**Основні сучасні методи пом’якшення води.**

**Зміст**

[Вступ 4](#_Toc5391138)

[Пом’якшення води 5](#_Toc5391139)

[Теоретичні основи пом’якшення води 5](#_Toc5391140)

[Термічний метод пом’якшення води 6](#_Toc5391141)

[Реагентні методи пом’якшення води 7](#_Toc5391142)

[Термохімічний метод пом’якшення води 8](#_Toc5391143)

[Пом’якшення води діалізом 8](#_Toc5391144)

[Магнітна обробка води 9](#_Toc5391145)

[Висновки 10](#_Toc5391146)

[СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 11](#_Toc5391147)

Вступ

Поняття твердості води переважно визначають вмістом катіонів кальцію (Ca2+) і магнію (Mg2+) , хоча всі двовалентні катіони тією чи іншою мірою впливають на твердість води. Оскільки їх «внесок» у твердість мізерний, Стандарт подає таке поняття: твердістю води називається сукупність властивостей, зумовлених концентрацією в ній лужно - земельних елементів, переважно іонів кальцію (Ca2+) і магнію (Mg2+).

Твердість води – один з найважливіших її показників. Використання твердої води може сприяти протіканню небажаних процесів, які пов’язані з утворенням на поверхні споруд і технологічної апаратури парових котлів, систем водяного охолодження, трубопроводів щільних осадів, які зменшують теплообмін, забивають трубопроводи. Наявність осадів, перегрів систем, тріщини – все це може призвести до корозії металів інженерних споруд. Тому одним з найважливіших етапів водопідготовки є пом’якшення води, тобто видалення із неї тих продуктів, які обумовлюють твердість.

**Пом**’**якшення води**

**Пом'якшення води** — обробка води, що надходить із природного джерела у різні технологічні процеси.

**Мета пом'якшення води** — видалення з неї [йонів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%99%D0%BE%D0%BD) [кальцію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D1%86%D1%96%D0%B9) та [магнію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D0%B9), що зумовлюють головним чином [твердість води](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B4%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8), яка може бути усунена методами осадження та [катіонування](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9A%D0%B0%D1%82%D1%96%D0%BE%D0%BD%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F&action=edit&redlink=1). Осадження базується на переведенні кальцію та магнію в важкорозчинні [сполуки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%BA%D0%B8), які випадають в [осад](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%B0%D0%B4), що може бути здійснено термічним або хімічним шляхом.

**Теоретичні основи пом’якшення води**

Природна вода завжди містить розчинені в ній солі, які обумовлюють твердість води. Розрізняють тимчасову твердість води, яка обумовлена гідрокарбонатами кальцію і магнію (Са(НСО3)2, Mg(НСО3)2. Називається вона так тому, що при кип’ятінні її можна усунути, внаслідок розкладу гідрокарбонатів, які перетворюються в важко розчинені карбонати (СаСО3, MgСО3), які випадають в осад, утворюється накип.

Постійна твердість води обумовлюється хлоридами і сульфатами кальцію і магнію (СаCl2, CaSO4, MgCl2, MgSO4). Ця твердість води не усувається кип’ятінням і необхідно використовувати хімічні реактиви для її усунення.

Природна вода, яка містить значну кількість солей кальцію і магнію називається твердою водою, а навпаки м’яка вода містить мало солей кальцію і магнію, або зовсім їх не містить.

Розрізняють карбонатну (або тимчасову) твердість, яка називається солями гідрокарбонатами кальцію і магнію Ca(HCO3)2,Mg(HCO3)2 і не карбонатну (або постійну) твердість, яка визивається солями хлоридами і сульфатами кальцію і магнію (CaCl2. MgCl2, CaSO4, MgSO4). Тимчасова і постійна твердість обумовлюють загальну твердість води. Карбонатна або тимчасова твердість називається так тому, що усувається при кип’ятінні.

Вода з твердістю менше 4 мг-екв/л характеризується як м’яка, від 4 до 8 мг-екв/л як вода середньої твердості, а вище 12 мг екв/л – як тверда вода. Морська вода характеризується загальною твердістю 65 мг екв/л.

Для пом'якшення води використовують такі методи: термічний, реагентний, діаліз. Сутність термічного мето­ду полягає в нагріванні, дистиляції або виморожуванні води. Реагентні методи засновані на тому, що йони Са2+ і Mg2*+,*які містяться у воді, за допомогою певних реагентів трансформують у практично нерозчинні сполуки. Пом'якшення води діалізом базується на різних швидкостях дифузії солей жорсткості крізь напівпроникну мембрану, яка розділяє концентрований і розбавлений розчини. Під дією градієнта концентрації розчинені солі з різною швидкістю дифундують крізь мембрану. Розчинник (вода) дифундує в протилежному напрямку, змен­шуючи швидкість перенесення розчинених речовин.

**Термічний метод пом’якшення води**

Термічне пом’якшення засновано на нагріванні води, її дистиляції або виморожуванні.

При нагріванні води розчинена в ній вільна рівноважна карбонатна кислота видаляється, що призводить до зміщення рівноваги в бік утворення карбонатів:

Ca(HCO3)2 = CO2↑ + H2O + CaCO3↓ .

Що до гідрокарбонату магнію, то спочатку утворюється досить добре розчинний карбонат, який при тривалому кип’ятінні гідролізується з утворенням малорозчинного гідроксиду магнію:

Mg(HCO3)2 = CO2↑ + H2O + MgCO3↓ ,

2Mg(HCO3)2 = (MgOH)2CO3↓ + 3CO2↑ + H2O ,

або Mg(HCO3)2 = Mg(OH)2↓ + 2CO2↑.

При кип’ятінні твердість води зменшується на величину карбонатної твердості, тому її називають тимчасовою.

**Реагентні методи пом’якшення води**

За тим, який реагент використовують для пом’якшення води розрізняють такі способи: вапняний (гашене вапно: Ca(OH)2), содовий (кальцинована сода: Na2CO3), натронний (гідроксид натрію: NaOH) і фосфатний (тринатрійфосфат: Na3PO4). Найбільш економно застосовувати комбінований засіб, бо він забезпечує усунення тимчасової і постійної твердості, а також зв’язування CO2 , видалення іонів заліза, коагулювання органічних й інших домішок. Одним з таких способів є вапняно-содовий в поєднанні з фосфатним.

Процес пом’якшення ґрунтується на таких реакціях:

1. Обробка води гашеним вапном для усунення карбонатної (тимчасової) твердості, видалення іонів заліза і зв’язування CO2 :





2. Обробка води кальцинованою содою для усунення не карбонатної (постійної) твердості:



3. Обробка води тринатрийфосфатом для більш повного осадження катіонів Са2+ і Mg2+ (розчинність фосфатів кальцію і магнію мізерно мала, що забезпечує високу ефективність фосфатного метода):



**Термохімічний метод пом’якшення води**

Для економії реагентів і зниження жорсткості води комбінують реагентний і термічний методи пом’якшення. Таке пом’якшення води проводять звичайно при температурі води вище за 100°С. Інтенсивнішому пом’якшенню води при її підігріві сприяє: утворення важких і крупних пластівців осаду, якнайшвидше його осадження внаслідок зниження в'язкості води при нагріванні; скорочується також витрата вапна, оскільки вільний оксид вуглецю (IV) видаляється при підігріві до введення реагентів.

Термохімічний метод може застосовуватися з додаванням і без додавання коагулянту, оскільки велика щільність осаду виключає необхідність в його обважненні й осадженні.

Застосовують термохімічне пом’якшення виключно при підготовці води для парових котлів, оскільки в цьому випадку найраціональніше використовується теплота, витрачена на підігрівання води.

Як реагенти при цьому методі пом’якшення застосовують в основному вапно і соду, рідше – гідроксид натрію і соду. Застосування гідроксиду натрію замість вапна декілька спрощує конструкцію установок для приготування і дозування реагентів, проте економічно така заміна не виправдана у зв'язку з високою вартістю реагенту.

**Пом**’**якшення води діалізом**

Діаліз - метод поділу розчинених речовин, значно відмінних молекулярними масами. Він грунтується різними швидкостях дифузії цих речовин через напівпроникну мембрану, відділяють концентрований і розведений розчини. Під впливом градієнта концентрації (згідно із законом діючих мас) розчинені речовини з різними швидкостями дифундують через мембрану убік розведеного розчину. Розчинник (вода) дифундує у напрямі, знижуючи швидкість перенесення розчинених речовин. Ефективність напівпроникної мембрани для пом’якшення води визначається високими значеннями селективності і водопроникності, які вона повинна зберігати протягом тривалого часу роботи.

**Магнітна обробка води**

Магнітна обробка води в апаратах з постійними магнітами і електромагнітами використовується вже декілька десятиліть. Відмічено, що за впливу магнітного поля на сольові кристали останні змінюють свою структуру: кристали стають набагато дрібніше і кристали кальциту змінюють свою форму. В цілому кристали карбонату кальцію замість звичайного накипу утворюють пухку масу, яка легко вимивається з трубопроводу. Більше 70% частинок мають розмір менше 0,5 мкм.

Механізм впливу магнітного поля на воду і домішки, що в ній містяться остаточно не з’ясований, але є ряд гіпотез.

Сучасні вчені пояснюють механізм впливу магнітного поля на воду і її домішки поляризаційними ефектами і деформацією іонів солей. Гідратація іонів при обробці зменшується, іони зближуються, утворюючи кристалічну форму солі. В основу однієї з теорій покладено вплив магнітного поля на колоїдні домішки води, в іншу - зміна структури води. При накладанні магнітного поля в масі води формуються центри кристалізації, внаслідок чого виділення нерозчинних солей твердості відбувається не на теплообмінній поверхні (нагрівання або охолодження), а в обсязі води. Таким чином, замість твердого накипу, у воді з’являється мігруючий тонко дисперсний шлам, який легко видаляється з поверхні теплообмінників і трубопроводів. В апаратах магнітної обробки вода повинна рухатися перпендикулярно магнітним силовим лініям.

Висновки

В даному семінарському занятті я ознайомилась з різними методами пом’якшення води.

**Пом’якшення води** – це процес видалення з води катіонів жорсткості, тобто Са2+ і Mg2+. Пом’якшення води проводиться в основному при її підготовці для технічних цілей.

**Загальна жорсткість води –**це сума карбонатної (тимчасової) і некарбонатної (постійної) жорсткості. **Карбонатна жорсткість**обумовлена присутністю у воді в основному гідрокарбонатів Са2+ і Mg2+. **Некарбонатна жорсткість**обумовлена присутністю кальцієвих і магнієвих солей сірчаної, соляної і азотної кислот.

**Для пом’якшення води застосовують наступні методи:**

* ***термічні –***нагрівання води, її дистиляція або виморожування;
* ***реагентні*** – Са2+ і Mg2+,що знаходяться у воді, зв'язуються різними реагентами в практично нерозчинні сполуки.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

# <https://studopedia.com.ua/1_163450_voda-metodi-pomyakshennya-vodi.html>

# [https://uk.wikipedia.org/wiki/Пом%27якшення\_води](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BC%27%D1%8F%D0%BA%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B8)

# http://eprints.kname.edu.ua/21587/1/химия\_воды\_лаб1.pdf

# [https://studfiles.net/preview/5725871/page:2/](https://studfiles.net/preview/5725871/page%3A2/)

# <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/22448/1/8.pdf>