

Essais non destructifs (END) de produits pour le ReX | Partie 3

23 mai 2024, 11:25

Stefan Milis

Les techniques non destructives peuvent s'avérer cruciales pour la prise de décisions optimales en matière de ReX (REX = remanufacturage, remise à neuf, reconditionnement, réaffectation, etc.).

Il est souvent possible d'utiliser de nombreuses sources d'information pour évaluer l'état des produits après leur (première) phase d'utilisation. Dans un blog précédent, nous avons fourni de l'inspiration et des conseils à ce sujet.

Il y a de fortes chances que vous ne disposiez pas d’informations suffisantes pour prendre des décisions optimales à propos d’un produit retourné. Quel est le degré de dégradation réel de l’exemplaire que vous avez sous les yeux ? Quels sont les composants qu'il vaut mieux remplacer et ceux qui peuvent être réparés, voire tout simplement réutilisés ? Vous voulez en effet proposer des produits ReX, avec un rapport performance/qualité élevé et un faible niveau de risque. Ils seront ainsi dignes de l’image de marque de votre société. Heureusement, vous pouvez compter sur une foule de solutions et techniques non destructives. Non destructives, car il est évident que vous ne voulez pas générer d'impact négatif/de dommages au cours de l'essai proprement dit.

Il existe trois types d'essais non destructifs (END) :

- Inspection humaine par un opérateur (expérimenté)
- Essais fonctionnels, par exemple sur un banc d'essai
- Techniques d’END reposant sur la mesure des propriétés physiques (généralement à l'aide d'équipements d’END spécifiques)

Le choix du type à utiliser dépend dans une large mesure du produit spécifique et de votre contexte :

- Quelles sont la valeur et la marge ReX de votre produit ? En d'autres termes, quel est le coût d'un essai et quelle est la valeur ajoutée d'un essai par rapport à son coût ? Après tout, le déploiement d'un opérateur, d'un banc d'essai ou d'un appareil de contrôle non destructif a un certain coût.
- Types de matériaux et forme de votre produit. Certaines techniques d’END ne conviennent qu'à des types de matériaux ou à des géométries bien précis. Par exemple, l'imagerie RX fonctionne bien pour les métaux, mais pas pour les plastiques.
- Quelles sont les formes de dégradation que vous voulez détecter et où les dommages se produisent-ils généralement : à la surface ou sous la surface ? Quels sont la probabilité et l'impact d'une dégradation précise ? S'il s'agit d'une dégradation très rare ayant un faible impact sur la sécurité et l'expérience des clients, par exemple, vous pouvez envisager de ne pas y consacrer trop de coûts et d'attention.

En pratique, diverses méthodes et techniques sont souvent combinées dans un plan de test ReX, avec un organigramme adapté au contexte. Le principe de base est le suivant : « aussi simple que possible, aussi complexe que nécessaire ». Il est vital de trouver un équilibre entre précision et efficacité. Le coût et la durée des essais doivent être mis en balance avec les avantages offerts par chaque méthode, afin que le processus soit à la fois économique et efficace.

Il n'existe malheureusement pas de « recette » ou de procédure simple pour créer le plan d’essai optimal pour votre contexte ReX. En effet, de nombreux facteurs et paramètres sont déterminants sur le plan technique et économique. Vous devrez élaborer une approche adaptée à votre situation. Avec une solide dose de bon sens, une approche structurée dans laquelle vous développez systématiquement des idées et validez des hypothèses, et un soutien ciblé de la part de spécialistes, vous obtiendrez clairement un bon résultat. Nous donnons ci-dessous une vue d'ensemble des principaux types et techniques d'essais non destructifs. Vous pourrez peut-être vous en inspirer pour élaborer votre plan.

Inspection visuelle

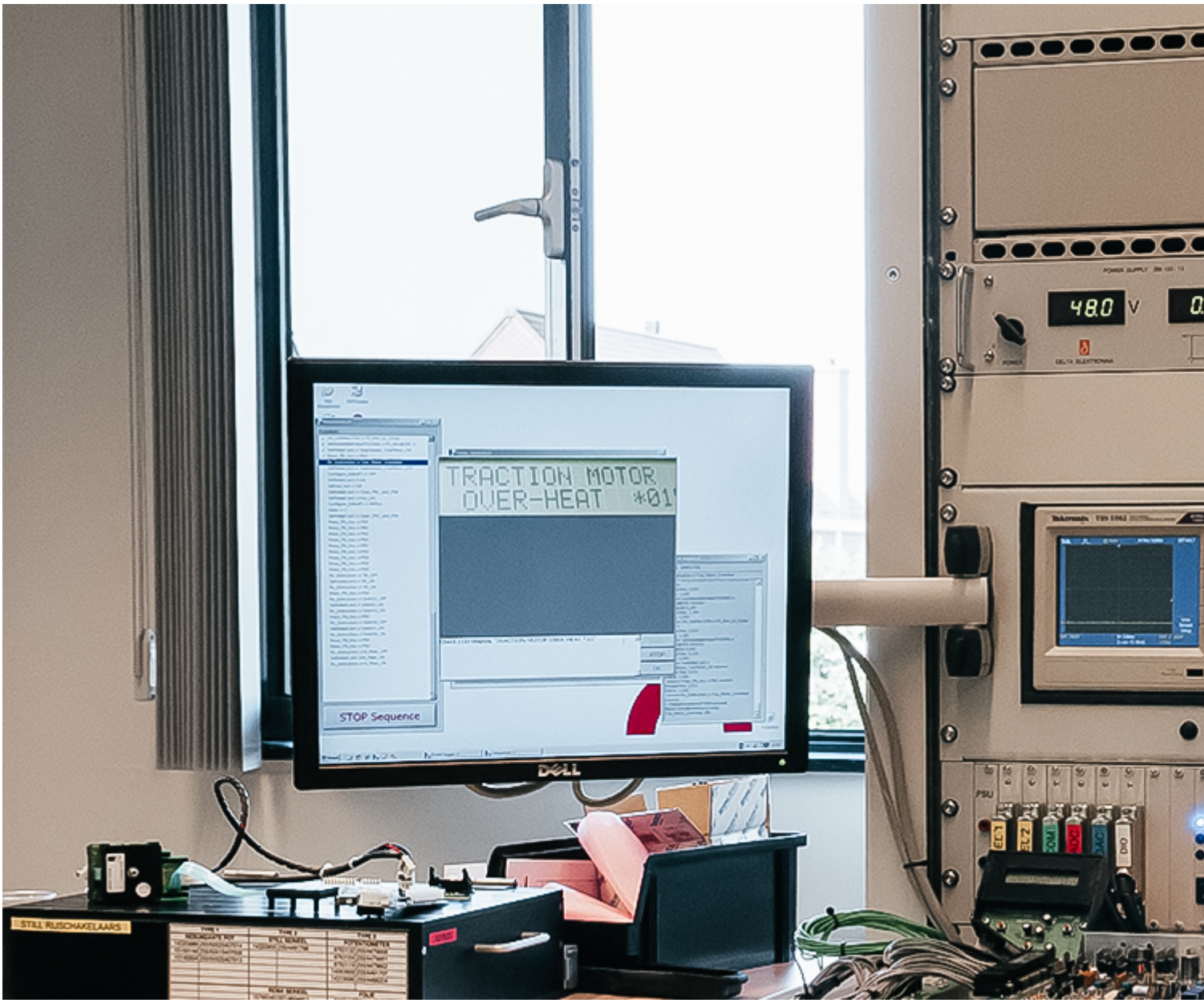
L'inspection visuelle par un opérateur est la forme la plus simple et la plus courante d’END. Elle consiste à inspecter visuellement le produit afin d’y déceler des défauts tels que des fissures, des rayures ou des irrégularités. Les considérations suivantes peuvent aider à déterminer comment et où l’utiliser :

- Visuellement, il est possible d'inspecter principalement (ou uniquement ?) la surface.
- Utilisez éventuellement des outils tels que des loupes, des endoscopes pour les surfaces internes ou des caméras si nécessaire.
- Les opérateurs peuvent également effectuer des tests « low tech » supplémentaires :
    - Contrôle dimensionnel : mesures à l'aide de pieds à coulisse, de gabarits et de mesures Go/NoGo. Pour les pièces complexes, envisagez le recours à un cadre de fixation qui permet de positionner le produit de manière sûre et optimale, tout en permettant à

l'opérateur d'accéder à tous les points de mesure nécessaires.
    - Tests de bruit : le bruit en rotation lente d'un produit rotatif ou le bruit de la frappe d'un marteau peuvent donner une bonne indication de l'intégrité d'un produit
    - Test d'odeur, par exemple odeur d'électronique « brûlée ».
- Une liste de contrôle ou un rapport d'inspection à remplir peut soutenir, normaliser et sécuriser/enregistrer l'inspection. Ne manquez pas d'envisager de la numériser. Vous pourrez ainsi utiliser les informations en toute transparence dans la suite du processus ReX. Constituez systématiquement une base de données (et donc des connaissances consultables) contenant des informations cruciales sur la dégradation et le ReX de vos produits.
- Si l'inspection visuelle peut sembler simple, ne vous y trompez pas : elle exige beaucoup d'expérience et de connaissances en la matière. Il est possible d'y remédier par une formation adéquate et un soutien au moyen d'outils, de documentation, de listes de contrôle et de processus.

Bancs d'essai - essais fonctionnels

Sur un banc d'essai, les produits sont installés et testés en les faisant « fonctionner » entièrement ou partiellement, en les déplaçant, en les exposant à des charges mécaniques et/ou électriques, etc. Le banc d'essai simule diverses conditions de fonctionnement que les produits ou les composants peuvent rencontrer dans des applications réelles.



©TVH

Il peut s'agir de températures extrêmes, de fluctuations de tension, de contraintes mécaniques ou encore de facteurs environnementaux. Les bancs d'essai sont largement utilisés pour l'inspection finale de produits complexes. Ils peuvent également être utilement déployés dans un contexte ReX. La mesure et l'analyse des paramètres importants et leur comparaison avec les valeurs attendues (p. ex. à partir d'un modèle descriptif) permettent en effet d'en apprendre beaucoup sur le bon fonctionnement d'un produit ou d'un composant, mais aussi sur les dégradations qui se produisent. Quelques exemples et considérations :

- Les essais fonctionnels de produits rotatifs tels que les moteurs et les transmissions, combinés à des mesures de vibration et de température, sont utilisés pour recueillir des informations sur l'alignement correct, l'équilibre et l'usure éventuelle
- Les produits mécatroniques peuvent inclure des logiciels en plus du matériel. Le contrôleur d'une machine comprend généralement un automate programmable qui commande la machine (actionneurs) en fonction du feed-back des capteurs, des entrées via les interfaces de communication (p. ex. Ethernet, USB, RS-232, bus CAN) et des algorithmes de régulation. Le banc d'essai d’un contrôleur simule/crée un environnement fonctionnel en

envoyant des signaux prédéfinis (protocole d'essai) au composant et en comparant la réponse mesurée aux valeurs attendues . Bien souvent, ces systèmes d'essai comprennent également des systèmes de collecte de données, une bibliothèque de protocoles d'essai et de programmes d'essai automatisés, ainsi qu'un logiciel d'essai global.

Techniques d’END

Il existe une multitude de publications et d'ouvrages sur les techniques d’END et leur application au contrôle de la qualité dans la production de produits neufs . La technologie END est un domaine à part entière. La sélection de la technique la plus appropriée, sa transposition dans le contexte spécifique de l'entreprise et son application au quotidien exigent généralement des connaissances spécialisées.

Les techniques d’END dans le contexte du ReX ne sont pas encore bien documentées. Les principes de fonctionnement des techniques d’END et leur applicabilité restent les mêmes. Dans un contexte ReX, il pourrait être utile de détecter d'autres mécanismes de dégradation, qui ne sont pas pris en compte dans la production de produits neufs. En règle générale, la variabilité et la taille des lots de produits et de composants seront elles aussi différentes. Sur la base d'une revue de la littérature et d'une étude de cas, nous avons dressé un aperçu des huit techniques d’END les plus applicables dans un contexte ReX. Nous indiquons leurs domaines d'application, leurs avantages et inconvénients, leurs domaines d'application typiques et une estimation de leur coût : lien vers annexe. En outre, nous donnons une vue d’ensemble de certaines techniques plus spécialisées susceptibles d’être utilisées pour détecter et caractériser des dégradations spécifiques.

En fonction de la situation (niveau de saleté, type de dégradation, technologie END), il peut être nécessaire ou non de nettoyer le produit ou le composant au préalable.

Automatisation et intelligence artificielle

Il est parfois conseillé de recourir à l'automatisation et l'intelligence artificielle pour les essais non destructifs dans un contexte ReX. L'intérêt de cette démarche dépendra du nombre des composants et de leur valeur. Voici quelques exemples tirés de la pratique et de la littérature :

- Application de la vision artificielle et de l'apprentissage profond pour l'inspection visuelle automatisée d'un composant ou d'un produit. Par exemple, l'algorithme peut effectuer une évaluation succès/échec ou bon/mauvais.
- Les cobots, les robots ou les manipulateurs peuvent également être utilisés dans le processus d'inspection, par exemple en montant les capteurs d’END sur un bras robotisé
- Les mesures d’END peuvent être saisies dans un logiciel généralement développé pour les mesures de qualité. Elles peuvent aider à interpréter, visualiser et intégrer les résultats des mesures dans le flux d'informations numériques.

Conclusion

L'évaluation non destructive des produits et des composants peut apporter une valeur ajoutée significative dans une installation ReX performante. De nombreuses technologies d’END très performantes sont disponibles. Pour la sélection et l’intégration de la technique optimale dans votre contexte, il peut être utile de demander l'avis de spécialistes.

Le remanufacturage est-il fait pour votre entreprise ?

Réutilisation, réparation, mise à niveau... Le remanufacturage n'est qu'une des possibilités. Comment être sûr d'utiliser la stratégie la plus appropriée pour votre entreprise ? Avec le projet COOCK « CIRKEL - Le remanufacturage, levier de la création de valeur dans une industrie manufacturière circulaire », soutenu par VLAIO, Sirris fournit les outils pratiques dont vous avez besoin pour atténuer les risques et augmenter vos chances de succès.

Voici comment vous y prendre

Auteurs



Stefan Milis