



Нові підходи до оброблення дигестату: ефективні рішення для різних субстратів та масштабів біогазових проєктів

Олексій Мясоєдов

Операційний директор, Технолог Esmil Process Systems Ltd,
omi@esmil.co.uk

UABIO

UABIO FRIDAYS
9 січня 2026



Зміст доповіді

1. Про Есміл
2. Концепція НДМ оброблення дигестату
3. Методи додавання вартості на біогазових заводах
4. Кейси
 1. Специфіка технологій оброблення залежно від сировини
 2. Концентрування сировини
5. Ефективні підходи до проєктів
6. Висновки



ПРОФІЛЬ КОМПАНІЇ

1995

Рік заснування



Основний вид діяльності:

Виробництво обладнання для очищення стічних вод, а також оброблення осадів, що утворюються під час очищення



Площа виробництва

17 000

 м²

220

співробітників



Клієнти

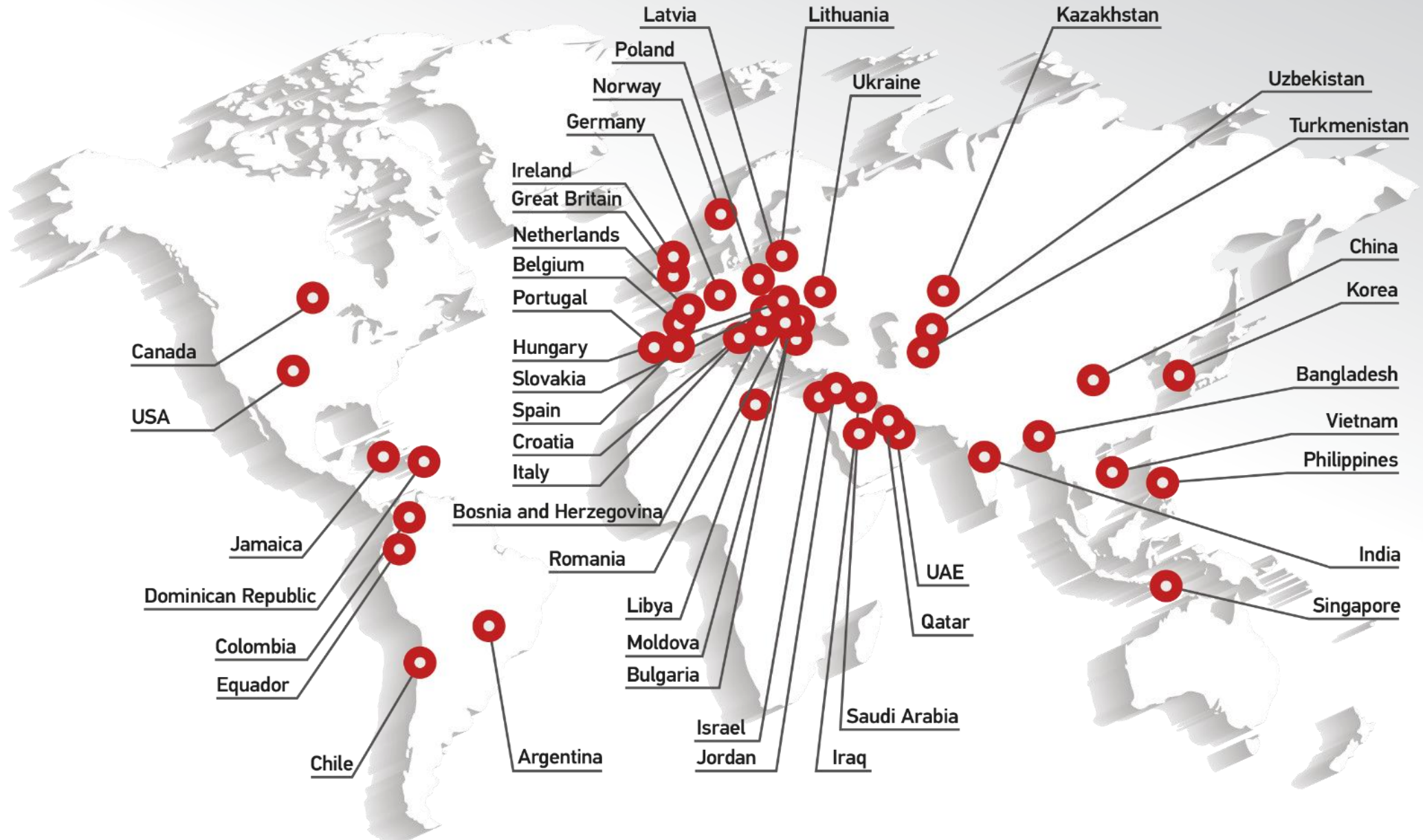
більш ніж

2 000

компаній



Харків, Україна	 ВИРОБНИЦТВО	 ІНЖИНІРИНГ	 ПРОДАЖИ	 СЕРВІС
Чернівці, Україна	 ВИРОБНИЦТВО	 СЕРВІС		
Акрон, Огайо, США	 ВИРОБНИЦТВО	 ПРОДАЖИ	 СЕРВІС	
Елк, Польща	 ВИРОБНИЦТВО	 ПРОДАЖИ	 СЕРВІС	
Будапешт, Угорщина	 ПРОДАЖИ	 СЕРВІС		
Гай-Віком, Великобританія	 ІНЖИНІРИНГ	 ПРОДАЖИ	 СЕРВІС	





Виробничий комплекс ESMIL, Польща



Рік заснування:
2012



Локація:
Елк, Польща



Діяльність:
Виробництво обладнання
для очищення стічних вод та
зневоднення осаду



Виробничий комплекс ESMIL, Польща



Рік заснування:
2012



Локація:
Елк, Польща



Діяльність:
Виробництво обладнання
для очищення стічних вод та
зневоднення осаду



Виробничий комплекс ESMIL Україна



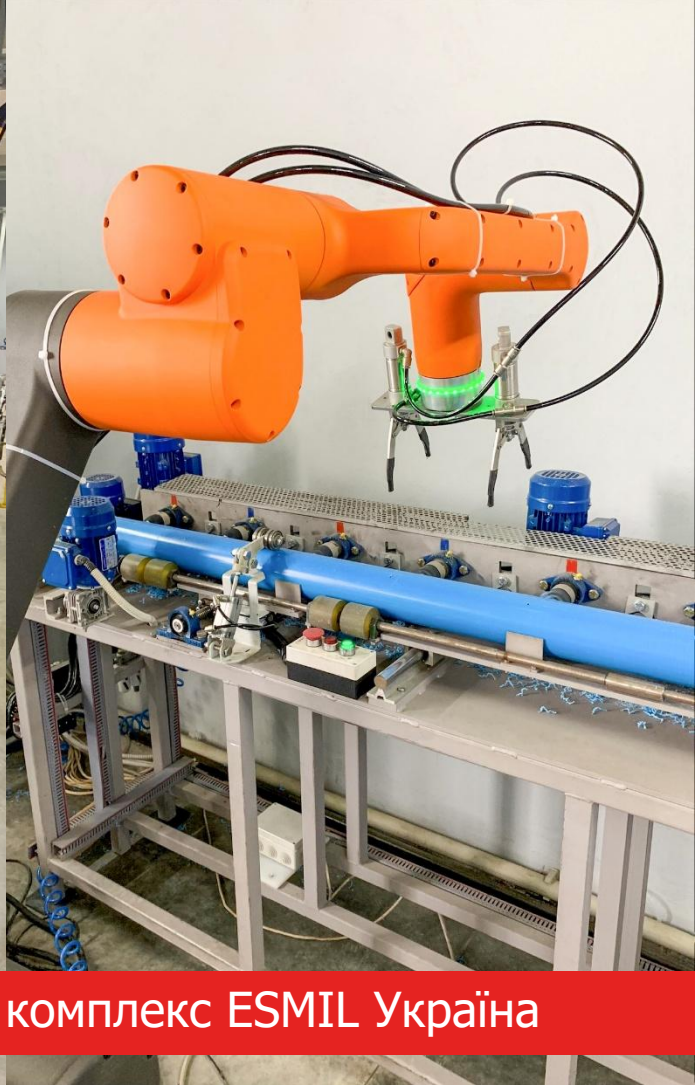
Рік заснування:
1995



Локація:
Чугуїв, Харківська обл.



Діяльність:
Виробництво обладнання
для очищення стічних вод
та зневоднення осаду



Виробничий комплекс ESMIL Україна



Рік заснування:
2022



Локація:
Чернівці



Діяльність:
Виробництво обладнання
для очищення стічних вод та
зневоднення осаду



Виробничий комплекс ESMIL США



Рік заснування:
2016



Локація:
Акрон, Огайо



Діяльність:
Виробництво для ринку
Північної Америки



Інжиніринговий центр ESMIL UK



Рік приєднання:
2020



Локація:
Гай Віком



Діяльність:
Розробка мембранних
технології

Про Компанію ESMIL Process Systems Ltd.

Входить до складу Групи ESMIL із 2020 р.

- Esmil Process Systems **заснована у 1978 році**
- Спеціалізується на розробці технології та постачанні систем оброблення промислових відходів та відновлення води/продуктів із застосуванням мембранних технологій
- **Найбільші клієнти:** Shell, BP, Kronospan, TR
- Компанія отримала **Нагороду Королеви за досягнення у галузі охорони навколишнього середовища**
- Персонал: 7 осіб



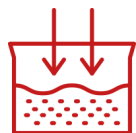


2. Концепція та технології оброблення мулу

Опис проблеми. Цілі



Анаеробне зброджування генерує **великі кількості** побічного продукту – **анаеробно збродженого мулу (дегістату)**



Кількість утвореного **дигестату** сягає більше **90% від вихідної біомаси**



Низькі концентрації сухої речовини робить об'єм **осаду великим та дуже дорогим для транспортування та утилізування**



Вміст нерозкладеної речовини та поліорганічних молекул робить його **оброблення доволі складним**



Якщо поблизу біогазової станції немає де утилізувати дегістат, це **зводить нанівець прибутковість**



Головною метою поводження з дегістатом є **зменшення вартості його утилізування, додавання вартості бізнесу та відповідність нормам та змінам законодавства**

Методи оброблення

1. Біологічне очищення
2. Кондиціонування
3. Флотування
4. Зневоднення
5. Відстоювання
6. Висушування
7. Випарювання
8. Мембранні технології
9. Комплексні рішення (напр. 2+3+1+4; 2+4+8)

Концепція НДМ оброблення мулу



Технологія НДМ

Відділення твердої
частини за
допомогою гвинтової
решітки

Зневоднення за
допомогою
мультидискових
зневоднювачів

Ультрафільтрування
та застосування
зворотного осмосу до
рідкої частини

Кондиціонування
включно з
коагулюванням та
флокулюванням

Сушення або
безпосереднє
утилізування
твердого продукту

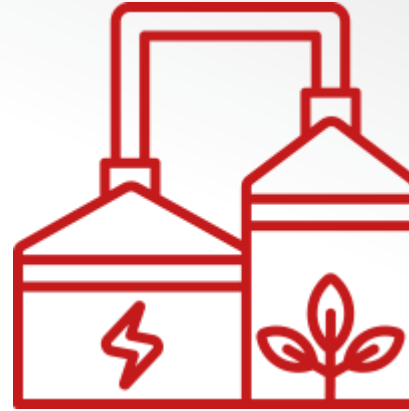
Продукти оброблення

Тверді продукти

- Волокна, солома, стеблі
- Зневоднений осад
- Висушений осад

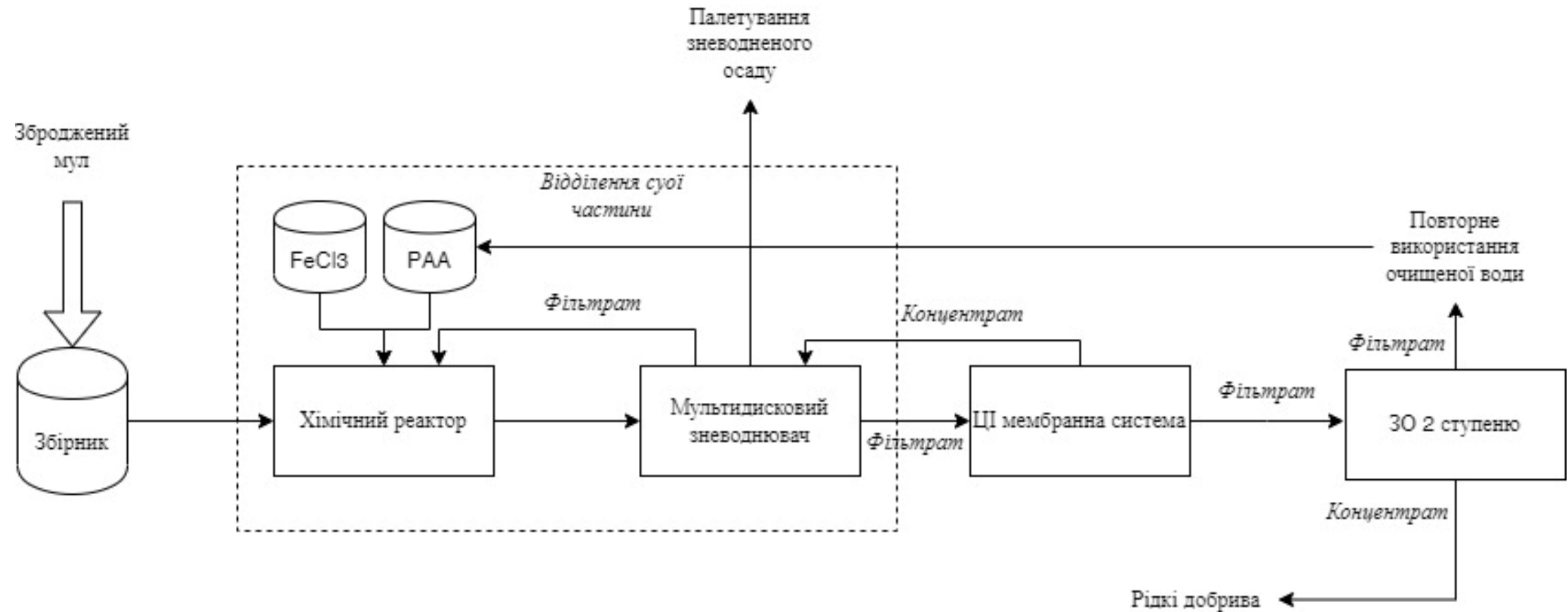
Рідкі продукти

- Фільтрат (для першого етапу)
- Концентрат УФ
- Концентрати 30



3. Додавання вартості бізнесу на біогазових заводах

Нульове скидання на біогазових заводах



Відновлення та рециклінг



Відновлення води:

- Нестача свіжої води / обмеження споживання свіжої води
- Зниження витрат на водопідготовлення
- Зниження витрат на скидання / уникнення штрафів / досягнення вимог
- Специфічні технологічні вимоги

Відновлення та рециклінг



Відновлення сировини

- Підвищення економічної ефективності підприємства за рахунок збуту осадів як вторинної сировини
- Використання осадів для генерування теплової/електричної енергії, унезалежнення підприємства від ринку енергоносіїв
- Зниження витрат на утилізацію / уникнення штрафів / досягнення вимог
- Використання у специфічних технологічних процесах

Відновлення та рециклінг



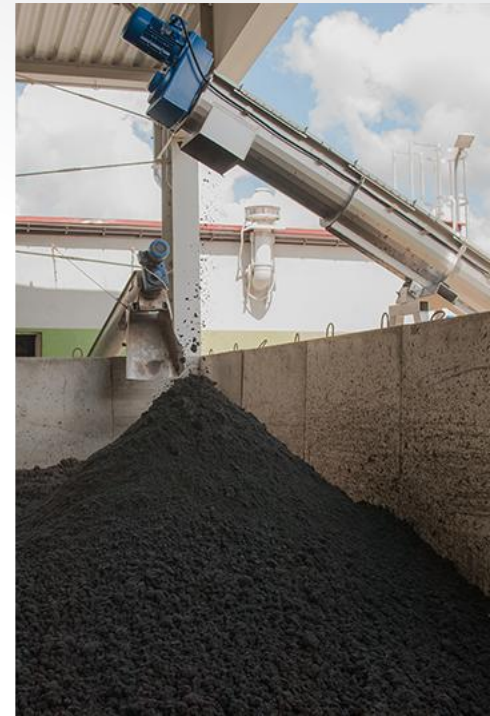
Відновлення енергії

- Збільшення виходу біогазу
- Обігрів / забезпечення власних потреб
- Використання тепла у технологічних процесах
- Продаж електроенергії / газу / палив
- Підвищення економічної ефективності / зниження експлуатаційних витрат



4. Огляд кейсів

4.1 Специфіка технологій оброблення залежно від сировини



Проблематика

Завдання

- Дигестат дуже складно обробити
- Універсальні технологічні рішення не діють
- Невеличкі відмінності у технології зброджування змінюють концепцію

Рішення

- Глибокий аналіз економічної доцільності з урахуванням ринку збуту побічних продуктів
- Розроблення універсальних технологічних схем та виокремлення унікальних методів на кожному етапі очищення для різних сировин
- Проведення пілотних досліджень



Методи та підходи

Специфічність складу

- Тверді включення:
 - механічне оброблення,
 - просунуте зневоднення,
 - мембранне розділення
- Здатність до коагулювання:
 - зниження температури та густини,
 - коагулювання,
 - флокулювання
- Коефіцієнт затримання компонентів мембранами
- Вимоги до очищеної води

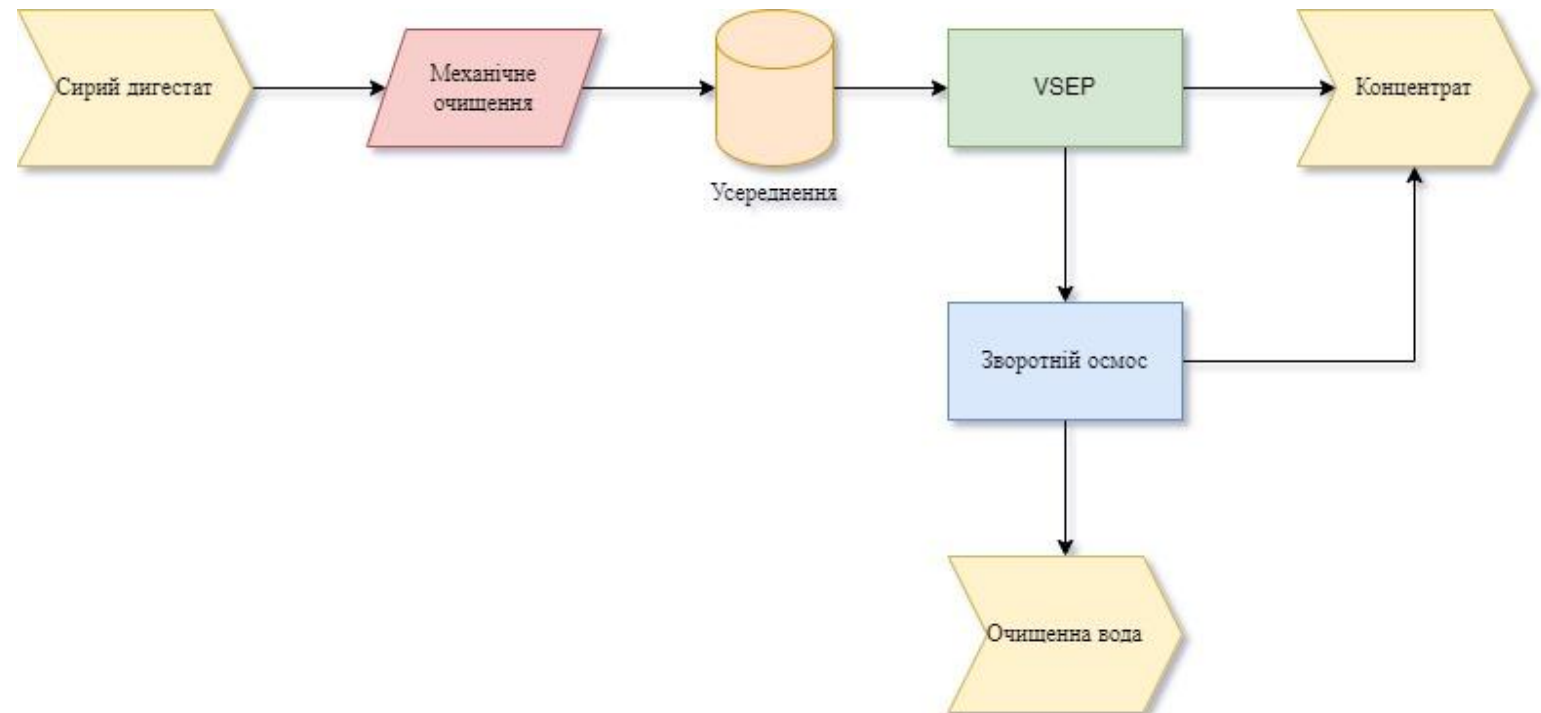
Ринок та повторне використання

- Потреба у чистій воді
- Потреба у поживних речовинах
- Наявність надлишкової теплової енергії
- Ринок збуту/використання побічних продуктів



4.1.1 Безреагентний тип

Технологічна
схема



Склад продуктів

Параметри	Тонкий дигестат	VSEP пермеат	RO пермеат
ХСК, мг/л	30'000	400	110
NH₃, мг/л	3'890	900	180
PO₄, мг/л	2'480	0	0

Відновлення води: 74%

Особливості процесу

Переваги

- Безреагентне оброблення
- Стабільна, надійна та перевірена роками технологія
- Спектр можливостей утилізування побічних продуктів
- Висока вартість побічних продуктів

Недоліки

- Вартість установки
- Витрата електроенергії
- Специфічна сировина



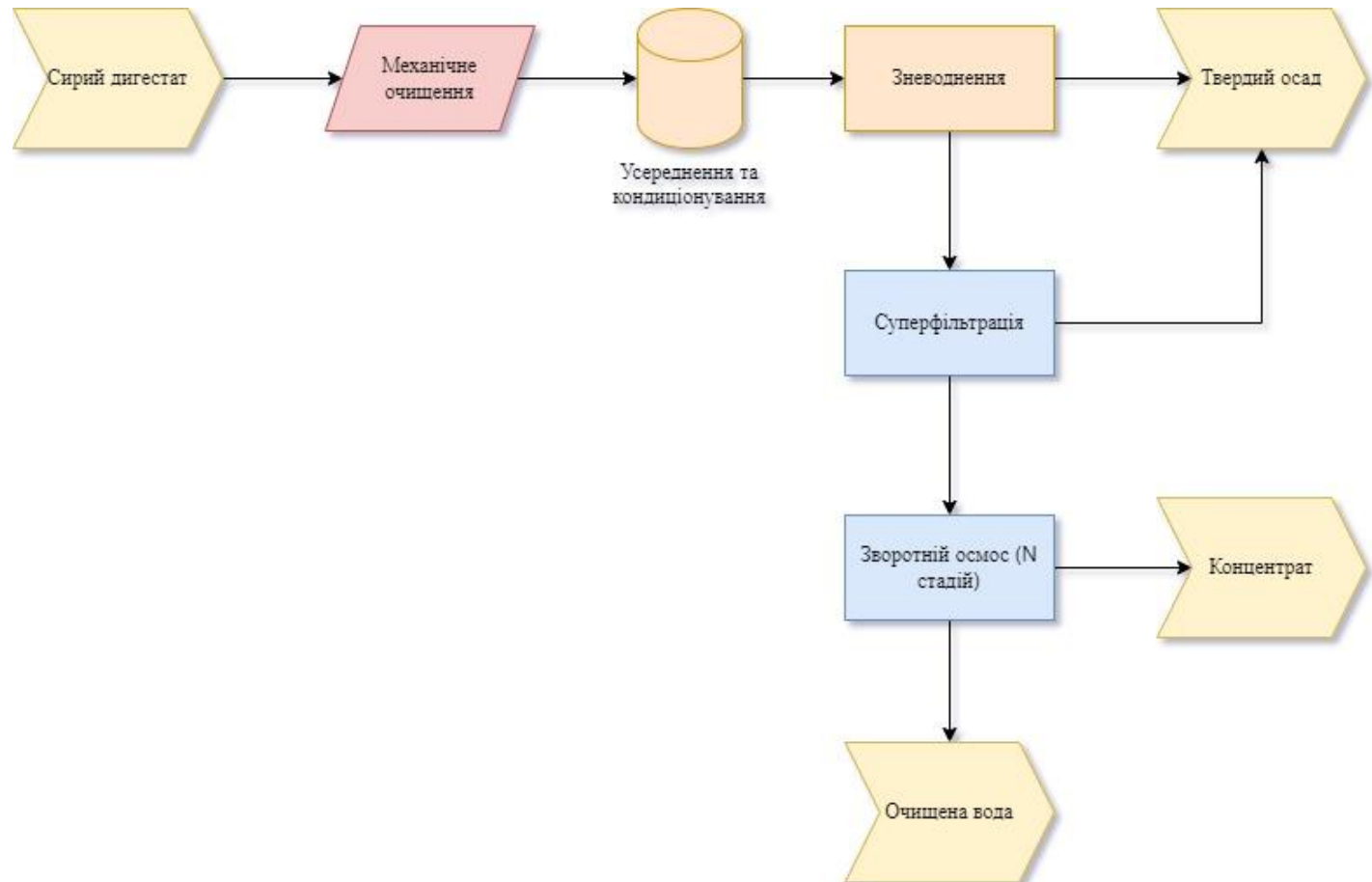


Станція Esmil для оброблення збродженого мулу заводу з виробництва віскі



4.1.2 Класичний тип з кондиціонуванням

Технологічна
схема



Стадійна ефективність гібридних процесів (ZI)

Параметри	Дигестат	Фільтрат зневодн.	СФ пермеат	3O1 пермеат	3O2 пермеат
ХСК, мг/л	30'000	7'000	4'200	760	5
ННЗ, мг/л	3'890	3'000	1'300	120	11
РО4, мг/л	2'480	180	15	0	0
СР, мг/л	38'000	1'800	0	0	0
К, мг/л	3'800	3'800	3'800	140	4

Відновлення води: 82% (1 стадія), 77% (2 стадії)

Особливості процесу

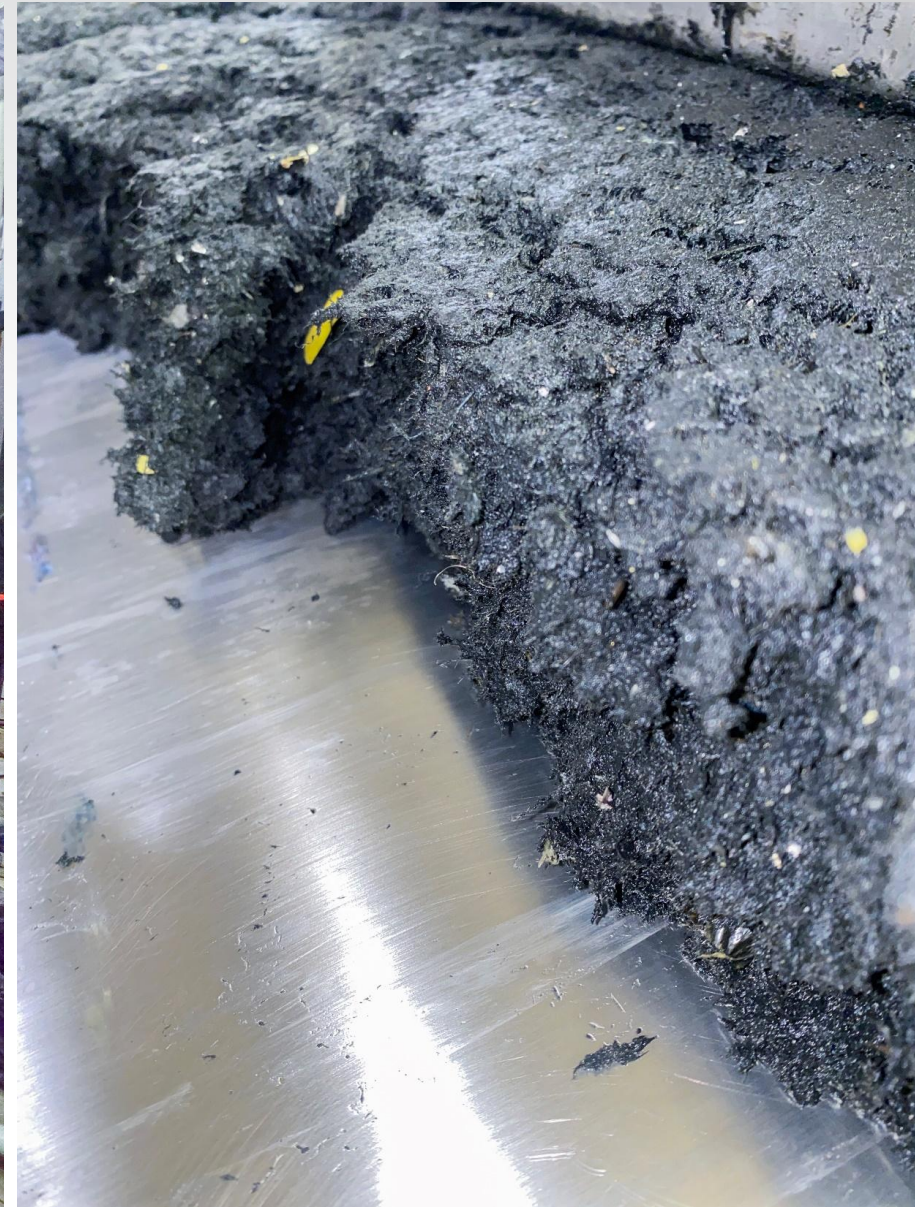
Переваги

- Універсальність процесу, висока ефективність на різних типах сировини
- Перевірена надійна технологія
- Гнучкість щодо складу побічних продуктів
- Можливість постадійного та модульного дизайну

Недоліки

- Висока витрата реагентів
- Низький рівень окупності для специфічних субстратів
- Вторинне забруднення продуктів коагулянтном та флокулянтном





4.1.3 Гібридні процеси

Особливості

- Використання роликівих зневоднювачів
- Часткове кондиціонування
- Використання біологічного очищення на окремих стадіях
- Використання висушування та випарювання на окремих стадіях
- Змішування/розділення продуктів

Переваги

- Нижчі капітальні та експлуатаційні витрати
- Поетапна реалізація
- Гнучкість у рішеннях та якості продуктів

Недоліки

- Відсутність перевірених даних
- Необхідність пілотних тестів
- Необхідність дослідження ринку та складніших розрахунків економічної доцільності





4.2 Концентрування сировини

Проблематика

Завдання

- Велика кількість води та низький вміст речовин у вихідному осаді для деяких типів сировини
- Низький вихід біогазу або неможливість його отримати
- Необхідність великих площ, капітальних та експлуатаційних витрат; або утилізування відходів на полях/полігонах

Рішення

- Концентрування сировини перед зброджуванням
- Застосування новітніх технологічних рішень у мембранних технологіях що дозволяють значно підвищити економічну доцільність впровадження
- Збільшення загального виходу біогазових заводів
- Рециклінг' рідкої частини

Концепція концентрування

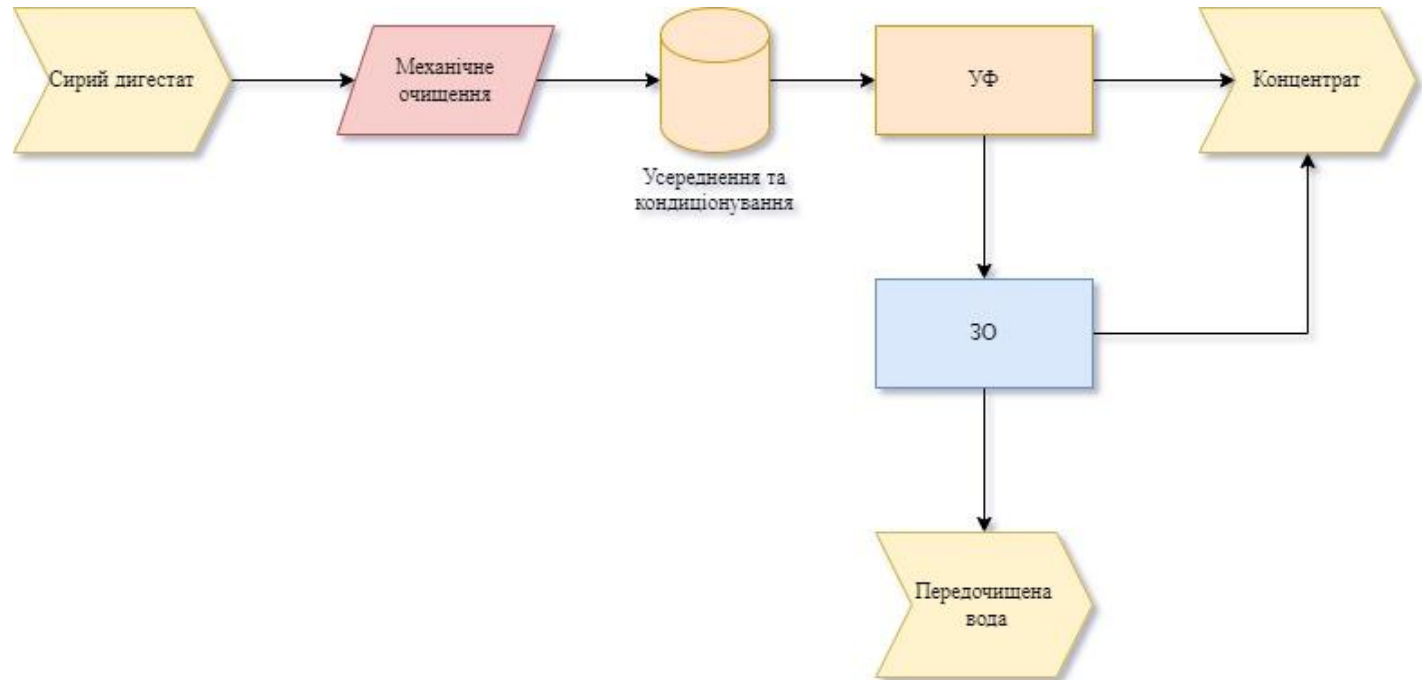
Механічне
очищення

30

УФ



Технологічна схема



Ефективність Жмих (Віскі)

Параметри	Жмих	УФ пермеат	УФ концентрат	ЗО пермеат	ЗО концентрат	ЗО 2 стадія пермеат
ХСК, мг/л	30'000	18'000	-	3'000	130'000	300
СР, %	3,7	0	16	0	0	0
рН	3,2-4,5	3,2-4,5	3,2-4,5	3,2-4,5	3,2-4,5	7,0

Відновлення води: УФ 95%, ЗО 67%

Використання новітніх мембранних технологій

Виклики	Стандартні 30 мембрани	Цвітерйонні 30 мембрани
Великий вміст органіки	Відновлення < 65%	Відновлення > 75%
Частота очищення	Висока частота зі спеціальними миючими засобами	Зменшена частота з дешевими реагентами або просто гарячою водою
Необхідний тиск	22-30 бар	16 бар
Температура розчинів для очищення	50 °C	35 - 40 °C

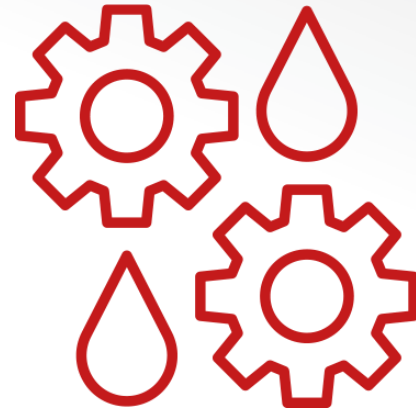
Станція Esmil для підвищення ефективності біогазового заводу на жмиху



Особливості

- Можливе відновлення води за допомогою 2 стадії 3O
- Можливість застосування гібридних технологій
- Необхідне якісне усереднення та механічне передочищення
- Значно додає вартість бізнесу та знижує ризики
- Потребує специфічної сировини





5. Ефективні підходи до проєктів

Логіка проєкту:

- Аналіз поточних витрат на утилізування
- Аналіз локального ринку продуктів оброблення дигестату
- Аналіз ризиків пов'язаних з нестачею свіжої води, вартістю утилізування, норм скидання/утилізування
- Визначення мети оброблення та технології
- Проведення лабораторних досліджень, оцінювання технологічних параметрів
- Проведення пілотних досліджень, відбирання проб
- Аналіз проб та вартості продуктів
- Проведення розрахунків економічної доцільності з урахуванням всіх факторів та потенційних ризиків



Лабораторія Есміл





Пілотний парк Есміл



Світлини з досліджень





Висновки

- Останні технологічні розробки та досягнення зробили оброблення дигестату економічно доцільним та ефективним
- Розроблення універсальних рішень та технологічних опцій дозволяють простіше вибрати правильну технологію
- Додавання вартості бізнесу завдяки генеруванню продуктів що користуються високим попитом сьогодні
- Уникнення ризиків для бізнесу
- Репутація та сталість



Дякую за увагу!

Олексій Мясоєдов

COO, Технолог Esmil Process Systems Ltd,
omi@esmil.co.uk