

Рентгеновские трубки нового поколения производства ЗАО «Светлана-Рентген»

В статье рассматриваются рентгеновские трубки нового поколения используемые в медицинской технике

Введение

В настоящее время в нашей стране производятся почти все известные в мире типы рентгеновских трубок. Однако, несмотря на широкую номенклатуру выпускаемых трубок, создание новой технологии с использованием рентгеновского излучения зачастую связано с разработкой новой рентгеновской трубки. Существующая практика показывает, что даже небольшое обоснованное изменение традиционной конструкции трубки позволяет принципиально упростить конструкцию рентгеновского аппарата в целом и рентгенооптическую схему применения. Примером могут служить последние достижения ведущего отечественного производителя рентгеновских трубок- ЗАО «Светлана-Рентген».

Материалы и методы

1. Методика микрофокусной рентгенографии, впервые предложенная к широкому использованию в медицинской диагностике в нашей стране является перспективной технологией проведения рентгенологических обследований. Благодаря использованию рентгеновских трубок с размером фокусного пятна диаметром менее 100 мкм при проведении микрофокусной рентгенографии могут быть принципиально повышены информативность получаемых рентгеновских изображений и снижена экспозиционная доза излучения при съёмке одних и тех же объектов по сравнению с методикой традиционной рентгенографии (размер фокусного пятна рентгеновской трубки около 1 мм) [1]. Однако интенсивность излучения, генерируемого микрофокусными рентгеновскими трубками мала вследствие лиминитирования электрической мощности, подводимой пучком электронов малого диаметра. Лиминитирование обусловлено возможным локальным перегревом мишени и, как следствие, выходом трубки из строя. Это обстоятельство ограничивает пока область применения микрофокусной рентгенографии стоматологией и челюстно-лицевой хирургией, травматологией, педиатрией и неонатологией, маммологией, а также ветеринарией [2].

Как известно, одним из путей повышения мощности рентгеновских трубок является использование вращающегося анода [3]. На рисунке 1 представлен излучатель ИРД-46 на основе первой отечественной микрофокусной рентгеновской трубки с вращающимся анодом



Рисунок 1

Особенностями конструкции этой рентгеновской трубки по сравнению с прототипом – трубкой 15-40 БД 46-150 являются использование:

- узла вращения анода на основе термокомпенсированной шарикоподшипниковой опоры;
- односпирального катодного узла.

Использование вращающегося анода с уменьшенным «боем» в узле вращения и электростатической фокусировкой путём подачи напряжения между катодом и фокусирующим электродом позволило обеспечить мощность трубки в режиме кратковременного включения около 2 кВт при определяющем размере фокусного пятна около 0,1 мм [4].

2. Одним из наиболее эффективных радиометрических методов обогащения алмазосодержащей породы – рентгенолюминесцентной, до сих пор именуемый зарубежными специалистами как «русский» метод [5]. В своё время было разработано семейство трубок БХВ (БХВ-17, -18, -21), предназначенных для эксплуатации в составе рентгенолюминесцентных сепараторов ЛС-20-0,5, ЛС-20-0,4-2М, ЛС-50 производства НПП «Буревестник» - ведущего отечественного производителя оборудования для радиометрического обогащения минерального сырья.

Однако потребности алмазодобывающей отрасли требуют непрерывного совершенствования технологии рентгенолюминесцентной сепарации с целью повышения производительности, извлекаемости и т.д.

На рисунке 2 представлен габаритный чертёж рентгеновской трубки БХВ-22.

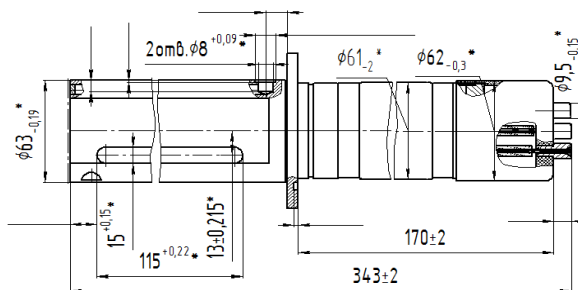


Рисунок 2

Основными отличительными особенностями её конструкции от предшественницы – трубки БХВ-21 являются:

- увеличение длины выходного окна в анодном узле;
- обеспечение возможности работы в повторно-кратковременном режиме.

Увеличение угла раствора и, соответственно, ширины рабочего пучка излучения в два раза, а также увеличение в четыре раза мощности трубки по сравнению в режиме непрерывного включения позволили увеличить ширину потока обогащаемой породы, а также – производительность сепаратора и коэффициент извлекаемости алмазов [6].

3. Использование «внешнего» анода, вынесенного из вакуумного объёма трубки, является эффективным приёмом при решении целого ряда задач с применением рентгеновского излучения. Расположение мишени анода на торце длинной анодной трубы малого диаметра позволяет вплотную подвести фокусное пятно к диагностируемому объекту.

Традиционно в качестве материала анодной трубы используются медь или нержавеющая сталь, а выпуск генерируемого излучения осуществляется через специальное тонкостенное, как правило, бериллиевое, выходное окно. Размеры и форма окна в основном определяют размеры поля облучения и ограничивают области применения конкретной рентгеновской трубки. В конструкции трубки 0,1БДМ27-90 уже была отработана технология использования алюминия в качестве материала анодной трубы, что позволяло обеспечить выпуск излучения в телесном угле до 360 градусов по любому направлению к оси трубки [7].

Развитием этих работ явилась трубка 0,144-БПВ-120 (рис.3), предназначенная для рентгеновского контроля, например, при предполётном, таможенном и т.д. досмотрах как багажа, так и пассажиров [8]. С помощью надеваемой на анодную трубу наружной диафрагмы может быть сформировано поле облучения любых разумных размеров по любому направлению, а также обеспечена надёжная защита от неиспользуемого рентгеновского излучения.

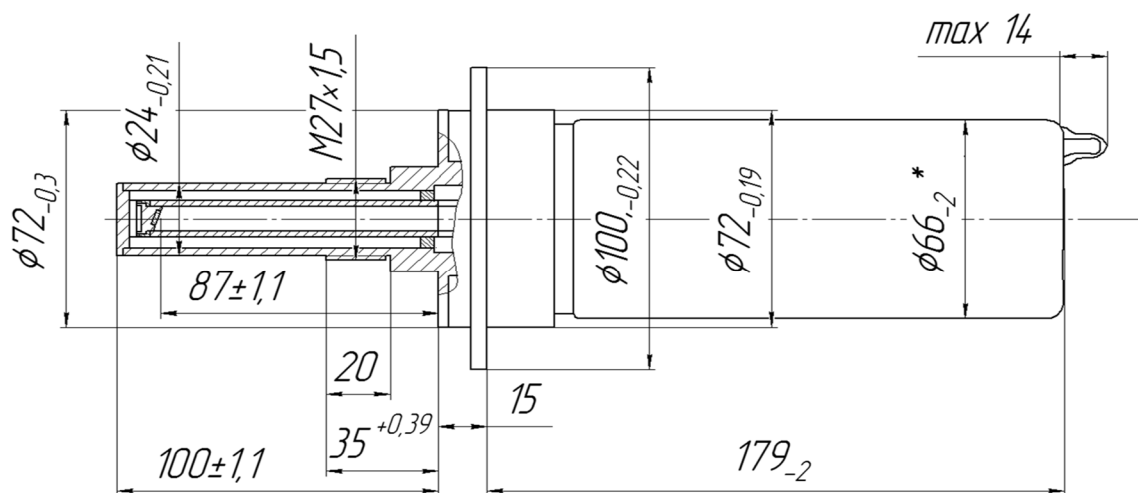


Рисунок 3

4. Одной из задач при разработке рентгеновских трубок с полым вынесенным анодом является обеспечение транспортировки эмитированных катодом электронов к мишени с минимальными потерями на стенках анодной (пролётной) трубы. Решение этой

задачи особенно актуально в целях «ближкофокусной» полостной терапии. Контроль тока мишени, а не анодного тока в целом позволяет точнее рассчитать терапевтическую дозу облучения конкретного органа пациента.

На рисунке 4 показан габаритный чертёж первой отечественной терапевтической рентгеновской трубки с «оторванной» мишенью 0,15БТМ2–50. Мишень прострельного типа нанесена на внутреннюю поверхность бериллиевого выходного окна сферической формы и с помощью керамической цилиндрической вставки электрически изолированной от пролётной трубы. Такое решение, путём измерения тока мишени, позволяет контролировать процесс фокусировки электронного пучка и обеспечить оптимальную интенсивность генерируемого излучения.

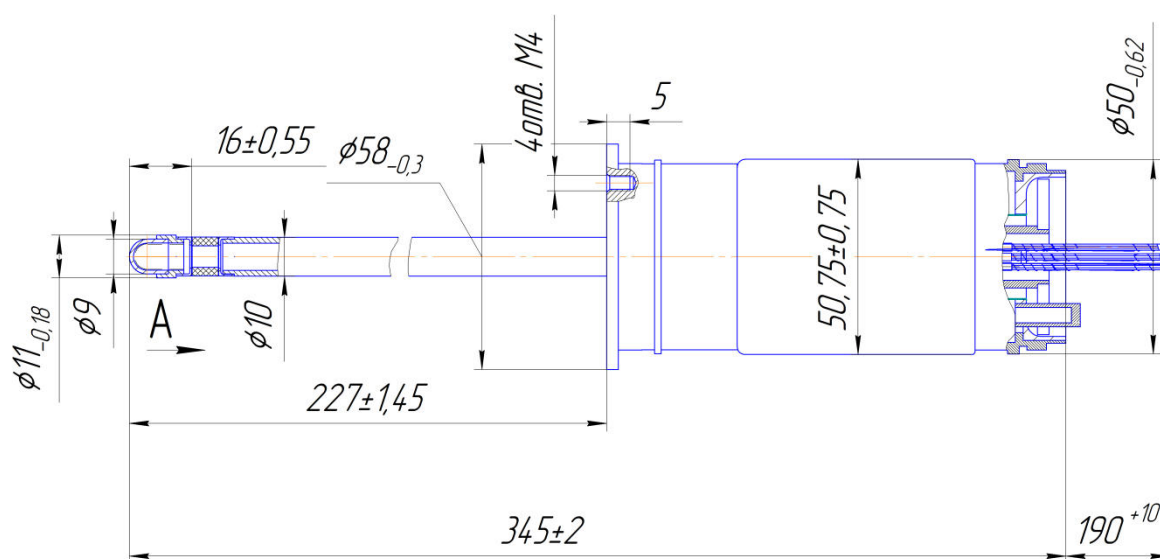


Рисунок 4

Не будет преувеличением сказать, что в настоящее время производство рентгеновских трубок является одним из показателей научно-технического, а также технологического развития государства и непосредственно связано с вопросами обеспечения безопасности страны. Даже далеко не полное перечисление достижений ЗАО «Светлана-Рентген» убедительно показывает, что несмотря на развал СССР и его последствия, руководству предприятия - преемника ОКБ РП ЛОЭП «Светлана» удалось не просто сохранить воспроизводство рентгеновских трубок, разработанных в советское время, но и обеспечить условия для проведения собственных НИОКР [7, 8]. Дальнейшее наращивание усилий в этом направлении, безусловно при соответствующей государственной поддержке, позволит выйти на мировой уровень в этой престижной области техники, например, при создании металлокерамических трубок с вращающимся анодом для обеспечения потребностей ангиографии и томографии.

Библиографический список

1. Микрофокусная рентгенография в медицинской диагностике / Потрахов Н.Н., Грязнов А.Ю. – Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2012. – 121 с.
2. Мазуров А.И., Потрахов Н.Н. Возможности и ограничения микрофокусной рентгенографии в медицине // Биотехносфера, - 2010, - №4, - С. 2-23.

3. Иванов С.А., Щукин Г.А., Рентгеновские трубки технического назначения. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1989.
4. Подымский А.А., Потрахов Н.Н. Микрофокусная рентгеновская трубка с вращающимся анодом // Медицинская техника. 2014, №2. – С.19-21.
5. Брытов И. А. рентгеновское приборостроение в Санкт-Петербурге // Петербургский журнал электроники, - 2008, - №2-3,- С. 184-194.
6. Потрахов Н. Н. Микрофокусная рентгенография в стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. – СПб.: ООО «Техномедиа», 2007. – 184 с.
7. Куликов Н. А., Сербин В.А., Валуев Н.Н., Кузьмин Э.В. Рентгеновские трубки // Обзоры по электронной технике. Серия 4. Электровакуумные и газоразрядные приборы. Вып. 1. С. 10-11.
8. Куликов Н.А. Международная система управления качеством на «Светлана-Рентген» // ПЖЭ, - №1, - 2004, - С. 3-12.