

**Наталія Чернова,**

кандидат технічних наук

Оптимальним способом оброблення води, незалежно від її джерела, є мембранне мікрофільтрування, яке дає можливість затримувати завислі речовини, мікроелементи та солі деяких металів

Методи підготовки води для виробництва напоїв і фасованих вод

Схема підготовки води для алкогольних напоїв

Артезіанські води характеризуються високим вмістом заліза (до 20 мг/дм³), твердістю (до 25 ммоль/дм³), лужністю (5–10 ммоль/дм³) та рН (7,0–7,8)), тому ці показники води, як правило, підлягають коригуванню.

Спочатку артезіанська вода піддається **освітленню**. Воду освітлюють шляхом пропускання через фільтри:

- керамічні;
- рукавні;
- картриджні;
- піщані.

Керамічні патронні фільтри застосовують для фільтрування води та видалення з неї бактерій.

Перед фільтруванням на керамічних, рукавних і картриджних фільтрах воду очищують на піщаних фільтрах, заповнених гравієм і кварцовим піском різних фракцій.



У керамічних фільтрах встановлено фільтрувальні патрони з порами, чий розмір не перевищує 1,57 мкм, які щоденно промивають зворотним потоком води за надлишкового тиску 0,03 МПа.

Що два тижні фільтрувальні патрони дезінфікують розчином перманганату калію з масовою часткою 1%.

Для видалення з води завислих речовин, піску, суспензій, іржі, речовин колоїдного ступеня дисперсності застосовують переважно зневоднений алюмосилікат, що забезпечує фільтрування частинок від 20 мкм.

Для тонкого очищення використовують засипки зі спеціальної кераміки.

За концентрації заліза у вихідній воді понад $0,2 \text{ мг/дм}^3$ проводять її знезалізнення, в тому числі й у багат шарових фільтрах, що містить від трьох до восьми фільтрувальних шарів.



Багат шарові фільтри добирають із розрахунку, щоб глибина взаємного проникнення частинок сусідніх шарів не перевищувала 10% товщини шару. Завантаження фільтра потребує періодичного зворотного промивання від завислих речовин, осаду та нальоту на зернах завантаження.

Важливими вимогами до якості фільтрувальних матеріалів є їхня стійкість до води та реагентів. Відповідно до цих вимог профільтрована вода не повинна збагачуватись речовинами, шкідливими для здоров'я людини. Матеріал має зберігати механічну міцність під час щоденних водних, водоповітряних або хімічних промивань.

Під час підготовки води для виготовлення алкогольних напоїв використовують хімічно інертні речовини:

кварцовий пісок

подрібнений мармур

рубіновий гарне

керамзит

фільтроантрацит

шунгізит

подрібнений гідроантрацит

керамічну крихту

антрацитову крихту

Purolat-стандарт

Спосіб очищення води від розчинних сполук заліза та марганцю залежить від фізико-хімічних показників води та обирається на підставі технологічних або аналітичних досліджень щодо **знезалізнення** або **деманганції**.

Для підземних вод із вмістом розчиненого заліза до 10 мг/дм^3 (з них 70% становить залізо у формі Fe^{2+}) застосовують **спрощену аерацію** (насичення води киснем повітря впродовж 10–15 хв) та подальше фільтрування.

Іншим високоефективним способом для зменшення концентрації заліза у воді є застосування сорбентів із каталітичною плівкою, нанесеною на поверхню природного або штучного матеріалу:

- сульфовугілля;
- полімерного завантаження;
- алюмосилікатів;
- природних та штучних цеолітів.



Відновлення фільтрувальних властивостей матеріалів відбувається зворотним потоком води або проводиться їхня регенерація розчином перманганату калію (необхідність застосування та концентрація наводиться виробником матеріалу).



Якщо відновлення матеріалу проводили із застосуванням сильного окисника на кшталт перманганату калію, то фільтрувальний матеріал потрібно відмити від залишків регенераційного розчину та перші порції фільтрату скинути у каналізацію. Фільтри-знезалізнювачі необхідно промивати для запобігання злежування фільтрувальної засипки.

Системи знезалізнення з використанням каталітичних плівок на поверхні фільтрувальних матеріалів характеризуються значною питомою масою та великими витратами води у разі його зворотного промивання. Такі завантаження є малоефективними щодо води, яка містить залізо у виді органічних комплексів.

Якщо у воді наявне органічне залізо у будь-якій формі, то з часом на поверхні фільтрувального завантаження з каталітичною плівкою утворюється органічна плівка, яка перешкоджає прояву каталітичних властивостей засипки.



За вмісту заліза понад 10–15 мг/дм³ застосування фільтрувальних матеріалів із каталітичними властивостями не дає бажаних результатів. Якщо у воді окрім заліза містяться сполуки марганцю, то процес знезалізнення суттєво погіршується.

Якщо залізо у воді наявне у виді розчинних комплексних сполук із неорганічними та органічними гумусовими речовинами (характерна ситуація для поверхневих вод), то застосовують **комбіновані методи очищення води**, які охоплюють процеси:

- аерації;
- вапнування;
- коагуляції;
- фільтрування.



Часом стаються ситуації, коли немає можливості використати дослідне обладнання. У такому випадку залізо можна визначити у воді на смак.

За його вмісту 1,0–1,5 мг/дм³ вода має характерний неприємний металічний присмак. На такій воді без очищення не можна виготовляти соки та компоти, неможливо заварити смачну каву чи чай.

У системі водопостачання є проблеми, зумовлені надмірним вмістом заліза (понад 0,5 мг дм³), пов'язані з інтенсивним утворенням пластівців, які формують шлам у теплообмінниках, радіаторах, трубопроводі, звужуючи їхній переріз.

Знезалізнення поверхневих вод проводять лише реагентними методами, а для видалення заліза з підземних вод найчастіше застосовують безреагентні методи.

Реагентні методи:

спрощена аерація з наступним фільтруванням

окиснення

фільтрування на каркасних фільтрах або через модифіковане завантаження

катіонування

комбіновані методи тощо

Реагентні методи знезалізнення води передбачають застосування сильних окисників – повітря, озону. Їх варто застосовувати за низьких значень рН води, високої окиснюваності, нестабільних вихідних показників води.



На окиснення 1 мг заліза (III) витрачається 0,64 мг хлору, лужність води зменшується на 0,018 ммоль/дм³.

Безреагентні методи знезалізнення води можуть бути застосовані за таких показників якості води:

- **рН** – не менше ніж 6,2;
- **лужність** – не менше ніж 1,35 ммоль/дм³;
- **перманганатна окиснюваність** – не більше ніж 9,5 мгО₂/дм³;
- **вміст вуглекислоти** – до 100 мг/дм³;
- **вміст сірководню** – до 10 мг/дм³.



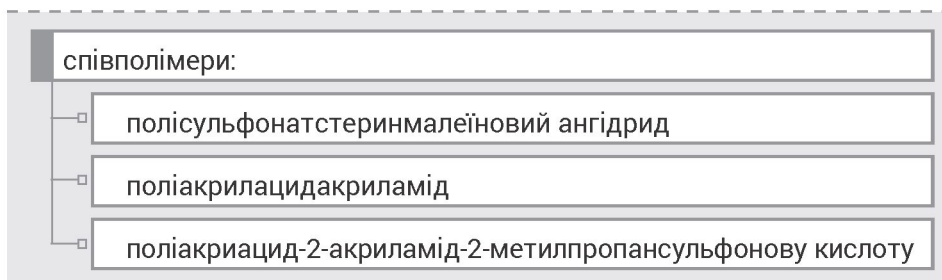
На окиснення 1 мг заліза витрачається 0,143 мг розчиненого у воді кисню, при цьому показник лужності води зменшується на 0,036 ммоль/дм³.

Знезалізнення поверхневих вод проводять одночасно з **освітленням та знебарвленням**.

Для руйнування сполук заліза у виді колоїдів, тонкодисперсних завислих речовин та комплексних органічних сполук воду обробляють озоном.

Знесолення та пом'якшення води проводять із використанням мембранних технологій. Для запобігання забрудненню мембран застосовують дозування у потік вихідної води антискалтанту, який мінімізує можливість утворення осаду або гелю на поверхні мембрани та/або сильних мінеральних кислот для коригування рН.

Для виготовлення антискалтантів використовують:	
	комплексоутворювачі
	поліфосфати:
□	натрій гексаметафосфат
□	натрій триполіфосфат
	комплексони:
□	етилендіамінтетраоцтову кислоту
□	трилон Б
□	1-гідроксиетилідендифосфонову кислоту
□	нітрилтриметилфосфонову кислоту
□	поліетиленполіаміно-N-метилфосфонову кислоту
□	2-фосфобутан-1,2,4-трикарбоксілову кислоту
□	етилендіамінтетру (метиленфосфонову кислоту)
□	гексаметилендіамінтетру (метиленфосфонову кислоту)
□	діетилентриамінпенту (метиленфосфонову кислоту)
	полімери:
□	поліакрилову кислоту
□	поліметакрилову кислоту
□	полімалеїнову кислоту



Активнішими антискалантами є фосфоровмісні комплекси – фосфонати, які запобігають утворенню осадів у пересичених розчинах неорганічних солей. Фосфонати ефективні для запобігання утворенню осадів карбонатів, сульфатів і фосфатів кальцію.



Значення ефекту для фосфатів залежить від природи осаду та інгібітора.

Застосування фосфонату як інгібітора утворення осадів обмежується значенням лужності 7 ммоль/дм^3 , загальним вмістом заліза $0,5 \text{ мг/дм}^3$.

Ефективність антискалтанту визначається розрахунком оптимальної концентрації та технології застосування, а також точністю дозування в потік води. Як надлишок, так і нестача призводять до прискореного утворення осадів і забруднення мембран.

Тривалість дії антискалтанту від кількох секунд до кількох хвилин залежить від складу вихідної води та рецептури антискалтанту.



Перед зупиненням системи необхідно припинити подачу антискалтанту, максимально зменшити робочий тиск та промити мембранний контур спочатку вихідною водою, а потім очищеною водою (пермеатом).

Електропровідність концентрату повинна бути не вищою, ніж у потоці вихідної води. Якщо цю регламентовану операцію не виконувати, то під час зупинення установки на мембранах формується стійкий мінеральний осад. Формування сольового осаду спричиняє розтріскування та руйнування мембран.

Для запобігання відкладенню солей на поверхні мембрани рекомендовано:

- пом'якшення води;
- коригування рН води (в область кислих значень);
- дозування інгібіторів;
- нанофільтрацію.

Найефективнішим способом запобігання утворенню осаду солей на мембранах є подавання пом'якшеної води, хоча метод є витратним. У такому разі для промислових установок переважним є використання інгібіторів або коригування рН води.



Сучасні інгібітори здатні запобігати відкладенню на поверхні мембрани карбонатів кальцію та магнію, сульфатів кальцію, стронцію та барію, діоксиду кремнію, сполук заліза та алюмінію.

У процесі мембранного розділення інгібітор повністю затримується мембраною та виводиться з концентратом. Завдяки цьому інгібітори широко використовуються у технологіях мембранного очищення під час підготовки питної води.

Для запобігання утворенню осаду карбонату кальцію на поверхні мембрани використовують інгібітори.



Своєчасне видалення утвореного осаду періодичними мийними засобами дає змогу підтримувати роботу мембранної установки на заданому рівні впродовж тривалого часу.

Осади колоїдного заліза не справляють значного впливу на процес мембранного перенесення у порівнянні з осадам карбонату кальцію.

Вжиття заходів із розчинення карбонату кальцію дає можливість також видаляти осад заліза.

Дозування у вихідну воду інгібітора для запобігання утворенню осаду карбонату кальцію відбувається автоматично з використанням ежекторів і магнітних клапанів.

Підготовка води для виробництва фасованих вод

Згідно з додатком 4 ДСанПіН 2.2.4-171-10 визначають такі показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води:

- **загальна жорсткість:** 1,5–7,0 ммоль/дм³;
- **загальна лужність:** 0,5–6,5 ммоль/дм³;
- **йод:** 20–30 мкг/дм³;
- **калій:** 2–20 мг/дм³;
- **кальцій:** 25–75 мг/дм³;
- **магній:** 10–50 мг/дм³;
- **натрій:** 2–20 мг/дм³;
- **фториди:** 0,7–1,2 мг/дм³;
- **сухий залишок:** 200–500 мг/дм³.



Якщо рівень сухого залишку в питній воді після її штучного знесолення становить менше ніж 100 мг/дм³, то вона підлягає домінералізації.

Для консервування вод питної фасованої та з пунктів розливання можуть використовуватись діоксид вуглецю, срібло тощо, для знезараження дозволяється ультрафіолет, озон.



Для знезараження води **не дозволяється** застосування хлору.

Води питні фасовані та з пунктів розливання не повинні містити ароматизаторів, підсолоджувачів та інших харчових чи харчосмакових речовин, крім речовин, що регулюються санітарними нормами.

Схема підготовки води для фасованих вод

Воду фільтрують на керамічних свічкових фільтрах, які заповнюють мікропористою керамікою з розміром пор 1 мкм і більше.

На фільтрах затримуються суспензії та мікроорганізми розміром більше ніж 1–2 мкм.

Фільтрування води проводять під тиском, що забезпечує подолання опору в трубопроводі та фільтрувальному матеріалі без додаткового перекачування помпами.



Механічний фільтр складається з патрона (картриджа), встановленого у плиті фільтра та зафіксованого пластиною. Вода подається під тиском 0,3–0,45 МПа через патрубок у внутрішній простір корпусу фільтра. Вода, рухаючись через кожний патрубок, очищується від механічних домішок (завислих речовин) та подається у камеру, звідки надходить у теплообмінник для охолодження.

Фільтрувальні матеріали:

- механічні фільтри;
- сорбційні, йонообмінні, фільтрувальні матеріали з каталітичними плівками;
- зворотноосмотичні фільтри.

Розчинність вуглекислого газу у воді залежить від температури: зі зменшенням температури розчинність вуглекислого газу зростає, тому перед насиченням мінеральної води вуглекислим газом її охолоджують.

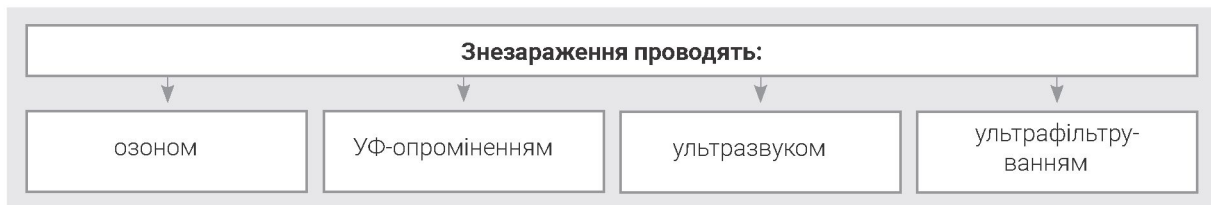


Граничну температуру охолодження мінеральної води добирають з урахуванням можливого утворення осаду через зменшення розчинності солей у воді.

Найчастіше мінеральні води охолоджують до температури 4–10°C в одну стадію та спрямовують на насичення вуглекислим газом.

Воду насичують вуглекислим газом для:

- поліпшення смаку;
- утворення стабільного хімічного складу;
- пригнічення життєдіяльності мікроорганізмів та уникнення їхнього розповсюдження.



Підготовка води для безалкогольних напоїв

Схема виробництва безалкогольних напоїв охоплює підготовку води та її зберігання відповідно до ДСТУ 4069:2016 «Напої безалкогольні. Загальні технічні вимоги», а саме: пункту 4.2 «Вимоги до сировини та допоміжних матеріалів», де зазначено, що під час виробництва безалкогольних напоїв використовують таку основну сировину, як воду питну згідно з ДСанПіН 2.2.4-171.

Воду зі свердловини помпою закачують у систему водопідготовки, де передбачено стадії **знезалізнення, аерації, пом'якшення на Н-Накатіонітових колонах та пропускання води через активоване вугілля.**

Лужність води знижується до 1,0 ммоль/дм³, твердість – до 0,7 ммоль/дм³.

Воду зберігають у прохолодних приміщеннях, у місткостях з неіржавної сталі, закритою кришками.

Перед насиченням діоксидом вуглецю воду піддають деаерації у спеціальних апаратах, охолоджують до 4°C і пом'якшують.



Концентрація йонів природних вод впливає на якість готової продукції. Для прикладу, йони гідрокарбонату зв'язують кислоти, які впливають на смак напою, а також призводять до перевитрат лимонної кислоти.

Наявність йонів кальцію, магнію та заліза сприяє утворенню осаду та опалесценції.

Надмірний вміст заліза погіршує смак напою та забарвлює його у темний колір через реакцію з поліфенольними рослинними екстрактами та соками, які використовують у виробництві.

Підготовка води у пивоварній промисловості

Вода, використовувана на пивоварних заводах, може надходити з водопровідної мережі або артезіанських свердловин. Значно рідше воду беруть з поверхневих джерел (колодязі, струмки тощо).

Незалежно від джерела водозабору, вода повинна відповідати вимогам стандарту на питну воду ДСанПіН 2.2.4-171-10, де визначено гранично допустимі значення показників.

Сольовий склад води відіграє важливу роль у формуванні якості пива, тому до води висувають вимоги щодо:

- жорсткості;
- водневого показника (рН);
- смаку та запаху;
- механічної та мікробіологічної чистоти.

Важливим є склад та співвідношення мінеральних речовин у воді.

Для світлих сортів пива застосовують тільки м'яку воду (0,1–1,8 ммоль/дм³), а для темних – помірно жорстку (1,8–3,5 ммоль/дм³).

Решта показників води повинні відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 до питної води:

- бути прозорою;
- без кольору, смаку та запаху.



Вода **не повинна містити** таких речовин:

- гідрокарбонат натрію;
- амоніак;
- вуглекислий газ;
- нітратна кислота.

Концентрація нітроген (II) оксиду має не перевищувати 25 мг/дм³, вміст марганцю – 0,05, заліза – 0,2 мг/дм³.



Наявність сполук заліза у великих кількостях не бажана, бо вони реагують із дубильними речовинами та погіршують смак і колір напоїв.

Жорсткість води, яку використовують для варіння пива, лімітується на рівні питної води й становить 7 ммоль/дм³, проте вимоги до неї значно вищі у порівнянні з питною водою.



Показник рН для світлого пива становить 6,5–7,0; для темного пива – 7,0 і дещо більше. Якщо рН перевищує 8,0, то спостерігається виникнення відчуття в'язкості та лужного смаку.

Лужність води для світлого пива становить 75 мг/дм³, для темного пива – 150 мг/дм³; вміст заліза – менше ніж 0,1 мг/дм³; вміст хлоридів – 100 мг/дм³.

У воді для сусла повинно бути менше ніж 50 мг/дм³ силікатів, через них пиво мутнішає.

Мінералізація води під час виготовлення сусла для світлого пива становить 500 мг/дм³ та 1000 мг/дм³ – для темного пива.



Солі карбонатної кислоти надають пиву червоного відтінку та грубого «дряпливого», неприємного гіркого смаку.

М'яка вода сприяє виділенню білка під час варіння сусла та запобігає занадто інтенсивному поглинанню гіркоти з хмелю.

У разі використання м'якої води процес бродіння протікає краще, а пиво виходить ігристим.

Схема підготовки води для пивоварної промисловості

У випадку використання води з артезіанських свердловин, як правило, воду **освітлюють, попередньо фільтрують, знезаражують озонуванням або ультрафіолетовим опроміненням.**

Для водопровідної води освітлення проводять її **відстоюванням** у водосховищах, що дає можливість видалити до 70% завислих речовин.

Потім воду **фільтрують** через кварцовий пісок із діаметром зерен 0,8–1,2 мм. Пісок попередньо відмивають та прожарюють.

Пом'якшення води проводять із використанням йонообмінних технологій – катіонітів та аніонітів.

Знезараження води проводять фільтруванням шляхом:

- використання стерилізаційних мембран із розміром пор 0,4–0,45 мкм (у випадках, коли потрібна стерильна вода безпосередньо для технологічного процесу);
- опромінення ультрафіолетовими променями (довжина хвилі 200–290 нм), що чинить на мікроорганізми, які містяться у воді, летальний та мутагенний вплив; найефективнішою є довжина УФ-хвилі – 260 нм;
- озонування.

Кисень, який міститься у воді, негативно впливає на фізико-хімічну та смакову стабільність пива, зменшує його стійкість до старіння. Тому вода піддається **деаерації**.



Оптимальним способом оброблення води, незалежно від її джерела, є мембранне мікрофільтрування, яке дає можливість затримувати завислі речовини, мікроелементи та солі деяких металів.