

Поведение металлов в ходе анаэробного сбраживания

LANDCO S.A.



www.landco.lu



Металлы образуют соединения в ходе анаэробной ферментации

- Токсичность металлов определяется не только концентрацией, но в основном химическим состоянием. Например: включение металлического As (главным образом безвредного) по сравнению с ионами As (III), например As_2O_3 (высокотоксичного)
- Фиксация металлов в анаэробном реакторе с помощью множества процессов.
 - 1) Химических:
 - избыток серы: образование сульфатов и сульфидов.
 - избыток CO_2 : образование карбонатов
 - Комплексообразование: реакция ионного обмена H^+ и Me^+ в органических молекулах
 - 2) Биологического: адсорбция на клеточных поверхностях

Пример практического использования: удаление H_2S путем добавления ионов Fe в ферментер. Обычно сульфаты, карбонаты обладают низкой растворимостью и выпадают в осадок. Металл, адсорбированный на органических веществах, останется в твердой части дигестата.



Проблемные соединения металлов обычно имеют низкую растворимость

Соединение металлов	Растворимость (г/100мл) 20°C
As_2S_3	0.0004
Sb_2S_3	0.00018
BaCO_3	0.001409
BaSO_4	0.000248
PbCO_3	0.00007269
PbSO_4	0.00443
PbS_2O_3	0.0202
CdCO_3	0.00008736
CdSO_4	76.6
$\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$	220
CuCO_3	0.0001462
CuSO_4	32
NiSO_4	44.4
Hg_2SO_4	0.0427
SrSO_4	0.0132
SrCO_3	0.0011
ZnSO_4	53.8
ZnCO_3	0.00004692

<https://www.internetchemie.info/chemie-lexikon/daten/l/loeslichkeitsprodukte.php>



Более низкие концентрации металлов в жидкой фракции дигестата

Когда соединения металлов осаждаются и переходят в твердую фазу, содержание металлов в жидком дигестате снижается:

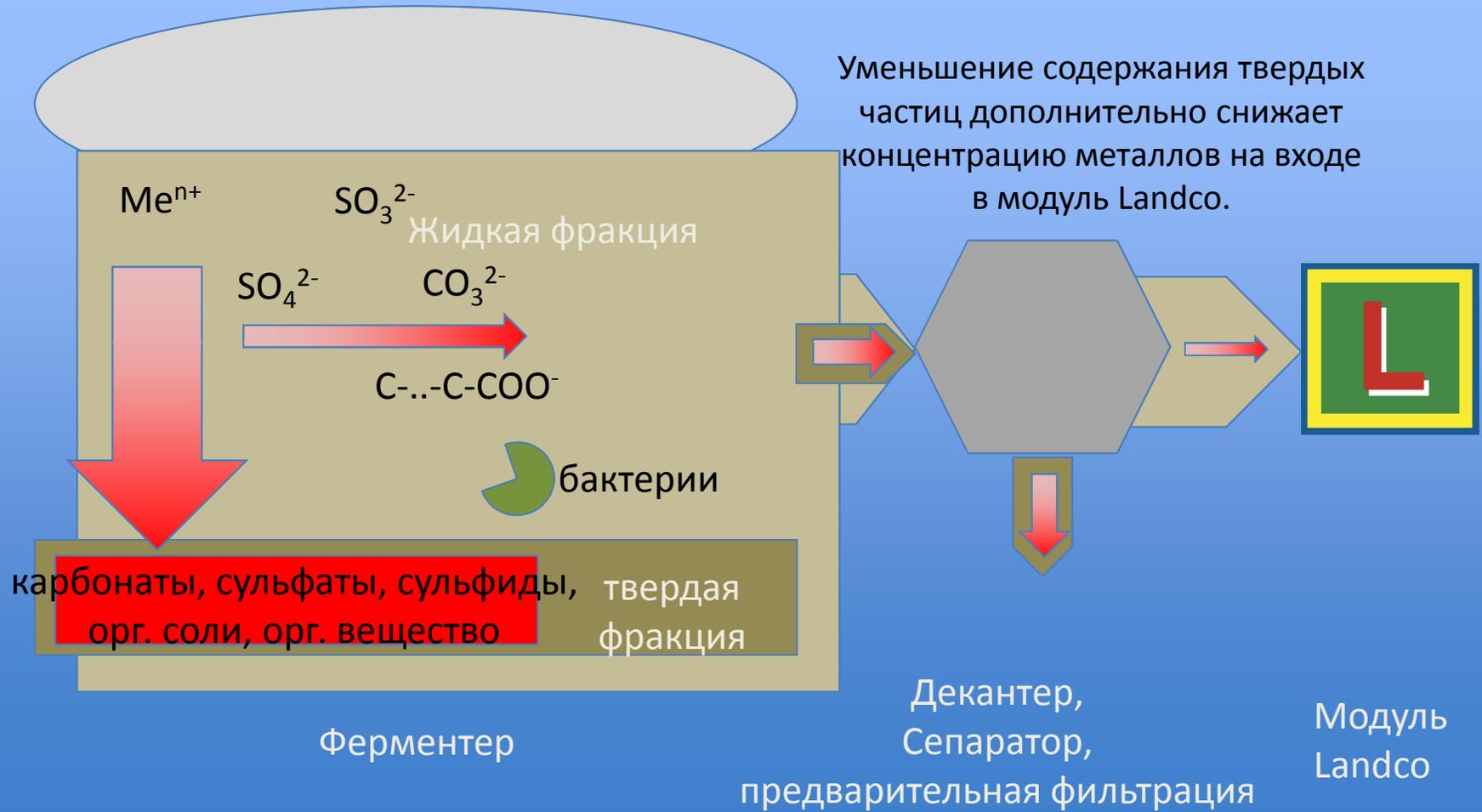
Металл	% содержания в жидком дигестате от содержания в субстрате при мезофильных условиях
Pb	< 1%
Cr	< 15%
Cu	< 2%
Ni	< 30%
Zn	< 5%

Abwasserwirtschaft e. V. Ahlen, Institut an der Fachhochschule Münster, (2001)

Примечание: одни только данные о растворимости не позволяют достоверно прогнозировать содержание в субстрате (например, Zn: высокая растворимость $ZnSO_4$, но низкое содержание в жидкости). Анализ должен проводиться в индивидуальном порядке.

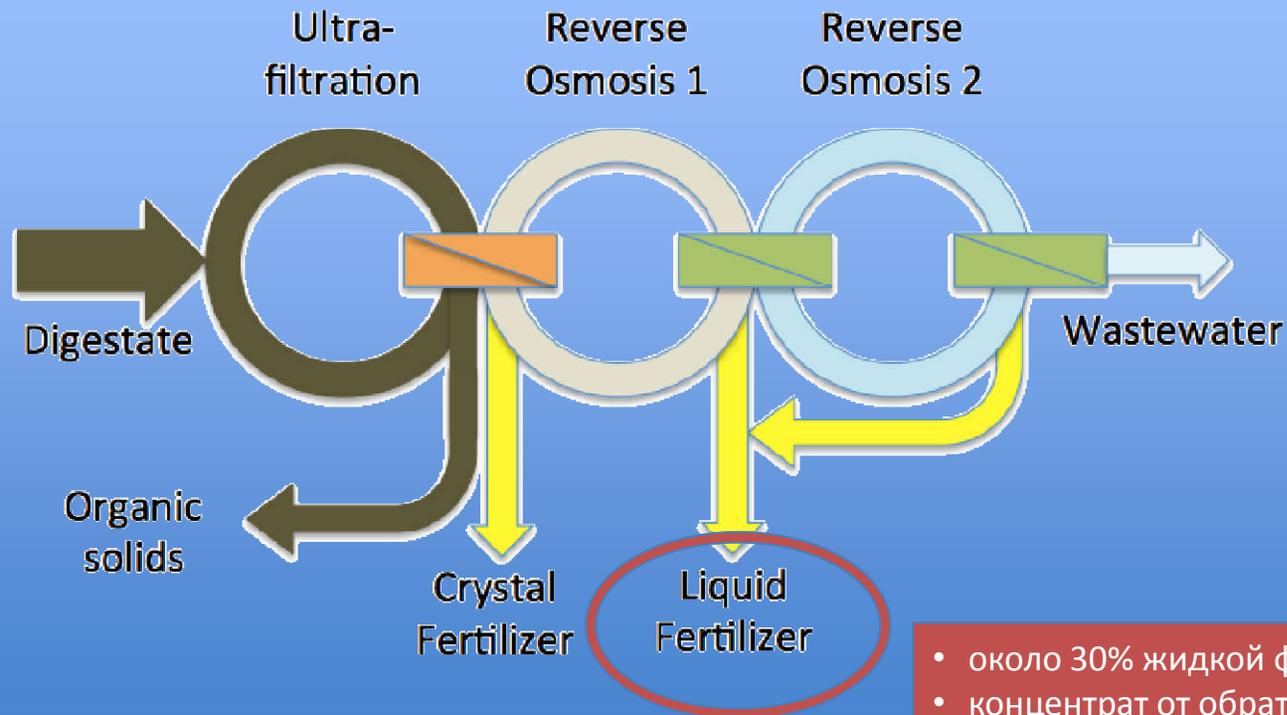


Миграция металлов: обзор



Модуль Landco : принцип работы

Модуль Landco извлекает электролиты и воду из жидкого дигестата и отделяет их от твердых компонентов дигестата



- около 30% жидкой фракции
- концентрат от обратного осмоса
- содержит все электролиты
- Содержание NH_4 можно регулировать в пределах 4000... 9000 мг / л NH_4^+



Что содержит продукт модуля Landco?

- Твердая фракция: возвращается в ретентат предварительной или ультрафильтрации
 - Содержит все органические и неорганические твердые вещества, включая осажденные и связанные металлы.
 - Возвращена в биореактор для растворения и осаждения
 - Высушена и переработана в элемент, улучшающий структуру и Ph почв
- Сточные воды: выход установки обратного осмоса (примерно 60% входного объема)
 - Практически не содержат ионов из-за эффективности обратного осмоса
 - Нет значимого содержания металлов
- Жидкие удобрения: отбраковка установки обратного осмоса (около 20% от входящего объема)
 - Содержит все электролиты входящего дигестата
 - Остающиеся ионы металлов из жидкой фазы дигестата
 - Обратный осмос увеличивает концентрацию в ~ 4-5 раз



Химический состав концентрата (типичный)

Питательные вещества	кг/т
N общий	8.54
N раств	6.89
P общий	0.20
P раств	0.18
K	3.66

Тест проведен
www.eurofins.fi

Металлы	концентрат г/т на станции Kitee	EU 889/2008 лимит г/т (органическое удобрение)
As	< 5.2	
Cd	<0.27	0.7
Cr	13	70
Cu	70	70
Hg	<0.14	0.4
Ni	14	25
Pb	2.7	45
Zn	200	200

Типичные объемы на биогазовой станции в г Китеэ



Типичный режим работы и проверки

- В процессе метанизации большая часть металлов накапливается в **твердой** фазе дигестата.
- Концентрация металла в **жидкой** фазе дигестата значительно снижается за счет естественных процессов в процессе метанизации.
- Модуль Landco удаляет следы металлов в жидкой фазе дигестата с помощью обратного осмоса. Прибл. 2/3 объема выпуска практически не содержат металлов. Обратный осмос изолирует содержание металлов в удобрении-концентрате.
- В случае превышения предельно допустимой концентрации металлов необходимо рассмотреть возможность **смешивания исходных материалов** (например, с незагрязненными пищевыми отходами) для снижения среднего содержания металлов. Особое внимание следует уделять растворимым металлам на входе в процесс метанизации, особенно Cd.



Спасибо!

Dr. Reinhard Kohleick
kohleick@landco.lu
T: +49 (170) 243 7041

André Holzer
aholzer@landco.lu
T: +7 (921) 937-60-01

