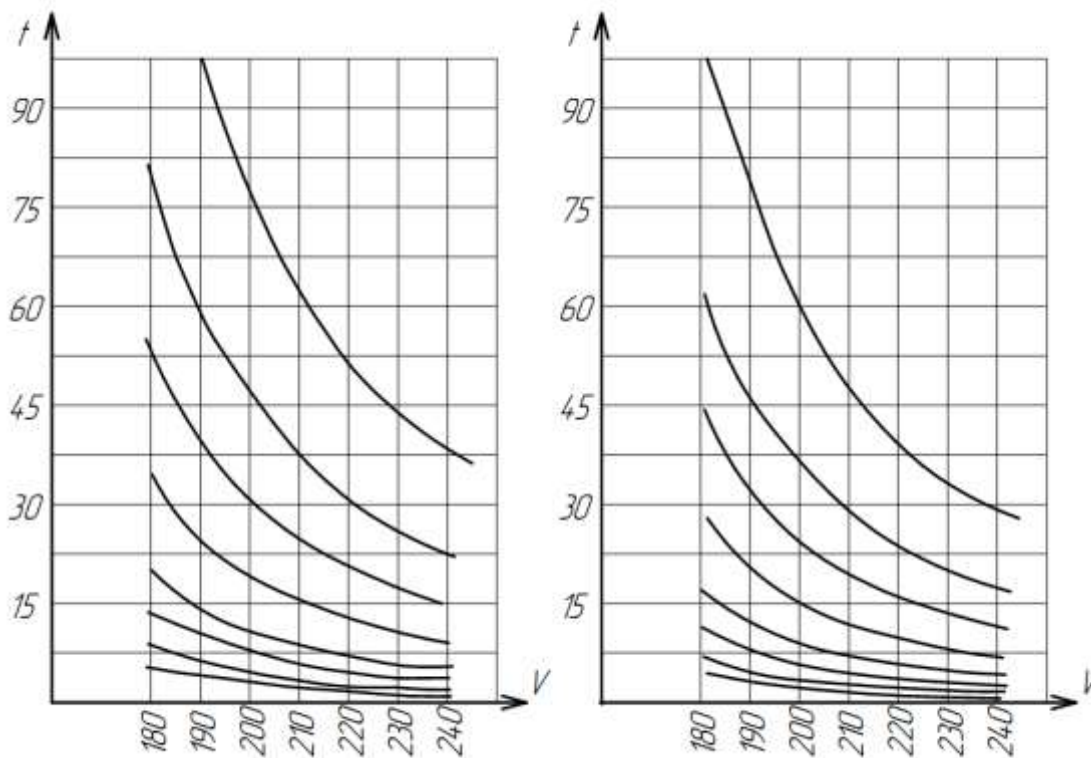


Рис.2.10 Графіки залежності анодної напруги f (кВ) від мережевої напруги V (В) живлення

Стабільність знімків

Поєднання двох головних переваг апарата - незалежність жорсткості рентгенівського випромінювання трубки від стану мережі та встановлення експозиції по міліамперсекундам - забезпечує незмінну стабільну щільність почорніння плівки при однаковості умов знімка (об'єкт зйомки, фокусна відстань) (рис.2.10).

Це дуже зручно, тому що обслуговуючому персоналу не потрібно піклуватися про будь-які поправки на стан мережі.

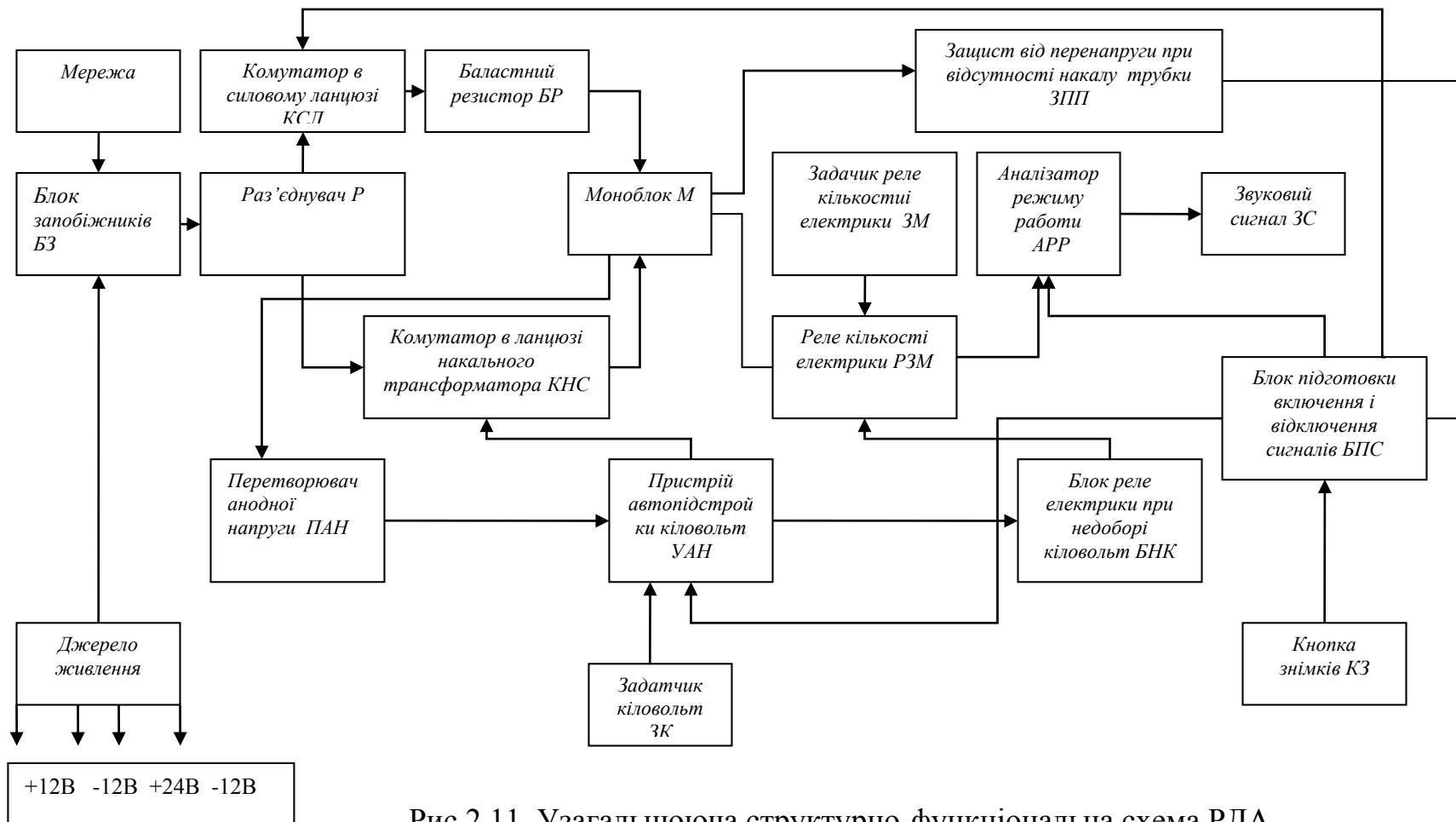


Рис.2.11. Узагальнююча структурно-функціональна схема РДА

1.6. Робота РДА по структурно-функціональній та електричній схемам

На рис.2.11 зображена структурно-функціональна схема РДА, а на рис.9 (л.р. 1,с.18) –електрична принципова схема РДА «Арман-1». Позначення елемента на схемі, а також у тексті описів і на ілюстраціях, складається з 2 або 3 частин.

Перша буквена частину позначення вказує вид елемента (наприклад: Д - напівпровідниковий діод, К - контактор, Р - реле, П - перемикач, Т - транзистор і тиристор, Тр - трансформатор, С - конденсатор, R - резистор і т. п.) .

Остання частина позначення вказує ту складальну одиницю або частина конструкції, де цей елемент знаходиться.

Буквами позначені: Г - моноблок, П - пульт управління, Ш - штатив.

Якщо в цій складальній одиниці знаходиться декілька однотипних елементів, наприклад резисторів, то в позначення вводиться третя складова частина. Це або цифра вказує порядковий номер елемента, або буква, що характеризують елемент з точки зору його застосування. Ця частина позначення розташовується між частинами 2, описаними вище.

Так наприклад ДЗП означає діод напівпровідниковий, третій по порядку в пультику управління.

Перелік елементів схеми з їх даними наведено у додатку1(с.33-34).

Електрична схема апарата складається з головного ланцюга, реле міліамперсекунд і котушки контактора.

1.7. Головний ланцюг

До головних ланцюгів відносяться ланцюга, по яких протікає навантажувальний струм при роботі апарату.

До цих ланцюгів відносяться: ланцюг запобіжника гірш, що замикає контакти контактора КШ, первинна обмотка трансформатора ТРГ, ланцюг вторинної обмотки трансформатора ТРГ і рентгенівської трубки ЛГ, ланцюг світлового і захисного діодів Д2П і ДЗП і вимірювальні ланцюга реле міліамперсекунд, до яких відносяться опору R1П- R9П і ємність С2Ш.

У головного ланцюга апарату встановлено захисний газовий розрядник РВГ. Робочий струм протікає в нього тільки при обриві в вимірювальному ланцюзі реле міліамперсекунд або при розгерметизації трубки.

Підключення апарата до мережі здійснюється простим включенням стандартної трештирькової штепсельної вилки в трешгнездную настінну розетку (або в двухгнездную розетку за допомогою перехідної колодки).

Включення знімка відбувається при замиканні контактором КШ ланцюга первинної обмотки трансформатора ТРГ. При закінченні знімка реле міліамперсекунд відключає котушку контактора і, отже, трансформатор.

1.8. Управління моноблоком

До основних елементів схеми міліамперсекунд відносяться: вимірювальний конденсатор С2Ш, перемикачі при виборі експозиції резистори R1П- R8П, шунтувальний резистор R9П, транзистор Т2Ш і поляризоване реле РШ.

Вибір установки міліамперсекунд здійснюється перемикачем ПЕП; при цьому в ланцюг заряду конденсатора С2Ш включається один з резисторів R1П- R8П.

Вимірювальний конденсатор С2Ш включений в ланцюг вторинної обмотки високовольтного трансформатора ТРГ у заземленою середньої точки.

Як видно зі схеми, коли кнопка знімка КНП знаходиться в відпущеному стані, вона своїми розмикаючими контактами КНП (21-29) через резистор R10П повністю розряджає конденсатор С2Ш і напруга на ньому в цьому випадку дорівнює нулю.

При знімку частина анодного струму проходить по колу: С2Ш, діод Д1П, один з перемикаючих резисторів R1П- R8П (інша частина анодного струму проходить по шунтуючого резистора R9П). Конденсатор С2Ш при цьому заряджається.

Поки напруга на конденсаторі менше 8 Вольт (тобто менше напруги пробою стабілітрона Д3Ш), струм в ланцюзі стабілітрона відсутній. Після заряду конденсатора до 8 Вольт в ланцюзі стабілітрона потече струм; цей же струм піде по ланцюгу емітер-база транзистора Т2Ш, включеного за схемою з загальним емітером. У ланцюг колектора цього транзистора включена обмотка двопозиційного поляризованого реле без переваги РШ. Ця обмотка реле живиться від вторинної обмотки допоміжного трансформатора ТрШ через діод Д2Ш.

Транзистор Т2Ш виконує роль підсилювача струму. Як тільки в ланцюзі емітер-база потече хоча б зовсім слабкий струм, а це станеться після пробою стабілітрона Д3Ш, він буде багаторазово підсилений транзистором і поданий в обмотку реле РШ. Це призведе до розриву контактів, керуючих контактором знімка КШ, тобто до закінчення знімка.

Первинна обмотка трансформатора ТрШ живиться від тих же точок, що і обмотка головного трансформатора ТрГ і тому живлення на них подається і знімається одночасно.

1.9. Ланцюги живлення

Для здійснення управління силовим контактором КШ за допомогою поляризованого реле застосований тиристор Т1Ш.

Як відомо на постійному струмі тиристор управляємо тільки в одному напрямку - на включенні. Якщо використовувати тиристор на змінному або пульсуючому зі спадами до нуля струмі, то він стає керованим і на відключення, так як при переходах анодного напругах тиристри через нуль він встигає згаснути і відновити свої непровідящая властивості.

Працює схем включення контактора наступним чином.

Поки кнопка КнП знаходиться в ненажатом стані та контакти КнП (5-7) розімкнені, за елементами схеми все же є електричний струм, хоча величина його у багато разів менше робітника. Цей незначний струм тече через резистор R1Ш, (служує при роботі додатковим опором для котушки контактора КШ і обмежує струм в ній до робочої величини), резистор R 2Ш (опір якого обмежує струм через котушку реле РШ), котушку поляризованого реле РШ (яка потрібна для того, щоб повертати якір реле в початкове положення і утримувати в цьому положенні), через замкнуті контакти реле РШ, керуючий електрод тиристора Т1Ш, діод Д1Ш і котушку контактора КШ.

Точки схеми 7-9 шунтуються резистором R3Ш. Цей резистор потрібен для того, щоб у разі розриву контакторів РШ ланцюг котушки реле РШ не залишався знеструмленим.

Конденсатор С1Ш виконує роль згладжуючого фільтра. Без нього якір контактора КШ буде вібрувати.

Діод Д1Ш потрібен для того, щоб в ланцюзі обмотки реле РШ завжди протікає струм одного напрямку, навіть у тому випадку, коли тиристор Т1Ш замкнений.

Якір поляризованого реле РШ при знеструмлених котушках може знаходитися в будь-якому з двох положень: крайньому правому або крайньому лівому (за схемою). Якщо якір знаходиться в правому положенні, то через керуючий електрод тиристора Т1Ш протікає струм. При замкнутій кнопці КнП (5-7) цей струм буде малим і недостатнім, як для спрацьовування контактора КШ, так і для відмикання тиристора. Якщо при розімкнутої кнопці КнП (5-7) якір реле РШ опиниться в лівому положенні, наприклад при сильному поштовху або ударі по корпусу реле, струм, що протікає по обмотці реле РШ (6-7) зараз же переведе якір в праве положення.

При натисненні на кнопку знімків КнП точки 5-7 закорочуються, струм в ланцюзі збільшується і досягає величини, достатньої для відкриття тиристора. Через тиристор ТШ починає текти робочий струм контактора, контактор спрацьовує і включає головний трансформатор.

Після закінчення експозиції та спрацювання реле міліамперсекунд котушка реле РШ (8-27) розриває контакти РШ (7-11), струм в ланцюзі керуючого електрода тиристора зникає, котушка контактора КШ знеструмлюється, контакти КШ розриваються і знімок припиняється.

Якщо кнопку КнП відпустити під час знімка, то знімок зараз же припиниться.

Конденсатор С1Ш, включений паралельно котушці контактора, здійснює деяку затримку відключення контактора. Це необхідно для синхронізації моменту розриву контактів з моментом переходу споживаного з мережі струму через нульову фазу. Ємність конденсатора С1Ш (10мкф) вибрана таким чином, щоб після замикання тиристора контакти КШ розмикалися в момент, коли миттєве значення струму в головного ланцюга дорівнює 0, тобто без іскри.

Якщо в процесі роботи конденсатор С1Ш вийде з ладу і його знадобитися замінити, не ставте на його місце випадковий конденсатор. Це саме

той випадок, коли величина ємності повинна витримуватися точно.

Якщо припинити знімок передчасним опусканням кнопки, не чекаючи, коли реле міліамперсекунд відрахує обрану уставку, то розрив контактів КШ не буде синхронізований з мережею на контактах може спостерігатися іскріння. Тому кнопку під час знімка потрібно тримати до тих пір, поки реле само не вимкне апарат.

2. Вказівки заходів безпеки

Загальні правила.

При роботі з рентгенівським апаратом «Арман-1» (8ЛЗ-Ф) слід керуватися вказівками 2.1, 2.2, 2.3 (с.21-23).

Слід пам'ятати, що при неправильній роботі на апараті ви піддасте небезпеки не тільки своє життя і здоров'я, а й життя і здоров'я пацієнта.

Увага: апарат не можна застосовувати у вибухонебезпечному середовищі, наприклад, в атмосфері парів ефіру або циклопропану.

3.Режими роботи трубки і моноблоку

За будь-яких умовах мережі живлення апарату забезпечує можливість отримання рентгенівських знімків при наступній циклічності:

Перший знімок 100 мАс , перерва 30 с

Другий знімок 100 мАс , перерва 30 с

Третій знімок 100 мАс

Перерва до закінчення 15 хв від початку першого знімка і багаторазове повторення зазначеного циклу.

Цей режим є режимом найбільшого навантаження.

Допускається виконання знімків в будь-якому іншому режимі з умовою, що загальна кількість міліамперсекунд за 15 хв роботи не буде перевищувати 300, а перерви між окремими знімками будуть не менше 30 с.

На малих значеннях установки міліамперсекунд (від 4 до 25) знімки можуть слідувати один за одним зі скільки завгодно малими перервами, але так, щоб загальне число міліамперсекунд не перевищило 100, після чого необхідна перерва не менше 30 секунд. Для такого режиму залишається в силі вимога, щоб за 15 хвилин роботи число міліамперсекунд не перевищило 300.

Апарат може працювати необмежено довго в повторно багатократному часовому режимі, якщо тривалість перерви між окремими знімками не буде меншою, ніж разрахована за формулою $t = q/20$, де t - необхідний час перерви між знімками в хвилинах;

q - обрана експозиція в міліамперсекундах.

ПРИКЛАД: Апарат повинен довгостроково працювати в режимі повторюваних знімків з експозицією 6 мАс. Мінімальний час перерви між знімками повинно бути 0,3 хвилини, тобто 18 секунд.

Робота з апаратом у лікарняних палатах

Апарат «Арман-1" призначений, в основному, для діагностики в

лікарняних палатах. Незалежність його роботи від стану мережі дозволяє використовувати його в будь-якому приміщенні медичного закладу.

Транспортування апарату по поверху може виконуватися на його колесах, в зібраному вигляді. При пересуванні по підлозі потрібно дотримуватися обережності і уникати поштовхів і ударів.

Транспортування з поверху на поверх здійснюється в ліфті вручну в розібраному вигляді.

Підстава апарату сконструйована так, що може проходити між ліжками при звичайному їх розташування. В цей му випадку зібраний апарат потрібно всовуються між ліжками так, щоб спочатку всунувся одна лапа, а потім при повороті апарату, інша.

Робота апарату в польових або в експедиційних умовах

Виробництво знімків на апараті в польових і експедиційних умовах не відрізняються від виробництва знімків в палаті. Головною турботою обслуговуючого персоналу в цьому випадку повинна бути турбота про зовнішній стан апарата. Ретельно оберігайте апарат від атмосферних впливів. До таких дій відноситься підвищена вологість, вогкість, різкі зміни температури.

Футляри досить надійно захищають апарат, як від механічних, так і від атмосферних впливів, тому транспортування в польових умовах потрібно обов'язково проводити в футлярах.

Слід побоюватися конденсації вологи на поверхні штатива і моноблока при вийманні з футлярів в теплому приміщенні апарату, який тільки що транспортувався на морозі. У цьому випадку слід дати зігрітися апарату в футлярах і лише після цього виймати і збирати його.

При транспортуванні апарату в умовах високої вологості розміщуйте футляри у вологонепроникні поліхлорвінілові або поліетиленові мішки або чохли, або обгортають їх целофаном.

4. Підготовка і порядок роботи рентгенівської трубки

Загальні вказівки

Перш ніж приступити до роботи з апаратом в даному приміщенні, слід упевнитися, що мережева розетка, до якої буде підключений апарат, дійсно підключена до мережі змінного струму з номінальною напругою 220 Вольт.

Приєднання апарату до мереж з іншими номінальними напругою, а також до мереж постійного струму неприпустимо, тому що це може призвести до повного виходу апарату з ладу.

Порядок роботи на апараті

Робота з апаратом після того, як він із зарядженими касетами доставлений в дане приміщення, повинна вироблятися в наступному порядку:

- а) переконайтеся, що мережа в даному приміщенні має номінальну напругу 220 В;
- б) зберіть апарат;
- в) закрийте вихідна вікно моноблока свинцем товщиною 3-4 мм або

шматком просвінцованного скла;

- г) заземлити апарат і підключіть його до мережі;
- д) перевірте апарат, зробивши одне-два пробних включення;
- е) вимкніть апарат від мережі (вийнявши вилку шнура живлення з розетки);
- ж) зніміть захист з вікна моноблока;
- з) встановіть на моноблоці необхідний тубус;
- и) підготуйте (встановіть або покладіть в потрібне положення) пацієнта;
- к) встановіть в потрібне положення заряджену касету;
- л) зорієнтуйте моноблок апарату щодо пацієнта і касети і встановіть потрібне фокусна відстань;
- м) увімкніть вилку кабелю в розетку;
- н) встановіть перемикачем ручного пультіка необхідну експозицію в міліамперсекундах;
- о) відійдіть від апарату на відстань, допустиме кабелем ручного пультіка;
- п) попередьте пацієнта про необхідність дотримуватися нерухомості;
- р) включіть знімок натисканням на кнопку ручного пультіка.

Порядок складання апарата

Складання апарату, покладеного в футляри, проводиться в такій послідовності:

- а) лапи підстави на шарнірі зведіть і стягніть між собою болтами розташованими на правій лапі;
- б) нижній відрізок колони надіньте, обертаючи рукоятку, каретку;
- в) ручку рукоятки каретки вийміть з рукоятки і вставте в неї з протилежного боку;
- г) на нижню частину колони надіньте, обертаючи рукоятку, каретку;
- д) з нижнім відрізком колони зістикують середній відрізок;
- е) розпряміть стягнутий гвинт колони і зафіксуйте муфтою;
- ж) верхній відрізок колони разом зі стяжним гвинтом зістикують із середнім відрізком і обертанням рукоятки до упору стягніть всі три частини колони;
- з) в отвір кронштейна каретки вставте хвостовик вилки моноблока і замкни фіксатором;
- и) з Вилки штепсельні роз'єми моноблока зістикують гніздо роз'єму п'ятижильного кабелю, що йде з підстави, і затягніть накидною гайкою;
- к) в спеціальне гніздо на каретці вставте пультік управління. Вилки штепсельні роз'єми пультіка вставте в гніздо на підставі апарату;
- л) на вихідну вікно моноблока навінтіте що потребується тубус.

Підключення до мережі і заземлення

Перед приєднанням до мережі апарат повинен бути заземлений.

У разі живлення від звичайної двополюсної розетки (не має заземлюючого контакту) спочатку надійно приєднайте заземлюючий провід перехідної колодки до заземлення (до заземлювального клеми контуру будівлі, до водопровідної труби або труби діючого водяного опалення за допомогою

затискача і т. п.). Зажим проводу заземлення може бути закріплений на трубах діаметром від 20 до 40 мм.

Перед зміцненням затиску на трубі потрібно зачистити до металевого блиску поверхню труби хоча б в одній точці (в тій, в яку буде опиратися гвинт затискача) і зміцнити затискач на трубі. На струбцінці є клема, до якої підключається наконечник заземлюючого проводу.

Після заземлення апарат підключається до мережі. Для цього вилка мережевого кабелю апарату вставляється в розетку перехідної колодки, а вилка мережевого кабелю колодки - у настінну розетку.

У разі живлення від триполюсної мережевої настінної розетки з заземлюючим контактом перехідна колодка не потрібна. Включення в мережу і заземлення при цьому здійснюється одночасно при включенні в розетку мережевого кабелю апарату, що закінчується триполюсною виделкою.

Пробне включення

Для того, щоб переконатися в справному стані апарату (особливо, якщо він деякий час не використовувався), слід зробити кілька пробних включень.

Перед тим, як включити апарат в мережу прийміть заходи проти опромінення. Для цього закрийте вихідне вікно свинцем, просвінцованим склом або просвінцованою гумою. Найкраще буде, якщо вікно буде закрито просвінцованим склом, тому що в цьому випадку при пробних знімках видно світло від нитки напруження трубки.

Підключіть апарат до мережі і встановіть на виносному пультику установку 4 мАс. Натисніть на кнопку знімків. Якщо апарат працює нормально, то одночасно з натисканням на кнопку повинен бути чутний щиглик від спрацювання контактора знімків і повинно з'явитися світіння світлодіодів на пультику. Через деякий час (частку секунди) світлодіод повинен згаснути, а контактор відпасти.

Поставте установку 6 мАс і зробіть ще один знімок. З інтервалом у півхвилини зробіть знімки на уставках 40 і 100 мАс і переконайтеся в тому, що апарат працює.

Якщо апарат не використовувався довгий час, слід перевірити всі ці програми на всіх установках міліамперсекунд. Перерви між включеннями повинні бути не менше, ніж півхвилини.

Після виконання пробних знімків можна приступати до нормальної роботи на апараті.

Вибір тубусів

До апарату додаються два тубуса. Один з тубусів є тубус загального застосування і призначений для рентгенівських знімків на касету. Цей тубус нагвинчується на вихідне вікно моноблока і дає кругле поле опромінення діаметром 38 см на фокусній відстані 70 см (діагональ касети 24x30 см дорівнює 38,4 см).

У випадку, коли апарат використовується для дентального дослідження, на вихідне вікно нагвинчується тубус для зубних знімків. В середині тубуса перебуває свинцева постійна діафрагма, яка забезпечує на фокусній відстані

12,5 см поле опромінення діаметром 4,5 см.

Знімки

Апарат після підключення до мережі не вимагає ніякого прогріву і готовий до роботи негайно. Промені з'являються відразу після натискання кнопки на виносному пультику.

Між моментом натиснення кнопки і початком проходження струму через трубку проходить приблизно $0,2 + 0,3$ секунди. Під час знімка на пультику управління починає світитися сигналізатор - світловий діод. Він згасне відразу ж після спрацювання реле міліамперсекунд. Після того, як сигналізатор погас, кнопку знімків можна опускати.

При здійсненні знімка тримайте кнопку натиснутою до тих пір, поки реле міліамперсекунд не відпустить апарат. Якщо ви відпустите кнопку раніше, ніж спрацює реле, то знімок припиниться в момент відпускання кнопки.

Не відпускайте кнопку знімків до спрацювання реле міліамперсекунд, якщо в цьому немає необхідності. Це приводить до підвищеного зносу контактів контактора.

Якщо потрібно зробити кілька знімків поспіль, необхідно робити інтервали між знімками. Слід пам'ятати, що частіше включення знімків може призвести до виведення з ладу рентгенівської трубки.

Розбирання апарату та порядок укладання в футляри.

Якщо після виконання знімків необхідно перенести апарат в інше місце, то щоб уникнути пошкодження частин апарату і його покриттів рекомендується при розбиранні апарату укладати вузли та деталі безпосередньо в гнізда укладальних футлярів.

Порядок розбирання і укладання розглянутий в лаб.1 с.28

5. Технічне обслуговування трубки та моноблоку

Види і періодичність технічного обслуговування.

В таблиці 2 (лаб.1) наводяться види технічного обслуговування апарату та періодичність їх проведення.

Перевірка анодного струму

У деяких випадках, наприклад при зміні трубки, буде потрібно вимірювати анодний ток апарату. Міліамперметр, бажано зі шкалою $0 +30$ мА, потрібно при цьому підключати абсолютно так само, як мілікулонметр.

Перевірка герметичності моноблока

При експлуатації апарату моноблока, звичайно, не піддається спеціальної перевірки на герметичність. Однак слід пам'ятати, що наявність повітряних бульбашок в моноблоці може призвести до виходу його з ладу і тому потрібно систематично перевіряти моноблок на наявність бульбашок. Бульбашки накопичуються у верхній частині бака і щоб їх виявити потрібно зігнати їх до вихідного прозорого вікна, похитуючи моноблок. Допускається наявність поодиноких бульбашок за розмірами 5-6 мм.

Якщо міхур великий, але течі масла не спостерігається, потрібно відкрити

вихідну вікно і долити в моноблок оливи.

Якщо в моноблоці видно великий міхур повітря і крім цього спостерігається явна текти масла, моноблок потрібно віддати в ремонт.

Огляд силових контактів

Щоб отримати доступ до контакторів, необхідно зняти захисну гетінаксову кришку на лівій лапі, для чого потрібно відгвинтити кріплять кришку гвинти.

Якщо на контактах є легкий нагар, то їх потрібно очистити, протираючи тканиною, змоченою в спирті.

Якщо на контактах є нагар або виявляються помітні сліди електричного зносу, контакти потрібно попередньо дочистити тонкою шкіркою, а потім протерти спиртом.

Якщо контакти зваряться під час роботи апарату, то це призведе до виходу з ладу. Щоб цього не сталося, стежте за чистотою контактів.

Змащення механічних вузлів

Періодично рекомендується змащувати підшипники коліс і каретки будь-якої технічної консистентним мастилом (солідол, технічний вазелін, тавотом). Стару змащення при цьому потрібно видалити.

Дезінфекція та стерилізація

При експлуатації апарата може виникнути необхідність у його дезінфекції та стерилізації.

Покриття апарату виконані з урахуванням такої можливості. Покриття допускають проводити вологу обробку штатива, моноблока, пульта і кабелів дезінфікуючим розчином з наступним сушінням.

Крім того, всі частини апарата можуть піддаватися сухої стерилізації гарячим повітрям або ультрафіолетовими променями з умовою, щоб температура частин апарату не піднімалася вище 70 градусів Цельсія.

Поточний догляд

Апарат слід тримати в чистоті. Всі поверхні апарата в міру забруднення, потрібно протирати чистою вологою ганчіркою. Нефарбовані поверхні після цього слід протерти сухою м'якою фланеллю або байкою.

Слід стежити за станом низьковольтних кабелів. Потрібно утримувати їх в чистоті, не допускати на них вузлів і різких перегинів.

Контакти штепсельних роз'ємів потрібно періодично, раз на місяць, протирати ганчіркою, змоченою в спирті.

Не рекомендується протирати пофарбовані частини апарату органічними розчинниками (спирт, бензин, ацетон).

6. Характерні неполадки та методи їх усунення

Усунення неполадок

Перелік несправностей і методи їх усунення наведені в таб.2(с.29-30).

Зміна рентгенівської трубки

Зміну трубки найкраще робити в умовах спеціальних ремонтних майстерень, але при наявності певного досвіду ремонту

рентгенівських апаратів, замінити що вийшла з ладу трубку на нову може і кваліфікований рентгенотехніки.

Для зміни рентгенівської трубки необхідно послідовно і ретельно виконати наступні операції:

- а) зніміть дві оздоблювальні ковпачка на вилці;
- б) відгвинтіть контргайку і гайку фрикційних, зніміть кріплять фрикціон шайбу і вийміть пружину;
- в) вигвинтити 6 гвинтів з двох сторін вилки та вийміть упорні втулки; зніміть покажчик шкали;
- г) вигвинтити гвинт на хвостовику вилки, що кріпить роз'єм; відгвинтіть два гвинти і вийміть оздоблювальні вкладиші, що маскують дроти всередині вилки; вийміть роз'єм; звільніть і зніміть вилку;
- д) вигвинтити шість гвинтів, що кріплять бічні кришки блоку і зніміть кришки;
- е) поверніть моноблок висновками вгору і за допомогою універсального ключа вигвинтити анодний пробку;
- ж) через отвір викруткою ослабте гвинт, конtringацій анод в різьбі;
- з) загвинтити анодний пробку;
- и) поставте моноблок висновками вниз і універсальним ключем відгвинтіть затискні кільце вікна для зміни трубки;
- к) за допомогою викрутки або шила вийміть пластмасовий ковпак;
- л) відгвинтіть гвинт, що кріпить реостат до трубки, зніміть реостат та посуньте його в сторону;
- м) виверніть трубку, обертаючи її вручну проти годинникової стрілки, і вийміть її через вікно;
- н) вставте в бак нову трубку, ввінтіть її в анодний утримувач і, спостерігаючи за станом трубки, через прозоре вікно для виходу променів, вирівняйте чорну крапку на балоні трубки з центром вікна;
- о) поставте на місце реостат і пригвинтите його до трубки гвинтом;
- п) поставте на місце пластмасовий ковпак і загвинтити затискні кільце від вікна зміни трубки;
- р) поставте моноблок висновками вгору, відгвинтіть анодний пробку і через отвір затягніть гвинт, конtringацій анод; перевірте через вікно для виходу променів, не змістилася чи чорна крапка на балоні трубки;
- с) через анодний пробку долийте в бак чисте масло, і злегка похитуючи моноблок, постарайтеся вигнати назовні повітряні бульбашки; загвинтити анодний пробку;
- т) поставте моноблок вікном вгору, універсальним ключем відгвинтіть гайку і вийміть целулоїдні вікно;
- у) витріть начисто ганчіркою тубус для звичайних знімків,

підкладіть під нього у вікно гумову прокладку і наверніть тубус на горловину вікна для виходу променів (при регулюванні маслорасширювачів та доливання масла цим тубусом можна користуватися, як лійкою);

ф) зробіть регулювання тубуса, вставте целулоїдні вікно і затягніть його гайкою; ще раз переконаєтеся у відсутності всередині бака бульбашок повітря;

х) поставте на місце бічні кришки моноблока;

ц) поставте на місце роз'єм, укладіть проводку, зміцніть покажчик, вставте оздоблювальні вкладиші в вилку;

ч) поставте на місце наполегливі втулки, вилку і загвинтити шість гвинтів з двох сторін вилки;

ш) поставте фрикціон і відрегулюйте його; загвинтити контргайку;

щ) вставте оздоблювальні ковпачки з двох сторін вилки.

Після зміни трубки слід провести її тренування та перевірку величини анодного струму. Тренування трубки полягати в простому включенні апарата в мережу через регульоване джерело напруги і здійсненні ряду знімків. Найкраще для тренування використовувати лабораторний автотрансформатор. Починати тренування потрібно з напруги 180 Вольт. При цьому напрузі потрібно зробити ряд знімків з уставками $10 + 15$ мАс.

Перевірку величини анодного струму потрібно здійснювати при підключеному до апарата міліамперметра. Якщо при опорі мережі 2 Ом і напрузі мережі 220 В струм трубки лежить в межах від 16 до 20 мА, то ніяких додаткових регулювань робити не треба. Якщо ж анодний ток трубки виходить за вказані межі, то потрібно відрегулювати сяють за допомогою подгоночного реостата.

Для того, щоб відрегулювати сяють трубки, потрібно відгвинтити універсальним ключем затискні кільце вікна для зміни трубки, вийняти пластмасовий ковпак. Потім через що утворився люк, не виливаючи масла з бака, за допомогою викрутки послабити гвинт движка реостата і пересунути реостат в потрібному напрямку. Пересування реостата проти годинникової стрілки приводить до збільшення струму трубки, за годинниковою стрілкою - до зменшення. Для зміни струму трубки на 1 мА потрібно пересунути движок реостата на 2 - 3 мм.

Після підстроювання потрібно затягнути гвинти движка, поставити на місце ковпак, затискні кільце і виконати всі операції по складанню моноблока. Якщо струм і в цьому випадку вийде за межі $16 + 20$ мА, то потрібно повторити підстроювання.

Якщо під час знімка апарат веде себе спокійно, не чути звуків розрядів і гулу всередині моноблока, потрібно підняти напругу на 10 Вольт і повторити серію знімків. При першому ж трісці або гудінні всередині моноблока потрібно відпустити кнопку знімків на виносному

пультіке і через деякий час повторити випробування. Так ступенями слід підвищити напругу на вході апарата до 230 + 235 Вольт. Якщо апарат при цьому витримає випробування, тренування вважається закінченою і можна приступити до нормальної експлуатації апарата.

Регулювання маслорозширювачів

Моноблок має чотири маслорасширитель, що компенсує зміна обсягу масла в моноблоці при зміні температури.

Температура масла в баку може змінюватися в досить широких межах. Зміна обсягу маслорасширитель розраховане на зміну температури масла від мінус 40 градусів Цельсія (температура навколишнього повітря при транспортуванні взимку) до +80 градусів Цельсія (максимально можлива температура при роботі).

При температурі масла в моноблоці +20 градусів Цельсія зміни обсягу маслорасширитель на стиск і на розширення повинні бути рівні один одному. Саме з цього правильну настройку маслорасширитель зручніше за все проводити при температурі

20 градусів Цельсія. Суть настройки полягає в тому, що при відкритому вікні для виходу променів два маслорасширитель надуваються повітрям так, щоб вони зайняли усередині бака своє природне положення, а з двох інших повітря відсмоктується так, щоб вони виявилися повністю стислими. У цьому положенні через вихідну вікно моноблока доливається потрібну кількість масла, потім обережно вставляється целулоїдні вікно і загвинчуються гайка. При цьому потрібно стежити, щоб під вікном не залишилося бульбашок повітря.

Звіт по лабораторній роботі 2

Протокол дослідження

Експозиція, мАс	Ua, кВ	Ia, мА	D, мР
100	75	18	25,77

Для режиму 100 мАс апарат працює на рівні 75 кВ і 18 мА струму. Оскільки експозиція задає ступінь іонізації камери рентгеніської трубки, то Можна припустити, що для виходу на інші режими роботи необхідні параметри напруги і струму пропорціональні до вихідних. Отже значення анодної напруги і струму пропорціональні до режиму роботи у 100 мАс.

Експозиційна доза мР розраховується з постулату $1\text{Кл/кг} = 3880\text{Р}$. Експозиція мАс задає заряд, що переноситься електронами середині

трубки. Отже доза в мР може бути розрахована з вищевказаного переводу від системи СІ до несистемних одиниць.

Розрахувати дозу випромінювання на 4;6;10;15;25мАс для черепа на відстані 10 і 20 см. Дані приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Експозиційна доза, мР	D(x), P	Відстань x, м	
		X1	X2
		0.1	0.2
1.03	D1	2.3082×10^{-5}	7.11111×10^{-7}
1.55	D2	6.1517×10^{-6}	1.529179×10^{-6}
2.58	D3	5.08572×10^{-5}	1.26419×10^{-5}
3.86	D4	7.7603×10^{-4}	2.39147×10^{-5}
6.44	D5	3.6044×10^{-3}	1.11103×10^{-4}

Доза випромінювання розраховується по формулі:

$$D_0 = D_0 \times e^{-\mu \cdot x}$$

$$D_0 = k \times I \times U^2 \times z$$

де U, I-напруга і сила струму в рентгенівській трубці

k-коефіцієнт пропорційності ($k=10^{-9} \text{ В}^{-1}$)

z-порядковий номер атома речовини анода (для вольфрама $z=74$)

При експозиції 15мАс анодна напруга і анодний струм будуть такими:

$$U=11.23 \text{ кВ} \quad I=2.7 \text{ мА}$$

μ -масовий коефіцієнт послаблення

Для кістки черепа ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) він буде такий:

$$\mu = (3 \times 20^3 + 2 \times 15^3 + 8 \times 8^3) \times 10^{-3} = 34,8$$

Отже, підставивши значення, маємо:

$$D_0 = k \times I \times U^2 \times z = 10^{-9} \times 74 \times 2.7 \times 10^{-3} \times (11.23 \times 10^3)^2 = 25.1973 \text{ мР}$$

$$D_0 = D_0 \times e^{-\mu \cdot x} = 25.1973 \times 10^{-3} \times e^{-34.8 \cdot 0.1} = 0.77626 \text{ мР}$$

Висновки

У даній лабораторній роботі були вивчені особливості принципів будови, конструкції, складу та принципу дії рентгенівської трубки та моноблоку, робота електричних схем апарату, експлуатація та заходи безпеки при роботі з трубкою та моноблоком, а також виконані розрахунки.

Досліджена робота рентгенівської трубки та моноблоку та їх технічне обслуговування .

