

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
КАФЕДРА ПРИРОДООХОРОННОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ
З ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕХНІКА ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ ГІДРОСФЕРИ
ВІД ЗАБРУДНЕНЬ»
ДЛЯ ТЕХНІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ
УСІХ ФОРМ НАВЧАННЯ**

Покровськ, 2021

УДК 628.16:502.51:556](072)

М 54

Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни «Техніка та технології захисту гідросфери від забруднень» для технічних спеціальностей всіх форм навчання [Електронний ресурс] / уклад. В.К. Костенко, О.Л. Зав'ялова, О.П. Богомаз, М.І. Таврель. – Покровськ : ДонНТУ, 2021. – 69 с.

У методичних рекомендаціях викладено тематику практичних занять, розбір рішення задач.

Укладачі: В.К. Костенко д.т.н., проф., зав.каф.ПД;
О.Л.Зав'ялова к.т.н., доц., доц. каф. ПД;
О.П. Богомаз, д.ф., ас. каф. ПД;
М.І. Таврель, ас. каф. ПД.

Рецензент: Трет'яков П. В., к.т.н.,доц., доц.кафедри ОВПК

Відповідальний за випуск: В.К.Костенко, д.т.н., професор, зав.каф. ПД

Затверджено навчально-методичним відділом ДонНТУ,
Протокол №9 від 25.05.2021 р.

Розглянуто а засіданні кафедри природоохоронної діяльності,
Протокол №_8_ від _5 квітня 2021 р.

© ДонНТУ, Костенко В.К.,
Зав'ялова О.Л., Богомаз О.П.,
Таврель М.І., 2021

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1	6
1 Основні властивості та показники якості води.....	6
1.1. Властивості води	6
1.2 Показники якості води	7
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2	12
2 Визначення концентрації завислих речовин в стічній воді ваговим способом ...	12
2.1 Методика визначення концентрації завислих речовин у стічній воді.....	12
2.2 Приклад визначення концентрації завислих речовин у стічній воді.....	13
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3	14
3 Визначення каламутності і прозорості шахтної води	14
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4	16
4 Побудова кривої осадження (седиментаційної кривої)	16
4.1 Методика проведення седиментаційного аналізу	16
4.2 Приклад побудови седиментаційної кривій полідисперсної системи для шахтної води ВП «Шахта 1/3 «Новгородівська» ДП «Селідовугілля»	17
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5	21
5 Розрахунки хімічного складу стічних вод	21
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6	23
6 Розрахунки зміни хімічного складу стічної води при обробці коагулянтами	23
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7	26
7 Розрахунки зміни хімічного складу стічної води при пом'якшенні	26
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 8	28
8 Вибір методів очищення стічних вод.....	28
8.1 Складання технологічної схеми освітлення стічних вод	29
8.2. Складання технологічної схеми пом'якшення стічних вод	30
8.3. Складання технологічної схеми демінералізації стічних вод.....	31
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 9	33
9 Балансова схема потоків води	33
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 10	38
10 Технологічні розрахунки очисних споруд	38
10.1 Розрахунок осереднювачів.....	38
10.2 Розрахунок відкритих гідроциклонів	39

10.3 Розрахунок шайбового вузла введення реагенту.....	42
10.4 Розрахунок тонкошарових відстійників конструкції ДонВГІ	43
10.4.1 Розрахунок габаритів в плані.....	43
10.4.2 Розрахунок тонкошарових елементів.....	44
10.4.3 Труба підведення і розподілу початкової води.....	45
10.4.4 Розрахунок вихрової камери утворення пластівців.....	46
10.4.5 Розрахунок зони накопичення осаду.....	46
10.5 Розрахунок освітлювача ВТІ	50
10.6 Розрахунок реагентного господарства	53
10.6.1 Флокулянтне господарство	53
10.6.2. Вапняне господарство	56
10.6.3. Содове господарство	57
10.6.4 Розрахунок хлорного господарства	59
10.7 Розрахунок ущільнювачів осаду.....	61
10.8 Розрахунок накопичувачів осаду.....	62
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 11	65
11 Оцінка ефективності прийнятих рішень	65
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	66
Додаток А - Вихідні данні для курсового проектування	67
Додаток Б - Номограма для визначення вмісту CO ₂	68
Додаток В - Номограма для визначення рНs	68
Додаток Г - Прийнята блок-схема очищення шахтних для повторного використання	69

ВСТУП

Методичні вказівки навчальної дисципліни «Техніка та технології захисту гідросфери від забруднень» розроблено на підставі рішення відповідного вищого навчального закладу, навчальних планів та навчальної програми відповідної дисципліни. Методичні вказівки до виконання практичних занять мають на меті надати студентам навичок практичного використання знань, набутих на лекційних заняттях, по основним властивостям та показникам якості води, визначенням концентрації завислих речовин в стічній воді ваговим способом, визначенні каламутності та прозорості шахтної води, побудові кривої осадження (седиментаційної кривої), розрахунку хімічного складу стічних вод, розрахунку зміни хімічного складу стічної води при обробці коагулянтами, розрахунку зміни хімічного складу стічної води при пом'якшенні, вибору методів очищення стічних вод, балансовій схемі потоків води, технологічним розрахункам очисних споруд.

Метою практичних завдань навчальної дисципліни є формування у студентів широкого світогляду в напрямі ефективного впровадження технологій з очищення стічних вод; засвоєння основних принципів видалення з стічних вод домішок різних класів та раціонального водокористування.

Основними завданнями практичних занять з дисципліни «Техніка та технології захисту гідросфери від забруднень» є: вивчення складу та властивостей стічних вод, основних процесів, технологій та обладнання для очищення їх від домішок різного ступеня дисперсності та природи, формування умінь і навичок з визначення показників якості стічних вод, проектування технологічних процесів та споруд для очищення стічних вод, технологій підготовки стічних вод для повторного використання.

Дані методичні вказівки пропонується використовувати для виконання практичних робіт студентів з дисципліни «Техніка та технології захисту гідросфери від забруднень», яка викладається на кафедрі «Природоохоронна діяльність».

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1

1 Основні властивості та показники якості води

Мета роботи - вивчити основні властивості та показники якості води, основні вимоги стандартів на питну воду

1.1. Властивості води

Жорсткість природних вод обумовлюється присутністю в них солей кальцію і магнію і виражається концентрацією іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} в мг екв/л. Розрізняють загальну карбонатну і некарбонатну жорсткість. Загальна жорсткість являє собою суму двох останніх, карбонатна-пов'язана з присутністю у воді бікарбонатів кальцію і магнію, а некарбонатна — сульфатів, хлоридів, нітратів кальцію і магнію.

Фізичні властивості води. Щільність чистої води при 15 °С і атмосферному тиску 999 кг / м³. Зі збільшенням концентрації домішок щільність води зростає. Морська вода з концентрацією солей 35 кг/м³ має середню щільність 1028 кг/м³ при 0 °С. Зміна солемісту на 1 кг/м³ змінює щільність на 0,8 кг/м³.

В'язкість η води з підвищенням температури t зменшується наступним чином:

t °С	0	5	10	15	20	25	30	35
η , мПа·с	1,797	1,523	1,301	1,138	1,007	0,895	0,800	0,725

Зі збільшенням солемісту в'язкість води підвищується.

Поверхневий натяг σ води при 18 °С становить 73, при 100 °С -52,5 мН/м. Теплоємність води при 0°С становить 4180 Дж/(кг·°С), а при 35 °С досягає мінімуму.

Теплота плавлення при переході льоду в рідкий стан становить 330 кДж/кг, теплота пароутворення дорівнює 2250 кДж/кг при атмосферному тиску і температурі 100 °С.

Електричні властивості води. Вода-слабкий провідник електричного струму: питома електрична провідність при 18 °С дорівнює $4,9 \cdot 10^{-8}$ См / м ($4,41 \cdot 10^{-8}$ 1/Ом * см); діелектрична постійна дорівнює 80. Наявність розчинених солей у воді збільшує її електричну провідність, яка змінюється в залежності від температури.

Оптичні властивості води. Прозорість і каламутність води залежать від вмісту в ній механічних домішок, що знаходяться у зваженому стані. Чим більше домішок у воді, тим більше її каламутність і менше прозорість. Прозорість визначається довжиною шляху променя, що проникає вглиб води, і залежить від довжини хвилі променя. Ультрафіолетові промені проходять через воду легко, а інфрачервоні-погано. Показник прозорості використовують для оцінки якості води і вмісту в ній домішок.

1.2 Показники якості води

Оскільки не існує єдиного показника, який характеризував би весь комплекс характеристик води, оцінка якості води ведеться на основі системи показників. Показники якості води діляться на фізичні, бактеріологічні, гідробіологічні та хімічні. Іншою формою класифікації показників якості води є їх поділ на загальні і специфічні. До **загальних** відносять показники, характерні для будь-яких водних об'єктів. Присутність у воді **специфічних** показників обумовлено місцевими природними умовами, а також особливостями антропогенного впливу на водний об'єкт.

До основних **фізичних** показників якості води відносяться:

Температура води. У водних об'єктах температура є результатом одночасної дії сонячної радіації, теплообміну з атмосферою, перенесення тепла течіями, перемішування водних мас і надходження підігрітих вод із зовнішніх джерел. Температура впливає практично на всі процеси, від яких залежать склад і властивості води. Температура води вимірюється в градусах Цельсія (°C).

Запах. Запах води створюється специфічними речовинами, що надходять у воду в результаті життєдіяльності гідробіонтів, розкладання органічних речовин, хімічної взаємодії містяться у воді компонентів і надходження із зовнішніх (**аллохтонних**) джерел. Запах води вимірюється в балах.

Прозорість. Прозорість води залежить від ступеня розсіювання сонячного світла у воді речовинами органічного і мінерального походження, що знаходяться у воді в зваженому і колоїдному стані. Прозорість визначає перебіг біохімічних процесів, що вимагають освітленості (первинне продукування, фотоліз). Прозорість вимірюється в сантиметрах.

Кольоровість. Кольоровість води обумовлюється вмістом органічних забарвлених сполук. Речовини, що визначають забарвлення води, надходять у воду внаслідок вивітрювання гірських порід, внутрішньодоємних продукційних процесів, з підземним стоком, з антропогенних джерел. Висока кольоровість знижує органолептичні властивості води, зменшує вміст розчиненого кисню. Кольоровість вимірюється в градусах.

Вміст зважених речовин. Джерелами зважених речовин можуть служити процеси ерозії ґрунтів і гірських порід, взмучивання донних відкладень, продукти метаболізму і розкладання гідробіонтів, продукти хімічних реакцій і антропогенні джерела. Зважені речовини впливають на глибину проникнення сонячного світла, погіршують життєдіяльність гідробіонтів, призводять до замулювання водних об'єктів, викликаючи їх екологічне старіння (евтрофування). Вміст зважених речовин вимірюється в $\text{г} / \text{м}^3$ (мг/л).

Бактеріологічні показники характеризують забрудненість води патогенними мікроорганізмами. До числа найважливіших бактеріологічних показників відносять: коли-індекс-кількість кишкових паличок в одному літрі води; коли-титр — кількість води в мілілітрах, в якому може бути виявлена одна кишкова паличка; чисельність лактозопозитивних кишкових паличок; чисельність коліфагів.

Гідробіологічні показники дають можливість оцінити якість води по

тваринному населенню і рослинності водойм. Зміна видового складу водних екосистем може відбуватися при настільки слабкому забрудненні водних об'єктів, яке не виявляється ніякими іншими методами. Тому гідробіологічні показники є найбільш чутливими. Існує кілька підходів до гідробіологічної оцінки якості води.

Оцінка якості води за рівнем сапробності. Сапробність - це ступінь насичення води органічними речовинами. Відповідно до цього підходу водні об'єкти (або їх ділянки) залежно від вмісту органічних речовин поділяють на полісапробні, α -мезосапробні, β -мезо-сапробні і олігосапробні. Найбільш забрудненими є полісапробні водні об'єкти. Кожному рівню сапробності відповідає свій набір **індикаторних організмів-сапробіонтів**. На основі індикаторної значущості організмів і їх кількості обчислюють Індекс сапробності, за яким визначається рівень сапробності.

Оцінка якості води за видовою різноманітністю організмів. Зі збільшенням ступеня забрудненості водних об'єктів видове різноманіття, як правило, знижується. Тому зміна видового різноманіття є показником зміни якості води. Оцінку видового різноманіття здійснюють на основі індексів різноманітності (індекси Маргалефа, Шеннона та ін.).

Оцінка якості води за функціональними характеристиками водного об'єкта. У цьому випадку про якість води судять за величиною первинної продукції, інтенсивності деструкції і деякими іншими показниками.

Фізичні, бактеріологічні та гідробіологічні показники відносять до загальних показників якості води.

Хімічні показники можуть бути загальними і специфічними. До числа загальних хімічних показників якості води відносять:

Розчинений кисень. Основними джерелами надходження кисню у водні об'єкти є газообмін з атмосферою (атмосферна реаерація), фотосинтез, а також дощові і талі води, які, як правило, перенасичені киснем. Окислювальні реакції є основними джерелами енергії для більшості гідробіонтів. Основними споживачами розчиненого кисню є процеси дихання гідробіонтів і окислення органічних речовин. Низький вміст розчиненого кисню (анаеробні умови) позначається на всьому комплексі біохімічних і екологічних процесів у водному об'єкті.

Хімічне споживання кисню (ГПК). ГПК визначається як кількість кисню, необхідного для хімічного окислення містяться в одиниці об'єму води органічних і мінеральних речовин. При визначенні ГПК в воду додається окислювач - біхромат калію. Величина ГПК дозволяє судити про забруднення води окислюються речовинами, але не дає інформації про склад забруднення. Тому ГПК відносять до узагальнених показників.

Біохімічне споживання кисню (БПК). БПК визначається як кількість кисню, що витрачається на біохімічне окислення містяться в одиниці об'єму води органічних речовин за певний період часу. В Україні на практиці БПК оцінюють за п'ять діб (БПК₅) і двадцять діб (БПК). БПК зазвичай трактують як повне БПК (БПК_{полн}), ознакою якого є початок процесів нітрифікації в пробі води. БПК також відноситься до узагальнених показників, оскільки воно служить оцінкою загального забруднення води легкоокисляемими органічними речовинами.

Водневий показник (рН). У природних водах концентрація іонів водню залежить, головним чином, від співвідношення концентрацій вугільної кислоти і її іонів. Джерелами вмісту іонів водню у воді є також гумінові кислоти, присутні в кислих ґрунтах і, особливо, в болотних водах, гідроліз солей важких металів. Від рН залежить розвиток водних рослин, характер протікання продукційних процесів.

Азот. Азот може перебувати в природних водах у вигляді вільних молекул N_2 і різноманітних сполук в розчиненому, колоїдному або зваженому стані. Загалом азоті природних вод прийнято виділяти органічну і мінеральну форми. Основними джерелами надходження азоту є внутрішньодоемні процеси, газообмін з атмосферою, атмосферні опади та антропогенні джерела. Різні форми азоту можуть переходити одна в іншу в процесі кругообігу азоту. Азот відноситься до числа найважливіших лімітуючих біогенних елементів. Високий вміст азоту прискорює процеси евтрофування водних об'єктів.

Фосфор. Фосфор у вільному стані в природних умовах не зустрічається. У природних водах фосфор знаходиться у вигляді органічних і неорганічних сполук. Основна маса фосфору знаходиться в зваженому стані. Сполуки фосфору надходять у воду в результаті внутрішньодоемних процесів, вивітрювання і розчинення гірських порід, обміну з донними відкладеннями і з антропогенних джерел. На вміст різних форм фосфору впливають процеси його кругообігу. На відміну від азоту кругообіг фосфору незбалансований, що визначає його більш низький вміст у воді.

Тому фосфор найбільш часто виявляється тим лімітуючим біогенним елементом, зміст якого визначає характер продукційних процесів у водних об'єктах.

Мінеральний склад. Мінеральний склад визначається за сумарним вмістом семи головних іонів: K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- . Основними джерелами підвищення мінералізації є ґрунтові і стічні води. З точки зору впливу на людину і гідробіонти несприятливими є як високі, так і надмірно низькі показники мінералізації води.

До найбільш часто зустрічається **специфічним показниками** якості води відносять:

Фенол. Вміст фенолів у воді, поряд з надходженням з антропогенних джерел, може визначатися метаболізмом гідробіонтів і біохімічною трансформацією органічних речовин. Джерелом надходження фенолів є гумінові речовини, що утворюються в ґрунтах і торфовищах. Феноли надають токсичну дію на гідробіонти і погіршують органолептичні властивості води.

Нафтопродукт. До нафтопродуктів відносяться палива, масла, бітуми і деякі інші продукти, що представляють собою суміш вуглеводнів різних класів. Джерелами надходження нафтопродуктів є витoki при їх видобутку, переробці і транспортуванні, а також стічні води. Незначна кількість нафтопродуктів може виділятися в результаті внутрішньо-водоймищних процесів. Що входять до складу нафтопродуктів вуглеводні надають токсичну і, в деякій мірі, наркотичну дію на живі організми, вражаючи серцево-судинну і нервову системи.

ПАР і СПАВ. До поверхнево-активних речовин (ПАР) відносять органічні речовини, що володіють різко вираженою здатністю до адсорбції на поверхні розділу "повітря-рідина". У переважній більшості потрапляють у воду поверхнево-активні речовини є синтетичними (СПАВ). СПАВ надають токсичну дію на гідробіоти і людини, погіршують газообмін водного об'єкта з атмосферою, знижують інтенсивність внутріводоемних процесів, погіршують органолептичні властивості води. СПАВ відносяться до повільно розкладаються речовин.

Пестициди. Під пестицидами розуміють велику групу штучних хлорорганічних і фосфорорганічних речовин, що застосовуються для боротьби з бур'янами, комахами і гризунами. Основним джерелом їх надходження є поверхневий і дренажний стік з сільськогосподарських територій. Пестициди мають токсичну, мутагенну і кумулятивну дію, руйнуються повільно.

Важкий метал. До числа найбільш поширених важких металів відносяться свинець, мідь, цинк. Важкі метали мають мутагенну і токсичну дію, різко знижують інтенсивність біохімічних процесів у водних об'єктах.

Хімічні показники вимірюються в г/м³, мг/дм³ (мг / л).

Основні вимоги стандартів на питну воду наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 - Вимоги стандартів на питну воду

Показатель	Единица измерения	ГОСТ 2874-80	СанПиН України	Рекомендації ВОЗ
1. Каламутність	мг/л, НЕМ	<1,5 (<2,0)	<0,5 (<1,5)	
2. Кольоровість	градус	<20 (<35)	<20 (<35)	
3. Запах і присмак	балл, ПР	< 2	< 2	
4. рН		6 - 9	6,5 - 8,5	7,0 - 9,2
5. Лужність	мг-екв/л	-	0,5 - 6,5	
6. Жорсткість	мг-екв/л	<7 (< 10)	1,5 - 7,0	0,2 - 2,0
7. Окислюваність (перманганатна)	мг О ₂ /л	-	< 4	< 3
8. Сухий залишок	мг/л	<1000 (<1500)	100 - 1000	30 - 200
9. Хлорид	мг/л	< 350	< 250	< 250
10. Сульфат	мг/л	< 500	< 250	< 250
11. Залізо	мг/л	<0,3 (<1,0)	< 0,3	< 0,3
12. Марганець	мг/л	<0,1 (<0,5)	< 0,1	< 0,05
13. Фтор	мг/л	0,7 - 1,5	0,7 - 1,5	< 1,5
14. Залишковий алюміній	мг/л	< 0,5	< 0,2	<0,2
15. Залишковий хлор - вільний	мг/л	0,3 - 0,5	0,3 - 0,5	
- зв'язаний	мг/л	0,8 - 1,2	0,8 - 1,2	
16. Нітрати	мг/л	< 45	< 45	< 50
17. Тригалометани	мг/л	-	< 0,1	< 0,1

Завдання

Вивчити теоретичний матеріал і відповісти на наступні питання:

1. Назвіть основні властивості води

2. Які показники якості води відносяться до фізичних?
3. Які показники якості води відносяться до бактеріологічним?
4. Які існують підходи до гідробіологічної оцінки якості води?
5. Назвіть загальні хімічні показники якості води.
6. Які показники якості води відносять до специфічних показників?
7. Назвіть основні вимоги стандартів на питну воду.

Література [1-3]

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

2 Визначення концентрації завислих речовин в стічній воді ваговим способом

Мета роботи - вивчити методику визначення концентрації завислих речовин ваговим методом за допомогою паперових фільтрів.

Вміст завислих речовин визначається, як правило, ваговим методом. Проба води фільтрується через попередньо висушений і зважений щільний фільтр (мембранний або паперовий). Потім фільтр висушується та знову зважується. Різниця ваги, розділена на об'єм проби, дає величину вмісту завислих речовин (мг/л, г/м³). Чим щільніший фільтр, тим точніше визначення цього параметра.

2.1 Методика визначення концентрації завислих речовин у стічній воді

1. Вмістити в бюкс і висушити паперовий фільтр в сушильній шафі при температурі 105°C на протязі 10 хвилин.
2. Зважити бюкс з фільтром на аналітичних терезах.
3. Підготувати конічну колбу на 250 мл, в яку вмістити лійку з паперовим висушеним та зваженим фільтром.
4. Ретельно збовтати воду, що досліджується, і відібрати пробу місткістю 250 мл.
5. Профільтрувати пробу повністю, брудний фільтр вмістити в попередньо зважений бюкс.
6. Висушити фільтр в сушильній шафі при 105°C на протязі 10-15 хвилин.
7. Вистудити бюкс в ексікаторі та зважити його разом з фільтром на аналітичних терезах.
8. Обчислити вміст завислих речовин в пробі

$$C_i = (m_2 - m_1) \cdot 1000 / V, \quad \text{мг/л}, \quad (2.1)$$

де m_2 - маса бюксу з фільтром після фільтрування, мг;

m_1 - маса бюксу з фільтром до фільтрування, мг;

V - об'єм профільтрованої проби, л.

9. Вміст завислих речовин визначається як середнє арифметичне вимірювань в 2-3 паралельних пробах по формулі:

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n C_i \quad (2.2)$$

Результати вимірів зводяться в таблицю.

2.2 Приклад визначення концентрації завислих речовин у стічній воді

Були відібрані 3 проби води об'ємом 1л кожна перед скиданням в ставок-відстійник

Бюкс і паперовий фільтр висушили в сушильній шафі при температурі 105°C на протязі 10 хвилин. Потім зважили бюкс з фільтром на аналітичних терезах. Підготували конічну колбу на 250 мл, в яку вмістили лійку з паперовим висушеним та зваженим фільтром. Воду, що досліджується, ретельно збовтали і відібрали пробу місткістю 250 мл.

Після фільтрування проби брудний фільтр вмістили в попередньо зважений бюкс та висушили в сушильній шафі при 105°C на протязі 10-15 хвилин. Потім вистудили бюкс в ексікаторі та зважили його разом з фільтром на аналітичних терезах.

Обчислили вміст завислих речовин по формулам (2.1-2.2). Результати вимірів звели в табл.2.1.

Таким чином вміст завислих речовин у стічній воді ВП «Шахта «Жовтневий рудник» ДП ДВЕК складає 105 мг/л.

Таблиця 2.1 – Результати визначення концентрації завислих речовин у стічній воді ВП «Шахта «Жовтневий рудник» ДП ДВЕК

Показник	Одиниця виміру	Позначення	Визначення	Значення показника
Маса бюксу з фільтром до фільтрування	г	m ₁	на аналітичних терезах	143,0005 144,0015 146,5056
Маса бюксу з фільтром після фільтрування	г	m ₂	на аналітичних терезах	143,0275 144,0270 146,5319
Об'єм профільтрованої проби	л	V		0,25
Вміст завислих речовин в пробі	мг/л	C _i	по формулі 3.1	108 102 105
Середнє значення вмісту завислих речовин	мг/л	C	по формулі 3.2	105

Завдання

Обчислили вміст завислих речовин відповідно початковим даним (табл.2.1)

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m ₁ , г	145,0005 143,0015	150,1000 153,0000	142,2500 140,2000	145,0005 143,0015	150,1000 153,0000	142,2500 140,2000	145,0005 143,0015	150,1000 153,0000	142,2500 140,2000
m ₂ , г	145,0500 143,0495	150,1125 153,0120	142,2820 140,2809	145,0205 143,0195	150,1105 153,0110	142,2900 140,2895	145,0155 143,0160	150,1215 153,0220	142,2875 140,2380

Література [4-6]

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3

3 Визначення каламутності і прозорості шахтної води

Мета роботи - вивчити і порівняти різні методи визначення каламутності шахтної води і вмісту зважених речовин, оволодіти методикою аналізу шахтної води за цими параметрами. Визначення каламутності виконується двома методами: по шрифту на приладі Снеллена і фотометричним методом на приладі КФК-2, вміст зважених речовин – ваговим методом за допомогою паперових фільтрів.

Теоретичні основи роботи

Каламутність і вміст зважених речовин є дуже близькими за величиною параметрами, але зазвичай не рівні. Це пов'язано з методикою визначення.

Вміст зважених речовин визначається, як правило, ваговим методом. Проба води фільтрується через попередньо висушений і зважений щільний фільтр (мембранний або паперовий). Потім фільтр висушується і знову зважується. Різниця ваги, розділена на обсяг проби, дає величину вмісту зважених речовин (мг/л; г/м³). Чим щільніше фільтр, тим точніше визначення цього параметра.

Каламутність води вимірюється також в мг/л або г/м³, але вже за стандартною перекладної шкалою, побудованої шляхом замунення води каоліном (білою глиною), шляхом порівняння з оптичною щільністю досліджуваної води. Оптичною щільністю називають відношення

$$D = \lg \frac{F_0}{F} ,$$

Де F_0 - інтенсивність світла до проходження через воду;

F - інтенсивність світла після проходження через досліджувану воду.

Величина оптичної щільності визначається за допомогою спеціальних приладів-фотоелектроколориметрів, основними елементами яких є фотоелементи (пристрій і правила роботи з фотоелектроколориметром КФК-2 наведені в Додатку А).

Для аналізу проби з невідомою каламутністю її поміщають в фотоелектроколориметр, визначають оптичну щільність і за стандартною шкалою знаходять каламутність.

Прозорість пов'язана з каламутністю і визначається за шрифтом на приладі Снеллена.

Порядок виконання роботи

Визначення прозорості води

1. У прилад Снеллена залити добре перемішану пробу досліджуваної води.

2. Під циліндр приладу Снеллена помістити стандартний шрифт з висотою літер 4 мм. Від дна циліндра до шрифту має бути 4 см.
3. Розглядати через стовп води шрифт, і якщо він не читається, то відкрити затиск трубки і зливати воду до тих пір, поки шрифт не буде читатися.
4. Визначити висоту стовпа води в приладі в сантиметрах. Ця величина і є прозорість води.
5. Перевести прозорість в каламутність по перекладній кривій (Додаток В).

Примітки:

1. Прилад повинен розміщуватися на відстані близько 1 м від вікна, не допускається потрапляння на нього прямого сонячного світла.
2. Каламутні проби слід розбавляти дистильованою водою, отримане значення каламутності слід множити на кратність розведення проби.

Література [2, 7]

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4

4 Побудова кривої осадження (седиментаційної кривої)

Мета роботи - оволодіти методикою побудови кривої осадження, вивчення кінетики відстоювання стічної води, що має завислі речовини

Розмір часток суспензії опосередковано оцінюється показником «гідравлічна крупність», що являє собою швидкість випадання часток завислих речовин нерухомій волі при температурі 10°C. Гідравлічна крупність визначається як результат ділення глибини шару воли H на час відстоювання (тривалість випадання частки із шару в осад).

Седиментаційна крива будується в координатах: «маса осаду, що випав, - час» або «відсоток завислих речовин, що випали, - час». Для монодисперсної суспензії, всі частки якої мають однакову гідравлічну крупність, крива вироджується у відрізок прямої, для полідисперсної суспензії має вигляд кривої, що асимптотично наближається до деякої прямої, паралельної осі часу.

4.1 Методика проведення седиментаційного аналізу

Седиментаційний аналіз проводять за допомогою торсійних терезів (рис. 4.1).

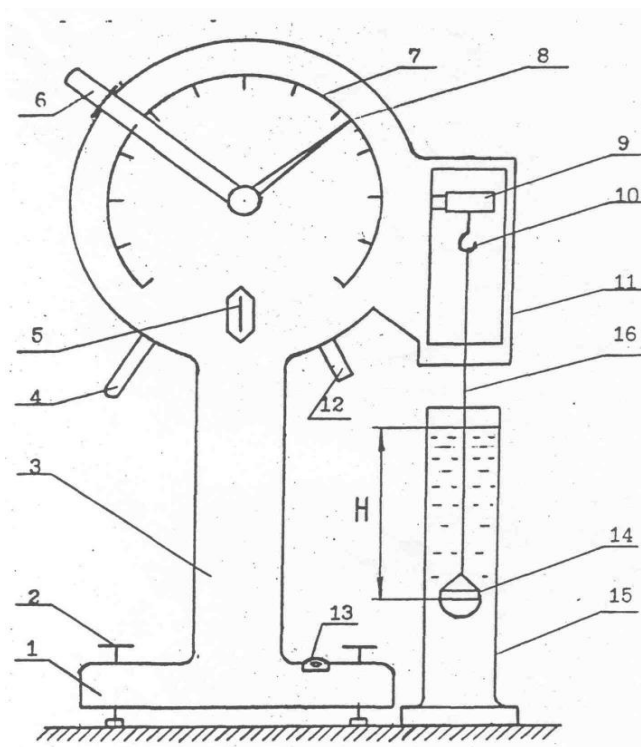
Перед початком вимірів проводиться настроювання терезів. Для нього виставляють терези за рівнем, пересуванням закріпного важеля звільняють коромисло 9 і за допомогою важеля натягу 6 установлюють показник маси 8 на нуль. Потім тарувальною голівкою 12 поєднують показник рівноваги з рискою рівноваги.

При вимірах щораз арретиром звільняють коромисло та важелем 6 поєднують показник рівноваги з рискою. Масу визначають по показнику 8.

УВАГА. Після кожного виміру стрілку терезів закріплюють арретиром 4.

Послідовність виконання роботи

1. Ознайомитися з устроєм та роботою торсійних терезів.
2. Визначити каламутність досліджуваної води на ФЕК $M^* = 195$ мг/л.
3. Налити в мірний циліндр 1 л дистильованої води та визначити масу шальки приладу в воді $m_0 = 443$ мг.
4. Заміряти товщину шару води над шалькою $H = 180$ мм.
5. Злити дистильовану воду, ретельно збовтати воду, що досліджується, та налити її до мітки в мірний циліндр.
6. Занурити в циліндр шальку таким чином, щоб вона не дотикалась стінок.
7. Ввімкнути секундомір та записувати значення маси шальки з осадом через 0,5, 0,75, 1, 3, 5, 10, 15, 20, 30, 45 хвилин ($m_1^*, m_2^*, m_3^*, \dots, m_n^*$).
8. Обчислити масу осаду по всім замірам $m_i = m_i^* - m_0$.
9. Визначити каламутність освітленої води $M = 30$ мг/л.



1 – тринога, 2- опірні гвинти, 3- стійка, 4- арретир для фіксації стрілки приладу, 5- показник рівноваги, 6- важіль натягу, 7- шкала, 8- показник маси, 9- коромисло, 10- гачок, 11- футляр, 12- тарировочна голівка, 13- рівень, 14- шалька, 15- мірний циліндр, 16- шовкова нитка

Рисунок 4.1 - Схема установки для седиментаційного аналізу суспензій

10. Обчислити швидкість осадження відповідно моментам часу
 $U = H / 60 t$, мм/с.

11. Обчислити відсоток завису, який випав на момент часу t ,

$$P_i = 100 (m_i / m_n) ((M^* - M) / M^*)$$

12. Внести дані п.п. 7 - 11 до табл.4.1.

4.2 Приклад побудови седиментаційної кривій полідисперсної системи для шахтної води ВП «Шахта 1/3 «Новогродівська» ДП «Селідовугілля»

Результати седиментаційного аналізу внесемо до табл.4.1.

Таблица 4.1 – Результаты седиментаційного аналізу

Показник	Значення показників через									
	0,5 хв	0,75 хв	1 хв	3 хв	5 хв	10 хв	15 хв	20 хв	30 хв	45 хв
Показання терезів m_i^* , мг	449	463	470	474	498	526	455	561	571	578
Маса осаду m_i , мг	6	20	27	33	55	83	102	118	128	135
Швидкість осадження U , мм/с	6	4	3	1	0,5	0,3	0,2	0,15	0,1	0,07
Відсоток завису. що випав, P_i , %	3,0	10,2	13,8	16,8	28,0	42	52,0	60,2	65,3	68,9

13. Побудувати інтегральні криві осадження в координатах $m - t$, $P - t$, $P - U$ (рис. 4.2-4.4).

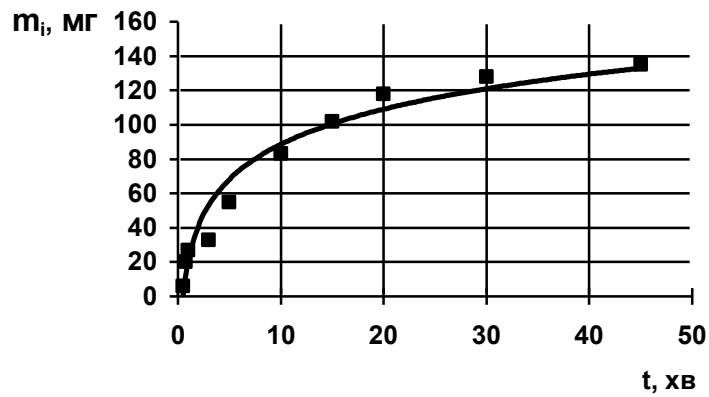


Рисунок 4.2 - Кінетична крива сендіментації полідисперсної системи для шахтної води ВП «Шахта 1/3 «Новгородівська» ДП «Селідоввугілля» $m_i = f(t)$

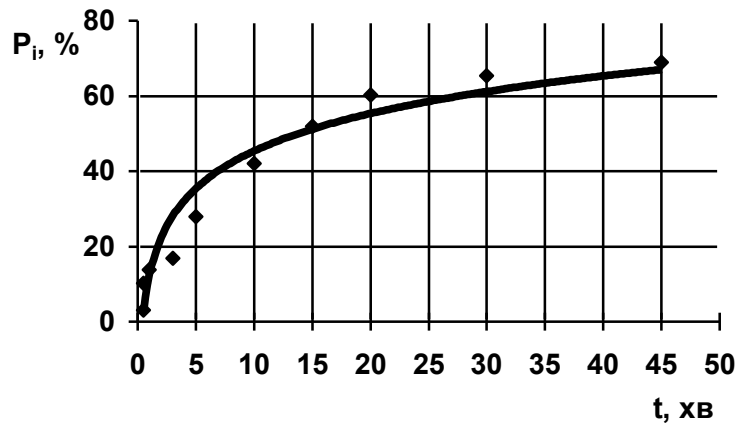


Рисунок 4.3 - Кінетична крива сендіментації полідисперсної системи для шахтної води ВП «Шахта 1/3 «Новгородівська» ДП «Селідоввугілля» $P_i = f(t)$

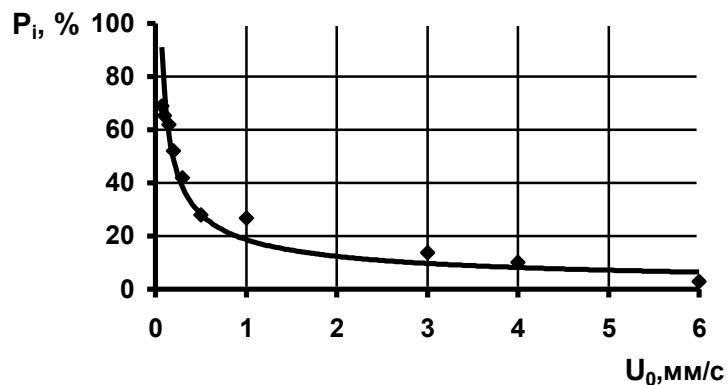


Рисунок 4.4 - Кінетична крива сендіментації полідисперсної системи для шахтної води ВП «Шахта 1/3 «Новгородівська» ДП «Селідоввугілля» $P_i = f(U_0)$

Таким чином, більше 80% маси осаду складають дрібнодисперсні частинки з гідравлічною крупністю менше 1 мм/с. Більш наочно це демонструють диференціальні криві осадження (рис. 4.5). Дані для їх побудови зведені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Результати седиментаційного аналізу для побудови диференціальних кривих осадження

Показник	Значення показників через									
	0,5 хв	0,75 хв	1 хв	3 хв	5 хв	10 хв	15 хв	20 хв	30 хв	45 хв
Маса осаду m_i , мг	6	20	27	33	55	83	102	118	128	135
Зміна маси осаду Δm_i , мг	6	14	7	6	22	28	19	16	10	7
Зміна відсотку завису, що випав, ΔP_i , %	4,2	10,2	5,9	16,3	21,0	20,7	14,2	12,0	7,5	4,5
Швидкість осадження U , мм/с	6	4	3	1	0,5	0,3	0,2	0,15	0,1	0,07

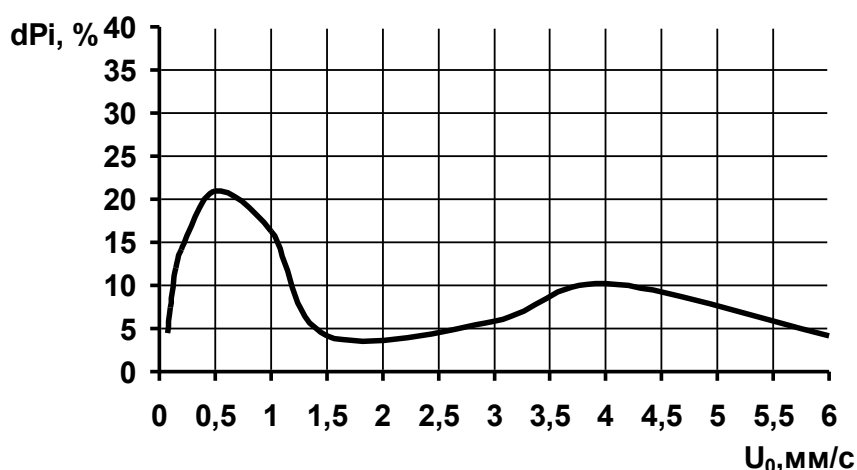


Рисунок 4.5 - Диференціальна крива седиментації полідисперсної системи для шахтної води ВП «Шахта 1/3 «Новгородівська» ДП «Селідовугілля»
 $\Delta P_i = f(U_o)$

Проведений аналіз седиментаційних кривих показав, що в шахтній воді ВП «Шахта 1/3 «Новгородівська» ДП «Селідовугілля» зважені частки представлені переважно двома групами:

- крупнодисперсні частинки з гідравлічною крупністю $U_o = 3,5 \dots 4,5$ мм/с;
- дрібнодисперсні частинки з гідравлічною крупністю $U_o = 0,75 \dots 1,0$ мм/с.

Для видалення крупнодисперсних частинок можна використовувати гідроциклони, для видалення дрібнодисперсних частинок необхідно застосувати реагентну обробку і додаткове очищення за допомогою тонкошарових відстійників.

Завдання

Побудувати інтегральні криві осадження в координатах $m - t$, $P - t$, $P - U$ та диференціальну криву седиментації полідисперсної системи (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Результати седиментаційного аналізу

Показник	Значення показників через									
	0,5 хв	0,75 хв	1 хв	3 хв	5 хв	10 хв	15 хв	20 хв	30 хв	45 хв
Показання терезів m_i^* , мг	449	463	470	474	498	506	418	523	526	528
Маса шальки приладу в воді, m_o , мг.	445									
Каламутність досліджуваної води, M^* , мг/л.	115									
Каламутність освітленої води, M , мг/л.	30									

Література [2, 3, 8]

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5

5 Розрахунки хімічного складу стічних вод

Мета роботи - навчитися розраховувати хімічний склад вихідної води та складати іонну діаграму складу вихідної води.

Хімічний склад стічної води розраховується за відомими ваговими концентраціями іонів.

Загальну твердість обумовлюють присутність у стічній воді солей Ca^{2+} , Mg^{2+} , тому визначаємо загальну твердість води по формулі:

$$\text{Ж}_{\text{заг}} = \text{Ca}^{2+}/20 + \text{Mg}^{2+}/12,5 ,$$

де Ca^{2+} - вміст іонів Ca^{2+} у стічній воді, мг/л;

Mg^{2+} - вміст іонів Mg^{2+} у стічній воді, мг/л;

Визначаємо лужність стічної води по формулі:

$$\text{Л}_o = \text{HCO}_3^-/61 ,$$

де HCO_3^- - вміст іонів HCO_3^- у стічній воді, мг/л.

Некарбонатна твердість стічної води визначається по формулі:

$$\text{Ж}_{\text{нк}} = \text{Ж}_{\text{заг}} - \text{Л}_o ,$$

Визначаємо вміст у стічній воді іонів HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ у мг-екв/л:

$$\text{HCO}_3^-/61, \text{SO}_4^{2-}/48, \text{Cl}^-/35,5, \text{Na}^+ + \text{K}^+ = \text{HCO}_3^-/61 + \text{SO}_4^{2-}/48 + \text{Cl}^-/35,5 - \text{Ж}_{\text{заг}} .$$

Розрахуємо загальний солевміст у стічній воді:

$$\text{P} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + 25 (\text{Na}^+ + \text{K}^+) + \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-;$$

$$\text{P} = 152 + 122 + 920 + 640 + 1470 + 464 = 3768 \text{ г/м}^3$$

Вміст CO_2 у стічній воді визначаємо по номограмі (див. додаток 1).

Знаючи рН стічної води, визначаємо індекс насичення по формулі:

$$\text{J} = \text{pH} - \text{pH}_s ,$$

де рН - рН стічної води;

pH_s - рН стабільної води (додаток 2).

Якщо J більше нуля, то стічна вода перенасичена карбонатом кальцію, якщо менше – агресивна.

Отримані дані по хімічному складу води зведемо в табл. 5.1

Завдання

Відповідно до отриманого варіанта вихідних даних розрахувати хімічний склад вихідної води, дані звести в табл. 5.1, скласти іонну діаграму складу вихідної води.

Таблиця 5.1 - Розрахунок хімічного складу шахтної води

Найменування показника	Один. вимір.	Формула для визначення	Результат
1. Загальна жорсткість	мг-екв/л	$J_{\text{общ}} = Ca^{2+} / 20 + Mg^{2+} / 12,5$	
2. Лузність	Те ж	$Щ_0 = HCO_3^- / 61$	
3. Некарбонатна жорсткість	Те ж	$J_{\text{нк}} = J_{\text{общ}} - Щ_0$	
4. Вміст іонів HCO_3^- , HSO_4^{2-} , Cl^- , $Na^+ + K^+$	Те ж г / м ³	$HCO_3^- / 61 =$ $HSO_4^{2-} / 48 =$ $Cl^- / 35,5 =$ $Na^+ + K^+ = HCO_3^- / 61 + HSO_4^{2-} / 48 + Cl^- / 35,5 - J_{\text{общ}}$ $25 (Na^+ + K^+) =$	
5. Загальний солевміст	г / м ³	$P = Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+ + HCO_3^- + HSO_4^{2-} + Cl^-$	
6. Вміст CO ₂ в шахтній воді	мг / л мг-моль/л	По номограмі рис. 2 додаток 5 БНіП [1] $CO_2 / 44 =$	
7. Діаграма іонного складу шахтної води			
8. pH шахтної води		pH	
9. pH рівноважне		pHs - по п.1 додаток 5 БНіП [1]	
10. Індекс насичення		$J = pH - pHs$ Висновок про стабільність води -	
11. Сумарний вміст зважених речовин у воді, що поступає в очисні споруди	г / м ³	$C_{\text{вх}}$	

Література [2, 4-7]

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6

6 Розрахунки зміни хімічного складу стічної води при обробці коагулянтами

Мета роботи - закріпити знання методу розрахунків хімічного складу стічної води, використовуючи діаграми іонного складу

Розглянемо зміни хімічного складу стічної води при обробці коагулянтами на наступному прикладі.

Стічна вода з іонним складом Ca^{2+} - 50 г/м³, Mg^{2+} - 12,5 г/м³; HCO_3^- -30 г/м³, SO_4^{2-} -96 г/м³, Cl^- -142 г/м³, CO_2 -33 г/м³ мутністю 550 г / м³ обробляється коагулянтном FeCl_3 . Визначити твердість (загальну, карбонатну, некарбонатну), рН, солевміст і лужність початкової води, дозу коагулянту і вапна для обробки, хімсклад води після обробки реагентами, у тому числі рН, лужність і концентрацію вуглекислого газу. Чи відповідають хімічні показники обробленої води вимогам споживача ?

Зручніше за все і наочніше вирішувати задачу за допомогою діаграм.

Для побудови діаграми іонного складу води переведемо концентрації іонів в еквівалентні одиниці: Секв = Св/Е, г-екв/м³, де Св - вагова концентрація, г/м³, Е - еквівалент речовини.

$$\text{Ca}^{2+} = 50/20 = 2,5; \text{Mg}^{2+} = 12,5/12,5 = 1,0; \text{HCO}_3^- = 30/61 = 0,5; \text{SO}_4^{2-} = 96/48 = 2,0;$$

$$\text{Cl} = 142/35,5 = 4,0; \text{CO}_2 = 33/44 = 0,75 \text{ г-екв/м}^3.$$

Діаграма іонного складу води буде мати вид :

	2,5		1,0	3,0
	Ca^{2+}		Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
CO_2	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	
0,75	0,5	2,0	4,0	

З діаграми визначаємо концентрацію іонів $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ з балансу сум позитивних і негативних іонів $\text{Na}^+ + \text{K}^+ = 0,5 + 2,0 + 4,0 - 2,5 - 1,0 = 3,0 \text{ г-екв/м}^3$

Загальна твердість води $\text{Ж}_{\text{общ}} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} = 2,5 + 1,0 = 3,5 \text{ мг-екв/дм}^3$.

Карбонатна твердість води $\text{Ж}_k = \text{HCO}_3^- = 0,5 \text{ г-екв/м}^3$ (при цьому варто мати на увазі, що завжди $\text{Ж}_k \leq \text{Ж}_{\text{общ}}$).

Некарбонатна твердість води $\text{Ж}_{\text{нк}} = \text{Ж}_{\text{общ}} - \text{Ж}_k = 3,5 - 0,5 = 3,0 \text{ мг-екв/м}^3$.

Солевміст води $\text{P} = \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Cl}^-$, г/м³.

Для визначення Р потрібно перевести концентрацію $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ у вагову $\text{C}_v = \text{C}_{\text{екв}} * \text{E} = 3,0 * 25 = 75 \text{ г/м}^3$.

$$\text{P} = 50 + 12,5 + 75 + 30 + 96 + 142 = 405,5 \text{ г/м}^3.$$

Водневий показник визначаємо зі співвідношення форм вуглекислоти (Додаток Б). Виходячи з того, що уся вуглекислота $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_2 = 1,25$ складає

100%, визначаємо, що на частку $\text{CO}_2 = 0,75$ приходить 60%. З графіка співвідношення форм вуглекислоти $\text{pH} = 6,3$.

Лужність води $\text{Л} = \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-} + \text{OH}^-$. При $\text{pH} < 8,35$, як впливає з графіка співвідношення форм вуглекислоти (додаток 2), концентрація $\text{CO}_3^{2-} = 0$. Концентрацію OH^- визначимо по відомій величині pH .

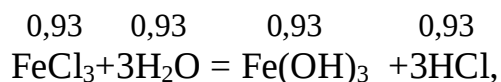
$$\text{pOH} = 14 - \text{pH} = 14 - 6,3 = 7,7.$$

$$\text{Тоді } \text{OH}^- = 10^{-7,7} \text{ г-іон/дм}^3 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ г-іон/дм}^3 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ мг-іон/дм}^3 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ мг-екв/дм}^3 = 0,00002 \text{ г-екв/м}^3.$$

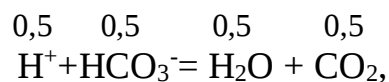
$$\text{Л} = 0,5 + 0 + 0,00002 \approx 0,5 \text{ г-екв/м}^3.$$

Доза коагулянту по мутності (з табл.16 БНіП 2.04.02-84) $- 50 \text{ г/м}^3 = 50/54 = 0,93 \text{ г-екв/м}^3$.

При введенні коагулянту йде реакція гідролізу



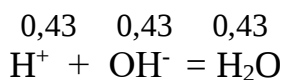
тобто фактично у воду буде додана кислота HCl у кількості, еквівалентній уведенню коагулянту, $-0,93 \text{ г-екв/м}^3$. Частина її буде зв'язана гідрокарбонатом



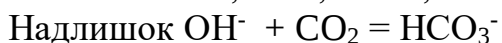
При цьому іонний склад води зміниться в такий спосіб:

	2,5		1,0	3,0		0,93		0,43	2,5	1,0	3,0
	Ca^{2+}		Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$		H^+		H^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
CO_2	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-		+	Cl^-	=	CO_2	SO_4^{2-}		Cl^-
0,75	0,5	2,0	4,0			0,93		1,25	2,0		4,93

Для зв'язування іонів H^+ (0,43) і створення запасу лужності (1,0) вводимо у воду $1,43 \text{ мг-екв/дм}^3$ луку



$$\begin{array}{ccc} 1,0 & 1,0 & 1,0 \end{array}$$



При підлужуванні вапняним молоком

	0,43	2,5	1,0	3,0		1,43		3,93		1,0	3,0
	H^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$		Ca^{2+}		Ca^{2+}		Mg^{2+}	$\text{Na}^+ + \text{K}^+$
CO_2	SO_4^{2-}	Cl^-			+	OH^-	=	CO_2	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-
1,25	2,0		4,93			1,43		0,25	1,0	2,0	4,93

$$\text{Доза вапна } D_v = D_l * 28 = 1,43 * 28 = 40 \text{ г/м}^3$$

На частку $\text{CO}_2 = 0,25$ приходитьсь 20% від суми вуглекислоти $1,0 + 0,25 = 1,25$, тому з додатку 2 $\text{pH} = 7,2$. Лужність води після обробки $1,0 \text{ мг-екв/дм}^3$. Твердість $3,93 + 1,0 = 4,93 \text{ г-екв/м}^3$. Солевміст $3,93 + 3,2 + 12,5 + 75 + 1,0 * 61 + 96 + 4,93 * 35,5 = 498 \text{ г/м}^3$, SO_4^{2-} -96 г/м^3 , Cl^- -175 г/м^3 . За всіма показниками вода задовольняє вимогам споживача.

Література [2, 4-7]

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7

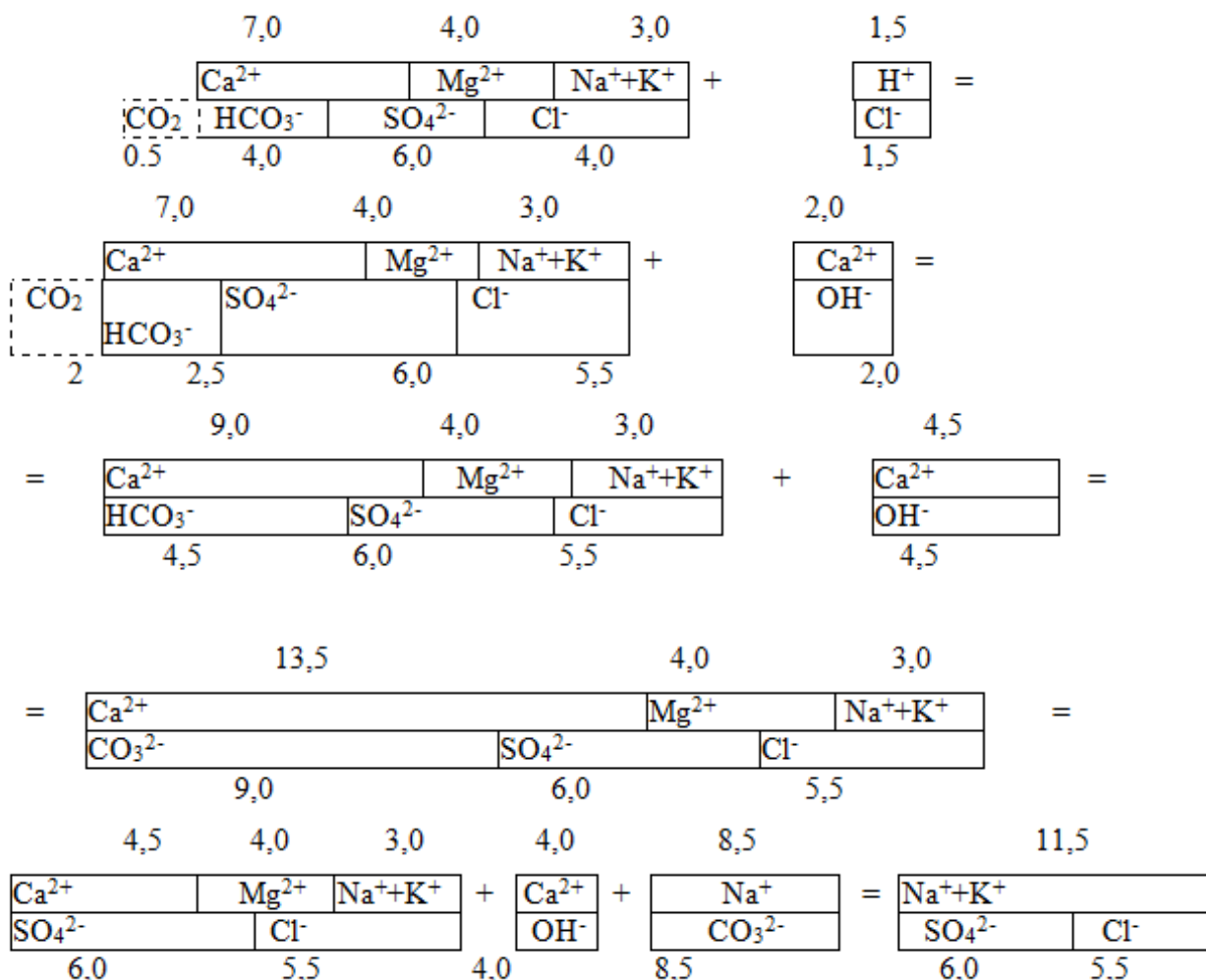
7 Розрахунки зміни хімічного складу стічної води при пом'якшенні

Мета роботи - здобути навички розрахунку зміни хімічного складу стічної води при пом'якшенні.

Розглянемо зміни хімічного складу стічної води при пом'якшенні на наступному прикладі.

Вапняно-содовому зм'якшенню піддається стічна вода наступного складу: (мг-екв/дм³): Ca^{2+} -7,0; Mg^{2+} -4,0; SO_4^{2-} -6,0; HCO_3^- -4,0; Cl^- -4,0; CO_2 -0,5 мг-моль/дм³; доза коагулянту FeCl_3 прийнята 1,5 мг-екв/дм³. Визначити дози вапна і соди.

Зручніше за все і наочніше вирішувати задачу за допомогою діаграм.



Коментар до діаграм:

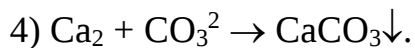
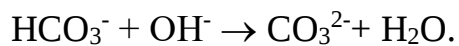
1) $\text{FeCl}_3 + 3 \text{H}_2\text{O} = \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{HCl}$.

Скільки ввели коагулянту, стільки ж утвориться HCl .

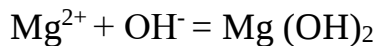
Лужність води знизиться. $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.

2) Додамо вапна стільки, скільки у воді CO_2 : $\text{CO}_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{HCO}_3^-$.

3) Тепер додамо вапна стільки, скільки у воді стало HCO_3^- :



5) Тепер додамо вапна стільки, скільки магнію, а соди стільки, скільки магнію і кальцію разом:



Таким чином, доза вапна складе

$$\text{Дв} = 0,5 + 2 + 4,5 + 4 = 11,5 \text{ мг-экв/дм}^3, *29(\text{мг/л})$$

а доза соди

$$\text{Дс} = 8,5 + 1 = 9,5 \text{ мг-экв/дм}^3, *53(\text{мг/л}).$$

Завдання для самостійної роботи:

Відповідно до отриманого варіанту вихідних даних розрахувати зміну хімічного складу стічної води при пом'якшенні.

Література [4-7]

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 8

8 Вибір методів очищення стічних вод

Для того, щоб вибрати оптимальний метод очищення стічних вод, виконується порівняння показників початкової, освітленої і фільтрованої води з вимогами споживачів за формою таблиці 1. В таблицю заносяться дані складу початкової стічної води, гіпотетичного складу після механічного очищення (відстоювання та фільтрування) та вимоги споживачів до очищеної стічної води з метою її використання. При цьому слід мати на увазі, що при відстоюванні і фільтруванні стічної води зміни показників хімічного складу не відбувається.

Таблиця 8.1. Порівняння показників якості стічної води з потрібними

Тип води	Вміст завис- лих речов- ин, мг/л	Соле- - вміст , мг/л	Нафто- -про- дукти, мг/л	Жорсткість, мг-екв/л		Ло, мг- екв/л	Суль- фати, мг/л	Хлор- и-ди, мг/л
				зага- льна	карб- о- натна			
1	3	4	5	6	7	8	9	10
Початкова								
Освітлена								
Частково зм'ягшена								
Вимоги споживачів при повторному використанні								
Гасіння палаючих породних відвалів	<20-25	<1500	<0,3	-	-	-	-	-
Для зрошування сільськогосподарських угідь	<20	<2000	<0,1	<7	-	-	-	-
Вимоги для скидання у природне водне середовище								
Скидання у природне водне середовище	<20	<1500	<0,1	-	-	-	500	300

Вміст завислих речовин і нафтопродуктів після відстійників і фільтрів не перевищує 20 і 0,1 мг/л відповідно. Для споживачів, що вимагають зниження каламутності до 1,5 мг/л, освітлена шахтна вода повинна піддаватися очищенню на швидких фільтрах.

Якщо споживач вимагає воду, жорсткість якої менша за жорсткість початкової стічної води, то потрібне її зм'якшування. Залежно від ступеня зм'якшування використовуються реагентний і іонообмінний методи видалення іонів жорсткості. Реагентне зм'якшування забезпечує зниження жорсткості до 1

мг-екв/л, іонообмінне, – до 0,03 мг-екв/л. Для реагентного зм'якшування стічної води рекомендується використовувати освітлювачі ВТІ (при великих витратах та переважанні магнієвої жорсткості) або вихрові реактори (при малій продуктивності пом'якшувальних установок та переважанні кальцієвої жорсткості). При цьому використовуються вапно і сода. Слід мати на увазі, що вапно (вапняне молоко) усуває тільки карбонатну жорсткість, для глибшого зм'якшування потрібна обробка содою. Для поліпшення процесів реагентного зм'якшування воду рекомендується підігрівати. У зону реакції вводиться також флокулянт.

Якщо потрібно отримати воду з жорсткістю менше 1 мг-екв/л, після реагентного зм'якшування воду подають на іонообмінні установки, які включають послідовно механічні фільтри для видалення завислих речовин після освітлювачів, один або два ступеня катіонітових фільтрів. За відсутності вимог по лужності використовуються натрій-катіонітові фільтри, при необхідності зниження лужності – паралельні водень-катіонітові фільтри. Схема водопідготовки з іонообмінними фільтрами рекомендується напірною.

При необхідності знекиснення води (наприклад, для котельні) влаштовуються вакуумні деаератори.

Для коригування рН стічної води вона підкисляється або підлужується. Підлужувати рекомендується вапняним молоком, підкисляти – розчином сірчаної кислоти.

Якщо вода не відповідає вимогам по сульфатах і хлоридах, то вона може піддаватися фільтруванню через аніонітові фільтри. Оскільки така схема громізка і різко здорожує водопідготовку, в курсовому проекті рекомендується сульфітно-хлоридні стічні води розбавляти в певній пропорції водопровідною водою або водою відповідного природного джерела. Аналогічний підхід рекомендується для зниження солевмісту стічної води. Можливо також змішування надмірно зм'якшеної води з незм'якшеною для отримання води необхідної жорсткості.

Знезараження (хлорування) потрібне для води, що скидається в природне водне середовище, а також для таких споживачів, як лазні, пральні, боротьба з пилом, пожежогасіння.

Завдання для самостійної роботи:

У відповідності з отриманим варіантом вихідних даних заповнити таблицю 8.1

8.1 Складання технологічної схеми освітлення стічних вод

Для освітлення стічної води рекомендується використовувати сучасні очисні споруди, оскільки традиційні відстійники не дають задовільного ступеня очищення.

Оскільки стічні води як правило скидаються в нерівномірному режимі, а очисні споруди вимагають рівномірної подачі на них води, в голові схеми необхідно передбачати осереднювачі. З них насоси подають рівномірно стічну

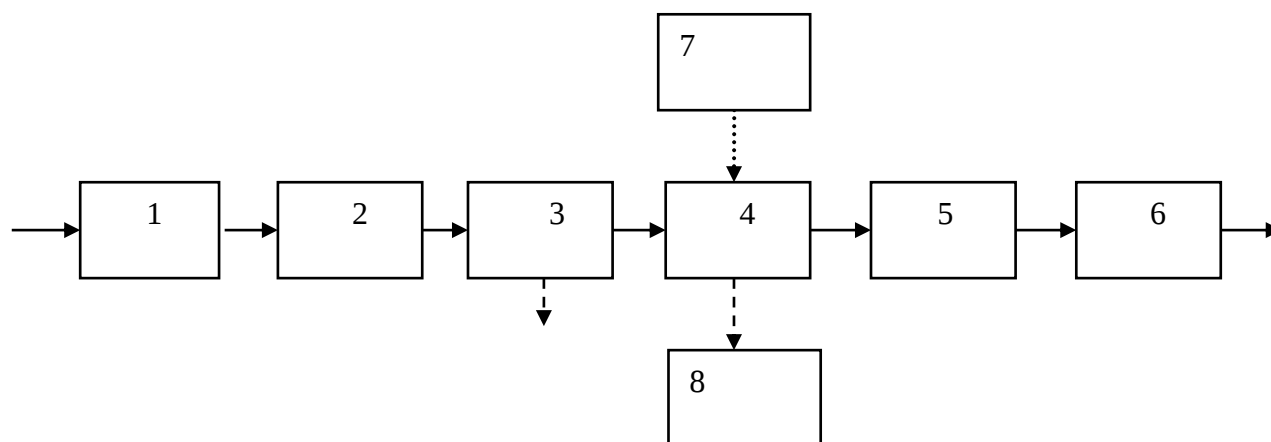
воду на освітлення. Для видалення грубодисперсних зважених домішок (крупності піску) підходять відкриті гідроциклони, які виступають спорудами попереднього очищення води. Осад з цих споруд видаляється самотією у транспортні засоби (самоскиди) і скеровується на полігони твердих побутових відходів або повторне використання.

В якості споруд першого ступеню освітлення рекомендується використовувати тонкошарові відстійники або волокнисті фільтри. Ці споруди забезпечують каламутність води на виході до 20 мг/л за умови попередньої обробки води реагентами, які викликають агрегацію тонкодисперсних завислих домішок. Найбільш прийнятними реагентами є катіонні флокулянти. Для їхнього зберігання, розчинення та дозування в воду необхідне реагентне господарство. Для змішування реагента з водою можна використати шайбові змішувачі.

Відходи споруд першого ступеня освітлення скидаються до ущільнювачів та накопичувачів. Така технологія дозволяє повторне використання води, відокремленої від осаду.

Якщо споживач стічної води потребує більш глибокого освітлення, то відстоєна вода очищається на скорих зернистих фільтрах, фільтрат яких містить не більше ніж 1,5 мг/л завислих речовин.

Запропонована технологія освітлення наведена у вигляді блок-схеми на рис.8.1.



1- осереднювач, 2- насос, 3- відкритий гідроциклон, 4- шайбовий змішувач,
5- споруда 1-го ступеня освітлення, 6- швидкий фільтр, 7- реагентне господарство,
8- споруди обробки осаду,
штрихові лінії – відходи, крапки – реагент

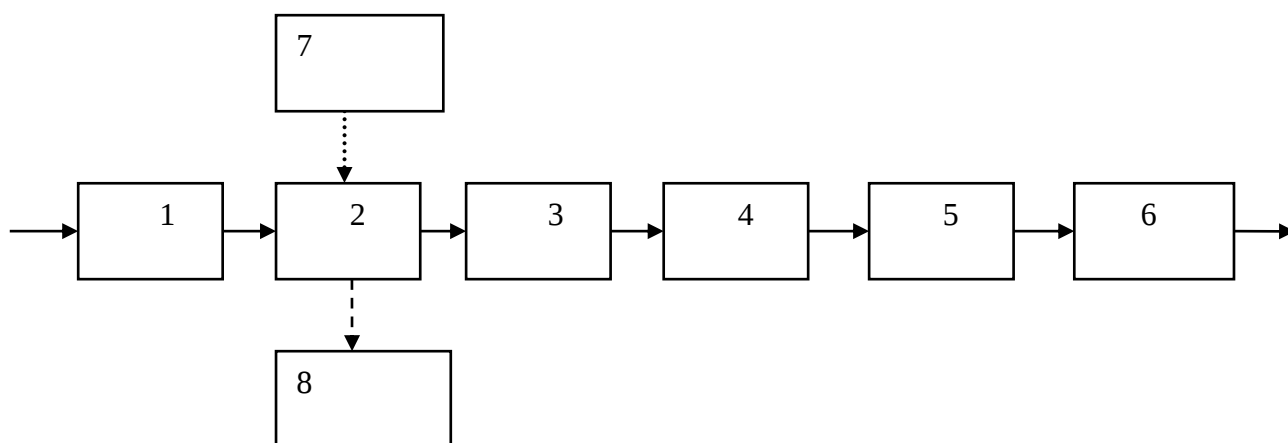
Рис.8. 1. Блок-схема освітлення стічної води

8.2. Складання технологічної схеми пом'якшення стічних вод

Залежно від ступеня зм'якшування використовуються реагентний і іонообмінний методи видалення іонів жорсткості. Реагентне зм'якшування забезпечує зниження жорсткості до 1 мг-екв/л, іонообмінне, – до 0,03 мг-екв/л.

Для реагентного зм'якшування стічної води рекомендується використовувати освітлювачі ВТІ (при великих витратах) або вихрові реактори (при малій продуктивності пом'якшувальних установок). При цьому використовуються вапно і сода. У зону реакції вводиться також флокулянт. Реагенти зберігаються та готуються в реагентному господарстві. Для поліпшення процесів реагентного зм'якшування воду рекомендується підігрівати.

Для отримання вод з жорсткістю менше 1 мг-екв/л, після реагентного зм'якшування воду подають на іонообмінні установки, які включають послідовно мехфільтри для вилучення завислих речовин після освітлювачів, одну або два ступеня катіонітових фільтрів. Схема водопідготовки наведена на рис. 8.2.



1 - підігрівач, 2- споруда реагентного пом'якшення, 3- бак пом'якшеної води, 4- насос, 5- механічний фільтр, 6- катіонітовий фільтр, 7- реагентне господарство, 8- споруди обробки осаду, штрихові лінії – осад, крапки – реагент

Рис. 8.2. Блок-схема пом'якшення стічної води

8.3. Складання технологічної схеми демінералізації стічних вод

Розглянемо технологію демінералізації (глибокого знесолення) стічних вод для повторного використання вимогливими споживачами на прикладі іонообмінного методу видалення розчинених солей.

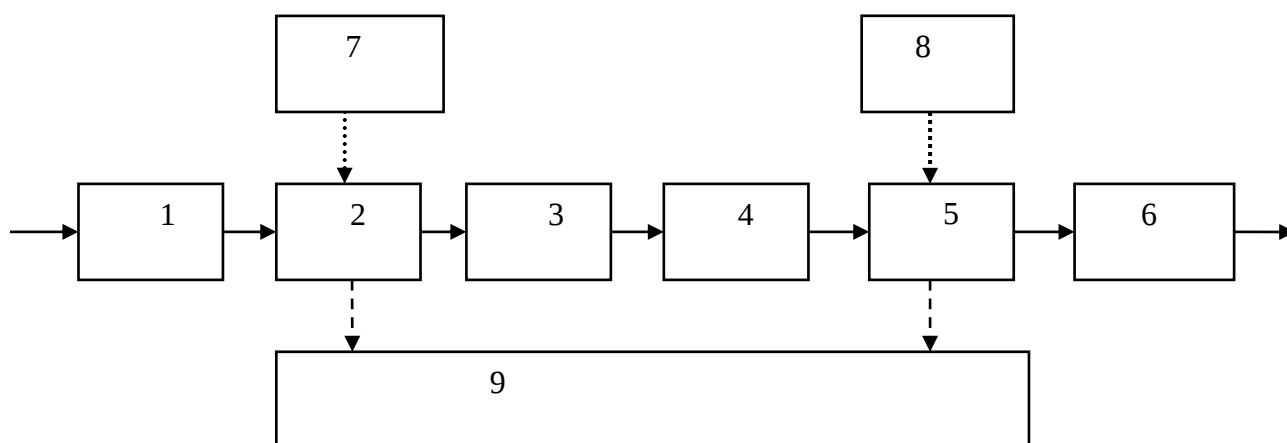
Технологія базується на попередньому пом'якшенні стічних вод за вищенаведеним методом. Після пом'якшення з використанням Н-катіонітових фільтрів з води необхідно видалити вуглекислий газ, який утворюється внаслідок реакції нейтралізації $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$. Для цього після катіонітових фільтрів влаштовуються декарбонізатори – дегазаційні споруди для видалення з води CO_2 . Після цього у воді залишаються рештки катіонів кальцію, магнію, натрію, калію та водневі катіони, для нейтралізації яких не вистачило лужності, і аніони, серед яких переважають сульфати та хлориди.

Для видалення з води останніх вона з резервуару декарбонізатора насосами подається на ОН-аніонітові фільтри. Після фільтрів водневі катіони нейтралізуються гідроксильними групами, які поступають в фільтрат внаслідок

обміну з іонами сульфатів та хлоридів. В підсумку в фільтраті залишаються лише рештки катіонів та аніонів. В залежності від глибини видалення солей іонообмінні фільтри можуть влаштовуватися в один чи два ступені. Для регенерації іонообмінних фільтрів використовуються розчини сірчаної кислоти та лугу (їдкого натру) та влаштовуються відповідні реагентні господарства. Відпрацьовані регенераційні розчини направляються до баків-нейтралізаторів.

Наведена технологія забезпечує солевміст очищеної стічної води на рівні 5 – 20 г/м³. Блок-схема технології наведена на рис. 8.3.

Можливі альтернативні технології демінералізації електродіалізом, зворотним осмосом, дистиляцією.



1- споруди реагентного пом'якшення, 2- H-катіонітовий фільтр, 3- декарбонізатор, 4- насос, 5- ОН-аніонітовий фільтр, 6- бак демінералізованої води,

7- реагентне господарство кислоти, 8- реагентне господарство лугу, 9- баки нейтралізатори, штрихові лінії – відпрацьовані регенераційні розчини, крапки – розчини кислоти та лугу

Рис.8. 3. Блок-схема демінералізації стічної води

Завдання для самостійної роботи:

Відповідно до отриманого варіанта вихідних даних і заповненні таблиці 8.1 скласти схему очищення шахтних вод для її повторного використання з урахуванням вимог споживачів (приклад див. Додаток А) .

Література [4, 9]

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 9

9 Балансова схема потоків води

Видавана з шахти вода забруднена різного ступеня зваженими і колоїдними речовинами, розчиненими мінеральними речовинами (солями), бактеріальними домішками і тому, як правило, не може бути використана повністю в народному господарстві або скинута у водойм без попереднього очищення.

На основі обраної технологічної схеми очищення води (див. ПЗ №8) складається балансова схема потоків води (рис. 9.1).

Балансова схема потоків шахтної води, що очищається, будується в масштабі із зображенням потоків води у вигляді смуг і споруд у формі прямокутників. Потоки завтовшки менше 1 мм показуються в одну лінію. Основний принцип балансової схеми – рівність сум добових витрат води, що притікають в споруду і витікають з неї (за винятком шламонакопичувачів). Витрати потоків для схеми визначаються при розрахунку споруд.

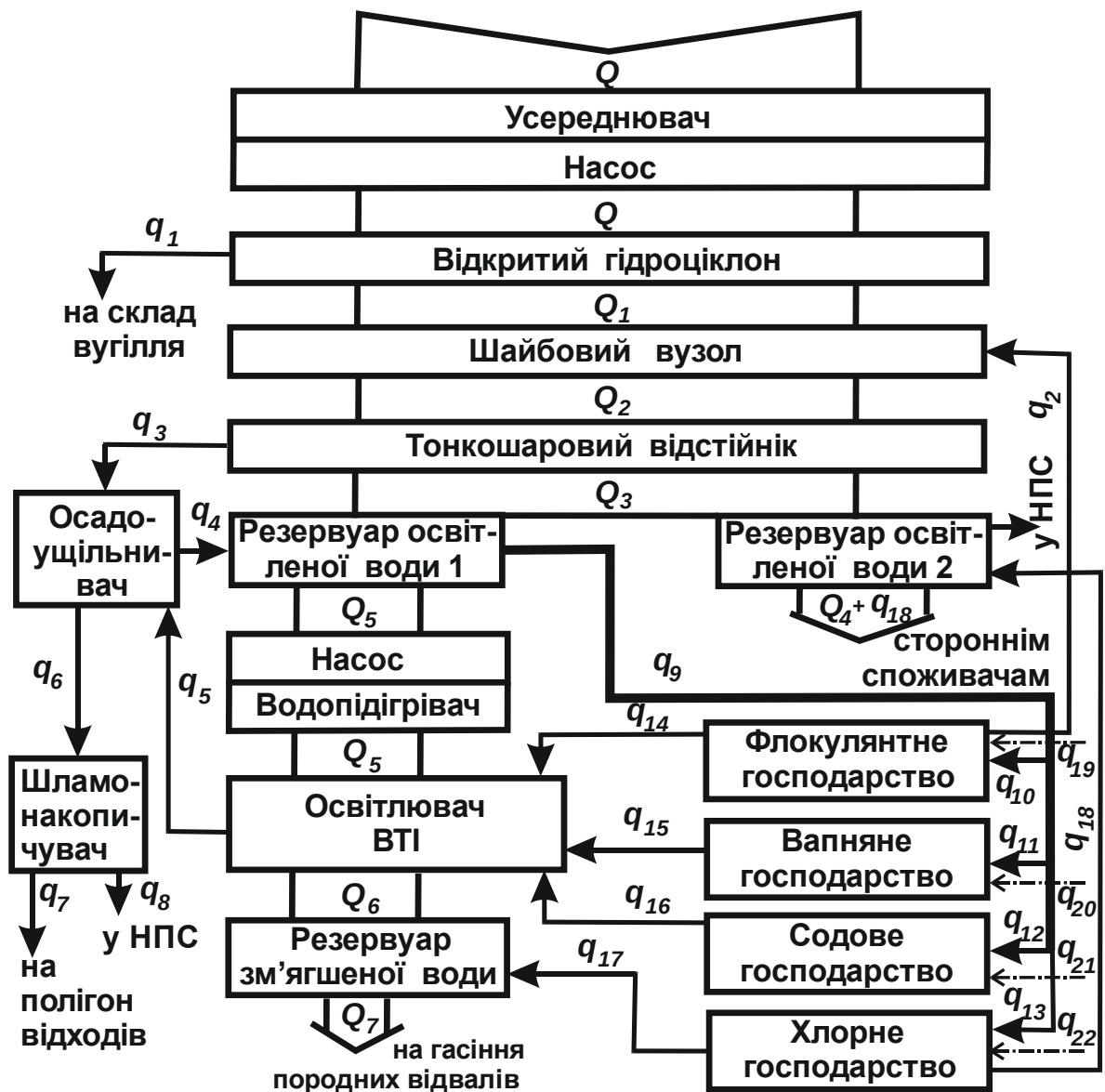


Рис.9.1. Балансова схема потоків води (масштаб в 1 см 1000 м³/доб)

Будується схема з двох кінців: від початку – відомий приток шахтних вод в усереднювач і з кінця – відомі витрати води для споживачів. При цьому визначається витрата потоку, що направляється на скидання в природу.

Напрямок потоків на схемі показується стрілками, на смугах і лініях схеми проставляються витрати в кубометрах в добу, споруди підписуються.

Вхід і виходи води підписуються з вказівкою напряму, наприклад «від стовбура», «в котельню», «на пральню».

Розрахунок потоків води, реагентів і опадів здійснюється наступним чином.

1. Q – добова продуктивність очисних споруд, $\text{м}^3/\text{доб}$

$$2. Q_1 = Q - q_1, \quad (9.1)$$

де Q_1 - добова витрата шахтних вод після ВГЦ, $\text{м}^3/\text{доб}$;

q_1 - об'єм осаду, який випадає за одну добу в ВГЦ, $\text{м}^3/\text{доб}$.

$$q_1 = W_1 * 24 * N, \quad (9.2)$$

де W_1 - об'єм осаду, який випадає за одну годину в ВГЦ (див. табл. 10.3, строка 13), $\text{м}^3/\text{год}$;

N – кількість гідроциклонів (див. табл. 10.3, строка 1), шт.

$$3. Q_2 = Q_1 + q_2, \quad (9.3)$$

де Q_2 - добова витрата шахтних вод після шайбового вузла введення реагенту (катіонний флокулянт), $\text{м}^3/\text{доб}$;

q_2 – добова витрата розчину флокулянту для шайбового вузла, $\text{м}^3/\text{доб}$.

$$q_2 = D Q_1 / C \rho 10 \quad (9.4)$$

(D, C, ρ див. табл. 10.10).

$$4. Q_3 = Q_2 - q_3, \quad (9.5)$$

де Q_3 - добова витрата шахтних вод після тонкошарових відстійників конструкції ДонВУГІ, $\text{м}^3/\text{доб}$;

q_3 - об'єм осаду, який випадає за одну добу в тонкошарових відстійниках конструкції ДонВУГІ, $\text{м}^3/\text{доб}$.

$$q_3 = W * K_p, \quad (9.6)$$

де W - об'єм осаду, що випадає за одну добу в тонкошарових відстійниках конструкції ДонВУГІ, $\text{м}^3/\text{доб}$;

K_p - коефіцієнт розбавлення осаду (див. табл. 10.7, строка 58).

$$W = Q_2 (C_{\text{п}} - C_{\text{осв}}) / \rho, \quad (9.7)$$

де $C_{\text{п}}$ - концентрація суспензії в початковій воді (див. табл. 10.7, строка 26), мг/л ;

$C_{\text{осв}}$ - концентрація суспензії в відстоєній воді (див. табл. 10.9, строка 27), мг/л;

ρ - щільність осаду (див. табл. 10.7, строка 29), г/м³.

$$5. Q_5 = Q_3 - Q_4 + q_4 - q_9, \quad (9.8)$$

де Q_5 - добова витрата шахтних вод в резервуарі освітленої води 1, м³/доб;

Q_4 - добова витрата очищеної води, яка не потребує з'ягшення, наприклад для зрошування сільськогосподарських угідь (стороннім споживачам) (див табл. 8.1), м³/доб;

q_4 - об'єм води, що відокремлюється від осаду, м³/доб;

q_9 - об'єм води, необхідний для приготування розчинів реагентів, м³/доб.

$$q_4 = (q_3 + q_5) (1 - (100 - P_1)/(100 - P_2)), \quad (9.9)$$

де q_5 - витрата осаду, що видаляється з освітлювача ВТІ, м³/доб;

$$q_5 = (C_v - C_{\text{зал.}}) * Q_5 / \delta_{\text{ср}}, \quad (9.10)$$

де C_v , $C_{\text{зал.}}$, $\delta_{\text{ср}}$ див. табл. 10.8;

P_1 - вологість осаду до згущування (див. табл. 10.15, строка 9), %;

P_2 - вологість осаду після згущування (див. табл. 10.15, строка 10), %

$$q_9 = q_{10} + q_{11} + q_{12} + q_{13}, \quad (9.11)$$

де q_{10} - об'єм води, необхідний для приготування розчину флокулянту, м³/доб;

q_{11} - об'єм води, необхідний для приготування вапняного молока, м³/доб;

q_{12} - об'єм води, необхідний для приготування розчину соди, м³/доб;

q_{13} - об'єм води, необхідний для приготування хлорної води, м³/доб.

$$q_{10} = (q_2 + q_{14}) * (100 - C) / 100, \quad (9.12)$$

де q_{14} - добова витрата розчину флокулянту для освітлювача ВТІ, м³/доб;

C - концентрація розчину реагенту (див. табл. 10.10, строка 4);

$$q_{14} = D Q_5 / C \rho \quad (9.13)$$

(D , C , ρ див. табл. 10.10);

$$q_{11} = q_{15} * (100 - C_1) / 100, \quad (9.14)$$

де q_{15} - добова витрата вапняного молока, м³/доб;

C_1 - концентрація вапняного молока (див. табл. 10.11, строка 13);

$$q_{15} = G_T / (C_1 * \gamma * 10), \quad (9.15)$$

де G_T - добова витрата технічного реагенту, кг/доб;
 γ - щільність суспензії (див. табл. 10.11, строка 14), т/м³;

$$G_T = D \cdot Q_5 / 10 \cdot A \quad (9.16)$$

де D - доза вапна (див. табл. 10.11, строка 1), г/м³;
 A - вміст активного продукту в реагенті (див. табл. 10.11, строка 2), %.

$$q_{12} = q_{16} \cdot (100 - C) / 100, \quad (9.17)$$

де q_{16} - добова витрата розчину соди, м³/доб;
 C - концентрація розчину соди (див. табл. 10.12, строка 4);

$$q_{16} = D \cdot Q_5 / C \cdot \rho \cdot 10 \quad (9.18)$$

де D - доза соди (див. табл. 10.12, строка 1), г/м³;
 ρ - щільність розчину (див. табл. 10.12), кг/м³.

$$q_{13} = 0,5 \cdot q_{22}, \quad (9.19)$$

де q_{22} - добова витрата хлору (в одному об'ємі води розчиняємо 2 об'єму хлору), м³/доб;

q_{17} - добова витрата хлорної води для знезараження води після освітлювача ВТІ, м³/доб;

q_{18} - добова витрата хлорної води для знезараження води у резервуарі освітленої води 2, м³/доб;

$$q_{22} = G_{\text{доб}} / \rho_{\text{хл}}, \quad (9.20)$$

де $G_{\text{доб}}$ - добова витрата хлору, м³/доб;
 $\rho_{\text{хл}}$ - щільність газоподібного хлору, $\rho_{\text{хл}}(\text{н.у.}) = 3,214$ кг/м³, кг/м³;

$$G_{\text{доб}} = (Q_4 + Q_6) \cdot D_x \cdot 10^{-3}, \quad (9.21)$$

де Q_6 - добова витрата очищених вод після освітлювача ВТІ, м³/доб;
 D_x - доза хлору для обробки очищеної води (див. табл. 10.13, строка 1), г/м³.

$$Q_6 = Q_5 + q_{14} + q_{15} + q_{16} - q_5, \quad (9.22)$$

$$q_{17} = 1,5 \cdot Q_6 \cdot D_x \cdot 10^{-3} / \rho_{\text{хл}}, \quad (9.23)$$

$$q_{18} = 1,5 \cdot Q_4 \cdot D_x \cdot 10^{-3} / \rho_{\text{хл}}. \quad (9.24)$$

$$6. \quad q_{19} = q_2 + q_{14} - q_{10}, \quad (9.25)$$

де q_{19} - добова витрата флокулянту, м³/доб;

$$q_{20} = q_{15} - q_{11}, \quad (9.26)$$

де q_{20} - добова витрата вапна, $\text{м}^3/\text{доб}$;

$$q_{21} = q_{16} - q_{12}, \quad (9.27)$$

де q_{21} - добова витрата соди, $\text{м}^3/\text{доб}$.

$$7. q_6 = q_3 + q_5 - q_4, \quad (9.28)$$

де q_6 - об'єм осаду, що поступає в шламонакопичувач за добу, $\text{м}^3/\text{доб}$.

$$q_7 = q_6 - q_8, \quad (9.29)$$

де q_8 - об'єм води, що відділяється від осаду в процесі його ущільнення, $\text{м}^3/\text{доб}$.

$$q_8 = q_6 - W_n / (T \cdot 365), \quad (9.30)$$

де W_n - об'єм накопичувача (див. табл. 10.16, строка 6), м^3 ;

T - тривалість накопичення осаду (див. табл. 10.16, строка 2), років.

$$8. Q_7 = Q_6 + q_{17}, \quad (9.31)$$

де Q_7 - добова витрата зм'якшеної води, $\text{м}^3/\text{доб}$.

9. Перевірка балансу потоків

$$Q + q_{19} + q_{20} + q_{21} + q_{22} = Q_7 + Q_4 + q_1 + q_7 + q_8 + q_{18} \quad (9.32)$$

Література [4, 5, 9]

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 10

10 Технологічні розрахунки очисних споруд

10.1 Розрахунок осереднювачів

Оскільки режим роботи шахтного водовідливу нерівномірний, передбачаємо на початку схеми осереднювачі, з яких вода на очищення подається насосами в рівномірному режимі. У осереднювачі не повинні випадати крупні частки суспензії, щоб уникнути їх замулювання, тому частина відкачуваної води скеровується на змучування осадів. Для цього на дні осереднювача укладаються дірчасті труби, в які підводиться вода від насосів (рис. 10.1).

В якості осереднювача використовуємо секції шахтного відстійника, що є на шахті, з довжиною $L=10 \div 30$ (м), шириною $b= 3,0; 4,5; 6,0$ (м), завглибшки $h= 3 \div 5$ (м). Кількість секцій $n \geq 2$.

Об'єм розраховується по формулі:

$$W = n \times L \times b \times h, \text{ м}^3. \quad (10.1)$$

Тривалість усереднювання має бути не менше 3, але не більше 6 годин, вона розраховується по формулі:

$$T=W / Q, \text{ годин}, \quad (10.2)$$

де Q – годинна продуктивність очисних споруд, $\text{м}^3/\text{год}$.

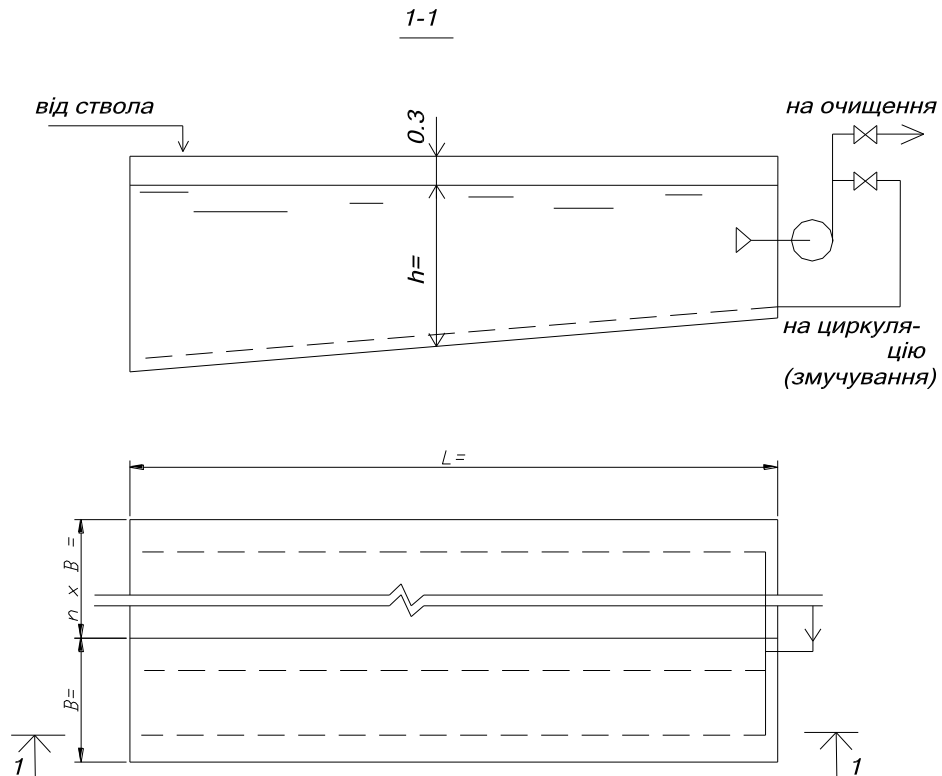


Рис. 10.1. Осереднювач шахтних вод

Результати розрахунку представити у вигляді таблиці (табл. 10.1)

Таблиця 10.1 - Розрахунок усереднювача шахтних вод

Найменування показника	Один. виміру	Формула для визначення	Результат
1. Тип і кількість секцій		Шахтний відстійник, $n =$	
2. Розміри секції усереднювача	м	$L \times b \times h$	
3. Об'єм усереднювача	м ³	$W = n L b h =$	
4. Тривалість усереднювання	годин	$T = W / Q =$ Не менше 3 годин	0,0
5. Спосіб змучування		Циркуляція від насоса по донних дірчастих трубах	

10.2 Розрахунок відкритих гідроциклонів

Для видалення грубодисперсних завислих речовин, представлених вугільними частинками з розміром більше 1 мм, передбачаються відкриті гідроциклони (ВГЦ) (рис. 10.2). При розрахунку ВГЦ мають бути визначені наступні величини: діаметр ВГЦ (D); висота циліндрової частини ($H_{ц}$, м); висота конічної частини ($H_{к}$, м); діаметр впускного патрубку (d , м); періодичність видалення осаду (τ , год).

Спочатку задаємося кількістю ВГЦ ($N = 2; 4$ шт.), починаючи з меншого значення. Потім визначаємо витрати води на один ВГЦ (Q_1 , м³/ч):

$$Q_{од} = Q / N , \quad (10.12)$$

де Q – годинна продуктивність очисних споруд, м³/год.
Розраховуємо площу одного апарату (F , м²):

$$F = Q_{од} / q , \quad (10.13)$$

де q - питома витрата води, м³/ год м²

$$q = 4.32 U_{min} , \quad (10.14)$$

де U_{min} - мінімальна гідравлічна крупність затримуваних часток ($U_{min} = 4 \div 6$), мм / с.

Діаметр відкритого гідро циклону

$$D = \sqrt{4 F / \pi} . \quad (10.15)$$

Якщо діаметр ВГЦ перевищує граничне значення, пов'язане з максимальним габаритом вантажів для перевезення залізничним транспортом (D

= 3,5 м), тоді збільшуємо кількість ВГЦ або варіюємо значенням мінімальної гідравлічної крупності затримуваних в апараті часток суспензії ($U_{\min}$).

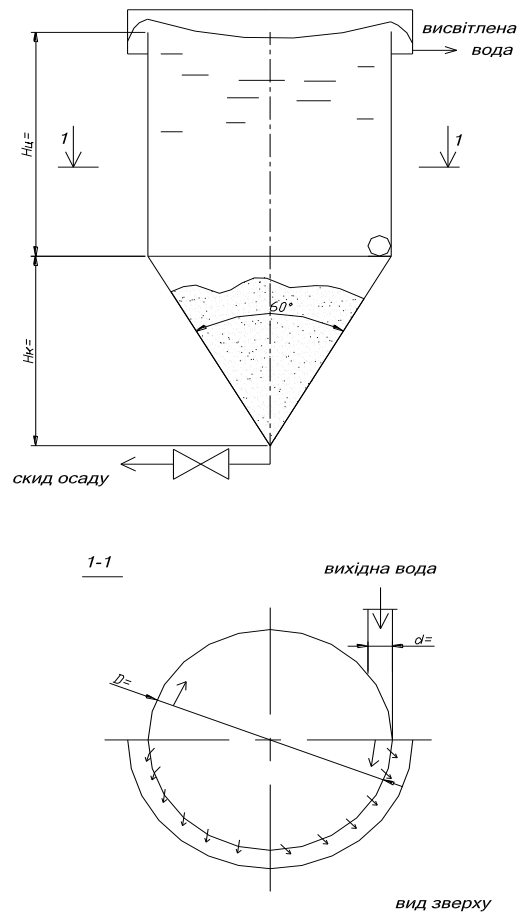


Рис. 10.2. Відкритий гідроциклон

Висота циліндрової частини ($H_{\text{ц}}$, м) дорівнює діаметру ВГЦ:

$$H_{\text{ц}} = D . \quad (10.16)$$

Висота конічної частини для накопичення осаду ($H_{\text{к}}$, м) дорівнює:

$$H_{\text{к}} = 0.5 D \operatorname{tg} 60^{\circ} . \quad (10.17)$$

Об'єм конічної частини (зони накопичення осаду)

$$W_{\text{к}} = \pi D^2 H_{\text{к}} / 3, \text{ м}^3. \quad (10.18)$$

Діаметр впускного патрубку (d , м) визначається із співвідношення:

$$d = 0.1 D . \quad (10.19)$$

Оскільки труби випускаються стандартних діаметрів, то з табл. 10.2 вибираємо значення діаметру найбільш близьке до отриманого.

Таблиця 10.2 – Труби сталеві електрозварювані

Діаметр труб сталевих електрозварюваних, мм		
25	80	250
32	100	300
40	125	350
50	150	400
60	175	450
75/65	200	500, 600 ...

Періодичність видалення осаду (τ , год) розраховується по формулі:

$$\tau = W_k / W_1, \quad (10.20)$$

де W_1 - об'єм осаду, що випадає за одну годину, $\text{м}^3/\text{год}$.

$$W_1 = P C_{\text{вх}} Q_{\text{од}} / \rho \cdot 10^6, \quad (10.21)$$

де P - відсотковий вміст часток суспензії більших за 1 мм, %;

$C_{\text{вх}}$ - вміст завислих речовин в шахтній воді, $\text{г}/\text{м}^3$;

ρ - щільність осаду ($\rho = 1,6$), $\text{т}/\text{м}^3$.

Періодичність видалення осаду не повинна перевищувати 500 годин.

Результати розрахунку представити у вигляді таблиці (табл. 10.3).

Таблиця 10.3 - Розрахунок відкритих гідроциклонів

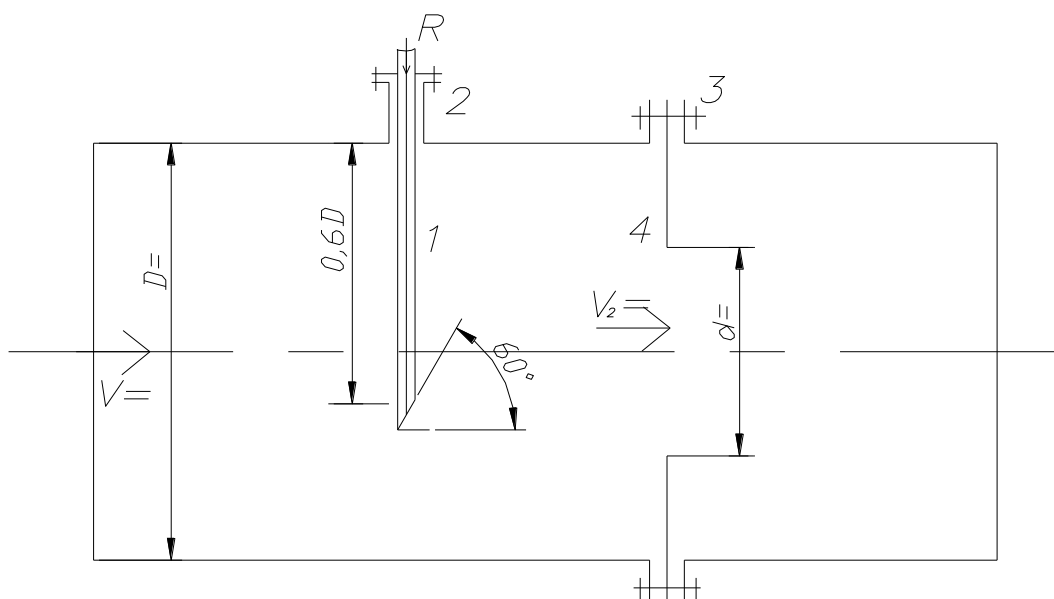
Найменування показника	Один. виміру	Формула для визначення	Результат
1	2	3	4
1. Кількість гідроциклонів	шт.	$N = 2 ; 4$	
2. Витрата води на один гідроциклон	$\text{м}^3/\text{год}$	$Q_{\text{од}} = Q / N =$	
3. Мінімальна гідравлічна крупність затримуваної суспензії	$\text{мм} / \text{с}$	$U_{\text{min}} = 4 - 6$	
4. Питома витрата води	$\text{м}^3/\text{год} \cdot \text{м}^2$	$q = 4.32 U_{\text{min}} =$	0,0
5. Площа одного апарату	м^2	$F = Q_{\text{од}} / q =$	0,0
6. Діаметр гідроциклона	м	$D = \sqrt{4 F / \pi} =$ $D \leq 3.5$	0,0
7. Висота циліндричної частини	м	$H_{\text{ц}} = D$	0,0
8. Висота конічної частини	м	$H_{\text{к}} = 0.5 D \operatorname{tg} 60^\circ =$	0,0

9. Об'єм конічної частини	м ³	$W_k = \pi D^2 H_k / 3 =$	0,0
10. Діаметр впускного патрубку	м	$d = 0,1 D =$ Приймаємо (стандартный)	
11. Щільність осаду	т / м ³	$\rho = 1,6$	
12. Відсотковий вміст суспензії більший за 1 мм	%	Р із завдання	
13. Об'єм осаду, який випадає за одну годину	м ³ / год	$W_1 = P C_{вх} Q_{од} / \rho 10^6 =$	0,0
14. Періодичність видалення осаду	годин	$\tau = W_k / W_1 =$ ≤ 300	0

Примітка: Діаметри трубопроводів приймаються уніфікованими згідно з додатком 1.

10.3 Розрахунок шайбового вузла введення реагенту

Для введення реагенту у воду, що очищається, передбачено 2 шайбових змішувача (рис. 10.3).



1 – трубка для введення розчину реагенту; 2 – сальниковий прохід; 3 – фланцевий роз'єм; 4 – шайба для звуження потоку

Рис. 10.3. Шайбовий вузол введення реагенту

Для визначення діаметру трубопроводу D (м) по «Таблицях для гідравлічного розрахунку водопровідних труб» (таблиці Шевельова) необхідно знати витрату води на одну шайбу, який розраховується по формулі:

$$Q_{од} = Q_1 / (2 \times 3,6), \text{ л/с} \quad (10.22)$$

де Q_1 – годинна продуктивність очисних споруд (див. балансову схему потоків ПЗ-9), $\text{м}^3/\text{год}$.

По $Q_{\text{од}}$ і таблицях Шевельова знаходимо діаметр сталевих електрозварних труб D (м) і швидкість перебігу води в трубі V (м/с). Швидкість перебігу води в шайбі знаходимо по формулі:

$$V_2 = \sqrt{V^2 + 2gh} \text{ , м/с,} \quad (10.23)$$

де g – прискорення вільного падіння ($g = 9,81$), м/с^2 ;

h – нормативна величина втрат напору в шайбі ($h = 0,3$), м.

Діаметр отвору в шайбі d (м) з точністю до тисячних знаходимо по формулі:

$$d = \sqrt{(4Q_{\text{од}} / 1000 \pi V_2)}. \quad (10.24)$$

Результати розрахунку представити у вигляді таблиці (табл. 10.4)

Таблиця 10.4 - Розрахунок шайбового вузла введення реагенту

Найменування показника	Один. виміру	Формула для визначення	Результат
1. Прийнята кількість	шт.		2
2. Витрата на одну шайбу	л / с	$Q_{\text{од}} = Q_1 / 2 =$	0,0
3. Діаметр трубопроводу	м	D по таблицях Шевельова по $Q_{\text{од}}$ (виділено рамками)	0,000
4. Швидкість течії води в трубі	м / с	V по таблицях Шевельова по $Q_{\text{од}}$	0,00
5. Нормативна величина втрат напору в шайбі	м	$h = 0.3$	
6. Швидкість течії в шайбі	м / с	$V_2 = \sqrt{V^2 + 2gh} =$	0,00
7. Діаметр отвору в шайбі	м	$d = \sqrt{(4Q_{\text{од}} / 1000 \pi V_2)} =$	0,000

10.4 Розрахунок тонкошарових відстійників конструкції ДонВГІ

10.4.1 Розрахунок габаритів в плані

Для визначення габаритних розмірів відстійників (рис. 10.4) розрахуємо їх загальну площу (F , м^2):

$$F = Q_2/q, \quad (10.25)$$

де Q_2 – годинна продуктивність тонкошарових відстійників конструкції ДонВГІ (див. балансову схему потоків ПЗ-9), $\text{м}^3/\text{год}$;

q - питоме гідравлічне навантаження, $\text{м}^3/\text{год м}^2$.

Питоме гідравлічне навантаження визначається залежно від вмісту завислих речовин в шахтній воді по табл. 10.5.

Таблиця 10.5 - Питоме гідравлічне навантаження тонкошарових відстійників

Характеристика води за вмістом завислих речовин	Вміст завислих речовин $C_{вх}$, г/м ³	Питоме гідравлічне навантаження q , м ³ /год м ²
Малокаламутні води	< 50	3,0 ÷ 3,5
Средньокаламутні води	50 - 250	3,6 ÷ 4,5
Каламутні води	>250	4,6 ÷ 5,5

Загальна довжина відстійників (L , м) рівна:

$$L = F/B, \quad (10.26)$$

де B - ширина однієї секції ($B = 3$), м.

Довжина однієї секції $l = 6 \div 12$ м. Тоді кількість секцій (N , шт.):

$$N = L / l . \quad (10.27)$$

Кількість секцій має бути не менше 2шт.

10.4.2 Розрахунок тонкошарових елементів

Розрахунок тонкошарових елементів (рис. 10.4) почнемо з визначення тривалості відстоювання по формулі:

$$t_b = 1000 h/U \cos \beta K_C , \quad (10.28)$$

де h - висота тонкошарового елементу ($h = 0,02 \div 0,05$), м;

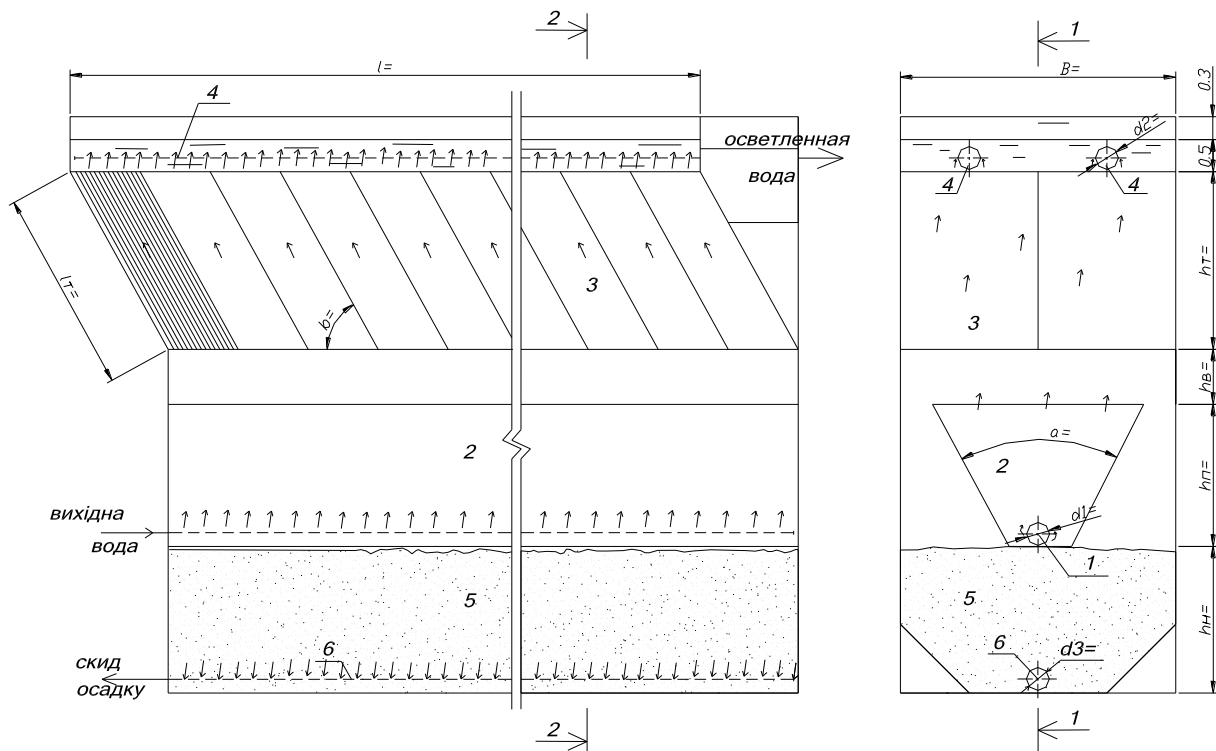
U - мінімальна гідравлічна крупність затримуваних частинок суспензії (табл. 10.6), мм/с;

β - кут нахилу пластин ($\beta = 60^\circ$), град;

K_C - коефіцієнт затримання потоку сповзаючим осадом ($K_C = 0,7 \div 0,8$).

Таблиця 10.6 – Параметри роботи тонкошарового каналу

Характеристика води за вмістом завислих речовин	Вміст завислих речовин $C_{вх}$, г/м ³	Мінімальна гідравлічна крупність затримуваних частинок суспензій U , мм/с	Середня швидкість руху води в каналі відстійника v , мм/с
Малокаламутні води	< 50	0,35 ÷ 0,45	6 ÷ 8
Средньокаламутні води	50 - 250	0,45 ÷ 0,5	7 ÷ 10
Каламутні води	>250	0,5 ÷ 0,6	9 ÷ 12



1 - дірчаста труба впуску та розподілу води, 2- камера утворення пластівців, 3- токошарові елементи, 4- водозбірні труби, 5- зона накопичення осаду, 6- труба скиду осаду

Рис. 10.4. Тонкошаровий відстійник

Довжина тонкошарового елемента (l_T , м) розраховується по формулі:

$$l_T = K_v v t_b / 1000 \quad (10.29)$$

де K_v - коефіцієнт об'ємного використання відстійника ($K_v = 1,1$);
 v - середня швидкість руху води в каналі відстійника (див. табл. 10.8), мм/с;
 t_b - тривалість відстоювання, с.

Висота тонкошарового блоку (h_T , м) розраховується по формулі:

$$h_T = l_T \sin \beta . \quad (10.30)$$

10.4.3 Труба підведення і розподілу початкової води

Витрати води на один відстійник (q_1 , м³/с) :

$$q_1 = Q_2 / N , \quad (10.31)$$

де Q_2 – секундна витрата шахтної води, м³/с.

Оскільки воду розподіляє одна труба, витрата на неї (q_1 , м³/с) буде рівна Q_2 . Площу перетину труби (f , м²) визначаємо по формулі:

$$f = q_1 / V \quad (10.32)$$

де V - швидкість води в трубі ($V = 0,5 \dots 0,6$), м/с.
Звідси знаходимо діаметр труби (d_1 , мм):

$$d_1 = 1000 \sqrt{4f / \pi} \quad (10.33)$$

та приймаємо стандартне значення діаметру труби, найбільш близьке до розрахункового (див. табл. 10.2).

10.4.4 Розрахунок вихрової камери утворення пластівців

Тривалість перебування води в камері (t_x , хв) вибираємо в межах $t_x = 6 \div 12$ хв. Тоді загальний об'єм камери (W , м³) буде рівний:

$$W = Q_2 t_x / 60 N . \quad (10.34)$$

Висота призматичної частини камери (h_{π} , м):

$$h_{\pi} = 0,5 (B - 1 - 2d_1/1000) \operatorname{ctg} \alpha / 2 , \quad (10.35)$$

де d_1 – діаметр труби підводу води, мм;
 α - кут між стінками камери ($\alpha = 50 \div 90^\circ$), град.
Об'єм призматичної частини (W_{π} , м³):

$$W_{\pi} = 0,5 l h_{\pi} (B - 1 - 2 d_1/1000). \quad (10.36)$$

Об'єм верхньої частини камери (W_B , м³):

$$W_B = W - W_{\pi} . \quad (10. 37)$$

Висота верхньої частини камери (h_B , м):

$$h_B = W_B / B l, \quad (10.38)$$

а повна висота камери (h_K , м):

$$h_K = h_{\pi} + h_B . \quad (10.39)$$

10.4.5 Розрахунок зони накопичення осаду

Об'єм осаду, що випадає в відстійнику за одну добу (W , м³):

$$W = Q_2 (C_{\text{поч}} - C_{\text{осв}}) / \rho , \quad (10.40)$$

де Q - добова витрата води, м³/доб;

$C_{\text{поч}}$ – вміст завислих речовин в шахтній воді на вході в відстійник, мг/л;

$$C_{\text{п}} = C_{\text{вх}} (1 - P / 100) \quad (10.41)$$

де P – див. ВГЦ;

$C_{\text{осв}}$ - концентрація суспензії в освітленій воді на виході з відстійника ($C_{\text{осв}} = 15 \div 20$), мг/л;

ρ - щільність осаду ($\rho = 50000$), г / м³.

Необхідний об'єм зони накопичення осаду ($W_{\text{н}}$, м³):

$$W_{\text{н}} = W t_{\text{н}} / 24 , \quad (10.42)$$

де $t_{\text{н}}$ - тривалість періоду між чищеннями відстійника, год.

Тривалість періоду між чищеннями відстійника 6; 12; 24; 36 год, для малокаламутних вод можливе збільшення періоду до 48; 60; 72 год.

Висоту зони накопичення осаду ($h_{\text{н}}$, м) визначаємо по формулі:

$$h_{\text{н}} = W_{\text{н}} / B N l . \quad (10.43)$$

Повна висота відстійників (H , м) буде дорівнювати:

$$H = h_{\text{н}} + h_{\text{к}} + h_{\text{т}} + 0,8 . \quad (10.44)$$

Результати розрахунку представити у вигляді таблиці (табл. 10.7)

Таблиця 10.7 - Розрахунок тонкошарових відстійників конструкції ДонВУГІ

Найменування показника чи елементу	Один. виміру	Формула для визначення	Резуль- тат
1	2	3	4
Габарити в плані			
1. Загальна витрата води на усі відстійники	м ³ /год	Q_2 (див. балансову схему потоків ПЗ-9)	
2. Питоме гідравлічне навантаження	м ³ /год* м ² q	3,0...3,5 для малокаламутних вод 3,6...4,5 для середньокаламутних вод 4,6...5,5 для каламутних вод	
3. Загальна площа відстійників	м ²	$F = Q_2 / q =$	0,0
4. Ширина однієї секції	м	$B = 3$	
5. Загальна довжина відстійників	м	$L = F / B =$	0

6. Довжина однієї секції	м	$l = 6 \dots 12$	
7. Кількість секцій	шт.	$N = L / l =$ (не менше 2)	0
Розрахунок тонкошарових елементів			
8. Кут нахилу пластин	град	β	60
9. Мінімальна гідравлічна крупність затримуваних часток суспензій	мм/с U	0,35...0,45 для малокаламутних вод 0,45...0,5 для середньокаламутних вод 0,5...0,6 для каламутних вод	
10. Висота тонкошарового елемента	м	$h = 0,02 \dots 0,05$	
11. Коефіцієнт стиснення потоку сповзаючим осадам		$K_c = 0,7 \dots 0,8$	
12. Середня швидкість руху води в каналі відстійника	мм/с	$v = 6 \dots 8$ для малокаламутних вод $v = 7 \dots 10$ для середньокаламутних вод $v = 9 \dots 12$ для каламутних вод	
13. Тривалість відстоювання	с	$t_o = 1000 h / U \cos \beta K_c =$	0
14. Величина коефіцієнта об'ємного використання		$K_n = 1,1$	
15. Довжина тонкошарового елемента	м	$l_T = K_n v t_o / 1000 =$	0,0 1...2
16. Висота тонкошарового блоку	м	$h_T = l_T \sin \beta =$	0,0 1...2
Розрахунок вихрової камери утворення пластівців			
17. Прийнята тривалість перебування води в камері	хв	$t_x = 6 \dots 12$	
18. Об'єм камери	м ³	$W = Q_2 t_x / 60 N =$	
19. Прийнятий кут між стінками камери	град	$\alpha = 50 \dots 90$	
20. Висота призматичної частини	м	$h_n = 0,5 (B - 1 - 2d_1/1000) \operatorname{ctg} \alpha / 2 =$	
21. Об'єм призматичної частини	м ³	$W_n = 0,5 l h_n (B - 1 - 2 d_1/1000) =$	
22. Об'єм верхньої частини	м ³	$W_B = W - W_n =$	0,0
23. Висота верхньої частини	м	$h_B = W_B / B l =$	0,0 0,5...1
24. Повна висота камери	м	$h_k = h_n + h_B =$	0,0
Зона накопичення осаду			
25. Добова витрата води	м ³ /доб	Q_2	

26. Концентрація суспензії в початковій воді	мг/л	$C_{\Pi} = C_{\text{вх}} (1-P / 100) =$ P – див. ВГЦ	
27. Концентрація суспензії в відстоєній воді	мг/л	$C_{\text{осв}} = 15 \dots 20$	
28. Прийнята тривалість періоду між чищеннями відстійника	годин	$t_{\text{н}} = 6, 12, 24 \dots 72$	
29. Щільність осаду	г/м ³	$\rho = 50000$	
30. Об'єм осаду, що випадає за одну добу	м ³	$W = Q (C_{\Pi} - C_{\text{осв}}) / \rho =$	
31. Об'єм зони накопичення осаду	м ³	$W_{\text{н}} = W t_{\text{н}} / 24 =$	0,0
32. Висота зони накопичення осаду	м	$h_{\text{н}} = W_{\text{н}} / B N l =$	0,0 > 0,5
33. Повна висота відстійників	м	$H = h_{\text{н}} + h_{\text{к}} + h_{\text{т}} + 0,8 =$	0,0 4...6
Труба підведення і розподілу початкової води			
34. Розрахункова витрата одного відстійника	м ³ /с	$q = Q_2 / 3600 N =$	0,000
35. Кількість труб	шт	n	1
36. Витрата на одну трубу	м ³ /с	$q_1 = q / n =$	0,000
37. Швидкість води в трубі	м/с	$V = 0,5 \dots 0,6$	
38. Площа перетину труби	м ²	$f = q_1 / V =$	0,000
39. Діаметр труби	мм	$d_1 = 1000 \sqrt{4f / \pi} =$ Приймаємо	0
40. Коефіцієнт перфорації труби		$K_{\Pi} = 0,3 \dots 0,4$	
41. Загальна площа отворів на трубі	мм ²	$\Sigma f = K_{\Pi} \pi d_1^2 / 4 =$	0
42. Діаметр отвору	мм	$d_0 \geq 25$	0
43. Площа одного отвору	мм ²	$f_1 = \pi d_0^2 / 4 =$	
44. Кількість отворів на трубі	шт	$n_0 = \Sigma f / f_1 n =$	0 >25
45. Крок отворів	м	$e = l / n_0 =$ не більше 0,5 м	
Труби для збору освітленої води			
46. Розрахункова витрата	м ³ /с	q	0,000
47. Кількість труб	шт	n	2
48. Витрата на одну трубу	м ³ /с	$q_1 = q / n =$	0,000
49. Швидкість води в трубі	м/с	$V = 0,6 \dots 0,8$	
50. Площа перетину труби	м ²	$f = q_1 / V =$	
51. Діаметр труби	мм	$d_2 = 1000 \sqrt{4f / \pi} =$	

		Приймаємо	
52. Швидкість руху води в отворах	м/с	$V_0 = 1,0$	
53. Загальна площа отворів на трубі	мм ²	$\Sigma f = q_1 10^6 / V_0 =$	0
54. Діаметр отвору	мм	$d_0 \geq 25$	0
55. Площа одного отвору	мм ²	$f_1 = \pi d_0^2 / 4 =$	0
56. Кількість отворів на трубі	шт	$n_0 = \Sigma f / f_1 n =$	0
Труба для відведення осаду			
57. Прийнята тривалість видалення осаду	хв	$t = 20...30$	
58. Коефіцієнт розбавлення осаду		$K_p = 1,5$	
59. Загальна кількість осаду, що скидається	м ³	$W_{oc} = W_n / N =$	
60. Розрахункова витрата осаду з однієї секції	м ³ /с	$q_o = K_p W_{oc} / 60 t =$	
61. Кількість труб	шт	n	1
62. Витрата осаду на одну трубу	м ³ /с	$q_{ol} = q_o / n =$	
63. Швидкість осаду в трубі	м/с	$V = 1,0$	
64. Площа перетину труби	м ²	$f = q_{ol} / V =$	
65. Діаметр труби	мм	$d_3 = 1000 \sqrt{4f / \pi} =$ Приймаємо	
66. Коефіцієнт перфорації труби		$K_n = 0,5...0,7$	
67. Загальна площа отворів на трубі	мм ²	$\Sigma f = K_n \pi d_3^2 / 4 =$	
68. Діаметр отвору	мм	$d_0 \geq 25$	0
69. Площа одного отвору	мм ²	$f_1 = \pi d_0^2 / 4 =$	
70. Кількість отворів на трубі	шт	$n_0 = \Sigma f / f_1 n =$	0
71. Крок отворів	м	$e = l / n_0 =$ вимагається 0,3...0,5м	

Примітка: Діаметри трубопроводів приймаються уніфікованими згідно з Додатком А.

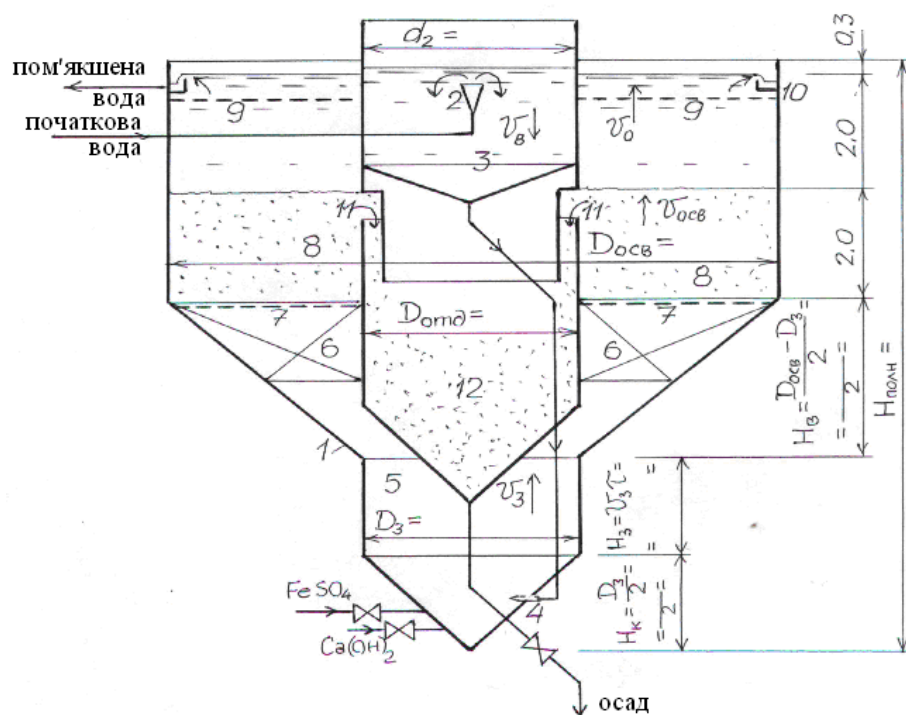
10.5 Розрахунок освітлювача ВТІ

Розрахунок освітлювача ВТІ представлений в таблиці 10.8, розрахункова схема приведена на рис. 10.5.

Таблиця 10.8 - Розрахунок освітлювача ВТІ

Найменування величин	Один. вимір у	Розрахункова формула	Резуль- тат
1	2	3	4
1. Корисна продуктивність освітлювача	м ³ /год	$q_n = Q_5 / 24$ Q_5 з балансової схеми	0,0
2. Жорсткість води після реагентного зм'якшування	мг- екв/л	$\mathcal{J}_{зм}$ з таблиці 8.1	
3. Жорсткість початкової шахтної води	мг- екв/л	$\mathcal{J}_{поч}$ з таблиці 8.1	
4. Вміст зважених речовин у воді, що поступає в освітлювач	г/м ³	$C_B = 20 + (\mathcal{J}_{поч} - \mathcal{J}_{зм})28$ + + $28 CO_2 =$	
5. Залишковий вміст зважених речовин у воді, що виходить з освітлювача	г/м ³	$C_{зал}$	20
6. Прийнята тривалість ущільнення осаду (період між продуваннями освітлювача)	годин	T приймається в межах від 2 до 12 годин	
7. Середня концентрація зважених речовин в ущільненому осаді	г/м ³	δ_{cp} по прил. 9 БНіП [1]	20000
8. Величина продування освітлювача	%	$P = \frac{C_{\theta} - C_{осв}}{\delta_{cp}} \cdot 100 =$	
9. Розрахункова витрата води одного освітлювача	м ³ /год	$q = q_n (1 + P/100) =$	
10. Коефіцієнт розподілу води		k_{pv} по таблиці 20 БНіП [1]	0,75
11. Швидкість висхідного потоку	мм/с	$v_{осв}$ - по додатку 10 БНіП [1]	0,9
12. Площа зони освітлення	м ²	$F_{осв} = q \cdot k_{pv} / 3,6 \cdot v_{осв} =$	
13. Площа осадоущільнювача	м ²	$F_{oy} = \frac{q (1 - k_{pv})}{3,6 v_{осв}} =$	
14. Діаметр осадоущільнювача		$D_{oy} = \sqrt{\frac{4 F_{oy}}{\pi}} =$	
15. Діаметр освітлювача	м	$D_{осв} = \sqrt{\frac{4 (F_{осв} + F_{oy})}{\pi}} =$	
16. Швидкість руху води у повітрівіддільнику	м/год	V_{θ}	18,5

17. Діаметр повітрівіддільника	м	$d_2 = \sqrt{\frac{4q}{\pi V_6}} =$	
18. Швидкість води в зоні утворення пластівців	м/с	v_3 по додатку 10 БНіП [1]	0,005
19. Площа зони утворення пластівців	м ²	$F_3 = \frac{q}{3600v_3} =$	
20. Діаметр зони утворення пластівців	м	$d_3 = \sqrt{\frac{4F_3}{\pi}} =$	
21. Розрахунок верхнього дірчастого днища: - швидкість води в отворах - площа отворів в днищі - діаметр отворів - число отворів	м/с мм ² мм шт	$V_o = 0,3$ $f_o = \frac{1000q}{3,6v_o} =$ $d_o = 4,5\sqrt{D_{осв}} =$ $n_o = 4f_o/\pi d_o^2 =$	
22. Витрата осаду, що видаляється з освітлювача	м ³ /до б	$Q_{ос} = (C_v - C_{зал.}) * Q_5 / \delta_{ср}$	



1 - залізобетонний корпус, 2 - воронка для впускання початкової води, 3 - повітрівіддільник, 4 - сопло тангенціального впускання води, 5 - зона реакції із спіральним потоком, 6 - випрямляч потоку, 7 - нижнє дірчасте днище, 8 - шар зваженого осаду, 9 - верхнє дірчасте днище, 10 - кільцевий жолоб для збору зм'якшеної води, 11 - вікна для відведення надлишкового осаду, 12 - осад ущільнювач

Рис. 10.5. Розрахункова схема освітлювача ВТІ:

10.6 Розрахунок реагентного господарства

10.6.1 Флокулянтне господарство

У технологіях освітлення і реагентного зм'якшування для агрегації домішок води застосовується катіонний флокулянт ФЛОКАТОН (ППС). Реагент випускається у вигляді гранул і у вигляді гелю, поставляється в поліетиленових мішках і контейнерах, зберігається на складі в затареному вигляді. З тари флокулянт завантажується у витратно-розчинний бак, де розчиняється і розбавляється освітленою водою, що подається з резервуару технічної води. Оскільки реагент є погано розчинним полімером, спочатку гранули набрякають у воді, а потім вмикається механічна мішалка, яка розриває флокули гелю на полімерні молекули. Отриманий в результаті малоконцентрований розчин флокулянта дозується насосом-дозатором в оброблювану воду - подається під напором в шайбовий змішувач. Для інтенсифікації процесів освітлювання природних і стічних вод найбільш доцільне застосування флокулянта ППС, що є гелеподібною масою темнувато-коричневого кольору, повністю розчинною у воді, з вмістом активної речовини в реагенті $A = 90\%$. Флокулянт ППС всіх марок застосовується у вигляді розбавлених розчинів з концентрацією $C = 0,1...0,5\%$. У разі високого вмісту у воді тонкодисперсних домішок концентрація розчину може бути збільшена до $C = 1,0...2,0\%$.

Добова витрата технічного продукту (G , кг) розраховується по формулі:

$$G = D \cdot Q / 10 \cdot A , \quad (10.45)$$

де $Q = Q_1 + Q_5$ - $\text{м}^3/\text{доб}$ з балансової схеми ;

D – доза реагенту, $\text{г}/\text{м}^3$.

Доза флокулянта ППС приймається в залежності від вмісту завислих речовин в шахтній воді ($C_{\text{вх}}$) по табл. 10.9.

Таблиця 10.9 - Доза флокулянта ППС

Вміст завислих речовин $C_{\text{вх}}, \text{г}/\text{м}^3$	Доза флокулянта ППС, $\text{г}/\text{м}^3$
< 50	5
50,0 - 100	6
100-200	7
200 – 300	8
300 – 400	9
> 400	10

Знаючи добову витрату технічного продукту можемо обчислити площу складу (F , м^2) за формулою:

$$F = G \cdot T / p \cdot H \quad (10.46)$$

де T – термін запасу реагенту ($T = 30 - 90$), діб;

ρ – щільність технічного продукту ($\rho = 1200$), кг/м^3 ;

H – висота складування, м.

Прийнятий реагент зберігається в бочках заввишки 0,7 м, тому висота складування має бути кратною 0,7 (рекомендується складувати бочки в один чи два шари, тобто $H = 0,7; 1,4$ м).

Ємкість розчинно-витратних баків реагенту (рис.10.6) (W , м^3) розраховується по формулі:

$$W = D Q t / 10 C \rho, \quad (10.47)$$

де t - період часу, на який заготовлюється реагент ($t = 12, 24, 36,48, 60, 72$), год;

ρ - щільність розчину реагенту ($\rho = 1005$), $\text{кг} / \text{м}^3$.

Потім визначаємо ємкість (W_1 , м^3) і розміри одного бака кубічної форми ($a \times b \times h$, м):

$$W_1 = W / N, \quad (10.48)$$

де N - кількість баків (не менше 2 шт.).

$$a \approx W_1^{0,33}$$

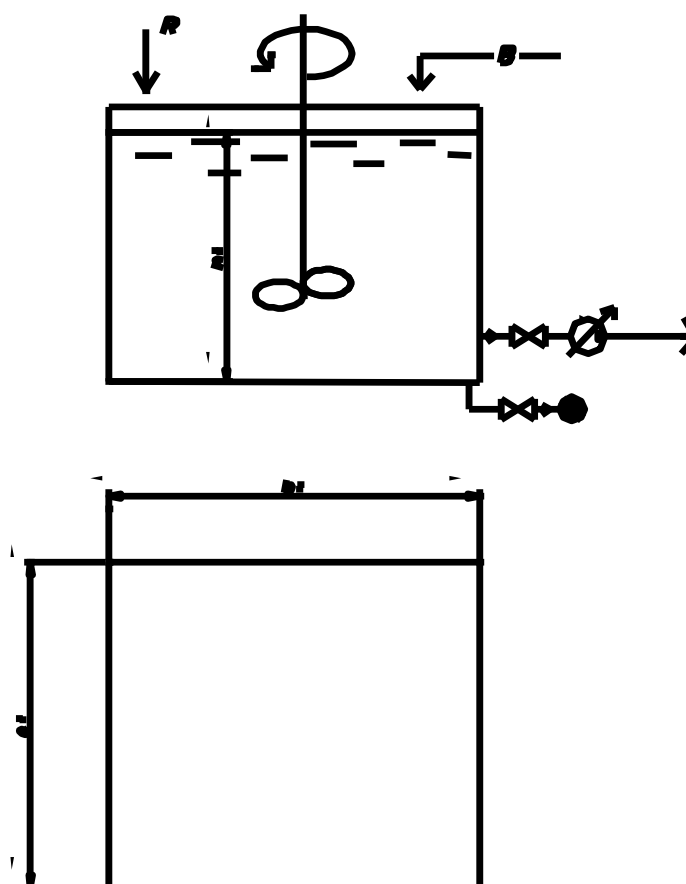


Рис. 10.6. Розрахункова схема бака флокулянта

Крім того має бути визначений витрата стислого повітря для перемішування розчину (Ω , л / год):

$$\Omega = 60 \omega a b , \quad (10.49)$$

де ω - інтенсивність подачі стислого повітря ($\omega = 20$), л / с · м².

Для визначення типу і характеристик дозатора необхідно розрахувати витрату розчину реагенту (q , л / год):

$$q = 100 D Q_1 / C \rho . \quad (10.50)$$

При $q \leq 5$ л/год приймаємо поплавковий дозатор (марки ПДщ); при $q \geq 5$ л/год - насос-дозатор типу НД.

Розрахунок флокулянтного господарства представлений в таблиці 10.10, розрахункова схема бака флокулянта наведена на рис. 10.6.

Таблиця 10.10 - Розрахунок реагентного господарства

Найменування показника	Од. вим.	Формула для визначення	Результат
1	2	3	4
1. Прийнятий реагент		флокатон	
2. Доза реагенту	г / м ³	D = 5...10	
3. Вміст активного продукту в реагенті	%	A	90%
4. Концентрація розчину реагенту	%	C	0,1-0,5 (max 1,0;2,0)
5. Щільність розчину	кг / м ³	ρ	1005
6. Добова витрата технічного продукту	кг	$G = D Q / 10 A =$ $Q = Q_1 + Q_5 - \text{м}^3/\text{доб з балансової схеми}$	0
7. Термін запасу реагенту	дів	$T = 30...90$	
8. Щільність технічного продукту	кг / м ³	ρ	1200
9. Висота складування	м	H	0,7;1,4
10. Площа складу	м ²	$F = G T / \rho H =$	1...10 0,0
11. Період часу, на який заготовлюється реагент	год.	$t = 12, 24, 36$	
12. Місткість розчинно - витратних баків реагенту	м ³	$W = D Q t / 10 C \rho =$ $Q - \text{м}^3/\text{год}$ ≤ 5	0,0
13. Кількість баків	шт	N	≥ 2
14. Місткість одного бака	м ³	$W_1 = W / N =$	1...2 0,0

15. Розмір бака кубічної форми	м	a x b x h	
16. Витрата розчину реагенту	л / год	$.q = 100 D Q / C \rho =$	0
17. Прийнятий тип дозатора і його характеристики		При q до 5 л/ч – ПДщ, вище- НД	

10.6.2. Вапняне господарство

Комове вапно складається в баці мокрого зберігання, звідки грейфером вапно у вигляді тіста перевантажується в бункер вапногасилки, де виконується помел і гасіння вапна. Вода для вапняного господарства подається з резервуарів технічної води.

Вапняне молоко з вапногасилки самопливно поступає в бак вапняного молока, в якому при циркуляції насосом і барботуванні стислим повітрям відбувається насичення води вапном. Циркуляційним насосом отримане вапняне молоко перекачується в бак-мішалку, де розбавляється водою з РТВ. З цього бака вапняне молоко насосом подається в бункерний дозатор, звідки частина вапняного молока повертається в бак-мішалку, а частина самопливно прямує в освітлювач типу ВТИ для реагентного зм'якшування води.

Розрахунок вапняного господарства представлений в таблиці 10.11, схема наведена на рис. 10.7.

Таблиця 10.11 - Розрахунок вапняного господарства

Найменування показника	Один. виміру	Формула для визначення	Результат
1	2	3	4
<i>Склад вапна</i>			
1. Доза вапна	г/м ³	$D = D_v \cdot 28$ ПЗ №7	
2. Вміст активного продукту в реагенті	%	A =	60
3. Добова витрата: технічного реагенту активного продукту	кг/доб т/доб	$G_T = D \cdot Q_5 / 10 \cdot A$ $G_a = D \cdot Q_5 \cdot 10^{-6}$	
4. Прийнятий спосіб зберігання		мокрый	
5. Концентрація вапняного тіста в баках	%	C =	50
6. Термін, зберігання реагенту	доб	T - по п. 6.202 [1]	1
7. Щільність тіста при мокрому зберіганні	т/м ³	$\gamma_1 -$	1,0

8. Об'єм баків мокрого зберігання	м³	$W_1 = D \cdot Q_5 T / C \gamma_1 \cdot 10^4$ Q_5 - м³/доб	
9. Глибина баків мокрого зберігання	м	$H = 2 \div 3,5$	
10. Площа баків мокрого зберігання:	м²	$F_1 = W_1 / H$	
11. Прийнята кількість баків і їх розміри	м	$N_1 \geq 2$, $a_1 \times b_1$ Ширина баків не менше за 3м	
12. Тип вапногасилки		СМ- 1247	
<i>Баки вапняного молока</i>			
13. Концентрація суспензії	%	$C_1 =$	5,0
14. Щільність суспензії	т/м³	$\gamma =$	1,05
1	2	3	4
15. Період, на який готується суспензія	годин	t	12
16. Об'єм баків	м³	$W = D Q_5 t / C_1 \gamma 10^4$ Q_5 - м³/год	
17. Прийнята кількість баків і їх розміри		$N = 2$ - стандартні установки ПМТ	2
18. Дозатор вапняного молока		Бункерний ДИМБА- 1	

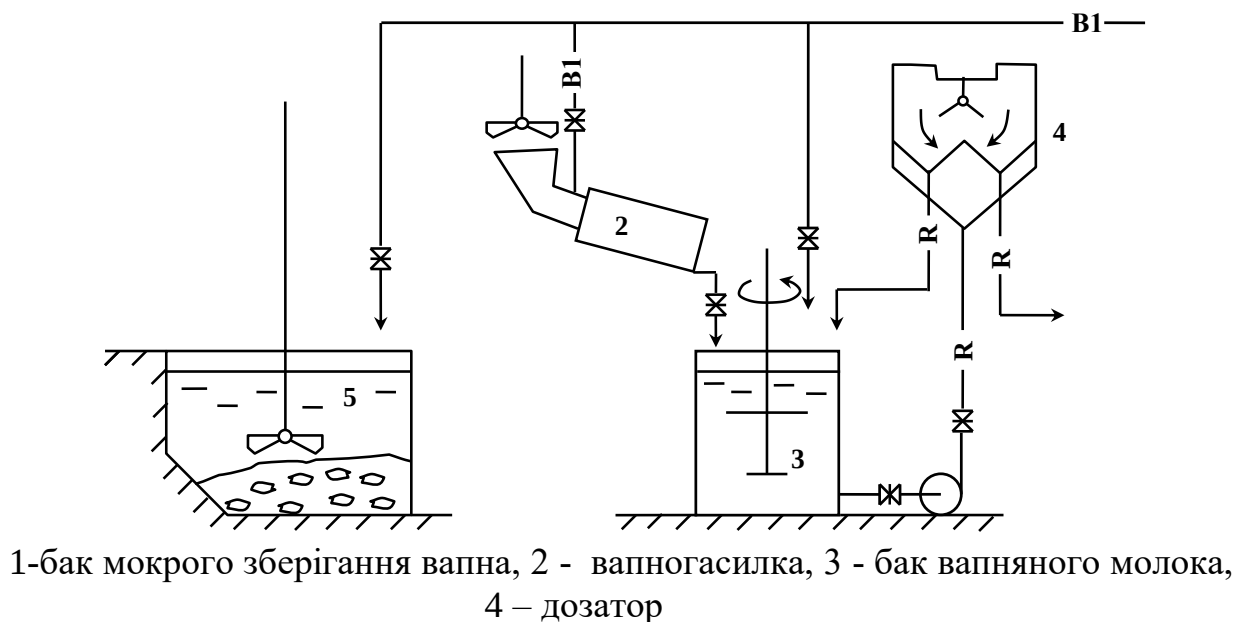


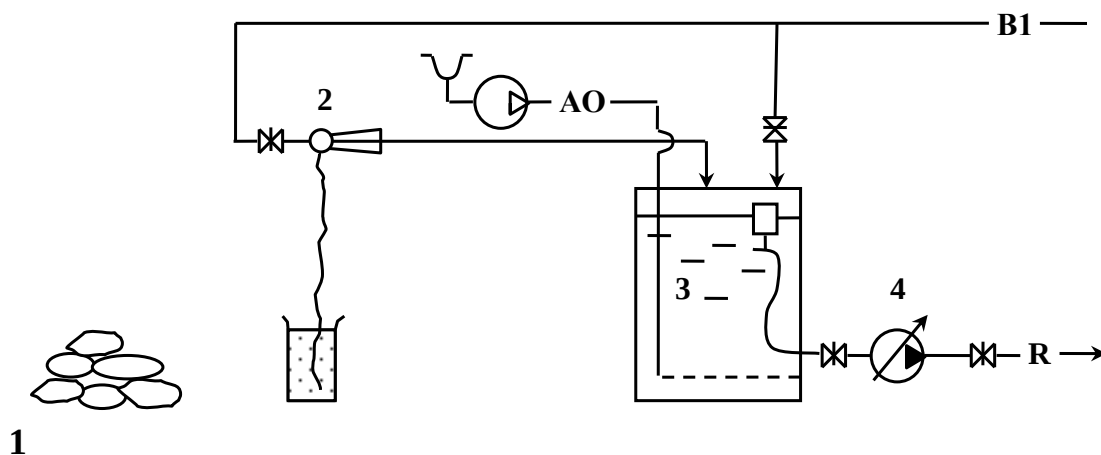
Рис. 10.7. Схема вапняного господарства

10.6.3. Содове господарство

Технічна сода поставляється і зберігається в мішках у вигляді порошку. Для вивантаження соди з мішків, щоб уникнути піління продукту, шкідливого для

персоналу, застосовується гідроелеватор. Готується розчин соди на зм'якшеній воді, що отримується на виході з освітлювача ВТІ. Ця вода підводиться під напором до гідроелеватору і наповнює витратний для розчину бак соди. Всмоктуючий гумовий патрубок гідроелеватору (ежектора) поміщається в мішок з порошком соди, при запуску в роботу в патрубку створюється розрідження, за рахунок якого сода всмоктується в ежектор, змішується в ньому з водою і поступає в бак. Для поліпшення процесу розчинення реагенту бак обладнується біля дна системою дірчастих труб, через які подається стисле повітря від компресора (повітродувки). За рахунок барботажу сода інтенсивно перемішується з водою - процес розчинення прискорюється. Готовий содовий розчин подається в освітлювачі ВТІ насосом-дозатором.

Содове господарство розраховується аналогічно флокулянтному (табл. 10.12), схема наведена на рис. 10.8.



1-склад соди, 2 - ежектор, 3 – розчинно-витратний бак, 4 - насос-дозатор

Рис. 10.8. Схема содового господарства

Таблиця 10.12 - Розрахунок содового господарства

Найменування показника	Од. вим.	Формула для визначення	Результат
1	2	3	4
1. Прийнятий реагент		сода	
2. Доза реагенту	г / м ³	$D = D_c \cdot 53$ ПЗ №7	
3. Вміст активного продукту в реагенті	%	A=90	90
4. Концентрація розчину реагенту	%	C=5	5
5. Щільність розчину	кг / м ³	$\rho=1005$	1005
6. Добова витрата технічного продукту	кг/доб	$G = D Q_5 / 10 A$ $Q_5 - \text{м}^3/\text{доб}$	
7. Термін запасу реагенту	діб	T = 30...90	

8. Щільність технічного продукту	кг / м ³	p=1200	1200
9. Висота складування	м	H=1,5	1,5
10. Площа складу	м ²	F = G T / p H =	
11. Період часу, на який заготовлюється реагент	год.	t = 12, 24, 36	
12. Місткість розчинно - витратних баків реагенту	м ³	W = D Q ₅ t / 10 C ρ = Q ₅ м ³ / год	
13. Кількість баків	шт	N	0
14. Місткість одного бака	м ³	W ₁ = W / N =	0,0
15. Розмір бака кубічної форми	м	a x b x h	
16. Витрата розчину реагенту	л / год	q = 100 D Q ₅ / C ρ = Q ₅ л/год	0,00
	м ³ /доб	Q _{соди} = q*24/1000	0,0
17. Прийнятий тип дозатора і його характеристики		При q до 5 л/год – ПДЩ, вище-НД	

10.6.4 Розрахунок хлорного господарства

Дозу хлора для обробки очищеної води D_х визначаємо по п. 6.18 БНіП [6]. Тоді годинна витрата хлора для знезараження (G_г, кг/год):

$$G_{\text{г}} = Q D_{\text{х}} 10^{-3}, \quad (10.51)$$

де Q = Q₆ + Q₄ - витрата знезаражуваної води, м³/год.

Вибираємо тип хлоратора - ЛОНП-СТО. Його характеристики визначаємо по довіднику Москвітін: продуктивність (G₁, кг/год); габаритні розміри (мм); напір води перед ежектором (0,3 Мпа).

Добова витрата хлора (G_д, кг/доб):

$$G_{\text{д}} = G_{\text{г}} * 24. \quad (10.52)$$

Для зберігання та витрат хлору приймаємо балони ємністю W(л), масою хлора в балоні m_х (кг). Тип випаровування хлору вибираємо без підігріву, знімання хлора з одного балона - g = 0,5 – 0,7 (кг/год).

Необхідна кількість одночасно працюючих балонів (n, шт.) складе:

$$n = G_{\text{г}} / g. \quad (10.53)$$

Кількість робочих хлораторів (N, шт.):

$$N = G_{\Gamma} / G_1 . \quad (10.54)$$

Кількість резервних хлораторів (N_p , шт.) визначаємо по п. 6.152 БніП [6].
Тоді загальна кількість хлораторів ($N_{\text{хл}}$, шт.):

$$N_{\text{хл}} = N + N_p . \quad (10.55)$$

Необхідний запас хлора на складі (G_3 , кг):

$$G_3 = G_d T , \quad (10.56)$$

де T - тривалість періоду, на який запасається хлор ($T = 30 - 100$), діб.
Кількість балонів на складі хлора (N_6 , шт):

$$N_6 = G_3 / m_x . \quad (10.57)$$

Результати розрахунку представити у вигляді таблиці (табл. 10.13).

Таблиця 10.13 - Розрахунок хлорного господарства

Найменування параметра	Од. вим.	Формула для визначення	Результат
1	2	3	4
1. Доза хлору для обробки очищеної води	г/м ³	$D_x = 3...6$	
2. Витрата знезараженої води	м ³ /год	Q - з балансової схеми $Q = (Q_4 + Q_6)/24$	
3. Годинна витрата хлору для знезараження	кг/год	$G_{\Gamma} = Q D_x 10^{-3} =$	
4. Прийнятий тип хлоратора		ЛОНІ-СТО	
5. Характеристики хлоратора			
6. Добова витрата хлору.	кг/доб	$G_{\text{доб}} = 24 G_{\Gamma} =$	
7. Прийнятий тип тари для хлору		Балони	
8. Місткість одного балона	л	$W =$	40
9. Маса хлору в балоні	кг	$m_x =$	50
10. Прийнятий тип випару хлору		Без підігрівання	
11. Знімання хлору з одного балона	кг/год	$.g = 0,5...0,7$	
12. Необхідна кількість одночасно працюючих балонів	шт.	$.n = G_{\Gamma} / g =$	
13. Кількість робочих хлораторів			1
14. Тривалість періоду, на який запасається хлор	діб	$T = 30...100$	

15. Необхідний запас хлору на складі	кг	$G_3 = G_{\text{доб}} T =$	
16. Кількість балонів на складі хлору	шт.	$N_3 = G_3 / m_x =$ Приймаємо	

10.7 Розрахунок ущільнювачів осаду

В якості осадоущільнювача (згущувача) можуть бути використані секції шахтного відстійника. Таким чином тип осадоущільнювача (згущувача) - горизонтальний. З відомих розмірів однієї секції відстійника (L, b, h, m) визначаємо об'єм однієї секції (W, m^3):

$$W = L \times b \times h . \quad (10.58)$$

Сумарний об'єм скидання в згущувач за цикл (W_c, m^3) складає:

$$W_c = W_{oc} + W_{пр} , \quad (10.59)$$

де W_{oc} - об'єм осаду, що скидається в згущувач за один цикл, m^3 ;

$W_{пр}$ - об'єм промивної води від промивки одного фільтру, m^3 .

Тривалість циклу згущування (T) складає 6 – 10 годин.

Необхідна кількість секцій (N , шт.) :

$$N = W_c / W . \quad (10.60)$$

Об'єм води, відокремлюваної від осаду ($W_v, m^3/\text{доб}$) визначається по формулі:

$$W_v = W_{\text{доб}} (1 - (100 - P_1)/(100 - P_2)) , \quad (10.61)$$

де $W_{\text{доб}} = q_3 + q_5$ - добовий об'єм скиду в згущувач, $m^3/\text{доб}$;

q_3, q_5 – кількість осаду з балансової схеми (див. ПЗ-9), $m^3/\text{доб}$;

P_1 - вологість осаду до згущування ($P_1 = 98,5\%$), %;

P_2 - вологість осаду після згущування (табл. 10.14).

Таблиця 10.14 - Вологість осаду після згущування

Характеристика води за вмістом завислих речовин	Вміст завислих речовин $C_{вх}, \text{г/м}^3$	Вологість осаду після згущування, $P_2, \%$
Малокаламутні води	< 50	98
Средньокаламутні води	50 - 250	97
Каламутні води	>250	92

Розрахунок згущувачів осаду (осадоущільнювачів) наведений в таблиці 10.15.

Таблиця 10.15 - Розрахунок осадоушільнювача

Найменування елементу	Один. виміру	Формула для визначення	Результат
1	2	3	4
1. Тип осадоушільнювача (згущувача)		Горизонтальний (секції шахтного відстійника)	
2. Розміри однієї секції	м	З таблиці 9.1 $L \times b \times h$	
3. Об'єм однієї секції	м ³	$W = L \times b \times h =$	
4. Об'єм осаду, що скидається в згущувач за один цикл із споруд I-го ступеня освітлення	м ³	$W_{oc} = W k_p$ з таблиці 10.9 строка 30,	
6.Об'єм осаду від освітлювачів ВТІ	м ³	$W_y = Q_{oc} \cdot$ з таблиці 10.10	
6. Сумарний об'єм скидання в згущувач за добу	м ³ /доб	$W_{доб} = W_{oc} + W_y$	
7. Тривалість циклу згущування	годин	$T = 6 \dots 10$	
8. Необхідна кількість секцій	шт	$N = W_{доб} / W =$	
9. Вологість осаду до згущування	%	$P_1 = 98,5$	
10. Вологість осаду після згущування	$P_2 \%$	для малокаламутних вод - 98 для середньокаламутних вод - 97 для каламутних вод - 92	
12. Об'єм води, що відокремлюється від осаду	м ³ /доб	$W_v = W_{доб} (1 - (100 - P_1)/(100 - P_2)) =$	

10.8 Розрахунок накопичувачів осаду

Вихідною величиною для розрахунку накопичувача є середньорічний вміст завислих речовин в початковій воді ($C_{всп}$, г/м³).

Тривалість накопичення осаду (Т) визначається по п. 17 додатку 9 [6] і приймається від 5 до 10 років.

Об'єм накопичувача (W_n , м³) визначається по формулі:

$$W_n = 0,876qC_{всп}[1/(100 - P_1)\rho_1 + 1/(100 - P_2)\rho_2 + \dots + 1/(100 - P_i)\rho_i], \quad (10.62)$$

де q - витрата води, що очищається, м³/год;

P_i - середня вологість осаду по роках (по рис. 1 додатку 9 [6]), %;

ρ_i - середня щільність осаду по роках ущільнення (по рис. 1 додатка 9 [6]), т/м³.

Площа однієї секції накопичувача ($F_{н1}$, м²) складає

$$F_{н1} = W_n / N_n H_n, \quad (10.63)$$

де N_H - кількість секцій накопичувача (визначається по п. 13 додатку 9 [6])
 $N_H \geq 2$, шт.;

H_H - глибина накопичувача (визначається по п. 9 додатку 9 [6]) $H_H \geq 3,5$ м, м.

Об'єм води, що відділяється від осаду в процесі його ущільнення (W_B , м³/доб) дорівнює

$$W_B = W_{oc} - (W_H / T \cdot 365), \quad (10.64)$$

де W_{oc} - об'єм осаду, що поступає в накопичувач за добу, м³. Розрахунок осадонакопичувачів наведений в таблиці 10.16, схема накопичувача осаду наведена на рис. 10.9.

Таблиця 10.16 - Розрахунок шламонакопичувача

Найменування елементу	Один. вимір у	Формула для визначення	Рез ульт -тат
1	2	3	4
1. Середньорічний вміст зважених речовин в початковій воді	г/м ³	$C_{вх}$	
2. Тривалість накопичення осаду	років	T - по п. 17 дод.9 [1] 5...10	
3. Середня вологість осаду по роках – перший рік – другий рік – третій рік – четвертий рік – п'ятий рік	%	P - по рис. 1 дод.9 [1] $P_1=83; P_2=78; P_3=76; P_4=74;$ $P_5=73;$ $P_6=72,5; P_7=72$ в подальшому по роках вологість не змінюється	
4. Середня щільність осаду по роках ущільнення	т/м ³	ρ - по рис. 1 дод. 9[1]= $\rho_1=1,1; \rho_2=1,13; \rho_3=1,15;$ $\rho_4=1,16;$ $\rho_5=1,18;$ в подальшому по роках щільність не змінюється	
5. Витрата води, що очищається	м ³ /год	q	
6. Об'єм накопичувача	м ³	W_H - по формулі (2) дод. 9 [1] $W_H = 0,876 \cdot q \cdot C_{B,cp} \times$ $\times \left[\frac{1}{1/(100-P_1)\rho_1} + \frac{1}{1/(100-P_2)\rho_2} + \dots + \frac{1}{1/(100-P_8)\rho_8} \right]$	
1	2	3	4
7. Глибина накопичувача	м	$H_H \geq 3,5$ м	
8. Кількість секцій накопичувача	шт.	$N_H \geq 2$	

9. Площа однієї секції накопичувача	м^2	$F_{H.1} = W_H / N_H H_H$	
10. Об'єм осаду, що поступає в накопичувач за добу	м^3	$W_{oc} = W_{доб} - W_B$ (табл. 9.15)	
11. Об'єм води, що відділяється від осаду в процесі його ущільнення.	$\text{м}^3/\text{доб}$	$W_{BO} = W_{oc} - (W_H / T \cdot 365)$	

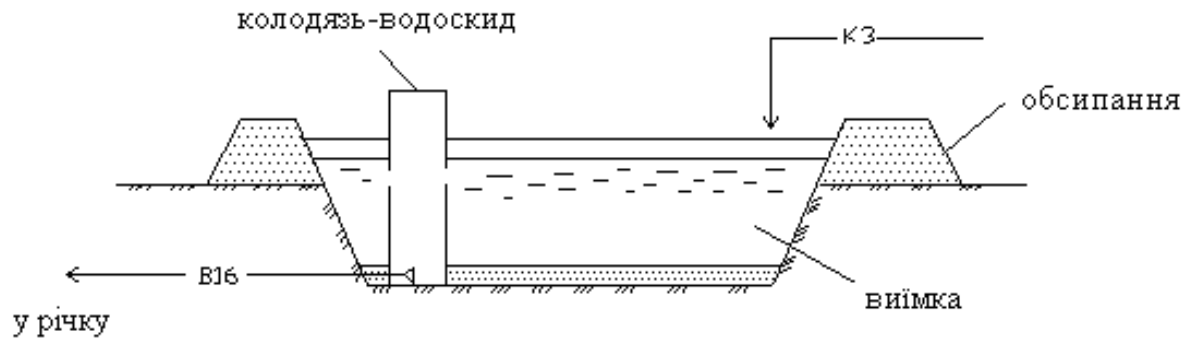


Рис. 10.9. Схема шламонакопичувача

Література [1, 9, 10]

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 11

11 Оцінка ефективності прийнятих рішень

В результаті впровадження технологічної схеми очистки сточних вод відбудеться забезпечення комплексного природокористування на підприємстві. Необхідно вказати (див. балансову схему): кількість очищеної води $Q_{\text{заг.}} = (Q_7 + Q_4 + q_{18}) * 0,365$, тис. м³/рік, у тому числі:

- на власні потреби – $Q_{\text{вл.п}} = Q_7 * 0,365$, тис. м³/рік;

- на продаж стороннім споживачам – $Q_{\text{ст.сп}} = (Q_4 + q_{18}) * 0,365$, тис. м³/рік.

Також необхідно оцінити зниження скидання забруднюючих речовин у водні об'єкти. Зокрема необхідно визначити скорочення скидання завислих речовин у водні об'єкти за рахунок використання запропонованої схеми очищення шахтних вод із застосуванням шахтних відстійників наступним чином.

$$\Delta W = Q (C_{\text{висх}} - C_{\text{осв}}) * 365 * 10^{-6}, \quad (11.1)$$

де ΔW - скорочення скидання завислих речовин у водні об'єкти, т/рік;

Q - добова витрата води, м³/доб;

$C_{\text{висх}}$ – вміст завислих речовин в шахтній воді на вході в відстійник, мг/л;

$C_{\text{осв}}$ - концентрація суспензії в освітленій воді на виході з відстійника ($C_{\text{осв}} = 15 \div 20$), мг/л.

Також буде отриманий економічний ефект від запропонованих заходів із очищення шахтних вод, що включає до себе ефект від продажу очищеної шахтної води та ефект досягнутий за рахунок ліквідації збитку від скидання шахтних вод поверхні.

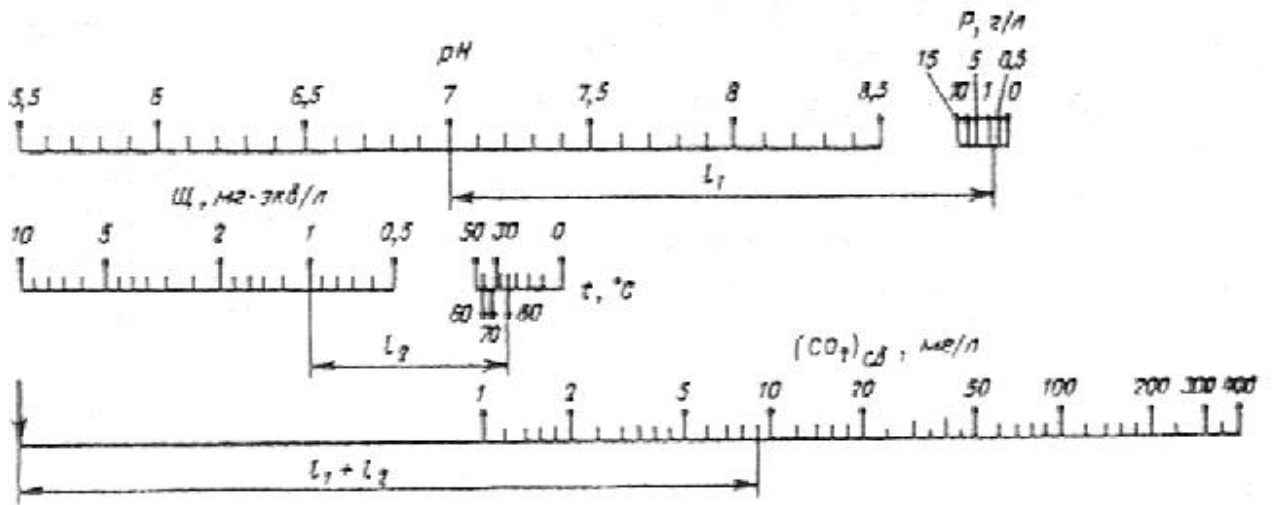
Література [2, 5, 6]

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

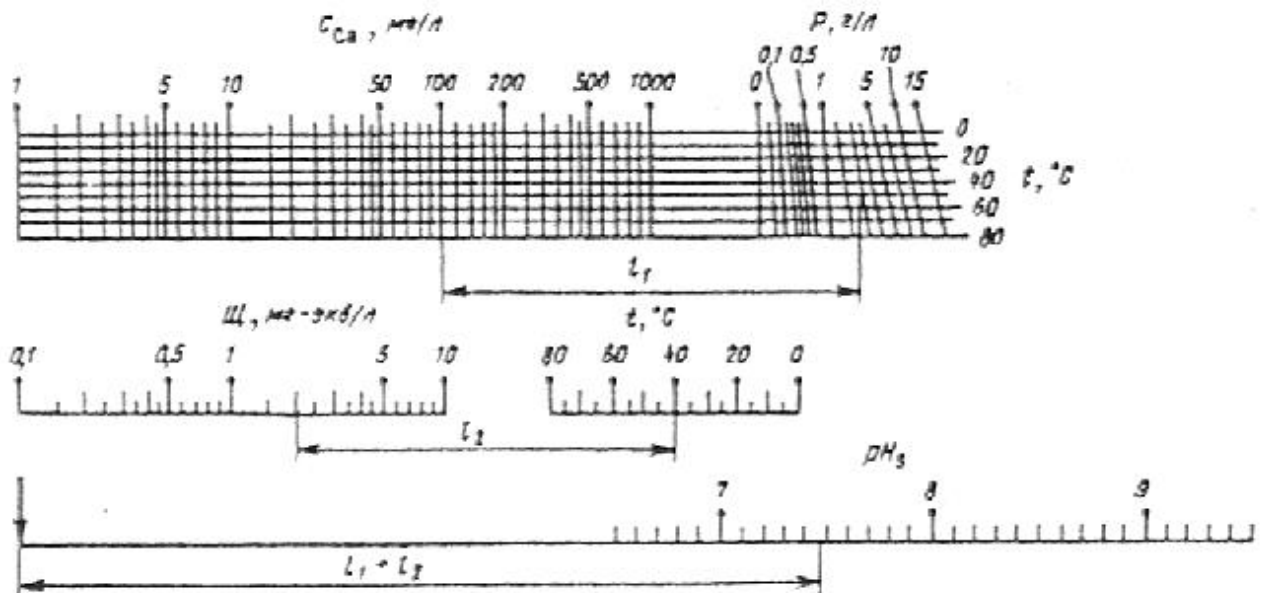
1. Физико-химические основы технологии осветления и обеззараживания шахтных вод / С.С. Гребенкин, В.К. Костенко, Е.С. Матлак и др. – Донецк : ВИК, 2009. – 438 с.
2. Герасимов, О.І. Теоретичні основи технологій захисту навколишнього середовища : навч. посіб. / О.І. Герасимов ; Одеський держ. екологіч. ун-т. – Одеса : ТЕС, 2018. – 228 с.
3. Природоохоронні технології. Ч.2. Методи очищення стічних вод : навч. посіб. / В.Г. Петрук, Л.І. Северин, І.І. Безвозюк та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 254 с.
4. Природоохоронні технології. Ч.3. Методи переробки осадів стічних вод : навч. посіб. / В.Г. Петрук, Л.І. Северин, І.І. Безвозюк та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 324 с.
5. Водні ресурси : використання, охорона, відтворення, управління : підруч. для студ. ВНЗ / А.В. Яцик, Ю.М. Грищенко, Л.А. Волкова, І.А. Пашенюк. – К. : Генеза, 2007. – 360 с.
6. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / А.К. Запольський и др. – К. : Лібра, 2000. – 552 с.
7. Теоретические основы очистки воды : учеб. пособие / Н.И. Куликов, А.Я. Найманов, Н.П. Омельченко, В.Н. Чернышев. – Донецк : Ноулидж, 2009. – 298 с.
8. СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения». – М. : Стройиздат, 1986. – 72 с.
9. Проектирование сооружений для очистки сточных вод : (справ. пособие к СНиП 2.04.03-85). – М. : Стройиздат, 1990. – 192 с.
10. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды : в 2-х ч. / Л.А. Кульский, И.Т. Гороновский, А.М. Когановский, М.А. Шевченко. – К. : Наук. дум., 1980.

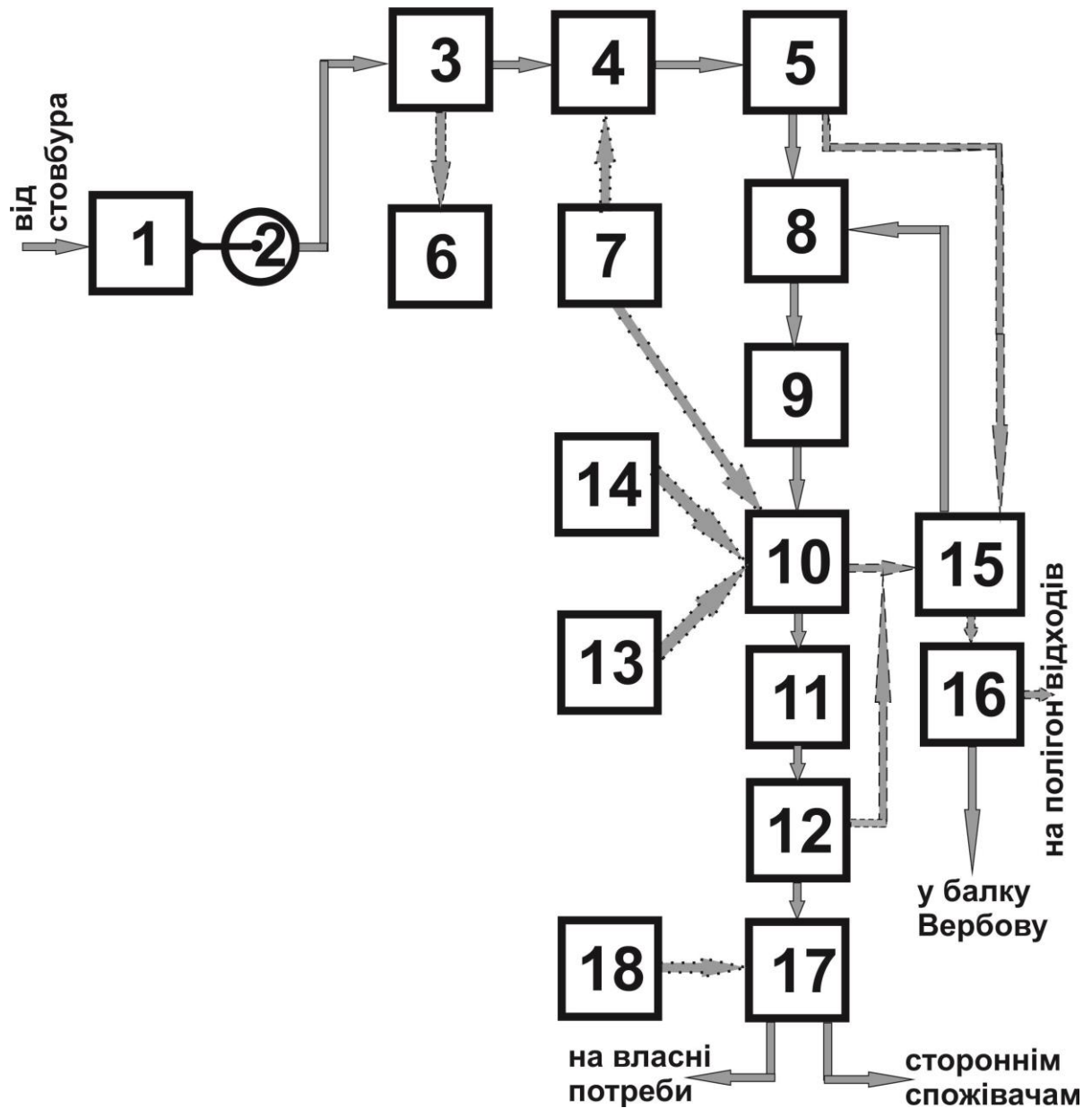
Таблиця Д1 - Вихідні данні для курсового проектування

Варіант	Шахта	Продуктивність очисних споруджень, Q, м ³ /доб	Вміст завісі, C _в , мг/л	Вміст нафто- продуктів, C _{нп} , мг/л	Відсотковий вміст крупно- дисперсної завісі, % U _о = 3,5 ... 4,5 мм/с, %	Концентрація іонів, г/м ³					pH
						Ca ⁺²	Mg ⁺²	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	
1	Ім. М.І. Калініна	3200	200	0,2	5	120	32,5	300	450	540	7,0
2	Заперевальна	3600	220	0,3	7	210	26	200	470	440	7,2
3	Щегловсько-Глибока	3950	240	0,4	9	190	49	350	490	450	7,4
4	Ім. Поченкова	4550	265	0,6	13	290	25	450	310	650	7,5
5	Глибока	4100	250	0,5	11	195	25	240	240	460	7,1
6	Жовтневий рудник	6200	280	0,3	17	180	39	210	360	560	7,3
7	Ім. О.Ф. Засядька	5300	320	0,9	19	185	12,5	245	280	570	7,6
8	Ім. Орджонікідзе	5600	330	0,35	21	175	36	220	310	470	7,7
9	Ш / у Покровське	5900	350	0,65	23	170	46	225	360	380	7,8
10	Краснолиманська	4950	275	0,7	15	165	19	230	520	480	7,9
11	Комунарська	6900	400	0,4	8	160	25	235	600	490	8,0
12	Зуївська	7150	415	0,5	10	155	31	225	370	390	7,5
13	Комсомолець Донбасу	7400	450	0,7	14	190	55	350	490	450	7,4
14	Кіровська	7300	435	0,6	12	170	45	210	360	560	7,3
15	Бутівка	7700	315	0,8	16	285	35	450	310	650	7,5
16	Ім. Скочинського	7900	285	0,9	18	200	37	240	240	460	7,1
17	Трудовська	6600	215	0,6	20	180	48	210	360	490	7,3
18	Лідіївка	8600	255	0,45	22	185	56	245	280	370	7,6
19	Південнодонбаська №3	4500	235	0,2	15	175	36	245	310	470	7,7
20	Південнодонбаська №1	4600	190	0,3	18	160	45	235	550	490	8,0

Номограма для визначення вмісту CO_2 

Номограма для визначення рНс





1 - усереднювач; 2 – насос; 3 - відкритий гідроциклон; 4 - шайбовий вузол; 5 - тонкошаровий відстійник; 6 – вугільний склад; 7 – бак флокулянту; 8 – резервуар освітленої води; 9 – водопідігрівач; 10 – освітлювач ВТІ; 11 – резервуар частково зм'якшеної води; 12 - мехфільтр; 13 – вапняне господарство; 14 – содове господарство; 15 – осадоушільнювач; 16 – шламонакопичувач; 17 – резервуар фільтрованої води; 18 – хлорне господарство; сплошні лінії – рух води; штрихові лінії – рух відходів, крапки – рух реагентів.

Рис. ДЗ – Прийнята блок-схема очищення шахтних для повторного використання