

Тема 4. Реагентне господарство

1. Реагенти, які використовуються в технології поліпшення якості води. Зберігання реагентів у сухому та рідкому вигляді.
2. Споруди, апаратура, обладнання для приготування та дозування суспензії, розчинів реагентів.
- 3.

При водопідготовці застосовуються наступні реагенти:

Алюміній сірчаноокислий (глинозем сірчаноокислий) $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ готується розчиненням у H_2SO_4 оксиду чи гідроксиду алюмінію або бокситів. Величина рН 1%-го розчину = 3,4.

Глинозем сірчаноокислий марки БМ - шматки сірого кольору, що містять не менш 35,5% $Al_2(SO_4)_3$ (9% Al_2SO_3). Не більш 0,5% заліза (у перерахуванні на Fe_2O_3) і не більш 23% нерозчинених у воді речовин. Поставляється навалом, насипна вага = 1,1-1,4 т/м³.

Глинозем сірчаноокислий технічно очищений - плити з перламутровим зламом. При водопідготовці застосовується сорт Б, що містить не менш 40,3% $Al_2(SO_4)_3$ (не менш 13,5% Al_2O_3), не більш 1,5% заліза в перерахуванні на Fe_2O_3 і не більш 1% нерозчинних у воді домішок. Поставляється навалом чи у вигляді 45-50%-го розчину [по $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$], температура замерзання якого -12 градусів.

Алюмінат натрію $NaAlO_2$ готується розчиненням гідроксиду чи оксиду алюмінію у розчині їдкого натру $NaOH$. Цей коагулянт являє собою тверді куски білого кольору з перламутровим блиском у зламі. Алюмінат натрію застосовують також у вигляді розчину, що містить до 32% Al_2O_3 . Сухий товарний продукт містить 55% Al_2O_3 , 35% Na_2O і до 5% вільного лугу $NaOH$. Алюмінат натрію добре розчинний у воді (37% при $t=20$ градусів). Насипна вага = 1,2-1,8 т/м³.

Алюмінію оксихлорид $[Al_2(OH)_5Cl] \cdot 6H_2O$ виготовляється розчиненням гідроксиду алюмінію в 0,5-1%-них розчинах соляної кислоти. Він являє собою зеленуваті кристали з вмістом 40-44% Al_2O_3 і 20-21% $NaCl$. Випускається у вигляді 35%-ного розчину.

Аміак рідкий NH_3 - зріджений під тиском безбарвний газ з різким запахом. Температура плавлення - 77,7 градусів, $t_{\text{кип}} = -33,4$ градуси; I сорт NH_3 - не менш 99,8% NH_3 , II сорт - не менш 99% NH_3 і не більш 1% води. Скраплення аміаку відбувається під тиском $P=6\text{кг/см}^2$ і $t=+10$ градусів або при $P=11,5\text{кг/см}^2$ і $t=+30$ градусів. Застосовується при амонізації води, а також для регенерації аніонітових фільтрів у вигляді водяного розчину. Поставляється в сталевих балонах чи у цистернах; вага аміаку на 1 літр ємності балона $=0,54\text{кг}$.

Амоній сірчаноокислий або сульфат амонію - кристалічний порошок, що містить не менш 25% NH_3 . Розчинність у воді: 754 г/л при 20 градусах і 1033 г/л при $t = 100$ градусів. Застосовується для амонізації води при її знезаражуванні і для зниження лужності і солемісту котлової води при амоній-натрій-катіоніруванні.

Гексаметафосфат натрію технічний $(\text{NaPO}_3)_6$ - склоподібна маса у вигляді безбарвних чи ясно-зелених шматків. Зміст у ньому метафосфатів еквівалентний 50-52% P_2O_5 або 72-74% $(\text{NaPO}_3)_6$ застосовується для запобігання осадження карбонату кальцію і осаду гідроксиду заліза у водопровідних системах, для розчинення карбонатних і залозистих відкладень, а також для боротьби з корозією труб.

Гіпохлорит натрію NaClO містить 185 г/л активного хлору. Може бути отриманий електролізом розчинів повареної солі на водоочисних станціях. Застосовується для знезаражування води, поставляється у вигляді сироподібного розчину в спеціальних цистернах.

Гіпохлорит кальцію $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ містить від 30 до 45% активного хлору. Застосовується для знезаражування води.

Залізний купорос (сульфат закису заліза) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ одержують при травленні чорних металів сірчаною кислотою. Являє собою ясно-зелені кристали, поверхня яких унаслідок поступового окислювання покривається жовтим нальотом. Застосовується як коагулянт.

Залізо оксидне сірчаноокисле $(\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ виготовляється в суміші з хлорним залізом, хлорування розчину залізного купоросу безпосередньо на

фільтрувальній станції чи заводі. Поставляться в паперових мішках, насипна вага – 1,5 т/м³.

Залізо хлорне FeCl₃ застосовується як коагулянт. Містить у товарному продукті не менше 98% FeCl₃. Поставляється в залізних барабанах з герметичними кришками; насипна вага 1,5 т/м³.

Вапно будівельне кальцієве, виготовляється випалом вапняку, повинне задовольняти слідуєчим вимогам:

	Вміст СаО у %:	Вихід вапняного тіста в кг. на 1кг. Вапна (не менше)	Зміст непогасившихся зерен у % (не більш)
Вапно – негашене комове :			
I сорт	85	2,4	7,0
II сорт	70	2,0	10,0
III сорт	60	1,6	12,0
Вапно негашене мелене :			
I сорт	85		
II сорт	70		
III сорт	60		
Вапно – пушонка :			
I сорт	67		
II сорт	60		
Вапняне тісто :			
I сорт	67		
II сорт	60		
III сорт	50		

Вапно застосовується для підлужнювання і декарбонізації води. Поставляється навалом; насипна вага = 1т/м³.

Вапно хлорне - порошкоподібний продукт білого кольору з різким запахом хлору, не стійке при збереженні. Містить не менше 32-35% активного хлору і не більш 10% вологи. Застосовується для знезаражування води. Поставляється в дерев'яних бочках ємністю 50-275 л. чи у фанерних барабанах ємністю 50 і 100 л.; насипна вага 1,2 т/м³.

Кислота сірчана технічна H₂SO₄ - безбарвна масляниста рідина. Містить 75-92,5% H₂SO₄ і не менш 0,15% нерозчинних у воді речовин. Застосовуються для регенерації катіонітових фільтрів і підкислення води. Поставляється у сталевих цистернах чи скляних суліях у корзинах. Сірчана кислота змішується з водою в будь-яких співвідношеннях. Розчинення H₂SO₄ тонким струмком у воду! Тепловиділення, розбризкування і т.п.

Кислота соляна технічна HCl - рідина жовтуватого кольору, що не має осаду і механічних домішок. I сорт - не менш 27,5% HCl і не більш 0,4% H₂SO₄ (у перерахуванні на SO₃). Застосовується для регенерації катіонітових фільтрів і підкислення води.

Кислота фтористоводородна HF - масляниста рідина, отрутна! Застосовується для фторування води. Поставляється в парафінових чи поліетиленових суліях.

Купорос мідний - кристали синього кольору.

I сорт - не менш 98% CuSO₄·5H₂O;

II сорт - не менш 94% CuSO₄.

Зміст нерозчинного у воді залишку не більш 0,1%. Застосовується для боротьби з цвітінням водойм і біологічним обростанням охолоджувачів, трубопроводів і апаратури. Поставляється в дерев'яних чи фанерних шухлядах ємністю 5,10 і 20 л.

Магнезит каустичний MgO - порошок сірого кольору, що містить 87% MgO (I сорт), 1,8-4,5% CaO і 1,8-4,0% SiO₂. Поставляється навалом. Застосовується для обезкремнівання води.

Натр їдкий технічний (сода каустична) NaOH - біла непрозора гігроскопічна маса, що розпливається на повітрі. При водопідготовці використовуються марки А і В вмістом не менш 92-95% NaOH і не більш

3-2,5% Na_2CO_3 , 1,5-3,75% NaCl , 0,2% заліза (у перерахунку на Fe_2O_3). Застосовується для зм'якшення і підлужнювання води, для регенерації сильноосновного аніоніту. Поставляється в барабанах із кровельної сталі ємністю 50-170 л, насипна вага= $1,5\text{т/м}^3$, а також у стальних цистернах 40%-ної концентрації.

Натрій кремнійфтористий технічний Na_2SiF_6 - дрібний кристалічний порошок білого (жовтуватого) кольору, отрутний. Вищий, I і II сорту містять не менш 98,95 і 93% Na_2SiF_6 , не більш 0,1-0,15% HCl . Застосовується для фторування води. Поставляється у фанерних барабанах $V=50$ л., виложених усередині мішечним папером, насипна вага = $1,5\text{ т/м}^3$.

Натрій фтористий технічний NaF - порошок білого чи світлосірого кольору, отрутний. Вищий, I і II сорт містить NaF - 94,84 і 80%, вологи не більш 1,3,4% і не розчинних у воді речовин - не більш 10%. Застосовується для фторування води. Поставляється в барабанах із кровельної сталі, усередині виложеної папером. Насипна вага = $1,5\text{ т/м}^3$.

Оксид алюмінію - активований, гранульований Al_2O_3 має гранули розміром 1-5 мм білого кольору. Застосовується для очищення води від фтору.

Поліакриламід технічний - сополімер амідів і солей акрилової кислоти. Випускається у вигляді водяного гелю з вмістом 7-10% ПАА. Застосовується як флокулянт при очищенні води. Поставляється в бочках вагою 100-150 кг. або в поліетиленових мішках, упакованих в ящики.

Сірчастий ангідрид - SO_2 - жовтуватий газ з різким запахом, отрутний, гранично-допустима концентрація (ГДК) у повітрі 0,01 мг/л. Застосовується для видалення з води кисню O_2 і дехлорування води. Поставляється в балонах типу Г, пофарбованих у чорний колір.

Сода кальцинована Na_2CO_3 - дрібний, гігроскопічний порошок білого кольору, що містить не менш 95% Na_2CO_3 і не більш 1% NaCl . Добре розчиняється в гарячій воді, повільно в холодній. Застосовується для зм'якшення і підлужнювання води, для регенерації слабоосновних аніонітів. Поставляється в паперових мішках по 50 кг.

Сіль поварена харчова NaCl - містить NaCl-97,5% (I сорт); 96,5% (II сорт); Ca - 0,6% і 0,8%; Mg - 0,1 і 0,25%; нерозчинних речовин - 0,5% і 1,0%. Застосовується для регенерації Na - катіонітових фільтрів. Поставляється навалом; насипна вага - 1 т/м³.

Сульфід натрію технічний, кристалічний Na₂SO₃·7H₂O - білий кристалічний порошок. Містить не менш 44% Na₂SO₃, не більш 0,4% Na₂CO₃·10H₂O і 0,08% заліза. Зберігати необхідно в сухому приміщенні при температурі не вище 30 градусів. Застосовуються для дехлорування води і видалення кисню. Поставляється в бочках; насипна вага = 1,2 т/м³.

Скло рідке - силікат натрію технічний Na₂SiO₃ або водяний розчин силікату-брили. Застосовується для приготування АК (флокулянт). Поставляється в дерев'яних бочках.

Вугілля активні гранульовані:

А) марки БАУ - продукт обробки водяною парою березового чи букового вугілля; 3,5-5 мм. не більш 2,5%, 1-3,5мм. - 96,5%, менш 1 мм - не більш 8%.

Б) марки АГ-Н- продукт активації кам'яновугільного напівкоксу;

В) марки АГ-5- газовий дрібний.

Застосовується для сорбції з води органічних речовин. Поставляється в паперових 3-х слойних мішках чи у фанерних ящиках; насипна вага = 0,2т/м³.

Вугілля активоване порошкоподібне марки А - лужне. Застосовується для видалення з води речовин, що обумовлюють присмак і запахи води. Поставляється в паперових мішках; насипна вага = 0,3 т/м³

Хлор рідкий Cl₂ - масляниста рідина блідого помаранчево-жовтого кольору, що містить не менш 99,5% Cl і не більш 0,06% води. Хлор сильно отрутний, ГДК - 0,01 мг/л на літр повітря. Застосовується для знезаражування води. Поставляється в залізничних цистернах, бочках ємністю 1000 кг. чи в балонах, пофарбованих у захисний колір, маючих поперечну смугу зеленого кольору шириною 32 мм.

Пристрої для розчинення коагулянтів.

Коагулянти вводяться в оброблювану воду у вигляді сухого порошку чи гранул, у вигляді розчинів та суспензій. Для дозування в сухому вигляді придатні тільки спеціально приготовлені гранульовані чи порошкоподібні

коагулянти. Такі коагулянти випускаються в обмеженій кількості, тому сухе дозування коагулянтів застосовується рідко.

Частіше коагулянти дозують у воду у вигляді розчинів концентрацією від 1 до 10%. Підвищення концентрації розчину зменшує точність дозування. Розчинення коагулянтів у воді здійснюється в розчинних баках, що служать також для осадження з розчину нерозчинних домішок, якщо вони містяться в коагулянті. Звичайно розчин коагулянту пропускається чи перекачується у витратні баки, а відтіля дозується в оброблювану воду за допомогою дозаторів різних конструкцій. Іноді на станціях невеликої продуктивності розчинний бак служить також і витратним баком, і розчин коагулянту надходить у дозатор безпосередньо із розчинного баку. В даний час широко застосовується так зване мокре збереження коагулянту (у вигляді концентрованого розчину), що може здійснюватися в 2-х варіантах:

1) по першому варіанту - коагулянт, що надходить на станцію, розвантажується в розчинні баки, де при продувці повітрям (4-5 л/м²) розчиняється в холодній чи підігрітій воді. Розчин коагулянту перекачується в запасні резервуари або витратні баки, а розчинні баки використовуються для розчинення наступних порцій коагулянту.

2) по другому варіанту - коагулянт розвантажується в розчинні баки, що потім служать для збереження його насиченого розчину разом з частиною коагулянту, що не розчинилася. Насичений розчин коагулянту відбирається з розчинних баків у витратні, розчинні ж баки доповнюються водою і знову продуваються стиснутим повітрям. Розчинні баки обладнуються підведенням води, стиснутого повітря, пари, насосом для відкачки коагулянту, що розчинився, каналізацією для змиву осаду. Бочки і резервуари для мокрого збереження коагулянту і його розчинів можуть розташовуватися в будинку і поза будинком (теплоізоляція!).

Концентрація розчинів у перерахуванні на $Al_2(SO_4)_3$, %	15,7	17,1	18,2	19,5	20,75	21,1
Очищений коагулянт, %	30	33	35	37	40	45
Температура замерзання, °C	-5	-8	-9	-10	-11	-12

Розчини коагулянту викликають інтенсивну корозію бетону і сталі, тому стінки розчинних баків і запасних резервуарів необхідно надійно захистити від впливу цих розчинів. Бітумна ізоляція малоефективна!

Залізобетонну стінку ґрунтують клеєм 88-Н. На висохлу поверхню наклеюють цим же клеєм аркуші поліізобутилену товщиною 1,5 мм., шви прогрівають струменем гарячого повітря і прокачують роликком. Поверх наклеюють подвійний шар поліізобутилену, на який наносять ґрунтовку, а по ній силікатну шпаклівку. Потім роблять футировку кислотостійкою цеглою на андезитово-силікатному розчині з кремнійфтористим натрієм.

У розчинних баках на відстані 0,5 м. над дном влаштовуються колосникові ґрати з дощок, покладених на ребро з прозорами 12-15мм. Під ґратами розташовуються дірчасті труби для подачі стиснутого повітря. Труби виготовляються з поліетилену, вініласту, гуми (шланги)... Розподільчу систему розраховують на подачу 5 л/с стиснутого повітря на 1 м². У стінках труб передбачаються спрямовані вниз отвори діаметром 3-4 мм, швидкість виходу повітря з отворів повинна бути 20-25 м/с. Дно розчинного бака влаштовується пірамідальним, у вершині піраміди розташовується патрубок діаметром не менш 100 мм. для випуску осаду. Навколо випускного патрубку розташовується кільце з дірчастих труб для барботажу повітрям осаду, що скоплюється під колосниковими ґратами і містять значну кількість коагулянту, що не розчинився. Замість барботування стисненим повітрям можна перемішувати мішалками.

Можуть застосовуватись реактори сталеві, чавунні, емальовані. При проектуванні баків з лопастними мішалками для розчинення реагентів приймають: число оборотів мішалки $n=20-30$ об/хв., довжину лопасті від осі вала - 0,4-0,45 ширини чи діаметра бака, площа лопастей 0,1-0,2 м² на 1 м³ розчину в баці.

Потужність двигуна мішалки N з горизонтальними лопастями визначають по формулі:

$$N=0.500 \rho / \eta h n^3 d^4 z, \text{ кВт}$$

де ρ - об'ємна вага розчину, що перемішується, у $\text{кг}/\text{м}^3$;

h - висота лопасті в м.;

n - число оборотів мішалки в 1 с.;

d - діаметр кола, описуваного кінцем лопасті в м.;

z - число парних лопастей на валу мішалки;

η - коефіцієнт корисної дії передавального механізму редуктора.

Хлорне залізо - розчиняти в описаних вище баках не можна. У металевих барабанах - вимивати брандспойтом, в ізольованих приміщеннях з витяжною вентиляцією. Засклена стінка! 100 кг. FeCl_3 розчинюється за допомогою брандспойта з 13-мм кінцем при витраті води 2,5 л/с і Р в мережі 2-ат витрачається 15-17 хв. У розчинний бак стікає 4-5% розчин FeCl_3 . Ємність розчинного бака при збереженні коагулянту в сухому вигляді визначається по формулі:

$$W_p = (Q n D_k) / 10000 b v ,$$

де Q - розрахункова витрата води в $\text{м}^3/\text{год}$;

D_k - максимальна доза коагулянту в перерахуванні на безводний продукт у $\text{г}/\text{м}^3$;

n - час, на які заготовлюється розчин коагулянту, у год.;

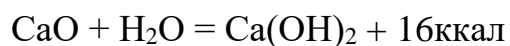
b - концентрація розчину коагулянту в розчинному баці в %; приймається не більш 10% у перерахуванні на безводний продукт;

v - об'ємна вага розчину коагулянту в $\text{т}/\text{м}^3$.

Для станцій $Q < 10000 \text{ м}^3/\text{доб}$ приймають при цілодобовій роботі $n=12-24$; при не цілодобовій роботі n дорівнює числу годин роботи станції: Для $Q=10000-50000 \text{ м}^3/\text{доб}$ $n=8-12$ год.; для $Q > 50000 \text{ м}^3/\text{доб}$ $n=6-8$ год.; для $Q > 100000 \text{ м}^3/\text{доб}$ $n=3$ год (можна передбачати безупинну заготівлю розчину коагулянту).

Пристрій для гасіння вапна і готування вапняного молока і розчину.

Вапно повинне бути перетворене у форму зручну для дозування - тобто погашене і перетворене у вапняне молоко чи розчин.



Тонкомолоте вапно (пушонка) може вводиться в оброблювану воду в порошкоподібному вигляді за допомогою дозаторів сухих реагентів. Для гасіння комового вапна застосовуються лопасні, барабанні, термомеханічні або фрезерні вапногасилки. В умовах водоочисних станцій доцільно застосовувати термомеханічні безвідхідні вапногасилки (С-703 Прилуцького заводу будівельних машин). Вага з ядрами, що мелють - 1200 кг. Основною перевагою цієї вапногасилки є тонкий розмол кулями недопала, що виключає необхідність вручну видаляти з вапногасилки його шматки.

З вапногасилки вапняне молоко направляється в гідравлічний класифікатор для відділення великих часток вапна і повернення їх на вторинне дроблення. З класифікатора вапняне молоко надходить у бак з лопасневою мішалкою або в бак з гідравлічним перемішуванням. На установках, станціях з великою витратою вапна для його гасіння можуть бути застосовані кульові млини, у які повинна бути підведена гаряча вода. Після кульових млинів вапняне молоко також пропускається через класифікатор.

Для відділення дрібних часток суспензії і приготування розчину застосовують сатуратори подвійного насичення - високий циліндричний бак, розділений конічним дном на 2 відділення. Вапняне молоко 10-15%-ний концентрації подають у нижню частину конуса верхнього відділення сатуратора, а потім у нижнє відділення, відкриваючи клапан. Вода, каламутячи вапняне молоко в нижньому конусі сатуратора, частково насичується вапном, а потім по трубах надходить у нижню частину верхнього конусу сатуратора. Тут вона донасичається вапном, і піднімаючись вгору по циліндричній частині сатуратора, звільняється від суспензії і часток вапна. Прояснений насичений розчин вапна переливається в кільцевий збірний жолоб і завантажується в змішувач. Сатуратор подвійного насичення дозволяє одержати стабільний по концентрації вапняний розчин при досить повному використанні вапна.

$$Q_c = U / n p ,$$

де Q_c - продуктивність сатуратора;

U - витрата вапна в перерахуванні на СаО в кг/год;

n - число сатураторів на установці;

p - вміст СаО в насиченому вапняному розчині в кг/м³.

Обсяг сатуратора:

$$W_c = k_1 k_2 Q_c ,$$

де k_1 - коефіцієнт залежний від температури води;

°C	5	10	20	30
k_1	9,0	7,5	6,0	5,0
Швидкість висхідного потоку, мм/с	0,15	0,20	0,26	0,33

k_2 - коефіцієнт, що залежить від співвідношення кальцієвої і загальної твердості води; приймається = 1 при співвідношенні $T_{Ca}: T_{загальн.} > 0,7$ і 1,3 при $T_{Ca}: T_{загальн.} < 0,7$.

Розміри сатураторів:

$V, \text{ м}^3$	$D_n, \text{ мм}$	$S_{\text{верх.перетину}}, \text{ м}^2$	H	Вага, кг
3,4	1010	0,8	5200	941
.....				
310	6690	35,0	13200	22120

При насиченні води з високим вмістом магнієвих солей продуктивність сатуратора падає (необхідно відокремити $\text{Mg}(\text{OH})_2$ у вигляді легкого осаду).

Пристрої для готування розчинів допоміжних засобів коагулювання.

Як допоміжні засоби коагулювання застосовують активовану кремніюкислоту (АК), суспензії тонкодисперсних глин - бентоніт, аскангель, каолін і ін., органічні полімерні поліелектроліти - поліакриламід (ПАА), ВА-2 і ін. Суспензії глин приготуються так само, як вапняне молоко. АК виготовлюється безпосередньо на водоочисній станції шляхом нейтралізації частини лужності розчину рідкого скла (через 25-30 хвилин застосовують). Тому в установці для готування АК повинний бути зрільник з обсягом = не

менш 2-годинної витрати АК на станції. АК можна дозувати у воду пропорційно чи безупинно. Установа для порціонного приготування АК складається з 2-х баків з мішалками для розчинення рідкого скла і нейтралізуючого реагенту. Рідке скло завантажують у бак і розчиняють у невеликій кількості гарячою водою. Потім, додаючи в бак холодну водопровідну воду, готують 1-2% розчин рідкого скла, у який при безупинному помішуванні вводять нейтралізуючий агент, у кількості який забезпечує зниження лужності розчину рідкого скла на 70-85%. Потім отриманий розчин залишають на 1-1,5 години для дозрівання АК. Дозування у воду АК у цей час ведеться з другого баку.

Обсяг бака приймається рівним:

$$W_{AK} = Q a T / 0.3 b \text{ ,м}^3$$

де Q - витрата води на станції в м³/год;

a - розрахункова доза АК в г на 1 м³ оброблюваної води;

T - час, необхідний для готування і дозрівання колоїдного розчину АК, у год.(звичайно 30-60 хвилин);

b - концентрація рідкого скла в нейтралізованому розчині в г/м³, звичайно 15-20 тис. г/м³ (1,5-2%).

0.3 - частковий вміст SiO₂ у технічному рідкому склі.

Кількість кислоти чи іншого нейтралізуючого реагенту, що вводиться в розчин рідкого скла для активування кремнієвої кислоти, визначають по формулі:

$$p = Q \cdot a \cdot m \cdot e \cdot f \cdot 10^{-7} \text{ ,м}^3$$

де p - кількість нейтралізуючого реагенту, кг.;

m - вміст Na₂O в рідкому склі в % (звичайно 8,8-9,4%);

e - необхідний ступінь нейтралізації лужності в %;

f - коефіцієнт, що враховує витрату реагенту на нейтралізацію 1 кг. Na₂O у рідкому склі:

f для H₂SO₄ – 1,58 (у перерахуванні на 100%-ную H₂SO₄).

f для Al₂(SO₄)₃ – 1,8 (у перерахуванні на безводний сірчаноокислий Al).

f для Cl_2 – 1,14.

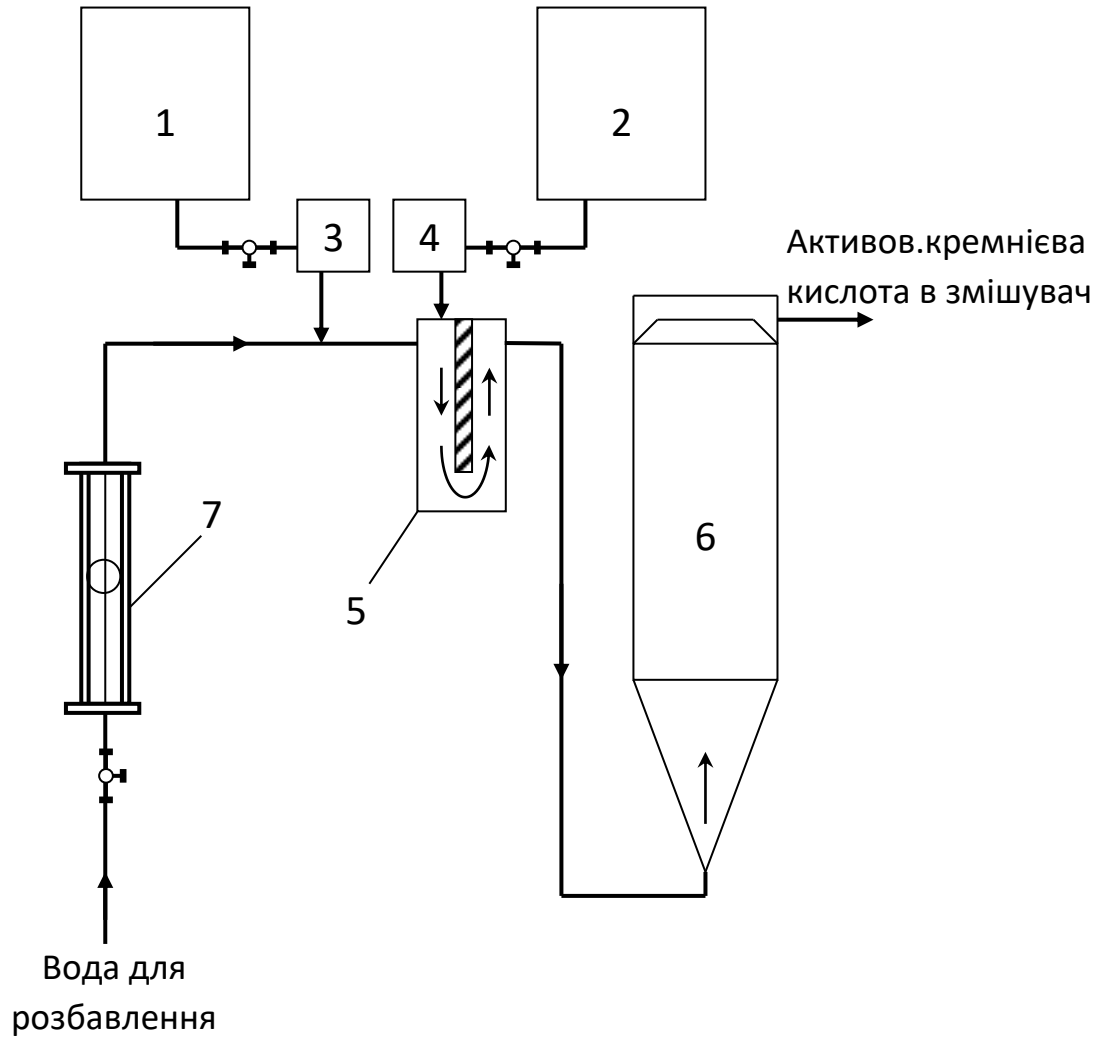


Рисунок 4 - Установа для безупинного готування і дозування АК:

1,2 - баки рідкого скла і реагенту;

3,4 - дозатори;

5 - змішувач рідкого скла до 1,5-2% і реагенту для нейтралізації до 70-80%;

6 - зрільник;

7 - ротаметр подачі води.

Якщо для прискорення пластівцеутворення при коагулюванні використовують ПАА, то його вводять у воду у вигляді 0,05 – 0,1%-вого водяного розчину. Легкорозчинні напівелектроліти розчиняють і дозують там само, як коагулянти.

ПАА, що випускається в вигляді гелю із вмістом 8-10% активної речовини, до розчинення повинний бути диспергований у невеликій кількості

води. Для цього застосовують пропелерну мішалку АКГ з відбійним диском, розташованим над пропелером, що обертається з $n=1000-1500$ об/хв.

Пристрої для готування розчинів соди, їдкою натру, гексаметафосфату натрію.

Соду і NaOH розчиняють у сталевих чи залізобетонних баках з мішалками і повітряним барботажем. Застосування гарячої води значно прискорює процес розчинення. Концентрацію розчинів приймають 5%, обсяг баків:

$$W_p = (Q n d_k) / 10000 b v \quad , \text{при } n=12 \text{ годин.}$$

У таких же баках, але маючих захисне антикорозійне покриття, розчиняють гексаметафосфат і триполіфосфат натрію. Концентрацію розчину приймають від 0,5-3%. Тривалість розчинення $(\text{NaPO}_3)_6$ для одержання розчину 3%-ої концентрації =4-5 год. у холодній воді; =2 год. у воді з $t=50^\circ\text{C}$ (при безупинному перемішуванні розчину).

Склади реагентів. Механізація!!!

Розмір складів реагентів визначають з урахування можливостей їхньої доставки. Звичайно запас на 15-30 доби. При доставці вагонами – обсяг складу кратний обсягу реагенту у вагоні. Передбачається можливість прийому вагонів, цистерн при наявності 10-денного запасу.

Сухе збереження:

Висоту складуємого реагенту в складі (навалом):

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ - 2 метри. Вапно негашене – 1,5 м.;

FeSO_4 у паперових мішках – 2 м.;

FeCl_3 у залізних барабанах – 2 м.;

Повареної солі (навалом) – 2-2,5 м.;

Активоване вугілля в паперових мішках – 2,5 м.

На рис.5 зображена вертикальна схема реагентного господарства очисної станції потужністю $12500 \text{ м}^3/\text{доб}$.

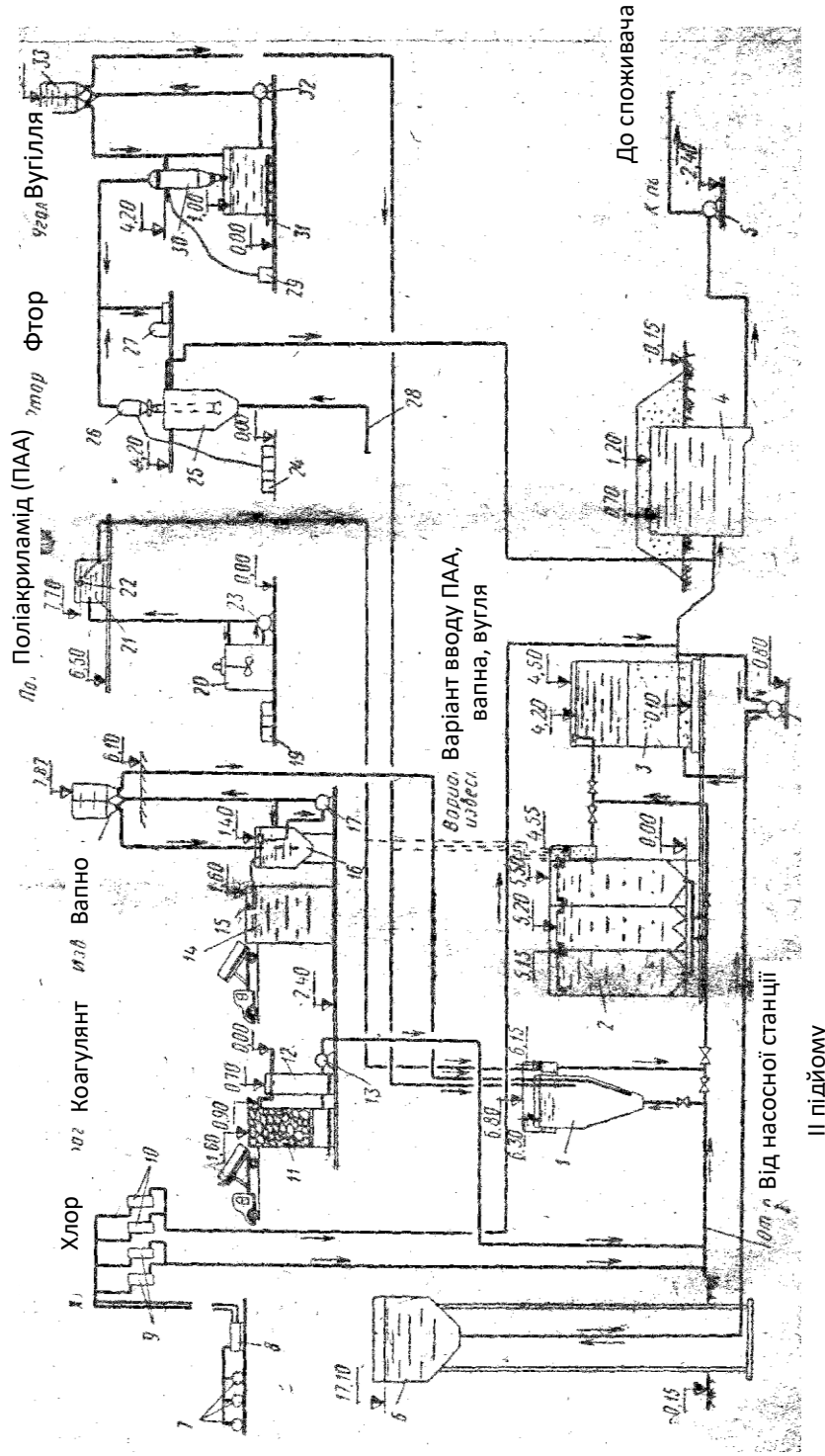


Рисунок 5 – Вертикальна схема очисної станції

1 – змішувач; 2 – освітлювач; 3 – фільтр; 4 – резервуар чистої води; 5 – насос II підйому; 5а – насос промивної води; 6 – водонапірна башта для промивної води; 7 – бочки з хлором; 8 – випаровувач; 9 – хлоратори для первинного хлорування; 10 – хлоратори для вторинного хлорування; 11 – розчинний бак коагулянту; 12 – витратний бак коагулянту; 13 – насос-дозатор коагулянту; 14 – бак для вапняного тіста; 15 – бачок для розлива вапняного тіста; 16 – бак для гідравлічного змішування вапняного молока; 17 – циркуляційний насос; 18 – дозатор вапняного молока; 19 – поліакриламід (ПАА) в тарі; 20 – мішалка ПАА; 21 – витратний бак ПАА; 22 – поплачковий дозатор; 23 – насос для циркуляції і подачі ПАА для дозування; 24 – кремній фтористий натрій в тарі; 25 – сатуратор;

26 – вапняний бачок з самотічним плавленням; 27 – вапняний насос; 28 – поплава воли в сатураторі.

Реагенти можна дозувати у воду у вигляді порошку чи гранул (мелене вапно, вапно-пушонка, порошкоподібне активоване вугілля), суспензії (вапняного молока, неочищеного сірчаноокислого алюмінію), розчину (соди, коагулянту, гексаметафосфата натрію) і газу (хлору, аміаку, сірчистого газу).

Тому в практиці очищення води застосовуються дозатори для сухих реагентів, суспензій, розчинів і газів.

За принципом дії дозатори всіх 3 типів можуть бути виконані:

- 1) як дозатори постійної витрати реагентів;
- 2) як дозатори подачі реагенту пропорційно витраті оброблюваної води;
- 3) як дозатори, розраховані на підтримку заданих параметрів якості оброблюваної води.

Дозатори постійної витрати подають в оброблювану воду в одиницю часу задану кількість реагенту, що не залежить від витрати води, що надходить на споруди. Витрату реагенту в таких дозаторах змінюють вручну, змінюючи ступінь відкриття крана чи шибера, рівень рідини і т.п.

Дозатори пропорційної витрати реагентів змінюють кількість реагенту, подаваного в одиницю часу, пропорційно зміні витрати води на споруди. Це забезпечує сталість дози реагенту.

Дозатори, розраховані на підтримку заданих параметрів якості оброблюваної води (величина рН, концентрації залишкового хлору, електропровідності) регулюють кількість подаваного реагенту, незалежно від зміни витрати води на споруди, якості вихідної води чи концентрації реагенту, що вводиться у воду. Для дозування у воду сухих порошкоподібних реагентів можуть використовуватися тарілчасті, шнекові, вібраційні, стрічкові, об'ємні і вагові дозатори, а також живильники, застосовувані в хімічній промисловості і промисловості будівельних матеріалів. Тут, на планшеті (рис.6) представлена схема вагового дозатора, застосовуваного для

дозування цементу на бетонних заводах. Дозатор складається з бункера 1 зі сводообвалюючим пристроєм 2, що обертається через редуктор двигуном 3. З бункера реагент надходить на віброживитель 4 з вібратором 5, частота вібрацій якого обумовлює витрату порошку, даваемого віброживителем на транспортер 6. Один з роликів транспортера спирається на коромисло ваг 7. Терези знаходяться в рівновазі під дією ваги транспортера 6 вантажу 8, переміщуваного по коромислу ваг електродвигуном 9. Якщо вага реагенту на транспорті більше чи менше розрахункового, рівновага порушується. Вільний кінець коромисла ваг переміщується нагору (доза мала) чи вниз (доза велика), при цьому він через тягу 10 впливає на реле 11, що керує за допомогою регулятора 12 частотою вібрацій вібратора 5.

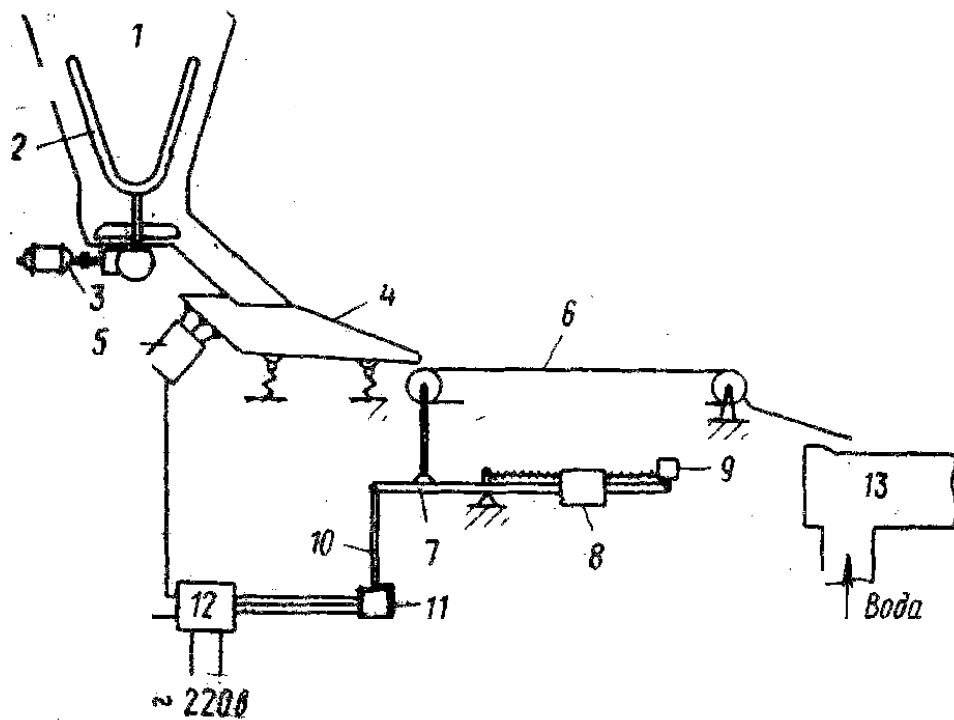


Рисунок 6 - Схема вагового дозатора порошкоподібних реагентів

Цей дозатор може бути перетворений у дозатор пропорційної витрати, якщо реверсивний двигун 9 через систему реле приєднати до вторинного приладу витратоміра, установленому на лінії подачі води на станцію, чи до рівнеміра з датчиком, розташованому в змішувачі 13.

Схема дозатора розчинів постійної витрати системи В.В. Хованського (рис.7):

Дозатор складається з баку 5, у якому знаходиться поплавець 1 з дозирочною діафрагмою 2 і повітряною трубою 3. Розчин через шланг 4 надходить у прийомну лійку 6.

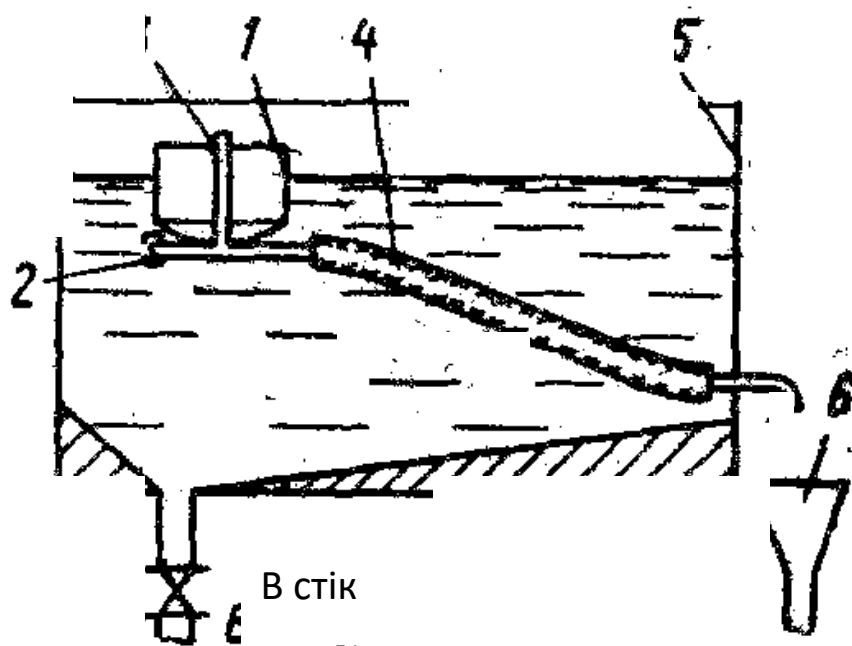


Рисунок 7 - Схема дозатора розчинів постійної витрати системи В.В.Хованського

- 1 - поплавець; 2 - дозирочна діафрагма;
- 3 - повітряна трубка; 4 - резиновий шланг;
- 5 - бак; 6 - прийомна лійка

Незалежно від рівня розчину в баці 5 розчин з бака через діафрагму 2 надходить у трубку 4 під постійним перепадом тиску. Діафрагми змінні, з різним розміром отворів і різною витратою. Точність регулювання додатково досягається завантаженням дробу чи піску в поплавець, що змінює додатково перепад тиску подачі розчину.

Дозування розчинів і суспензії реагентів, пропорційне витраті води на спорудах, може бути здійснене за допомогою дозатора, називаємого "трубкою, що плаває".

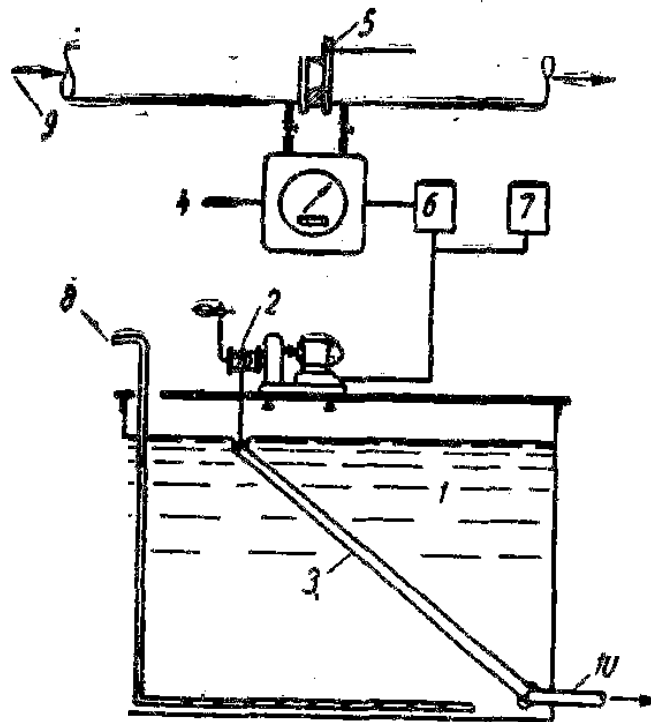


Рисунок 8 - Схема дозування "трубки, що плаває"

- 1 - бак з дозуємим розчином; 2 - барабан лебідки; 3 - трубка, що плаває;
- 4 - водомір з контактним пристроєм; 5 - діафрагма; 6 - проміжне реле;
- 7 - магнітний пускач; 8 - підведення стиснутого повітря;
- 9 - трубопровід оброблюваної води;
- 10 - відвід отдозованого розчину в змішувач.

Дозатор являє собою бак з повітряним перемішуванням розчину суспензії, у якому на шарнірі, розташованому в дні бака, повертається у вертикальній площині труба. Верхній кінець труби підвішений до тросика лебідки, установленної над баком. Електродвигун лебідки включається і виключається через систему реле контактним крильчатим водоміром, установленим на трубопроводі оброблюваної води. При пуску дозатора його бак заповнюється розчином, а дозуюча трубка опускається таким чином, щоб верхній її кінець точно збігався з поверхнею розчину. Коли через водомір

пройде визначена кількість води, замикаються контакти, водоміри і проміжне реле включає магнітний пускач двигуна лебідки, що починає розмотувати троси, обертаючи через редуктор барабан лебідки. При повороті барабана, на деякий кут, кінцеві контакти подають імпульс на контактний пускач, і обертання лебідки припиняється. За час обертання барабана лебідки кінець трубки, що плаває, опускається на визначену глибину і весь розчин, що знаходиться вище отвору трубки, стікає через неї в змішувач.

Переставляючи кінцеві контакти лебідки дозатора, можна змінювати глибину, на яку опускається кінець трубки, що плаває, за одне включення лебідки, і тим самим змінювати дозу реагенту.

Останнім часом широке застосування для дозування розчинів і особливо суспензій реагентів у практиці очищення води знайшли *плунжерні, шестерні і діафрагмові насоси-дозатори*. Плунжерні насоси-дозатори постійної витрати типу НД виготовляються заводом "Ригахіммаш".

В даний час насоси НД випускаються двох модифікацій:

- 1) для кислих розчинів (коагулянтів і т.п.);
- 2) вапняного молока і інших лужних реагентів (індекс "Г").

У цих насосах передбачені подвійні кулькові клапани, що промиваються, щоб при влученні часток під клапан насоса вони не зупинялися, не припиняли роботи. Насоси НД розвивають тиск до 6 кг/см.

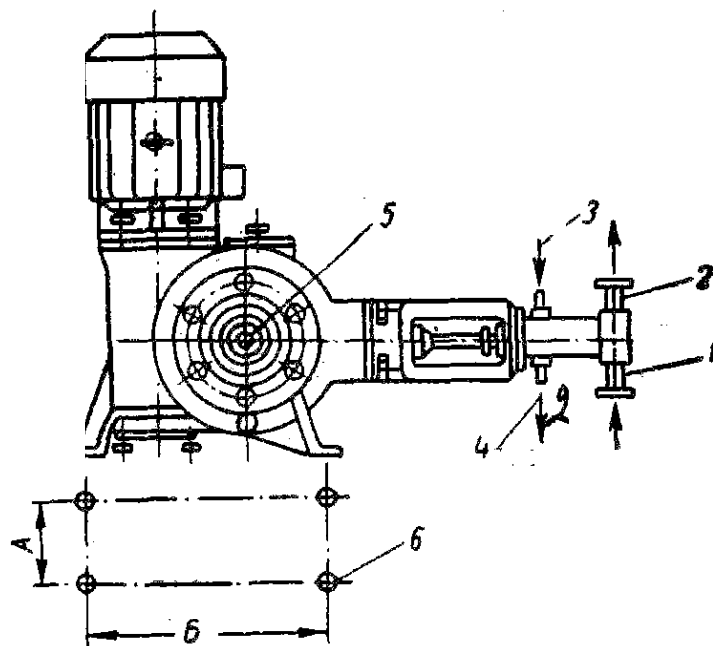


Рисунок 9 - Загальний вид насосу-дозатору

- 1 і 2 - усмоктувальний та нагнітальний патрубок;
- 3 і 4 - підвод та відвод охолоджуючої води;
- 5 - пристрій для зміни довжини ходу плунжера;
- 6 - отвори для анкерних болтів.

Випускаються НД у кислотостійкому виконанні продуктивністю 25; 63; 160; 400; 630; 1000 і 1600 л/год; для вапняного молока 630; 1000; 1600 і 2500м³/год. Характеристики і габарити знайдете в каталогах. Крім дозуючих насосів НД випускаються насоси-дозатори ПС-ЧБ (Q=330 л/год, P=6кг/см²) і гвинтові насоси-дозатори 1В6/10Х (розроблені філією ВНІІ Гідромаш), продуктивність яких може змінюватися від 0,5 до 6м³/год за допомогою механічного ВЦД. Насоси 1В6/10Х виготовляються Київським машинобудівним заводом комплектно з апаратурою автоматичного керування пропорційно витраті оброблюваної води.

Пропорційність подачі реагенту насосом-дозатором може бути забезпечена заміною електродвигуна гідравлічним сервомотором, що працює з використанням перепаду тиску в дросельному органі на трубопроводі оброблюваної води.

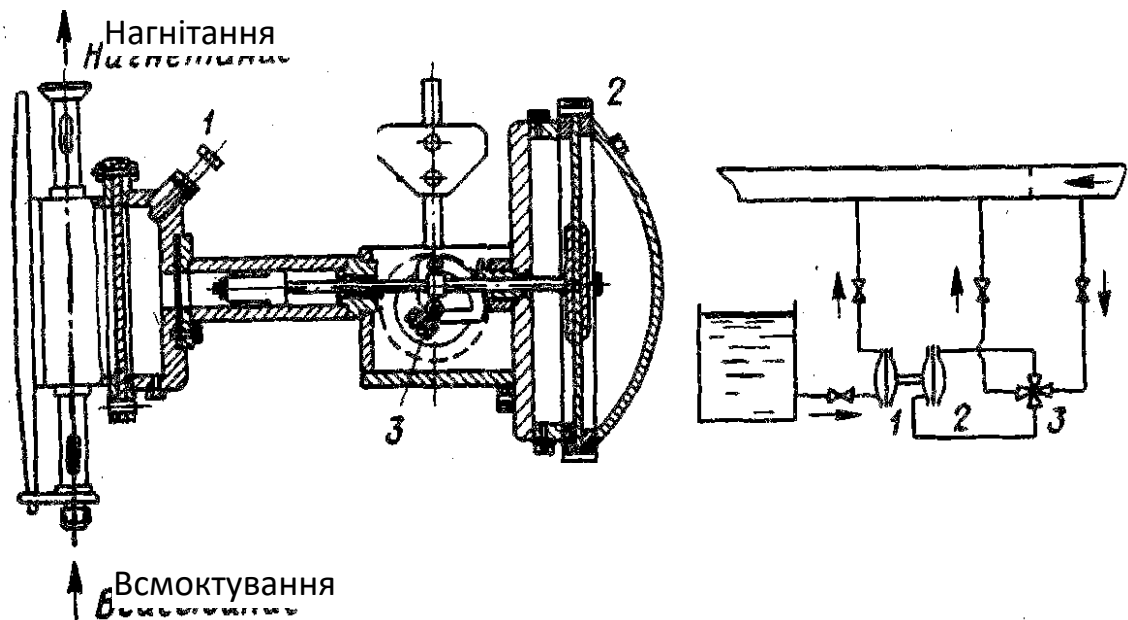


Рисунок 10 - Пропорційний насос-дозатор з гідроприводом

Пропорційний насос-дозатор з гідроприводом складається з плунжерного насосу 1, гідравлічного сервомотору 2, золотникового крану 3, що керує роботою сервомотору (чим більше витрата води, тим більше перепад тиску в дросельному крані, що обумовлює збільшення числа ходів сервомотору). Для дозування суспензій (вапняного молока, неочищеного сірчаноокислого глинозему і т.п.) доцільно застосовувати дозатор ВНШВодгео з розподілом падаючого плоского струменю розчину чи суспензії реагенту (рис.11). Суспензія з баку з мішалкою надходить у вхідну камеру дозатору 1. Надлишок переміщається в лоток 2 і зливається відтіля в переливний бункер 6, основна витрата через заспокійливу перегородку 3 переливається на лоток 4, з якого зливається плоским струменем. Поворотний дільник 5 поділяє цей струмінь на 2 частини: одна зливається в прийомну камеру і з неї в змішувач, друга направляєтся в злив і повертається в бак з мішалкою для реагентів. Поворотом дільника струменю 5 можна змінювати витрату реагенту, що надходять у змішувач.

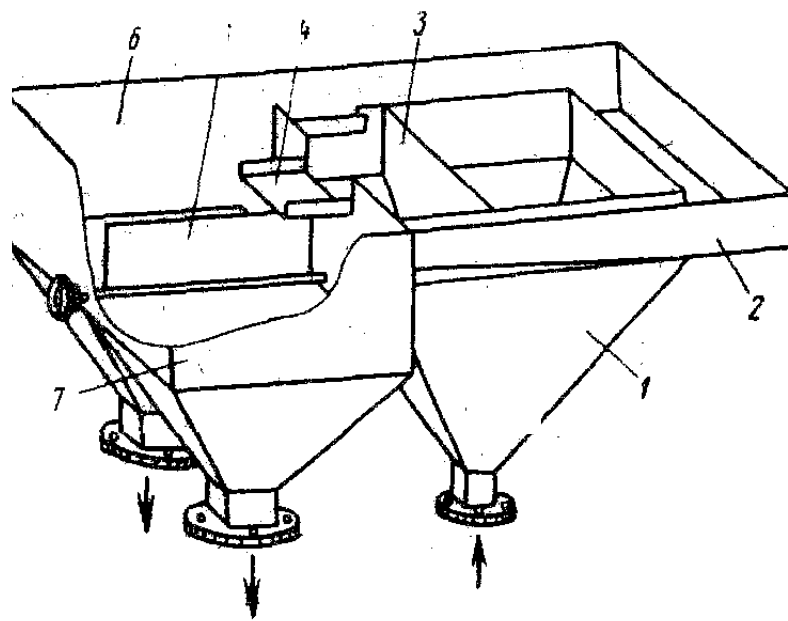


Рисунок 11 - Дозатор з розподілом струменю

- 1 - вхідна камера; 2 - переливний лоток; 3 - заспокійлива перегородка;
 4 - лоток; 5 - поворотний дільник струменю; 6 - переливний бункер;
 7 - дозуючий бункер

Для дозування прояснених розчинів коагулянту, соди, їдкого натрію, гексаметафосфата натрію широко застосовуються напірний шайбові дозатори. Вони являють собою сталеві циліндричні баки зі сферичним дном, у які введені патрубки для подачі і відводу дозуемого розчину і води. Бажано дозатор виготовляти з двох половин, що з'єднуються на фланцях. Між цими фланцями зажимаються краї мішка з тонкої гуми, що відокремлює розчин реагенту від води, що витісняється.

У дозатор 1 по трубопроводу 2 з баку 3 надходить реагент. Воздушка 4 відкрита, гумовий мішок 5 прилягає до стінок дозатора. Після заповнення дозатора вентилі з 3 закриваються. Тому що тиск перед діафрагмою 6 більше, чим після неї, частина води регулюючи вентилем 10 через ротаметр 7 по трубопроводу 8 подають у дозатор 1. При цьому реагент із частини б по трубопроводу 9 надходить у трубопровід оброблюваної води. Коли поплавець ротаметру 7 упав, це значить закінчився реагент у дозаторі, переключаємо на інший дозатор, а цей заповнюємо реагентом.

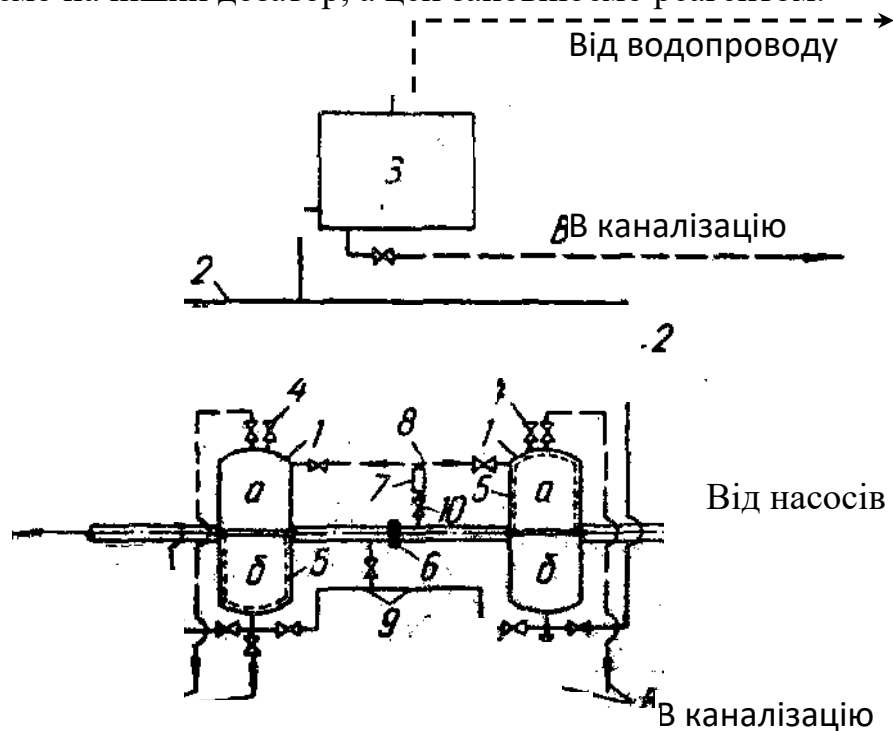


Рисунок 12 - Схема установки шайбового дозатору

Д.Н. Смірнов і А.С. Дмитрієв (ВНІВодгео) розробили удосконалений дозатор вапняного молока для підтримки заданої величини рН обробленої води в умовах великих коливань витрати оброблюваної води (рис. 13).

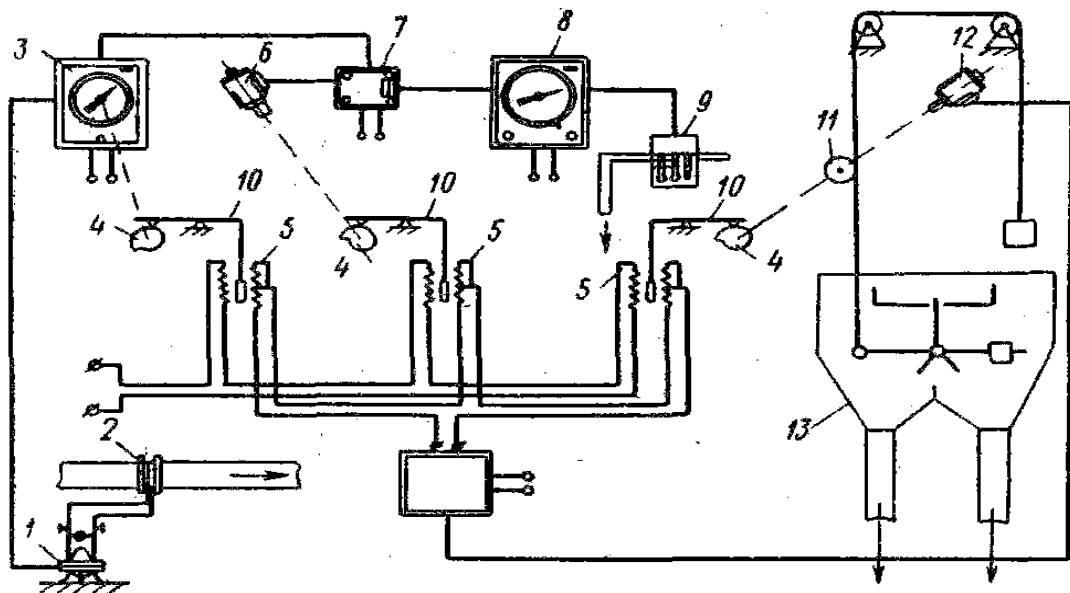


Рисунок 13 - Дозатор вапняного молока Смирнова-Дмитрієва

- 1 - діафрагматор ДМ-6; 2 - шайба; 3 - вторинний прилад; 4 - лекала;
 5 - індукційні катушки; 6 - двигун перетворювача; 7 - командний прилад;
 8 - рН-метр; 9 - датчик рН-метра; 10 - передаточний важіль; 11 - шків;
 12 - двигун виконуючого механізму; 13 - дозатор вапняного молока.

При обробці вод з відносно невеликим солевмістом (до 150-250 мг/л) як датчик для дозатору коагулянту може бути використаний прилад, що реагує на зміну електропровідності води, оскільки при введенні у воду коагулянту, що особливо містить вільну кислоту, електропровідність води зростає пропорційно дозі коагулянту. Схема такого дозатору системи В.Л. Чейшвілі і І.Л.Кримського (ВНДІГБ) показана на рис.14.

Дозатор складається з комплексу електролітичних осередків (датчика), автоматичного рівноважного моста і регулюючого вентиля з електроприводом.

Дія дозатора заснована на вимірі різниці електропровідностей коагульованої і не коагульованої води, що пропускається через вимірювальні електролітичні осередки 1 і 2. Різниця електропровідностей рідин в електролітичних осередках можна розглядати як додаткову електропровідність, по величині якої визначається доза коагулянту в оброблюваній воді.

Розчин
коагулянту

Змішувач

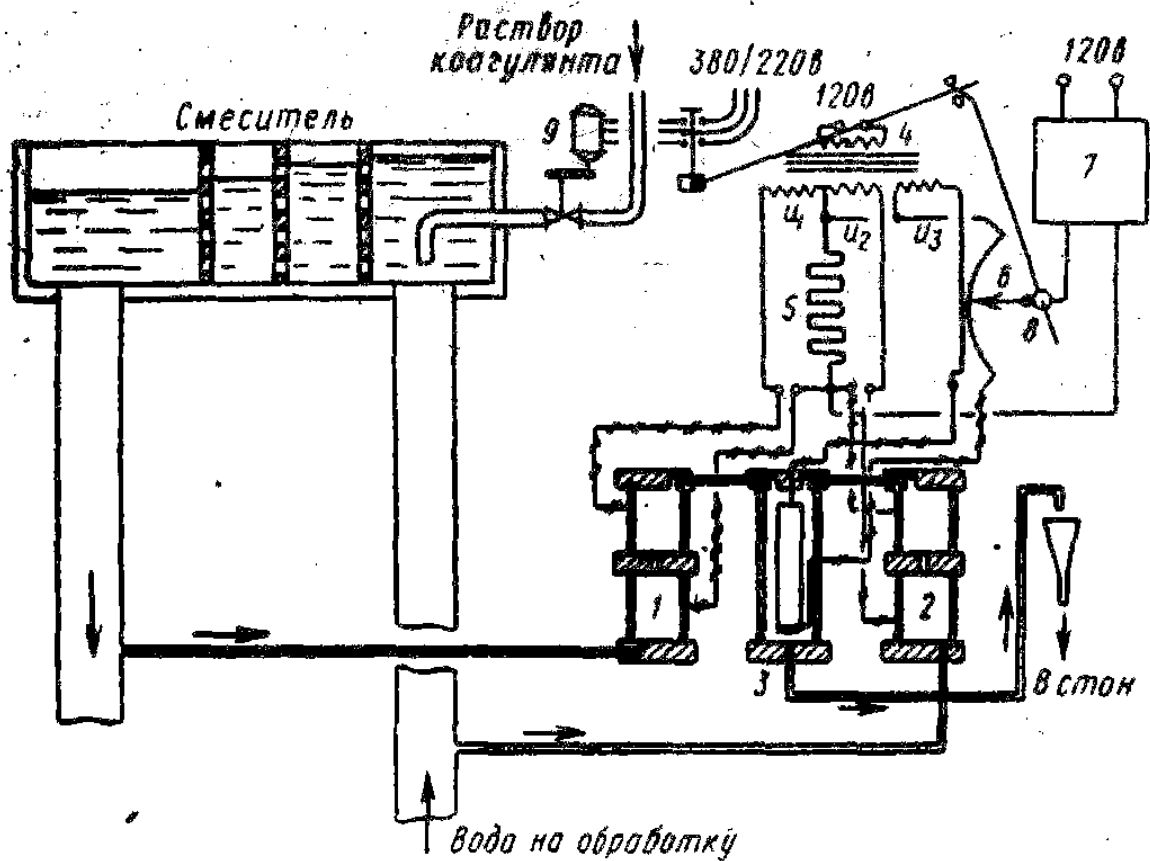


Рисунок 14 - Дозатор коагулянту системи В.Л.Чейшвілі і І.Л.Кримського

При визначенні дози коагулянту зазначеним способом необхідно усунути вплив температури води, тому що при зміні температури змінюється електропровідність рідини. Для цього в електровимірювальну схему дозатору включений компенсаційний осередок 3 з електропровідністю, що змінюється тільки в залежності від температури води. Цей осередок промивається водою, що проходить через електролітичні осередки, для того щоб її температура була такою як у них.

Вимірювальні і компенсаційні осередки живляться електричним струмом напругою 36в від трансформатора 4 із трьома вторинними обмотками U_1 , U_2 , U_3 . Два кінці однакових обмоток трансформатора U_1 , U_2 з'єднані між собою із нижнім електродами осередків 1 і 2 через постійний опір 5. Третя обмотка U_3 , компенсаційний електролітичний осередок і реохорд 6 електронного мосту включені послідовно. Підсилювач 7 служить для посилення напруги струму, що виникає у вимірювальній частині моста

внаслідок порушення його рівноваги. Реверсивний двигун 8 електронного мосту переміщає движок реохорду доти, поки напруга на виході підсилювача не стане рівною нулю і міст не урівноважиться. Регулювання дози коагулянту здійснюється за допомогою вентиля 9 з електричним приводом, що керується системою регулюючих контактів електронного мосту, що замикаються при відключеннях від установленної дози коагулянту і включаючих реле електроприводу.

Граничне значення шкали дозатору розраховується на дози $Al_2(SO_4)_3$ з 50 до 100 мг/л.

Питання для самоконтролю

1. Коагулювання для водопідготовки.
2. Процес коагулювання .
3. Які реагенти застосовують для підлужнення води?
4. Перед якими спорудами вводиться коагулянт?
5. Для чого у воду вводять вапно?
6. Які реагенти найчастіше застосовують для коагуляції?
7. Які реагенти відносять до коагулянтів нового покоління?
8. Від чого залежить доза коагулянту?
9. Як залежить доза коагулянту від каламутності води?