

## ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ НА ВОДОПРОВІДНІЙ СТАНЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВОДОПІДГОТОВКИ ПОЛІМЕРНОГО ФЛОКУЛЯНТУ «ВАЛЕУС»

Прокопов В.О., Зоріна О.В., Левицька А.П. \*

ДУ „Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМНУ”, м. Київ

\*КП «Виробниче управління водопровідно-каналізаційного господарства»,  
м. Новоград-Волинський

**Актуальність.** В останні роки увага дослідників у деяких країнах світу прикута до полімерних реагентів неокиснювальної дії на основі солей полігексаметиленгуанідину (ПГМГ), які рекомендують використовувати як альтернатива хлору в технології підготовки питної води з поверхневих водойм [1,2]. Інтерес до цих реагентів пов'язаний з притаманними їм флокулюючими та знезаражуючими властивостями, що робить можливим відмовитись від застосування в технології водопідготовки традиційного хлору, який призводить до утворення канцерогенних хлорорганічних сполук [3,4].

Нами в експериментальних дослідженнях проводилася комплексна гігієнічна оцінка деяких реагентів на основі солей ПГМГ (ПГМГ-хлорид, ПГМГ-фосфат, ПГМГ-хлорид+фосфат, що отримав назву «Валеус») з вивченням їх токсикологічних, флокулюючих, коагулюючих та знезаражуючих властивостей [5,6]. Для останнього реагенту («Валеус») нами разом з Харківським національним медичним університетом для води водних об'єктів була розроблена ГДК, яка встановлена за органолептичною ознакою шкідливості (піноутворення) і дорівнює 0,1 мг/л (3 клас небезпеки, помірно небезпечні).

Результати виконаних досліджень стали науковою базою для впровадження окремих флокулянтів, зокрема ПГМГ-хлорид+фосфату («Валеус»), для підготовки питної води на водопровідних станціях України. У зв'язку з цим представляло інтерес оцінити в натурних умовах ефективність очистки природної води при різних варіантах використання реагенту «Валеус» в технології водопідготовки.

**Мета роботи.** Дати гігієнічну оцінку якості питної води з поверхневої водойми при використанні в технології водопідготовки флокулянту «Валеус».

**Об'єкти та методи дослідження.** Дослідження проводились на водопровідній станції м. Новоград-Волинський, на якій для отримання питної води використовується вода річки Случ.

Очищення річкової води проводиться на трьох окремих майданчиках водоочисних споруд, кожний з яких має свій водозабір (береговий, заглиблений та русловий). До складу очисних споруд першого (продуктивність – 8000 м<sup>3</sup>/добу) та другого (продуктивність – 2000 м<sup>3</sup>/добу) майданчиків входять (рис. 1): відстійники вертикальні, швидкі фільтри, РЧВ.

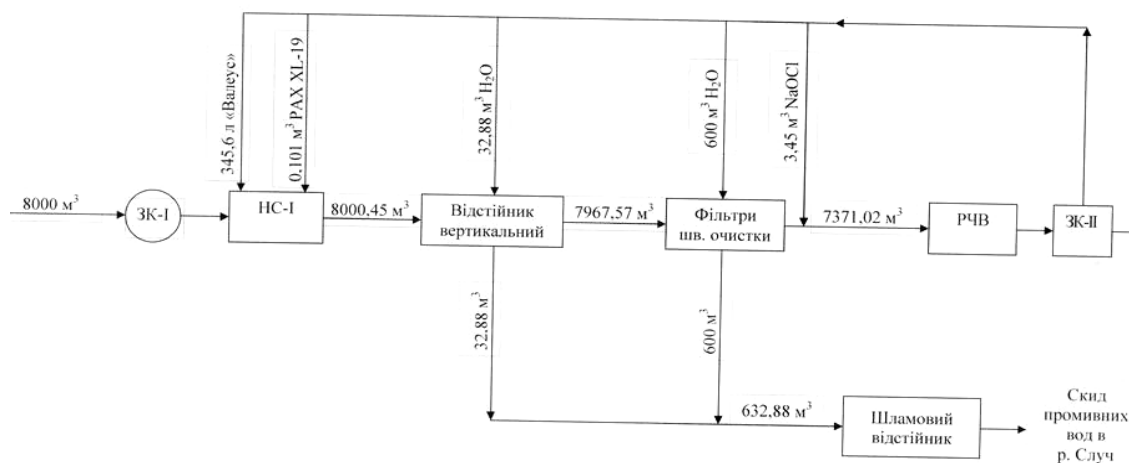


Рисунок 1. Технологічна схема підготовки питної води на водопровідних майданчиках 1 та 2.

Сира вода з першого водозабору після обробки коагулянтном РАХ XL-19 надходить до вертикальних відстійників, після яких подається на швидкі фільтри з цеолітом. Вода на очисних спорудах другого майданчика проходить таку саму обробку, однак замість цеоліту в швидких фільтрах використову-

ються інші засипки: пісок (0,5-1,2 мм) та гравій (2-32 мм).

До складу очисних споруд третього майданчика (продуктивність – 8000 м<sup>3</sup>/добу) входять: барабанний фільтр, змішувач 2-х камерний з механічним перемішуванням, відстійник горизонтальний, швидкі фільтри, РЧВ (рис. 2).

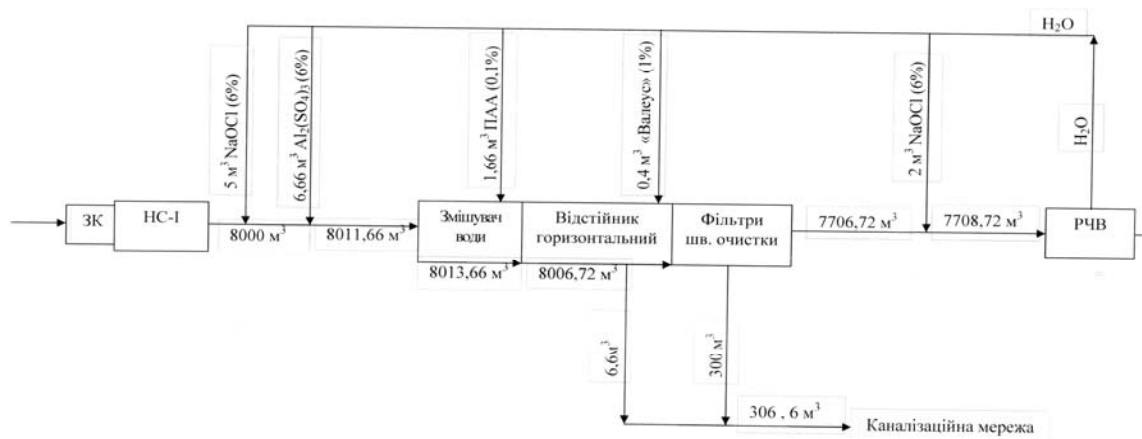


Рисунок 2. Технологічна схема підготовки питної води на водопровідному майданчику 3.

Вихідна вода проходить первинне хлорування гіпохлоритом натрію перед барабанним фільтром, після якого у воду вводиться 5-6 % розчин коагулянту (сульфату алюмінію). Далі вода подається в змішувач, в другу камеру якого за допомогою насоса-дозатора подається 0,1% розчин флокулянту (поліакриламід «Суперфлок А-150»). Оброблена реагентами вода поступає у горизонтальний відстійник та на швидкі фільтри, засипка яких складається з 3-х шарів: 1-й – гравій (16-32 мм), 2-й – пісок (0,7-1,2 мм), 3-й - активоване вугілля (1,4-2,5 мм).

З метою поліпшення якості питної води останнім часом на водопровідній станції застосовано реагент «Валеус». Влітку перед відстійниками (на першому та другому майданчику) та перед надходженням на фільтри у відстояну воду (на третьому майданчику) вводиться 1% розчин реагенту «Валеус». Доза цього реагенту встановлюється пробним аналізом та не перевищує 0,5 мг/л.

На кожному з трьох майданчиків очисних споруд вода перед надходженням в РЧВ знезаражується гіпохлоритом натрію, який отримується на станції за допомогою електролітичної установки, вода з РЧВ за допомогою насосів II-го підйому подається в

розподільну мережу міста. Промивна вода після промивок відстійників, фільтрів, РЧВ скидається в міську каналізаційну мережу, а шлам - на шламові майданчики.

Реагент «Валеус» виготовляється в Україні згідно з ТУ У 24.1-31826657.002-2002 «Реагент знезаражуючий. Технічні умови» та представляє собою розчин солей полігексаметиленгуанідингідрохлориду та полігексаметиленгуанідингідродифосфату. Цей біоцидний полімер є хімічно стійкою сполукою у широкому інтервалі кислотності, не окиснюється хлором, його сполуками і киснем, добре розчиняється у воді з утворенням розчинів, які не мають запаху, не леткі, не агресивні, не викликають корозії. Він утворює малорозчинні сполуки з органічними і неорганічними компонентами природних вод, завдяки чому гумінові, фульвінові, амінокислоти, танінові і білкові речовини, іони заліза і важких металів переходять у нерозчинний стан і вилучаються з води на стадії коагуляції. Пластівці гідроксиду алюмінію, сформовані в присутності ПГМГ, мають більші розміри, густину і міцність, тому турбулентні потоки і місцеві пульсації градієнту швидкості, які виникають в потоках води, значно менше їх руйнують. Навіть при низь-

кій температурі і високій кольоровості води в присутності ПГМГ ефективність очистки води на стадії коагулювання домішок і відстоювання різко зростає.

Дослідження, що проводились на водопровідній станції, включали визначення у вихідній питній воді санітарно-хімічних та

мікробіологічних показників. Визначення цих показників проводилось з використанням сучасних загальноприйнятих методів.

**Результати та обговорення.** За даними моніторингу, що проводився в 2010-2013 рр., якість річкової води мала наступні особливості (табл. 1).

Таблиця 1. Якість річкової води в місцях водозаборів питного водопроводу м. Новоград-Волинський (2010-2013 рр.).

Показник	Одиниця виміру	Концентрація		
		середня	мінімальна	максимальна
Запах	бали	1	1	4
Каламутність	мг/л	9	3	20
Кольоровість	градуси	50	30	140
Завислі речовини	мг/л	9,5	4	20
Перманганатна окиснюваність	мг/л	9	7,5	11
ХСК	мг/л	15	7	20
БСК <sub>5</sub>	мг/л	2,5	0,6	5,8
Розчинений кисень	мг/л	10	8	12
Амоній	мг/л	0,5	0,4	2,0
Загальна жорсткість	мг/л	5	3	9
Загальне залізо	мг/л	0,4	0,2	1,2
Марганець (поверхневий шар)	мг/л	0,12	0,01	0,5
Марганець (на глибині 2,5 м)	мг/л	0,2	0,03	2,8
Загальні коліформи	КУО/100 см <sup>3</sup>	70000	6800	240000

Упродовж усіх сезонів року, особливо у весняно-літній період, вода, навіть за усередненими даними, мала високу каламутність та кольоровість, а також перманганатну окиснюваність. У воді постійно реєструються підвищені рівні показників ХСК та БСК<sub>5</sub>, що свідчить про техногенне та антропогенне навантаження на водойму. Періодично у воді підвищуються жорсткість, залізо та марганець (особливо влітку). У весняний паводок та влітку значно погіршуються мікробіологічні показники води. В цілому за ступенем забруднення вода річки відповідає 2-3 класу якості.

Очищення такої річкової води до вимог питної потребує при використанні традиційної технології водопідготовки, що застосовується на водопровідній станції, найбільш ефективних коагулянтів, флокулянтів (або їх комбінацій) та знезаражуючих засобів. Зокрема, замість традиційного флокулянта – поліакриламід – на першому та дру-

гому майданчиках водоочисних споруд використано більш ефективний полімерний флокулянт «Валеус», а на третьому майданчику – навіть два флокулянта: поліакриламід «Суперфлок А-150» та «Валеус». Потрібно також відмітити і те, що на першому та другому майданчиках первинне хлорування води не проводиться, а флокулянт «Валеус» комбінується з більш ефективним, ніж традиційний сульфат алюмінію, коагулянтом РАХ ХЛ-19. Найскладніша технологія використовується на третьому майданчику: первинне хлорування гіпохлоритом натрію, потім коагуляція сульфатом алюмінію та подвійна флокуляція (поліакриламід та «Валеус»). На заключному етапі водопідготовки на усіх майданчиках водоочисних споруд для знезараження води перед РЧВ використовується електролітичний гіпохлорит натрію. Дані щодо реагентів та їх доз, що використовуються на водопровідній станції, наведені в таблиці 2.

Таблиця 2. Реагенти, що використовуються для очищення питної води, їх дози та основні діючі речовини.

Реагент	Нормативний документ	Доза, мг/л	Діюча речовина	
			назва	норматив в питній воді, мг/л
Коагулянт PAX XL-19	ДСП 173-96	15–50	алюміній	≤0,5
Сульфат алюмінію	ГОСТ 12966-85	20-60	алюміній	≤0,5
Поліакриламід «Суперфлок А-150»	ГОСТ 19355-85	0,2-1,0	поліакриламід	≤2,0
Реагент «Валеус»	ТУ У 24.1-31826657.002-2002	≤0,5	ПГМГ	≤0,1
Гіпохлорит натрію	ДСТУ 3583-97, ГОСТ 13830-97 (на сировину)	2-10 (активного хлору) 3,5-17(солі)	хлор активний вільний	0,3-0,5

В процесі очищення вихідної води за зазначеними технологічними схемами на майданчиках 1-3 та застосованими тут реагентами отримані результати, з яких витікає наступне (табл. 3).

Таблиця 3. Якість питної води з майданчиків очисних споруд водопроводу м. Новоград-Волинський (2011-2013 рр.).

Показник	Одиниця виміру	Середня концентрація у воді з майданчика		
		1	2	3
Каламутність	мг/л	0,58	0,58	0,58
Кольоровість	градусів	10	15	8-10
Водневий показник	одиниці рН	7,7-7,8	7,8	7,5-7,6
Амоній	мг/л	0,05	0,06	0,04-0,05
Хлориди	мг/л	28	28	22-24
Сульфати	мг/л	28-40	29	60-65
Фториди	мг/л	0,19-0,2	0,2	0,19-0,2
Сухий залишок	мг/л	355-380	380	350-375
Нітрити	мг/л	0,003	0,003	0,003
Нітрати	мг/л	3,2-7,5	8,5	2,8-7,0
Загальне залізо	мг/л	0,04-0,05	0,06	0,04-0,05
Марганець	мг/л	0,03	0,04	0,03-0,04
Загальна жорсткість	мг/л	5,0-5,5	5,6	5,2-5,3
Алюміній	мг/л	0,04–0,045	0,045	0,12-0,15
ПГМГ	мг/л	<0,01	<0,01	<0,01
Хлор залишковий вільний	мг/л	0,4	0,4	0,4
ЗМЧ	КУО/л	2-4	3-5	1-3

Як витікає з даних таблиці 3, на усіх трьох майданчиках, з практично однаковим набором очисних споруд, при застосованих в технології водопідготовки реагентах якість вихідної води доводиться до питної як за санітарно-хімічними, так і мікробіологічними показниками. В той же час звертає на себе

увагу той факт, що на перших двох майданчиках, де в технології очистки вихідної води використовується два реагента (флокулянт «Валеус» та коагулянт PAX XL-19), досягається така ж ефективність очистки води, як і на третьому майданчику, де використовуються чотири реагента (гіпохлорит натрію,

сульфат алюмінію, поліакриламід «Суперфлок А-150», флокулянт «Валеус»). Звідси витікає, що навіть при меншій кількості реагентів, в разі їх високої ефективності, можна отримати питну воду нормативної якості. Такими є реагент флокулянт «Валеус», що виконує флокулюючу та знезаражуючу функції, та коагулянт РАХ XL-19, який є значно ефективніший, ніж традиційний коагулянт сульфат алюмінію. При такій комбінації реагентів досягається не тільки висока якість

питної води за санітарно-хімічними, але і мікробіологічними показниками (упродовж 2011-2012 рр. у питній воді були відсутні загальні коліформи, E.coli, ентерококи, коліфаги, а також паразитологічні показники). До того ж слід додати, що при застосуванні полімерного флокулянту окиснюваної дії «Валеус» на початковій стадії обробки вихідної води замість хлору виключається утворення у питній воді канцерогенного хлороформу та інших токсичних хлорорганічних сполук.

### Висновки

Вперше в Україні в натурних умовах на водопровідній станції м. Новоград-Волинський досліджено ефективність використання в технології підготовки питної води з поверхневої водойми (р. Случ) полімерного флокулянту «Валеус», якому притаманні флокулюючі та знезаражуючі властивості. Показано, що використання цього флокулянту в комбінації з високоефективним коагулянтом РАХ XL-19 на водопровідних очисних спорудах в складі традиційної технологічної схеми водопідготовки (водозабір → реагентна обробка вихідної води (флокулянт + коагулянт) → відстоювання, фільтрування (швидкий фільтр) → знезараження (гіпохлорит натрію) → РЧВ → водопровідна мережа забезпечує доведення якості вихідної води до вимог питної за санітарно-хімічними та мікробіологічними показниками.

Комбінація у водоочисці двох високоефективних реагентів дозволяє отримати якість питної води аналогічну якості питної води, що отримана на такій же технологічній схемі водопідготовки, але з використанням чотирьох реагентів (первинне хлорування + коагуляція + первинна флокуляція + вторинна флокуляція).

### ЛІТЕРАТУРА

1. Ефимов К.М. Полигуанидины – класс малотоксичных дезсредств пролонгированного действия / К.М. Ефимов, П.А. Гембицкий, А.Г. Снежко // Дезинфекционное дело. 2000. – №4. – С.12-16.
2. Воинцева И.И. Новые биоцидные полимеры на основе отечественного сырья для антисептирования воды, борьбы с инфекцией (включая туберкулез), с биокоррозией и биообращанием / И.И. Воинцева, П.А. Гембицкий, П.М. Валецкий // Матер. XIV Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. – М., 1998. – 303 с.
3. Чичковська Г.В. Тригалогенметани у питній воді та аномальні наслідки при дітонародженні / Г.В. Чичковська, В.О. Прокопов, О.В. Зоріна // Довкілля і здоров'я. – К., 2002. – №3(22). – С. 28-30.
5. Прокопов В.О., Чичковська Г.В. Канцерогенний ризик для здоров'я тригалогенметанів – побічних продуктів хлорування води (огляд) // Довкілля і здоров'я. – К., 2002. – №4 (23). – С. 20-23.
6. Прокопов В.О. Наукове обґрунтування застосування в технології підготовки питної води біоцидних полімерних реагентів як альтернатива хлору / В.О. Прокопов, Н.В. Міронець, О.В. Зоріна, О.М. Поліщук, Н.В. Чирська, О.М. Кузьмінець, О.В. Сурмачева, Л.А. Томашевська // Зб. тез доповідей наук.-практ. конф. „Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України”. – К., 2008. – С. 73-75.
7. Прокопов О.В. До питання механізму дії полігексаметиленгуанідину – реагенту із флокулюючими та біоцидними властивостями, який пропонується для використання у водопідготовці / О.В. Прокопов, Г.В. Чичковська // Гігієна населених місць. – К., 2006. – Вип.47. – С. 76-79.

**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
НА ВОДОПРОВОДНОЙ СТАНЦИИ В ТЕХНОЛОГИИ ВОДОПОДГОТОВКИ НОВОГО  
ПОЛИМЕРНОГО ФЛОКУЛЯНТА «ВАЛЕУС»**

*Прокопов В.О., Зорина О.В., Левицька А.П.*

*На водопроводной станции г. Новоград-Волынский проведены натурные исследования и дана гигиеническая оценка использования реагента нового поколения на основе солей полигексаметиленгуанидина «Валеус» в качестве флокулянта с обеззараживающими свойствами. Эксплуатация на речном водопроводе трех изолированных схем водоочистки позволила оценить эффективность реагента при различных вариантах его использования в технологии подготовки питьевой воды. Натурные исследования подтвердили данные ранее проведенных экспериментальных исследований об его высокой флокулирующей и обеззараживающей эффективности, что при совместном использовании с коагулянтом позволяет обеспечить стабильно высокое качество питьевой воды по микробиологическим и санитарно-химическим показателям.*

**HYGIENIC ASSESSMENT OF THE POLYMERIC FLOCCULANTS "VALEUS"  
– NEW WATER TREATMENT TECHNOLOGY AT THE WATERWORKS**

*V.O. Prokopov, O.V. Zorina, A.P. Levitska*

*We have carried out field studies and have given hygienic evaluation using reagents of the new generation "Valeus" based of salts polyhexamethyleneguanidine as a flocculant with disinfecting properties on the Novograd-Volyns'kyi river waterworks. Exploitation of three isolated water purification schemes on a water pipe allowed us to estimate the effectiveness of the reagent in different variants of its use in the preparation of drinking water. Field studies confirmed the high flocculation and decontamination efficiency from previous experiments, that allows to provide consistently high quality of drinking water on the microbiological and sanitary-chemical indicators when used in conjunction with a coagulant.*

УДК613.32-099:546.711-06:612.015.11]-092.9

**ВПЛИВ МАРГАНЦЮ НА ВІЛЬНОРАДИКАЛЬНІ ПРОЦЕСИ  
В ОРГАНІЗМІ ЩУРІВ НА ФОНІ ВЖИВАННЯ ПИТНОЇ ВОДИ  
З РІЗНИМ ВМІСТОМ СТЕАРАТУ КАЛІЮ**

*Лотоцька О.В.*

*ДВНЗ «Тернопільський державний медичний університет імені І.Я. Горбачевського  
МОЗ України», м. Тернопіль*

**Вступ.** Здоров'я людини значною мірою залежить від якості питної води, часто обумовленої екологічним станом джерела водопостачання населення, яке потребує досконалого вивчення та аналізу. Основна кількість населення споживає для пиття воду з відкритих водойм, хоча відомо, що значна кількість їх постійно забруднюється стічними водами промислових та комунальних підприємств, поверхневими стоками з полів і територій населених пунктів з якими потрапляє велика кількість токсичних речовин [1].

Серед них не останнє місце займають поверхнево-активні речовини (ПАР) і важкі метали.

Значний інтерес викликають ті метали, які найбільш широко та у великих об'ємах використовуються у виробничій практиці: свинець, ртуть і марганець. Вони відносяться до пріоритетних забруднювачів виробничого та навколишнього середовища і особливо небезпечні з точки зору біологічної активності та токсичних властивостей, негативно впливають на здоров'я населення, осо-