Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 85 (1993)
Heft: 9

Artikel: Le sablage à la rafle de maïs
Autor: Comte, Bernard
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-940002

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Une methode moderne de nettoyage des bobinages d'alternateur

Le sablage à la rafle de maïs

Bernard Comte

1. Introduction

L'encrassement des bobinages d'alternateur dépend de plusieurs facteurs dont le principal est celui de la disposition constructive retenue pour le système de refroidissement. On distinguera les systèmes suivants:

- circuit de ventilation fermé
- circuit de ventilation ouvert

Dans les anciennes centrales, le circuit de ventilation des alternateurs était très souvent ouvert pour permettre le chauffage de la salle des machines et même parfois des locaux annexes. L'air circule en permanence dans la centrale, entraînant au passage des poussières grasses, des poussières de charbon ainsi que toutes les matières abrasives et nocives en suspension. Toutes ces particules circulent dans les circuits de ventilation des machines et se déposent un peu partout dans l'alternateur: dans les canaux et évents du circuit statorique, sur les têtes de bobine, sur la roue polaire, provoquant ainsi l'encrassement des bobinages et l'obstruction des circuits de ventilation de la partie active.

Avec l'augmentation de la puissance des machines, les constructeurs ont pratiquement tous équipé les alternateurs modernes d'un circuit de ventilation fermé ou alors d'un circuit ouvert comprenant d'importants filtres.

Dans une construction en circuit fermé, l'air circule uniquement à l'intérieur de l'alternateur. Il est refroidi par des radiateurs qui permettent l'échange de chaleur entre air et eau de réfrigération. Une telle construction empêche l'air de se charger de poussière et permet ainsi de maintenir propre les bobinages de l'alternateur et leurs composants.

Les sondes de température placées dans le Fe et Cu ainsi que les mesures d'index de polarisation permettent de contrôler et de suivre au cours des années l'évolution de l'encrassement et du taux de pollution de la machine. On peut ainsi planifier le nettoyage du bobinage qui pourra être effectué selon différents procédés, traditionnel ou moderne.

Procédé traditionnel:
nettoyage mécanique «à sec»
nettoyage par «voie humide»

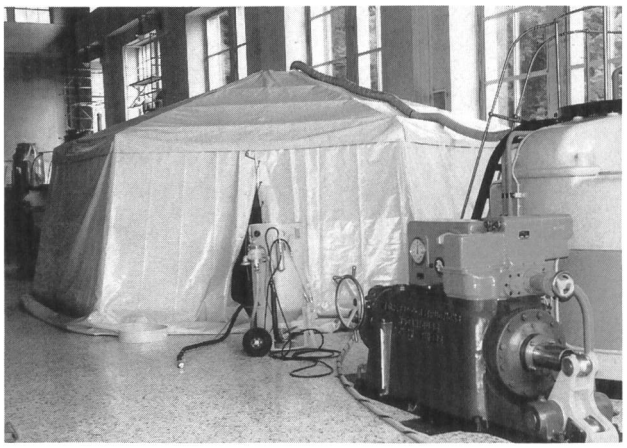
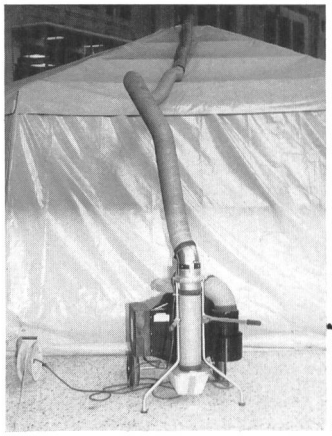


Figure 1. Enceinte de protection.



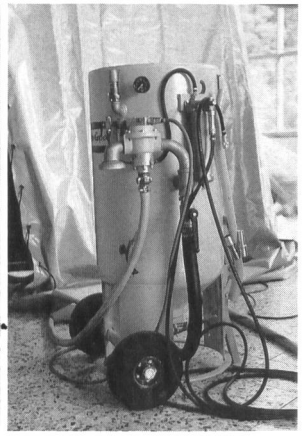


Figure 2, à gauche. Evacuation de l'air vicié.

Figure 3, à droite. Installation de sablage.

Procédé moderne:
nettoyage par sablage à la «rafle de maïs»

2. Procédé traditionnel

2.1 A sec

Le nettoyage mécanique «à sec» s'effectue à l'aide de racloirs, spatules, crochets, brosses et autres outils, ceci sans apport de produits liquides.

Figure 4. Buse de nettoyage.

Figure 5. Opérateur en position de travail.

Ce travail, très long et fastidieux, présente certains dangers, particulièrement lors du raclage des canaux de ventilation dans la partie active où la zone d'encoche risque d'être blessée. D'autre part, il est pratiquement impossible de nettoyer correctement sous les développantes supérieures et inférieures ainsi que sous les capes isolantes. Les canaux de ventilation ne peuvent jamais être nettoyés à fond.

2.2 Voie humide

Après l'opération de nettoyage à sec, on procède au nettoyage de finition par «voie humide» avec application de solvant au pinceau, chiffon ou jet. L'écoulement de saleté entraînée par le liquide, dans le bobinage, est très néfaste. Il est pratiquement inévitable d'empêcher cet écoulement, sauf lorsque l'on utilise des produits très volatils mais combien dangereux pour l'environnement.

Les produits liquides présentent de nombreux inconvénients et dangers aussi bien pour l'homme que pour le bobinage:

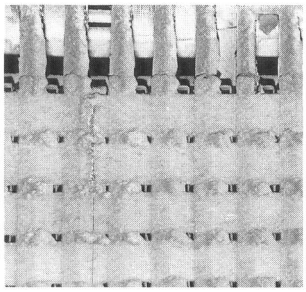
- vapeur toxique
- attaque de la peau
- projection dans les yeux
- décomposition des liants
- attaque des balais de charbon
- danger d'explosion et d'incendie

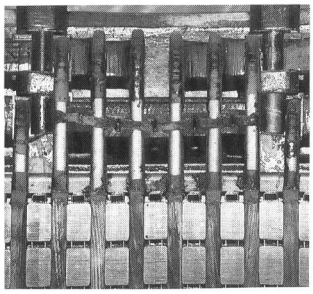
Cette procédure est donc à déconseiller.

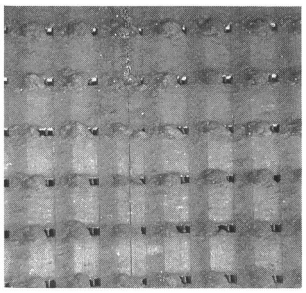
3. Procédé moderne

3.1 Généralités sur le sablage à la rafle de maïs

La division exploitation et production des Entreprises Electriques Fribourgeoises (EEF) a effectué de nombreux essais avec un nouveau procédé consistant à sabler le bobinage statorique, la partie active et la roue polaire avec de la rafle de maïs. Des résultats remarquables ayant été obtenus, une méthode a été mise au point pour permettre le nettoyage, in situ, de tous types et toutes grandeurs de bobinages.







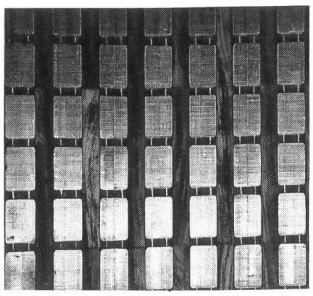


Figure 6, à gauche. Têtes de bobines avant nettoyage.

Figure 7, à droite. Têtes de bobines après nettoyage à la rafle de maïs.

Figure 8, à gauche. Circuit magnétique avant nettoyage.

Figure, 9 à droite. Circuit magnétique après nettoyage à la rafle de maïs.

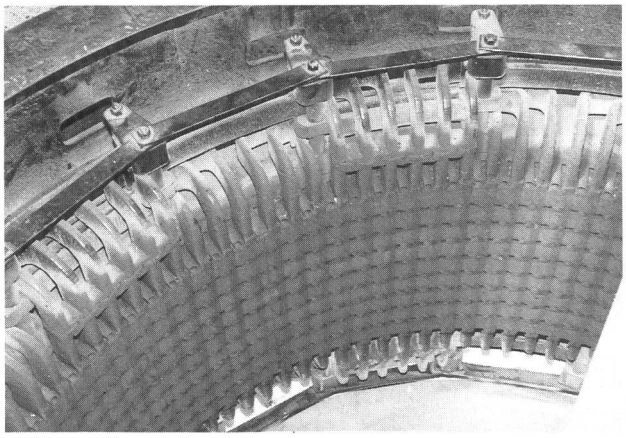


Figure 10. Stator avant nettoyage.

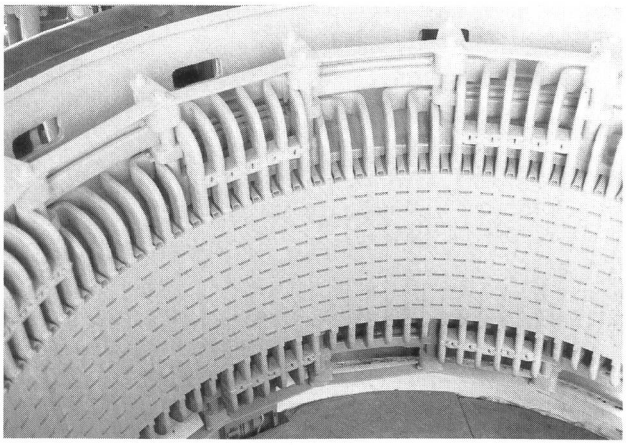


Figure 11. Stator après nettoyage à la rafle de maïs et peinture isolante.

Depuis 1984 cette méthode est appliquée avec succès sur tout le parc de production des EEF (28 alternateurs entre 2 et 45 MVA) en standard, lors de révisions ou d'entretiens planifiés.

3.2 Description du procédé

L'alternateur est démonté, rotor sorti, capot et flasques enlevés afin de rendre accessible le bobinage de toute part.

Le stator est ensuite enfermé dans une enceinte de protection (figure 1) pour éviter la propagation de poussière dans toute la centrale lors du sablage. Les ouvertures de ventilation et passages à câble sont soigneusement fermés.

L'air vicié est repris au sommet de l'enceinte de protection par une conduite d'aspiration avec filtration (figure 2), assurant ainsi une bonne aération de la place de travail.

L'installation de sablage (figure 3), type Atlas Copco, 4 m^3/min. à 6 bars, d'une capacité de 150 litres, est placée à l'extérieur de l'enceinte permettant ainsi une alimentation facile en produit de sablage. Une attention particulière a été portée sur l'élimination de l'huile et de l'eau qui peuvent être contenues dans l'air de sortie du compresseur.

Le nettoyage par sablage est effectué au moyen d'une lance (figure 4), équipée d'une buse en carbure de bore. L'opérateur (figure 5), protégé par un équipement adéquat (tablier renforcé et casque avec circulation d'air) dirige et règle le jet de rafle de maïs sur les parties à nettoyer.

Le sablage s'effectue en trois étapes:
- partie supérieure, développantes et têtes de bobines
- partie inférieure, développantes et têtes de bobines
- partie active, canaux de ventilation, encoches

L'opérateur, spécialement formé pour ce genre d'activité, doit avoir la sensibilité nécessaire pour garantir une projection douce tout en maintenant un débit régulier et une distance constante entre le jet et la partie traitée afin de ne pas endommager l'isolation du bobinage.

Le nettoyage a lieu en deux passes successives:
- dégrossissage
- finition

Après l'opération de sablage, un léger soufflage permet d'éliminer toute trace de poussière de maïs. On procède ensuite au contrôle complet des attaches, rubans, cales et autres composants du bobinage. L'application d'un vernis isolant de protection, sur tout le bobinage, peut être faite sans dégraissage, la rafle de maïs ayant d'excellentes propriétés absorbantes pour les huiles et graisses.

4. Comparaison des méthodes

La comparaison est faite pour le nettoyage d'un alternateur dont la partie active mesure 4,5 m de diamètre et 2 m de haut.

Méthode traditionnelle (sec + humide):
coût total = 22500 frs. comprenant environ 250 heures de travail et 5000 frs. de produits consommables
Méthode par sablage à la rafle de maïs:
coût total = 7300 frs. comprenant environ 80 heures de travail, 1 tonne de rafle de maïs et les frais d'utilisation de l'installation de sablage.

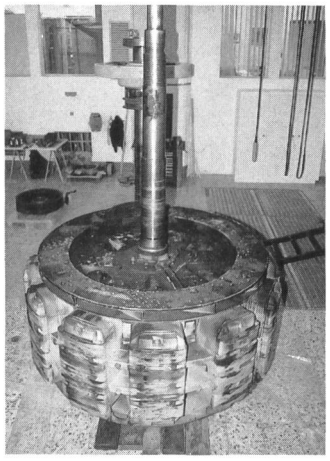
5. Conclusions

Les résultats obtenus sur les nombreuses machines traitées avec ce procédé de nettoyage sont remarquables. Les figures 6 à 13 montrent l'état avant et après nettoyage.

Les bobinages statoriques et rotoriques ainsi que les circuits magnétiques sont traités à fond. Il ne reste plus de traces de saleté. La surface du bobinage retrouve son aspect d'origine, sans détérioration des rubans et attaches. Les canaux de ventilation sont parfaitement nettoyés sur toute leur longueur.

Enfin la mise en œuvre est aisée et l'opération de nettoyage est effectuée très rapidement d'où un coût réduit et une qualité d'exécution exceptionnelle.

Les Entreprises Electriques Fribourgeoises sont a même d'effectuer un nettoyage à des conditions très intéressantes sur toutes machines, sans limites de puissance ni de dimensions, en Suisse comme à l'étranger, ce procédé ayant par ailleurs été appliqué outre-mer sur des groupes de 60 MVA.



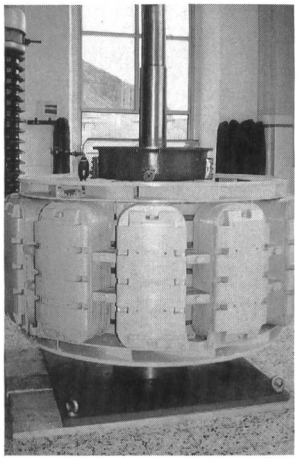


Figure 12, à gauche. Rotor avant nettoyage.

Figure 13, à droite. Rotor après nettoyage à la rafle de maïs et peinture isolante.

Adresse de l'auteur: *Bernard Comte,* ing. ETS, chef de la division exploitation et production, Entreprises Electriques Fribourgeoises, bd de Pérolles 25, CH-1701 Fribourg.

Hochdruckinjektionen

für tiefe Baugruben und hochliegende Dichtsohlen mit Auftriebssicherung durch Pfähle oder Gewölbewirkung

Nach Vorträgen von Dipl.-Ing. *Michael Schrank* und Dipl.-Ing. *Anton Bayerstorfer.* 7. Christian-Veder-Kolloquium am 30. April 1992 in Graz

Beim Verfahren Hochdruckinjektionen (HDI) oder -bodenvermörtelung (HDBV) wird die vorhandene Bodenstruktur aufgelöst, der Boden teilweise ausgespült und durch Zementsuspensionen ersetzt und vermischt. Im englischen Sprachgebrauch hat sich dafür der Name Jet-Grouting durchgesetzt; Firmenbezeichnungen sind Soilcrete, Rodinjet usw.

Eingegangen wird auf die einzelnen Arbeitsgänge (Bohren, Schneiden/Fräsen und Injizieren), Anwendungsgrenzen, Eigenschaften der HDBV-Körper (2 bis 20 MN/m^2 Druckfestigkeit, 10^{-7} bis 10^{-9} m/s Durchlässigkeit), Verfahrenstechniken (Ein-, Zwei- und Dreiwegsystem) und die Anwendung für tiefe Baugruben, z. B. als statisch belastbare Baugrubensicherung (Bauwerkunterfangungen, Geländesicherungen, Schächte) oder nur zur Abdichtung. Es werden Einzelheiten über derartig ausgeführte Baugrubenumschliessungen gebracht.

Die Anforderungen an die Umschliessung und Sohlabdichtung der Baugruben sind gestiegen, weil man infolge hoher Grundstückspreise und gestiegener Gesamtbaukosten eine stärkere Nutzung des Raums unter der Geländeoberfläche anstrebt. Dazu kommt, dass die dafür erforderliche Grundwasserabsenkung oft praktisch und wirtschaftlich nicht nur wegen meist fehlender Vorflut und langwieriger Genehmigungsverfahren weitgehend unmöglich geworden ist. Eine allseits umschlossene Baugrube (verankerte Stahlspundwand aus überschnittenen Bohrpfählen oder HDI-Säulen) verringert den Wasserzustrom in die Baugrube. Durch Einbau einer hochliegenden HDI-Dichtsohle (50 bis 250 cm) mit Auftriebssicherung (Stahlzugglieder, GEWI-Pfähle 50 mm Durchmesser, 8 bis 18 m, Ortbeton-Schneckenpfähle 750 mm Durchmesser bis 10 m oder Gewölbewirkung) wird das im Grundwasserstrom verbleibende Hindernis nicht viel grösser als das Bauwerk selbst (Restwassermenge nur mit 5 l/s je 1000 m^2 benetzte Fläche). Dies wird an mehreren Ausführungsbeispielen erläutert. *BG*