

Проблеми и решения при прилагане на мембранни дозатори за подаване на различни химични реагенти при пречистване на отпадъчни води

Красимира Кузманова¹, Григор Михайлов², Иван Секулов¹

¹“Делфин Проект Екотехника” ООД, 1202 София, ул. Тимок 4, e-mail: delphineco@aster.net

²Университет за Архитектура, Строителство и Геодезия, 1000 София, ул. Хр.Смирненски 1

Въведение

Биологичното отстраняване на фосфора дори и добре да функционира не може да гарантира изискваната концентрация на изход ПСОВ $< 1 \div 2 \text{ mg/l}$. Ето защо в практиката все повече се налага комбинираното прилагане на двата метода – биологично и химично отстраняване на фосфора, с което се постига желаната сигурност.

Интересът към химичното отстраняване на фосфора се засилва все повече, тъй като през последните години се забелязва едно повишение на концентрацията на фосфор в пречиствателните станции за отпадъчни води, независимо от мерките, взети за намаляването му в праховете за пране например. Причините са от различно естество – голямото съдържание на фосфор в препаратите за миялни машини, при механичното сгъстяване на утайките се създава субстрат с високо съдържание на фосфор и тъй като отделената утайкова вода обикновено се връща на вход ПСОВ, тя също увеличава допълнително концентрацията на фосфора в отпадъчната вода.

Това важи както за големи, така и за малки пречиствателни станции.

Докато за големите ПСОВ, автоматичните дозаторни инсталации са намерили широко приложение, то за малките ПСОВ – те се оказват скъпи и свързани с редица експлоатационни проблеми.

Един нов метод за дозиране на различни химични реагенти за отстраняване на фосфор от отпадъчните води (например на FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)$) или за добавяне на метанол при денитрификация и др., е разработен на базата на процесите дифузия и конвекция през пориозни мембрани.

Лабораторните питни резултати показват, че действието на мембрания дозатор е успешно, но са необходими също и опити в реални условия.

Новите резултати от опити, провеждани с реална отпадъчна вода, при условия близки до практиката, както и техническото решение за прилагането на мембранните дозатори в практиката ще бъдат предмет на този доклад.

Състояние на техниката

Развитието на техниката при дозаторните инсталации се развива в посока автоматичен анализ на фосфора, като параметър за коригиране на дозираното количество коагуланти и др. За тази цел са създадени програми, които автоматично изчисляват подаването на съответните дози.

Очевидно това развитие представлява интерес за големи пречиствателни станции и може да се смята за неподходящо за по-малки пречиствателни станции (например при $\text{EЖ} \leq 100\ 000$).

Ново развитие

Във връзка с усиленото строителство на децентрални пречиствателни станции, дозирането на различни химични реагенти за редуциране на фосфора в малките пречиствателни станции за отпадъчни води става все по-актуално.

Безспорно тук е необходимо едно ново развитие в посока, обратна на автоматичните инсталации, което да отговаря на съвременното търсене, а именно евтини и лесни за експлоатация дозаторни устройства.

Ето защо се налага развитието на нов метод и ново дозаторно устройство, базирани на пропускливостта през различни микропориозни мембрани. Протичащите процеси конвекция и дифузия осигуряват един постоянен концентрационен градиент за определен период от време в зависимост от характеристиките както на отпадъчната вода, така и на самия мембранен дозатор и използвания химичен реагент. Дозираните субстанции дифундират в посока от по-високия към по-ниския химичен потенциал.

При този метод на дозиране и неговото практическо приложение голяма роля играят следните параметри:

- Обновяването на граничния мембранен слой;
- Характеристиките на мембраната (площ, диаметър на отворите, материал);
- Концентрацията на химичния реагент;
- Хидравличното налягане;
- Някои физико-химични параметри, като: рН, $t^{\circ}\text{C}$ и др.

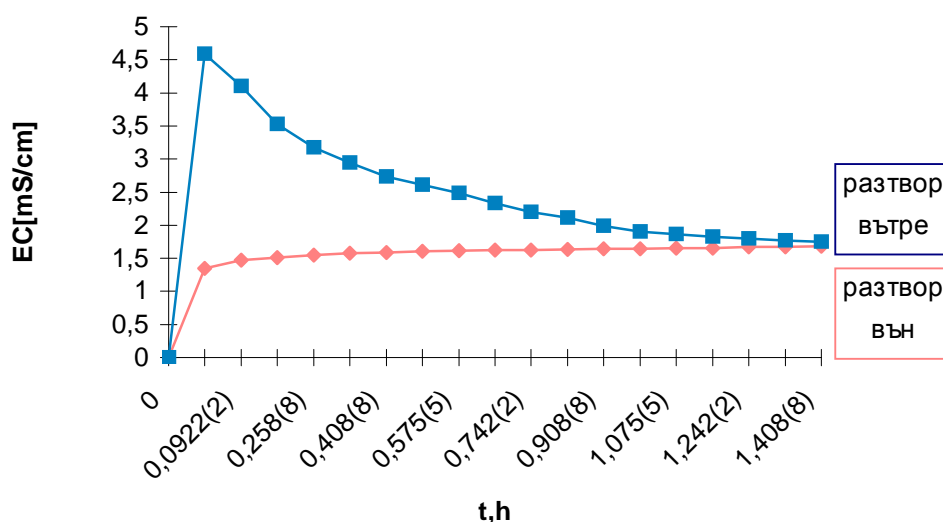
Например при редица опити с дозиране на полимери, бе наблюдавано осмотично действие, въпреки големия диаметър на порите на мембраната, дължащо се на големите молекули на полимера (Виж **Фиг. 5**). Докато при смяна на реагента с друг на базата на неорганични соли и при запазени останали параметри, процеса протича в обратна посока – от вътре на вън.

Тук би трябвало да се отбележи, че се потвърдиха резултатите от първоначалните лабораторни опити (с дестилирана вода) и статистическото моделиране показва, че мембрания дозатор трябва да се разглежда като комплексен фактор от комбинацията между параметрите диаметър на порите и площ на мембраната от една страна и концентрация и обем на подавания реагент от друга.

На **Фиг. 1** е показан резултата от дозирането на 100 ml 0,25 % разтвор на FeCl_3 в 300 ml дестилирана вода през поликарбонатна мембрана ($d_0 = 8 \mu\text{m}$; $S = 7,5 \text{ cm}^2$), където

d_0 - диаметър на порите на мембраната;

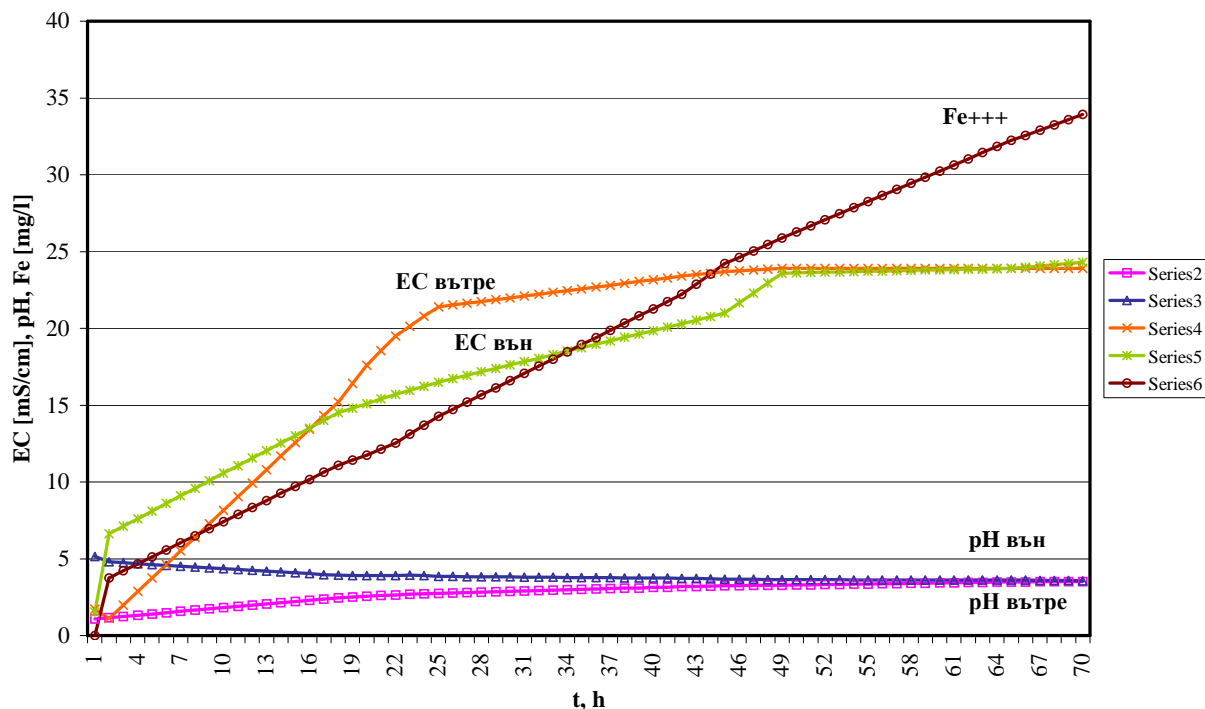
S - площ на мембраната.



Фиг. 1 Изменение на електропроводимостта във функция на времето

На **Фиг. 2** е показан резултата от дозирането на 500 ml разтвор на полимер VTA 55 (на база FeCl_3) в 6 l отпадъчна вода през поликарбонатна мембрана ($d_0 = 8 \mu\text{m}$; $S = 113,04 \text{ cm}^2$; $n = 100 \text{ min}^{-1}$), където

n – обороти на въртене на бъркалката;



Фиг. 2 Изменение на електропроводимостта, стойността на рН и концентрацията на дозираното желязо във функция на времето

S2 - стойност на рН втрe в мембрания дозатор;

S3 - стойност на рН вън в отпадъчната вода;

S4 - стойност на ЕС (електропроводимостта) втрe в мембрания дозатор;

S5 - стойност на ЕС (електропроводимостта) вън в отпадъчната вода;

S6 – концентрация на дозираното желязо Fe във функция на времето.

Тези примери илюстрират, че мембранните дозатори постигат търсения ефект - подаването на една постоянна доза реагент Fe [mg/l] в продължение на почти 70 часа. Процесът продължава до достигане на равновесие в системата.

Възможни приложения, проблеми и решения

Мембранните дозатори биха могли да се приложат за всеки един от познатите ни реагенти, използвани за пречистване на питейни или отпадъчни води в процеси като: елиминиране на фосфора, дозиране на метанол за денитрификация, неутрализация, коагулация, дезинфекция и др., при добре подбрани параметри и съобразяване с конкретните условия.

Тук ще наблегна на първите два от тях.

Мембранен дозатор бе изпитан в реални условия, на ПСОВ “Вайлбах”, Австрия за 650 еквивалент жители. Бе дозиран реагент VTA 55 директно в биобасейна, с цел отстраняване на фосфора (**Фиг. 3**).

На **Фиг. 4** е показано действащото мембранно дозаторно устройство.



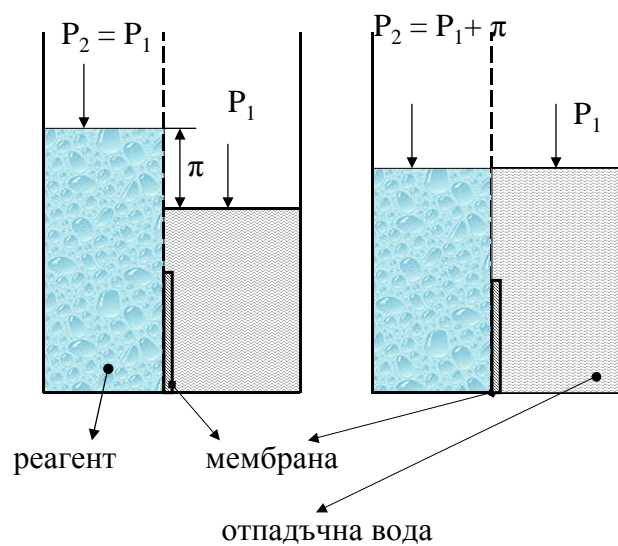
Фиг. 3 - Пречиствателна станция за отпадъчни води Вайлбах –Биобасейни



Фиг. 4 - а. Мембранен дозатор (10 l) с поликарбонатна мембрана ($d_0 = 8 \mu\text{m}$; $S = 113,04 \text{ cm}^2$);
- б. Биобасейн със свободно плуващ в него мембранен дозатор.

В лабораторно-пилотни условия, при същите параметри на мембрания дозатор бе наблюдаван споменатия по-горе осмотичен ефект, докато на практика в ПСОВ, мембрания дозатор работи без проблеми.

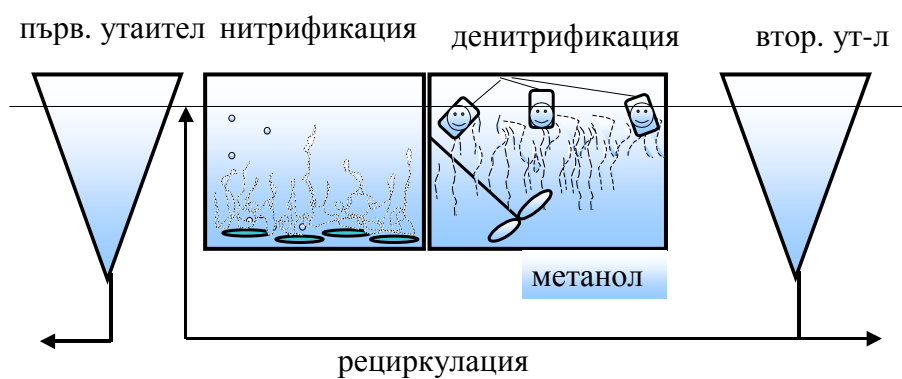
Тъй като там мембрания дозатор е затворен съд, капакът поема ролята на приложено външно налягане и започва да служи като допълнителна сила за изнасянето на реагента на реагента и въртане на процеса в правилната посока, т.е. отново дозирането е протича активно до постигане на равновесие в разтворите (**Фиг. 5**). Но тъй като биобасейна е отворен реактор се стига до изчерпване на разтвора в мембрания дозатор и повторното му напълване.



Фиг.5 Схема на процеса осмоза

На **Фиг. 6** е показан вариант за дозиране на метанол за денитрификация.

Каскаден Биобасейн



☺ - мембранни дозатори

Фиг. 6 Дозиране на метанол за денитрификация (схема без рециркуляция)

Изводи и заключения

Разглежданите изследвания имат теоретична основа, но са с предимно приложно-емпиричен характер. Това се дължи на големите колебания в количеството и качеството (натоварванията) на отпадъчните води, характерни за малките пречиствателни станции.

Затова за всеки конкретен случай се предлага индивидуално решение, като мембраните се оразмеряват според предвидените моделни изчисления.

Очаква се, желаната концентрация на реагента, съответно отстраняването на фосфора да се контролира чрез саморегулиращата се способност на мембранныя дозатор да подава по-голяма или по-малка доза, в зависимост от колебанията на количествата отпадъчни води на вход ПСОВ. Оказва се, че за постигане на желаните стойности на концентрацията на фосфора на изход на посочената ПСОВ (650 ЕЖ), при дозиране на полимер VTA 55 (на базата на FeCl_3), е необходим 10-литров съд за 10 дни (с поликарбонатна мембрана - $d_0 = 8 \mu\text{m}$; $S = 113,04 \text{ cm}^2$). При изтичане на химичния реагент, съда изплува на повърхността и се пълни отново.

Основните предимства на мембранните дозатори са:

- ниската им стойност;
- намаляване риска от предозиране;
- липса на електро-консумация;
- оптимизиране на дозиращия процес;
- лесна поддръжка и експлоатация;
- липса на движещи части и шумово натоварване и др.

Литература

1. Ernst & Sohn Verlag. (1997), Biologische und weitergehende Abwasserreinigung, ATV-Handbuch.
2. Kuzmanova K., Michailov G., Sekoulov I. (2001), Membrane Dosing Units for Chemicals in Water and Wastewater Treatment, Third Black Sea International Conference - Environmental Protection Technologies for Coastal Areas, 6-8 June, Varna, Bulgaria.