Diverses modalités pour améliorer l’inspection visuelle des pièces moulées

10 octobre 2014, 02:00

Kurt Beghyn

L’inspection en vue de trier les pièces moulées et mettre à l’écart les pièces défectueuses semble une tâche difficile pour les humains. Aux Etats-Unis, des chercheurs ont identifié un nombre de moyens permettant d’améliorer le score de performances des inspecteurs et de sélectionner les gens parmi les plus aptes pour ce type de travail.

L’inspection visuelle des pièces moulées est une étape critique dans le procédé de moulage, or différents facteurs ont une incidence sur la qualité du travail d’inspection confié à des humains. Même à l’heure actuelle, déterminer si la qualité des surfaces est acceptable ou non reste problématique. D’une part, les défauts non détectés peuvent être à l’origine d’un refus des pièces lors du contrôle de la livraison réalisé par le client. Et d’autre part, inclure abusivement des pièces acceptables dans la catégorie des pièces défectueuses ne manque pas d’occasionner un travail supplémentaire de tri a posteriori. Dans une publication précédente, les chercheurs avaient montré que les erreurs d’évaluation pendant l’inspection visuelle sont significatives.

Facteurs d’incidence connus

Facteurs inhérents au cadre de travail

Le cadre dans lequel est réalisé le travail joue un rôle dans l'efficience de l’inspection réalisée par des humains. Par exemple, il s’est avéré que le refroidissement de la température ambiante au moyen d’un ventilateur a une incidence favorable sur le cerveau et le système nerveux, améliorant le niveau de vigilance. Le facteur d’environnement optimal serait une température ambiante d’environ 21 °C avec une humidité relative entre 60 et 70 pour cent, cela par mise en oeuvre d’un ventilateur de refroidissement localisé.

Facteurs inhérents aux opérateurs

Divers facteurs individuels, par exemple, l’acuité visuelle, la vision chromatique et la perception des reliefs, ont une importance particulière dans les activités liées à l’inspection visuelle. Une expérience dans ce type de travail est un facteur individuel positif. On a constaté que les personnes expérimentées sont capables de rester concentrées pendant plus longtemps, et de travailler avec davantage de précision, en comparaison avec les personnes sans expérience. Il s’est avéré également que les aptitudes intellectuelles sont corrélées avec le succès de l’inspection visuelle. Un outil efficace pour évaluer l’aptitude des candidats-inspecteurs est le ‘Matching Familiar Figures Test’.

Facteurs inhérents à la tâche

Plusieurs études ont montré que les performances diminuent en fonction de la durée du travail d'inspection, en conséquence de la tension physique, qui se traduit notamment par les fréquents changements de position pendant l'exécution de ce type de tâche. Il en résulte qu'il faut plus de temps pour réaliser l'inspection d'une pièce, mais sans amélioration du degré de précision, la marge d'erreur reste identique. Un autre facteur est le degré de précision de la documentation mise à disposition. Pour les humains, une évaluation relative est plus facile qu'une évaluation absolue. Il est donc avantageux, en termes d'amélioration des performances, de mettre à la disposition des inspecteurs des plaques de démonstration qui permettent d'évaluer par comparaison la gravité d'un éventuel défaut de surface.

Évaluation des inspecteurs

Dans le test 'Matching Familiar Figures Test' (MFFT), le candidat-inspecteur est invité à sélectionner entre les six dessins, lequel est parfaitement identique au dessin de référence placé en haut de la grille (vor la figure ci-dessous). Ce test a été développé en 1964.



Les participants sont répartis en 4 groupes selon l'exactitude des réponses et leur temps de réaction :

1. Rapides et précis (réponses en moins de temps, avec moins d'erreurs)
2. Réfléchis (réponses en plus de temps, avec moins d'erreur)
3. Impulsifs (réponses en moins de temps, avec plus d'erreurs)
4. Lents et imprécis (réponses en plus de temps, avec plus d'erreurs)

Le test MFFT ayant été appliqué avec succès pour l'évaluation des inspecteurs dans l'industrie aéronautique, les chercheurs ont essayé de déterminer s'il peut convenir également pour évaluer les aptitudes des inspecteurs de pièces moulées.

Dans un essai, ils ont constaté que le test MFFT est efficace pour identifier les aptitudes cognitives des nouveaux inspecteurs et que ces aptitudes sont en corrélation avec les tâches d'inspection visuelle.

Essais sur place dans les fonderies

Pour les essais dans les fonderies, les chercheurs ont développé un appareil qui permet de tracer le graphe de l'itinéraire suivi par le point de mire.



L'appareil est un casque intégrant trois caméras (voir la photo ci-dessus). Deux caméras donnent une vue d'ensemble, la troisième caméra enregistre la position de la pupille. La fusion de toutes les images et informations permet de visualiser le point où se pose le regard. En choisissant l'angle où

la perception oculaire est la plus ‘nette’ (angle de 6 degrés) et la distance par rapport à l’objet à inspecter, en l’occurrence il s’agit d’une pièce moulée, on peut visualiser la surface examinée et le schéma de recherche (voir la figure ci-dessous).

Il s’est avéré ainsi que, s’agissant des grandes pièces moulées (plus de 450 kg), l’oeil ne regarde en moyenne que 84 pour cent de la surface à inspecter. Pour les petites pièces moulées (jusqu’à 38 cm), on a constaté que 59 pour cent de la surface n’a pas été examinée de manière suffisante pour réaliser une évaluation fiable. De plus, on a constaté que le schéma de recherche était plutôt arbitraire, puisque dans 71 pour cent des cas, le schéma de recherche appliqué par une même personne ne correspondait pas à celui utilisé pour inspecter l’objet précédent, pourtant exactement du même type. La conclusion de cette étude pratique : les opérateurs n’appliquent pas de manière systématique un schéma de recherche cohérent, et la “couverture visuelle” sur les surfaces inspectées n’était pas adéquate.



Entraînement visuel selon une trame

Un groupe a reçu une formation qui consiste à entraîner le regard à suivre des lignes horizontales imaginaires, d’abord sur une feuille de papier, ensuite sur des photos, et enfin sur des pièces moulées. Lors de l’inspection réalisée après cette formation, portant sur un lot de 90 pièces, réunissant cinq types différents de pièces moulées, on a enregistré le résultat présenté ci-dessous. Le groupe ayant reçu la formation (qui consiste à suivre du regard une trame ou ‘Raster’ en anglais, dans la figure ci-après) a obtenu le meilleur score. La valeur en ordonnée illustrée dans le graphique est une mesure de l’évaluation correcte des défauts de moulage, les valeurs hautes correspondent au meilleur résultat de l’évaluation. Le groupe ‘Basic’ n’a participé à aucun entraînement, c’est le groupe avec le score le plus faible. Le groupe ‘Raster/Overlay’ a participé à un entraînement incluant le suivi visuel d’une trame avec en superposition la projection sur la pièce moulée de lignes statiques de couleur verte, dans l’objectif de faciliter le “scannage visuel” des surfaces à inspecter. C’est néanmoins ce groupe qui a obtenu les scores les plus faibles. Il semble que les lignes projetées sur la surface de la pièce à inspecter ont tendance à distraire l’attention; l’oeil des personnes testées est attiré vers ces zones au détriment des autres parties de la surface, qui sont alors ignorées.



Le groupe ayant reçu la formation “Raster” a participé ensuite à un test avec l’appareil décrit précédemment, destiné à tracer le graphe de la trajectoire suivie par l’oeil au cours du travail d’inspection. Il s’est avéré que ce groupe était capable de “scanner” la surface à inspecter de manière plus efficace (96 pour cent au lieu de 84 pour cent), comme indiqué dans la figure ci-dessous.



Degré de concordance

Dans un autre test, les participants ont été invités à évaluer les surfaces selon le critère binaire “acceptable/non-acceptable”. Pour ce type d’inspection élémentaire, le score le plus élevé se chiffre à 78 pour cent. Le score le plus faible relatif aux ‘fausses alertes’, c’est-à-dire le rejet de pièces pourtant sans défaut, s’est chiffré à 25 pour cent. Au cours de ce test, on a analysé également le degré de concordance des résultats entre les différents inspecteurs. Alors même qu’il ne s’agissait que d’une tâche élémentaire, le taux moyen de concordance s’est limité à seulement 80 pour cent.

Sources

- F. Peters, R. Stone, K. Watts, P. Zhong, A. Clemons, “Better Then Hit or Miss” Modern Casting 2014 January p. 41-46.
- F. Peters, R. Stone, K. Watts, P. Zhon, A. Clemons, “Visual Inspection of Casting Surfaces” Transaction American Foundry Soc. 2013 paper 13-1546 (8 pages). Cet article contient 23 références vers des autres articles dans ce domaine.
- Wikipedia

Auteurs



Kurt Beghyn