

TUTORIEL SUR L'USAGE CORRECTE DE L'INDICATEUR DE PURETÉ DU FAISCEAU

Neutronographie est une méthode du contrôle non-destructif, ressemblant la radiographie à rayons x, ayant neutrons comme source de radiation qui expose le film. Dû à la différence substantielle entre la radiographie x et la neutronographie, celle-dernière exige un pénétromètre différent. Le document ASTM E545 décrit une paire d'indicateurs de qualité d'image qui a été acceptée au monde entier comme norme pour la neutronographie.

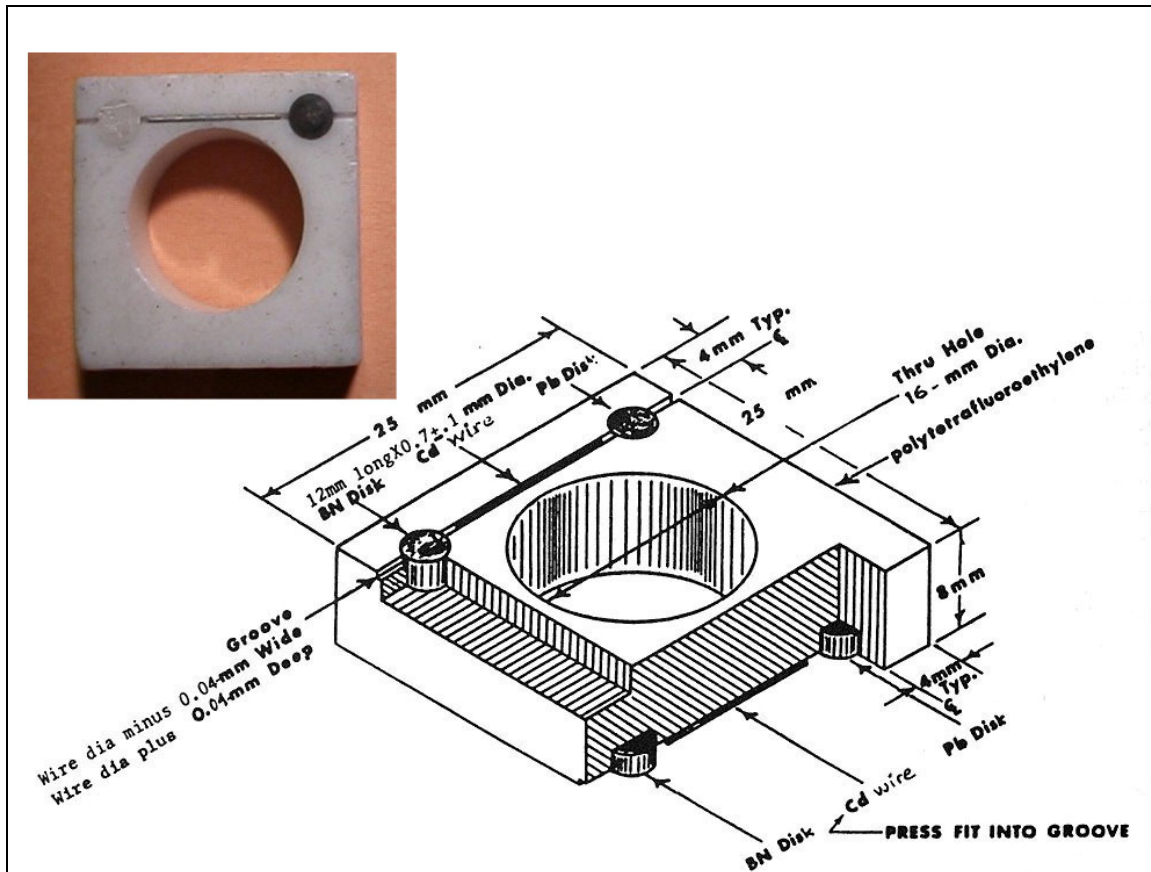


Figure 17.1: Photo et dessin de l'indicateur de pureté du faisceau

L'indicateur de pureté du faisceau mesure le contenu du faisceau, la source étant un réacteur, un isotope ou un accélérateur. Il se compose de quatre matériaux simples qui permettent d'obtenir l'analyse quantitative de mesurage du densitomètre, aussi bien que l'analyse qualitative dérivée de l'inspection visuelle.

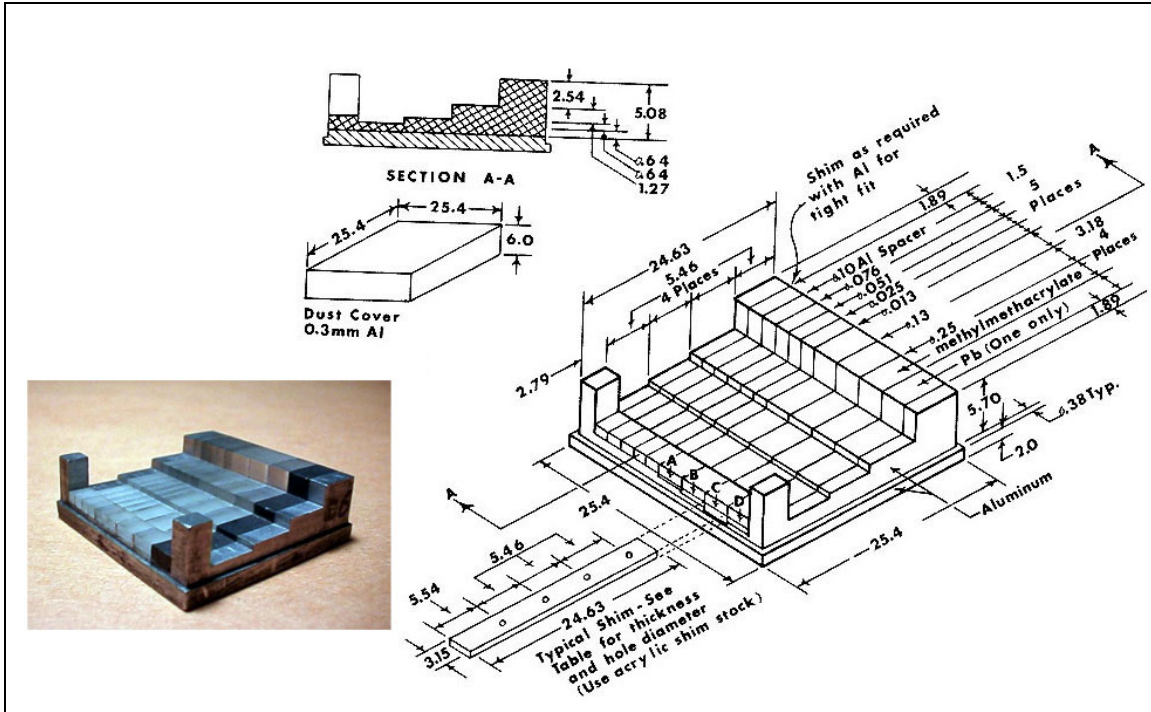


Figure 17.2: Photo et dessin de l'indicateur de sensibilité

L'indicateur de sensibilité est un instrument plus complexe. Il se compose de quatre marches faites en plastique avec des trous et des écartements la-dedans. Il permet d'examiner la résolution disponible du film. Les valeurs conforment à la capacité du lecteur de voir les plus petites tailles des trous ou des écartements qui peuvent être aperçues.

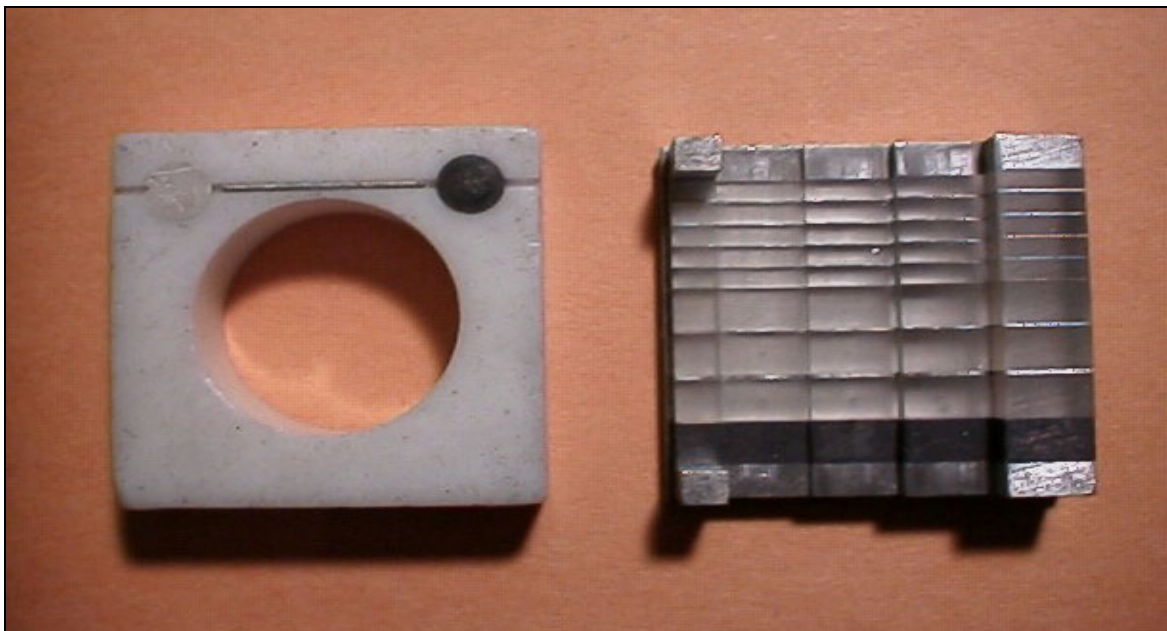


Figure 17.3: Photo de l'indicateur de pureté (à gauche) et d'indicateur de sensibilité

Les deux indicateurs permettent le lecteur d'évaluer l'installation où le film a été créé, aussi bien que la résolution du film lui-même. Les renseignements sur la fabrication de tels indicateurs peuvent être trouvés à l'ASTM E2003 et l'ASTM E2023.



Figure 17.4: Le placement correct des indicateurs dans le montage de fixation

Les indicateurs doivent être placés pas plus proche qu'un pouce de n'importe quel bord du film pour éviter les effets de bord causés par rayons gamma capturés du convertisseur. L'orientation des barres de cadmium est comme suit: leur axe longitudinal doit être perpendiculaire du bord le plus proche du film autrement les effets de bord rendront nul ou exagéreront les différences entre les disques.



Figure 17.5: Le placement incorrect des indicateurs dans le montage de fixation (trois exemples)

Les neutrons diffusés sont indiqués par la technique de la collimation renversée. Le disque de nitrure de bore adjacent à la cassette absorbe présument tous les neutrons thermiques qu'ils soient primaires ou diffusés. Le disque de nitrure de bore à distance de 6 mm de la cassette enlèvera tous les neutrons primaires laissant passer les neutrons diffusés pour interagir avec un convertisseur (dans sa surface d'image). Les neutrons diffusés à l'angle faible à l'extérieur du cône d'à peu près de 33 degrés (y incluse l'angle) vont dégrader le contraste, comme ils s'ajoutent à la densité de fond sans fournir aucune information significative. L'analyse de la différence de densité entre les deux disques de nitrure de bore fournit le pourcentage des neutrons diffusés dans le faisceau.

De même façon, le disque de plomb adjacent à la cassette absorbe tous les photons de gamma quand le disque situé à 6 mm de la cassette leur permettra de noircir le film. L'analyse de la différence entre les deux disques de plombs fournit le pourcentage de gamma dans le faisceau aussi bien que le pourcentage de gamma de l'énergie basse qui ont un effet nuisible sur la neutronographie. L'épaisseur relative des disques de plomb et du téflon est déterminée par référence à leur atténuation neutronique qui est la même pour les deux matériaux de cette épaisseur.

Les fils de cadmium, séparés par une distance de 5/16" doivent faire apparaître le même degré de netteté. Une différence substantielle entre les deux indique que le rapport L/D est trop bas pour exécuter une inspection générale.

Sans densitomètre, un radiographe peut analyser qualitativement les résultats de l'indicateur de pureté du faisceau. S'il y a une différence substantielle entre la densité des deux disques de nitrure de bore, le faisceau contient trop de neutrons diffusés. Les disques de plomb doivent être de même densité que celui de téflon. Si les disques de plombs sont visiblement plus clairs que le bloc du téflon, le faisceau contient trop de gamma. Si les disques de plombs sont plus sombres que le bloc du téflon, le faisceau contient trop de production de paires.

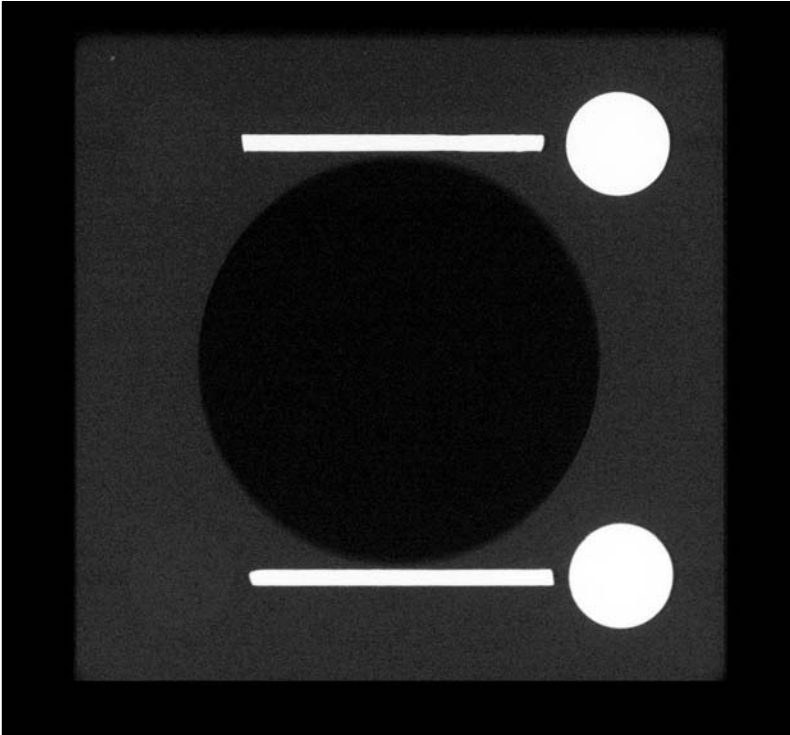


Figure 17.6: l'image neutronographique de l'indicateur de Pureté de faisceau

Visuellement, le radiographe peut déterminer si le faisceau contient trop d'éléments nuisibles, à savoir: neutrons diffusés, gamma, production de paires, ou rapport L/D qui est trop bas. Chaque indication comme ça peut exiger l'analyse plus en détail pour déterminer l'appropriation des images neutronographiques produites.



Figure 17.7: Le densitomètre de transmission de lumière

Le densitomètre qui mesure de la densité optique d'un film, peut être utilisé pour obtenir de l'information quantitative. Dans ce modèle, lumière à haute intensité est générée en bas de l'appareil. Cette lumière échappe à travers une ouverture vers le détecteur en haut de l'appareil, où l'information est lue et présentée en logarithme. Le zéro signifie 100% de transmission de lumière, le 1 est 10% de transmission, etc.



Le densitomètre doit être calibré avant l'utilisation à l'aide du coin sensitométrique discontinue conformément à la norme nationale.

Figure 17.8: La calibration du densitomètre

On prend six relevés de l'image de l'indicateur de pureté du faisceau. Le rangement des relevés n'a pas d'importance comme on prend en considération les relevés les plus bas et les plus hauts ou bien la différence entre les relevés pour obtenir les résultats.

Mesure la densité de l'image de chaque disque de nitrure de bore et chaque disque de plomb. Les disques de plombs ne sont pas facilement distingués avec un densitomètre, il faudra utiliser les fils croisés pour couper en deux les coins opposés pour placer le densitomètre correctement.

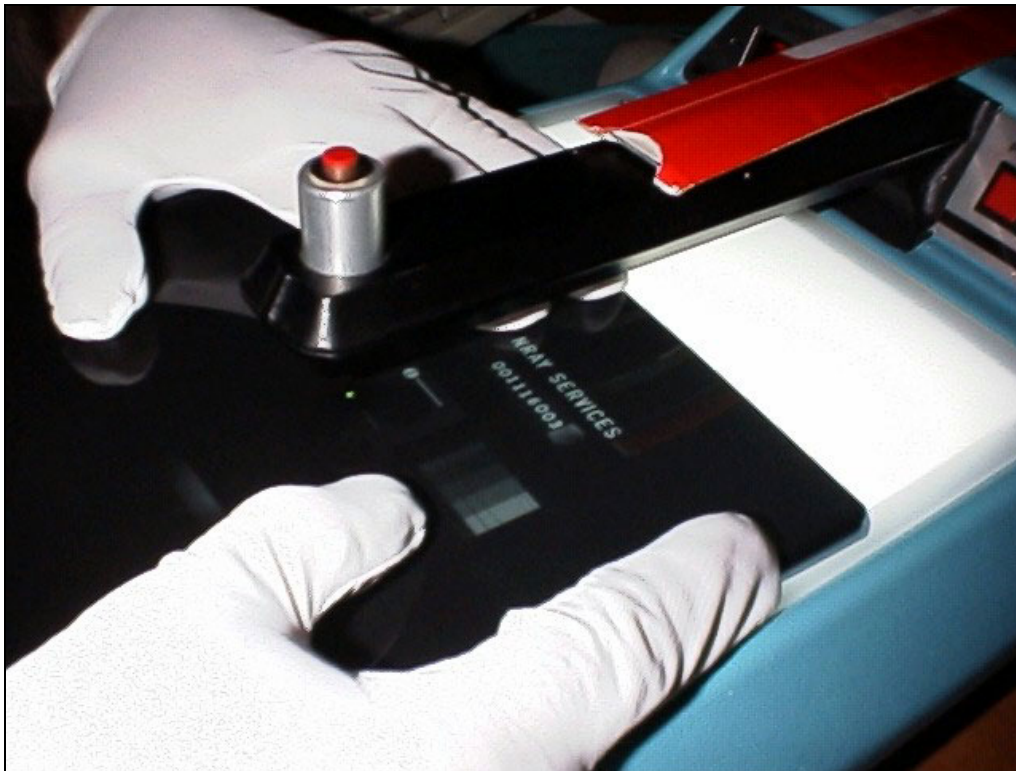


Figure 17.9: Relevé de la densité de disques de nitrure de bore avec un densitomètre
Mesurez la densité de l'image du bloc de téflon entre les deux disques de plomb et dans la troue au milieu. Enregistrez tous les six relevés.

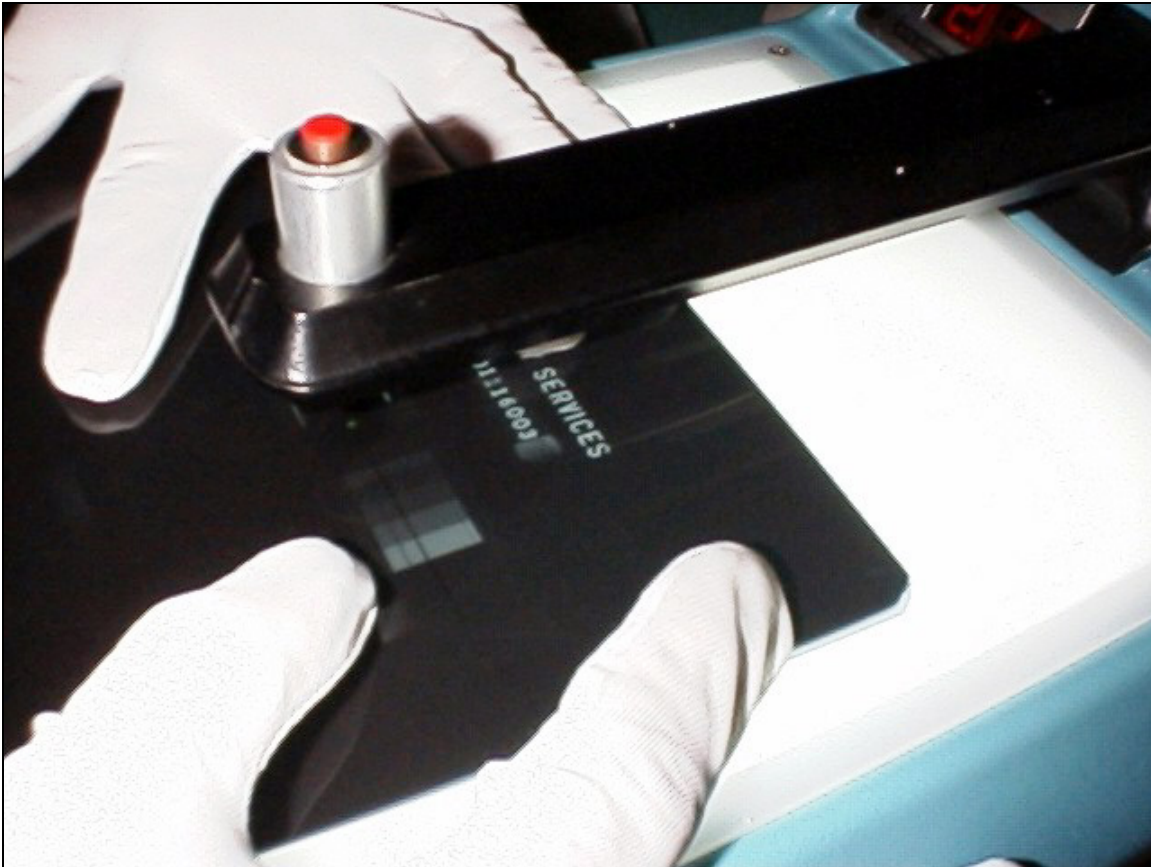


Figure 17.10: Relevé de la densité du téflon avec un densitomètre

Consultez la copie du document ASTM E545. Les formules sont imprimées au paragraphe 10.

Pour calculer le contenu des neutrons thermiques, ajoutez la valeur la plus haute des disques de nitrure de bore à la différence entre les deux valeurs de disques de plomb. Soustrayez cette valeur de celui du trou et la divisez par la valeur du trou. Multipliez à 100 pour obtenir le pourcentage.

Pour calculer le contenu des neutrons diffusés, divisez la différence entre les disques de nitrure de bore sur la valeur du trou et multipliez ce numéro à 100.

Pour calculer le contenu gamma, soustrayez la valeur la plus basse des deux disques de plomb de celle du téflon bloc, divisez-la par la valeur du trou et multipliez à 100.

Pour calculer le contenu de la production de paires, divisez la différence entre les valeurs du plomb par la valeur du trou et multipliez à 100.

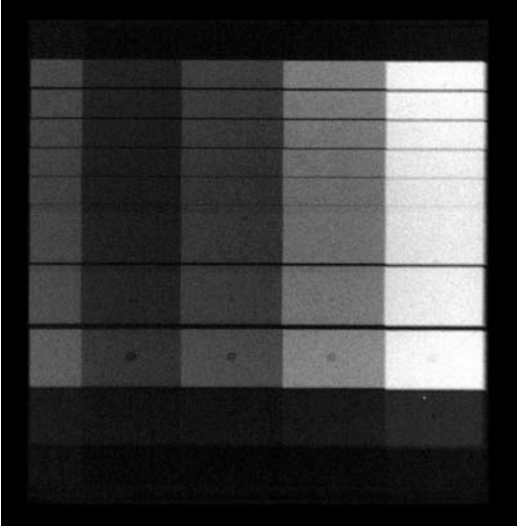
Les résultats obtenus peuvent être comparés à ceux du Tableau 4 de E545 pour catégoriser la qualité d'un neutronogramme. Par exemple, le neutronogramme avec un indicateur de pureté du faisceau ayant le résultat du contenu de neutron thermique à 62%, contenu de neutron diffusés à 5%, contenu de gamma à 3%, et la production de paires à 0.5% sera un radiogramme de Catégorie II. Le neutronogramme ayant le contenu de neutrons thermiques à 67%, contenu de neutrons diffusés à 4%, contenu de gamma à 4%, et le contenu de la production de paires à 1% sera de même de la Catégorie II radiogramme parce que le contenu de gamma est plus élevé que celui requis pour la Catégorie I.

Il est à noter que ces catégories sont en faveur des facteurs du contraste parce que les indicateurs de sensibilité ne permettent pas de déterminer objectivement la netteté seule de l'image. Quant la netteté est plus importante que le contraste, il soit plus favorable d'utiliser la catégorie inférieure.

En utilisant ces méthodes, le radiographe peut se servir de l'indicateur de pureté du faisceau pour l'analyse qualitative du radiogramme aux moyens visuels ou pour l'analyse du radiogramme aux moyens mathématiques. L'indicateur de pureté peut être utilisé pour vérifier l'uniformité quotidienne de la qualité des neutronogrammes dans une installation. Pour développer et tester l'indicateur de pureté du faisceau, on a utilisé les convertisseurs en métal et les films d'halogénure d'argent à une couche exposés ensemble dans un faisceau de neutrons. L'utilisation des systèmes alternatifs de détection peut fournir des variations des résultats densitométriques qui ne seront pas compatibles avec des formules ci-dessus.

Maintenant examinons l'indicateur de Sensibilité.

Le but de l'indicateur de sensibilité ASTM est de fournir le maximum d'information sur la sensibilité utilisant un instrument convivial et facile à produire. Dans le passé, on se servait de quatre instruments différents pour déterminer la sensibilité. On a incorporé quatre meilleurs éléments de ses instruments dans l'indicateur de sensibilité ASTM. Il est indiscutable que le meilleur indicateur de sensibilité est l'échantillon de la même pièce fait du même matériel que la pièce à examiner et ayant des discontinuités connues. Mais la création de tel échantillon n'est pas toujours pratique, c'est pour ça qu'on a fabriqué l'indicateur de sensibilité.



L'indicateur se compose d'un coin échelonné avec des écartements et des trous de dimensions prédéterminées. L'inspection visuelle de l'image de l'indicateur de sensibilité fournit l'information subjective sur la sensibilité radiographique afférent à la cale étagée du matériel aussi bien qu'à l'information sur les niveaux nuisibles d'exposition de gamma.

Figure 17.11: Image radiographique de l'Indicateur de sensibilité.

L'indicateur de sensibilité est construit de neuf bandes échelonnées de polyméthacrylate de méthyle, aussi connu comme « lucite ». Les cales d'aluminium sont placées entre les bandes pour simuler les écartements dans une image neutronographique. Les trois épaisseurs (la quatrième épaisseur est optionnelle) avec des trous des tailles différentes sont placées sous les bandes. On peut de même placer une quatrième épaisseur sous la bande de plomb pour la détection de gamma, mais les trous dans ces épaisseurs ne doivent pas être pris en considération pour catégoriser la sensibilité de l'appareil.

Les trous dans les trois épaisseurs fournissent l'information sur ce qu'on peut visualiser dans la plupart d'installations. Les plus petits trous de 0.005 pouces couverts par lucite sont invisibles pour la neutronographie conventionnelle. Il est à noter que plusieurs installations de neutronographie sont capables de voir les trous encore plus petits que ces-là. Alors, les trous et les écartements dans cet indicateur fournissent la gamme de sensibilité pour toutes conditions.

La lucite atténue bien les neutrons thermiques par la diffusion. Ainsi c'est un bon matériel pour tester ce qu'on peut visualiser dans une installation compte rendu du contraste de l'objet à examiner et la netteté de l'image. L'orientation de l'indicateur de sensibilité est extrêmement importante, il ne doit être utilisé qu'avec les épaisseurs et les trous placés en bas dans la direction de la source. Pour la protection, on peut couvrir l'indicateur d'un pare-poussière, s'assurant quand même de la correcte orientation. L'épaisseur la plus grande doit être distancée de la pièce à examiner et de l'indicateur de pureté du faisceau pour les meilleurs résultats.

On peut donc déterminer subjectivement la résolution d'un film. On commence par examiner des trous (sans compter les trous sous le plomb qui aident à déterminer seulement le contenu de gamma dans le faisceau).

Il est plus facile de visualiser le trou dans la plus petite épaisseur (trou de 0.51 mm). On compte ce trou comme numéro un. De là, on avance dans les épaisseurs plus denses dans

la même taille de trou. Si on peut voir tous les quatre trous, continue à niveau des trous de taille de 0.25 mm commençant pas l'épaisseur moins dense. Ce trou est numéro cinq. Compte tous les trous qu'on peut voir. Le dernier trou visible est la valeur de « H ». Même si on peut voir d'autres trous dans des épaisseurs plus avancées, la valeur « H » doit être celle du dernier trou consécutif visible. Les meilleures installations ont la valeur de 7, 8 ou 12.

La valeur « G » est celle de l'écartement le plus petit visible à toutes épaisseurs. Grâce à l'axe linéaire de l'écartement, d'habitude on peut voir les écartements plus petits que les trous.

Ces valeurs peuvent être comparées avec le tableau 4 de l'ASTM E545 pour catégoriser la qualité d'une image radiographique.