

Винахід відноситься до галузі обробки води і стоків з використанням ультрафільтрації і може бути використаний у хімічній та інших галузях промисловості для отримання освітленої води для живлення водозворотних циклів аміачного виробництва та інших відповідальних технологічних циклів.

Авторам відомий спосіб отримання освітленої води, який полягає у вапнуванні і коагуляції із наступним освітленням на механічних фільтрах [1. Л.А. Кульський, В.Ф. Накорчевська, Хімія води, Київ, «Вища школа», 1983р. с.105, 109-112.].

Недоліками відомого способу отримання освітленої води є низька ефективність очищення. В процесі освітлення і знебарвлення вода не повністю очищується від зважених речовин і мікробіологічних забруднень. Ступінь знезараження не перебільшує 98-99%. До недоліків також відносяться обмеженість або неможливість використання природних вод із високою мінералізацією. Велика кількість водоростей, органічних компонентів та інших осадових речовин призводять до блокування фільтрів у процесі роботи установки. Значні витрати хімічних реагентів і утворення великого об'єму стічних вод негативно впливає на навколишнє середовище. Одночасно із збільшенням витрат реагентів збільшуються і питомі витрати на власні потреби води, пари та електроенергії.

У світлі вищезазначених недоліків великий інтерес представляє безреагентний мембранний метод очищення води - ультрафільтрація.

Ультрафільтраційні мембрани і ультрафільтрацію використовують для обробки природних і стічних вод. Зокрема, ультрафільтрацією заміняють коагуляцію і фільтрацію, освітлення води. Останнім часом ультрафільтраційні методи як елементи комплексної технології очищення води широко використовують для зневоднення відходів, які утворюються під час очищення води біологічними методами (активний мул, мікроорганізми-деструктори), а також під час зневоднення шламів-коагулянтів, які утворюються внаслідок очищення води продуктами гідролізу солей багатозарядних металів.

Авторам відомі технічні рішення, коли ультрафільтрацію використовують при розподілі переважно відпрацьованих водомасляних емульсій, у нафтохімічній промисловості [2. Патент Росії №2050178, B01D65/06, опубл.: бюл. №35, 20.12.95р], при очищенні стічних вод текстильної і трикотажної промисловості [3. Заявка РФ №5024225/26, C02F1/44, B01D61/00 опубл. 10.10.1996р.]. За допомогою ультрафільтрації можна успішно вирішити проблему вилучення сполук кремнію і заліза, проте це не знайшло широкого застосування на практиці.

Ультрафільтрація до цього часу не застосовувалась при підготовці освітленої води для підживлення водозворотних циклів аміачного виробництва.

Найбільш близьким за технічною сутністю, і результату, який досягається, є спосіб отримання освітленої води для живлення водозворотних циклів аміачного виробництва, який полягає у забиранні вихідної річкової води, наступній реагентній обробці в освітлювачах за допомогою вапнування, коагуляції, флокуляції, наступній фільтрації механічних і зважених часток, подачі готового продукту на установку отримання демінералізованої води нанофільтрацією і зворотним осмосом [4. Тимчасовий технологічний регламент «Установка термічної обробки стоків і води / установка водопідготовки / БАТ «Концерн Стирол», м. Горлівка, 1985р., с.10-12].

Для потреб водопідготовки на БАТ «Концерн Стирол» використовували дефіцитну річкову воду з каналу "Сіверський Донець - Донбас", застосовували реагентний метод освітлення води, заснований на застосуванні спеціальних хімічних речовин, процес осадження здійснювали в освітлювачі, куди подавали воду, яку обробляли, і розчини реагентів вапняне молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і сірчанокисле залізо FeSO_4 , поліакриламід, соду Na_2CO_3 . При вапнуванні вилучають з води зв'язану і вільну вуглекислоту, знижують лужність сухого залишку з одночасним зм'якшенням вихідної води. При спільному вапнуванні з коагуляцією $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і FeSO_4 вилучають природні механічні домішки і такі, що знаходяться в коллоїдному і дрібнодисперсному стані органічні забруднення і сполуки заліза за рахунок різномісних зарядів часток і пластівців, які утворюються. Отримують освітлену воду із номінальною твердістю $1\div3\text{мг-екв/кг}$. Для інтенсифікації процесу коагуляції передбачають введення флокулянта - розчину поліакриламід. Шлам, який випав в освітлювачі, вилучають періодичним продуванням. Остаточне освітлення води здійснюють на механічних фільтрах і далі воду направляють на наступну стадію обробки - нанофільтрацію і зворотний осмос.

Недоліками відомої технології є:

- низька ефективність процесу очищення, вміст зважених речовин після очищення складає $2\div5\text{мг/л}$; не повністю затримуються мікробіологічні забруднення, які містяться у вихідній воді;

- низька економічність через велику витрату пари при попередньому підігріванні води до $t=35^\circ\text{C}$ у теплообмінниках перед освітлювачами;

- утворення шламу у вигляді $\text{Ca}(\text{CO}_3)$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, який утворюється в освітлювачах при використанні вапна у поєднанні з коагулянтами або флокулянтами, призводить до великої витрати води, значним витратам і втратам тепла при продувках котлів;

- застосування великої кількості реагентів, які використовуються при очищенні води в освітлювачах, звідси значне скидання солей у водосховища концерну із регенераційними стоками Na-катіонітових фільтрів в об'ємі 120-180т солей NaCl на місяць;

- низька надійність, тому що вода після очищення не має стабільних властивостей і утворює кристали шламу на обладнанні і механічних фільтрах;

- низький термін служби механічних фільтрів через забруднення фільтруючих елементів;

- значна витрата миючих засобів для регенерації механічних фільтрів;

- технічні труднощі досягнення необхідної якості зм'якшеної води із використанням освітлювачів і механічних фільтрів;

- низька ефективність очищення води знижує термін служби мембран установок зворотного осмосу, скорочує час між їх промиваннями. Знижує термін служби патронних фільтрів на нанофільтраційних машинах і зворотному осмосі.

В основу винаходу поставлена задача удосконалення способу отримання освітленої води для живлення водозворотних циклів аміачного виробництва, що виключає забирання річкової води, застосовуючи в якості вихідної води високомінералізовані біологічно очищені стічні води хімічного виробництва, зливові стоки, шахтні води та інші стоки або їх суміші, створивши при цьому замкнену систему водоспоживання,

використовуючи для очищення води від домішок безреагентну ультрафільтраційну технологію, досягаючи повного вилучення у вихідній воді мікробіологічних забруднень, зважених часток, забезпечуючи якість води, придатну для надійної та ефективної роботи нанофільтраційних і зворотно-осмотичних установок, що використовуються в схемах водопідготовки концерну.

Поставлена задача вирішується тим, що, в способі отримання освітленої води для живлення водозворотних циклів аміачного виробництва, який полягає в забиранні вихідної води, у флокуляції та наступним освітленням згідно із винаходом, в якості вихідної води використовують біологічно очищені стічні води хімічного виробництва, зливові стоки, шахтні стічні води та інші стоки або їх суміші із вмістом зважених речовин до 50мг/л, із загальним мікробним числом до 10тис.од. в мл, вмістом заліза 3-4мг/л, воду попередньо очищують на сітчастих фільтрах 200мкм, здійснюють освітлення води шляхом ультрафільтрації, проводячи процес розподілу від розчинених домішок на ультрафільтраційних мембранах із спектром фільтрації від 50 до 1000 ангстрем при тиску 0,05-0,5МПа, до повного усунення зважених речовин в пермеаті і затримання всіх мікробіологічних забруднень, зниження вмісту заліза до 0,1мг/л., при цьому, в якості флокулянта використовують 14% хлористе залізо FeCl_3 ; готовий продукт подають на установку отримання демінералізованої води нанофільтрацією і зворотним осмосом; проводять очищення мембранних елементів шляхом подачі і витримки за часом миючих розчинів: 50% сірчаної кислоти, 42% луку і розчину гіпохлориту натрію (20%).

На сьогодні мембранна технологія ультрафільтрації в умовах дефіциту водних ресурсів є найбільш переважною для водопідготовок в частині техніко-економічних показників.

Застосування технології на водопідготовках дозволить використовувати мінералізовані стічні води: біологічно очищені стічні води хімічного виробництва, шахтні води, зливові, дренажні та інші або їх суміші без забирання річкової води по замкненій технології водоспоживання.

Ультрафільтраційний метод розподілу використовують на стадії попереднього очищення води замість традиційних схем вапнування з коагулюванням і подальшим доочищенням води на механічних фільтрах. Ультрафільтраційні мембрани стосовно до всіх видів технічної води на БАТ «Концерн Стирол» можуть працювати в діапазоні 90-95% вилучення очищеної води із 100% затриманням всіх мікробіологічних забруднень у воді і 100% затриманням зважених речовин.

Ультрафільтрація є одним із найефективніших і багатофункціональніших методів попереднього очищення води перед її подачею на зворотноосмотичне опріснення і очищення. Метод ультрафільтрації виявляється достатнім для отримання технічної води необхідних кондицій, оскільки у фільтраті практично відсутні зважені частки, мікроорганізми, емульговані речовини, а також органічні сполуки.

Процес ультрафільтраційного очищення стічних вод використовують як попередню стадію перед вилученням низькомолекулярних неорганічних солей і молекулярних органічних сполук (спирти, цукор, гумінові і фульвокислоти, розчинники, низькомолекулярні сполуки, пестициди тощо) за допомогою нанофільтрації або зворотного осмосу.

Впровадження заявленого способу дозволить створити сучасний комплекс очищення води за схемою: ультрафільтрація, нанофільтрація і зворотний осмос.

Використання ультрафільтраційного розподілу у промисловій технології і системі очищення стічних вод обумовлено такими перевагами:

- зниженням витрат тепла, тому що цей процес здійснюють при температурі навколишнього середовища, відпадає необхідність підігрівання води перед освітлювачами, ультрафільтраційні мембрани можуть працювати навіть при температурі вихідної води 5°C;
- високою ефективністю розподілу, тому що повністю затримуються всі мікробіологічні і механічні забруднення, які містяться у вихідній воді, знижується вміст заліза;
- підвищенням економічності, тому що виключають витрату пари і втрати тепла при продуваннях котлів за рахунок припинення утворення шламу у вигляді $\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$ в освітлювачах при використанні вапна у поєднанні з коагулянтами або флокулянтами;
- зниженням собівартості продукції за рахунок припинення застосування хімічних реагентів, які використовуються при очищенні води в освітлювачах;
- збільшенням надійності, тому що вода після очищення на ультрафільтраційних мембранах має стабільні властивості і не утворює кристалів шламу на обладнанні і фільтрах тонкого очищення установок нанофільтрації і зворотного осмосу, збільшується термін їх служби, скорочує витрати миючих засобів;
- збільшенням міжпромивного періоду за рахунок зменшення забруднення мембран;
- можливістю створення рециркуляції виділених речовин і води, що дозволить виключити забирання річкової води для потреб концерну;
- скороченням кількості стічних вод і шламів, які скидаються у водосховища БАТ «Концерн Стирол» із регенераційними стоками на катіонітових фільтрах;
- спрощенням роботи обслуговуючого персоналу, тому що робота ультрафільтраційної установки повністю автоматизована.

Для процесу ультрафільтрації промислових стічних вод доцільно використовувати мембрани із розміром пор від 50 до 1000 ангстрем і при робочому тиску проведення процесу 0,05-0,5МПа. Для мембран із меншим розміром пор, які мають більш високу початкову продуктивність, спостерігається (як і в разі підвищення робочого тиску) інтенсивне зниження продуктивності у процесі експлуатації.

Попередня обробка вихідної води оптимально підібраним флокулянтом FeCl_3 дозволить організувати стабільний процес ультрафільтрації і забезпечити надійний і ефективний режим роботи мембранам зворотного осмосу без випадання на них осаду, із збільшенням міжпромивного періоду.

Попередня фільтрація вихідної води через сітчастий фільтр із розмірами пор 200мкм дозволить вилучити грубі зависі, окалини, водорості із вихідної води, уникнути блокування роботи ультрафільтраційного модуля.

На Фіг.1 представлена принципова схема здійснення заявленого способу.

Схема включає в себе сітчастий передфільтр 1, бак запасу вихідної води 2, відцентровий насос вихідної води 3, модуль ультрафільтрації 4, який складається з одного мембранного фільтруючого елементу, продуктивністю 2,5-4,5м³/год у залежності від якості вихідної води, ємність запасу пермеату 5, бак запасу флокулянта 6, насос дозатор флокулянта 7, бак запасу кислоти 8, насос дозатор кислоти 9, бак запасу луку

10, насос дозатор лулу 11, насос пермеату для зворотного промивання мембрани 12 бортового комп'ютера системи управління.

Спосіб здійснюється наступним чином.

Вихідна вода, яка подається в систему ультрафільтрації являє собою суміш промислових стічних вод, вод з вугільних шахт і поверхневі води, біологічно очищені стічні води тощо. Воду збирають у водосховищі. Якісний склад вихідної води наведений у табл.1.

Неочищену воду із водосховища попередньо пропускають і фільтрують через сітчастий фільтр (200мкм) 1 для вилучення грубих зависей, окालини, водоростей, осадових речовин і збирають у резервуар вихідної води 2. Циркуляційним насосом 3 вихідну воду подають у модуль ультрафільтрації 4. Між насосом 3 і модулем 4 встановлений агрегат флокуляції 6. Розчин флокулянта FeCl_3 вприскують за допомогою дозуючого насоса 7. Вода, пройшовши через модуль ультрафільтрації 4 надходить у бак запасу пермеата 5. Пермеат подають на часткову демінералізацію у нанофільтраційну установку і далі для отримання глибоко демінералізованої води за допомогою установки зворотного осмосу. Частину пермеату використовують для систематичних промивань і хімічних очищень. Концентрат скидають у відстійник і далі у ставок на БХО, звідки насосною станцією подається на концерн для повторного використання. Цикл по воді замикається.

При зниженні продуктивності ультрафільтраційної установки проводять промивання мембран кислотою, лугом і гіпохлоритом натрію шляхом зняття тиску і рециркуляції вихідного розчину із подальшою обробкою миючими розчинами, що дає можливість повністю відновити продуктивність мембрани. Для цього подають насосом дозатором 9 кислоту із бака запасу 8, луг із бака запасу 10 насосом дозатором лулу 11 і гіпохлорид (на Фіг. не показаний). Пермеат на промивання подається насосом 12. Періодичність регенерації мембран залежить від ступеня забруднення стічних вод і проводиться через 5-10 діб. Відпрацьований миючий розчин, який містить ПАВ, направляють назад в ємність із забрудненою стічною водою, яка підлягає ультрафільтраційному очищенню.

В процесі випробувань пілотної установки були опробовані варіанти роботи в залежності від застосування різних флокулянтів, таких як $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Як показали випробування, якість неочищеної води та її попередня обробка перед ультрафільтрацією відіграють вирішальну роль. Ультрафільтрація води без якогось флокулянта могла відбуватись тільки разом із частою хімічною обробкою промиванням (<2 годин) і з хімічним очищенням (<1 тижня). Робочі параметри фільтрації із флокуляцією наведені в таблиці 2.

Як видно із табл.2 для раціонального і успішного освітлення води переважним варіантом є ультрафільтрація із флокуляцією FeCl_3 , тому що з цим флокулянтом можна отримати стабільний процес ультрафільтрації із збільшеним фільтроциклом. При подачі води на другий етап обробки: зворотний осмос уникають застосування $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, тому що можливе випадання осаду $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ при рН 6,8-7,2 на мембрани, що вимагає більш частого їх очищення.

Не бажано використовувати розчин $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, тому що при використанні цього флокулянта зменшується фільтроцикл, не забезпечується стабільний режим роботи модуля без частого проведення хімічних промивань.

Створення оптимальних умов ультрафільтрації із застосуванням флокуляції дозволить установці працювати із навантаженням $70\text{л/м}^2/\text{год}$, а мембранна система може забезпечити, як мінімум 90% виходу зм'якшеної води.

Приклади здійснення способу.

Приклад 1 (прототип). Вихідну річкову воду із каналу "Сіверський Донець - Донбас" в кількості 246т/год подають у освітлювачі типу ВТІ-250І, попередньо нагріваючи до $t=35^\circ\text{C}$ в теплообмінниках.

Якість вихідної рікової води наведена в таблиці 3. Потужність установки по освітленій воді $240\text{м}^3/\text{год}$. Технологія отримання освітленої води здійснювалась по методу зм'якшення рікової води в освітлювачах за схемою вапнування і коагуляції із наступним освітленням на механічних фільтрах.

В освітлювачі у воду дозується вапняне молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і сірчаноокисле залізо FeSO_4 і флокулянт - розчин поліакриламід. Витрата реагентів в освітлювач: вапняне молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - 5%, коагулянт FeSO_4 - 6%, поліакриламід - 0,1%. Вапняне молоко і сірчаноокисле залізо подають у вигляді розчинів у співвідношенні 1÷2,4. Із освітлювачів вапняно-коагульована вода із залишковою твердістю до 5мг-екв/л , лужністю 1,2-0,7 мг-екв/л , нестабільністю 0,1 мг-екв/л , вмістом зважених речовин 15мг/л , рН 10,5 подається на механічні фільтри, завантажені антрацитовими крихами, де вода освітлюється до вмісту зважених речовин 5мг/л . Осад із освітлювачів у вигляді шламу виводиться безперервними і періодичними продуваннями. Продування освітлювача склало близько 2%. Дозм'якшення освітленої води до 10мкг-екв/л здійснюють на На-катіонітових фільтрах. У зм'якшену воду метою зниження рН води до 8,5 після зазначених фільтрів дозують сірчану кислоту.

Характеристика продукції, яка виробляється, освітленої води наведена в таблиці 3.

При обробці рікової води 1000м^3 із витратним коефіцієнтом 1,025 витрачено 93кг FeSO_4 (53%), вапна негашеного CaO (70%) - 236кг , поліакриламід технічного (7%) - $14,3\text{кг}$. Всього витрачено $343,3\text{кг}$ хімічних реагентів, тепла 113ГДж , електроенергії 1920МДж (535кВт.год). Кількість рідких відходів у вигляді шламової води склала 25м^3 на 1000м^3 вапняно коагульованої води. Кількість стоків 240м^3 на добу. Шламова вода після освітлювачів скидається на установку нейтралізації підприємства [4].

Собівартість 1000м^3 вапняно коагульованої води склала $152,32\text{дол}$ [5. Калькуляція собівартості ВКВ за листопад 2003р. ВАТ «Концерн Стирол»]. Порівняльні дані наведені в табл.4.

Приклад 2 (прототип). Вихідною водою є суміш стоків і рікової води. Витрата рікової води склала $100-250\text{т/год}$ і стоків мінералізованих після усереднення і нейтралізації $150-250\text{т/год}$. Технологічний процес зм'якшення здійснюється за схемою: вапняно-содового із коагуляцією осадження накипоутворювачів, освітлення на механічних фільтрах із наступним 2-х ступеневим натрій катіонуванням. Процес осадження є аналогічним до того, що описаний у прикладі 1. Якість вихідної води наведено в таблиці 3. Крім всього (приклад 1) в освітлювач вводиться розчин кальцинованої соди Na_2CO_3 - 5% для більш глибокого зм'якшення води.

Якість отриманої зм'якшеної води наведено в таблиці 3. Витрата основних видів матеріалів і собівартість отриманої вапняно коагульованої води наведена в табл.4.

Приклад 3. (Технологія, що заявляється) Для отримання освітленої води використана установка із ультрафільтраційними мембранами продуктивністю 2400м³/год. До складу передочищення ввійшли 6 модулів продуктивністю 400м³/год. В якості вихідної води використали суміш промислових стічних вод, вод із вугільних шахт і поверхневі води, біологічно очищені стічні води та ін. з мінералізацією до 3,5г/л. в кількості 2667м³/год. без забирання річкової води. Якість вихідної води наведена в табл.1.

В результаті отримали освітлену воду із якістю, наведеною в табл. 1. Як видно з табл.1 система ультрафільтрації забезпечує краще очищення вихідної води від заліза, зважених речовин і мікробіології, ніж існуюче передочищення. Вихід показав, що ультрафільтраційні мембрани можуть працювати в діапазоні 90-95% вилучення очищеної води із 100% затриманням всіх мікробіологічних забруднень у воді і 100% затриманням зважених речовин.

Для виробництва 1000м³ очищеної води витрачено гіпохлориту натрію 0,002тн, електроенергії 0,5тис.кВт/год, теплоенергії 1,75Гкал. Шламів води відсутні.

Ультрафільтраційна установка має річну економію вапна - 5145т, коагулянта 1770т. Виробнича собівартість складає 105,39 долара США за 1000м³ очищеної води, що на 46,93 долара дешевше, ніж у прототипі. Порівняльні дані наведені в табл.4. Як видно з табл.4 технологія отримання освітленої води з використанням ультрафільтрації за своїми економічними та екологічними показниками значно перевершує технологію з використанням традиційних схем вапнування з коагулюванням.

Таблиця 1

Якість вихідної води і отриманої освітленої води з використанням ультрафільтрації

№ п/п	Показники вихідної сировини, одиниці вимірювання	Якість вихідної води: суміш промислових стічних вод	Якість зм'якшеної води
1.	Вміст зважених речовин, мг/л	≤50	0
2.	Загальний вміст солей, мг/л	≤3500	≤3500
3.	Загальне мікробне число, одиниць/мл	≤10000	0
4.	Рівень pH	7,5-8,5	7,5-8,5
5.	Загальна лужність, Мг-екв/л	≤7	≤7
6.	Вміст заліза, мг/л	≥2,0	0,1
7.	Вміст марганцю, мг/л	≤1,0	0
8.	Вміст сульфату, мг/л	≤1100	≤1100
9.	Вміст хлориду, мг/л	≤400	≤400
10.	Перманганатна окисленість, мг/л O ₂	≤30	4-7,2

Таблиця 2

Робочі параметри фільтрації з використання різних флокулянтів

Робочі параметри	Робочі параметри фільтрації з флокуляц. Fe ₂ (SO ₄) ₃	Робочі параметри фільтрації без флокуляції	Робочі параметри фільтрації з флокуляц. FeCl ₃	Робочі параметри фільтрації з флокуляцією Al ₂ (SO ₄) ₃	Можливі робочі параметри: оптимальна фільтрація з оптимальною флокуляцією FeCl ₃
Час фільтрації	20-30хв.	30хв.	30хв.	30хв.	40-60хв.
Навантаження	60л/м ² /год.	60-70л/м ² /год.	60л/м ² /год.	60л/м ² /год.	70л/м ² /год.
Інтервал між хімічними промиваннями	4-8год	1-6год	6-9год	7-9год	1-2тижн
Вихід продукту	Близько 90%	Близько 90-92%	Близько 90%	Близько 90%	Близько 90%

Таблиця 3

Якість вихідної води і отриманого продукту в прототипі

№ п/п	Показники вихідної сировини, одиниці вимірювання	Якість вихідної річкової води, приклад 1	Якість вихідної води: суміш річкової води і промислових мінералізованих стоків, приклад 2	Якість отриманого продукту освітленої води, приклад 1	Якість отриманого продукту освітленої води, приклад 2
1	Прозорість, см	до 13	до 13	до 300	до 300
2	Вміст зважених речовин, мг/л		до 100	до 5	1,2
3	Солевміст, мг/л	до 600 (зима) 500 (літо)	до 5000	до 600 (зима) 500 (літо)	до 5000
4	Твердість загальна, мг-екв/л	до 8,9	до 27,0	до 5	до 10
5	Лужність, мг-екв/л	до 6	до 6	1,2-1,7	1,5
6	Вміст заліза, мг-екв/л	до 0,08	до 0,5	0,14	0,14
7	Вміст натрію, мг-екв/л	до 97,6		до 97,6	
8	Вміст сульфатів, мг-екв/л	до 211,2		до 211,2	
9	Вміст хлоридів, мг-екв/л	до 95,8		до 690	
10	Вміст кремнієвої кислоти, мг-екв/л	до 20,4		до 20,4	
11	pH	до 7,9	до 8,5	до 10,5	8,5-9,5
12	CaSO ₄ , мг/л		до 1320		до 1320
13	MgSO ₄ , мг/л		до 1320		до 1320
14	Na ₂ SiO ₃ , мг/л		до 50		до 50
15	Na ₂ SO ₄ , мг/л		до 2000		до 2000
16	CaCl ₂ , мг/л		до 97		до 97

Таблиця 4

Порівняльні характеристики процесу освітлення води

№	Спосіб водопідготовки	Джерело води	Витратний коефіцієнт річкової води	Кількість хімічних реагентів, кг/на 1000м ³ води	Шламів води, м ³ /1000м ³ води	Зважені речовини, мг/л	Ступінь очищення від мікробіологічних забруднень, %	Собівартість доп. США за 1000м ³ води
1.	Освітлення води вапнуванням коагуляцією (прототип)	Річкова вода	1,025	329 в т.ч. вапно 236 коагул 93	25	Не більше 15	99	152,32
2.	Освітлення води вапнуванням і коагуляцією (прототип)	Суміші: річкова і шламів води 1:1,5	1,025	343,3 в т.ч. вапно 236 коагул. 93 полікрил	62,5	Не більше 1,2	98	152,32
3.	Освітлення води з використанням ультрафільтрації (технологія, що заявляється)	Суміші: біологічно очищені води, зливи і стоки, шахтні стічні води	Відсутній	0,002 гіпохлорит натрію. Зекономлюється 5145т/на рік вапна і 1770т/на рік коагулянта	Відсутній	Відсутній	100	105,39

