

# Хибриден метод за ултрафилтрационно-сорбционно пречистване на води, замърсени с виолетово катионно багрило

доц. д-р В. Кочкодан, доц. д-р Р. Огнянова, инж. З. Шкавро, инж. С. Стефанова

В текстилната и обувната промишленост, в полиграфията, за получаване на хартия и др. широко се използват различни типове багрила. От 10 до 40 % от тях при производствените процеси попадат в отпадъчните води, които постъпват недобре пречистени във водоемите и влошават качеството им.

Целта на тази разработка е ефективно пречистване на води от виолетово катионно багрило, на базата на ултрафилтрация и добавяне на български активен въглен от кайсиеви костилки (VMK-1). Този комбиниран процес се осъществява непосредствено в мембрания модул:

■ за експериментите е използвана лабораторна ултрафилтрационна клетка тип ФМ-02-200 (Украйна) с обем от 200 ml, при постоянно размесване на разтвора със скорост 300 об/мин, с използване на мембрана УПМ-50 (Русия); изследванията са проведени с моделни разтвори на багрилото с концентрация 25 mg/dm<sup>3</sup>, подготвени с дестилирана вода; концентрацията на добавения въглен е 1 g/dm<sup>3</sup>; работното налягане в системата се създава с помощта на съгъстен азот.

■ експериментите на ултрафилтрация на разтвора с добавяне на активен въглен VMK-1 са проведени в два режима: кратковременен (5 min) и по-дълъг контакт (30 – 120 min).



Лабораторен модел  
а – общ вид; б – съставни части

Задържането на багрилото при мембранното пречистване ( $R$ , %) и ефекта на пречистване на водата от багрилото ( $\mathcal{E}$ , %) при хибридни ултрафилтрационно-сорбционен процес са изчислени по формулата:

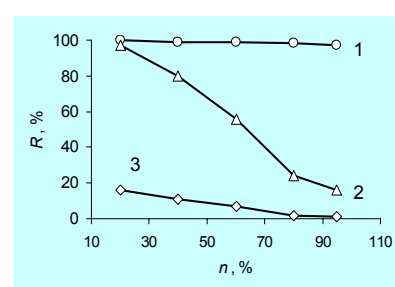
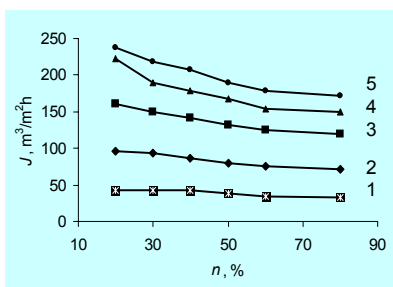
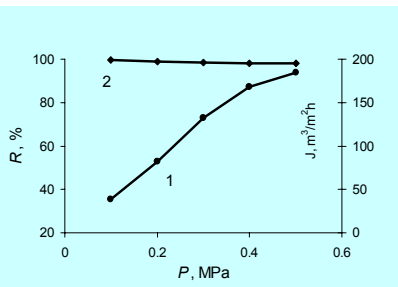
$$R(\mathcal{E}) = \frac{C_0 - C_n}{C_0} 100\%$$

Където:  $C_0$  и  $C_n$ , mg/dm<sup>3</sup> са концентрациите на багрилото съответно в изходния разтвор и във филтрата.

Производителността на ултрафилтрация или хибридни ултрафилтрационно-сорбционен процес ( $J$ , dm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.h) се определя по формулата:

$$J_v = V / S t$$

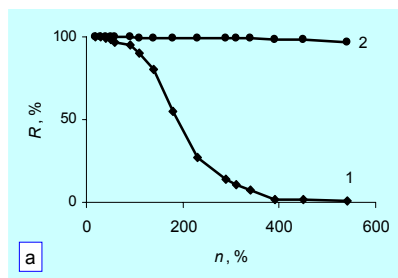
Където:  $V$  е обемът на пробата, m<sup>3</sup>;  $t$  – времето на филтриране, h;  $S$  – площ на работната повърхност на мембраната, m<sup>2</sup>.



Зависимост на производителността на ултрафилтрация (1) и задържането на виолетово катионно багрило от мембраната УПМ-50 (2) от работното налягане

Зависимост на производителността на ултрафилтрация на разтвора от виолетово катионно багрило от етапите на вземане на филтрата при различни работни налягания, МРа: 0,1 (1); 0,2 (2); 0,3 (3); 0,4 (4); 0,5 (5)

Зависимост на задържането на виолетово катионно багрило от мембраната УПМ-50 от етапите на вземане на филтрата и количеството ултрафилтрационни цикли: 1 (1); 2 (2); 3 (3) при работно налягане 0,3 МРа.



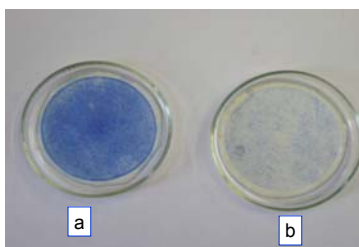
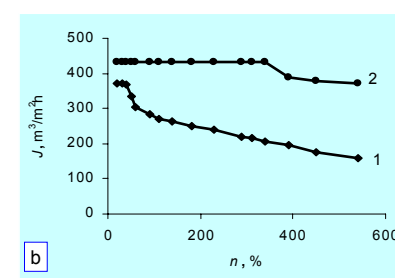
Ефект на пречистване на водата от виолетово катионно багрило:

(а) от мембраната УПМ-50 (1) и хибридни ултрафилтрационно-сорбционен метод (2);

(б) Зависимост на производителността на процеса от етапите на вземане на филтрата: без добавяне на сорбент (1) и при добавяне на VMK-1 в разтвора (2).

Работно налягане - 0,3 МРа. Време на контакт на активния въглен с разтвора - 30 min.

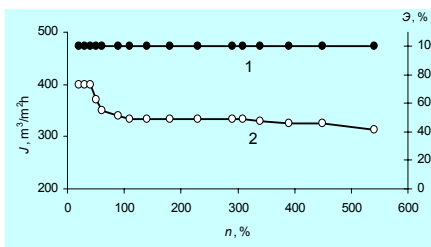
Етап на вземане на филтрата - % от изходния обем на ултрафилтрационната клетка.



Снимки на повърхността на мембрани УПМ-50 след ултрафилтрация на разтвора с виолетово катионно багрило:

(а) без добавяне на сорбент;

(б) при добавяне на активен въглен VMK-1



Зависимост на ефекта на пречистване (1) и производителността (2) от етапите на вземане на филтрата при ултрафилтрация на разтвор с виолетово катионно багрило с добавяне на активен въглен VMK-1 непосредствено преди подаването му в мембранната клетка. Време на контакт на разтвора със сорбента - 5 min.

**По-важни изводи:**

- ▶ използването при ултрафилтрацията работно налягане повишава скоростта на проникване на молекулите на багрилото в порестата структура на сорбента, като намалява необходимото време за контакт със сорбата.
- ▶ съчетаването на методите на ултрафилтрация и сорбция позволява съществено да се интензифицира пречистването на вода от виолетово катионно багрило, да се повиши производителността и ефективността на процеса.
- ▶ хибридната ултрафилтрационно-сорбционна технология на пречистване може с приоритет да се използва вместо традиционните сорбционни филтри, които изискват големи разходи за активен въглен и дълго време за сорбция на багрилото.
- ▶ осъществяването на ултрафилтрационно-сорбционния процес в един апарат позволява съществено да се понижат капиталните и експлоатационни разходи за пречистване на водата.