الفصل السادس

تركيب تجهيزات التصوير الشعاعي
THE INSTALLATION OF RADIOGRAPHIC EQUIPMENT

يتطلب تركيب تجهيزات التصوير الشعاعي معرفة وخبرة في طائفة واسعة من التخصصات. تتضمن بعض هذه التخصصات ما يلي: المعرفة في تشييد المباني، وتقنيات تحريك التجهيزات (غالباً الثقيلة جداً) ومحاذاتها وتركيبها؛ ومهارات جيدة بالمعايرة الإلكترونية؛ وفهم كامل لمبادئ التصوير بالأشعة السينية؛ ومعرفة بالأفلام وتقنيات تحميض الأفلام. يجب على من يقوم بالتركيب (أي مهندس خدمة الأشعة السينية) أن يكون جيداً تقريباً في جميع هذه المجالات من أجل التركيب بشكل صحيح لغرفة التصوير الشعاعي بنجاح.

بالإضافة إلى ذلك، عند اكتمال التركيب، فإن الغرفة يجب أن تبدو ممتعة جمالياً. هناك حاجة إلى تصميم جيد لمخطط الغرفة لتحقيق هذا الهدف. يجب توخي الحذر الشديد عند تصميم مخطط الغرفة للتأكد من أن تجهيزات التصوير الشعاعي تتلاءم بشكل جيد مع بقية التجهيزات في الغرفة. إن غرفة التصوير الشعاعي التي تم ترتيبها بشكل جذاب تقدِّم صورة تنعكس إيجاباً على من يقوم بتركيب التجهيزات (وتنظيمه).

بينما يقوم المهندس بتنفيذ التركيب، فإن جميع توصيلات الأسلاك والتعديلات الخاصة ينبغي أن تكون موثقة في كتيب الخدمة. من المحبط للغاية لمهندس الخدمة محاولة تقديم خدمات تجهيزات الأشعة السينية التي تم تعديلها بطريقة ما، عندما لا يكون هناك توثيق مناسب للتعديل في الموقع. إن التجهيزات التي تحتوي على دارات تم تعديلها (أو لم يتم تفعيلها تماماً) ينبغي الإشارة إليها في كتيب الخدمة وينبغي أن يكون التعديل الفعلي مذكوراً بوضوح على الرسم التخطيطي. إن جميع المخططات والرسومات ذات الصلة التي توضح توزيع الطاقة ومسار الكبل بدقة ينبغي أيضاً تخزينها مع كتيبات التجهيزات. يمكن أن يستغرق تحديد الأعطال بدون هذه المعلومات وقتاً أطول من اللازم.

بعد الانتهاء من التركيب، يتم اختبار الغرفة بدقة من قبل أحد كبار موظفي الخدمة بحيث يمكن في هذا الوقت تصحيح أي من البنود التي قد يكون تم التغاضي عنها أو التي لا تستوفي المواصفات. عندما تكون الغرفة جاهزة للعمل، فقد يُطلب من المهندس توضيح التشغيل الآمن والسليم للتجهيزات (أي تقديم الخدمة للمستخدم أثناء العمل)، على الرغم من أن تنفيذ هذه المهمة يتم عادة من قبل أخصائي التطبيق الإكلينيكي. بعد وضع الغرفة قيد

التشغيل لمدة شهر أو نحو ذلك، فإنه ينبغي على المهندس العودة إلى الموقع للتحقق من أية مشاكل يمكن أن يكون قد تم مواجهتها خلال "فترة الانقطاع".

يمكن تقسيم تركيب أي غرفة تصوير شعاعي، سواء كان تركيب تجهيزات جديدة أم إعادة تركيب لتجهيزات مُستخدمة، إلى عدة مراحل، وهذه المراحل هي:

١- تخطيط الموقع
٢- تحضير وتهيئة الغرفة
٣- نقل التجهيزات
٤- تركيب ومحاذاة التجهيزات
٥- المعايرة
٦- الاختبار النهائي
٧- تقديم الخدمة للكادر أثناء العمل
٨- المتابعة

يستعرض هذا الفصل التوجيهات الهامة لتركيب غرفة تصوير شعاعي عام تشمل جميع المراحل المذكورة أعلاه. إن هذه التوجيهات مكتوبة بشكل عام إلى حدٍّ ما، وبالتالي يمكن تطبيقها على معظم "ماركات" تجهيزات الأشعة السينية. ينبغي أن يكون لدى مهندس الخدمة، بعد قراءة هذا الفصل، فهم جيد لما يجب إنجازه خلال التركيب. ومع ذلك، عند التركيب الفعلي لتجهيزات الأشعة السينية، فإنه ينبغي إتباع تعليمات التركيب الخاصة بماركة معينة من التجهيزات. يتم كتابة توجيهات الصانع خصيصاً لتجهيزاته الخاصة وينبغي اتباعها كلما أمكن ذلك.

تخطيط الموقع
Site Planning

ينبغي تصميم غرفة التصوير الشعاعي بحيث تلبي التجهيزات توقعات الزبون على النحو المحدد في اتفاق البيع. ولتحقيق هذا الهدف، يتم ترتيب اجتماعات لتخطيط الموقع بين الزبون وبائع التجهيزات. يجب أن يكون مهندس الخدمة حاضراً في هذه الاجتماعات لتقديم أية معلومات فنية مطلوبة.

هناك عدة عوامل تؤثر على توضُّع أجهزة الأشعة السينية الخاصة في الغرفة. يعتمد تخطيط الغرفة بشكل أساسي على حجم ووزن التجهيزات والأبعاد الفعلية للغرفة. في بعض الحالات، فإن الكابلات التي توصل بين أجهزة الأشعة السينية المختلفة في الغرفة محدودة من حيث الطول وسوف تحد أيضاً من عدد احتمالات التخطيط. وهناك اعتبارات أخرى في تخطيط الغرفة هي: إمكانية وصول المريض (أي، بواسطة النقالات أو الكراسي

المتحركة)؛ سهولة الخدمة؛ الراحة لاختصاصيّ الأشعة والفنيين عند القيام بالفحوصات؛ والقرب من الغرفة المظلمة.

يمكن معالجة جميع هذه النقاط من خلال رسم تخطيط جيد للغرفة أو مخطط تنفيذي (الطبعة الزرقاء blueprint). إن المخطط التنفيذي هو رسم بمقياس مُصغَّر للغرفة الفعلية ويتم استخدامه من قبل المتعهد خلال مرحلة تحضير الغرفة. عادة ما يعمل كادر المستشفى وكذلك ممثلون عن بائع التجهيزات معاً (أي المهندس، المهندس المعماري، مندوب المبيعات)، لإنتاج أفضل تخطيط ممكن للغرفة.

إذا كان تركيب التجهيزات يتم في غرفة أشعة سينية موجودة، فإن المخطط التنفيذي لتلك الغرفة سوف يساعد في اتخاذ القرار المتعلق بمكان توضع التجهيزات الجديدة. يتم تخفيض تكلفة التركيب الجديد إلى حدٍّ كبير من خلال استخدام القنوات والهياكل الموجودة. كما ينبغي أن تكون الكمية المناسبة من التحجيب بالرصاص مُركَّبة في الجدران والأبواب. وهذا يوفر الكثير من الوقت أثناء مرحلة تحضير الغرفة ويقلّل أيضاً من التكلفة الإجمالية لعملية التركيب. وقد جرت العادة على إتباع تخطيط (توضع التجهيزات) مماثل لتخطيط الغرفة الموجودة. ويمكن إنجاز ذلك بسهولة من خلال تنازلات طفيفة فقط.

إذا كان تركيب التجهيزات يتم في موقع جديد، فإن هناك حاجة إلى مزيد من التحضير وسوف يتضمن ذلك تكاليف أكبر. من الناحية الإيجابية، فإن هناك مزيداً من المرونة في تصميم التخطيط بالبناء الجديد. يمكن لمهندس الخدمة تحديد مسار القناة بدقة، وأين ينبغي تركيب علب التوصيل، وعدد وحجم الأسلاك التي يجب سحبها خلال القناة. وإذا كان هناك جدران أو سقوف أو أرضيات يجب تقويتها لدعم التجهيزات الجديدة أيضاً، فإن ذلك يمكن أن يتم بسهولة بالبناء الجديد.

إن مواصفات جميع مواد البناء (على سبيل المثال، هيكل الدعم، والتحجيب بالرصاص، والأسلاك الكهربائية)، وأي متطلبات كود بناء معمول به يتم ذكرها عادة على المخطط التنفيذي. إن هذه المعلومات متاحة أيضاً من مصادر مختلفة بما في ذلك الشركة المصنعة للتجهيزات، ومفتش البناء، ومدير عمليات المنشأة في المرفق الطبي، وكذلك من المتعهد الذي يؤدي العمل. ومع ذلك، فإن المعلومات عن مواصفات تجهيزات التصوير الشعاعي (أي، حجم ووزن التجهيزات، ومتطلبات الطاقة، وظروف التشغيل البيئية) يمكن الحصول عليها مباشرة من الشركة المصنعة للتجهيزات وتكون مُدرَجة عادة في كتيبات المبيعات و/أو الخدمة.

عادة ما تكون الغرفة المظلمة مشمولة أيضاً في تصميم التخطيط. يجب أن تكون الغرفة المظلمة قريبة نسبياً إلى غرفة الأشعة السينية، كما ينبغي الوصول إليها بسهولة. إن جميع متطلبات التمديدات الصحية، بالإضافة إلى مواصفات التهوية ينبغي توثيقها على المخطط التنفيذي. وإذا كان يتم استخدام أرضيات أو جدران ذات مقاومة

كيميائية، فإن ذلك ينبغي أن يكون محدداً أيضاً. وإذا كانت الغرفة المظلمة مجاورة لغرفة الأشعة السينية، فإن سماكة مناسبة من التحجيب بالرصاص ينبغي أن تكون موثّقة كذلك.

إلاّ أن هناك تفاصيل أخرى مهمة يجب أخذها في الاعتبار عند تصميم وتخطيط غرفة الأشعة السينية. يجب توخي الحذر الشديد لضمان أن التجهيزات يتم تركيبها مع أخذ الخدمة المستقبلية في الاعتبار. يجب تركيب كل قطعة من التجهيزات في الغرفة بحيث يمكن الوصول إليها بسهولة من أجل الخدمة. وعلاوة على ذلك، ينبغي أن تكون كابلات التجهيزات من أجل كل جهاز في الغرفة ذات طول كاف للسماح بسهولة الحركة. يتم في العديد من الحالات وضع التجهيزات التي لا يمكن خدمتها إلاّ من خلال لوحة خلفية مباشرة مقابل الحائط لأسباب جمالية. في هذه الحالة، يجب أن يكون لدى مهندس الخدمة إمكانية تحريك الوحدة بعيداً عن الجدار للوصول إلى اللوحة الخلفية.

يجب أيضاً وضع منصة التحكم، إذا كان ذلك ممكناً، على مقربة من كبينة (خزانة) الطاقة للأشعة السينية (للوحدات عالية التردد)، أو محول الجهد العالي (للوحدات أحادية وثلاثية الطور). ويتم تنفيذ ذلك بحيث يستطيع مهندس خدمة وحيد القيام بإجراءات المعايرة و تحديد الأعطال للنظام بسهولة. ويجب أن يكون مهندس الخدمة قادراً على توصيل أجهزة الاختبار إلى قسم المولد لوحدة الأشعة السينية ورؤية القياسات وأشكال أمواج الإشارات من لوحة التحكم بالأشعة السينية أثناء إجراء التعريض للأشعة.

إذا كان محول الجهد العالي، على سبيل المثال، موضوعاً في غرفة في المنشأة تختلف عن المكان الذي يقع فيه التحكم بالأشعة السينية (أو في طابق آخر)، فإن مهندس الخدمة لن يكون قادراً على التحقق من نقاط اختبار محددة أو إجراء تعديلات أثناء إجراء التعريض للأشعة. يجب على المهندس في هذه الظروف غير المواتية إجراء التعريض من لوحة التحكم ومن ثم الجري إلى الغرفة حيث تقع تجهيزات التوليد لرؤية الإشارات المُخزَّنة وإجراء التعديلات.

إن تجربة واحدة مع سيناريو من هذا الشكل كافية لإقناع المهندس بحماقة مثل هذا النوع من تخطيط التجهيزات. وفي الواقع، فإنه من المستحيل تقريباً القيام بخدمة مناسبة عن طريق مهندس وحيد في مثل هذه الحالة. وهنا لا بد لمنظمة الخدمة من إرسال مهندسين اثنين لتنفيذ المهام التي يتم تنفيذها عادة من قبل مهندس واحد[١١].

يمكن إنجاز التخطيط السليم للغرفة فقط إذا كان هناك مهندس خدمة أشعة سينية خبير مشارك في كامل مشروع التركيب من التخطيط الأولي إلى الانتهاء. إن المهندس الخبير قادر على اتخاذ القرار بشأن أفضل تخطيط للتجهيزات بحيث يمكن الوصول إلى جميع الأجزاء من أجل الإصلاح وتوفير إضاءة غرفة مناسبة للمساعدة في تقديم الخدمات.

---

(١١) لقد قام المؤلف بخدمة تجهيزات أشعة سينية حيث كان محول الجهد العالي موجوداً في ممر بعيد ناء عن التحكم بالأشعة السينية، وبالتالي كان من الواجب تركيب نظام اتصال داخلي (إنتركوم) بحيث استطاع المهندسون التواصل فيما بينهم .

يجب في كثير من الأحيان تقديم تنازلات فيما يتعلق بتصميم الغرفة وذلك بسبب ضيق حجمها. ومع ذلك فإنه لا ينبغي لهذه التنازلات أن تحد من إمكانية الوصول إلى التجهيزات من أجل تقديم الخدمات. و ينبغي أيضاً أن يكون مهندس خدمة الأشعة السينية موجوداً في الموقع أثناء كامل عملية التركيب للتأكد من أنه يتم تركيب الغرفة بشكل صحيح وأنها سهلة الخدمة.

بعد وضع المخططات وقبولها من جميع الأطراف المعنية، فإنه يتم وضع جدول زمني أولي لعملية التركيب. يبين هذا الجدول الزمني "الإطار الزمني" المتوقع لتحضير الغرفة وتوريد التجهيزات واستكمال الغرفة. وسوف تظهر من حين لآخر ظروف معينة مثل مشاكل البناء أو تجهيزات متضررة أو مفقودة يجب عندها تعديل الجدول الزمني الأولي. ومع ذلك، فإنه في مصلحة جميع الأطراف المعنية الالتزام بالجدول الزمني الأولي إذا كان ذلك ممكناً.

تحضير الغرفة
Room Preparation

يستطيع المتعهد المباشرة في تحضير الغرفة من خلال جميع المسائل المُفصَّلة على المخطط التنفيذي. يتم في هذا الوقت تركيب السقف والدعامات الأرضية (أو التحقق منها إذا كان مُركَّبة مسبقاً)، وتركيب التحجيب الرصاصي (أو التحقق منه)، وإنشاء جميع قنوات (دكتات) التوصيل الكهربائية، وتوصيل الطاقة إلى لوحة القاطع الرئيسي في الغرفة (عادة ما تكون بالقرب من كبينة التحكم للمُشغِّل). ويتم أيضاً تركيب جميع أنظمة التهوية والإضاءة. وبشكل عام يتم في هذا الوقت طلاء الغرفة ووضع الأرضيات ومن ثم إنهاؤها (روتشتها) في وقت لاحق بعد الانتهاء من عملية التركيب.

ينبغي لمهندس خدمة الأشعة السينية زيارة الموقع أثناء تحضير الغرفة للتأكد من أن كل شيء يسير كما هو مُخطط له وتقديم المشورة إذا ظهرت تغييرات أو مشاكل. وينبغي كذلك في هذا الوقت إجراء جميع الفحوصات من قبل المسؤولين المعنيين (أي مفتشي البناء وأخصائيي الفيزياء الإشعاعية).

تهيئة واختبار التجهيزات
Prestaging Equipment

بينما يتم تنفيذ مرحلة تحضير الغرفة، يستطيع مهندس خدمة الأشعة السينية إخراج التجهيزات الجديدة من الصناديق وتخزينها، والتي عادة ما تكون مخزنة بشكل مؤقت في مستودع التجهيزات للتاجر. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تهيئة العديد من أجهزة الأشعة السينية من أجل تشغيلها المقصود أثناء وجودها في المستودع ومن ثم اختبارها

في وقت مبكر. وتسمى عملية إعداد (أو تهيئة) واختبار التجهيزات "بالتهيئة والاختبار" "Prestaging". ومن الناحية المثالية، فإنه ينبغي تنفيذ عملية التهيئة والاختبار قبل كل عملية تركيب إذا كانت القوى العاملة متوفرة.

تخفّض عملية التهيئة والاختبار بكل تأكيد الوقت الفعلي للتركيب! ويمكن إكمال العديد من المهام الهامة خلال مرحلة التهيئة والاختبار التي سوف تقلّل من الوقت الفعلي للتركيب في الموقع. ويشمل هذا:

١- الإخراج من الصناديق وفحص التجهيزات.
٢- التحقق من الجرد.
٣- تهيئة التجهيزات.
٤- اختبار التزويد بالطاقة.

إخراج التجهيزات من الصناديق Uncrating Equipment

عند شحن التجهيزات من المُصنِّع، فإنه يتم تعبئتها في صناديق كبيرة ومُدعَّمة لضمان شحنها بشكل آمن. إن هذه التعبئة الاستثنائية ليست ضرورية بعد أن تصل التجهيزات بأمان إلى مستودع التاجر. أثناء إخراج التجهيزات من الصناديق، يستطيع مهندس الخدمة فحص كل بند بعناية للكشف عن الضرر. علاوة على ذلك، يمكن أيضاً نقل هذه التجهيزات بسهولة أكبر إلى الموقع من دون الصناديق الضخمة. على أي حال لا توجد عادة مساحة كافية متاحة في موقع التركيب لهذه الصناديق.

ينبغي إجراء فحص بصري للصناديق نفسها وذلك قبل إخراج التجهيزات منها، ويشير الصندوق المتضرر إلى سوء معاملة أثناء الشحن وتضرر محتمل للتجهيزات، وينبغي توثيق أي صناديق متضررة لأسباب التأمين في الوقت الذي تم فيه تسليم هذه التجهيزات.

بعد أن تصبح التجهيزات خارج الصناديق، ينبغي لمهندس الخدمة البحث عن أية علامات ضرر مادي بسبب خلل في التصنيع أو الشحن. وتشمل هذه العلامات الطعجات أو الخدوش على سطوح التجهيزات وأية أجهزة معطوبة أو مفقودة. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي التحقق من حالة الدهان على كل جهاز من أجل التوحيد، ويجب التحقق من اللون الصحيح. ينبغي فحص جميع الأجزاء المتحركة لكل جهاز فيما يتعلق بالتشغيل السلس، كما ينبغي فحص سطوح الارتكاز (الرولمانات) (bearings) ومناطق سطوح الارتكاز، وينبغي فحص أجهزة ومساند كل قطعة من التجهيزات وتثبيتها بإحكام، إذا لزم الأمر، في هذا الوقت.

obeikandi.com

الجرد Inventory

ينبغي التحقق من قوائم الجرد وذلك بعد فحص كل جهاز فيما يتعلق بالأضرار المادية. ينبغي التحقق من كل بند بالمقارنة مع قائمة الشحن، ومن ثم مقارنته مع أمر الشراء الأصلي. وينبغي أن لا يشمل التحقق من قوائم الجرد التجهيزات فقط، بل أيضاً بنود الإكسسوارات مثل الكابلات وكتيبات (أدلة) المستخدم. ينبغي على المهندس التحقق من أن جميع أطوال الكابلات صحيحة، حيث يتم تصنيع بعض الكابلات خصيصاً لهذا العمل الخاص وإنها ليست مجرد مواد من المخزون. إذا كان لا بد من طلب كابل جديد، على سبيل المثال، فإن ذلك يمكن أن يؤخر التركيب عدة أسابيع. وأخيراً، خلال التحقق من قوائم الجرد، ينبغي تسجيل وتوثيق جميع الأرقام التسلسلية في تقرير التركيب وعلى استمارات تسجيل التجهيزات.

ترتيب التجهيزات Equipment Configuration

إذا تم ترتيب كل قطعة وكانت في حالة مادية جيدة، فإنه يمكن لمهندس الخدمة البدء في ترتيب التجهيزات لاستخداماتها الخاصة. إن الترتيب هو عملية برمجة التجهيزات ميكانيكياً وإلكترونياً معاً لاستخداماتها المقصودة في منشأة خاصة. ويشمل الترتيب الميكانيكي تركيب الأجهزة الصحيحة بحيث تعمل التجهيزات بشكل صحيح كما هو محدد في تصميم الغرفة. وعلى وجه التحديد، يجب ترتيب المستقبلات الجدارية ومحددات الساحة للتشغيل من جهة اليمين أو اليسار، ويجب تركيب جهاز رفع أنبوب الأشعة السينية المناسب لحامل الأنبوب الخاص المُستخدَم، ويجب تركيب بوكي أو خزانة الشبكة في طاولة الأشعة السينية، ويجب قص سكك رافعة الأنبوب العلوية (إن وجدت) إلى الطول المناسب.

يتضمن الترتيب الالكتروني أية أسلاك خاصة يجب تركيبها على كل جهاز، وتحديد مفاتيح التحكم على لوحات الدارات، وبرمجة البرامج. ويجب أيضاً "تجهيز" أية كابلات خاصة مطلوبة (أي قصها بالطول المناسب وتهيئة نهاياتها) في هذا الوقت.

ترتيب مولد الأشعة السينية

تتضمن الوظائف المحددة التي تتم برمجتها إلكترونياً في مولد الأشعة السينية ما يلي: نوع الطاقة الواردة، وعدد ونوع أنابيب الأشعة السينية التي يتم استخدمها، وعدد مستقبلات الصورة، ووجود خيار التحكم الآلي بالتعريض (AEC)، ونوع المتحكم المُستخدَم بالجزء الدوار، وأية تطبيقات خاصة بالتصوير الشعاعي سيتم تثبيتها. ويتم إنجاز الترتيب عادة من خلال تركيب وصلات جسرية (jumpers)، أو بواسطة برمجة مفاتيح تحكم على لوحات الدارات داخل وحدة التحكم بالمولد.

فيما يتعلق بتجهيزات الأشعة السينية التي يتم التحكم بها عن طريق معالج صغري، فإن الجزء الكبير من الترتيب يتم من خلال برنامج. وبشكل خاص، فإن مهندس الخدمة سيدخل إلى "نمط الخدمة" في منصة التحكم بالأشعة السينية وبعد ذلك يتم إدخال المعلومات في الذاكرة من خلال مفاتيح تحكم على منصة التحكم. يتم تخزين البيانات في ذاكرة RAM ثابتة تسمى EPROM وستبقى هناك حتى يعود المهندس إلى نمط الخدمة.

توافق الخطوط

يجب إجراء توافق الخطوط على جميع المولدات قبل إمكانية تطبيق الطاقة. وإذا لم يتم تهيئة المولد على جهد الخط الواردة الدقيق، فإنه لا يمكن أبداً تحقيق المعايرة. علاوة على ذلك، يمكن للمكونات الداخلية لمولد الأشعة السينية أن تضرر أيضاً من خلال الإعدادات غير الصحيحة للخط.

يتم إجراء تهيئة المولد ليوافق الخط الوارد (أي يوافق الخط) من خلال تعديل وصلة سلك على المحول الآلي للخط داخل مولد الأشعة السينية. ويمكن لمعظم المحولات الآلية استيعاب مجال واسع من جهود الدخل. إذا لم تكن الوصلة المطلوبة من أجل جهد دخل مُعطى متوفرة ولم يكن هناك أي مصدر آخر للطاقة متوفر في المبنى، فإنه يجب عندئذ استخدام محول توافق خط (line matching transformer).

برمجة حماية أنبوب الأشعة السينية

إن برمجة حماية أنبوب الأشعة السينية هي خطوة هامة جداً في عملية تهيئة المولد. إن الغرض من هذه البرمجة هو التأكد من أن الأنبوب سيعمل بشكل آمن ضمن محدداته المُصمَّمة بحيث لا يمكن حدوث ضرر محتمل للأنبوب نفسه. وبعد أن تتم برمجة المولد بشكل صحيح، فإن المُشَغِّل سيكون محمياً من اختيار تقنية التعريض التي تتجاوز مواصفات معدلات طاقة الأنبوب وذلك فيما يتعلق بأنبوب الأشعة السينية الخاص هذا.

من أجل أن تعمل دارات "حماية الأنبوب" بشكل صحيح، فإن الخصائص الدقيقة لأنبوب الأشعة السينية الخاص يجب أن تكون معروفة. يجب أن يرجع المهندس إلى مخططات معدلات طاقة أنبوب الأشعة السينية للحصول على معلومات حول الأنبوب المحدد المُستخدَم. يتم توفير هذه المخططات من قبل مُصنِّع أنبوب الأشعة السينية ويتم شحنها عادة مع أنبوب الأشعة السينية. تحتوي مخططات معدلات طاقة الأنبوب على جميع مواصفات أنبوب الأشعة السينية على شكل رسوم بيانية، بما في ذلك مخططات إحماء وتبريد المصعد، ومخططات إصدار الفتيل، ومخططات معدلات التعريض. و يتم أيضاً توفير معلومات حول حجم البقعة المحرقية والتيار المستمر الأعظمي للفتيل.

كما يتم أيضاً تقديم معلومات إضافية بشأن الغلاف الخارجي للأنبوب من خلال مخططات معدلات طاقة الأنبوب، ويشمل هذا نوع ومتطلبات الطاقة للجزء الثابت، والكيلو فولت الأعظمي المسموح به لنوع الغلاف الخارجي للأنبوب المحدد، والمعدلات الحرارية للغلاف الخارجي للأنبوب المحدد.

يجب أن يكون المهندس مرتاحاً باستخدام مخططات معدلات طاقة الأنبوب ويجب أن يعرف كيفية تفسير البيانات التي تحتوي عليها. إذا لم يتم تفسير المخططات بشكل صحيح، فإن أنبوب الأشعة السينية قد لا يعمل بكامل طاقته، أو أسوأ من ذلك، يمكن أن يعمل فوق طاقته المقدرة القصوى. وفي الحالة الأخيرة فإنه سوف ينتج في معظم الأحيان تضرر لأنبوب الأشعة السينية. ولمساعدة مهندس الخدمة، فقد تم توفير مخطط معدل طاقة أنبوب كعينة في الملحق B بالإضافة إلى توجيهات حول كيفية تفسيره بشكل صحيح.

بعد أن يراجع المهندس المخططات ويفسر بيانات الأنبوب بشكل صحيح، فإنه يمكن البدء ببرمجة حماية أنبوب الأشعة السينية. ويتم إنجاز البرمجة في عدة طرق مختلفة لأن دارات حماية الأنبوب تختلف في مستوى التطور بين المُصنِّعين. ومع ذلك، فإن معظم التصاميم الأساسية تتطلب وضع وصلات جسرية، أو تعديل الجهد بواسطة مقاومة متغيرة، أو وضع مفاتيح تحكم لتفعيل محدد الأنبوب عند اختيار التقنية القصوى المسموح بها.

من ناحية أخرى تستخدم أحدث تصاميم المولد برنامج يتم تثبيته في المصنع وشحنه مع المولد. يحتوي هذا البرنامج، الذي يتم تخزينه عادة في رقاقة EPROM، على بيانات عن عدة أنابيب أشعة سينية معيارية تتوفر من مُصنِّعين مختلفين. ويختار المهندس بسهولة أنبوباً من القائمة بواسطة مفاتيح تحكم أو من خلال مفاتيح ضبط في منصة التحكم. وفيما يتعلق بأنابيب الأشعة السينية التي لا يتم استخدامها بشكل شائع، فإن مُصنِّع المولد يمكن "أن يطلب بشكل خاص" البرنامج الصحيح.

توفِّر مولدات أشعة سينية أخرى القدرة للمهندس على برمجة البيانات الفعلية للأنبوب (قراءة من مخططات معدلات طاقة الأنبوب) مباشرة في الذاكرة من خلال مفاتيح منصة التحكم. يمكن برمجة أي نوع من أنابيب الأشعة السينية في هذه المولدات التي يتم التحكم بها عن طريق معالج صغري. في هذه الحالة، يجب إدخال كافة المعلومات ذات الصلة بالأنبوب يدوياً في ذاكرة التحكم بالأشعة السينية. ولتحقيق ذلك، تتم قراءة نقاط البيانات مباشرة من مخططات الأنبوب وإدخالها من خلال "مفاتيح التحكم" في الذاكرة في نمط برمجة خاص. يتم استخدام نقاط البيانات هذه لإنشاء منحنى رياضي يمثل بدقة محددات التشغيل الآمن لأنبوب الأشعة السينية. يستغرق هذا الإجراء وقتاً لكي يكتمل ولكن لا ينبغي أن يتم بسرعة لأن هذه المعلومات يجب أن تكون دقيقة لكي تعمل دارات حماية الأنبوب بشكل صحيح.

اختبار التزويد بالطاقة Power-Up Testing

ينبغي إجراء اختبار التزويد بالطاقة كفحص نهائي للتحقق من حالة التجهيزات. ويتم في معظم الأوقات القيام باختبار كل قطعة من التجهيزات على حدة، أي أنها غير موصولة حتى الآن كنظام. وقبل تطبيق الطاقة على الوحدة ينبغي فحص و إعادة توصيل أية أسلاك، أو مقابس، أو وصلات تم نزعها أثناء الشحن. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي إعادة وضع جميع لوحات الدارات في أماكنها. لا يمكن تزويد بعض مولدات الأشعة السينية بالطاقة بواسطة دارة ثانوي مفتوحة (أي بدون وجود أنبوب أشعة سينية متصل). في هذه الحالة، ينبغي اتباع إجراءات المُصنِّع للتزويد بالطاقة بشكل آمن.

عند تنفيذ اختبار التزويد بالطاقة على مولد أشعة سينية، فإنه ينبغي فحص العمل الصحيح لجميع لمبات ومؤشرات اللوحة، وينبغي اختبار جميع وظائف المفاتيح. وتحتوي الوحدات التي يتم التحكم بها بواسطة معالج صغري على اختبارات تشخيص التزويد بالطاقة مبنية بداخلها والتي يتم تنفيذها آلياً عند تشغيل الوحدة. ترسل هذه البرامج التشخيصية كود (رمز) خطأ إلى منصة التحكم إذا تم مواجهة أية مشاكل أثناء فترة "الإقلاع". ويشير رمز الخطأ مباشرة إلى منطقة الخلل، موفّراً بذلك الكثير من الوقت الثمين أثناء التركيب. بالإضافة إلى ذلك، يمكن اختبار العديد من وظائف المولد عن طريق لوحة المفاتيح في منصة التحكم خلال هذا الوقت.

بعد التزويد بالطاقة ينبغي ترك الوحدة في حالة تشغيل لفترة من الوقت للسماح للمكونات بالإحماء والوصول إلى درجة حرارة التشغيل العادية. كثيراً ما تتعطل المكونات المتضررة في هذا الوقت حيث يمكن عندئذ طلب قطع الغيار قبل أن يتم نقل التجهيزات إلى الموقع. إذا اجتاز المولد اختبار التزويد بالطاقة وكان هناك وقت كافٍ، فإنه ينبغي فحص أنبوب الأشعة السينية ومن ثم وصله إلى المحول للمعايرة الأولية (راجع قسم المعايرة من هذا الفصل).

فحص أنبوب الأشعة السينية

قبل أن يتم تركيب أنبوب الأشعة السينية في النظام، يجب أولاً فحصه من الناحية المادية. وينبغي فحص الغلاف الخارجي للأنبوب للكشف عن طعجات أو عن أي مؤشرات على تسرب الزيت يمكن أن تشير إلى إغلاق غير محكم وفيه خلل. ينبغي للمهندس بعد ذلك التحقق من وجود فقاعات هواء داخل الغلاف. ويتم ذلك من خلال النظر مباشرة في منفذ (فتحة port) الأنبوب، بينما يتم هزه برفق، أولاً من خلال الرفع من نهاية المهبط (الكاثود) وبعد ذلك الرفع من نهاية المصعد (الأنود). إذا تم ملاحظة أية فقاعات هواء، فإن الأنبوب فيه خلل ويجب أن يُعاد إلى المُصنِّع لإعادة تعبئته.

بعد ذلك ينبغي للمهندس تنفيذ العديد من الفحوصات على المصعد. تشمل هذه الفحوصات ما يلي: تفقد بصري للمصعد، وقياسات مقاومات الجزء الثابت، وفحص دوران المصعد [١٢]، وينبغي لمهندس الخدمة فحص سطح المصعد عن طريق تسليط مصباح يدوي مباشرة في منفذ أنبوب الأشعة السينية، وينبغي أن يظهر سطح المصعد على نحو ناعم ومنتظم. ينبغي توثيق أي علامات واضحة للعيوب مثل تشققات، أو حفر، أو تشوهات، وينبغي إرجاع الأنبوب للإصلاح.

بعد ذلك ينبغي للمهندس قياس المقاومات لكل ملف من الجزء الثابت ومقارنة القراءات الفعلية مع القراءات الاسمية الواردة في ورقة بيانات غلاف الأنبوب التي تم شحنها مع غلاف الأنبوب. بعد التأكد، يمكن توصيل المساري الثلاثة للجزء الثابت (الرئيسي، والطور، والحيادي) إلى أنبوب الأشعة السينية والمتحكم بالجزء الدوار.

يتم التحقق من الدوران الصحيح للمصعد عن طريق تطبيق جهد الإقلاع على الملفات من خلال الضغط لفترة وجيزة على مفتاح التحضير [١٣]. ويتم مرة أخرى استخدام مصباح لتحديد أن المصعد يدور بسلاسة وفي الاتجاه المحدد في حزمة معلومات الأنبوب. وينبغي أيضاً للمهندس الاستماع للتشغيل الهادئ أثناء دوران المصعد وملاحظة زمن تخامد المصعد عند قطع الجهد (أي، عندما يتم تحرير مفتاح التحضير). ينبغي أن يتخامد المصعد في عدة دقائق (على الأقل) قبل التوصل إلى توقف كامل.

بعد ذلك ينبغي فحص الفتائل. من ناحية ثانية، ينبغي التحقق من استمرارية أسلاك الفتائل قبل توصيل كابلات الجهد العالي. إن إحدى طرق قياس مقاومة سلك الفتيل هي إدخال موصِّل اختبار إلى جدار المهبط [١٤]. تؤخذ قراءات المقاومات بين مسرى المحرق الصغير و المسرى المشترك كما يتم قياس المحرق الكبير بالنسبة إلى المسرى المشترك. إن المقاومات النظامية منخفضة جداً (أي تقريباً ١ أوم أو أقل)، والمحرق الصغير أقل مقاومة من المحرق الكبير. تشير قراءة مقاومة عالية أو "الفتح" إلى فتيل معطوب.

إذا كان يتم فحص الأنبوب ميكانيكياً، فإنه ينبغي لمهندس الخدمة عندئذ توصيل كابلات الجهد العالي إلى الأنبوب ومن ثم تزويد مولد الأشعة السينية بالطاقة. وبالنسبة لمعظم المولدات، عندما يتم تشغيل الطاقة ولا يجري القيام بأية محاولات تعريض، فإن الفتائل تكون في نمط تشغيل يدعى نمط الاستعداد (standby). واعتماداً على حجم البقعة المحرقية الذي يتم اختياره في منصة التحكم، فإنه ينبغي على الفتيل المتوافق "الإضاءة" داخل أنبوب الأشعة السينية. ينبغي فحص كل من المحرق الصغير والكبير فيما يتعلق بالسطوع المتجانس على كامل طول سلك الفتيل.

---

(١٢) يتم تنفيذ إجراءات تحقق من المُقلِّع أكثر تفصيلاً أثناء مرحلة المعايرة. وفي هذا الوقت، فإن التحقق من الدوران الصحيح كافٍ.

(١٣) ربما يجب أن تكون كابلات الجهد العالي موصولة لتلبية منطق التحكم لمولد الأشعة السينية. ينبغي مراجعة كتيب الخدمة قبل القيام بهذه الخطوة.

(١٤) يمكن صنع موصِّل اختبار باستخدام كبل جهد عالي قديم. يتم قطع الكبل على بعد ١٢ أنش من نهاية الموصِّل المركزي وينبغي تعرية (تسليخ) عازل الموصِّلات الثلاثة إلى الخلف. يتم إدخال نهاية الكبل في نهاية المهبط للاختبار و يتم قياس استمرارية أسلاك الفتائل بواسطة مقياس أوم بين XS-XC و XL-XC.

بعد ذلك ينبغي زيادة تيار الفتائل من خلال النقر على مفتاح التحضير وعند ذلك ينبغي ملاحظة أية عيوب، مثل "ارتخاء" الفتيل أو مقاطع قاتمة على طول سلك الفتيل.

ينهي هذا اختبارات تهيئة وفحص أنبوب الأشعة السينية. يتم فحص خرج ودقة تمييز أنبوب الأشعة السينية بإجراء تعريضات فعلية في وقت لاحق في المراحل النهائية من التركيب. ولكن، إذا كان هناك وقت (أي تحضير الغرفة لم ينتهِ بعد)، فإنه يمكن للمهندس تنفيذ معايرة أولية للأشعة السينية (انظر قسم المعايرة من هذا الفصل). يجب وضع محدد ساحة أو واق من الرصاص على منفذ أنبوب الأشعة السينية قبل الشروع في المعايرة وينبغي أن يكون الأنبوب جاهزاً للاستعمال على النحو المبين في قسم المعايرة.

مع الانتهاء من تهيئة و اختبار المولد، فإنه يمكن الآن اختبار التشغيل الصحيح لجميع التجهيزات الأخرى التي سوف يتم تركيبها في غرفة التصوير الشعاعي، مثل طاولات الأشعة السينية وأجهزة البوكي. مرة أخرى، فإنه من المهم جداً معرفة ما إذا كانت هناك أية أجزاء متضررة قبل نقلها إلى موقع التركيب.

نقل التجهيزات
Equipment Delivery

عندما يتم الانتهاء من تحضير الغرفة وإنجاز جميع مراحل التهيئة و الاختبار، فإن التجهيزات تكون جاهزة للنقل إلى الموقع. يجب إعادة وضع المواد الصغيرة في العبوات الأصلية للنقل الآمن. ليس من العملي إعادة وضع المواد الكبيرة في صناديق وذلك بسبب ضيق المكان؛ ولكن ينبغي لف جميع التجهيزات بحشوات لمنع طعج أو خدش سطوح التجهيزات.

ينبغي لمهندس خدمة الأشعة السينية أن يكون موجوداً في الموقع عند وصول التجهيزات. إن هذا مهم جداً لأنه ينبغي التحقق من قوائم الجرد وفحص جميع المواد للكشف عن الضرر. ويمكن للمهندس أيضاً توجيه ناقلي التجهيزات، إذا لم يكونوا مهندسي خدمة أشعة سينية، في الموضع المحدد للأجهزة الفردية. ينبغي أن تبقى التجهيزات الثقيلة مثل محول الجهد العالي على منصات النقل في الوقت الحاضر.

عندما يتم تركيب رافعة الأنبوب العلوية، التي يتم تركيبها عادة في هذا الوقت بمساعدة من أفراد طاقم النقل، والسبب هو أن تجهيزات الرفع الثقيلة هذه (على سبيل المثال، الرافعة highjack) هي الآن في الموقع وهناك المزيد من القوى العاملة موجودة للمساعدة بالرفع. ينبغي قص السكك العلوية الطويلة إلى القياس المطلوب وتركيبها على دعائم سقفية في هذا الوقت.

إذا كان هناك مساحة كافية عند إحدى نهايات السكك، فإن المجموعة الكاملة لرافعة الأنبوب، مع المجموعة الجسرية العرضية موصولة معها، يمكن رفعها إلى الموضع ومن ثم إدخالها مباشرة في السكك السقفية. ولكن بسبب

قيود حجم الكثير من الغرف، فإن هذا الوضع المثالي لتركيب الجسر لا يتوفر دائماً. عادة يجب فك الجسر العرضي من رافعة الأنبوب ووضعه مباشرة على سكة سقفية. بعد ذلك يتم وصل مجموعة رافعة الأنبوب إلى مجموعة الجسر العرضية بعد تعديل سطوح الارتكاز (الرولمانات) بشكل صحيح.

يجب على من يقوم بالتركيب التأكد من أنه يتم ضبط **سطوح الارتكاز** بشكل صحيح في هذا الوقت بحيث تتحرك رافعة الأنبوب بشكل سلس على كامل طول السكك. يعتبر هذا خطوة مهمة جداً لأن تعديلات سطوح الارتكاز ليست دائماً متاحة عندما يتم وضع رافعة الأنبوب في السكك. كذلك، فإنه من الصعب جداً إنزال (أو "خفض") رافعة الأنبوب عندما يتم تركيب ما تبقى من التجهيزات بشكل كامل في الغرفة.

إذا تقرر أن رافعة الأنبوب لديها الكثير من الحركات (من جانب إلى آخر أو في الاتجاهين أعلى/أسفل)، فإنه يمكن عندئذ إنزالها بسهولة وتعديلها في هذا الوقت، لأن الرافعة لا تزال في الموقع. ينبغي أن يتم التحقق من استواء السكك الطويلة في هذا الوقت لضمان أن رافعة الأنبوب لا تنحرف على طول خط السكك. إذا كان الأمر كذلك، فإن السكك المُعلقة على السقف يجب أن تكون "مستوية" حتى تبقى رافعة الأنبوب في وضع ساكن عند وضعها في أية نقطة على طول السكة.

عندما يتم تثبيت **عمود الأنبوب**، فإنه ينبغي أخذه إلى الغرفة عن طريق الناقلين (movers) وتركيبه بشكل مؤقت في موقعه المحدد. ويتم ذلك بحيث يمكن سحب طول الكبل الصحيح إلى عمود الأنبوب. ونظراً لأنه يجب القيام بعدة قياسات دقيقة قبل تثبيت دعامة الأنبوب بشكل دائم في المكان، فإنه ينبغي تثبيت مسارات السقف والأرض فقط بحد أدنى من الأجهزة لتثبيت الدعامة بأمان في مكانها. أثناء إجراء المحاذاة، يتم تغيير موقع مسار الأرض والسقف، ومن ثم تثبيته بشكل دائم. من المهم الإشارة إلى أن موقع عمود الأنبوب سوف يفرض أين سيكون موضع الطاولة والمستقبل الجداري (انظر أدناه).

بعد ذلك ينبغي وضع خزانة التحكم بمولد الأشعة السينية ومحول الجهد العالي في الموقع المحدد على المخطط. ويتم وضع هذه الوحدات عادة على الحائط، بحيث لا تكون في طريق من يقومون بالتركيب. يمكن ترك المحول على منصة نقل بحيث يمكن تحريكه عند إجراء توصيلات الكابلات. إذا تم استخدام منصة تحكم منفصلة (أو منصة مشغِّل)، فإنها عادة ما يتم وضعها في كابينة المشغِّل وتركيبها على رف، أو على عمود حامل إذا ما تم طلبه مع النظام

ينبغي وضع طاولة الأشعة السينية أقرب ما يمكن إلى موقعها المحدد لأسباب عدة. أولاً وقبل كل شيء، بسبب وزنها الزائد، حيث إنه من الصعب تغيير موقع العديد من طاولات الأشعة السينية بدون معدات التحريك المناسبة. بالإضافة إلى ذلك، إذا كان لا بد من نقل الطاولة، فإنه عادة ما يؤدي هذا إلى حدوث خدوش عميقة

ملحوظة في الأرضية يجب تغطيتها بشكل تجميلي. هناك سبب آخر لوضع الطاولة في موقعها التقريبي وهو حتى يمكن تحديد الطول المناسب للكابلات من أجل تغذية الطاولة والتحكم بالبوكي. إن هذا مهم جداً ؛ لأنه سيتم "سحب" جميع الكابلات إلى كل جهاز في المرحلة التالية من عملية التركيب.

إذا كان مخطط الغرفة مُصمَّماً بشكل صحيح ، فإنه سيتم وضع الطاولة بطريقة تمكّن من إزالتها بسهولة دون الحاجة إلى نقل قاعدة الطاولة. يجب إزالة السطح الأعلى للطاولة للتركيب بشكل صحيح ، والمحاذاة ، والاختبار ، وفي وقت لاحق خدمة المكونات الداخلية للطاولة.

عندما يتم وضع جميع التجهيزات بشكل صحيح في الغرفة ، يستطيع مهندس الخدمة الحصول على "شعور"جيد بالنسبة للمظهر النهائي للغرفة المنتهية. وهذا أمر مهم ؛ لأنه إذا كانت بعض البنود مهملة أو غير مُدرجَة بشكل صحيح على المخطط (أي فتحة تدفئة أو مبرد لم تكن مُدرجَة ، أو فتح الباب إلى الخارج مقابل إلى الداخل) ، فإن الغرفة قد لا تعمل كما هو موعود. إذا كان لابد من القيام بتغييرات في اللحظة الأخيرة ، فإنه يمكن لمن يقوم بالتركيب إجراء التغييرات المناسبة على المخطط الفعلي للغرفة قبل تثبيت كل جهاز في مكانه بشكل دائم.

تركيب ومحاذاة التجهيزات
Equipment Alignment And Mounting

بعد نقل التجهيزات ومغادرة طاقم النقل ، يمكن البدء بالتركيب المادي الفعلي لتجهيزات الأشعة السينية. إن الهدف الرئيسي الآن هو الحصول على كل جهاز في الغرفة موضوعاً بشكل صحيح ومن ثم مُركّباً بشكل دائم في مكانه. من أجل تحقيق ذلك ، يجب تركيب أنبوب الأشعة السينية ومحدد الساحة على دعامة الأنبوب ؛ لأنه سيتم استخدامهما لمحاذاة مستقبلات الصورة. بعد أن يتم تركيب الأنبوب و محدد الساحة ، فإنه يجب على من يقوم بالتركيب (ويعرف أيضا باسم المُجمِّع) أن يحصل على الطاقة لكل وحدة في نظام الأشعة السينية في أسرع وقت ممكن بحيث يمكن البدء بإجراءات المحاذاة.

تركيب أنبوب الأشعة السينية Mounting the X-ray Tube

هناك نوعان من الأغلفة الخارجية لأنابيب الأشعة السينية مُستخدمة في التصوير الشعاعي العام. إن أحد أنواع الأغلفة لديه سطح تركيب نافر مع أربع ثقوب براغي مزودة بسدادة (١/٤- ٢٠). يتصل السطح النافر مباشرة مع دعامة الأنبوب عن طريق شد البراغي مسدسة الرؤوس الأربعة من خلال لوحة تركيب دعامة الأنبوب مباشرة في ثقوب البراغي الأربعة المحلزنة المتوفرة على الغلاف الخارجي لأنبوب الأشعة السينية.

يتم تركيب النوع الثاني من الأغلفة الخارجية لأنابيب الأشعة السينية على دعامة الأنبوب عن طريق استخدام حلقات ترنيون (trunion). تتصل حلقات ترنيون لدعامة الأنبوب بسطحي الحلقة النافرين (دائري) على

غلاف الأنبوب. تسمح حلقات ترنيون بدوران الأنبوب من أجل صور شعاعية خاصة. يتم، من خلال قاعدة ترنيون، وضع الأنبوب في النصف السفلي لمجموعة حلقة ترنيون ومن ثم يتم وضع الترنيون العلوية على رأس أنبوب الأشعة السينية ومن ثم شدها بأربعة براغي مسدسة الرؤوس.

تركيب محدد الساحة Installing the Collimator

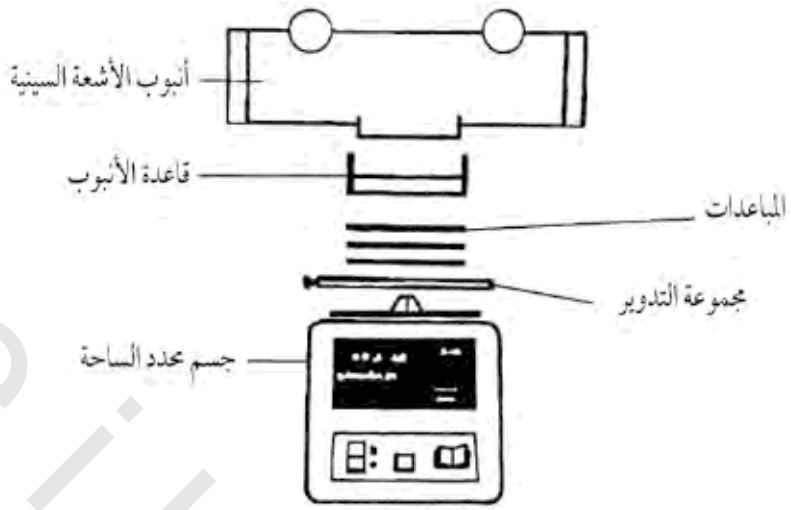
إن محدد الساحة، كما جاء في الفصل الرابع، هو جهاز تحديد الحزمة لأنبوب الأشعة السينية. يتم تركيبه إما مباشرة على أنبوب الأشعة السينية أو إلى لوحة تركيب الأنبوب لجهاز دعم الأنبوب (الشكل رقم ٢٢). تستخدم معظم محددات الساحة مسند تركيب من النوع الدوار بحيث يمكن تدوير محدد الساحة. إن أهم جزء من تركيب محدد الساحة هو تحديد عدد المباعدات (الفواصل) التي يجب وضعها بين محدد الساحة وأنبوب الأشعة السينية!

إن هناك حاجة إلى التباعد المناسب لتوفير البقعة المحرقية الصحيحة بالنسبة لمسافة محدد الساحة كما هو محدد من قبل الشركة الصانعة لمحدد الساحة. إذا تم استخدام عدد غير صحيح من المباعدات، فإن أبعاد الحقل الضوئي لن تتطابق مع أبعاد حقل الأشعة السينية. إن تطابق الحقل الضوئي مع حقل الأشعة السينية هو شرط أساسي لجميع محددات الساحة ويتم التحقق منه خلال عملية إعداد محدد الساحة.

كذلك، إذا كان مؤشر المسافة بين المنبع و الصورة (SID) متوفراً على محدد الساحة، فإنه لن يكون دقيقاً ما لم يتم استخدام العدد الصحيح من المباعدات. تحتوي حزمة المعلومات المُقدَّمة مع أنبوب الأشعة السينية على قياس موقع البقعة المحرقية بالنسبة إلى منفذ أنبوب الأشعة السينية (في المكان الذي سيتم وصل محدد الساحة فيه). ويُستخدم هذا البعد لتحديد العدد الصحيح من المباعدات المطلوبة.

يتم توريد المباعدات من قبل مُصنِّع محدد الساحة وإدخالها بين مسند التدوير العلوي لمحدد الساحة ومنفذ أنبوب الأشعة السينية. يجب أن تكون هذه المباعدات مصنوعة من الفولاذ! إذا تم استخدم مباعدات بديلة، مثل الألمنيوم، فإنه يجب استخدام الرصاص لتغطية هذه المباعدات. إذا تم تركيب الأنبوب مباشرة إلى لوحة التركيب على عمود الأنبوب، فإنه لا بد من أخذ سماكة اللوحة في الاعتبار عند حساب بُعد المباعد. بعد أن تصبح المباعدات ومسند التدوير العلوي في مكانها، يمكن وصل محدد الساحة نفسه إلى المسند العلوي.

obeikandi.com



الشكل رقم (٢٢). تركيب محدد الساحة. إن العدد الصحيح من المباعدات مطلوب للحصول على إظهار دقيق لـــ SID.

توفير الطاقة لكل وحدة في النظام Supplying Power to Each Unit in the System

للحصول على الطاقة للوحدات المستقلة، يجب على مهندس الخدمة سحب وإنهاء كافة كابلات التجهيزات. ونظراً لأن كل وحدة في موقعها التقريبي، فإنه يمكن بسهولة تحديد كمية الكابلات اللازمة التي يجب سحبها. بمجرد إنهاء الكابلات وتطبيق الطاقة على أنبوب ومحدد الساحة، يمكن لمن يقوم بالتركيب الشروع في إجراءات المحاذاة.

أنواع كابلات التجهيزات Types of Equipment Cables

هناك بشكل أساسي ثلاثة أنواع من الكابلات المستخدمة في تجهيزات الأشعة السينية: **كابلات الطاقة**، **وكابلات الإشارة**، **وكابلات الجهد العالي الخاصة**. ويحتاج كل جهاز يعمل كهربائياً في غرفة الأشعة السينية إلى كبل طاقة واحد على الأقل، ولكن معظم الأجهزة بحاجة إلى كابلات الطاقة والإشارة معاً.

إن كابلات الطاقة التي تصل مولد الأشعة السينية بالطاقة الواردة من خلال قاطع دارة مصنوعة من أسلاك ذات قياس كبير (٦ AWG، على سبيل المثال) ومُحاطة بغلاف سميك ذي عازلية كبيرة. وعادة لا يتم إنهاء كابلات الطاقة هذه (أي، لديها أسلاك مكشوفة عند كل نهاية)، ويتم تثبيتها مباشرة إلى مجموعة النهايات. إن الكبل المُستخدم لتوصيل الطاقة الرئيسية إلى محول الجهد العالي مصنوع أيضاً من هذه الأسلاك ذات القياس الكبير.

يجب على مهندس الخدمة التأكد من أن **الأسلاك من النوع و القياس الصحيحين** بحيث تعمل التجهيزات بأمان وحسب مواصفات المُصنِّع. ومن شأن خط الطاقة ذو المعدل المنخفض التقليل كثيراً من خرج مولد الأشعة السينية بسبب **تحميل الخط** الزائد. وتوجد مواصفات قياس ونوع الأسلاك في كتيب خدمة التجهيزات.

obeikandi.com

إن كل جهاز إلكتروني في الغرفة لديه أيضاً كبل طاقة. ومع ذلك، فإن كابلات الطاقة هذه تزود طاقة مقدارها ١٢٠ فولت تيار متناوب (VAC) أو جهد تيار مستمر (DC) منخفض إلى الأجهزة الفردية في غرفة الأشعة السينية وتكون مصنوعة عادة من سلك ذي قياس أصغر بكثير (على سبيل المثال، سلك ١٠- ١٢ AWG).

يتم استخدام كابلات إشارة لربط أو وصل أجهزة أشعة سينية محددة في الغرفة بحيث يمكنها الاتصال مع بعضها البعض وبالتالي تؤدي عملها كنظام. وعادة ما تكون هذه الكابلات مصنوعة من أسلاك ذات قياس أصغر بكثير (١٢ AWG أو أصغر) ومُحاطة بغطاء ناقل أو جديلة ناقلة لأغراض التحجيب، ومغلَّفة بطبقة خارجية مرنة. يتم عادة إنهاء كابلات الإشارة بموصِّلات مناسبة في المصنع وتوصيلها ببساطة مباشرة في كل جهاز معين أثناء التركيب. يجب توخي الحذر عند سحب هذه الكابلات خلال القناة (الدكت) بحيث لا تتضرر الموصِّلات.

إن كابلات الجهد العالي هي من نوع خاص من كابلات الطاقة التي تربط محول الجهد العالي لأنبوب الأشعة السينية. هذه الكابلات (اثنان) مُصممَّة لنقل جهود عالية للغاية، وهي لذلك، معزولة بشكل كبير. وإضافة إلى كونها أكثر سماكة من معظم الكابلات، فإنه يتم إنهاء كابلات الجهد العالي بمأخذ خاص يسمى الموصِّل الرئيسي (الاتحادي) (الشكل رقم ١٣). وبسبب حجم الموصِّل الرئيسي، فإن كابلات الجهد العالي هي الأصعب في السحب خلال القناة.

سحب الكابلات Pulling Cables

يتم سحب جميع الكابلات داخل قناة خاصة، تدعى قناة أو مجرى الكابلات، ينبغي تركيبها أثناء مرحلة تحضير الغرفة. تقع "ممرات تمرير" هذه الكابلات على طول الجدران، أو فوق السقوف، أو تحت الأرضيات. تكون مهمة سحب الكابلات أسهل بكثير إذا كان للقناة أغطية قابلة للإزالة. في هذه الحالة، يتم وضع جميع الكابلات ببساطة في القناة، وبعد ذلك تثبيت الأغطية في مكانها.

ومع ذلك، فإن سحب الكابلات خلال قناة في الأسقف والأرضيات صعب جداً ويتطلب عادة اثنين من أشخاص الخدمة. يتم استخدام شريط الصنارة الذي يستعمله الكهربائي أو "صنارة السلك" لسحب الكابلات خلال القناة ويتم استخدام شحم خاص بالكبل متوفر في مخازن اللوازم الكهربائية لمساعدة الكابلات بالانزلاق بسهولة أكبر خلال القناة. إذا كانت كابلات التركيب السابق لا تزال موجودة داخل القناة، فإنه يمكن استخدامها لسحب الكابلات الجديدة من جانب إلى آخر. ولكن هذا ليس ممكناً دائماً؛ لأنه عادة ما يتم إزالة الكابلات القديمة أثناء مرحلة تحضير الغرفة.

إجراءات سحب الكابلات بواسطة الصنارة Procedure for Pulling Cables with a Fish

١- أدخل صنارة السلك في نهاية المكان المقصودة لجريان الكبل (حيث يجب أن يذهب الكبل)، وقم بتلقيمه إلى النقطة التي تنشأ منها الكابلات (على سبيل المثال، مصدر الطاقة).

٢- قم بربط الكابلات بشكل آمن إلى الصنارة بواسطة شريط لاصق كهربائي. تأكد من أن الكبل مثبَّت بشكل صحيح حتى لا ينفصل أثناء السحب. إذا كان الكبل منتهياً بموصِّلات، فإنه ينبغي ربط هذه بعناية بالشريط بحيث تكون انسيابية قدر الإمكان.

٣- ضع شحم كبل في النقطة التي تلتقي فيها الصنارة مع الكبل. إذا كانت هناك كابلات أخرى في القناة، ضع شحم على كامل الكبل لجعل عملية السحب أسهل.

٤- اسحب الكبل بلطف ("الصنارة") من طرف إلى آخر بواسطة شريط الصنارة في حين يقوم الشخص الثاني بدفع أو "تلقيم" الكبل من الطرف الآخر.

ينبغي اتباع هذا الإجراء لجميع الكابلات في الغرفة. وكقاعدة عامة، ينبغي فصل كابلات الطاقة عن كابلات الإشارة في القناة للتخلص من المشاكل المستقبلية التي يسببها "ضجيج" الخط. توجد عادة فواصل في القناة لتحجيب الكابلات الفردية. وبمجرد الانتهاء من مهمة سحب الكابلات، فإنه يجب ثني الكابلات بشكل صحيح قبل التمكن من إنهائها.

ثني الكبل Cable Draping

يجب ثني الكابلات التي يتم جرها خارجياً إلى رافعة الأنبوب المُركَّبة في السقف، أو إلى عمود الأنبوب المُركَّب من الأرض حتى السقف، بحيث يمكن لدعامة الأنبوب أن تتحرك بحرية بينما لا يتم تطبيق أي إجهاد على الكابلات نفسها. إذا كانت الكابلات ليست مثنية بشكل صحيح، فإنه يمكن أن تكون للأنبوب حركة محدودة في اتجاهات معينة. والأهم من ذلك، سوف تتلقى الكابلات غير المثنية بشكل صحيح إجهاداً غير مناسب عندما يتحرك الجهاز خلال مجال مواضعه. إن الكبل المُطبَّق عليه إجهاد بشكل دائم أو المثني أكثر من اللازم سينقطع قبل الأوان ويجب استبداله. إن غاية مهندس الخدمة ثنى الكابلات بحيث تتحرك بأقل قدر ممكن.

يجب أن يكون ثني الكبل ممتعاً جمالياً أيضاً للعين؛ لأنه على مرأى لأي شخص في الغرفة. إن غرفة الأشعة السينية ذات الكابلات المثنية بشكل سيئ تترك انطباعاً سيئاً عموماً عن الغرفة. إذا كانت الكابلات موضوعة على طول سكة سقفية، فإنه ينبغي أن تكون مثنية بحيث لا تبرز وتتحرك بسلاسة مع الجهاز الذي يتم تعليقها به. إذا كان مسار الكبل طويلاً جداً، فيتم في كثير من الأحيان استخدام طريقة ثني كابلات تستخدم اللفات أو الحلقات. إذا تم استخدام اللفات، فإنه ينبغي الانتباه إلى حجم وعدد اللفات، وذلك لأسباب جمالية مرة أخرى.

تُعتبر عملية ثني الكابلات بشكل صحيح فن يتطلب وقتاً لتطويره. وعادة ما يتم القيام بعدة محاولات عند ثني كبل واحد فقط للعثور على الوضعية الأفضل لهذا الكبل. ونتيجة لذلك، فإن ثني الكبل يستهلك وقتاً كثيراً

ويجب على مهندس الخدمة أن يكون لديه قدر كبير من الصبر لإكمال هذه المهمة بنجاح. إنها عملية لا يمكن الاستعجال فيها!

إنهاء (تجهيز نهاية) الكبل Cable Termination

بعد ثني الكابلات ينبغي تجهيز نهاياتها وتوصيلها إلى التجهيزات المناسبة. "ينهي" مهندس الخدمة الكبل عن طريق إضافة الموصِّل المناسب (أو النهاية) إلى نهايات الأسلاك. غالباً ما يتم تثبت هذه الموصِّلات إلى الأسلاك باستخدام وصلة متموجة. وكما ذكر آنفاً، يتم إنهاء بعض الكابلات في المصنع، وبالتالي، يتم توصيلها ببساطة إلى الموصِّلات المحددة لها.

ينبغي إيلاء اهتمام دقيق للقطبية والتأريض عند توصيل كابلات الطاقة. بالإضافة إلى ذلك، يجب استخدام مقياس دوران طور (أو راسم إشارة) للحصول على طور الخط الصحيح عند تركيب مولدات ثلاثية الطور. يمكن استخدام مولد الأشعة السينية أيضاً لتحويل الطاقة إلى التجهيزات المساعدة في الغرفة إذا كان ذلك مرغوباً فيه. يمكن توصيل الأسلاك إلى محدد الساحة، ودعامة الأنبوب، وطاقة الطاولة مباشرة إلى النهايات في المولد، إذا كانت متوفرة، بحيث يمكن تزويد التجهيزات في الغرفة بالطاقة عن طريق تبديل المفتاح الرئيسي تشغيل/إطفاء (on/off) فقط على لوحة التحكم بالمولد.

ينبغي أن يكون كل كبل موصولاً في هذه المرحلة من عملية التركيب. ينبغي تغطية نهايات كبل الجهد العالي بمادة مقاومة للبخار (انظر الفصل السابع) قبل وصلها مع أنبوب الأشعة السينية. وينبغي تحديد وتمييز كل كبل بعلامة سلك لاصقة إذا لم يكن قد تم القيام بذلك، ومن ثم التحقق لرؤية أن عدد الأسلاك متوافق مع الرسم التخطيطي. يتم إزالة علامات الأسلاك مرات كثيرة بطريق الخطأ عندما يتم سحب الكابلات خلال القناة. إذا حدث هذا، فينبغي إعادة تمييز السلك.

ينبغي لمن يقوم بالتركيب وضع مخطط توصيل التجهيزات مع بعضها بعضاً يبين فيه أي اتصال متبادل خاص تم تنفيذه، وأن يدرج هذا المخطط في كتيب الخدمة. إن مهندس الخدمة الذي سوف يخدم هذا النظام في المستقبل سوف يقدِّر هذه الخطوة الإضافية التي اتخذها من قام بالتركيب.

الموازنة Counterbalancing

عندما يتم تركيب أنبوب الأشعة السينية ومحدد الساحة، وتوصيل الكابلات وثنيها بشكل صحيح، يمكن موازنة عمود الأنبوب أو رافعة الأنبوب. وكما ورد في الفصل الخامس، يجب موازنة دعامة الأنبوب بحيث يمكن وضع الأنبوب في الاتجاه العمودي بالحد الأدنى من الجهد. تتكون أنظمة الموازنة الأكثر شيوعاً من كابلات فولاذية،

وبكرات، وأوزان موازنة خاصة (عادة ما تكون مصنوعة من الرصاص). ويتم استخدام هذا النوع من أنظمة الموازنة في أعمدة الأنابيب و الأعمدة الجدارية.

يمكن موازنة الأنبوب بحيث لا ينحرف إلى الأعلى أو الأسفل عندما يتم تحرير الأقفال العمودية وذلك بإضافة أوزان الموازنة المُقدَّمة من قبل المُصنِّع. ينبغي أن لا ينحرف الأنبوب عند أية نقطة على كامل مجال الحركة. ومن الناحية المثالية، ينبغي أن يتحرك الأنبوب إلى الأعلى و الأسفل بجهد قليل جداً كما ينبغي أن يصل إلى السكون فوراً عند تحريره.

يتم استخدام طريقة مختلفة لموازنة أنبوب الأشعة السينية في رافعات الأنابيب العلوية. فبدلاً من موازنتها بأوزان، يتم استخدام آلية النابض أو الثقل الموازن. إن هذه الآلية قابلة للتعديل ضمن نطاق محدود. بالإضافة إلى ذلك، يتم توفير أجزاء مستقلة في مجموعة رافعة الأنبوب بحيث يستطيع من يقوم بالتركيب إضافة أوزان إضافية إذا لم يكن بالإمكان خفض توتر النابض بما فيه الكفاية بالنسبة لأنبوب الأشعة السينية المحدد.

التحقق من حقل الضوء/حقل الأشعة السينية Light Field/X-ray Field Verification

قبل تثبيت كل جهاز بشكل دائم في غرفة التصوير الشعاعي، يجب على المهندس أولاً محاذاة أنبوب الأشعة السينية بدقة بالنسبة لمستقبلات الصورة (الصور). إن الهدف الأساسي من التركيب الشعاعي في النهاية هو الحصول على حزمة أشعة سينية ترتطم مباشرة بالفيلم. بعد تحقيق محاذاة الأنبوب/المستقبل، فإنه يمكن بعد ذلك تركيب كل جهاز في الغرفة بشكل دائم في مكانه. وبشكل أساسي، يتم تركيب غرفة التصوير الشعاعي حول محور الأنبوب/المستقبل.

مع ذلك يجب على من يقوم بالتركيب، من أجل محاذاة أنبوب الأشعة السينية بالنسبة للمستقبل، أن يعرف الاتجاه الدقيق لحزمة الأشعة السينية أو الشعاع المركزي، ونظراً لأن الأشعة السينية غير مرئية، يتم استخدام الحقل الضوئي لمحدد الساحة بشكل شائع لتحقيق عملية المحاذاة هذه. مع ذلك، يجب على من يقوم بالتركيب التحقق أولاً من أن الحقل الضوئي لمحدد الساحة يتطابق بشكل صحيح مع الحقل الفعلي للأشعة السينية بحيث يمكنه الحصول على محاذاة دقيقة للأنبوب/المستقبل. هذا يعني أنه يجب تزويد نظام الأشعة السينية بالطاقة بحيث يمكن إجراء التعريضات.

سيتم إجراء العديد من التعريضات للتحقق من دقة الحقل الضوئي. في معظم الحالات لا يكون جهاز التحميض في حالة تشغيل في بدايات التركيب. ولذلك ينبغي استخدام شاشة اختبار متألقة لتصوير حقل الأشعة السينية. يمكن استخدام شاشات التكثيف المُستخدمة في كاسيتات الأفلام ذات القياس ١٤ × ١٧ إنش إذا لم تتوفر شاشة اختبار.

بما أنه لم تتم معايرة أنبوب الأشعة السينية حتى الآن، فإنه يجب استخدام تقنية منخفضة لمنع إلحاق أي ضرر بالأنبوب. وكقاعدة عامة، ينبغي اختيار مستوى الميلي أمبير (mA) الأصغر للمحرق الكبير، واستخدام الـ ٦٠ كيلو فولت (kVp) وزمن التعريض الذي يسمح بتصوير حقل الأشعة السينية (على الأقل ٠,٥ ثانية) [١٥]. يتم أخذ التعريض بأضواء خافتة، بينما يتم مشاهدة الشاشة المتألقة. (ملاحظة: يجب أن يكون قد تم تهيئة المولد على خط ونوع أنبوب الأشعة السينية أثناء مرحلة التهيئة و التحضير. وإذا لم يكن قد تم القيام بتهيئة و تحضير المولد، فإنه يجب القيام بذلك قبل إجراء التعريضات!)

يجب أن يتطابق الحقل الضوئي لمحدد الساحة بدقة مع الحقل الفعلي للأشعة السينية ضمن حدود مقبولة (أي ٢٪ من SID (المسافة بين المنبع والصورة) المستخدمة). وللتحقق من حقل الضوء/الأشعة السينية، يجب تشغيل لمبة محدد الساحة وإغلاق شفرات التحديد إلى مربع أبعاده ١٠ × ١٠ إنش تقريباً و الأنبوب يقع ٤٠ إنش فوق شاشة الاختبار. يجب تعليم الحواف الأربعة للحقل الضوئي بشكل واضح بعلامات معدنية.

إذا كان هناك تفاوت ملحوظ (أي ٠,٨٠ إنش إجمالي عند ٤٠ إنش SID) بين الحقل الضوئي (العلامات المعدنية) وحقل الأشعة السينية، فينبغي للمهندس إجراء التعديلات المطلوبة الموصوفة في قسم محاذاة محدد الساحة فيما بعد في هذا الفصل.

عند الانتهاء من التحقق من الحقل الضوئي لمحدد الساحة، يمكن البدء بإجراء محاذاة التجهيزات. قبل تنفيذ إجراء المحاذاة، ينبغي للمهندس ضبط كل سطح ارتكاز في دعامة الأنبوب من أجل حركات سلسة ومستوية في كل الاتجاهات. يجب فحص أي تعديلات على سطوح الارتكاز في هذا الوقت؛ لأنها سوف تؤثر على محاذاة الأنبوب. يجب أولاً محاذاة جهاز دعم الأنبوب بالنسبة إلى المستقبل الجداري (إن وجد). وبمجرد الحصول على هذه المحاذاة، يتم وضع الطاولة في المركز لتتوافق مع محاور الأنبوب/المستقبل الجداري.

إن هذه مرحلة هامة في التركيب؛ لأنه بعد الانتهاء من هذه المرحلة، يكون الجزء الكبير من التركيب المادي قد انتهى، ويستطيع المهندس التركيز على المعايرة والتعديلات. ونظراً لأنه ينشأ الكثير من الغبار والضجيج أثناء قيام من يقوم بالتركيب بحفر الثقوب وتركيب التجهيزات، فمن الأفضل استكمال التركيب المادي للتجهيزات في أقرب وقت ممكن. وسيقدِّر كادر المنشأة بالتأكيد الجهود الإضافية لاستكمال هذه المرحلة. بعد تركيب التجهيزات وتنظيف الغرفة بشكل كامل، فإنها تأخذ بالظهور وكأنها غرفة أشعة سينية منتهية.

محاذاة رافعة الأنبوب العلوية/المستقبِل الجداري Overhead Tubecrane/Wall Receptor Alignment

تتحرك رافعة الأنبوب العلوية على سكك سقفية موضوعة على طول غرفة الأشعة السينية. وينبغي أن يكون قد تم تركيب هذه السكك السقفية من قبل المقاول بحيث تكون موضوعة تماماً على التوازي مع طول الغرفة، كما هو

---

(١٥) ينصح بعض المُصنِّعين بتخفيض مستوى الـ ٢٠٠ ل ميلي أمبير (200L mA) عند القيام بتعريضات الاختبار على أنبوب أشعة سينية لم تتم معايرته. يتم تحقيق ذلك عن طريق تخفيض جهد الفتيل بالنسبة لمستوى الميلي أمبير. إن مستوى الميلي أمبير ٢٠٠ ل سينتج في الواقع أقل بكثير من ٢٠٠ ميلي أمبير.

محدد في المخطط. وبما أن رافعة الأنبوب مُركَّبة مباشرة على هذه السكك، فإنه يجب أن تكون موضوعة أيضاً على التوازي مع طول الغرفة. إذا كانت السكك منحرفة، فإن رافعة الأنبوب لن تحاذي المستقبل الجداري. إن هندسة ذلك هي أمر بالغ الأهمية؛ لأن رافعة الأنبوب لديها مجال قليل جداً للضبط من أجل المحاذاة في هذا المستوى.

هناك طريقة للتأكد من محاذاة رافعة الأنبوب وهي جعل أنبوب الأشعة السينية بزاوية بحيث تكون حزمة الأشعة السينية موجهة نحو الجدار حيث سيتم وضع المستقبل ومن ثم قفله في مكانه. بعد ذلك يتم تفعيل جميع الأقفال الأخرى عدا الأقفال الطولية. يتم تحريك الأنبوب قدر الإمكان إلى الجدار وتشغيل ضوء محدد الساحة [١٦]. يتم وضع علامة على الحائط في مركز شكل شبكة الخطوط المتقاطعة لمحدد الساحة الذي يتم إسقاطه على الجدار. يتم تشغيل رافعة الأنبوب بعد ذلك على طول السكك، بعيداً عن الجدار، بينما يراقب مهندس الخدمة الحقل الضوئي بالنسبة إلى العلامة على الحائط. ينبغي أن تبقى شبكة الخطوط المتقاطعة على العلامة وينبغي أن تتبع الحركة بدقة على طول السكك.

إذا كان الأنبوب لا يتبع الحركة في الاتجاه من اليسار إلى اليمين، عندئذ تكون الدعامات السقفية غير مُركَّبة بشكل صحيح وسوف يكون المحور الطولي للتجهيزات مختلف قليلاً عن المحور الفعلي للغرفة. وإذا كانت المحاذاة مختلفة بدرجة صغيرة، فقد يكون من الممكن التعويض عن هذا الخطأ من خلال إمالة وتسوية المستقبل الجداري. إذا كان بالإمكان تعديل الماسكة الدورانية لرافعة الأنبوب، فإنه ينبغي لمجموعة الأنبوب الدوران في اتجاه الخطأ. ومع ذلك فإن الغرفة سوف تبدو غريبة جمالياً وليست مُنجزة بشكل حرفي.

إذا كان الأنبوب لا يتبع الحركة في الاتجاه العمودي أثناء تحركه على طول السكة، فإن هذا يشير إلى أن السقف مائل. يمكن إجراء التصحيحات الطفيفة عن طريق تسوية السكك السقفية. إنه لمن المستحيل أحياناً الحصول على تتبع تام للحركة في الاتجاه العمودي على كامل طول الغرفة. في هذه الحالة ينبغي للمهندس التركيز عندئذ على محاذاة رافعة الأنبوب في المجال الذي يمكن استخدامه في العمود الجداري (٤٠- ٧٢ إنش من العمود الجداري). بعد أن يتم محاذاة رافعة الأنبوب تماماً بالنسبة إلى الجدار، يستطيع من يقوم بالتركيب تركيب المستقبل الجداري بشكل دائم (راجع "تركيب المستقبل الجداري").

المحاذاة من الأرض إلى السقف لعمود الأنبوب/للمستقبِل الجداري Floor to Ceiling Tubestand/Wall Receptor Alignment

إن محاذاة عمود الأنبوب من الأرض إلى السقف بالنسبة إلى مستقبل جداري هي أكثر تعقيداً من عملية محاذاة رافعة الأنبوب. والسبب في ذلك هو أنه يجب أن تتم محاذاة عمود الأنبوب في ثلاثة مستويات: المستوى الطولي،

(١٦) ينبغي أن يكون قد تم التحقق من ضبط سطوح الارتكاز قبل الشروع في التحقق من المحاذاة. كما ينبغي قفل الأنبوب في الماسكة (detent) من أجل الحركة الدورانية

والمستوى العمودي، والمستوى الأفقي (شكل رقم ١٥). لتحقيق هذه المحاذاة، لا بد من اتباع الإجراء المذكور أدناه في الترتيب الدقيق المُعطى.

إن الهدف الأول من ذلك هو محاذاة المسار السقفي لعمود الأنبوب بحيث يتم جره عمودياً على مستوى المستقبل الجداري. وإذا كانت الغرفة مربعة تماماً، فإنه يمكن استخدام الجدران كمرجع للقياسات. وهناك طريقة أخرى لإيجاد موضع السكك السقفية وهي استخدام كوس نجار كبير وتعليم زاوية قائمة على جدار المستقبل ومن ثم تمديد العلامات بخط طباشير على الطول الكامل للمسار.

بالنسبة لبعض أعمدة الأنابيب يمكن تركيب دليل السكك العلوية مباشرة على الجدار الخلفي مما يؤدي إلى التخلص من واحد من المتغيرات (أي المستوى الطولي). في هذه الحالة، يتم تثبيت المسار المُركَّب على الحائط في مكانه ومن ثم استخدام مقياس الشاقول (plumb bob) لتعليم موضع المسار الأرضي.

وللقيام بمحاذاة عمود الأنبوب:

١- ركب و ثبت المسار السقفي (أو الجداري) أولاً، باتباع الإجراء المذكور أعلاه.

٢- علِّم الأرض باستخدام مقياس الشاقول استناداً إلى المسار العلوي وقم بوضع مسار أرضي على الأرض، ولكن لا تقم بالتثبيت.

٣- قم بتسوية عمود حامل الأنبوب عمودياً على طول كامل المسار باستخدام ميزان تحديد مستوى (الزيبقة) بأربعة أقدام (four foot level). تحقّق من الاستواء في كل من الاتجاهات الأمام إلى الخلف ومن جانب إلى جانب.

٤- بعد أن يصبح العمود العمودي مستوي، تحقق من مستوى الذراع الأفقية التي تحمل أنبوب الأشعة السينية، وعدِّل سطوح الارتكاز بحيث يكون الذراع وأنبوب الأشعة السينية مستويين.

٥- اجعل الأنبوب بزاوية بالنسبة إلى الجدار حيث سيتم وضع العمود الجداري. قم بتشغيل لمبة محدد الساحة ووضع علامة على الحائط في مركز شبكة الخطوط المتقاطعة التي يتم إسقاطها. (الصق قطعة من الورق على الجدار لحمايته).

٦- حرِّك عمود الأنبوب على الطول الكلي للمسار. لاحظ إذا كان الحقل الضوئي ينحرف (أو "يبتعد") عن العلامة. إذا بقيت شبكة الخطوط المتقاطعة التي يتم إسقاطها على العلامة، فإن المحاذاة مكتملة عندئذ، ويمكن تثبيت المسار الأرضي بشكل دائم على الأرض.

٧- إذا انحرف الحقل الضوئي عن العلامة، أعد التحقق من محاذاة المسار العلوي والسفلي. إذا كان صحيحاً، فإن التعديل الأخير الذي يجب القيام به عندئذ هو للماسكة الدورانية لعمود الأنبوب.

obeikandl.com

يتم القيام بالتعديل الدوراني للأنبوب دائما في اتجاه الخطأ. قم بإجراء تعديلات صغيرة على الماسكة وتحقق بواسطة الحقل الضوئي لمعرفة ما إذا كانت المحاذاة تتحسن. يجب وضع علامة جديدة على الحائط في كل مرة يتم فيها تغيير الماسكة. عندما يرتسم الحقل الضوئي تماماً على العلامة الجدارية، تكون عملية محاذاة عمود الأنبوب كاملة.

تركيب المُستقبِل الجداري Mounting the Wall Receptor

إذا كان يتم تركيب مستقبل جداري في غرفة التصوير الشعاعي العامة، فإنه ينبغي تركيبه بشكل دائم في هذا الوقت. إن الإعداد المفضل هو أن يكون المستقبل الجداري مُركّباً عند نهاية الرأس أو نهاية القدم للطاولة، ومتوافقاً مع المحور المركزي للطاولة. من خلال هذا الإعداد، وحالما يتم قفل الأنبوب في مركز الطاولة، سيتم توسيط الأنبوب آلياً بالنسبة إلى المستقبل الجداري ببساطة من خلال إعطاء أنبوب الأشعة السينية زاوية باتجاه المستقبل.

بما أن الأنبوب كان محاذياً للجدار في وقت سابق من التركيب، فإن تركيب المستقبل الجداري عملية بسيطة (ملاحظة: إذا كان لدعامة الأنبوب إمكانيات حركة تتقاطع مع الطاولة أو حركة جانبية، ضع الذراع في مركز المستوى):

١- اجعل الأنبوب بزاوية باتجاه الجدار حيث سيتم وضع المستقبل.
٢- شغِّل ضوء محدد الساحة.
٣- ضع الخط المركزي للمستقبل الجداري في مركز الحقل الضوئي.
٤- تحقق من تتبع الحركة اعتباراً من وحدة الجدار إلى ٧٢ إنش SID. قُمْ بالتسوية، إذا لزم الأمر، والتركيب على الأرض و/أو الجدار.

تعديلات المُستقبِل الجداري Wall Receptor Adjustments

ينبغي اختبار الحركة العمودية السلسة للمستقبل الجداري. إذا كان يتم تركيب عمود جداري، فإنه ينبغي للمهندس إعطاء اهتمام خاص لمجموعة الموازنة. يجب تركيب العدد الصحيح من أوزان الموازنة الرصاصية من أجل حركة عمودية آمنة وسلسة. عند إضافة أوزان للموازنة، ينبغي لمن يقوم بالتركيب التأكد من أن صينية الكاسيت، معبأة بكاسيت أفلام قياس ١٤ × ١٧ إنش، موجودة في البوكي. يتم استخدام كاسيت أفلام قياس ١٤ × ١٧ إنش؛ لأنه النوع الأكثر شيوعاً لإجراء الدراسات.

ينبغي فحص مجموعة القفل العمودي (قفل بالاحتكاك أو كهرومغناطيسي) في هذا الوقت وتعديلها إذا لزم الأمر. إذا تم استخدام بوكي جداري، فإنه يجب اختبار الشبكة المهتزة بعد الإجراء المتعلق ببوكي الطاولة المذكور في وقت لاحق في هذا الفصل.

obeikandl.com

محاذاة وتركيب الطاولة Aligning and Mounting the Table

بعد تركيب دعامة الأنبوب بشكل دائم، يمكن وضع الطاولة ومن ثم تثبيتها إلى الأرض. ينبغي إزالة سطح الطاولة من أجل هذا الإجراء؛ لأن الهدف من محاذاة الطاولة هو مطابقة حقل الأشعة السينية مع مستقبل الطاولة (أي الفيلم). على الرغم من تقديم بعض مُصنِّعي الطاولات ماسكة توسيط من أجل وضع سطح الطاولة في المركز، فإنه لا ينبغي استخدام هذه الماسكة حتى يتم التحقق من دقتها. ومن خلال إزالة سطح الطاولة، يمكن للحقل الضوئي أن يتألق مباشرة على المستقبل من أجل محاذاة دقيقة.

إذا كان يتم استخدام عمود أنبوب مع إمكانيات تقاطع مع الطاولة، ينبغي لمهندس الخدمة التأكد من أن الذراع الجانبي لعمود الأنبوب في مركز حركته. ومن خلال الذراع في الماسكة المركزية، ينبغي تركيز أنبوب الأشعة السينية مع المستقبل الجداري (انظر أعلاه). مرة أخرى، ينبغي محاذاة مركز مستقبل الطاولة تماماً مع الخط المركزي للمستقبل الجداري.

مع إزالة سطح الطاولة والمستقبل تقريباً في مركز حركته، باشر على النحو التالي (ملاحظة: يتم تحريك الطاولة لتتطابق مع الأنبوب، الذي هو بالفعل في محاذاة المستقبل الجداري ومُركّب بشكل دائم!):

١- ضع الأنبوب على مسافة ٤٠ إنش من سطح الطاولة وقم بتركيزه بالنسبة للمستقبل. تأكد من أن محدد الساحة مقفل في ماسكته الدورانية. زوِّد جميع الأقفال على دعامة الأنبوب بالطاقة باستثناء القفل الطولي. "شغِّل" لمبة محدد الساحة.

٢- افحص المستقبل في هذا الوقت لترى أنه لم يتم تدويره بالنسبة إلى الحقل الضوئي. إذا كان تم تدويره، فإنه ينبغي لمن يقوم بالتركيب ضبط سطوح الارتكاز على مجموعة المستقبل.

٣- حرِّك الأنبوب والمستقبل معاً باتجاه نهاية الأقدام للطاولة. "اضرب" الطاولة بشكل خفيف عند نهاية الأقدام حتى يتطابق الحقل الضوئي والمستقبل. بعد ذلك حرِّك الأنبوب والمستقبل باتجاه نهاية الرأس للطاولة. إذا كان الحقل الضوئي لا يتبع حركة المستقبل "ادفع" الطاولة بلطف للحصول على المحاذاة.

٤- استمر بتكرار الخطوة رقم ٢ حتى يتم الحصول على تتبع تام للحركة.

٥- قم بتعليم موقع الطاولة وثبتها بشكل دائم.

ضبط الطاولة Table Adjustment

ينبغي لمهندس الخدمة تنفيذ تعديلات الطاولة بعد إزالة سطح الطاولة. في الواقع، يمكن تنفيذ معظم تعديلات الطاولة بشكل أكثر دقة وبقدر أكبر من السهولة إذا كان السطح غير موجود. تشمل البنود التي يجب ضبطها مجموعة المستقبل، والأقفال الكهروميكانيكية، ومفاتيح تحديد حركة الطاولة، ومجموعات محركات القيادة.

إذا كان يتم تركيب بوكي مهتز، فلا بد من إزالة سطح الطاولة (أو على الأقل تحريكه إلى إحدى نهايات الطاولة) بحيث يمكن رؤية كامل مجموعة البوكي. ومن خلال البوكي مكشوفاً بشكل كامل، يستطيع مهندس الخدمة بسهولة فحص المحرك وكافة توصيلات مجموعة البوكي. بالإضافة إلى ذلك، يستطيع المهندس تزويد دارة محرك القيادة بالطاقة وأن يراقب مباشرة الحركة الفعلية للشبكة المهتزة. إذا تم إيجاد أية مشاكل، فسوف يكون أسهل بكثير إصلاحها في هذا الوقت.

ينبغي فحص تشغيل الشبكة المهتزة بصرياً وسمعياً. ينبغي لحركة الشبكة أن تكون هادئة نسبياً وسلسة. إذا تم سماع أية اهتزازات، ينبغي للمهندس التأكد من أن جميع الأجهزة في مجموعة الشبكة مثبَّتة بشكل صحيح. ينبغي أن تتحرك الشبكة مسافات متساوية أيضاً على جانبي الخط المركزي للبوكي. للتحقق من هذا، ينبغي للمهندس وضع أنبوب الأشعة السينية بشكل مباشر على الخط المركزي للبوكي كما هو مبين بالحقل الضوئي لمحدد الساحة. عادة ما تكون هناك علامة على إطار البوكي للإشارة إلى موضع "مركز البوكي".

ينبغي تزويد دارة البوكي بالطاقة مرة أخرى في الوقت الذي تكون فيه لمبة حقل محدد الساحة في حالة تشغيل. وينبغي لمركز الشبكة الحركة مسافة متساوية على جانبي مركز الحقل الضوئي. إذا لم يكن ذلك، ينبغي ضبط المفاتيح المسؤولة عن اتجاه حركة البوكي حتى يتم الحصول على حركة متساوية في كلا الاتجاهين.

وأخيراً، ينبغي للمهندس فحص وتثبيت جميع الأجهزة داخل مجموعة البوكي. ينبغي له فحص صينية الكاسيت فيما يتعلق بالحركة السلسة بالدخول والخروج من البوكي. إذا تم استخدام تحديد الساحة الآلي، فإنه ينبغي التحقق من محاذاة قابس (plug) صينية الكاسيت. وينبغي أن يتقابل القابس على الصينية بسهولة مع المقبس الواقع في الجزء الخلفي من إطار البوكي. وينبغي أيضاً فحص وتثبيت الرِّجل (pin) التي تقوم بتفعيل ذراع التحسس للحجم في صينية الكاسيت.

ينبغي فحص الأقفال الكهرومغناطيسية لسطح الطاولة (والأسلاك) بصرياً قبل إعادة وضع السطح. إن للأقفال حركة بعض الشيء للأعلى والأسفل (عمل النابض) ولكن لا ينبغي أن تدور أكثر من بضع درجات. وبمجرد أن ينهي المهندس الفحص البصري، ينبغي إعادة وضع سطح الطاولة وفحص تعديلات القفل.

ينبغي أن يتحرك سطح الطاولة بسهولة في جميع الاتجاهات عندما يكون القفل محرراً. إن صوت الصرير أو الكشط يمكن أن يشير إلى جر القفل أو انحرافه. إذا كان جر القفل يحدث في الواقع، فينبغي زيادة المسافة بين القفل وسطح الاتصال (أي الشريط المعدني على الجانب السفلي لسطح الطاولة). ينبغي للمهندس أيضاً التأكد من تفعيل جميع الأقفال الكهرومغناطيسية وينبغي له ضبط أي منها لا يكون كذلك. يتم هذا عادة من خلال خفض المسافة

بين القفل والشريط المعدني على سطح الطاولة. ويمكن بسهولة كشف القفل الذي لم يتم ضبطه بشكل صحيح عن طريق صوت الطنين الذي يسببه. إن أية أقفال لا تعمل ولا يمكن ضبطها ينبغي استبدالها في هذا الوقت.

ينبغي التحقق من سطوح ارتكاز سطح الطاولة وتعديلها للحصول على الحركة الأكثر سلاسة. إذا كانت تتم قيادة سطح الطاولة بواسطة محرك، فإنه ينبغي أيضاً فحصه وضبطه في هذا الوقت.

إذا لزم الأمر، ينبغي فحص وضبط جميع الأجزاء الميكانيكية لنظام التحريك العمودي للطاولة (أي التروس، والسلاسل، والأحزمة). ينبغي أيضاً التحقق من جميع تعديلات سطوح الارتكاز في هذا الوقت. وينبغي أن تتحرك الطاولة إلى الأعلى و الأسفل بسلاسة دون أي إجهاد واضح على المحرك. ينبغي أيضاً في هذا الوقت فحص وضبط نظام التحريك لإمالة الطاولات، بما في ذلك التروس، والأحزمة، والسلاسل، للعمل على نحو سلس.

ينبغي تفعيل مفاتيح الحد من حركة الإمالة للأعلى والأسفل عند المسافات الصحيحة كما هو محدد من قبل الشركة الصانعة. توفر بعض الطاولات موضع تعريض في منتصف المسافة بين الوضعية الأعلى تماماً والأدنى تماماً. وينبغي تعديل موضع التعريض هذا بالتزامن مع تحديد الساحة الآلي. وينبغي التحقق من أقفال السلامة التشابكية لتحريك الطاولة من أجل التشغيل الصحيح.

ماسكات توسيط الأنبوب Tube Centering Detents

يطلب معظم أخصائيي الأشعة وفنيي الأشعة السينية تركيب ماسكات تركيز بحيث لن يضطروا بصرياً إلى محاذاة أنبوب الأشعة السينية بالنسبة إلى المستقبل لكل مريض. إن الماسكة هي جهاز ميكانيكي مُستخدَم لوقف حركة مجموعة الأنبوب. يتم استخدام نوابض مُحمَّلة، و مفاتيح توسيط، وماسكات من أجل تركيز الأنبوب آلياً فوق المستقبل. إن إجراء تركيب المفتاح والماسكة لتوسيط الطاولة أكثر سهولة إذا كان سطح الطاولة غير موجود.

بما أن سطح الطاولة غير موجود، يستطيع من يقوم بالتركيب التحقق من أن أنبوب الأشعة السينية مُركَّز بشكل صحيح فوق المستقبل. ويمكن للمهندس بعد ذلك تعليم و تركيب المفتاح والماسكة بدقة بحيث يمكن الحصول على محاذاة تامة للأنبوب/المستقبل.

إذا كانت الطاولة في محاذاة مركز المستقبل الجداري كما هو موضح سابقاً، فإن هناك حاجة إلى مفتاح توسيط واحد فقط. وإذا لم تكن هذه المحاذاة محققة، فإنه يتم استخدام نفس التقنية لتركيب أجهزة التوسيط للمستقبل الجداري.

المعايرة والضبط

Calibration and Adjustment

إن تركيب غرفة تصوير شعاعي ليست مهمة بسيطة. تتطلب التركيبات جهداً بدنياً، وغالباً ما تتضمن العمل لساعات طويلة وفي عطلة نهاية الأسبوع. بالإضافة إلى تحريك ورفع التجهيزات الثقيلة المطلوبة، يجب على من يقوم بالتركيب سحب، وقطع ، وثني، و "تسليخ"، وإنهاء، وتعليم عدد لا يحصى من الأسلاك (أحياناً بالمئات). إن هذا عمل شاق يستغرق وقتاً طويلاً جداً. ومما يزيد الأمر سوءاً هو أن مهندس الخدمة سينفذ في كثير من الأحيان هذه الواجبات مستلقياً على الأرض أو واقفاً على سلم في السقف. ويجب على المهندس، معظم الوقت، العمل في مناطق صغيرة وغير مضاءة (على سبيل المثال وراء خزائن التجهيزات). يمكن لهذا النوع من العمل أن يكون له آثار سيئة على مهندس الخدمة، وتغيير الوتيرة هو موضع ترحيب.

إن المرحلة التالية من عملية التركيب هي مرحلة المعايرة والضبط. والهدف الآن هو الحصول على جميع الأجهزة في غرفة التصوير الشعاعي "مُجهَّزة" ومُعايرة وفقاً لمعايير الشركة الصانعة. خلال هذه المرحلة، يتم ضبط المتحكم بالجزء الدوار، ومعايرة أنبوب الأشعة السينية، وضبط محدد الساحة، ومعايرة الـ AEC (التحكم الآلي بالتعريض).

إذا كان هناك قطعة من التجهيزات سوف تفشل، وهذا غالباً ما يكون الحال، فإن الفشل سوف يحدث أثناء مرحلة المعايرة و الضبط. عند معايرة أنبوب الأشعة السينية، على سبيل المثال، يجب في كثير من الأحيان إجراء العديد من حالات التعريض بالقرب من معدلات الطاقة العظمى للأنبوب والمولد، وعند تقنيات لن يتم استخدامها عادة في معظم فحوصات الأشعة السينية. وعلاوة على ذلك، يتم مناورة التجهيزات الأخرى في الغرفة مراراً أثناء مرحلة الضبط، محاكية بذلك سيناريو "إغلاق باب السيارة بعنف" الذي تتم رؤيته في منشآت اختبار السيارات. عند اكتمال هذه المرحلة، تكون الغرفة بالتأكيد جاهزة للاستخدام.

إن الأولوية الأولى لهذه المرحلة هو الحصول على معايرة أنبوب الأشعة السينية، لأنه سيتم إجراء العديد من حالات التعريض عند ضبط محدد الساحة ودارات الـ AEC. إن معايرة أنبوب الأشعة السينية الآن ستضمن تشغيل الأنبوب بأمان أثناء تلك التعديلات. ولكن قبل البدء في المعايرة، يجب اتخاذ خطوتين هامتين. الأولى، يجب إعداد المتحكم بالجزء الدوار بشكل صحيح، والثانية، يجب تهيئة أنبوب الأشعة السينية (أو تجهيزه season). إذا لم يتم القيام بهاتين الخطوتين، فلن يتم التوصل إلى معايرة مستقرة، بل والأسوأ من ذلك، يمكن إلحاق الضرر بالأنبوب.

التحقق من أداة الإقلاع (المُقلِّع) Starter Verification

كما جاء في الفصل الثالث، فإن المصعد الدوَّار هو أساساً محرك تحريض منفصل الطور (split phase induction motor)، ويتألف من جزء ثابت هو مجموعة من المغانط الكهربائية الثابتة، وجزء دوار يدور

داخل الجزء الثابت. إن المتحكم بالجزء الدوار، أو المُقلِّع، هو جهاز يتحكم بدوران المصعد في أنبوب ذي مصعد دوار. إن التغذية هي بشكل أساسي متناوبة أحادية الطور تعطي التيار إلى الملفات الثلاثة للجزء الثابت: الرئيسي للجزء الثابت، وإزاحة طور للجزء الثابت (الإقلاع)، والمشترك للجزء الثابت.

كما هو الحال مع جميع محركات التحريض أحادية الطور، يجب أن يكون هناك فرق في الطور بين الملف الرئيسي وملف الإقلاع من أجل البدء في الدوران. لتحقيق علاقة الطور هذه، يتم وضع مكثف على التسلسل مع ملف الإقلاع في المتحكم بالجزء الدوار. إن درجة فرق الطور بين الملف الرئيسي و ملف إزاحة الطور ترتبط ارتباطاً مباشراً بحجم المكثف المُستخدَم.

يعمل مُقلِّع السرعة المنخفضة من خلال تطبيق جهد إقلاع (حوالي ١٠٠- ٢٤٠ فولت متناوب) على كل من الملف الرئيسي وملف إزاحة الطور للجزء الثابت. إن التيار في ملف إزاحة الطور، الذي يحتوي على مكثف على التسلسل، يقود تيار الملف الرئيسي (انظر الشكل رقم ١١). إن التيار المتحرك خلال هذه الملفات، بواسطة التحريض، يجبر المصعد على الدوران والتسارع ليصل إلى السرعة الصحيحة (حوالي ٣٣٠٠ دورة في الدقيقة). بعد تأخير زمني محدد مسبقاً، سوف يدور المصعد بالسرعة المناسبة ويتم تحويل تغذية المُقلِّع بعد ذلك إلى جهد التشغيل من خلال مجموعة من تلامسات الريليهات (الحاكمات)، . يتم استخدام جهد التشغيل هذا، ٤٠- ٨٠ فولت تقريباً، للحفاظ على دوران المصعد حتى انتهاء التعريض. في نهاية التعريض، يتخامد الأنبوب ببطء حتى يتوقف [١٧].

يتكون التحقق من المُقلِّع أولاً من قياس جهود الإقلاع والتشغيل (يفضل مع راسم إشارة (ذبذبات) من أجل مراقبة إزاحة الطور)، ومقارنة الجهود مع توصيات الشركة الصانعة. بمجرد الانتهاء من ذلك، يجب التحقق من اتجاه دوران المصعد (باتجاه عقارب الساعة (CW) أو عكس اتجاه عقارب الساعة (CCW) كما يظهر من المهبط). وأخيراً، يتم قياس سرعة الدوران الفعلية بواسطة مقياس سرعة دوران سهمي مهتز.

يقيس مقياس سرعة الدوران السهمي المهتز سرعة دوران المصعد بدقة وينبغي استخدامه أثناء عملية التركيب. كما يوحي الاسم، فإنه يقيس السرعة من خلال تحسس تردد الاهتزازات في الغلاف الخارجي لأنبوب الأشعة السينية وبعد ذلك إظهار القيمة على شكل دورة في الدقيقة (rpm). يتم وضع مقياس سرعة الدوران السهمي مباشرة على الغلاف الخارجي للأنبوب خلال دورات الرفع (boost) والتشغيل ويتم قراءة السرعة الفعلية للمصعد من قبل المهندس. إن هذا القياس مهم جداً لأنه إذا كان الأنبوب لا يدور بالسرعة الصحيحة، فإن معدل حرارة الأنبوب سينخفض ويمكن أن يحَدُث ضرر للهدف.

---

(١٧) يتم استخدام فرامل التيار المستمر في مُقلِّعات السرعة العالية فقط. إن هدفها هو تخفيض سرعة المصعد بسرعة بحيث لا يتم تدويره من خلال ترددات الرنين لأنبوب الأشعة السينية. إذا دار المصعد عند الرنين فسوف يتضرر الغلاف الزجاجي. لا يتم التوصل إلى الرنين مطلقاً عند العمل بسرعات منخفضة.

يمكن ضبط سرعة الدوران من قبل مهندس الخدمة. ويتم إنجاز الضبط بزيادة أو نقصان "زمن الرفع" (أي، الزمن الذي يتم فيه تطبيق جهد الإقلاع على ملفات الجزء الثابت). وهناك طريقة أخرى لضبط سرعة المصعد وهي عن طريق زيادة أو خفض جهد الإقلاع.

تهيئة أنبوب الأشعة السينية Conditioning an X-ray Tube

يجب تهيئة (أو تجهيز) جميع أنابيب الأشعة السينية والأنابيب التي لم يتم تزويدها بالطاقة لفترة طويلة من الزمن قبل إمكانية معايرتها ومن ثم استخدامها على مرضى فعليين. إن الأنبوب الذي تم تخزينه (أي لم يتم تزويده بالطاقة) لمدة شهر سوف ينتج عدم توازن في الشحنات الداخلية على طول السطح الداخلي للغلاف الزجاجي. إن عدم التوازن هذا في الشحنات سوف ينتج عنه عدم انتظام في التعريضات، مما يجعل من المستحيل الحصول على معايرة مستقرة.

إن الغرض من "تهيئة" الأنبوب هو إعادة تنظيم توزيع الشحنات الكهربائية داخل الغلاف الزجاجي بحيث تكون متطابقة بشكل صحيح مع نظام الأشعة السينية. عندما يتم تحقيق التوزيع الصحيح، ينبغي أن يكون خرج أنبوب الأشعة السينية مستقراً ويستطيع مهندس الخدمة بعد ذلك المباشرة بمعايرة الأشعة السينية. ينبغي لمهندس الخدمة أن لا يبدأ أبداً في معايرة الأشعة السينية لأنبوب جديد حتى يتم تهيئة هذا الأنبوب!

يبدأ العديد من مهندسي الخدمة معايرة الأشعة السينية فوراً، في محاولة لتهيئة الأنبوب أثناء المعايرة. تسبب هذه الممارسة عموماً المزيد من العمل للمهندس وينبغي تجنبها. على أي حال، إذا حاول مهندس الخدمة معايرة أنبوب لم يتم تهيئته بشكل صحيح وحدثت أقواس في الأنبوب، فلا بد من وقف عملية المعايرة من أجل تنفيذ عملية تهيئة الأنبوب. وعند تهيئة الأنبوب تماماً، يجب على المهندس أن يبدأ المعايرة من جديد.

علاوة على ذلك، يجب أن يكون أنبوب الأشعة السينية بالقرب من درجة حرارة الغرفة قبل البدء في عملية تهيئة الأنبوب. إذا كان قد تم نقل أنبوب استبدال في الهواء الطلق في فصل الشتاء، على سبيل المثال، وكان عند درجة حرارة قريبة من التجميد، فإنه لا يمكن إجراء تعريضات حتى تستقر درجة حرارة أنبوب الأشعة السينية بالقرب من درجة حرارة الغرفة.

إذا كان المهندس تحت قيود الوقت للحصول على الغرفة في حالة جاهزية، يمكن "إحماء" الأنبوب بسرعة أكبر من خلال توصيل كابلات الجهد العالي وكبل الجزء الدوار، ومن ثم تغذية وحدة الأشعة السينية بالطاقة. عندما يكون مولد الطاقة في حالة تشغيل، ستكون هذه التجهيزات في "نمط الاستعداد" الذي يجري فيه تيار صغير خلال الفتيل المختار لأنبوب الأشعة السينية ويضيء بشكل خافت. إن الحرارة المنبعثة من الفتيل ستساعد على

إحماء الأنبوب. أثناء نمط الاستعداد، ينبغي للمهندس الاختيار بالتناوب بين المحرق الكبير والصغير في وحدة التحكم بالأشعة السينية بحيث يتم تسخين الفتيلين معاً.

إذا كان الوقت مضغوطاً حقاً، يستطيع المهندس اختيار تقنية منخفضة على منصة التحكم، اضغط وابقَ ضاغطاً على زر التحضير لعدة ثوان، ومن ثم حرر مفتاح التحضير لمدة ٣٠ ثانية **(لا تقم بأي تعريض!)**. من خلال تنفيذ هذا الإجراء، يتم رفع الفتائل إلى درجة حرارة عالية تضيف حرارة إلى الأنبوب. بالإضافة إلى ذلك، فإن عملية رفع الأنبوب تزود أيضاً المصعد الدوار بالطاقة والذي بدوره يساعد على إدخال الحرارة إلى غلاف الأنبوب. ينبغي تكرار دورة "التحضير و التحرير" لعدة دقائق بينما يختار المهندس بالتناوب المحرق الكبير والصغير.

ينبغي للمهندس فحص درجة الحرارة بشكل دوري عن طريق وضع يده مباشرة على جزء من الغلاف الخارجي للأنبوب. عندما تقترب درجة حرارة الغلاف من درجة حرارة الغرفة، يمكن إجراء التعريضات عند تقنيات منخفضة جداً ومتباعدة لمدة دقيقة كلاً على حدة. وبعد اتخاذ هذه الخطوات، يجب أن يكون الأنبوب الآن جاهزاً لعملية التهيئة.

تتضمن العملية الفعلية لتهيئة الأنبوب إجراء تعريضات متتالية بدءاً من كيلو فولت (kVp) منخفض (ميلي أمبير (mA) منخفض)، ورفع الكيلو فولت ببطء إلى القيمة العظمى. من المستحسن دائماً اتباع توجيهات صانع أنبوب الأشعة السينية لتهيئة أنبوب الأشعة السينية ؛ ولكن الإجراء العام لتهيئة الأنبوب والذي من شأنه أن يعمل بأمان لأنابيب التصوير الشعاعي مُعطى أدناه (ملاحظة : ينبغي مراقبة تيار الأنبوب خلال هذا الإجراء لضمان أنه ضمن حدود التشغيل الآمنة- راجع المعايرة).

١- اختر أخفض قيمة ممكنة للـ mA للمحرق الكبير.
٢- اختر ٦٠ كيلو فولت وزمن تعريض قيمته ربع ثانية (٢٥٠ ميلي ثانية).
٣- خذ ٣ تعريضات- ٣٠ ثانية بين التعريضات (راقب شكل موجة الـ mA).
٤- كرر هذه العملية بزيادة مقدارها ١٠ كيلو فولت حتى الوصول إلى الكيلو فولت الأعظمي.

إذا حدثت أقواس (arcing) في أي نقطة من هذا الإجراء، عُد إلى إعداد الكيلو فولت السابق وكرِّر متتالية التعريض. عند انتهاء تهيئة الأنبوب، يمكن إجراء معايرة أنبوب الأشعة السينية. إذا كان لا يمكن معايرة أنبوب الأشعة السينية مباشرة بعد عملية تهيئة الأنبوب وذلك لأي سبب من الأسباب (على سبيل المثال، إذا كان موظفو المستشفى في الغرفة، وقت الغداء، وما إلى ذلك)، فإنه يوصى بإحماء الأنبوب قبل البدء في المعايرة.

عملية إحماء الأنبوب Tube Warm-up Procedure

إذا كان أنبوب الأشعة السينية خاملاً لمدة ٤ ساعات أو أكثر، فإنه ينبغي "إحماؤه" قبل أن تتم معايرته (أو استخدامه على المرضى). يتم خلال عملية إحماء الأنبوب إجراء تعريضات باستخدام تقنية منخفضة من شأنها تطبيق الحرارة ببطء (أي إحماء) على كامل سطح الهدف. بعد أن يتم إحماء الهدف بشكل كاف، يمكن تشغيله

بأمان باستخدام تقنيات أعلى. يمكن الحصول أيضاً على معايرة أكثر استقراراً من خلال إحماء الأنبوب قبل المعايرة. وكقاعدة عامة، إن عملية إحماء يومية للأنبوب تساعد على إطالة عمر المصعد!

إذا تم "ضرب" هدف بارد بتعريض ذي تقنية عالية، فإن تيار الأنبوب العالي الناتج سوف يؤدي إلى تسخين منطقة التأثير على الهدف بسرعة إلى درجة حرارة عالية جداً. ونتيجة لذلك، يوجد الآن تباين كبير في درجة الحرارة بين منطقة التأثير وبقية سطح الهدف التي تكون باردة. تسبب الاختلافات الشديدة في درجة الحرارة عبر سطح الهدف حالة تُعرَف باسم "الإجهاد الحراري".

يؤدي الإجهاد الحراري إلى تشققات أو تشكيل حفر على سطح الهدف، ويمكن أن يتسبب في تشويه المصعد. إن أي من هذه الحالات تجعل الأنبوب عديم النفع فعلياً. إذا تم استخدام الأنبوب في هذه الحالة، فسوف يؤدي إلى تعريضات غير منتظمة ويمكن أن يحدث المزيد من الضرر لمولد الأشعة السينية. وبناء على ذلك، فإنه يجب استبدال الأنبوب ذي الهدف المتضرر.

إن عملية الإحماء هي مجرد نسخة مختصرة من عملية تهيئة الأنبوب وهي مذكورة أدناه:

١- اختر أصغر قيمة للـ mA للمحرق الكبير و زمن تعريض قيمته ١/١٠.

٢- خذ تعريض واحد كل ٣٠ ثانية عند: ٨٠ kVp، و ٩٠ kVp، و ١٠٠ kVp، و ١٢٠ kVp، أي ما مجموعه أربع حالات تعريض.

إن هذا الإجراء كاف لإحماء معظم أنابيب التشخيص بالأشعة السينية. وعند استخدامه يومياً من قبل فنيي الأشعة السينية، فإن هذا سوف يزيد عمر أنبوب الأشعة السينية بكل تأكيد.

تقنيات قياس المعايرة Calibration Measurement Techniques

بمجرد الانتهاء من تهيئة أنبوب الأشعة السينية، يستطيع مهندس الخدمة البدء في معايرة أنبوب الأشعة السينية. هناك حاجة إلى معايرة دقيقة لضمان التشغيل الآمن لأنبوب الأشعة السينية، وكذلك لتحقيق معايير الـ BRH (مكتب الصحة الإشعاعية) التي يحددها القانون. وعلاوة على ذلك، يعطي نظام الأشعة السينية المُعاير بشكل صحيح تعريضات ثابتة مطلوبة لإنتاج صور تشخيص ذات نوعية جيدة.

من أجل معايرة نظام أشعة سينية، يجب على مهندس الخدمة الحصول على قياسات دقيقة للجهد الفعلي لأنبوب الأشعة السينية (kVp)، وتيار الأنبوب (mA)، ومدة التعريض من أجل تعريض مُعطى. أثناء أخذ هذه القياسات، يتم إجراء التعديلات بحيث يتم تطابق القيم الاسمية التي يتم وضعها على لوحة التحكم بالأشعة السينية مع القيم الفعلية المقروءة على أجهزة الاختبار. ويمكن الحصول على قياسات الـ kVp، والـ mA، والزمن بطريقتين مختلفين اختلافاً واضحاً: **تداخلية أو غير تداخلية.**

القياسات التداخلية مقابل غير التداخلية Invasive vs. Noninvasive Measurements

يتم الحصول على القياسات التداخلية من خلال إدخال أجهزة الاختبار "في دارة" لقياس التيار الفعلي للأنبوب (mA) الذي يمر عبره، والذروة الفعلية للكيلو فولت (kVp) التي يتم تطبيقها على أنبوب الأشعة السينية. يتم في القياسات التداخلية توصيل أجهزة الاختبار بأسلاك على التسلسل مع أنبوب الأشعة السينية. وبالتالي، فإن القيم التي يتم الحصول عليها عن طريق القياسات التداخلية هي الأكثر دقة لأنها تمثل الجهد و التيار الدقيقين اللذين "يحصل عليهما" الأنبوب فعلياً. إن المعايرة التي تتم من خلال القياسات التداخلية سوف تكون الأكثر دقة.

إن القياسات غير التداخلية ، من ناحية أخرى، تتم من خلال وضع كاشف في حقل الإشعاع. يتحسس الكاشف ويرشّح خرج الإشعاع من أنبوب الأشعة السينية ومن ثم يحسب جهد أنبوب الأشعة السينية، وخرج الـ mA، والزمن من شكل موجة الإشعاع الناتجة. إن ما يجري قياسه هو خرج أنبوب الأشعة السينية وليس الجهد الفعلي المطبق على الأنبوب. ونظراً لأنه يجري قياس بارامترين مختلفين تماماً، فإن القياسات التداخلية لا تتطابق عادة تماماً مع القياسات المأخوذة بطريقة غير تداخلية.

إن أحد أسباب الاختلاف بين طريقتي قياس الكيلو فولت له علاقة بحقيقة أن القياسات غير التداخلية تتأثر بشكل كبير بعوامل خارجية عديدة. إن تلك العوامل التي تؤثر على معظم القياسات غير التداخلية هي **موقع الكاشف وجودة حزمة الأشعة السينية**. إن تحريك الكاشف إلى مواقع مختلفة قليلاً في حقل الإشعاع سوف يؤثر بشكل كبير على قيم القياس النهائية. بالإضافة إلى ذلك، إذا لم يتم وضع الكاشف بدقة في الموقع نفسه في كل مرة يتم فيها التحقق من قياس المعايرة، فإن مهندس الخدمة لا يمكنه الاعتماد على النتائج التي يحصل عليها. في أحسن الأحوال، إذا تم الحفاظ على المواقع ثابتة، فإنه يمكن استخدام القياسات غير التداخلية كمرجع لمتابعة استقرار المعايرة على مدى فترة من الزمن.

يمكن أن تؤثر جودة حزمة الأشعة السينية أيضاً على القراءات التي يتم الحصول عليها بواسطة المقياس غير التداخلي. على وجه التحديد، يمكن أن تؤثر جودة حزمة أنبوب الأشعة السينية (انظر الفصل الثامن) على أداء المقياس ذاته. على سبيل المثال، إن دقة المقياس غير التداخلي مشكوك فيها عند اختبار أنبوب أشعة سينية قديم لديه كمية ترشيح كبيرة. ولجعل الأمور أسوأ من ذلك، يتم عادة تحديد سماحية دقة الـ kVp لمعظم المقاييس غير التداخلية بنسبة ٥٪. هذا يعني أنه في إعداد قيمته ٨٠ kVp على وحدة التحكم بالأشعة السينية، فإنه يمكن للمقياس القراءة في أي مكان من ٧٦ kVp إلى ٨٤ kVp.

وللأسباب المذكورة أعلاه، يجب على مهندس الخدمة القيام دائماً بقياسات تداخلية خلال المعايرة، وخصوصاً للمعايرة الأولية في وقت التركيب. كما لا ينبغي للمهندس استخدام مقياس kVp غير تداخلي أبداً

لتشخيص مشاكل الأشعة السينية. إن أشكال الموجة التي ينتجها المقياس غير التداخلي لا تمثل سوى مستوى خرج الإشعاع وليس ما يحدث فعلاً في الدارة الثانوية للجهد العالي.

تتعلق المشكلة التي يواجهها مهندسو الخدمة اليوم بحقيقة أن فيزيائيي الإشعاع الذين يفحصون التجهيزات يستخدمون فقط أجهزة غير تداخلية لقياسات خرج الـ kVp. وإذا نفَّذ المهندس معايرة بأجهزة اختبار تداخلية، فقد يحصل على نتائج تختلف قليلاً عن نتائج الفيزيائي. وبناء على ذلك، سوف يميل مهندسو الخدمة إلى تنفيذ المعايرة بأجهزة غير تداخلية بحيث تكون نتائجهم متفقة بشكل وثيق مع الفيزيائيين. ولا بد من ذكر أن هذا ليس ممارسة جيدة.

وكما ذُكر، سيتم تحقيق المعايرة الأكثر دقة بواسطة أجهزة الاختبار التداخلية. بالإضافة إلى ذلك، يمكن عن طريق عرض أشكال الأمواج الفعلية للـ kVp و الـ mA على راسم إشارة خلال المعايرة تحديد وملاحظة أي شذوذ في أشكال الأمواج. إن هذا أمر مهم؛ لأن أية مشاكل يتم تحديدها الآن يمكن إصلاحها؛ لأن التجهيزات جديدة وما تزال تحت الضمان.

إنه من الأهمية بمكان بالنسبة للمهندس أن يعرف أن التجهيزات تعمل عند مستواها الأمثل، وأن جميع أشكال أمواج الأشعة السينية صحيحة في وقت التركيب. من خلال معرفة هذا فسوف يكون لديه مرجع موثوق يتم استخدامه في وقت لاحق عند تحديد أعطال مشاكل الأشعة السينية. ومن الناحية المثالية، ينبغي توثيق أشكال أمواج الـ kVp والـ mA وتخزينها في ملف التجهيزات بالنسبة لتلك الغرفة بالذات.

هناك نوعان من إعدادات الاختبار التداخلية التي يتم استخدامها عادة خلال معايرة الأشعة السينية. يستخدم الإعداد الأول Dynalyzer (دينالايزر) ذو عرض رقمي. إن الـ Dynalyzer هو نوع خاص (والأغلى) من مقسمات الجهد العالي التي توفر قياسات الـ kVp، وكذلك الـ mA، والزمن، وقياسات تيار الفتيل. يتم تركيب الـ Dynalyzer على التسلسل مع أنبوب الأشعة السينية (ويفضل في أنبوب الأشعة السينية) باستخدام كابلات الجهد العالي التي يتم تقديمها مع الـ Dynalyzer.

يمكن لمهندس الخدمة قراءة القياسات مباشرة من العرض الرقمي، وإذا تم استخدام الـ Dynalyzer بالتزامن مع راسم إشارة ذو تخزين رقمي (DSO)، فإنه يمكن أيضاً مشاهدة أشكال الأمواج الفعلية للـ kVp و الـ mA لأغراض التشخيص. ونظراً لأنه دقيق جداً وسهل الإعداد (فقط قطعة واحدة من أجهزة الاختبار)، فقد أصبح الـ Dynalyzer جهاز الاختبار الأكثر شيوعاً لمعايرة الأشعة السينية ويتم استخدامه الآن على مستوى الصناعة للمعايرة من قبل العديد من الشركات الصانعة للتجهيزات.

يتكون إعداد الاختبار الثاني المشار إليه والمُستخدَم لمعايرة الأشعة السينية من مقسِّم جهد عالٍ (أو مستنزِف)، و راسم إشارة ذي تخزين رقمي (DSO)، ومقياس رقمي للـ mA/mAs (الميلي أمبير/الماس). إن مقسِّم الجهد العالي هو جهاز اختبار يحتوي على شبكة جهد مرتبة (مقاومات تسلسلية) منغمسة في زيت عازل. وهو متصل على التسلسل مع كابلات المصعد و المهبط في أنبوب الأشعة السينية تماماً مثل الـ Dynalyzer. إن الفرق في المستنزِف هو أنه يتم استخدامه لقياس الـ kVp فقط، ولا يمكنه قياس الـ mA. ونظراً لأنه يتم قياس الكيلو فولت المُطبَّقة على الأنبوب على شكل قيمة الذروة (ومن هنا kVp)، فإنه يمكن قراءتها مباشرة من شكل الموجة التي يتم عرضها على راسم الإشارة. وكما هو الحال مع الـ Dynalyzer، يتم أيضاً استخدام شكل موجة الـ kVp الفعلية لتشخيص مشاكل الجهد العالي.

يتم تصنيع مستنزِفات الجهد العالي من قبل عدة مُصنِّعين وهي بأسعار معقولة أكثر بكثير من الـ Dynalyzer. إن العيب، إذا كان يمكن اعتباره واحداً، هو أن هناك حاجة إلى قطعة منفصلة من أجهزة الاختبار (مقياس الـ mA/mAs) لقياس تيار الأنبوب.

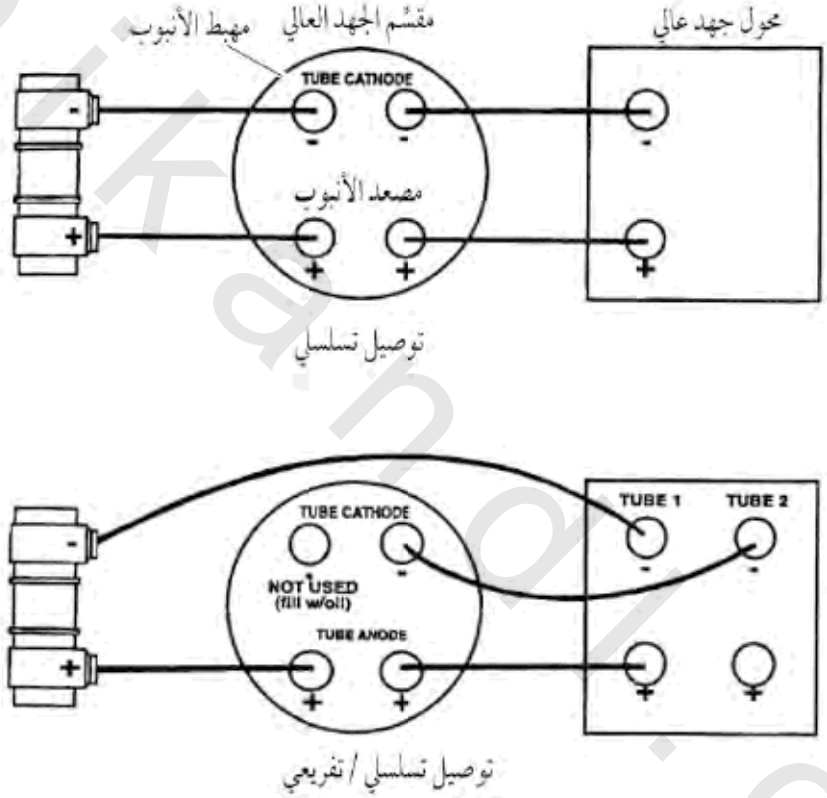
عند استخدام مستنزِف لقياس تيار الأنبوب، فإنه ينبغي استخدام مقياس رقمي للـ mA/mAs. إن ميزة استخدام مقياس رقمي هو أنه يحوِّل ويعرض آلياً متوسط قيمة الـ mA المستمر (المزيد عن هذا الموضوع في وقت لاحق). يتم وصل مقياس الـ mA/mAs على التسلسل مع دارة قياس الـ mA لمولد الأشعة السينية، وعادة ما توجد في نقطة الوسط في ثانوي الجهد العالي (راجع الشكل رقم ٤).

إن لدى مقياس الـ mA/mAs الرقمي نمطي تشغيل. في **نمط الـ mA** يقرأ المقياس تيار الأنبوب (mA) في "الزمن الحقيقي" خلال التعريض. إن المشكلة في استخدام المقياس في هذا النمط من التشغيل هي أن هناك حاجة إلى تعريضات طويلة نسبياً مدتها ثانية تقريباً من أجل الحصول على قراءة مستقرة للـ mA. إذا تم استكمال تنفيذ المعايرة باستخدام نمط الـ mA فقط، فإن الغلاف الخارجي لأنبوب الأشعة السينية سيسخن أكثر مما ينبغي في نهاية المطاف. بالإضافة إلى ذلك، قد يتم تجاوز حدود التعريض عند قيم الـ mA العالية وقد يتم حجب التعريضات. وبالتالي، يمكن استخدام هذا النمط فقط من أجل قيم الـ mA المنخفضة (أي ٢٥ ميلي أمبير، و ٥٠ ميلي أمبير).

لتجنب أي ضرر ممكن لأنبوب الأشعة السينية، يجب استخدام النمط الثاني من التشغيل، **نمط الـ mAs**، عند معايرة القيم العالية من الـ mA. يقرأ المقياس في نمط الـ mAs ناتج ضرب الـ mA بالزمن (ميلي أمبير ثانية أو ماس) ومن ثم يعرض النتيجة. يضع مهندس الخدمة زمناً في وحدة التحكم بالأشعة السينية يجعل الحسابات مبسطة، ٠,١٠ ثانية، على سبيل المثال. بالإضافة إلى ذلك، يتم تصميم مقياس الـ mA/mAs للحفاظ على أحدث قراءة للـ mAs على شاشة العرض حتى يتم أخذ التعريض التالي. يملك معظم مهندسي الخدمة مقياس mA/mAs لأنه سهل الاستخدام وموثوق جداً.

استخدام موزِّع الجهد العالي Using a High Voltage Divider

يتم تضمين توجيهات الشركة الصانعة مع مقسِّم الجهد العالي، وينبغي اتباعها عند وصله بنظام الأشعة السينية. يتم في البداية توصيل كل من كابلات المصعد و المهبط (المتوفرة مع المستنزِف) مع أنبوب الأشعة السينية بتوصيل تسلسلي (انظر الشكل رقم ٢٣). قبل المعايرة الفعلية، يجب إجراء العديد من التعريضات عند إعدادات kVp مختلفة للتحقق من أن أشكال أمواج الـ kVp للمصعد والمهبط متوازنة (أي، متساوية في المطال ولكن متعاكسة القطبية).



الشكل رقم (٢٣). وصل موزِّع الجهد العالي. يسمح الوصل التسلسلي/التفرعي بإظهار شكل موجة الـ kVp للمهبط بدون وضع عامل حمل على مولِّد الأشعة السينية.

بمجرد التحقق من ذلك، ينبغي للمهندس إطفاء المولد وإزالة كبل المهبط من المستنزِف، مفرِّغاً شحنة الأرجل (pins) إلى الأرضي أولاً، ثم إعادة توصيله مرة أخرى إلى أنبوب الأشعة السينية. ويمكن الآن تنفيذ المعايرة بدقة فقط باستخدام شكل موجة المصعد. بالطبع، مع ترتيبة إعداد الاختبار هذه، ستكون الآن قيمة الـ kVp التي تم الحصول عليها نصف إعداد الـ kVp الفعلي.

إن السبب في نزع وصلة المهبط الجانبية للمستنزف من الدارة له علاقة بظاهرة تسمى **تحميل الفتيل**. يضيف المستنزِف، عندما يكون المهبط موصولاً، كمية صغيرة من المقاومة التسلسلية إلى دارة الفتيل. إذا تُرك موصولاً خلال المعايرة، فإن مهندس الخدمة سيضبط جهود الفتيل أعلى قليلاً مما يتم ضبطها عليه عادة وذلك للحصول على قراءة الـ mA المطلوبة. عند إزالة المستنزف بعد المعايرة، تتم إزالة المقاومة التسلسلية أيضاً، وبالتالي سيهبط جهد الفتيل العالي تماماً عبر أنبوب الأشعة السينية. وسيؤدي هذا إلى قيمة mA فعلية أعلى قليلاً من القيمة المحددة.

إذا كان مهندس الخدمة بحاجة إلى مشاهدة كل من شكل الموجة للمصعد و المهبط خلال المعايرة، فإنه يجب إعادة ضبط الـ mA عند إزالة المستنزِف. ويمكن استخدام عامل تصحيح، إذا كان معروفاً، عند المعايرة مع مهبط موصول. أثناء المعايرة، يضبط المهندس آلياً كل قيمة للـ mA أقل بنسبة مئوية معينة.

إن هذه الطريقة من المعايرة دقيقة إذا كانت القيمة الدقيقة للتصحيح معروفة لنظام الأشعة السينية الخاص هذا ويتم استخدام المستنزِف الخاص به. إن الطريقة الوحيدة لمعرفة هذه القيمة الفعلية للتصحيح هي معايرة النظام مع إزالة جانب المهبط (أي ليس هناك تحميل فتيل) ومقارنة تلك القراءات مع القراءة التي يتم الحصول عليها عندما يكون جانب المهبط موصول.

إذا كان هناك مجموعة إضافية من مقابس الجهد العالي متوفرة على محول الجهد العالي، ولا يتم استخدامها، فإنه يمكن وضع جهاز اختبار الجهد العالي في ترتيبة تسلسلية/تفرعيه من خلال تفعيل المجموعة الثانية من آبار المحول. يُمكّن هذا الإعداد التسلسلي/التفرعي مهندس الخدمة من مشاهدة كل من شكل الموجة للمصعد و المهبط بينما تتم المعايرة بدون تحميل دارة الفتيل.

ينبغي استخدام Dynalyzer (أو مُستنزِف جهد عالٍ) خلال المعايرة الأولى في وقت التركيب. وبمجرد الانتهاء من المعايرة، وبينما تكون أجهزة الاختبار موصولة إلى النظام، ينبغي لمهندس الخدمة تنفيذ اختبارين هامّين. الأول، ينبغي له أن يضع **مقياس kVp غير تداخلي**، في حقل الإشعاع ومقارنة النتائج مع تلك التي يتم الحصول عليها بالطريقة التداخلية. إن هذا لن يؤكد عمل الجهاز غير التداخلي فقط، ولكن سيسمح لمهندس الخدمة برؤية الدرجة الفعلية للاختلاف بين طريقتي القياس. بعد تنفيذ هذا الاختبار، يمكن الآن استخدام المقياس غير التداخلي، بثقة، كمرجع لمعايرة الاختبارات.

ثانياً، ينبغي لمهندس الخدمة تأكيد دقة مقياس الـ mA الموجود في لوحة التحكم بالأشعة السينية. ينبغي للمهندس مقارنة القراءات التي يتم الحصول بواسطة مقياس الاختبار مع تلك التي في مقياس لوحة التحكم. ويتم القيام بذلك بحيث أنه إذا كان هناك حاجة لفحص معايرة الـ mA خلال طلب خدمة، فإن المهندس يمكنه الاعتماد على مقياس لوحة التحكم بثقة، وبالتالي توفير وقت ثمين.

إذا كان لدى مولد الأشعة السينية دارة تحكم رقمية، فإنه يتم في غالب الأحيان توفير نقاط اختبار لشكل موجة الـ kVp والـ mA. وينبغي أيضاً مقارنة قيم المعايرة التي يتم الحصول عليها من نقاط الاختبار هذه مع القراءات التي يتم الحصول عليها بواسطة أجهزة الاختبار في هذا الوقت، وتعديلها إذا لزم الأمر. عندما يتم الانتهاء من التعديلات، يمكن استخدام نقاط الاختبار هذه من أجل اختبارات المعايرة بالإضافة إلى التخلص من الحاجة إلى توصيل أجهزة اختبار خارجية.

إن مُقسِّم الجهد العالي هو مثل أي أداة هامة لخدمة تجهيزات الأشعة السينية والتي ينبغي لكل مهندس أن يكون قادراً على الوصول إلى واحد منها. ولكن إذا كان مقسِّم الجهد العالي غير متاح للمعايرة الأولية، فإنه يمكن عندئذ استخدام مقياس kVp غير تداخلي. وينبغي استخدام إعداد الاختبار هذا كخيار أخير فقط لمعايرة الأشعة السينية. ويجب أيضا استخدام مقياس kVp غير تداخلي بالتزامن مع مقياس mAs رقمي للحصول على المعايرة الأدق. ينبغي مراقبة شكل موجة إشعاع الخرج بواسطة راسم إشارة أثناء المعايرة. إذا تم ملاحظة أي شذوذ في شكل الموجة، فيجب على المهندس استخدام مقسِّم kVp تداخلي من أجل تشخيص إضافي لشكل الموجة غير الطبيعي.

إذا كان مقياس الـ mAs خارج الميزانية، فإن هناك طريقة أخرى لقياس الـ mA بطريقة تداخلية. يستطيع مهندس الخدمة إدخال مقاومة (عادة ١٠ أوم، و ١٠ واط) على التسلسل مع نقطة المنتصف لثانوي محول الجهد العالي، في النقطة حيث يتم عادة وضع مقياس الـ mAs. ويمكن من خلال وصل مجس راسم إشارة عبر المقاومة الحصول على شكل موجة جهد تمثِّل الـ mA الفعلي. ولأن شكل الموجة هذا يمثِّل التيار الفعلي الذي يتدفق خلال أنبوب الأشعة السينية، فإنه يمكن استخدامه أيضاً للتحقق من زمن التعريض، كما يمكن استخدامه لتشخيص مشاكل الأشعة السينية.

مع ذلك، فإن هناك بعض الاعتبارات الهامة عند استخدام إعداد الاختبار هذا. يجب على المهندس توخي الحذر الشديد عند توصيل المقاومة وراسم الإشارة "في الدارة" لضمان أنهما معزولان عن الأرضي [١٨]. أيضاً، يجب على المهندس تحديد نوع محول الجهد العالي الذي يتم استخدامه من أجل معرفة أي نوع مُتوقَّع من أشكال أمواج الـ mA (متناوب AC أو مستمر DC) (انظر فيما يلي). أخيراً، ومن خلال أشكال الأمواج التي يتم الحصول عليها بواسطة هذا الإعداد، فإن القيمة العددية الفعلية للـ mA لا يمكن قراءتها مباشرة من ذروة شكل الموجة على راسم الإشارة. يجب أولاً تحويل قراءة الذروة إلى مكافئ قيمتها المتوسطة قبل إجراء أي تعديلات على الـ mA. يتم قياس الـ mA بالقيمة المتوسطة!

(١٨) توخى الحذر عند العمل في نقطة منتصف ثانوي محول الجهد العالي بسبب الجهود الخطيرة الموجودة هناك. ونظراً لأن أرضي راسم الإشارة يجب أن يكون "عائماً" أيضاً، فإن الهيكل المعدني (الشاسيه) سيصبح "حاراً" (أي يحمل جهداً). إن راسمات الإشارة الحديثة الممسوكة باليد والتي تتم تغذيتها ببطارية جيدة لهذا التطبيق لأنها معزولة عن الأرضي.

إن القيمة المتوسطة هي متوسط حسابي مُشتق من نصف موجة جيبية ويساوي ٠,٦٣٧. ويتم الحصول على القيمة المتوسطة بضرب قراءة جهد الذروة بالقيمة ٠,٦٣٧. ويمكن تطبيق هذا الحساب على أي شكل موجة متناوب (أو مستمر نبضي) للحصول على معدل الطاقة المستمر (DC) الفعال المكافئ، ويجب استخدامه عند معايرة المولدات أحادية الطور بواسطة مقاومة اختبار.

لا تنطبق القيمة المتوسطة على المولدات ثلاثية الطور والمولدات ذات التردد العالي؛ لأن أشكال أمواج خرجها هي في الأساس بالقرب من مستوى تيار مستمر ثابت (مع عنصر تموج صغير). وبالنسبة لهذه الوحدات، يتم قراءة الـ mA مباشرة من شكل الموجة على راسم الإشارة من خلال إخراج متوسط عامل التموج.

وفيما يتعلق بالمولدات أحادية الطور، فإن شكل الموجة الذي يتم الحصول عليه عبر مقاومة مقدارها ١٠ أوم سوف يكون إما متناوباً أو مستمراً (مع تموج ١٠٠٪)، اعتماداً على ترتيبة الملفات الثانوية لمحول الجهد العالي. وبالنسبة لشكل الموجة المتناوب، فإنه يتم استخدام قيمة الذروة (V_{peak}) لنصف واحد من دورة متناوبة لحسابات أخرى. أو، إذا كان مرغوباً فيه، يمكن تركيب مقوِّم جسري في نقطة المنتصف لتحويل شكل الموجة إلى DC. إذا كان شكل موجة الخرج DC، فإنه يمكن استخدام قيمة الذروة لكامل شكل الموجة للحساب.

على سبيل المثال، إذا تمت معايرة القيمة ١٠٠ ميلي أمبير، فإنه يجب على المهندس قراءة هبوط جهد مقداره فولت واحد (متوسط) عبر المقاومة. وباستخدام قانون أوم: ١٠٠ ميلي أمبير × ١٠ أوم = ١ فولت (تسمح القيمة المُختارة للمقاومة بإجراء حسابات مريحة). وبما أن المهندس يشاهد ذروة شكل موجة الجهد على راسم الإشارة، فإنه يجب عليه أخذ قيمة الذروة ومن ثم تحويلها إلى قيمتها المتوسطة. ولتحويل قراءة ذروة إلى متوسط، استخدم الصيغة التالية: $V_{average} = ٠,٦٣٧ \times V_{peak}$. وبالنسبة للمثال أعلاه، فإنه يجب قراءة قيمة مقدارها ١,٥٧ V_{peak} على راسم الإشارة للحصول على ١٠٠ ميلي أمبير من تيار الأنبوب (١,٥٧ V_{peak} × ٠,٦٣٧ = ١,٠ V_{av}). ويتم أدناه إدراج جدول تحويل لإعدادات الـ mA المُستخدمة عادة عند استخدام مقاومة قيمتها ١٠ أوم للمعايرة.

جدول تحويل الميلي أمبير (mA) إلى فولت

٢٥ ميلي أمبير	٠,٣٩ V_{Peak}
٥٠ ميلي أمبير	٠,٧٨ V_{Peak}
١٠٠ ميلي أمبير	١,٥٧ V_{Peak}
١٥٠ ميلي أمبير	٢,٣٥ V_{Peak}

openkandi.com

٢٠٠ ميلي أمبير V_{Peak} ٣,١٤

٣٠٠ ميلي أمبير V_{Peak} ٤,٧١

٤٠٠ ميلي أمبير V_{Peak} ٦,٢٨

٥٠٠ ميلي أمبير V_{Peak} ٧,٨٥

ومن المهم ملاحظة أن حساب القيمة المتوسطة ينطبق، نظرياً، على الموجة الجيبية تماماً فقط! من الناحية الفنية، فإن شكل موجة الـ mA الذي يتم الحصول عليه في نقطة منتصف الثانوي مشوه قليلاً بسبب سعة كابلات الجهد العالي، ولذلك فلن يكون جيبياً تماماً في الشكل. وبالتالي، فإن حساب القيمة المتوسطة لن يكون دقيقاً بنفس القدر عند استخدام مقياس mAs رقمي.

ما الذي يتم معايرته؟ What Is Being Calibrated?

إن البارامترات الثلاثة التي يتم ضبطها من قبل مهندس الخدمة خلال معايرة الأشعة السينية هي: جهد الأنبوب (kVp)، وتيار الأنبوب (mA)، ومدة التعريض. يضبط مهندس خدمة الأشعة السينية الـ kVp، والـ mA، والزمن بحيث تساوي القيم التي يتم تحديدها على لوحة التحكم بالأشعة السينية القيم الفعلية المُقدَّمة إلى أنبوب الأشعة السينية. يتم التحكم بهذه العوامل الثلاثة من لوحة التحكم بمولد الأشعة السينية، ومن ثم، يتم إجراء جميع التعديلات هنا أيضاً.

يتم تحديد مقدار الكيلو فولت الذي سيتم تطبيقه على أنبوب الأشعة السينية من خلال الجهد الأولي الذي يتم اختياره على لوحة التحكم بالأشعة السينية. يتم رفع هذا الجهد الأولي (على سبيل المثال، ١٠٠ فولت)، عند تطبيقه على الملف الأولي لمحول الجهد العالي، حتى يصل إلى جهد الثانوي المطلوب (على سبيل المثال، ١٠٠ كيلو فولت (kVp)) الذي يتم تطبيقه بعد ذلك على أنبوب الأشعة السينية. يمكن الحصول على القيم الفعلية للأولي وجهود الثانوي المتوافقة معها من الرسم البياني المميز للمحول بالنسبة لمحول الجهد العالي المحدد.

وكما جاء في الفصل الثالث، يتم تنظيم مقدار تيار الأنبوب بواسطة الجهد الذي يتم تطبيقه على محول الفتيل. عندما يتم اختيار قيمة للـ mA على لوحة التحكم بالأشعة السينية، فسوف يتم تطبيق جهد متوافق (أثناء التعريض) على ملف الفتيل المناسب لأنبوب الأشعة السينية. يتم عندئذ تسخين الفتيل إلى درجة الحرارة الصحيحة لإعطاء المقدار المطلوب من تيار الأنبوب.

ولكن التحكم بكل من الـ kVp، والـ mA ليس بالبساطة التي قد تظهر. قد تكون معايرة الأشعة السينية مبسطة كثيراً إذا استطاع جهد أولي مُعطى إنتاج الكيلو فولت المتوافق والذي يبقى ثابتاً خلال كامل مجال الـ mA

المُختار. بالإضافة إلى ذلك، فقد تكون المعايرة أيضاً أسهل بكثير إذا استطاع جهد فتيل مُعطى إنتاج تيار أنبوب محدد بغض النظر عن الكيلو فولت المُطبَّق على أنبوب الأشعة السينية.

لسوء الحظ، فإن السيناريوهات المذكورة آنفا لا تنطبق على أنابيب الأشعة السينية في العالم الحقيقي، وبالتالي، فإن معايرة أنظمة الأشعة السينية هي أكثر تعقيداً. إن السبب في ذلك له علاقة بحقيقة أن جهد الأنبوب وتيار الأنبوب يتفاعلان مع بعضهما البعض. ويعزى هذا التفاعل إلى ظاهرتين مميزتين لأنابيب الأشعة السينية: **أثر تحميل أنبوب الأشعة السينية، وأثر الشحنة الفراغية.**

إن أنبوب الأشعة السينية، شأنه شأن جميع الصمامات المفرغة، لا يمثل حملاً ثابتاً لمصدر الطاقة. في البداية، سوف يظهر الأنبوب مقاوماً للغاية لمصدر الطاقة. ومع ذلك، حالما يبدأ التيار في التدفق خلال أنبوب الأشعة السينية، تنخفض مقاومة الأنبوب في تناسب طردي بالنسبة إلى التيار المتدفق خلاله. إذا كان التيار عالياً كفاية، فسوف تسبب مقاومة الأنبوب المنخفضة الناتجة تحميلاً كبيراً لمصدر الطاقة. وسوف يؤدي هذا التحميل الزائد، في الواقع، إلى "هبوط" جهد التغذية (أي الجهد الأولي) الذي يقلل عندئذ أيضاً من الكيلو فولت الذي يتم تطبيقه على الأنبوب.

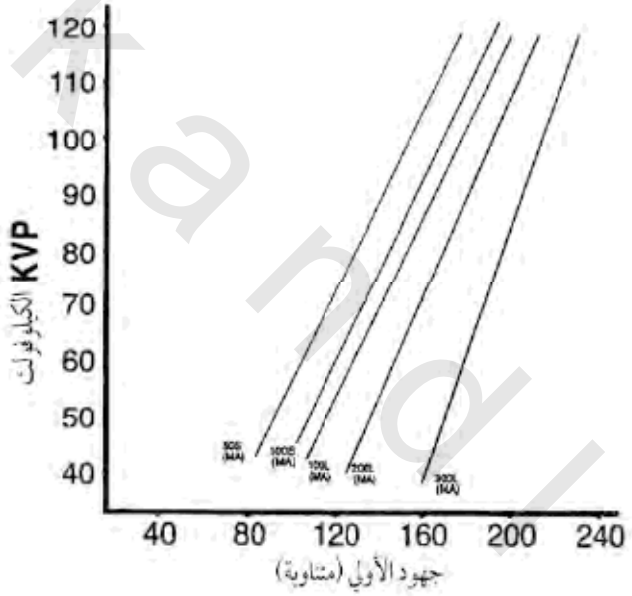
يتم تضخيم أثر التحميل من خلال أوجه القصور الكامنة في تصميم المحولات. تعاني جميع المحولات من نوعين من أنواع فقدان الطاقة تدعى ضياعات الأشعة تحت الحمراء (IR) وضياعات التنظيم. يتم التعبير عن هذه الضياعات على أنها طاقة حرارية وهي تؤدي إلى انخفاض في جهود خرج الثانوي. يعوِّض مهندس الخدمة عن ضياعات المحول هذه أثناء المعايرة من خلال زيادة الجهد الأولي إضافة إلى الـ mA المُختار، وبالتالي تتم زيادة الحمل.

هناك منحني مميز لمحول (الشكل رقم ٢٤) متاح لجميع محولات الجهد العالي ويتم إدراجه عادة مع كتيبات الخدمة لكل وحدة أشعة سينية. يوضح هذا المنحنى العلاقة بين الجهد الأولي وجهد الثانوي للمحول في ظل شروط تحميل مختلفة. يستطيع مهندس الخدمة من المنحنى تحديد الجهود الأولية الفعلية اللازمة للوصول إلى kVp مُعطى لكل اختيار للـ mA. ويمكن من المنحنى المميز العينة المبين في الشكل رقم (٢٤) ملاحظة أنه يوجد عند القيمة ٨٠ كيلو فولت اختلاف كبير في الجهد الأولي بين القيمة ٥٠ ميلي أمبير (١٢٠ فولت) و القيمة ٣٠٠ ميلي أمبير (١٩٠ فولت). يقدم هذا المخطط معلومات قيّمة يمكن استخدامها أثناء المعايرة.

إن الميزة الثانية لأنابيب الأشعة السينية والتي تؤثر على المعايرة تتعلق بتنظيم تيار الأنبوب. عندما يتم تسخين سلك الفتيل داخل أنبوب الأشعة السينية، فسوف "تنطلق" الإلكترونات من السلك من خلال عملية تسمى الإصدار (الانبعاث) الحراري. وعندما تزداد درجة الحرارة، فسوف تتشكل "سحابة إلكترونات" حول سلك الفتيل.

ستزداد سحابة الإلكترونات هذه، ويُشار إليها بالشحنة الفراغية، في الحجم بشكل تناسبي مع زيادة في تيار سطح الفتيل [١٩].

إن ظاهرة الشحنة الفراغية فريدة من نوعها بالنسبة للأنابيب المُفرغة الأيونية الحرارية وتؤثر بشكل كبير على المعايرات حيث يكون للأمر صلة بالجهود العالية. عند الجهود العالية تصبح الإلكترونات في السحابة مجذوبة بقوة أكبر إلى مصعد (الإلكترود الموجب) أنبوب الأشعة السينية. وعندما تتم زيادة الكيلو فولت لأنبوب الأشعة السينية، يتم "سحب" المزيد من هذه الإلكترونات في السحابة نحو المصعد، مسببة بالتالي زيادة تيار الأنبوب. وبشكل خاص، فإنه عند جهد فتيل مُعطى (وشحنة فراغية متوافقة) سوف يكون هناك تيار أنبوب عند ١٠٠ كيلو فولت أكبر منه عند ٦٠ كيلو فولت.



الشكل رقم (٢٤). منحني مميز نموذجي لمحول. وبسبب تحميل الأنبوب، فإن هناك حاجة إلى جهد أولي أكبر عند إعدادات mA أعلى من أجل إعداد kVp مُعطى: ١٩٠ VAC من أجل ٣٠٠ mA مقابل ١٢٠ VAC من أجل ٥٠ mA عند ٨٠ kVp.

ونتيجة لهذه الظاهرة، يجب على جميع مولدات الأشعة السينية توفير وسيلة للتعويض عن أثر الشحنة الفراغية هذا. يتم توفير تعويض الشحنة الفراغية في جميع وحدات الأشعة السينية، ويجب ضبطها خلال مرحلة

(١٩) لا يتبغي الخلط أبداً بين تيار الفتيل وتيار أنبوب الأشعة السينية، على الرغم من أنهما متعلقان ببعضهما بشكل وثيق. يتدفق تيار الفتيل، الذي يقع في المجال من ١ أمبير إلى ٦ أمبير، مباشرة خلال سلك الفتيل و يقوم بتسخين السلك "لإطلاق" الإلكترونات. وبما أن عدد الإلكترونات المتحررة يحدد كمية التيار الذي سوف يتدفق خلال أنبوب الأشعة السينية، فإن تيار الفتيل يتحكم بتيار أنبوب الأشعة السينية. يقع تيار أنبوب الأشعة السينية في مجال الميلي أمبير (أي، ١٠ ميلي أمبير إلى ١٢٠٠ ميلي أمبير)

المعايرة. تقوم دارة مُعوِّض الشحنة الفراغية بشكل فعال بتخفيض جهد الفتيل عند قيم الكيلو فولت العالية ورفع جهد الفتيل عند إعدادات الـ kVp المنخفضة.

إن البارامتر الأخير الذي يتم ضبطه خلال معايرة الأشعة السينية هو مدة التعريض. ونظراً للجودة العالية للمؤقتات الرقمية المزوَّدة اليوم في وحدات الأشعة السينية، فإن هناك حاجة إلى ضبط قليل عادة. ، إن العديد من الوحدات الجديدة للأشعة السينية لا يوفر في الواقع حتى وسيلة لإجراء تعديلات المؤقت. وكقاعدة عامة، فإما أن يعمل المؤقت وإما لا، ونادراً ما يتم إجراء تعديلات عليه، ولذلك، فإن مهندس الخدمة سوف يؤكد ببساطة مدة التعريض الصحيحة كما يتم قياسها على جهاز الاختبار.

معايرة أنبوب الأشعة السينية X-ray Tube Calibration

إن إجراءات معايرة أنبوب الأشعة السينية قياسية لمعظم تجهيزات الأشعة السينية في السوق اليوم. ويتم فيما يلي تقديم إجراء معايرة عام يمكن استخدامه على معظم مولدات الأشعة السينية. ويستطيع مهندس الخدمة من خلال مراجعة دقيقة لكامل الإجراء فهم ما يجري إنجازه خلال معايرة الأشعة السينية بشكل أفضل. وكما هو الحال دائماً، ينبغي لمهندس الخدمة اتباع توجيهات المُصنِّع عندما تكون متوفرة.

يتألف الإجراء الأساسي من التحقق أولاً من الجهود الأولية بدون حمل لكل إعداد kVp. ويتم عادة إدراج هذه الجهود في كتيب الخدمة ولكن يمكن الحصول عليها أيضاً من المنحنى المميز المذكور أعلاه للمحول. بعد ذلك يضبط مهندس الخدمة كل قيمة من قيم الـ mA بحيث يكون الـ mA الموضوع في لوحة التحكم مساوي للـ mA الفعلي الذي تتم قراءته على جهاز الاختبار.

يتم تنفيذ هذا الضبط الأولي للـ mA على قيمة kVp لا تتأثر بدارات تعويض الشحنة الفراغية (عادة ٨٠ كيلو فولت). وكقاعدة عامة، يتم أولاً معايرة المحرق الكبير دائماً، يليها معايرة المحرق الصغير. بعد الانتهاء من عمليات ضبط الـ mA الأولية، يتم ضبط دارات تعويض الشحنة الفراغية لكل قيمة من قيم الـ mA.

يتم تصميم بعض مولدات الأشعة السينية بطريقة تكون فيها معايرة الـ mA وتعويض الشحنة الفراغية مجتمعة في خطوة واحدة. يتم إنجاز ذلك عن طريق معايرة كل قيمة من قيم الـ mA عند نقطة كيلو فولت منخفضة (٦٠ كيلو فولت)، وعند نقطة كيلو فولت عالية (٩٠ كيلو فولت)، على سبيل المثال، تُنتِج نقاط الكيلو فولت المنخفضة والعالية أساساً ميلاناً يتم استخدامه في التحكم في الفتيل ويتضمن هذا الميلان آلياً تعويض الشحنة الفراغية.

تعتمد الوسائل الفعلية لضبط الـ mA على تصميم الشركة الصانعة. ففي أبسط المولدات، يتم إنجاز الضبط من خلال تحريك منزلقة على مقاومة سلكية كبيرة ملفوفة، استطاعتها عادة ١٠٠ واط، وذلك لزيادة أو تخفيض المقاومة في دارة الفتيل. إن تغيير المقاومة، في الواقع، يغيِّر الجهد المُطبَّق على محول الفتيل وبذلك يغيِّر تيار الفتيل.

تستخدم بعض تصاميم المولد مقسِّمات الجهد بدلاً من المنزلقات لإنجاز عمليات ضبط الـ mA. ويمكن أيضاً إنجاز تعويض الشحنة الفراغية من خلال ضبط مقاومة، أو عن طريق اختيار وصلات مختلفة على محول خاص للرفع/الخفض. تستخدم تصاميم المولد الحديثة التحكم الرقمي لتنظيم الـ kVp والـ mA، ويتم إنجاز الضبط باستخدام مقسِّمات الجهد، أو عن طريق مفاتيح التحكم في منصة التحكم.

وبانتهاء معايرة الـ mA، يكون قد تم ضبط قيم الـ kVp لكل قيمة من قيم الـ mA. ويتم أيضاً إنجاز ضبط الـ kVp بواسطة منزلقات على المقاومات، أو تعديلات مقياس الجهد، أو من خلال برنامج تحكم. مع ذلك، فإن بعض المولدات أحادية الطور لا توفر ضبطاً دقيقاً للـ kVp. ونظراً لأن الـ kVp والـ mA يتفاعلان مع بعضهما بشكل وثيق، فإنه يتم معايرة هذه المولدات عن طريق وضع وصلة الخط أولاً على المحول، ومن ثم ضبط قيم الـ mA، حتى يتم تحقيق كل من دقة الـ kVp والـ mA.

بالنسبة للمولدات أحادية الطور التي تحتوي على مقياس لوحة تمثيلي (Analog) للـ kVp وتوفر ضبطاً للـ kVp، فإن ما يجري ضبطه بالفعل هو القراءة الأولية للـ kVp لمقياس الكيلو فولت. إن قراءة ٨٠ كيلو فولت على مقياس اللوحة، على سبيل المثال، هي مجرد تمثيل للجهد الأولي المتوافق الذي تم اختياره بواسطة مفاتيح الوصلات الرئيسية والثانوية للكيلو فولت. والهدف هنا من معايرة الـ kVp هو ضبط مقاومة الـ kVp لإنتاج إشارة على شاشة العرض لمطابقة الـ kVp الفعلي المُقدَّم إلى أنبوب الأشعة السينية.

عند معايرة الـ kVp في المولدات ثلاثية الطور، فإن مهندس الخدمة يضبط أيضاً الجهود الأولية، ولكن عادة ما يتم الضبط عن طريق وسائل إلكترونية. وبالنسبة لمعظم المحولات الآلية في المولدات ثلاثية الطور، تتم قيادة "الماسح" (wiper) الذي يختار الجهد الأولي بواسطة محرك. تستخدم دارة التحكم بالمحرك إشارات تغذية راجعة تراقب جهد الخط، بالإضافة إلى الـ kVp الفعلي المُقدَّم إلى أنبوب الأشعة السينية من أجل التنظيم الدقيق. توفر هذه الطريقة تحكماً دقيقاً للغاية بالـ kVp. وعادة ما يتم تنظيم خط الجهد الوارد أيضاً بهذه الطريقة للمساعدة في الحفاظ على تنظيم دقيق للـ kVp.

يتم إجراء عمليات ضبط الـ kVp للمولدات ثلاثية الطور من خلال ضبط مقسِّم الجهد الذي يتحكم بدارة قيادة السيرفو، الذي يحرك بعد ذلك ماسح "المحول الآلي" للحصول على الجهد الأولي الصحيح للـ kVp الذي تم اختياره. ويتم الضبط في التصاميم الحديثة والمولدات ذات التردد العالي من خلال المفاتيح.

وكما ذُكر، تتطلب دارات المؤقت اليوم القليل جداً من الضبط. ورغم أن بعض المؤقتات التمثيلية لا تزال موجودة، فإن معظم المؤقتات اليوم رقمية ودقيقة للغاية. إذا كان هناك حاجة لضبط المؤقت، فعادة ما يتم إنجاز ذلك عن طريق ضبط سرعة الساعة لمذبذب (هزّاز) على لوحة دارة المؤقت. عادة ما تتطلب المؤقتات التمثيلية ضبط

مقسِّم الجهد لكل إعداد زمن. إن الوحدات الحديثة التي يتم التحكم فيها عن طريق برامج تسمح للمهندس بالقيام بالضبط من منصة التحكم.

ينبغي ذكر ملاحظة أخيرة تتعلق بالمعايرة. بينما يقوم المهندس بتنفيذ معايرة الأشعة السينية، ينبغي عليه مراقبة شكل موجة الـ kVp والـ mA لضمان التشغيل الصحيح لمولد الأشعة السينية. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي للمهندس أيضاً مراقبة جهد الخط الموصول إلى المولد. إن انخفاضاً كبيراً في جهد الخط خلال التعريض قد يشير إلى وجود نقص في خط الطاقة المُقدَّم إلى مولد الأشعة السينية. هذه الخطوة حاسمة بالنسبة للأداء وطول عمر تجهيزات التصوير الشعاعي.

يضمن الصانع فقط دقة الخرج لمولد الأشعة السينية إذا كان تنظيم الخط ضمن مواصفاته. وبالتالي، يجب قياس تنظيم الخط وتسجيله في دليل التركيب. وينبغي إجراء القياس بعد الانتهاء من معايرة الأشعة السينية، لأنه يتم اختبار تنظيم الخط عند خرج مولد أعظمي تقريباً. يطلب معظم مُصنِّعي تجهيزات التصوير الشعاعي تنظيم خط بنسبة ٥٪.

يتم قياس جهد الخط أولاً بينما يكون الجهاز خاملاً في "نمط الاستعداد" (عدم التحميل). يتم إجراء قياس ثان للخط خلال التعريض عند تقنية مولد عظمى (أو بالقرب منها) (تحميل). يمكن تحديد النسبة المئوية لتنظيم الخط باستخدام الصيغة التالية: التنظيم ٪ $= \frac{V^{no-load} - V^{load}}{V^{load}}$

معايرة الأشعة السينية X-ray Calibration

تأكد من جهد الخط وقم بتصفير مقياس الكيلو فولت ميكانيكياً قبل البدء بهذا الإجراء!

١- أدخل أجهزة اختبار المعايرة كما هو موضح سابقاً في هذا الفصل.

٢- افحص الجهود الأولية من دون حمل.

٣- نفِّذ تهيئة و/أو إحماء الأنبوب إذا كان هناك حاجة لذلك.

٤- خذ عدة تعريضات عند إعدادات مختلفة للـ kVp وثبِّت شكل موجة المصعد والمهبط (أي، موازنة).

٥- قم بإزالة جانب المهبط للمقسِّم للتخلص من آثار التحميل. قم بالمعايرة باستخدام شكل موجة المصعد فقط.

٦- اختر ٨٠ كيلو فولت، و ٠,١ ثانية (١٠٠ ميلي ثانية) وابدأ بأصغر قيمة للـ mA على المحرق الكبير.

٧- اضبط جميع قيم الـ mA على المحرق الكبير، ثم اضبط المحرق الصغير، وحافظ على الـ kVp والزمن ثابتين. لتجنب التسخين الزائد لأنبوب الأشعة السينية، انتظر على الأقل ١٥ ثانية بين التعريضات!

openkandil.com

٨- اختر إعداداً للمحرق الكبير وتحقق من ضبط الشحنة الفراغية عند ٦٠ كيلو فولت و ١٢٠ كيلو فولت واضبط إذا لزم الأمر. كرِّر عملية التحقق من تعويض الشحنة الفراغية من أجل قيم المحرق الكبير المتبقية ولجميع قيم المحرق الصغير.

٩- قم بضبط الكيلو فولت، إذا كان ممكناً، من أجل كل قيمة فردية للـ mA.

١٠-أعد الفحص وولِّف قيم الـ mA بدقة.

١١-تحقق من المؤقت و اضبطه إذا لزم الأمر.

١٢-قم بقياس وتسجيل تنظيم الخط.

مع الانتهاء من معايرة الأنبوب، فإن هذا هو الوقت المناسب لقياس حجم البقعة المحرقية لأنبوب الأشعة السينية. ورغم أن معظم مُصنِّعي أنابيب الأشعة السينية يجرون قياسات البقعة المحرقية قبل الشحن، فإنه ينبغي قياسها أثناء التركيب بحيث يكون هناك سجل للحفظ في ملف التجهيزات.

ومن أجل هذا القياس يتم عموماً استخدام نجمة الاختبار الرصاصية (lead test star). يتم وضع نجمة الاختبار في حقل الأشعة السينية، وكشفها على فيلم اختبار، ومن ثم قياسها. عند تصوير نجمة الاختبار شعاعياً، فإنها تُنتِج صورة "دائرة مخططة" كما يظهر في الشكل رقم (٢٥). يؤدي الإشعاع من البقعة المحرقية الفعلية إلى إنشاء منطقة غير واضحة في الشكل المخطط. إن عدم الوضوح عائد إلى غبش (شبه ظل) penumbra البقعة المحرقية. من خلال قياس طول وعرض المنطقة غير الواضحة، يمكن تحديد الحجم الفعلي للبقعة المحرقية باستخدام الصيغة التالية:

$$F = N/57.3 \times D/(M - 1)$$

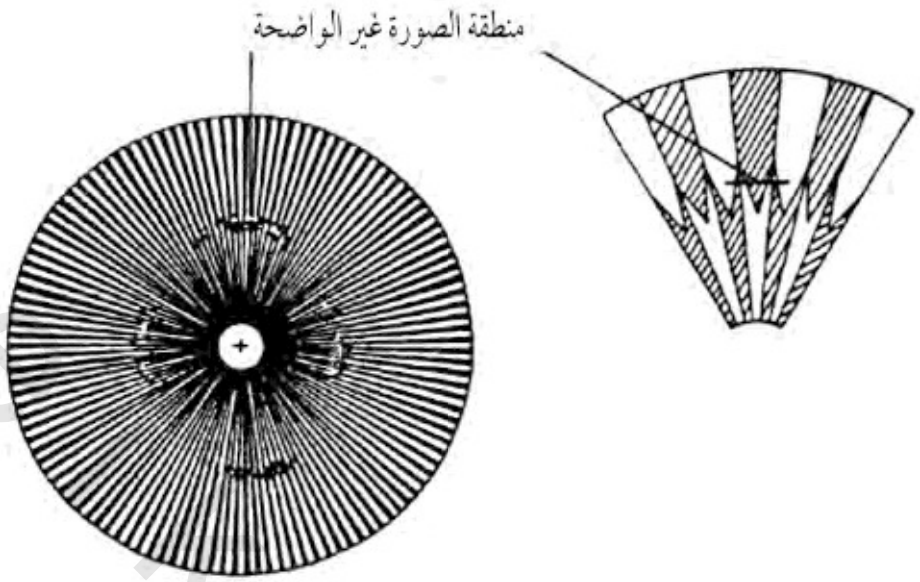
حيث: F حجم البقعة المحرقية

N زاوية شكل النجمة (مكتوبة على الشكل)

D قطر المنطقة غير الواضحة (طول أو عرض)

M التكبير

openkandil.com



الشكل رقم (٢٥). صورة نجمة اختبار رصاصية. يتم استخدام قياسات المنطقة غير الواضحة لحساب حجم البقعة المحرقية لأنبوب الأشعة السينية.

يتم فيما يلي سرد لتعليمات عامة من أجل استخدام نجمة الاختبار:

١- ضع النجمة في مركز حقل الأشعة السينية، عمودية على الشعاع المركزي. ينبغي وضعها على مسافة للحصول على مرتي تكبير (أي، مسافة متساوية البعد عن البقعة المحرقية و الفيلم). ومن المريح لصق النجمة بشريط إلى محدد الساحة على أنبوب علوي.

٢- ضع فيلماً في حامل اللوح (ليس كاسيتات ذات شاشة) وضعه بعناية في حقل الأشعة السينية.

٣- استخدم تقنية متوسطة للحصول على كثافة فيلم مقدارها ١,٥ تقريباً (أي، ٧٥ كيلو فولت، و١٠٠ ميلي أمبير، واضبط الوقت).

٤- قم بتحميض الفيلم وقياس قطر الصورة. قسِّم قطر الصورة حسب قطر النجمة الفعلية. يعطي هذا عامل التكبير M.

٥- قم بإيجاد النقطة الأبعد حيث يبدأ الشكل المخطط بعدم الوضوح لتوه و ضع علامة. افعل ذلك للطول والعرض.

٦- قم بقياس المسافة بين العلامات واستخدم الصيغة آنفاً. نفِّذ حسابات منفصلة للطول والعرض. تحقق من الدقة.

وثّق النتائج بالإضافة إلى عوامل التقنية واختبر هندسة الإعداد (أي، الـ SID والـ OID)، وضع هذه المعلومات في ملف مع تقرير التركيب. يمكن استخدام هذه المعلومات كمرجع عندما يبدأ تفصيل الصورة بالتراجع.

ضبط ومحاذاة محدد الساحة Collimator Adjustment and Alignment

عند تركيب محدد الساحة، يجب على مهندس الخدمة تنفيذ عدة عمليات. ومن أجل محددات الساحة اليدوية:

١- يجب التحقق من شدة الحقل الضوئي.
٢- يجب جعل الحقل الضوئي مطابقاً لحقل الأشعة السينية.
٣- يجب محاذاة نافذة شبكة الخطوط المتقاطعة.
٤- يجب محاذاة ضوء توسيط البوكي.
٥- يجب ضبط مؤشر الـ SID.
٦- يجب التحقق من مؤشر حجم الحقل.
٧- يجب التحقق من المقدار الصحيح للترشيح.

وبالنسبة لمحددات الساحة الآلية، فإنه يجب تنفيذ كافة الخطوات المذكورة أعلاه، بالإضافة إلى التعديلات على نظام الـ PBL (التحديد الإيجابي للحزمة).

يجب توخي الحذر الشديد خلال هذه المرحلة من عملية التركيب لأنه من الأهمية بمكان تنفيذ هذه التعديلات بشكل صحيح. إذا لم يتم وضع محدد الساحة بشكل صحيح، فقد يستقبل المرضى وموظفو الأشعة السينية كمية إشعاع أكثر بكثير مما هو ضروري. أيضاً، إذا لم يتم محاذاة الحقل الضوئي وحقل الأشعة السينية بشكل صحيح، فإن بنية تشريحية معينة من المريض قد يتم اقتطاعها من الفيلم. وعندما يحدث هذا، يجب على الفني "إعادة تصوير" الفيلم من جديد مما يؤدي ليس فقط إلى زيادة الجرعة التي يتلقاها المريض، وإنما إلى إحباط الفنيين وأخصائيي الأشعة أيضاً.

ويتم فيما يلي تقديم إجراء إعداد لمحددات الساحة اليدوية، يتبعه الخطوات الإضافية اللازمة لإعداد محدد الساحة الآلي. ينبغي للمهندس أن يضع في اعتباره أن كل محددات الساحة الآلية تحتوي على مفتاح تجاوز لوضع محدد الساحة في "النمط اليدوي" للتشغيل. ومن ثم، يجب على جميع محددات الساحة الآلية تحقيق نفس التوجيهات من أجل محددات الساحة اليدوية.

شدة الحقل الضوئي Light Field Intensity

إن إحدى الوظائف الهامة لمحدد الساحة هي إنتاج حقل ضوئي يحدد بدقة حقل الأشعة السينية. وحتى وقت قريب جداً، لم يكن هناك متطلبات محددة لمستوى خرج ضوء لمبة الحقل، ونتيجة لذلك، تختلف تصاميم دارات اللمبة في محددات الساحة بين المُصنِّعين. وبالمثل تتفاوت مستويات خرج ضوء محددات الساحة المختلفة الأصناف.

obeikandl.com

وبسبب هذا التباين الواسع في خرج الضوء، تم وضع معيار جديد لمحددات الساحة: إذا كان لا بد من استخدام "أداة تحديد (localizer) ضوئية" للإشارة إلى حقل الأشعة السينية، فيجب أن يكون لديه حد أدنى من مستوى الكثافة بحيث يكون الحقل الضوئي الذي يتم إنتاجه مرئياً بوضوح عند الإضاءة العادية للغرفة. وينص التوجيه الجديد على ما يلي: لا ينبغي أن تكون الإضاءة المتوسطة الدنيا أقل من ١٦٠ لوكس (١٥ شمعة بالقدم) على بعد ١٠٠ سنتيمتر أو عند أقصى SID أيهما أقل. يتم قياس خرج لمبة حقل محدد الساحة بواسطة مقياس ضوئي يتم وضعه في مركز الحقل الضوئي.

إن العديد من محددات الساحة القديمة (أي تلك التي صُنعت في أواخر سبعينيات القرن العشرين أو أوائل ثمانينيات القرن العشرين) لن يحقق هذا الحد الأدنى من المتطلبات. وعلاوة على ذلك، عادة ما يكون هناك القليل أو ليس هناك ضبط ممكن لزيادة خرج ضوء لمبة الحقل. ويمكن مع بعض التصاميم اختيار وصلة أعلى على المحول الذي يغذّي اللمبة بالجهد. تؤدي زيادة جهد التغذية إلى زيادة سطوع اللمبة ولكنها سوف تقلل إلى حد كبير من عمر اللمبة. وكقاعدة عامة، ينبغي دائماً الموافقة مسبقاً من قبل المُصنِّع على أية تعديلات قبل الشروع في التعديل!

إذا كان لا يمكن ضبط خرج اللمبة، فإنه لا بد من استبدال محدد الساحة أو تجديده بمجموعة لمبة جديدة ودارة تحكم باللمبة. لحسن الحظ، فإن جميع محددات الساحة المصنوعة حديثاً تلبي بسهولة هذا الحد الأدنى من المتطلبات. ومع ذلك ينبغي لمن يقوم بالتركيب قياس مستوى خرج الضوء وتسجيل تلك القيمة في كتيب الخدمة للرجوع إليها في المستقبل.

اختبار تطابق الحقل الضوئي مع حقل الأشعة السينية Light to X-ray Field Congruence Test

كما ذُكر، فإن إحدى الوظائف المهمة لمحدد الساحة هي إسقاط حقل ضوئي على سطح الفيلم الذي يعطي إشارة مرئية لحقل الأشعة السينية. لذلك يجب أن تتطابق حواف الحقل الضوئي مع حواف حقل الأشعة السينية ضمن حدود معينة. ويتم أدناه وصف إجراء لاختبار هذا التطابق.

١- ضع الأنبوب ٤٠ إنش فوق سطح الطاولة وضع كاسيت فيلم على الطاولة. ينبغي أن يكون الأنبوب عند الزاوية صفر درجة.

٢- ضع الكاسيت في مركز الحقل الضوئي وأغلق شفرات تحديد محدد الساحة إلى حجم الفيلم الأصغر من الفيلم الذي وضعته تقريباً.

٣- قم بتعليم حواف الحقل الضوئي بأحد أنواع المُعلّمات المعدنية التي تُنتج حدوداً حادة على الفيلم.

٤- قم بتعريض الفيلم للوصول إلى كثافة مقدارها ١.٠ ومن ثم قم بتحميض فيلم الاختبار.

٥- قم بقياس الفرق بين حواف الحقل الضوئي (كما هو مبين من خلال صورة المُعلِّمات) وحقل الأشعة السينية.

٦- ينبغي أن لا يتجاوز مجموع الفرق للمحور الطولي ومجموع الفرق للمحور العرضي ٢٪ من الـ SID.

٧- اضبط الحقل الضوئي إذا لزم الأمر، وكرِّر هذا الإجراء إلى أن يصبح ضمن الحدود المعينة.

إن الاتجاهين اللذين يمكن فيهما ضبط اللمبة هما الاتجاه الطولي والاتجاه العرضي بالنسبة لسطح الطاولة. بشكل عام، يتم تحريك حامل اللمبة في المكان لتصحيح الأخطاء في الاتجاه الطولي. ولتصحيح الأخطاء في الاتجاه العرضي يتم ضبط مرآة لمبة الحقل الموجودة في جميع محددات الساحة. وإذا كانت مجموعة المرآة من النوع الثابت، فإنه يتم القيام بالضبط العرضي من خلال حامل اللمبة.

ضبط نافذة شبكة الخطوط المتقاطعة Cross-Hair Window Adjustment

إن هذا الضبط هو لتوسيط شكل شبكة الخطوط المتقاطعة الذي يتم إسقاطه من محدد الساحة على سطح الفيلم. ويتم استخدام شكل شبكة الخطوط المتقاطعة لمحاذاة أنبوب الأشعة السينية بالضبط مع المريض والمستقبل. إن النافذة البلاستيكية، التي تقع في الجزء السفلي من محدد الساحة، "محفورة" بشكل شبكة خطوط متقاطعة. عندما تضيء لمبة محدد الساحة، فإنه يتم إسقاط شبكة الخطوط المتقاطعة على سطح الفيلم.

يتم إنجاز ضبط نافذة شبكة الخطوط المتقاطعة بسهولة عن طريق فك البراغي التي تثبِّت النافذة البلاستيكية في مكانها وتوسيط شكل شبكة الخطوط المتقاطعة ضمن الحقل الضوئي. هناك طريقة سريعة لفحص ما إذا تم توسيط شبكة الخطوط المتقاطعة بشكل صحيح وهي إغلاق شفرات التحديد في محدد الساحة ببطء، مجموعة واحدة من الشفرات في كل مرة، حتى يتم إسقاط خط ضيق من الضوء. وينبغي وضع خط الضوء الضيق هذا في مركز شبكة الخطوط المتقاطعة. يمكن أيضاً التحقق من التوسيط من خلال وضع كاسيت فيلم على سطح الطاولة وتعليم مركز شبكة الخطوط المتقاطعة بنقطة من الرصاص ومن ثم تعريض الفيلم.

ضبط ضوء توسيط البوكي
Bucky Centering Light Adjustment

تحتوي جميع محددات الساحة على ضوء توسيط للبوكي يسمح للفني بمحاذاة أنبوب الأشعة السينية مع صينية الكاسيت بشكل صحيح، ومن ثم ضمان تغطية كاملة للفيلم. يتم أخذ مصدر ضوء توسيط البوكي في أغلب الأحيان من لمبة حقل محدد الساحة وإسقاطه على واجهة مجموعة البوكي عن طريق استخدام موشور (منشور) أو مرآة. يمكن توسيط خط الضوء على البوكي عن طريق ضبط مجموعة الموشور/المرآة. ينبغي لمهندس الخدمة التحقق

دائماً من الضبط من خلال تعريض فيلم مع إغلاق شفرات التحديد في محدد الساحة يدوياً إلى حجم أصغر قليلاً من حجم الفيلم الفعلي ومن ثم التحقق لرؤية أنه يتم توسيط المنطقة المُعرَّضة على الفيلم.

إعداد مؤشر المسافة بين الصورة و المنبع (SID)

SID Indicator Set-Up

توفِّر معظم محددات الساحة بعض الوسائل لتحديد المسافة بين الصورة والمنبع أو باختصار SID. والـ SID هي القياس الفعلي للمسافة من نقطة البقعة المحرقية لأنبوب الأشعة السينية إلى سطح الفيلم. ويجب أن تكون الـ SID المُشار إليها دقيقة ؛ لأن فني الأشعة السينية سوف يستخدم SID محددة للحصول على تغطية الفيلم المرغوب فيها والجدة المطلوبة لعملية الفحص المحددة. ولا بد أيضاً من استخدام SID محددة عند استخدام شبكة مُركَّزة. وفي الواقع ، يتم الإشارة بوضوح إلى الـ SID الدقيقة التي يجب استخدامها لكل شبكة مُركَّزة على بطاقة الشبكة. إن استخدام SID مختلفة عن تلك المذكورة على الشبكة سيؤدي إلى ظهور خطوط الشبكة على صورة الأشعة (انظر الفصل الثامن). بالإضافة إلى ذلك ، إذا كانت إشارة الـ SID ليست دقيقة ، فإن مؤشر حجم الحقل على واجهة محدد الساحة لن يكون دقيقاً ، ومن ثم لا يمكن استخدامه.

إن الجهاز المُستخدم ، في معظم التصاميم الأساسية لمحدادت الساحة ، للإشارة إلى الـ SID عادة ما يكون شريط قياس معدني يُعلَّق مباشرة على غلاف محدد الساحة. لقد تم تعديل شريط القياس لحساب المسافة بين البقعة المحرقية ومحدد الساحة ، وبالتالي ، فإن التدريج على الشريط لا يبدأ من الصفر. يمكن لفني الأشعة السينية الحصول على قراءات دقيقة للـ SID باستخدام هذا الشريط المُعدَّل.

يستخدم بعض محددات الساحة لمبة أو عرض رقمي للإشارة إلى الـ SID. "تضيء" لمبة الـSID عندما يتم وضع الأنبوب في الـ SID الصحيح. إن معظم الأنظمة المتطورة للـ SID تراقب وتعرض الـ SID بشكل مستمر على لوحة قراءة رقمية.

إذا لم يتم تضمين مؤشر الـ SID في محدد الساحة ، فإنه يتم تقديمه عادة مع مجموعة دعم الأنبوب. وهنا تتكون الإشارة إلى الـ SID من مقياس مُدَّرج يتراوح ما بين ٣٦ إنش و ٧٢ إنش. يُعلَّق مقياس الـ SID هذا مباشرة على العمود الرأسي للأنبوب للإشارة إلى الـ SID العمودية. ويتم تعليق مقياس مُدَّرج ثان على طول السكك السقفية للإشارة إلى الـ SID الأفقية. إذا كان يتم تركيب محدد ساحة آلي ، فإنه يتم وضع مفاتيح تعشيق عند علامات الـ SID ٤٠ و ٧٢ إنش لتلبية منطق محدد الساحة.

ومن أجل إعداد مؤشر الـ SID بشكل صحيح ، يجب على مهندس خدمة الأشعة السينية أن يعرف الموقع المحدد للبقعة المحرقية داخل غلاف أنبوب الأشعة السينية. ويمكن الحصول على المعلومات بخصوص موقع البقعة

المحرقية (بالنسبة إلى منفذ الغلاف) من صانع أنبوب الأشعة السينية. في الواقع، ينبغي استخدام هذا القياس عندما يتم إضافة المباعدات في الوقت الذي يتم فيه تركيب محدد الساحة على الأنبوب. يضع بعض صانعي الأنابيب علامة على غطاء نهاية أنبوب الأشعة السينية للإشارة إلى موقع البقعة المحرقية. ولكن لا ينبغي استخدام هذه العلامة إلاّ بعد التحقق من ذلك عن طريق القياسات الفعلية.

لإعداد مؤشرات الـ SID: To Set Up the SID Indicators

١- احصل على المسافة بين البقعة المحرقية ومنفذ أنبوب الأشعة السينية من ورقة بيانات الأنبوب (حيث يكون الحامل الدوار العلوي لمحدد الساحة موصولاً). قم بالقياس بعناية وضع علامة على غلاف الأنبوب أو غطاء النهاية للإشارة إلى موقع البقعة المحرقية. إذا كان صانع الأنبوب يوفّر علامة بالفعل، تحقق من أن ذلك صحيح.

٢- بعد ذلك، حرك الأنبوب بعيداً عن سطح الطاولة حتى الوصول إلى مسافة ٤٠ إنش من مستوى الفيلم إلى علامة البقعة المحرقية. تأكد من قفل الأنبوب في مكانه.

٣- إذا كان محدد الساحة مُجهزاً بشريط قياس مُعدَّل، وإذا تم إضافة العدد الصحيح من المباعدات عندما تم تركيب محدد الساحة، فإنه ينبغي لشريط القياس الآن الإشارة أيضاً إلى ٤٠ إنش عن مستوى الفيلم.

٤- إذا كان محدد الساحة يستخدم مفتاح SID لتفعيل مؤشر لمبة أو مفتاح تعشيق، قم بتركيب المفتاح وأداة تفعيل المفتاح (من أجل SID مقدارها ٤٠ إنش) على عمود الأنبوب في هذا الوقت.

٥- إذا لم تكن هناك إشارة SID متوفرة على محدد الساحة، فإنه ينبغي عندئذ وضع مقياس مُدرَّج على عمود الأنبوب للإشارة إلى SID ٤٠ إنش عن المستقبل. يوفّر بعض صانعي دعائم الأنابيب مقياساً ذا قراءة مزدوجة يشير كذلك إلى الـ ٤٠ إنش عن سطح الطاولة.

بمجرد التحقق من إشارة الـ SID العمودية، فإنه يمكن الآن إعداد مؤشرات الـ SID الأفقية باستخدام العلامة نفسها والمعروفة بأنها دقيقة على غطاء نهاية الأنبوب. ينبغي تنفيذ إجراء إعداد الـ SID على النحو المبين آنفا لكل من الـ SID الأفقية ٤٠ إنش و ٧٢ إنش. وينبغي أن يتذكر من يقوم بالتركيب القيام بجميع القياسات من مستوى الفيلم في المستقبل الجداري إلى البقعة المحرقية لأنبوب الأشعة السينية.

إظهار حجم الحقل Field Size Indication

مطلوب من جميع محددات الساحة توفير إظهار لحجم حقل الأشعة السينية للـ SID الذي يتم استخدامه. إن مؤشرات حجم الحقل هي مقاييس مُدرَّجة متصلة ميكانيكياً إلى مفاتيح التحكم بالمحددات بحيث يمكن قراءة حجم حقل الأشعة السينية مباشرة عندما يتم تدوير المفتاح.

يمكن التحقق من دقة مؤشرات حجم الحقل من خلال إجراء اختبار بسيط يتم تفصيله أدناه. بالنسبة لهذا الاختبار، يحدد مهندس الخدمة حجم حقل معين عن طريق ضبط مفاتيح التحكم بالمحددات بينما تتم القراءة مباشرة من المقياس على محدد الساحة. بعد ذلك يعرِّض الفيلم ويقيس حجم الحقل الفعلي الناتج على الفيلم.

لفحص مؤشر حجم الحقل:

١- ضع أنبوب الأشعة السينية على SID ٤٠ إنش عن سطح الطاولة (تأكد من أن SID محققة).

٢- ضع كاسيت قياس ١٠ × ١٢ إنش (٢٤ × ٣٠ سم) على الطاولة وقم بتوسيط أنبوب الأشعة السينية.

٣- أغلق شفرات التحديد حتى يقرأ المؤشر ٨ × ٨ إنش (٢٠ × ٢٠ سم)، وعرِّض الفيلم لكثافة 1.0 D على الأقل.

٤- قم بقياس حجم المنطقة المُعرَّضة على الفيلم وتحقق من أن كلاً من الطول والعرض هما ضمن الـ ٢٪ من الـ SID الموضوعة (أي، ٢٪ من ٤٠ إنش أو ٠,٨٠ إنش).

إذا كان هناك انحراف أكثر من ٢٪ من الـ SID، فلا بد من ضبط المؤشرات. وعادة ما يتم إنجاز الضبط من خلال فك مجموعة البراغي التي تثبِّت المقاييس على مفاتيح شفرات التحديد الطولية والأفقية ومن ثم تدوير المقاييس لقراءة حجم الحقل الفعلي الذي تم الحصول عليه من الفيلم. حالما يتم إجراء الضبط، فإنه يجب تكرار إجراء اختبار حجم الحقل المذكورة أعلاه.

محددات الساحة الآلية Automatic Collimators

بعد الانتهاء من جميع عمليات الضبط من أجل التشغيل اليدوي، فإنه يمكن البدء بمعايرة النمط الآلي. يحتاج محدد الساحة الآلي إلى عدة إشارات خارجية للعمل بشكل صحيح، ومن ثم، فإن هناك حاجة إلى توصيل الكثير من الأسلاك اللازمة للتشغيل الآلي. ولما كان محدد الساحة اليدوي يتطلب كابل بثلاثة نواقل فقط لتوفير الطاقة لدارة اللمبة، فإن محدد الساحة الآلي يتطلب:

١- كبل لتحسس الـ SID الأفقية.

٢- كبل لتحسس الـ SID العمودية.

٣- كبل موصول مع مولد الأشعة السينية لدارة قفل التعريض.

٤- كبل موصول إلى مستقبل الطاولة لتحسس حجم الكاسيت.

٥- كبل موصول إلى المستقبل الجداري لتحسس حجم الكاسيت.

٦- كبل موصول إلى جهاز مراقبة إمالة الطاولة (إذا كان مُستخدماً).

٧- كبل لقفل نمط التصوير المجسّم/المقطعي

obeikandi.com

٨- كبل طاقة.

٩- كبل توصيل بين التحكم بمحدد الساحة ورأس محدد الساحة.

وينبغي لمهندس الخدمة التحقق من توصيل هذه الكابلات قبل الشروع في عمليات ضبط محدد الساحة.

يتم في النمط الآلي أو نمط الـ PBL أخذ إشارة مرجعية تمثل حجم الكاسيت مباشرة من صينية الكاسيت، وتغذيتها عكسياً إلى منطق التحكم بمحدد الساحة. يتم أيضاً إرسال إشارة ثانية تمثل الحجم الفعلي لشفرات تحديد الحقل في محدد الساحة إلى منطق التحكم حيث تتم مقارنتها بعد ذلك مع الإشارة المرجعية. إذا كان الحجم الفعلي لشفرات التحديد لا يتوافق مع حجم الكاسيت، سيتم حجب التعريض من قبل منطق التحكم إلى أن يتم توافق الحجمين.

لا تحتوي محددات الساحة نصف الآلية على شفرات تحديد تتم قيادتها بواسطة محركات وهي تتطلب فنياً لتدوير مقابض شفرات التحديد يدوياً حتى يصبح المنطق مُحققاً (يُشار إليه من خلال ضوء "الجاهزية"). وبالنسبة لمحددات الساحة الآلية بالكامل، يرسل منطق التحكم إشارة "قيادة" إلى محركات شفرات التحديد لفتح أو إغلاق الشفرات حتى يصبح المنطق مُحققاً. ومع ذلك، فإن إشارة القيادة فعالة فقط إذا كان الأنبوب في الـ SID الصحيح. إذا لم يحدث ذلك فإن التعريض سيكون ممنوعاً حتى يتم وضع الأنبوب بشكل صحيح (يُشار إليه عادة من خلال لمبة على واجهة محدد الساحة). كما يمنع بعض محددات الساحة التعريض إذا لم يكن المرشح في مكانه في محدد الساحة.

يراقب منطق محدد الساحة عدة بارامترات أخرى إلى جانب حجم الكاسيت، وموقع المحددات، والـ SID. يراقب المنطق أيضاً زاوية الطاولة إذا كانت من النوع القابل للإمالة، ودوران أنبوب الأشعة السينية، ووجود كاسيت الفيلم في صينية الكاسيت، ونمط التشغيل الذي تم اختياره في لوحة التحكم بالمولد (أي، مقطعي أو تصوير شعاعي). إذا كان أي من الشروط المذكورة أعلاه لا يحقق منطق التحكم، فستنتج حالة منع للتعريض.

معايرة محدد الساحة الآلي Automatic Collimator Calibration

على الرغم من أن تصميم محدد الساحة الآلي يختلف فيما بين الصانعين المختلفين، فإن الهدف من معايرة محدد الساحة هو نفسه بالنسبة لجميع محددات الساحة. وأثناء إجراء المعايرة يضبط المهندس صواني الكاسيت بالنسبة لإشارات خرج قياسية من أجل كل حجم كاسيت مختلف. ويتم إرسال إشارات الخرج إلى منطق التحكم حيث تتم مقارنتها مع جهود مرجعية مضبوطة بشكل دقيق. بعد ذلك يتم ضبط منطق التحكم ليعطي إشارات قيادة المحرك الصحيحة إلى دارات قيادة شفرات التحديد في محدد الساحة. وأخيراً، يتم توصيل واختبار جميع أقفال التعريض لمحدد الساحة.

تُنتِج صينية كاسيت التحسس للحجم مقاومة محددة عندما يتم وضع الكاسيت في الصينية. ويستخدم كل صانعي صينية الكاسيت نفس القيم الموحَّدة لمقاومات الخرج، الأمر الذي يجعل الإعداد أكثر سهولة. وفيما يلي قائمة بقيم الخرج الموحَّدة لكل حجم الكاسيت.

حجم الكاسيت	الخرج (بالأوم)
٥ إنش (١٢ سم)	٦٠
٧ إنش (١٨ سم)	٢٠٧
٨ إنش (٢٠ سم)	٢٨٠
١٠ إنش (٢٥ سم)	٤٢٧
١١ إنش (٢٨ سم)	٥٠٠
١٢ إنش (٣٠ سم)	٥٧٣
١٤ إنش (٣٥ سم)	٧٢٠
١٧ إنش (٤٣ سم)	٩٤٠

وبالنسبة لصواني الكاسيت اليدوية، فإنه يتم وضع كاسيت فيلم في الصينية وبعد ذلك قفله في مكانه في الاتجاه الجانبي أو المتقاطع مع الطاولة بواسطة ملقط تثبيت أمامي وخلفي. يتم وصل هذه الملاقط ميكانيكياً مع علبة تروس ترتبط بمقياس جهد. يُنتِج مقياس الجهد مقاومة تتوافق مع حجم الكاسيت بالاتجاه الجانبي.

عندما يتم إدخال صينية الكاسيت إلى حجرة المستقبل، فإن رِجْل مُشغِّل ميكانيكي، مُركَّب داخل حجرة المستقبل، تدفع ذراع صينية الكاسيت المُحملة بنابض إلى موقع مقابل لجانب الكاسيت. يتم وصل مقياس جهد ذي تغذية راجعة ميكانيكياً إلى هذا الذراع من أجل الاتجاه "الطولي". إذا لم يكن هناك كاسيت في الصينية، فإن هذا الذراع الجانبي سيستمر بالحركة نحو مركز الصينية ويقوم بتفعيل مفتاح يمنع إشارات الخرج عن صينية الكاسيت. يتم إنجاز معايرة صينية الكاسيت عن طريق ضبط مقاومة خرج مقياسي الجهد وضبط مفتاح التحسس للكاسيت.

معايرة التحسس لحجم صينية الكاسيت Size-Sensing Cassette Tray Calibration

١- ضع صينية كاسيت التحسس للحجم على سطح الطاولة وقم بإزالة الغطاء لكشف أدوات الضبط.

٢- ضع كاسيت قياس ٨ × ١٠ إنش في الصينية وثبِّته في مكانه، وتأكد من توسيط الكاسيت.

٣- حرِّك الذراع الجانبية إلى الموقع من خلال تطبيق ضغط على كعب الذراع (وليس نهاية الذراع). حرِّك الذراع حتى يستقر بثبات مقابل جانب الكاسيت ومن ثم ثبته بإسفين (wedge) في مكانه بواسطة مفك

براغي. إذا تم استخدام آلية تثبيت لتحسس حجم البعد الطولي للكاسيت، ضعها في موقعها بحيث تستقر بثبات مقابل جانب الكاسيت.

٤- تحقق من المقاومة الصحيحة بين الرِّجْل رقم ١ والرِّجْل رقم ٥ من مأخذ الكاسيت من أجل الاتجاه العرضي وبين الرجل رقم ٤ والرجل رقم ٨ من أجل الاتجاه الطولي. ارجع إلى الطاولة في الصفحة السابقة. واضبط إذا لزم الأمر.

٥- قم بتدوير الكاسيت ٩٠ درجة في الصينية وتحقق من أن المقاومات دقيقة من أجل هذا الاتجاه للكاسيت.

٦- استبدل الكاسيت بكاسيت قياس ١٤ × ١٧ إنش وتحقق من القراءات في كلا الاتجاهين. اضبط إذا لزم الأمر.

٧- قم بإزالة الكاسيت وحرّك الذراع الجانبي (أو الملقط) في اتجاه مركز الكاسيت وتحقق من أنه يتم تفعيل مفتاح "وجود الكاسيت" (إضافي) عند النقطة تماماً قبل أن تصل نهاية الذراع إلى حافة فتحة مركز صينية الكاسيت.

٨- كرِّر هذا الإجراء من أجل كاسيت المستقبل الجداري.

يوفِّر بعض الصانعين بوكي من النوع الآلي. ليس هناك حاجة إلى صينية الكاسيت في البوكي الآلي. أجهزة البوكي ذات التلقيم الآلي مزودة بمحركات بشكل كامل وتضع بشكل آلي الكاسيت عند إدخاله في البوكي. عندما يكون الكاسيت في موقع التعريض، يتم التحسس لحجم الكاسيت واختيار المقاومة الصحيحة من شبكة المقاومات. ليس هناك حاجة إلى ضبط الحجم للبوكي الآلي.

تركيب مفاتيح الـ SID Installing the SID Switches

عند هذه النقطة من عملية ضبط محدد الساحة الآلي، ينبغي أن يكون قد تم ضبط الجهود المرجعية لمنطق التحكم ومعايرة صواني الكاسيت. في الخطوة التالية، سوف يتم تركيب مفاتيح الـ SID وضبطها. يعتبر هذا عملية بسيطة، لأن البقعة المحرقية لأنبوب الأشعة السينية قد تم تحديدها بالفعل ومُشار إليها بعلامة على غطاء نهاية أنبوب الأشعة السينية. يتم تركيب مفتاح الـ SID بطريقة يتم فيها تفعيل المفتاح وتمكين دارات القفل المرتبطة به لمحدد الساحة وذلك عندما يكون الأنبوب عند الـ SID المطلوب.

بالنسبة للـ SID العمودي، ينبغي وضع أنبوب الأشعة السينية بحيث تكون البقعة المحرقية ٤٠ إنش فوق سطح الفيلم في مستقبل الطاولة وبعد ذلك قفله في مكانه. تأكد من أن طاولة التصوير الشعاعي في موقع التعريض إذا كانت طاولة التصوير الشعاعي المُركَّبة من النوع القابل للرفع و الخفض. ينبغي تركيب مفتاح الـ SID على دعامة

أنبوب الأشعة السينية وفي قسم ثابت من دعامة الأنبوب. ويتم فعل ذلك بحيث تستطيع الأسلاك الموصولة بالمفتاح الحركة داخلياً على طول دعامة الأنبوب حتى لا يكون هناك فرصة لانفصالها عند تحريك أنبوب الأشعة السينية.

يتم استخدام ماسكة مفتاح لتفعيل مفتاح الـ SID. يجب وضع الماسكة على الجزء المتحرك لدعامة الأنبوب بطريقة ينبغي أن يكون فيها المفتاح مقابل الماسكة مباشرة عندما يكون الأنبوب عند SIDعمودية مقدارها ٤٠ إنش. إن مفتاح الـ SID هو في الواقع مفتاح ميكروي (microswitch) ذو مُشغِّل ميكانيكي من نوع البكرة ويتم تفعيله عندما يدور على الماسكة. وعندما يعمل المفتاح، يتم إرسال إشارة منطقية إلى التحكم بمحدد الساحة للإشارة إلى أن الأنبوب موضوع عند SID مقدارها ٤٠ إنش.

بعد تركيب الماسكة، ينبغي أن يتحقق المهندس من أنه يتم تفعيل المفتاح في الواقع عند SID مقدارها ٤٠ إنش من خلال تحريك أنبوب الأشعة السينية إلى الأعلى والأسفل ومراقبة المفتاح. إذا كان المفتاح يعمل بشكل صحيح، فإنه يمكن توصيل أسلاك الـ SID العمودية التي مقدارها ٤٠ إنش إلى منطق التحكم بمحدد الساحة. ينبغي تكرار هذا الإجراء من أجل أي SID عمودية أخرى يتم استخدامها ولتركيب مفاتيح الـ SID الأفقية.

بالنسبة إلى الـ SID الأفقية، فإنه ينبغي تركيب مفتاح للـ SID ٤٠ إنش وآخر للـ SID ٧٢ إنش (نادراً ما يتم اليوم استخدام الـ SID ٣٦ إنش و ٤٨ إنش). وينبغي تركيب مفتاحي الـ SID على السكك السقفية لدعامة الأنبوب في الموقع الذي تم تعليمه مسبقاً. مرة أخرى، يتم تركيب المفاتيح على سطح ثابت بحيث تبقى أسلاك الـ SID المرتبطة ثابتة في مكانها، ومن ثم، لن تكون هناك فرصة لسحبها من المفتاح. بعد ذلك، ينبغي تركيب الماسكات مباشرة على دعامة الأنبوب المتحركة بحيث يتم تفعيل المفتاح عند مسافة الـ SID الصحيحة. عندما يكون المفتاح و الماسكات مُركَّبة، فإنه ينبغي تحريك دعامة الأنبوب على طول السكة بينما يتحقق المهندس من التشغيل السليم لمفاتيح الـ SID.

الـ SID العمودية المستمرة Continuous Vertical SID

يتضمن بعض تصاميم محدد الساحة الآلي جهاز مراقبة مستمرة للـ SID العمودية. يتبع جهاز مراقبة الـ SID باستمرار الـ SID العمودية و يعرضها عددياً للمجال الكامل لحركة الأنبوب. ويتم اعتبار خيار الـ SID العمودية المستمرة تحديثاً ويُستخدم بدلاً من مفاتيح الـ SID العمودية. ومن ثم ليست هناك حاجة لمعايرة مفتاح الـ SID العمودية ٤٠ إنش.

يتضمن إجراء إعداد الـ SID العمودية المستمرة تحديد الجهد المرجعي عند SID مقداره ٤٠ إنش في منطق التحكم، ومن ثم القيام بعمليات الضبط المناسبة من أجل التّتبع الصحيح فوق مجال الـ SID ٣٦ إنش و ٧٢ إنش. كما يتم تحديد حدود الـ SID العليا والدنيا بحيث يتم منع التعريض عندما يتم تجاوز هذه الحدود. ينبغي لمهندس الخدمة اتباع التوجيهات المحددة المكتوبة من قبل الصانع من أجل إعداد جهاز مراقبة الـ SID المستمرة.

الفحص التشغيلي لمحدد الساحة الآلي Automatic Collimator Operational Checkout

يجب التحقق من دقة نظام محدد الساحة الآلي لجميع أحجام الكاسيت والـ SID التي سيتم استخدامها. ويتم استخدام الاختبار التالي من قبل العديد من فيزيائيي الإشعاع وسيؤكد جميع وظائف نظام PBL. يتم في هذا الإجراء تعريض كاسيت واحد عدة مرات للتحقق من جميع أحجام الكاسيت.

١- ضع أنبوب الأشعة السينية عند SID ٤٠ إنش، وزاوية صفر درجة، وقم بتغذية جميع الأقفال بالطاقة.

٢- أدخل كاسيت ٨ × ١٠ إنش إلى المستقبل عندما يكون محدد الساحة على وضعية النمط الآلي.

٣- ينبغي تحريك شفرات التحديد إلى حجم الحقل الصحيح ومن ثم التوقف. تحقق من حجم الحقل الصحيح كما هو مبين على محدد الساحة. وينبغي أن يكون محدد الساحة في نمط منع التعريض بينما تتحرك شفرات التحديد.

٤- حوِّل محدد الساحة إلى النمط اليدوي (تجاوز (bypass).

٥- قم بإزالة الكاسيت وإدخال كاسيت قياس ١٤ × ١٧ إنش. خذ تعريض يحقق كثافة مقدارها ٠,٥ تقريباً. لا تقم بالتحميض.

٦- قم بإزالة الكاسيت ١٤ × ١٧ إنش و ضعه جانباً.

٧- حوِّل ثانية إلى نمط PBL وأدخل كاسيت قياس ١٠ × ١٢ إنش. عندما تتوقف المحددات عن الحركة، عُد إلى النمط اليدوي وتحقق من إظهار حجم الحقل الصحيح على محدد الساحة.

٨- قم بإزالة الكاسيت ١٠ × ١٢ إنش وأدخل نفس الكاسيت ١٤ × ١٧ إنش الذي تم استخدامه في الخطوة رقم ٥. خذ تعريض باستخدام التقنية نفسها كما في الخطوة رقم ٥.

٩- قم بإزالة الكاسيت ١٤ × ١٧ إنش و ضعه جانباً.

١٠-كرِّر العملية من أجل كاسيت ١١ × ١٤ إنش.

١١-قم بتحميض الفيلم. ينبغي أن يكون قياس كل فيلم مبين بوضوح على الفيلم. إذا لم يكن ذلك، كرِّر الخطوات من ١ إلى ١١ باستخدام تقنية أخف.

١٢-قم بقياس المنطقة المُشعَّعة لكل حجم وسجِّل النتائج. ينبغي أن يكون الطول أو العرض لكل حجم ضمن ٣٪ من الـ SID. إن ٣٪ من ٤٠ إنش تعطي ±١,٢ إنش.

١٣-كرر الإجراء بأكمله للمستقبل الجداري عند SID ٤٠ إنش و ٧٢ إنش.

openkandil.com

١٤-تأكد في نمط الـ PBL أنَّه ليس هناك تعريض ممكن إذا كان الأنبوب مائلاً أكثر من ٣ درجات عن محور الفيلم. وإذا تم تركيب طاولة من النوع القابل للإمالة، تحقق من حقيقة أنه ليس هناك تعريض ممكن إذا كانت الطاولة مائلة أكثر من ٣ درجات عن محور الأنبوب.

إذا كانت أية نتائج من الإجراء آنفاً خارج حدود السماحية، فإنه لا بد من إعادة معايرة نظام تحديد الساحة الآلي. ولعزل منطقة المشكلة، انظر ما إذا كان الخطأ في النسبة المئوية هو نفسه بالنسبة لبوكي الطاولة والبوكي الجداري (في حال استخدام كليهما). إذا كانت كل صواني الكاسيت خارج حدود السماحية، فقد يشير هذا إلى أن إشارة محدد الساحة و/أو ضبط التتبع غير صحيح. تأكد أيضاً من أن إظهار حجم الحقل على محدد الساحة يتوافق مع حجم الحقل الفعلي الذي يتم قياسه. إذا توافق، تحقق من خرج المقاومة لكل صينية كاسيت.

التحكم الآلي بالتعريض Automatic Exposure Control

يتوفر نظام التحكم الآلي بالتعريض، أو باختصار الـ AEC، كخيار في معظم مولدات الأشعة السينية. يمكن لمولد الأشعة السينية المُجهَّز بخيار الـ AEC إنتاج أفلام أكثر ثباتاً في النوعية من ذلك الذي يوفِّر تقنيات يدوية فقط. ونظراً لأنه يتم تنفيذ عمليات "إعادة تصوير" أقل أيضاً في الغرفة المُجهَّزة بـ AEC، فإن معظم فنيي الأشعة السينية، وكذلك معظم أخصائيي الأشعة، يطلبون أن تتضمن تجهيزاتهم خيار الـ AEC.

تتحسس وحدة الـ AEC إشعاع الأشعة السينية المُعطى إلى المريض ومن ثم ينهي التعريض آلياً عندما يتم الوصول إلى كثافة الفيلم المثلى. يمكن لمعظم وحدات الـ AEC استيعاب عدة تركيبات مختلفة من فيلم/شاشة وعادة ما توفر وسيلة لتعويض كثافة الفيلم. وتقوم وحدة الـ AEC المُعايرة بشكل صحيح باستمرار بإعادة إنتاج كثافات فيلم مثلى بغض النظر عن حجم المريض.

عند استخدام الـ AEC، يختار فني الأشعة السينية فقط إعدادات الـ kVp والـ mA كما يفعل عادة في التعريض اليدوي. ومع ذلك، نظراً لأنه يتم التحكم الآن بزمن التعريض من قبل وحدة الـ AEC، فإن الفني يختار بدلاً من ذلك زمناً احتياطياً على لوحة التحكم. هناك حاجة للزمن الاحتياطي كإجراء وقائي حتى إذا فشل الـ AEC في العمل بشكل صحيح، فإن وحدة الأشعة السينية ستنهي التعريض عندئذ. وعادة ما يتم ضبط مؤقت الاحتياط على زمن أطول بكثير من زمن التعريض المتوقع (أي، عند ١- ٢ ثانية).

تتألف وحدة الـ AEC من ثلاثة عناصر رئيسية. يتحسس **الكاشف** أو **اللاقط**، الذي يقع في مجموعة مستقبل الصورة، إشعاع الأشعة السينية الذي يتم إعطاؤه للمريض. يتم وصل الكاشف من خلال كبل مُحجَّب إلى **لوحة التحكم** التي تقوم بتحويل إشارة خرج الكاشف إلى إشارة إيقاف التعريض التي يتم إرسالها بعد ذلك إلى مولد

الأشعة السينية. وأخيراً، يجب أن يكون لوحدة الـ AEC (باستثناء النوع ذو الحالة الصلبة الذي تتم مناقشته فيما يلي)، تغذية مُنظَّمة ذات جودة عالية من أجل تحقيق تحكم ثابت بالتعريض.

الكاشف The Detector

بما أنه يتم استخدام مجموعة الكاشف للتحسس للإشعاع، فإنه لا بد من وضعها في مسار شعاع الأشعة السينية، وعادة مباشرة أمام كاسيت الفيلم في مستقبل الصورة. إن وظيفة الكاشف هي التحسس لإشعاع الأشعة السينية الذي مر خلال المريض وتحويل تلك الطاقة الإشعاعية إلى إشارة كهربائية يتم إرسالها إلى وحدة التحكم حيث يتم استخدامها للتحكم بمدة التعريض. توجد حالياً ثلاثة أنواع مختلفة من وحدات الـ AEC في الاستخدام اليوم ويتم التمييز بينها وفقاً لنوع الكاشف المُستخدَم.

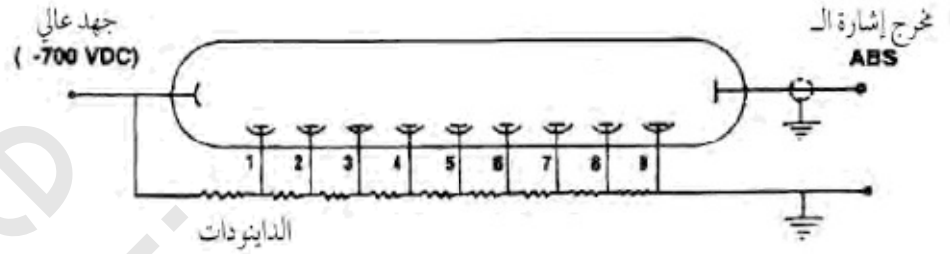
إذا احتوى الكاشف على واحد أو أكثر من **أنابيب المضاعفات الضوئية** (photomultiplier tubes)، فإنه تتم الإشارة إلى وحدة الـ AEC على أنها مؤقت ضوئي (phototimer). كان المؤقت الضوئي النوع الأول لوحدة الـ AEC، الذي عرضه مُصَمِّمه Paul Hodges في عام ١٩٤٢. ولقد كان له تأثير كبير على التصوير الشعاعي، وكان يُستخدَم على نطاق واسع، وكثيراً ما يشير مهندسو الخدمة اليوم إلى أي وحدة الـ AEC على أنها مؤقت ضوئي.

تتألف مجموعة الكاشف ذي المؤقت الضوئي (التي يُشار إليها أحياناً على أنها مجذاف (paddle)) من شاشة متألقة مُغطاة بغطاء مانع للضوء بشكل محكم. إن الغاية من هذه الشاشة المتألقة هي تحويل إشعاع الأشعة السينية إلى طاقة ضوئية. وهناك "نافذة" على إحدى حواف الكاشف للسماح للضوء بالخروج. إن أنبوب المضاعف الضوئي، أو PMT، متصل ضوئياً إلى المجذاف عند نافذة الخروج ويقوم بتحويل الطاقة الضوئية إلى إشارة تيار كهربائي يتم تضخيمها وإرسالها مرة أخرى إلى التحكم بالـ AEC من أجل معالجة إضافية.

إن الـ PMT هو نوع خاص من أنابيب التضخيم المُفرَّغة التي تتكون من مهبط ضوئي حساس للضوء، وسلسلة من الداينودات (dynodes)، ومصعد (انظر الشكل رقم ٢٦). إن الـ dynode هو إلكترود خاص يُستخدَم لتضخيم الإشارة. يقوم المهبط الضوئي بتحويل الطاقة الضوئية إلى تيار من الالكترونات التي تضرب بعد ذلك الـ dynode الأول. في الجوهر، إذا ضرب إلكترون واحد سطح الـ dynode، فإن ذلك الـ dynode سوف يطلق من ٥ إلى ٧ إلكترونات ثانوية. وبالتالي يمكن تحقيق تضخيم عال جداً باستخدام ٩ dynodes (أو أكثر) على التوالي. يتم إرسال إشارة تيار إعادة الوضع (الراحة resting) من مصعد الـ PMT إلى دارة التحكم بالـ AEC.

يشيع استخدام الـ PMT في دارات التحكم بالتعريض لتجهيزات الأشعة السينية؛ لأنه يوفر تشغيلاً موثوقاً به جداً وخال من المشاكل. ومع ذلك، فإنه يتطلب تغذية بالجهد عالية نسبياً (٦٠٠ فولت مستمر إلى ١٠٠٠ فولت مستمر) للتشغيل. بالإضافة إلى ذلك، يجب أن يُقدِّم مصدر الطاقة هذا خرجاً مُنظَّماً وخالياً من الضجيج لتحقيق

الأداء الأمثل اللازم للتحكم بتعريض ثابت. يضبط المهندس، خلال معايرة الـ AEC، ربح الـ PMT عن طريق ضبط مقدار الجهد العالي المُطبَّق عليه.



الشكل رقم (٢٦). أنبوب مضاعف ضوئي (PMT). إن الداينودات (dynodes) (إلكترودات خاصة تُستخدم لتضخيم الإشارة) موصولة على التسلسل لتحقيق تضخيم الجهد.

يستخدم النوع الثاني من كواشف الـ AEC حجرة أيونات (ion chamber) بدلاً من الـ PMT لتحويل الإشارة. يتم احتواء حجرة الأيونات داخل مجموعة الكاشف ويتم وضعها أيضاً مباشرة أمام الفيلم في المستقبل كما هو الحال بالنسبة للكاشف ذي المؤقت الضوئي. ولكن بدلاً من القيام بالتحويل الضوئي، تستخدم هذه الكواشف الأثر المؤيِّن لإشعاع الأشعة السينية. عندما تضرب الأشعة السينية حجرة الأيونات، فإنها تؤيِّن الغاز داخلها، مما يؤدي إلى إنتاج جهد كهربائي عبر الحجرة.

يتم، في الواقع، عادة وصل مضخم أولي إلى مجموعة الكاشف. يوفِّر المضخم الأولي التكييف المطلوب للإشارة الأولية قبل إرسالها إلى وحدة التحكم بالـ AEC لمزيد من المعالجة. تتطلب حجرة الأيونات جهد تغذية مُنظَّماً في المجال من ٣٠٠ فولت مستمر إلى ٤٠٠ فولت مستمر. عموماً، يتم إجراء عمليات الضبط في المضخم الأولي من أجل موازنة خرج كل حجرة أيونات. وفيما عدا ذلك، فإنه يتم تنفيذ جميع عمليات الضبط الأخرى في قسم المضخم في وحدة التحكم بالـ AEC.

يستخدم النوع الثالث من وحدة الـ AEC الكاشف ذا الحالة الصلبة. إن الكاشف ذا الحالة الصلبة هو أداة تحسس مخرج يتم وضعها عادة في حزمة الأشعة السينية، وراء الفيلم تماماً. يكشف الحساس إشعاع الأشعة السينية الذي مر خلال المريض وكاسيت الفيلم ويرسل إشارة كهربائية متوافقة إلى وحدة التحكم بالـ AEC.

obeikandl.com

إن مبدأ تشغيل الكاشف ذي الحالة الصلبة بسيط جداً. إذا تم وضع ديود، على سبيل المثال، في مسار حزمة الأشعة السينية، فإنه سيقوم بتوصيل تيار. تتناسب كمية التيار التي يُنتجها الديود مع كمية الإشعاع الذي يضربه. يستخدم الكاشف ذو الحالة الصلبة هذا المبدأ نفسه للعمل. وهو عملياً ذاتي التغذية.

إن مزايا هذا النوع من الكواشف هي صغر حجمه وتصميمه القوي للغاية. ولكن الأهم من ذلك هو أنه وحدة الـ AEC الوحيدة التي لا تحتاج إلى تغذية لانحياز الكاشف. إن صغر حجم الكاشف ذي الحالة الصلبة يجعله مثالياً للاستخدام في تجهيزات التصوير الشعاعي للثدي.

التحكم بالـ AEC AEC Control

كما ذُكر، يتم تحويل الإشعاع إلى إشارة تيار عندما يضرب الكاشف. ويتم دمج إشارة الخرج من الكاشف في وحدة التحكم بالـ AEC. وبعد معالجة أولية يتم تحويل الإشارة إلى انحدار (ramp) جهد تمثيلي يتم تغذيته بعد ذلك إلى مقارن في وحدة التحكم. تتم هنا مقارنة مستوى انحدار الجهد مع جهد مرجعي. ومع إشارة الانحدار، فإن مستوى الجهد سوف يزداد باطراد أثناء التعريض. وعندما يتطابق مستوى الانحدار مع الإشارة المرجعية المُعايَرة، فإنه يتم توليد إشارة إيقاف التعريض وإرسالها إلى وحدة التحكم بالأشعة السينية.

يتم ضبط القيمة الفعلية للإشارة المرجعية خلال معايرة الـ AEC وتعتمد على العوامل التي تم اختيارها في وحدة تحكم المُشغِّل. وتشمل هذه العوامل: إعداد الـ kVp، وتعويض كثافة الفيلم المُختار، ونوع الفيلم/الشاشة. ويجب أخذ هذه البارامترات في الاعتبار عندما يقوم المهندس بتنفيذ معايرة الـ AEC.

يوفِّر التحكم بالـ AEC طاقة مُنظَّمة أيضاً للكاشف (سواء كان PMT أو حجرة أيونات). إن جهود التغذية مهمة جداً لأداء كاشف، وبالتالي فإن التغذية بالطاقة يجب أن تكون ذات جودة عالية وموثوق بها للغاية. إن جهد التشغيل الأمثل لأنبوب المضاعف الضوئي هو ٧٠٠ فولت مستمر، ولكن يمكن أن يتراوح بين ٦٠٠ فولت مستمر و ١٠٠٠ فولت مستمر. خارج مجال التشغيل المحدد يصبح أنبوب المضاعف الضوئي غير خطي، وسيكون له أيضاً نسبة منخفضة للإشارة إلى الضجيج. يضبط المهندس هذا الجهد خلال المعايرة.

من ناحية أخرى، تتطلب حجرات الأيونات جهداً أقل من ذلك بكثير في المجال ٣٠٠- ٤٠٠ فولت مستمر. ولكن عادة ما يكون هذا الجهد ثابت، ومن ثم لن يتم ضبطه خلال المعايرة. ويحتاج المهندس فقط إلى التحقق من أنه عند المستوى الصحيح.

معايرة الـ AEC AEC Calibration

ينبغي أن تكون معايرة الـ AEC واحدة من المهام الأخيرة التي يتم تنفيذها في التركيب وذلك لعدة أسباب. بادئ ذي بدء، يجب محاذاة ومعايرة أنبوب الأشعة السينية؛ لأن استجابة كاشف الـ AEC تعتمد إلى حد كبير على الـ kVp المُختار وعلى موقع حقل الأشعة السينية. ثانياً، لمعايرة الـ AEC بشكل صحيح، يحتاج مهندس الخدمة إلى

استخدام نوع دقيق من الأفلام والكاسيتات التي سيتم استخدامها في الغرفة الجديدة. وفي كثير من الأحيان، لا يتم توريد الكاسيتات والأفلام التي سيتم استخدامها في الغرفة الجديدة إلى الموقع حتى يتم الانتهاء من الغرفة.

أخيراً، والأهم من ذلك، يجب أن يكون جهاز تحميض الأفلام في حالة تشغيل ومستقر قبل التمكن من إجراء معايرة الـ AEC. ينبغي أن يكون جهاز تحميض الأفلام قيد التشغيل لعدة أيام (على الأقل) بحيث يمكن إجراء اختبار ضبط الجودة على جهاز التحميض للتأكد في الواقع من استقرار درجة الحرارة والمواد الكيميائية. إذا تم مواجهة أي مشاكل مع جهاز تحميض الأفلام، فلا بد من تصحيحها قبل الشروع في هذه المعايرة. ولا يمكن التأكيد على هذه النقطة بما فيه الكفاية.

إن الهدف من معايرة الـ AEC هو تحقيق كثافة الفيلم المطلوبة (على النحو الأمثل 1.2 D) للتركيبة الخاصة فيلم/شاشة المُستخدمة. ينبغي أن تبقى الكثافة ثابتة على المجال الكامل للـ kVp وأحجام المرضى. وتتكون أجهزة الاختبار اللازمة لمعايرة الـ AEC من فانتوم تصوير شعاعي متجانس (عادة من الأكريليك)، ومقياس كثافة فيلم[٢٠]. ويتم في الصفحات التالية وصف الإجراء العام لمعايرة وحدة AEC نموذجية. وكما هو عادة، اتبع إجراءات الصانعين عندما تكون متاحة.

يتم استخدام فانتوم التصوير الشعاعي لمحاكاة الكثافة لمريض متوسط. وتُستخدم الفانتومات بسبب عمليات التعريض العديدة التي سيتم أخذها خلال معايرة الـ AEC. وعلى الرغم من أن الفانتوم يحاكي بشكل وثيق الأنسجة البشرية، فإنه لا يمكنه إنتاج الآثار الفعلية على المريض تماماً. وبالتالي، يجب على مهندس الخدمة العودة إلى المنشأة عندما يتم تصوير المرضى الأوائل من أجل "التوليف الدقيق" لعمليات ضبط الكثافة.

التحقق من اختيار الحقل (الكاشف ثلاثي الحقل)
Field Selection Verification (Three Field Detector)

١- ركّب أجهزة الاختبار لقياس زمن التعريض بدقة إذا لم يتم إظهار زمن التعريض الفعلي على اللوحة الأمامية للتحكم. إذا تم إظهار الوقت الفعلي، فإنه ينبغي التحقق من الدقة خلال معايرة أنبوب الأشعة السينية.

٢- قُم بتغطية الحقول الثلاثة بحجاب من الرصاص.

٣- اختر حقل الكاشف اليساري في منصة التحكم، وخذ تعريضاً، وتحقق من أن الوقت الفعلي للتعريض يساوي الوقت الذي تم تحديده على المؤقت الاحتياطي.

٤- قُم بإزالة الحجاب الرصاصي من الحقل اليساري فقط.

---

(٢٠) يمكن شراء الفانتومات من العديد من مورِّدين أفلام وإكسسوارات الأشعة السينية. وإذا كان الفانتوم غير متوفر، فإنه يمكن استخدام دلو ماء بلاستيكي مملوءة بـ ٨ إنش ماء لمحاكاة كثافة الحجم العادي للبالغين. كما يمكن شراء الأكريليك محلياً ويُستخدم بشكل شائع. اشتر أوراق بسماكة ١ إنش وقم بتقطيعها بالأبعاد التي يكون من السهل التعامل معها وتظل تغطي جميع الحقول الثلاثة (على سبيل المثال، ١٢ إنش × ١٢ إنش). إن ١٢ لوحة أكريليك ينبغي أن تكون كافية (١ إنش ماء يساوي ١ إنش أكريليك).

٥- خذ تعريضاً آخر وتحقق من أن التعريض ينتهي فوراً (٨,٣ ميلي ثانية أو أقل) من خلال الحقل اليساري المُختار.

٦- إذا كان التعريض ينتهي فوراً، تكون عندئذ مكونات الحقل اليساري موصولة بالأسلاك بشكل صحيح ويمكن الآن تنفيذ نفس الاختبار على الحقل اليميني، ومن ثم على الحقل الأوسط.

٧- إذا ذهب المولد إلى الزمن الاحتياطي أثناء اختبار الحقول الأخرى، فلا بد من إعادة توصيل أسلاك الكاشف حتى تتطابق مفاتيح اختيار الحقل على لوحة التحكم بالمولد مع الحقل الذي يتم تغذيته بالطاقة.

بعد الانتهاء من إعادة توصيل الأسلاك كرِّر الاختبار لكل حقل على حدة.

ضبط انزياح الـ AEC AEC Offset Adjustment

كما ذُكر آنفاً في هذا القسم، فإن كافة أجهزة الـ AEC تحصل على إشارة تمثِّل كمية الإشعاع المُعطاة إلى الكاسيت. بعد ذلك يتم إرسال هذه الإشارة إلى وحدة التحكم بالـ AEC حيث يتم معالجتها من خلال عدة مراحل مضخمات. ولا بد من ضبط انزياح هذه المضخمات قبل الشروع في المعايرة. ونظراً لأن تصميم الصانعين لدارات الـ AEC يتفاوت بشكل كبير، يرجى الرجوع إلى تعليمات المخططات التوضيحية أو تعليمات الصانعين لإجراء عمليات ضبط الانزياح.

ضبط ربح الـ AEC AEC Gain Adjustment

١- قُم بمحاذاة أنبوب الأشعة السينية بالنسبة لمستقبل الصورة و SID ٤٠ إنش.

٢- ضع فانتوم للبالغين ذو حقل مسطح (متجانس) على كامل الكاشف وتأكد من أن الحقول الثلاثة مُغطاة بالكامل.

٣- اختر ٨٠ كيلو فولت، و ٢٠٠ ميلي أمبير، والنمط اليدوي (AEC مغلق).

٤- خذ تعريضاً يُنتج كثافة مقدارها 1.2 D، مثلما يتم قياسها بواسطة مقياس كثافة مُعاير، وسجِّل زمن التعريض (ملاحظة: تأكد من أن زمن التعريض أكبر من ٣٠ ميلي ثانية للتخلص من أثر الاستجابة للزمن القصير للـ PMT!). قد يكون هناك حاجة إلى عدة تعريضات.

٥- انتقل إلى نمط الـ AEC واختر الحقل الأوسط، وكثافة عادية (تعويض الكثافة يساوي الصفر)، وسرعة الفيلم الصحيحة، (أي منخفضة، أو متوسطة، أو عالية) للفيلم الذي يتم استخدامه في الغرفة. ضع كاسيت فارغ في الصينية لحساب إشعاع التبعثر الخلفي.

٦- اضبط ربح الكاشف حتى يتساوى زمن التعريض الفعلي الذي تم الحصول عليه بواسطة الفانتوم مع الزمن الذي سجلته في الخطوة رقم ٤.

obeikandl.com

تأكد من أن مفاتيح (pots) الربح الفردية لكل حقل هي في المنتصف قبل البدء في ضبط الربح. يتم ضبط الزمن في المؤقت الضوئي من خلال تغيير الجهد العالي الذي يتم تطبيقه على الـ PMT. وبالنسبة لحجرة الأيونات، فإنه يتم ضبط الربح أولاً في المضخم الأولي للكاشف، ومن ثم يتم توفير ضبط دقيق في المكامل في لوحة التحكم.

موازنة الكاشف ثلاثي الحقول Balancing the Three Detector Fields

يجب، في وحدة الـ AEC المُعايرة بشكل صحيح، على كل حقل فردي من الكاشف إنتاج الكثافة نفسها من أجل تعريض وسماكة مريض محددة. ويجب على مهندس الخدمة ضبط الحقل اليساري واليميني ليتطابقا مع الحقل الأوسط (المُعاير آنفاً).

١- اختر حقل الكاشف اليساري واضبط مقياس جهد الربح لهذا الحقل المحدد ليتطابق مع زمن التعريض الذي تم الحصول عليه للحقل الأوسط.

٢- كرِّر هذا الإجراء لحقل الكاشف اليميني

تعويض الكيلو فولت kVp Compensation (kVp)

نظراً لأن خصائص امتصاص الإشعاع تتغير عند إعدادات مختلفة للـ kVp، فإنه يجب إجراء تعويض للـ kVp في جميع وحدات الـ AEC. ويضمن هذا الإجراء كثافات ثابتة على كامل مجال الـ kVp.

١- اختر ١٢٠ كيلو فولت وحافظ على جميع الإعدادات الأخرى نفسها من الإجراء السابق. أضف مواد فانتوم إضافية لمحاكاة مريض كبير (أي ما مجموعه ١٢ إنش أكريليك أو ماء).

٢- خذ تعريضاً مع الفيلم الموضوع في الكاسيت. تأكد من أن زمن التعريض أكبر من ٣٠ ميلي ثانية (قُم بتخفيض إعداد الميلي أمبير إذا لم يكن كذلك). قُم بتحميض الفيلم وقياس الكثافة. إذا لم تكن 1.2 D (اسمياً)، اضبط مقياس جهد تعويض الـ kVp (ضبط kVp عالي) حتى يتم التوصل إلى الكثافة المطلوبة.

٣- اختر ٦٠ كيلو فولت، و ٢٠٠ ميلي أمبير، والمحرق الكبير، وقلِّل سماكة الفانتوم لمحاكاة مريض صغير (أي ٦ إنش أكريليك/الماء). قُم بأخذ تعريض وتحميض الفيلم وقياس الكثافة. اضبط مقياس جهد تعويض الـ kVp (ضبط kVp منخفض) للحصول على كثافة 1.2 D. تحقق ثانية من الـ kVp؛ لأن عمليات الضبط هذه قد تتفاعل مع بعضها.

تعويض الزمن القصير (فقط من أجل PMT) Short Time Compensation (For PMT Only)

إن استجابة الـ PMT ليست خطية عند أزمنة التعريض القصيرة جداً. ومن ثم، يجب أن يكون للمؤقتات الضوئية دارات إضافية للتعويض عن مشكلة الخطية هذه. ويتم فيما يلي وصف الإجراء لضبط دارة تعويض الزمن القصير.

obeikandl.com

١- اختر ٨٠ كيلو فولت، و ٨ إنش أكريليك، و إعداد كثافة صفر.
٢- اختر إعداد الـ mA الذي سوف يحقق زمن تعريض أقل من ١٠ ميلي ثانية.
٣- قُم بأخذ تعريض وتحميض الفيلم. اضبط مقياس جهد تعويض الزمن القصير للحصول على كثافة مقدارها 1.2 D (كثافة).

وأخيراً، يجب على مهندس الخدمة التحقق مما إذا كانت دارة تعويض الكثافة (±D) تعمل بشكل صحيح. تحقق من مواصفات الصانع فيما يتعلق بزيادات الكثافة. على سبيل المثال، ينبغي للإعداد + ١,٢٥ على لوحة التحكم أن يُنتِج فيلماً مظلماً أكثر بنسبة ٢٥٪ من الإعداد "صفر". تحقق من هذا لجميع اختيارات تعويض الكثافة.

الاختبار النهائي
Final Testing

الآن وقد تمت معايرة جميع الأجهزة في غرفة الأشعة السينية وضبطها وفقاً للمواصفات، فإن الغرفة ينبغي أن تكون جاهزة للاستخدام. ومع ذلك يجب قبل "تسليم" الغرفة تنفيذ اثنين من المهام الهامة. بسبب إجراءات المحاذاة والضبط العديدة التي تم تنفيذها من قبل مهندسي الخدمة خلال التركيب، فمن المحتمل أنه تم إغفال بعض البنود. ولذلك ينبغي إجراء تفقد نهائي للغرفة لضمان أن جميع التجهيزات تعمل كما هو محدد من قبل الشركة الصانعة. عندما يتم الانتهاء من الاختبار النهائي، فإنه ينبغي تنظيف الغرفة وتلميعها بالكامل.

يجب إجراء فحص نهائي من قبل كبير مهندسي الخدمة الذي لم يكن واحداً من اللذين قاموا بالتركيب الفعلي. يتم ذلك من أجل التخلص من أي انحياز قد يكون موجوداً عند اختبار الغرفة. ينبغي اختبار جميع العناصر الموجودة في الغرفة خلال الفحص النهائي للغرفة. وفيما يلي قائمة فحص مرجعية لاستخدامها عند إجراء الفحص. يمكن لمهندس الخدمة استخدام قائمة الفحص المرجعية هذه نفسها كفحص نهائي بعد إنجاز الصيانة الوقائية. ويجب تنفيذ هذا الفحص إضافة إلى اختبار المطابقة المطلوب بموجب القانون.

قائمة فحص التركيب/الصيانة الوقائية (PM)
Installation/Pm Checklist

دعامة الأنبوب The Tube Support

١- افحص توصيلات الأسلاك والوصلات الكهربائية.
٢- افحص ثني الكابلات.

obeikandi.com

٣- افحص حركة دعامة الأنبوب.
٤- تأكد من أنه تم ضبط جميع الأقفال بشكل صحيح.
٥- افحص مجموعة الأوزان المعاكسة.
٦- افحص أدوات تركيب الأنبوب.
٧- تحقق من محاذاة الأنبوب بالنسبة إلى المستقبلات.
٨- افحص جميع اللمبات والمؤشرات.
٩- تحقق من دقة مؤشر الـ SID.
١٠-تأكد من أن جميع الأغطية في مكانها ومُثبَّتة.

الطاولة The Table

١- افحص حركة سطح الطاولة.
٢- افحص الحركة العمودية.
٣- افحص تشغيل الأقفال.
٤- افحص البوكي وصينية الكاسيت.
٥- تحقق من أقفال السلامة.
٦- افحص جميع اللمبات والمؤشرات.

المستقبِل الجداري The Wall Receptor

٧- افحص الحركة العمودية.
٨- افحص ضبط القفل.
٩- افحص مجموعة الأوزان المعاكسة.
١٠-افحص البوكي وصينية الكاسيت.

المولد/التحكم The Generator/Control

١١-تأكد من أن جميع التوصيلات الكهربائية آمنة.
١٢-افحص جميع المؤشرات واللمبات.
١٣-تأكد من أن جميع أنماط التشغيل جاهزة للعمل.
١٤-افحص جميع المفاتيح والأزرار والمقابض.

obeikandi.com

وحدة محول الجهد العالي The High Voltage Transformer Unit

١- افحص كابلات ووصلات الجهد العالي.

٢- تحقق من جميع توصيلات واجهة الربط للمولد.

٣- افحص مستوى الزيت في المحول.

٤- تأكد من أن جميع الأغطية في مكانها ومُثبَّتة بشكل آمن.

أنبوب الأشعة السينية The X-ray Tube

١- تأكد من أن نهايات كبل الجهد العالي نظيفة، ومُشحَّمة بشكل كاف، ومشدودة بشكل آمن.

٢- افحص سطوح ارتكاز (رولمانات) الجزء الدوار (الصوت والسرعة).

٣- افحص معايرة الأشعة السينية (بشكل غير تداخلي)- سجِّل نتائج المعايرة في نموذج المعايرة.

٤- خذ فيلم اختبار باستخدام فانتوم دقة التمييز (الوضوحية) مثل شبكة فطائر (pie mesh) أو فانتوم بزوج خطوط للتأكد من دقة تمييز الأنبوب.

٥- تحقق من حجم البقعة المحرقية للأنبوب.

محدد الساحة The Collimator

١- اختبر لمبة التشغيل.

٢- تحقق من دقة مؤشر الـ SID.

٣- تحقق من دقة الحقل الضوئي.

٤- تحقق من الحجم الفعلي لحقل الأشعة السينية مع مؤشرات حجم الحقل.

٥- تحقق من تشغيل النظام الآلي.

الـ AEC The AEC

١- اختبر تشغيل الـ AEC بواسطة فانتوم حقل مسطح.

٢- تحقق من الكثافة الصحيحة (أي 1.2 D).

٣- اختبر قابلية تكرار التعريض.

٤- اختبر الحجرات الثلاث فيما يتعلق بالتوازن الصحيح.

٥- اختبر وظيفة المؤقت الاحتياطي.

وأخيراً، ينبغي لمهندس الخدمة فحص سطوح جميع التجهيزات للكشف عن علامات، أو طعجات، أو خدوش كانت قد حدثت أثناء عملية التركيب. إذا لزم الأمر، ينبغي للمهندس "إصلاح" أية عيوب للسطح. ينبغي

obeikandi.com

تنظيف جميع السطوح بشكل كامل جيداً لإزالة الشحوم وبصمات الأصابع. وينبغي استهلاك مقدار جيد من الوقت في تنظيف التجهيزات بحيث تلمع حقاً. وبما أن الزبون، على الأرجح، يدفع الكثير من الأموال مقابل تجهيزات الأشعة السينية الجديدة، فإنه ينبغي أن تكون في حالة "صالة عرض" عند الانتهاء من عملية التركيب.

بالإضافة إلى ذلك ينبغي لمهندس الخدمة وضع قائمة بأية بنود عالقة بخصوص الغرفة التي تحتاج إلى معالجة. يمكن تصحيح هذه البنود خلال مرحلة متابعة التركيب (انظر فيما يلي).

تدريب المستخدم في الموقع
User Inservicing

قبل التمكن من تسليم الغرفة للاستخدام، يجب أن يتعلم كادر المستشفى كيفية تشغيل التجهيزات بأمان. ويُشار إلى تقديم عرض تشغيل التجهيزات بأنه تدريب المستخدم في الموقع. إن تدريب الكادر الطبي هو جزء مهم جداً من عملية التركيب. وفي الواقع، كثيراً ما يتوقف نجاح أو فشل غرفة مُركَّبة حديثاً على مقدار راحة الكادر في تشغيل التجهيزات الجديدة.

يفشل العديد من منظمات الخدمة في إدراك أهمية تدريب المستخدم في الموقع. ومن الشائع السماع عن حالات تم فيها تركيب غرفة جديدة في مستشفى، ولكن الفنيين يفضلون إلى حد كبير استخدام غرفة أخرى "قديمة" بدلاً من ذلك. وعند السؤال لماذا ذلك، فقد أجابوا بقائمة طويلة من الشكاوى حول التجهيزات- لقد كان معظمها مشاكل تشغيلية. نظر الكادر إلى المشاكل على أنها ذات صلة بالتجهيزات، ونتيجة لذلك، كان له رأي سلبي عن التجهيزات (وكذلك تاجر التجهيزات). والتعليق الذي كثيراً ما يتم سماعه هو أن التاجر قام بعملية البيع ومن ثم تخلى عن الزبون.

ينبغي القيام بتدريب المستخدم في الموقع من قبل عضو ذي خبرة لدى تاجر التجهيزات، وعادة ما يُسمى **أخصائي التطبيقات**. يمكن لكبير مهندسي خدمة الأشعة السينية تنفيذ هذه المهمة إذا كان ضليعاً في تقنيات التصوير وتحديد مواقع التصوير الشعاعي. ينبغي لتاجر التجهيزات بالإضافة إلى رئيس فنيي الأشعة السينية في المنشأة وضع جدول زمني للتدريب في الموقع بعد الانتهاء من التفقد النهائي للغرفة. وينبغي تقديم التدريب في الموقع في أوقات مختلفة لكل الورديات (المجموعات) لضمان أن كل شخص يستطيع حضور الدورة. وينبغي استخدام قائمة حضور في كل عملية تدريب في الموقع لضمان أن جميع أعضاء الكادر قد تم تدريبهم في الموقع.

يجب أن يشمل التدريب الصحيح في الموقع دائماً مراجعة كتيبات التشغيل بحيث يعرف الفنيون بالضبط أين يبحثون عن المعلومات إذا عانوا من صعوبات مع التجهيزات. ينبغي للممثل الذي يعطي التدريب في الموقع بعد ذلك تقديم عرض عملي، مبيناً التشغيل الأساسي للتجهيزات، والتعامل الآمن، وأية صفات خاصة تتوفر في الوحدة.

وأخيراً، ينبغي أن يكون شخص التطبيقات حاضراً عندما يتم استخدام التجهيزات لأول مرة على مرضى فعليين للتأكد من أن التجهيزات تعمل وفقاً لرضا الزبون ولتقديم المساعدة أيضاً إذا لزم الأمر.

المتابعة
Follow-up

بعد وضع الغرفة في الاستخدام لمدة شهر، فإن هناك حاجة لزيارة متابعة للتأكد من أن الغرفة تعمل بشكل صحيح، ولمعرفة ما إذا كان الزبون قد واجه أية مشاكل مع التجهيزات. وهناك دائماً فترة "توقف" أيضاً في التجهيزات الجديدة حيث تنحل بعض المكونات من الاستخدام، أو يمكن لضبط المعايرة الانحراف قليلاً. ويجب عادة التحقق من معايرة أنبوب الأشعة السينية أيضاً وضبطها في هذا الوقت.

وفي هذا الوقت يقدِّم كادر المستشفى إلى مهندس الخدمة قائمة من البنود الإضافية التي يجب معالجتها. من المهم جداً فحص هذه القائمة بعناية قبل اتخاذ أي إجراء خدمة. قد يكون العديد من البنود المُدرجة في القائمة ذات صلة بمنطقة مشكلة واحدة، أو يمكن أن تحتوي القائمة على مشاكل ذات صلة بالمُشغِّل وينبغي أن تتم معالجتها من قبل أخصائي التطبيقات. ويمكن أن تشير القائمة أيضاً إلى أعراض فشل حاد في التجهيزات.

يمكن اتخاذ الإجراءات التصحيحية بعد تدقيق القائمة بعناية. عند حل كل بند من البنود، ينبغي وضع علامة التحقق عليه في القائمة. ويتم القيام بذلك بحيث إنه عند انتهاء الخدمة، يمكن لمهندس الخدمة عرض الإجراءات التصحيحية التي تم اتخاذها من أجل كل نقطة في القائمة.

openkandil.com