جامعة دمشق
كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية
قسم هندسة الميكانيك العام

الاختيار الأمثل لمنظومة حقن هيبوكلوريت الصوديوم في محطات ضخ مياه الشرب

The Optimal Selection for Sodium Hypochlorite Injection System in Drinking Water Pumping Stations

رسالة مقدمة لنيل درجة الماجستير في هندسة ميكانيك الموائع

إعداد: م.هبة محمد زياد شخاشيرو
إشراف: أ.د.م. علي خلوف

الملخص:

تم في هذا البحث إيجاد نظام تعقيم مُنتج للمادة المُعقِمة للمياه كبديل عن التعقيم بغاز الكلور، بحيث يحقق عقامة للمياه وفق المواصفات القياسية السورية رقم 2007/45، آخذاً بالحسبان الجدوى الاقتصادية للنظام البديل، وإمكانية توفر مواد التشغيل، والقضاء على جميع الأنواع الجرثومية الموجودة في المياه.

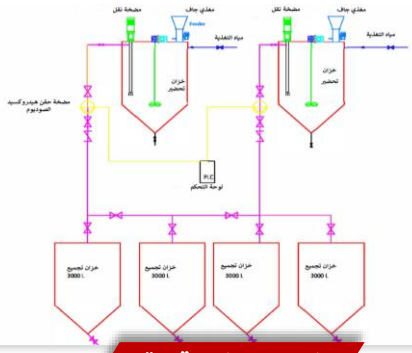
تم بدايةً تصميم المنظومة الميكانيكية حسابياً ومن ثم تم تنفيذها على أرض الواقع في وحدة مياه ضاحية قدسيا، وبيَّنت النتائج أنَّ المادة المُصنَعة حققت تعقيم لمياه الشرب الخام وفقاً للمواصفات القياسية السورية، بالإضافة للوفر الاقتصادي في كميات المُعقم المستعملة حيث بلغت قيمة الوفر $1.7\ m^3$ من هيبوكلوريت الصوديوم لكل $800,000\ m^3$ من الماء المعالج يومياً ورافق تلك النتائج الاستغناء عن الحاجة لاستيراد معقمات المياه من الدول الأخرى وتحقيق الاكتفاء الذاتي.

القسم النظري

يُعد التعقيم بهيبوكلوريت الصوديوم من أفضل البدائل عن التعقيم بغاز الكلور، إذ يعتمد هيبوكلوريت الصوديوم على تعقيم المياه عن طريق شاردة الهيبوكلوراس التي تتحرر منه عند تفاعله بالماء، ويوجد طريقتان لإنتاجه أفضلها من الناحية الاقتصادية وإمكانية توفرها محلياً هو أن يتم التصنيع بوساطة منظومة ميكانيكية تعمل بمبدأ الخلط البطيء لكل من هيبوكلوريت الكالسيوم مع كربونات الصوديوم في وسط مائي.

أجزاء المنظومة الميكانيكية المدروسة:

المغذي الجاف -مقياس التراسونيك لتحديد ارتفاع المياه داخل الخزانات - خزان الخلط التحضيري والتجميعي - خلاط كهربائي - مضخة نقل - دارة نقل - مضخات حقن المواد الكيماوية - حوض الترسيب.



القسم العملي

- تم تصميم نموذج أولي بهدف إنتاج ما لا يقل عن 375 l/h من هيبوكلوريت الصوديوم لتعقيم المياه الخام في دمشق وريفها وتوصيف آلية عمل النموذج التصميمي للمنظومة المقترحة، إذ أُختيرت العناصر لتتناسب مع الوظيفة المخصصة لها بالشكل الأمثل، آخذين بالحُسبان طبيعة المواد التي سنصنعها، ومراحل التصنيع، والشروط الجوية والداخلية التي سيتم ضمنها عملية التحضير، واتخاذ إجراءات احتياطية في أثناء التصميم لضمان عمل المحطة باستمرار في حال تعطل أحد أجزائها.
- تم تحديد المواصفات الهندسية والاستثمارية الأساسية للمنظومة بغاية الوصول إلى التصميم النهائي وتصميم المنظومة بناءً عليه.
- تم اجراء دراسة هيدروليكية لجريان المُعقم في دارة النقل.
- تم اخراج النتائج على شكل جداول ومخططات بيانية.
- تم اجراء دراسة للجدوى الاقتصادية للمنظومة المقترحة مقارنة مع منظومة تعقيم بالأوزون.

القسم التجريبي

بعد تنفيذ المنظومة المدروسة تم اجراء ثلاث تجارب:

1. التجربة الأولى: لمعايرة هيبوكلوريت الصوديوم المُحضر والتأكد من مطابقته للمواصفات القياسية السورية والعالمية.

2. التجربة الثانية تم فيها بيان الأثر التعقيمي للمُعقم المُحضر من الناحية الجرثومية حيث تم قطف ثلاث عينات من مواقع ضخ رئيسية في دمشق وريفها وهي على التوالي محطة ضخ وادي بردى، وادي مروان، نبع الفيجة.

3. وأخيراً التجربة الثالثة التي دُرِس فيها سلوك الماء الخام أثناء التعقيم من ناحية زمن التماس.

النتائج والمناقشة:

- تزداد قيمة عكارة المياه والرقم الهيدروجيني عند تعقيمها ولكنها لا تلبث أن تنخفض بعد مرور الزمن اللازم للتعقيم لتبقى ضمن المجال المسموح به وفق المواصفات القياسية السورية.
- ترتفع درجة حرارة المياه المعقمة ارتفاعاً بسيطاً يكاد لا يذكر وليس له تأثير في طبيعة التفاعل أو أجزاء المنظومة أو أجزاء محطات الضخ.
- هيبوكلوريت الصوديوم المُنتَج لا يؤثر في طبيعة المياه المعقمة وتبقى صالحة للشرب تبعاً للمواصفات القياسية السورية بالإضافة لأثره الفعال في القضاء على المستعمرات الجرثومية.
- أستخدمت جرعة 0.8 PPM من هيبوكلوريت الصوديوم تركيز% 8، بناءً على التجارب التي جرت في الموقع والتي كانت كافية للقضاء التام على المستعمرات الجرثومية استناداً لنسبة الكلور الحر المتبقي والتي كانت 0.5 PPM والتي تعتبر نقطة مهمة بسبب الوفر الاقتصادي الذي تحقق نتيجة تخفيض نسبة هيبوكلوريت الصوديوم المستخدم في التعقيم والذي بلغ 612 ton من هيبوكلوريت الصوديوم سنوياً عند تعقيم $800,000\ {}^{m^3}/_{day}$ من الماء الخام.
- أستغني عن الحاجة لاستيراد معقمات المياه من الدول الأخرى وتحقيق الاكتفاء الذاتي.
- توفير قدر عالٍ من السلامة للعاملين في مجال تحضير هيبوكلوريت الصوديوم إذ أنَّ عملية التحضير لا تطلب أكثر من ضبط للكميات المضافة والتي تضاف بشكل آلي وتحضر آلياً.

المراجع:

1. Soaded, Awatif & Basim, Hussein. (2018-2019). **Sanitrary and environmental Engineering**. No 1. Water supply Engineering.P: 229.
2. Atiemo-Obeng, Victor. Penney, A. & Armenante, Piero. (2004). **Solid-liquid mixing. Handbook of Industrial Mixing**. p: 543-584.
3. Boulos, Noel S. (2008). **Production of Inorganic and Organic Bleaching Ingredients. Handbook of Detergents**. Part F: Production 142. P:421.
4. Casson, Leonard W, & Bess, James W. (2006). **On-site sodium hypochlorite generation. Proceedings of the Water Environment Federation**. P: 6335-6352.
5. EPA. (2011). **Water Treatment Manual.**Wexford. Ireland. P. 200
6. Ersel, M. (2015). **Water and sanitation standards in humanitarian action**. Turkish Journal of Emergency Medicine. No:15. P: 27-33.
7. Guo, Liping. Sun, Yongcai. Zhu, Yinglian. Wang, Baowei. Xu, Lin. Huang, Ming. & Sun, Jingxin. (2020). **The antibacterial mechanism of ultrasound in combination with sodium hypochlorite in the control of Escherichia coli**. Food Research International. No: 129.p: 6.
8. Hablanian, MH. (2003). **Major advances in transfer pumps**. Journal of Vacuum Science & Technology A: Vacuum، Surfaces، and Films، No: 21(5)، S15-S18.
9. أبو حامد، فريد. خلوف، علي. قداح، عاصم. الأحمد، حكمت.(2014) . **آلات الجريان**. دمشق:سوريا. مطبعة جامعة دمشق. ص: 520
10. زيدان، غسان. (2009) **الآلات والدارات الهدروليكية**. حمص: سوريا. مطبعة جامعة البعث. ص:383