

# Приготування, зберігання та утилізація ЗОР



## 1. Зберігання та приготування ЗОР на водній та безводній основі. Моніторинг якості

### 1.1. Зберігання ЗОР

Безводні ЗОР можуть зберігатися, не втрачаючи своїх властивостей, протягом декількох років, тоді як термін зберігання концентратів для ЗОР на водній основі становить від 6 міс. до 1 року максимум. Температура зберігання концентратів ЗОР на водній основі повинна бути від -5 до +40 °С. Якщо температура навколишнього середовища опускається нижче 0 °С, перед використанням концентратів ЗОР їх необхідно перемішати (для цього досить деякий час обернути бочку) і підігріти. При зберіганні бочок із ЗОР на відкритих майданчиках їх потрібно розташовувати горизонтально, щоб уникнути попадання вологи при малому диханні. Ємності (бочки) для зберігання концентратів ЗОР повинні бути чистими, герметичними та використовуватися тільки для конкретного типу ЗОР. Не можна використовувати оцинковані бочки, оскільки це може спричинити утворення цинкових миль, що негативно впливають на якість ЗОР. Бочки та ємності для зберігання концентратів повинні постійно перевірятися щодо наявності забруднень і в разі необхідності піддаватися очищенню. При зберіганні концентратів ЗОР у резервуарах рекомендується проводити щорічний бактеріологічний аналіз та за необхідності використовувати відповідні антибактеріологічні добавки.

### 1.2. Приготування ЗОР на водній основі

Нижче наведено рекомендації щодо правильного приготування ЗОР на водній основі. Концентрат ЗОР, що є емульсією типу «масло у воді», повинен додаватися у воду, а не навпаки. В іншому випадку можуть утворюватися конгломерати або навіть гелі. Якщо це сталося, невдала партія ЗОР зливається та готується нова, нормальна. Для приготування водяних розчинів немає жодних особливих вимог, тому що вони не містять ні мінеральних масел, ні емульгаторів. Основним фактором отримання придатної для використання емульсії є якість води, що додається. Використовувана вода (краще питної якості) повинна мати жорсткість 175-350 ррт CaCO<sub>3</sub>. Якість необхідно перевіряти, щоб уникнути проблем з бактеріями та підвищеним рН. Інформацію про ці параметри можна отримати у відділеннях водоканалу, що забезпечують підприємство водою. При необхідності перед використанням вода може бути піддана додатковій обробці (пом'якшення або підвищення жорсткості, демінералізація, фільтрація, бактеріологічне очищення). Вода для приготування ЗОР має бути чистою та нейтральною (рН близько 7). Річкова або колодезна вода може використовуватися тільки після перевірки і, якщо необхідно, попередньої обробки, оскільки така вода може містити мікроорганізми, що негативно впливають на якість емульсії або розчинів. Вода не повинна бути надто жорсткою (омилення та випадання мильного осаду) або надто м'якою (піноутворення). Жорсткість м'якої води легко підвищити додаванням ацетату кальцію. Для приготування емульсії використовують апарати з мішалками, інжектори та насоси-дозатори. При використанні інжекторів відстежуються показники тиску, температури та в'язкості. Ці фактори не мають значення при використанні насосів, що дозують. Місткість для приготування ЗОР може бути забезпечена апаратурою для вирівнювання тиску. При приготуванні ЗОР контролюється співвідношення компонентів, а після виходу готової ЗОР концентрації перевіряються на рефрактометрі.

### 1.3. Моніторинг ЗОР

В ідеалі якість ЗОР має контролюватися постійно. Необхідно видаляти з ЗОР тверді та рідкі забруднювачі, як то : мехдомішки , абразивні опади, мастильні матеріали. Для цього використовуються різні методи очищення: центрифугування та/або фільтрація, так як чисті рідини підвищують продуктивність і знижують знос обладнання. Якість емульсії в резервуарах має перевірятися хоча б щотижня, а краще щодня, оскільки це підвищує термін служби ЗОР.

### Безводні ЗОР

Загалом якість безводних ЗОР легко контролювати, оскільки вони менш схильні до впливу мікроорганізмів і мають більш тривалий термін служби, ніж продукти на водній основі. Основні характеристики, які необхідно контролювати в безводних ЗОР, - це: мехдомішки , термостабільність , в'язкість та своєчасність підживлення. Ці рідини застосовуються як у централізованих циркуляційних системах ЗОР, так і на окремих верстатах та механізмах.

### ЗОР на водній основі

ЗОР на водній основі вимагають більш ретельного контролю, ніж безводні ЗОР. Термін служби у них набагато менший. Для невеликих ємностей потрібен ретельніший контроль якості, ніж у разі централізованих циркуляційних систем. ЗОР обох типів не нормуються на вигляд і запах. Виготовлення та контроль якості багатоконпонентних ЗОР повинні проводитись висококваліфікованим персоналом. Необхідність коригування концентрації визначається найпростішими аналізами. Між взяттям проби та проведенням аналізу має пройти не менше 48 год. У табл. 1 та 2 наведено основні методи аналізів якості ЗОР на водній основі та безводних

Таблиця 1. Основні методи випробувань безводних ЗОР

Властивості	Методи випробувань
Запах, зовнішній вигляд	Органолептично та оптично
Густина	ASTM-D 1217, IP 249, DIN 51757



Рідкі забруднення	Індекс рефракції <i>ASTM-D 1218, DIN 974, DIN 51558</i>
Мехдомішки	<i>ASTM-D 893</i>
<b>Захист від корозії</b>	
Кольорові метали	<i>ASTM-D 130, DIN 51 759-1</i>
Сталь	<i>IP 19, DIN 51589</i>
В'язкість	<i>ASTM-D 445, DIN 51562</i>
Вміст води	Метод Карла-Фішера, <i>ASTM-D 808, DIN 51777</i>
Протизадирні властивості	ЧШМ: <i>ASTM-D 2783, DIN 51 350-2/3</i>

### Централізовані циркуляційні системи

Для централізованих систем приймаються самі методи контролю та той самий періодичність їх проведення, як і окремих верстатів і механізмів. Рекомендовані методи вказані в табл. 2

Таблиця 2. Основні методи випробувань ЗОР на водній основі			
Окремі верстати та механізми		Централізована циркуляційна система (додатково)	
Властивості	Методи випробування	Властивості	Методи випробування
Запах, зовнішній вигляд	Органолептичні та оптичні методи	Мастильні матеріали	<i>DIN 51 367</i>
pH	Потенціометрично <i>DIN 51 369</i>	Мехдомішки	<i>ASTM-D 893</i>
Концентрація	Ручний рефрактометр	Зміст електролітів	Вимірювання провідності
Зміст нітритів max 20 ppm max 50 ppm	Фотометрично Фотометрично	Вміст хлоридів	Титрування
Зміст бактерій грибки дріжджові грибки	На платівках	Корозія	Випробування у тонкому шарі <i>ASTM-D 4627, IP 287, DIN 51 360-2</i>

Вміст нітритів та нітратів у розчинах та емульсіях не повинен перевищувати 20 та 50 ppm відповідно. Відповідно до німецьких стандартів перевищення цих граничних концентрацій неприпустимо, так як у ЗОР на водній основі нітрити та нітрати, взаємодіючи з діетаноламінами (вторинними амінами), що містяться в продукті, можуть утворювати канцерогенні N -нітрозодіетаноламіни .

#### 1.4. Підтримка ЗОР на рівні працездатності

Підтримка ЗОР на рівні працездатності полягає у проведенні заходів щодо продовження терміну служби ЗОР на водній основі та безводних рідин. Це дозволяє збільшити якість обробки, а також знизити знос та витрати на обслуговування обладнання.

#### Безводні ЗОР

Взагалі, безводні ЗОР простіше підтримувати на рівні працездатності, ніж ЗОР на водній основі. Основними операціями щодо підтримки рівня працездатності безводних ЗОР є очищення від мехдомішок та контроль рівня в'язкості. Мастильні матеріали, що



потрапили в ЗОР (наприклад, гідравлічні рідини), можуть так сильно впливати на в'язкість та інші властивості, що зводять нанівещь весь сенс його застосування. У разі виявлення необхідно провести повну регенерацію чи заміну всього робочого обсягу ЗОР.

### ЗОР на водній основі

ЗОР на водній основі є місцем існування для різних мікроорганізмів, таких як бактерії, грибки і дріжджові грибки. Це означає, що ЗОР на водній основі повинні проходити перевірку на біоміст значно частіше, ніж безводні ЗОР.

Також необхідне очищення ЗОР на водній основі від хутряних домішок та мастильних матеріалів (за допомогою фільтрів або центрифуг). Важливо стежити за складом рідин на водній основі, оскільки зниження концентрації компонентів у воді може викликати розмноження мікроорганізмів, зниження емульсійної стабільності, погіршення робочих параметрів та збільшення корозійної активності. З іншого боку, збільшення вмісту компонентів у воді призводить до підвищеного піноутворення, що погіршує відведення тепла та негативно впливає на роботу металообробного обладнання. Крім того, висока концентрація компонентів негативно впливає на зовнішнє покриття верстатів та механізмів (забарвлення) і може викликати дерматити у робітників.

Ключовим фактором для ЗОР на водній основі є рН. У чистих ЗОР при низьких концентраціях компонентів у воді (< 5 %) значення рН не повинно бути нижчим за 8,8, а при високих концентраціях (> 10%) не перевищувати 9,3. Емульсії з рН у межах нешкідливі персоналу. У процесі роботи величина рН ЗОР може падати або зростати, залежно від способу очищення обладнання (через наявність лужних сполук у миючих розчинах). Під впливом мікроорганізмів значення рН зазвичай знижується. Це може призвести до корозії обладнання. При зниженні рН утворюється неприємний запах і емульсія стає нестабільною. Для визначення вмісту мікроорганізмів рекомендовано метод визначення тонких пластинок. Якщо вміст мікроорганізмів у рідині більше 1 млн ppm, необхідна антибактеріологічна обробка.

Іншим важливим фактором, що впливає на властивості ЗОР, є очищення від домішок, що флотують (мастильні матеріали і абразивні опади). Ці забруднення дестабілізують емульсії та роблять їх більш уразливими для впливу мікроорганізмів. Нестабільність емульсії також викликається розчиненими у воді солями (хлориди, сульфати та ін.). Ось чому слід уникати застосування занадто жорсткої води (> 440 ppm CaCO<sub>3</sub>). Така вода сприяє утворенню мил. Занадто м'яка вода (< 175 ppm CaCO<sub>3</sub>) викликає підвищене піноутворення, тому її жорсткість має бути підвищена. Наступним фактором, що викликає нестабільність емульсії, є підвищена температура, що веде до випаровування великої кількості води. У свою чергу, це призводить до підвищення концентрації солей (електролітів) і може спричинити руйнування емульсії. Для ліквідації наслідків підвищеного випаровування необхідно додати дистильовану воду або повністю поміняти весь об'єм ЗОР. Ще одним важливим фактором, що впливає на рівень працездатності ЗОР, є аерація (насичення емульсії повітрям). В ізольованих від доступу повітря або довго не працюючих ЗОР активно розмножуються анаеробні бактерії. Також може відбуватися утворення H<sub>2</sub>S із сульфонатів.

Все це викликає огидний запах. Після припинення роботи потрібно просто залишити циркуляційний насос включеним на деякий час, щоб дати можливість повітря розчинитися в ЗОР. Зазвичай зниження температури покращує робочі характеристики рідини та їх стабільність. Підігрів емульсії потрібен дуже рідко. Охолодження ЗОР також продовжує термін їхньої служби за рахунок зниження випаровування, а зростання кількості мікроорганізмів при охолодженні значно знижується.

### 1.5. Можливі проблеми при використанні ЗОР та методи їх усунення

При використанні будь-якого типу ЗОР у процесах металообробки виникають однакові труднощі, які необхідно усувати (табл. 3 та 4).

Таблиця 3. Можливі проблеми при використанні безводних ЗОР та методи їх усунення	
Проблема	Метод усунення
Низький рівень ЗОР у живильній ємності	Долити та перевірити систему на предмет витоків
Підвищений вміст механічних домішок	Встановити відповідну систему або центрифугу; змінити умови центрифугування або змінити весь робочий об'єм ЗОР
Рідкі домішки (вода чи розчинники)	Нагріти рідину, встановити сепаратор
Занадто низька або висока в'язкість	Розбавити ЗОР компонентом іншої в'язкості, що містить необхідні присадки, встановити причини зміни в'язкості, перевірити систему щодо витоків, змінити весь робочий обсяг ЗОР
Корозія (чорні та кольорові метали)	Видалити воду, додати інгібітори корозії, змінити весь робочий об'єм ЗОР
Рідкі домішки (мастильні матеріали)	Усунути попадання мастила з напрямних, гідравлічних рідин та мастил; змінити весь робочий обсяг ЗОР
Піноутворення	Перевірити ущільнення повітряного насоса, перевірити рівень рідини, додати антипінні присадки, змінити весь робочий об'єм ЗОР.



Масляний туман, пари олії	Використовувати малолетючі олії, додати відповідні присадки, встановити захисні козирки та кожухи, покращити подачу ЗОР у робочу зону.
---------------------------	--

Таблиця 4. Можливі проблеми при використанні ЗОР на водній основі та методи їх усунення	
Проблема	Метод усунення
Низький рівень ЗОР у живильній ємності	Долити та перевірити систему на предмет випаровування та витоків
Вміст мікроорганізмів у рідині понад 1 млн ppm (неприємний запах)	Додати свіжу ЗОР з антибактеріальними присадками
Дія грибків або дріжджових грибків	Додати антибактеріальні присадки, провести перевірку на вміст мікроорганізмів

### Заміна ЗОР

ЗОР мають свій термін служби, після якого необхідно проводити їх заміну. Якщо рідина підібрана правильно, термін її служби значно подовжується. Термін служби ЗОР залежить від чистоти системи, а у разі використання рідини на водній основі – і від біочистоти (дезінфекції) системи. Заміна ЗОР також повинна проводитися лише тоді, коли досягати робочих параметрів іншими способами, наведеними вище, неможливо.

### Безводні ЗОР

Як правило, безводні ЗОР мають дуже тривалий термін служби. Для систем малого обсягу (індивідуальні верстати та механізми) заміна ЗОР проводиться чашею, ніж для централізованих циркуляційних систем великого обсягу. Заміна ЗОР необхідна, якщо рідкі та тверді забруднення не можуть бути видалені, так як за наявності забруднень сильно збільшується знос обладнання, утруднюється фільтрація, падають робочі показники самої ЗОР, псується зовнішнє покриття обладнання (забарвлення), з'являється неприємний запах. У найгіршому разі зниження якості ЗОР може позначитися безпосередньо на здоров'я робітників (шкірні захворювання). Відпрацьовані ЗОР можуть регенеруватися для робіт із трубопроводами, резервуарами, засувками, клапанами та ін. Вони повинні бути ретельно очищені.

**ЗОР на водній основі** Як правило, ЗОР на водній основі підлягають частішій заміні, ніж безводні. Продукти на водній основі підлягають заміні, якщо з'явився неприємний запах, налипання, підвищене піноутворення в ємності, якщо підвищується або падає значення рН, збільшується кількість солей, вода стає занадто жорсткою, утворюються мила, ЗОР загущується, падає стабільність емульсії, візуально спостерігаються опади на поверхні обладнання, погіршуються робочі характеристики самого обладнання, збільшується вміст рідких та твердих домішок, падає термін служби обладнання, знижується фільтрованість, збільшується вміст мікроорганізмів, псується зовнішнє покриття обладнання (забарвлення). Зміна ЗОР на водній основі набагато простіше, ніж безводні. Однак до початку дренажу системи в неї необхідно подати компоненти, що чистять. Необхідно бути впевненим, що вміст ЗОР у порожніх трубах зведено до мінімуму. Залежно від ступеня забруднення системи миючі компоненти додаються за 8-24 год до зливу. Після того як відпрацьована рідина разом з компонентами, що чистять, злита, вся система піддається повторній дезінфекції. Така ретельна обробка необхідна для того, щоб у залиту рідину не потрапили мікроорганізми з самої системи. Відпрацьовані ЗОР на водній основі можуть бути регенеровані або використані для інших промислових цілей.

### Заходи безпеки під час роботи з ЗОР

Основним призначенням ЗОР є підвищення якості продукції, зниження зносу та підвищення продуктивності устаткування. У багатьох випадках уникнути контакту людини з ЗОР неможливо. Навіть рідини, які пройшли тест на безпеку щодо дерматитів, можуть спричинити подразнення шкіри, слизових та бронхів. Основною проблемою є алергія, тому необхідно вживати всіляких заходів для зниження впливу ЗОР на людину та навколишнє середовище. У табл. 5. наведено основні заходи безпеки, необхідних дотримання під час роботи з ЗОР.

Таблиця 5. Основні заходи безпеки, необхідні для дотримання при роботі з ЗОР	
1. Уникати контакту з ЗОР	11. Витирати руки сухими м'якими паперовими рушниками
2. Користуватися захисним робочим одягом	12. Регулярно міняти замаслений одяг



3. Носити захисні окуляри	13. Строго дотримуватися робочих інструкцій
4. Надавати рекомендації щодо захисту шкіри	14. Дотримуватись відповідних розпоряджень
5. Надавати рекомендації щодо захисту шкіри	15. Використовувати рідини, що не містять нітритів хлору та діетаноламінів
6. Забезпечувати захисним кремом для рук (якщо робота з безводними ЗОР, використовувати водорозчинний крем, якщо робота з емульсіями - маслорозчинний крем)	16. Забезпечувати обладнання захисним кожухом
7. Не користуватися абразивними засобами для чищення	17. Забезпечувати у цехах необхідну вентиляцію
8. Користуватися лише рН нейтральним милом	18. Встановлювати на обладнанні маслоуловлювачі
9. Не мити руки в ЗОР	19. Дотримуватися заходів пожежної безпеки під час роботи з магнієм та його сплавами
10. Не витирати руки ганчір'ям, забрудненим ЗОР	20. Розливи ЗОР засипати піском

## 2. Утилізація та переробка відпрацьованих ЗОР

Утилізація відпрацьованих ЗОР провадиться відповідно до місцевих природоохоронних норм. Кожне підприємство зацікавлене у зниженні витрат на утилізацію відпрацьованих ЗОР. Правильний вибір та використання ЗОР дозволяють зменшити обсяг рідин, не знижуючи якості роботи, що, природно, знижує витрати на їхню утилізацію.

### 2.1. Утилізація відпрацьованих СО Ж

Правильне використання ЗОР дозволяє збільшити термін їхньої служби. Випадки, коли забруднення ЗОР рідкими та твердими речовинами досягають такого рівня, що потрібно направити ЗОР на утилізацію, а систему необхідно заправити свіжою рідиною, трапляються дуже рідко. У випадку безводних ЗОР не виникає проблем з їхньою підготовкою. Ситуація різко відрізняється при використанні ЗОР на водній основі, що містять в середньому 3% органічних сполук, які можуть розглядатися як забруднення при скиданні в природні водойми або водоочисні споруди. Зазвичай потрібна дорога обробка. Звичайні методи очищення не завжди прийнятні для різних типів ЗОР, що застосовуються у металообробці. ГДК забруднень в утилізованих ЗОР на водній основі визначається федеральними та місцевими природоохоронними нормативами та актами.

### 2.2. Показники якості водної складової ЗОР, що утилізуються

#### Біологічне забруднення

Направляючи водну складову ЗОР на біоочисні споруди, необхідно знати, які забруднення розкладуться на активному мулі, а які залишаться на полях аерації у вигляді незмінного осаду, а також їх кількості. Крім того, необхідно враховувати можливість наявності в ЗОР добавок, токсичних для біосередовища. очисних споруд, у зв'язку з чим використання антибактеріальних добавок (біоцидів) постійно викликає суперечки.

#### Біохімічне споживання кисню (ВПК)

Основною стадією біохімічного розкладання органічних домішок є окислення вуглецю та водню до  $\text{CO}_2$  та  $\text{H}_2\text{O}$  відповідно. У цьому процесі бере участь кисень, що у воді (5-10 мг/л). Кількість кисню, необхідне цього, називається біохімічним споживанням кисню (ВПК). У лабораторних умовах визначається БПК<sub>5</sub> - біохімічна потреба в кисні - за 5 діб.

#### Хімічне споживання кисню (ХПК)

Хімічне споживання кисню (ХПК) — кількість кисню, що споживається при хімічному окисленні органічних і неорганічних речовин, що містяться у воді, під дією різних окислювачів (наприклад: біхромат, йод, перманганат та ін.). Залежно від типу використовуваного окислювача, результати можуть відрізнятися. Німецький закон про стічні води передбачає застосування біхроматного процесу. Різниця між БПК<sub>5</sub> та ХПК - біологічно нерозкладна частина.

#### Зміст мінеральних масел

Зміст мінеральних вуглеводнів у питній воді має велике значення щодо якості води. Наявність мінеральних масел у питній воді вказує на слабку ступінь сепарації. Але навіть не містять у своєму складі мінеральних масел ЗОР на водній основі можуть бути забруднені ними в результаті контакту зі змащувальними матеріалами обладнання. Для кожного процесу металообробки мають бути зазначені



норми вмісту мінеральних масел (мг/л) у ЗОР.

### Вуглеводні, екстраговані петролейним ефіром

Вміст мінеральних вуглеводнів у ЗОР визначається екстракцією петролейним ефіром. Однак при цьому можуть екстрагуватися інші вуглеводні.

Для більш точного визначення вмісту вуглеводнів слід застосовувати інші методи (наприклад, хроматографію). Вуглеводні, що екстрагуються петролейним ефіром, поділяються на омилювані та неомилювані.

### Нормативи та законодавчі вимоги до відпрацьованої води

У Німеччині та Великій Британії відсутні спеціальні державні нормативи якості відпрацьованих вод ЗОР металообробки. Слід керуватися місцевими вимогами, що враховують особливості водою. Це призводить до того, що у кожній конкретній місцевості вимоги дуже різняться. До того ж такі параметри, як БПК5, ГПК, вміст вуглеводнів, екстрагованих петролейним ефіром, і нерозчинних опадів, значення рН, наявність іонів металів і таких сполук, як сульфати, нітриди, цаніди, всі мають свої норми вмісту. Крім того, мають велике значення токсичність та вміст сульфатів, як компонентів, що викликають корозію трубопроводів та дренажного обладнання. Все це робить визначення якості відпрацьованої води складним.

У Німеччині до відпрацьованої води ЗОР природоохоронне законодавство застосовується лише побічно. Німецькі закони про воду регулюють вміст забруднень у побутових стічних водах та річках, а нафтопродукти розглядаються лише у разі їх потрапляння у водоохоронні зони. Нормативні акти Німеччини, що регулюють забруднення, стосуються шламів (після руйнування емульсій), їхньої утилізації, у тому числі спалювання та захоронення небезпечних речовин. Німецьке законодавство про викиди регулює чистоту повітря. А стосовно ЗОР металообробки регулюється порядок спалювання виділених із відпрацьованих ЗОР масел та інших компонентів емульсій. Особлива увага приділяється протизносним присадкам через високий вміст сульфатів і/або хлору, оскільки їх спалювання може викликати серйозні проблеми. Нормативні вимоги до відпрацьованих олій стосуються в основному захисту землі, води та повітря та орієнтовані на їх (масел) регенерацію з подальшим використанням за прямим призначенням. Прийняті в Німеччині штрафи за забруднення вод спрямовані на тих, хто скидає брудні води до природних водою. Розміри штрафів залежать від концентрації забруднень у стічних водах. Ступінь забрудненості визначається кількістю нерозчинних мехдомішок, ГПК та їх токсичністю.

## 2.3. Руйнування емульсій електролітами

### Руйнування емульсій солями

Широко застосовується руйнування емульсій водних ЗОР солями. Додавання таких солей, як хлористий натрій, хлористий магній або кальцій хлористий, дестабілізує емульсію, руйнуючи її, і легкий шар масла збирається у верхній частині ємності ( флотує ). Цей шар, що флотує, масла видаляється через верхню зливну лінію або відкачуванням водної фази знизу. Для прискорення процесу поділу олії та водної фази на великих водоочисних комплексах застосовується центрифугування. Загальні витрати на руйнування емульсій солями дуже низькі. На рис. 1 наведено принципову схему цього процесу.

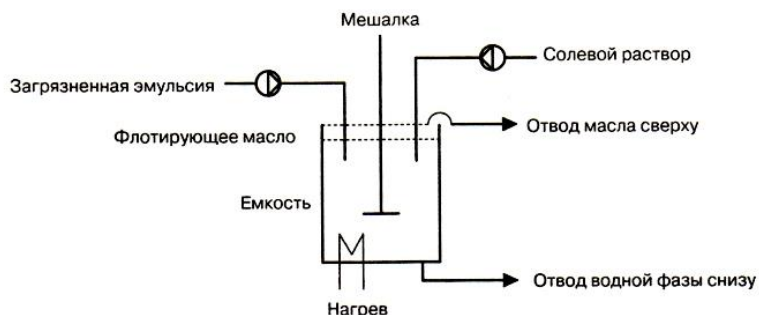


Рис.1 Принципиальная схема разрушения эмульсий солями

мг/л вуглеводнів, екстрагованих петролейним ефіром. Нормативні вимоги знаходяться в межах 10-20 мг/л, що означає, що необхідне подальше доочищення. Зміст солей у питній воді має перевищувати 1500 мг/л, оскільки вищі концентрації неприпустимі для водоочисних комплексів і більше природних водою. При руйнуванні солями емульсій, що використовують аніонні емульгатори, було відзначено найкращі результати. Як правило, що стоїть стабільність емульсії, тим важче її зруйнувати, і ефективність електролітів мала, особливо в сучасних ЗОР.

### Руйнування емульсій кислотами

Крім руйнування емульсій солями, також може бути здійснено руйнування кислотами, що використовуються на підприємствах металообробки при травленні (сірчана та соляна кислоти). Руйнування емульсій кислотами йде швидше, ніж солями, навіть у разі стабільних емульсій. Процес руйнування кислотами часто поєднується з іншими фізичними та фізико-хімічними методами руйнування емульсій. Для досягнення оптимальних умов процесу емульсію слід нагріти до температури 90 °С та забезпечити встановлення напірної колони для видалення неорганічних твердих домішок. Такий об'єднаний процес руйнування емульсій дозволяє досягати вмісту вуглеводнів, екстрагованих петролейним ефіром менше 20 мг/л. Необхідна нейтралізація водної фази, оскільки вміст кислот та солей у воді – серйозна проблема.

Руйнування емульсії також можна прискорити, нагріваючи її до температури 90 °С. Для прискорення процесу руйнування солі та емульсію слід ретельно перемішати. Вирішальним чинником під час виборів солі для руйнації емульсії є ціна. Хлорид натрію - найдешевший, але й діє повільніше за інших. Солі заліза і алюмінію виявляють хороші властивості, що деемульгують, але при їх використанні потрібно подальше видалення гідрооксидів на адсорбентах. Зазвичай вода після руйнування емульсії містить понад 150



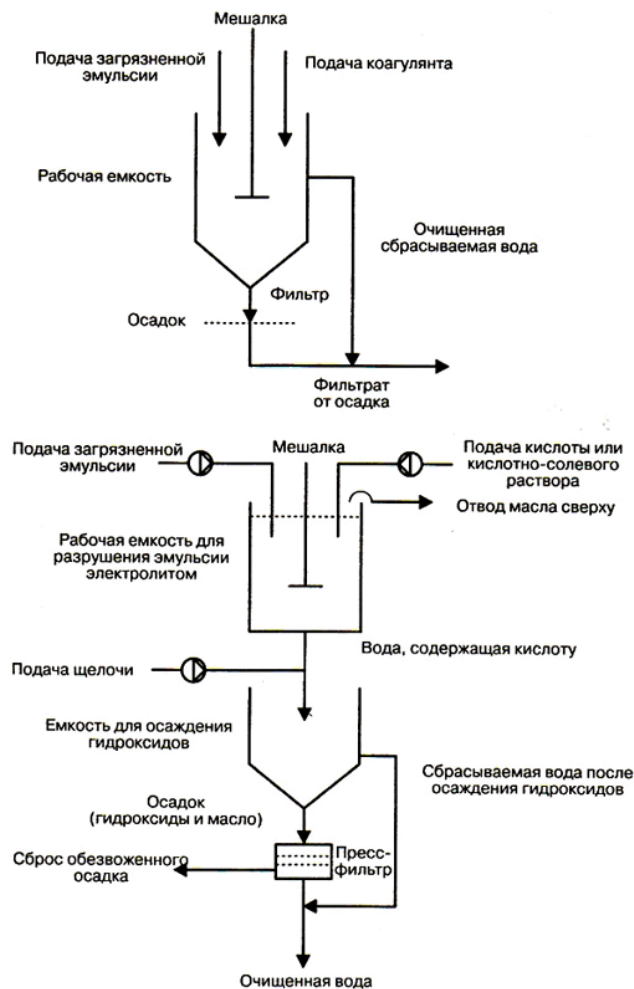


Рис.2 Схема двохстадійного процесу руйнування емульсій солями та адсорбції гідроксидами

## 2.4. Поділ емульсій з допомогою флотації

У цьому процесі рідка фаза насичується бульбашками повітря. Краплі олії з емульсії разом із твердими частинками виносяться повітрям на поверхню. Необхідно врахувати, що легко спливають лише гідрофобні олії, а для отримання гідрофільних масел необхідно попередньо зруйнувати емульсію шляхом спеціальної обробки. Барботажа повітря необхідний для полегшення спливання масел і здійснюється різними способами:

- при простій флотації бульбашки повітря, розчиненого у воді, виділяються з неї за рахунок зниження зовнішнього тиску;
- при флотації з перемішуванням бульбашки повітря утворюються за рахунок сильного перемішування. У цьому процесі частина водної фази розкладається на кисень і водень. Разом з цими газами у воду також надходять іони металів, що містяться в електродах (залізо, магній, алюміній), що надають додатковий вплив на стабільність емульсій. Пластівці гідроксидів металів сорбуються маслом і разом із ним захоплюються на поверхню. Цей метод є комбінацією з методів руйнування емульсій солями, руйнування емульсій сорбцією і поділу емульсій за рахунок флотації. Основним недоліком даного методу є утворення гримучої суміші (кисень та водень).

## 2.5. Руйнування емульсій адсорбентами

Адсорбція на аморфному двоокисі кремнію (силікагель) Метод адсорбції на гігроскопічному дрібнодисперсному (розмір гранул близько 10 мкм) силікагелі дуже популярний. Процес включає адсорбцію на порошках, які вводяться в емульсію. Насичений олією та водою сорбент відокремлюється на стрічкових фільтрах або прес-фільтрах. Приблизно кількість сорбенту, що вводиться становить 30% від кількості міститься в емульсії масла, тому, щоб не піддавати процес руйнування емульсій подорожчання, введення сорбенту передують процес руйнування

емульсій солями. Потрібно відзначити, що неіоногенні емульгатори, при використанні яких електролітичне руйнування емульсій є неефективним, легко адсорбуються на силікагелі. Але з іншого боку, аніонні емульгатори адсорбуються дуже погано.

### Адсорбція на гідроксидах металів

У разі руйнування емульсій солями заліза та алюмінію утворюються відповідні гідроксиди, що випадають в осад. Утворюються пластівці гідроксидів швидко адсорбують краплі олії та емульгаторів. У присутності аніонних емульгаторів процес руйнування емульсій відбувається ефективніше, ніж у присутності неіоногенних. В цілому поєднання процесів руйнування емульсій солями і адсорбцією при використанні солей заліза і алюмінію забезпечує хороші результати (зміст солей і олії у відпрацьованій водній фазі низько). Їх відокремлення від води використовують прес-фільтри. На рис. 2 наведена схема двохстадійного процесу руйнування емульсій: руйнування емульсій солями та адсорбція гідроксидами.

## 2.6. Поділ ЗОР на водній основі термічними методами

Процес термічного поділу полягає у випаровуванні води з ЗОР із подальшою її конденсацією. Цей процес вимагає утилізації чи відведення тепла. До недоліків цього процесу належать високі енерговитрати та використання спеціального обладнання, до переваг – можливість застосування для всіх типів ЗОР на водній основі. Порівняно з попередніми методами, термічні методи руйнування емульсій можна використовувати, не проводячи попереднього порушення стабільності емульсій навіть для поділу істинних розчинів органічних речовин, відомих як синтетичні ЗОР.

Руйнування емульсій за допомогою занурювальних нагрівачів полягає в наступному.

В емульсію занурюється нагрівач, який використовує газ або рідке паливо. Оскільки разом з парами води відносяться і органічні сполуки, конденсат слід піддавати додатковому очищенню. Широкого застосування цей метод не отримав через високу вартість утилізації газів, що відходять.

### Плівкові випарники

За цим методом велике майбутнє. Випарники обладнані тарілками з протитечією тепла. Конденсат також вимагає додаткового



очищення, але меншою мірою, ніж при використанні занурювальних нагрівачів. Для очищення води, що відходить, використовується активоване вугілля. Спалювання. Цей метод використовується при утилізації ЗОР із високою концентрацією органічної складової. Спалювання ЗОР потребує модифікації форсунок. У разі звичайних емульсій (органічна фаза менше ніж 6%) виділення тепла незначне. Спалювання хлорвмістних ЗОР призводить до пошкодження форсунок та топки. При спалюванні ЗОР із високим вмістом протизносних присадок утворюються токсичні гази.

## 2.7. Ультрафільтрація (мембранне очищення)

Цей метод набув поширення в останні кілька років. Ультрафільтрація – це проходження рідини під тиском через напівпроникні мембрани. Вода та низькомолекулярні сполуки проходять через мембрану, а масло та високомолекулярні – затримуються. Робочим елементом обладнання для ультрафільтрації є пакетовані мембранні фільтри, виготовлені з органічних (ацетатна целюлоза, поліаміди та ін) або неорганічних матеріалів. При використанні органічних матеріалів ЗОР, що фільтрується, не повинна містити розчинників, які можуть пошкодити мембрану. На рис. 3 наведено принципову схему ультрафільтрації. Ступінь фільтрації падає пропорційно підвищенню концентрації олії у рідині, що фільтрується. Прийнятна концентрація 30-50%. Масло, що відводиться, з верхнього шару може прямувати на випарник для отримання продукту з вмістом води менше 10%.

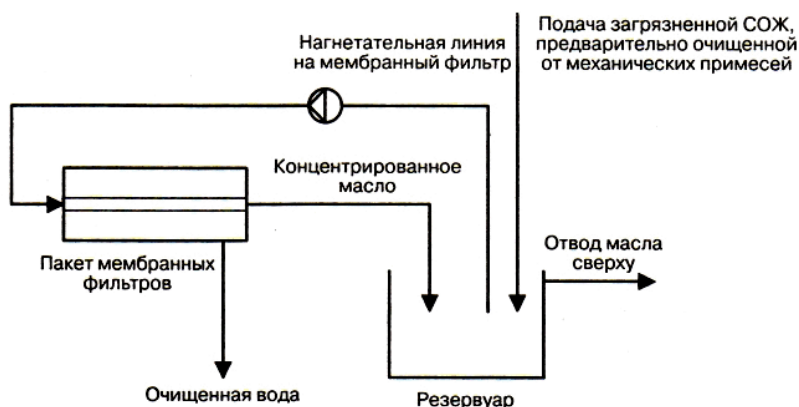


Рис.3 Принципиальная схема ультрафильтрации СОЖ на водной основе

Установки мембранной фильтрации требуют малых энергозатрат и могут быть автоматизованы. Продуктивность этих установок можно регулировать изменением количества пакетов в рабочем контуре. Продуктивность установок мембранной фильтрации лежит в пределах от сотен л/добу до тысяч л/год. Завычая вміст вуглеводнів у фільтраті невисокий, але значення ГПК велике. Цей фактор може мати велике значення, якщо процес оцінюється за німецькими водоохоронними нормами. Іноді рідина після ультрафільтрації використовується як змивка. Цей метод очищення ЗОР металообробки дає дуже хороші результати при доповненні необхідним

апаратним оформленням, що включає осмотичне очищення, що дозволяє отримувати воду ливарного якості.

## 2.8. Вибір методу утилізації

При виборі методу утилізації необхідно враховувати обсяги утилізованих ЗОР, можливість очищення фільтрів від осаду, капіталовкладення, вартість операцій та найму персоналу. Якщо на металообробному підприємстві утворюється невеликий обсяг відпрацьованих ЗОР (не більше 3 м<sup>3</sup>/тиждень), власні очисні споруди для переробки ЗОР недоцільні і дешевше укласти договір з компанією з переробки. Найбільш прийнятним методом для утилізації синтетичних ЗОР є термічний метод (див. вище). Проте він потребує великих капіталовкладень. Хорошою альтернативою йому є мембранне очищення, що дозволяє отримувати якісну воду набагато дешевше. Руйнування емульсій електролітами відрізняється мінімальними капіталовкладеннями, але з тим вимагає високих витрат обслуговування і персонал. Крім того, проблеми з утилізацією, що виникають, обмежують застосування цих методів. Одним із способів вирішення проблеми є застосування електрофлотажі та термокислотного руйнування емульсій. Поєднання випаровування та ультрафільтрації є високоефективним методом, який успішно застосовується на деяких європейських заводах.

