

MICROBIOLOGICAL TREATMENT OF WATERS FROM PAPER MILLS CIRCUITS♦

LE TRAITEMENT BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE CIRCUIT DE PAPETERIES

Constantin Stanciu

*„Dunărea de Jos” University of Galați, Brăila Faculty of Engineering,
29 Călărași st., RO - 810017, Brăila, Romania*

Corresponding author: decanatbr@ugal.ro

Received: 07/07/2008

Accepted after revision: 22/07/2008

Abstract: Microbiological aspect of paper making relates to slime issues. They are made of jellylike matter that build-up in process water circuits of paper mills. Water circuit of paper mills provides good conditions of microorganism development (nutritive substances, temperature, *pH* and oxygen). High contents of microorganisms are noticed on paper circuits that are able to reach up to 10^7 CFU/mL. The most common microorganisms are bacteria often joined by fungi and yeasts. The signs of infections that frequently occur in a paper mill are the following: a. Formation of slime; Microorganisms tend to attach on water circuit walls as biofilms; b. Felt plugging and foulness; c. Glue and starch damage; d. Stains and coloration; e. Cellulolytic action; f. Localized corrosion and odor (H_2S).

The first section of the paper shows the physical proprieties of sludge and slime (biological slime, chemical slime, chemical-biological slime). As a

♦ Paper presented at the fifth edition of: “Colloque Franco-Roumain de Chimie Appliquée – COFrRoCA 2008”, 25 – 29 June 2008, Bacău, Romania.

general rule, slime that is found in paper machines is a complex, chemical and biological slime. Biofilm deposits on water circuit walls are mainly made of bacteria and extra-cellular polysaccharides (EPS). Bacteria attach to walls, by means of protean filaments. Values of microbiological contamination and efficiency of using various biocides in the alkaline and acid processes are shown.

We notice the efficiency of DILURIT 953 biocide, in the alkaline process (pH = 4-8, charge 200 g/ton of paper) that leads to reduction of bacteria number by 82.3%. The activity of DILURIT 953 is extended to all families of contaminants (bacteria, moulds, yeasts, and sulfate reducing bacteria - SRB). Paper mills are facing problems not with the number of microorganisms in the system, but with the volume of slime on walls.

Keywords: *paper, slime, microorganisms, biocides.*

INTRODUCTION

Les aspects microbiologique de la fabrication du papier se referant aux problèmes du « slime ». Les boues ou « slime » sont constituées par un accroissement gélatineux, qui se forme dans les circuits d'eau de fabrication des usines de production.

En papeterie le slime est défini comme l'ensemble des dépôts biologiques et chimiques dans le circuit. Le circuits d'eau des machines a papier fournissent de bonnes organismes (les substances nutritive, la température, le *pH* et l'oxygène) [1, 2].

Le sources a d'infection microbienne dans une usine de pâte ou de papier sont habituellement les suivantes: l'eau, l'air, les charges et la pâte.

Les plus courants microorganismes sont les bactéries, mais ces dernières sont souvent accompagnées et de levures.

Les manifestations d'infection que l'on rencontre le plus communément dans une usine à papier sont suivantes:

- a) formation de boues. Les micro-organismes ont tendance à se fixer aux parois des circuits d'eau, sous forme de biofilms. (figure 1) ;
- b) colmatage, ou engorgement des fuites ;
- c) dégradation de la colle et du amidon ;
- d) tachage ou coloration indésirable de la pâte ;
- e) action cellulolytique.



Figure 1. *Bio films*

Les bactéries anaérobies métabolisent des acides gras volatiles (acides acétique, propionique, lactique, butyrique) à partir d'amidon de polysaccharides et de protéines et génèrent des odeurs désagréables dans les circuits de machine a papier et dans le produit fini. Les bactéries sulphato-réductions génèrent de hydrogène sulfuré.

L'apparition de slimes agrégats gelatineux de bactéries, de champignons, de levures, de fines et de charges participe à l'augmentation du membre de casse dans la section des presses et en sécherie.

Les propriétés physiques de slimes et de pots

Trois sortes de slimes se distinguent parfaitement en raison de leurs propriétés physiques :

- le slime biologique;
- le slime chimique;
- le slime chimico-biologique.

Slime biologique est filiforme fibreuse, fortement accroché a son substrat, glissant, visqueux et difficile désagréger. La formation de slimes telle qu'elle peut être observée sur les machines à papier, est due a des micro-organismes, des champignons, des levures, et des biopolymères à haute densité moléculaire produit par ces mêmes micro-organismes.

Outre ces biopolymères d'origine intracellulaire, certains organismes produisent également des polysaccharides extracellulaires "collants", ces organismes arrivent à se fixer sur des surfaces dures et pratiquement inertes (dépôt visqueux).

Des détachements partiels de tels dépôts entraînent des trous, des taches ou même de casses. La corrosion induite par voie microbienne et les odeurs désagréables sont d'autres problèmes [3].

Slime chimique peut être caractérisé comme spongieux, pulpeux ou cotonneux; il est facilement détachable des surfaces. En règle générale, le dépôt trouvé dans une machine à papier sont de nature complexe, chimique et biologique [4, 5].

Les bactéries adhérentes aux parois avec des filaments de nature protéique (figure 2).

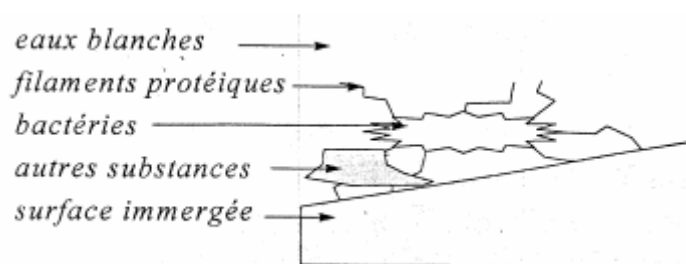


Figure 2. Formation de slime

La croissance bactérienne dans un milieu donné, dépend principalement du *pH*, de la température, de la teneur en oxygène dissous et de la concentration en éléments nutritifs.

Traitement bactériologique: les biocides

Les mesures à prendre contre la prolifération microbiologique sont suivantes:

- traitement bactériologique;

- éviter les dépôts de matières solides et la formation de zones anaérobies favorisant développement des bactéries sulphato-reductrices (vitesse de circulation en canalisation de 3 à 4 m.s⁻¹, remplacement accélère d'eau du système);
- diminuer au maximum la durée de la rétention de l'eau et des boues dans les circuits (décanteurs, flotteurs, etc.);
- agitation permanente des capacités de stockage ou rétention d'eau en absence de circulation interne suffisante;
- nettoyage systématique avec les jets haute pression en tête de machine;
- maintien d'une température élevée peu favorable à la prolifération des champignons et au développement des slimes ou maintien d'une température basse (proche de l'ambiante) à laquelle l'activité microbiologique est plus lente.

Les biocides (molécules organiques et inorganiques avec le caractère oxydant ou ne oxydant, plus ou moins toxique sont utilisées pour le traitement bactériologique des circuits d'eau de papeteries.

Les biocides oxydant sont de deux types: halogénés et peroxydes. Les dérivés halogénés (chlorés ou bromés) sont abondamment utilisés par l'industrie sous toutes formes chimiques: gazeuse (Cl₂, ClO₂), liquide et solide [6].

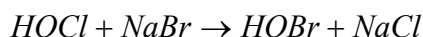
Les composés chlorés ont été utilisés pendant des années comme microbiocides.

L'utilisation de chlore gazeux ainsi que du bioxyde de chlore présente, cependant de sérieux problèmes pour les manipulateurs et l'environnement.

À pH alcaline l'efficacité et la stabilité du brome sont supérieures à celles du chlore.

La bromation permet de réduire le coût de traitement biocides par oxydation. Afin d'obtenir un effet microbiocides le chlore comme le brome doivent être convertis en acide hypochloreux ou hypobromeux. La bromation permet de produire de l'acide hypobromeux en toute sécurité à partir de bromure de sodium et d'une source de chlore telle l'Eau de Javel.

Combiné dans un rapport moléculaire de 1:1 dans l'eau ces deux composants donnent l'acide hypobromeux suivant la réaction suivante :



La bromation présentera les propriétés suivantes :

- stabilité à pH alcaline ;
- efficacité contre un spectre large de biofoulants ;
- rapidité de réaction ;
- réduction de la corrosion des métaux ;
- moins de fouling potentiel.

La dissociation de l'acide hypochloreux au bromeux dans l'eau est une réaction dont l'équilibre dépend de pH.

Les courbes de dissous montrent cette évolution des vitesses de dissociation respectives, de l'acide hypochloreux et hypobromeux pour des zones de pH allant de 6,5 à 10,0 (figure 3). Comme le montrent ces courbes à un pH assez courant, de 8,3 seuls 13% d'acide hypobromeux actif sont encore disponibles.

Grâce à la rapidité de formation de l'acide hypobromeux et à sa plus grande stabilité à pH élevé la bromation paraît être la solution la plus efficace pour le contrôle des microorganismes par voie oxydante (une efficacité microbiocide supérieure au chlore y compris comme *Pseudomonas sp.* et les *Streptococcus faecalis*) (figure 4).

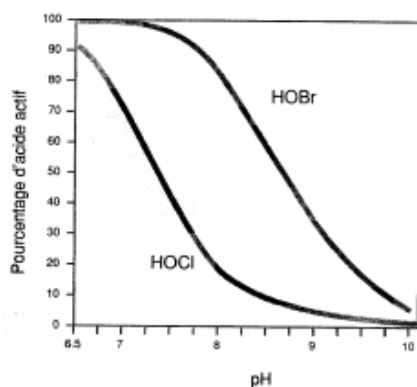


Figure 3. Courbes de dissociation de l'acide hypochloreux et hypobromeux

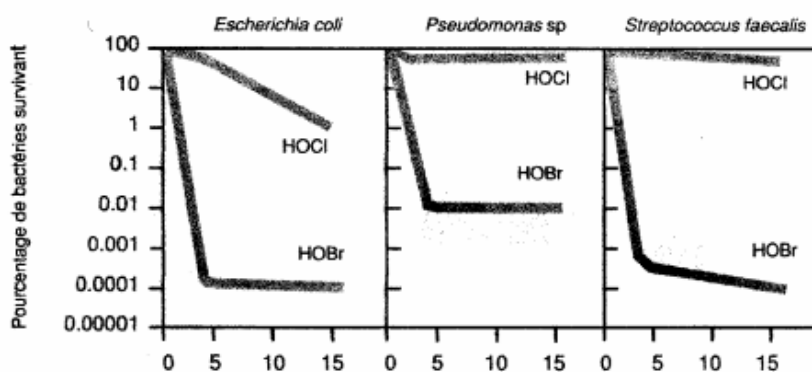


Figure 4. Efficacité comparées des acides hypochloreux et hypobromeux

Cette supériorité permettra de réduire les fréquences de traitements et d'optimiser le rapport qualité/prix. Un traitement biocide a pour d'empêcher la prolifération de tous les microorganismes en les éliminant. Une stérilisation complète du circuit est néanmoins évite en pratique (elle nécessiterait une utilisation élevée de produit et donne représenterait des coûts élevés, un danger de résidu toxique dans le papier et un danger accru pour l'environnement). Les biocides tuent les germes et les slime ci des dispersent la boue. Les dosages dépendant de la quantité de biofilm se développant la machine. Pour une suppression progressive du biofilm un dosage de 1 à 5 ppm, dans les eaux blanches est recommande.

Les problèmes le plus graves paraissent pendant le printemps automne et aussi en fonction de la sorte de papier fabrique (spécialement acide ou alcaline) [5]. Les effets négatifs de la prolifération des bactéries peuvent écartés par l'utilisation des biocides spécifique (tableau 1) [7-10].

Remarquons l'efficacité d'un biocide DILURIT 953 (méthylenedithiocyanate glycoether), en milieu alcalin (pH 4-8, dose 200 g/t papier), qui conduit la réduction des bactéries avec 82,3%.

PREVENTOL AS-2 est un biocide avec soufre – $C_9H_6ClNO_2S$ (fenyl-2-chloro-2 cyano-vinyl-sulfone)

Tableau 1. Efficacités comparées pour les divers biocides

Biocides	Réduction de nombre des microorganismes, %	
	Bactéries	Fungs
1. Fabrication acide		
Dilurit 953 (200 g/t)	62,5	13,6
2. Fabrication alcaline		
Dilurit 953 (200 g/t)	82,3	-
Preventol AS-2 (180 g/t)	75,0	-

CONCLUSION

Le traitement "anti-slime", base sur l'utilisation de "biocides", est très spécifique aux machines à papier considérées jusqu'à la flore microbiologique dépend fortement des conditions environnementales existantes: température, *pH*, matières premières fibreuses, additifs chimiques.

La procédure à suivre pour le contrôle est la suivante:

- déterminer les sources de contamination microbienne. A intervalles réguliers, il est proposé une détermination de routine du nombre de germes;
- analyse de problèmes potentiels: identification de la nature de pot, essais de solubilisation des prélèvements, détermination des produits à mettre en œuvre risques de corrosion;
- déterminer le biocide à utiliser par des tests de laboratoires;
- faire l'application après des essais en usine.

RÉFÉRENCES

1. Morros, Y.: *A.T.I.P.*, **1995**, 49 (3), 96-98;
2. Hagen, C., Whiteketlle, K.: *P.P.E.*, **1998**, 5, 25;
3. Pichon, M., Muratore, E., Rameau, Y.Y.: *A.T.I.P.*, **1986**, 40 (1), 21-30;
4. Vitale, M.: *La papeterie*, **2003**, 252, 28-32;
5. Stanciu, C.: *Actes du Quatrième Colloque Franco-Roumain de Chimie Appliquée* (Gavrilă, L., Fînar, A., Grandclaudon, P., Djelveh, G., Troin, Y. – eds.) Ed. Alma Mater, Bacău, **2006**, 424-425;
6. Knight, Y.O., Ayaz, N.: *Speciality Chemicals Magazine*, **24** (9), 22-23;
7. Stanciu, C.: *Lucrările celui de-al V-lea Simpozion de Microbiologie Industrială (Proc. of 5th Industrial Microbiology Symposium – in Romanian)*, Iași, **1986**, 911-915;
8. Gallon, E.: *La papeterie*, **2001**, 241, 10-13;
9. Sabonnadière, C., Cerrutti, C., Garnier, Y.: *La papeterie*, **1995**, 191-192, 69-70;
10. Ciurea, A., Cartaș, V., Stanciu, C., Popescu, M.: *Managementul mediului (Environmental Management – in Romanian)*, vol II, Ed. Didactică și Pedagogică, București, **2005**.