

ДИФЕРЕНЦИАЛЕН ТЕГЛОВЕН ОСМОМЕТЪР

Кирил Коликов¹, Димо Христозов², Радка Колева¹

¹Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

²Университет по хранителни технологии

Резюме

В представената работа ние описваме трикамерен диференциален тегловен осмометър. Преминалата през две полупропускливи мембрани маса разтворител в разтвора се определя с помощта на електронна везна. Измерената маса служи за директно сравняване пропускливостта на различни мембрани към един и същ вид разтвори. Сравняват се и осмотични потоци на разтворител към два различни разтвора – като вид и/или концентрации. Чрез предаване на отчитаните от електронната везна стойности към компютър с подходящ софтуер директно се определя и се изписва графично разликата от плътностите на осмотичните потоци.

Ключови думи: осмоза, мембрани, осмометри, плътност на осмотичния поток.

1. Въведение

Осмозата е едностранна дифузия на разтворител към разтвор, които са разделени чрез полупропусклива преграда – мембрана. Намаляването масата, т.е. обема, на разтворителя и увеличаването масата, т.е. обема, на разтвора с течение на времето е характерна особеност на процеса осмоза. В даден момент време се получава равновесно състояние – в разтвора повече не преминава разтворител, поради изравняване на наляганията от двете страни на мембраната. В това състояние по манометричния метод разликата между хидростатичните налягания на разтвора и на разтворителя е измереното осмотично налягане [1].

В [2] е описан тегловен осмометър, в който съдът с разтвора е окачен на едното рамо на лостова везна и е потопен в разтворителя. Недостатък на този осмометър е, че има изпарение на разтворителя, който е отворен към атмосферата. Друг недостатък е, че осмозата е бавен процес, а атмосферното налягане се изменя с времето.

За първи път в [3] са предложени везнови (тегловен) метод и устройство за изследване на дифузията в течни прозрачни и непрозрачни среди. Развитата теория е пример за задълбочен подход към труден проблем, но описаното експериментално устройство е сложно и трудно реализуемо.

В [4] и [5] са описани тегловни осмометри, чрез които осмотичният процес се изследва с везна. Тези изследвания, обаче, се извършват за всяка мембрана чрез отделен експеримент. Така окачествяването на мембраните изисква много време и измерването не е достатъчно точно, поради промяна на началните условия при различните експерименти.

В настоящата работа даваме по-нататъшно развитие на тези осмометри. С описаният тук трикамерен диференциален тегловен осмометър, се измерват два осмотични потока през различни мембрани, които се сравняват във всеки момент време.

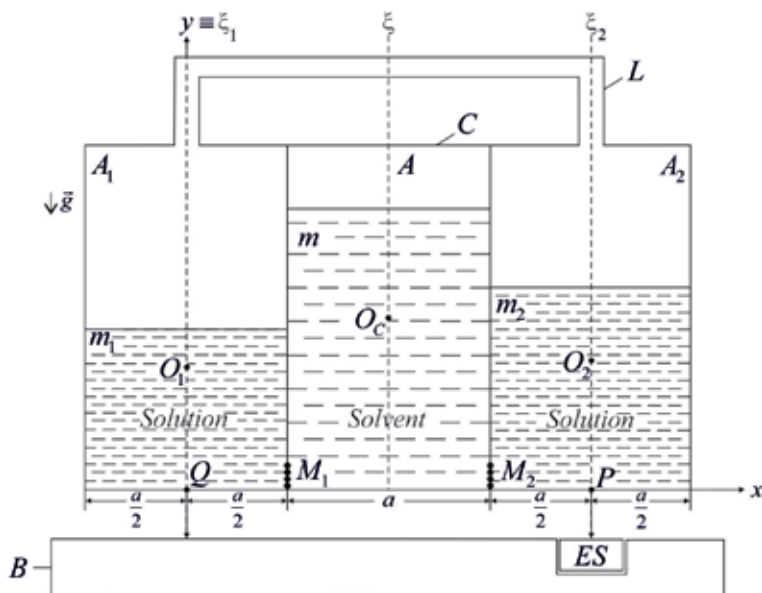
2. Трикамерен тегловен осмометър

На **Фиг. 1** схематично е изобразено вертикално осево сечение на предлагания от нас трикамерен диференциален тегловен осмометър, състоящ се от корпус *C*, плот *B* и

електронна везна ES , вградена в B . Корпусът C на осмометъра е изработен от твърд хомогенен материал. Приемаме, че C се състои от три еднакви камери A_1 , A и A_2 с квадратни основи, с дължина на ръба a . Техните кухини са разделени с преградни стени W_1 и W_2 , преминаващи в еднакви по площ мембрани, съответно M_1 и M_2 . L е тръба за изравняване на газовото налягане в камерите.

Означаваме с Q точката на контакт на C с хоризонталната повърхност на плота B , а с P – точка на контакт на C с плочата на ES . Въвеждаме дакартова координатна система Qxy , неподвижно свързана с плота B . Означаваме с ξ_1 , ξ и ξ_2 – вертикални оси на симетрия, съответно на камерите A_1 , A и A_2 . Точката P лежи на ξ_2 .

Нека точките O_1 и O_2 , съответно лежащи на ξ_1 и ξ_2 , са центровете на масите на разтворите в A_1 и A_2 ; точката O е център на масата на разтворителя в A и O_C е центърът на масата на празния корпус C , лежащи на ξ . С $\vec{g}$ е означен интензитетът на гравитационното поле.



Фиг. 1. Вертикално осево сечение на съд C с три еднакви камери A_1 , A и A_2 .

3. Определяне разликата от масите на преминалия разтвор през мембраните

В началния момент време $t=0$ в камерите A_1 и A_2 се наливат разтвори с маси съответно m_1 и m_2 , а в A – разтворител с маса m . В зависимост от целта на експеримента разтворите може да са еднакви или различни по вид и/или концентрация.

Избираме Q за отправна точка, а $Qy \equiv \xi_1$ – за отправна ос. Нека $g = |\vec{g}|$; m_C е масата на празния корпус C и m_0 е редуцираната маса, отчетена с ES . Тогава върху корпуса C с течностите в него, действат следните сили тегло: m_1g – с нулево рамо спрямо Q ; mg – с рамо a ; m_2g – с рамо $2a$; m_Cg – с рамо a ; силата реакция на ES m_0g – с рамо $2a$.

Тъй като C е в равновесие, то за моментите на силите получаваме

$$m_c g \cdot a + m_1 g \cdot 0 + mg \cdot a + m_2 g \cdot 2a = m_0 g \cdot 2a$$

или

$$m_c + m + 2m_2 = 2m_0 .$$

(1)

Ако m'_1 , m'_2 и m' са масите, съответно в A_1 , A_2 и A , а m_t е показанието на ES в момента $t \geq 0$, то аналогично получаваме равенството

$$m_c + m' + 2m'_2 = 2m_t .$$

(2)

От (1) и (2) следва, че

$$2\Delta m_t = \Delta m + 2\Delta m_2 ,$$

(3)

където $\Delta m_t = m_0 - m_t$, $\Delta m = m - m'$, $\Delta m_2 = m_2 - m'_2$.

Съгласно закона за запазване на масите $\Delta m = -(\Delta m_1 + \Delta m_2)$, където $\Delta m_1 = m_1 - m'_1$. Тогава от (3) получаваме, че

$$\Delta m_t = \frac{\Delta m_2 - \Delta m_1}{2} .$$

(4)

4. Определяне разликата между осмотичните потоци

От формула (4) следва, че ако ES показва $\Delta m_t > 0$, то $\Delta m_2 > \Delta m_1$, т.е. в контейнера A_2 е проникнал повече разтворител отколкото в A_1 , и обратно. Тогава чрез ES можем да намерим разликата между осмотичните потоци J'_2 и J'_1 през M_1 и M_2 , а именно

$$\Delta J_t = J'_2 - J'_1 = \frac{\Delta m_t}{St} ,$$

(5)

където S е работното лице на всяка от двете мембрани M_1 и M_2 .

При един и същ вид разтвори, ако $\Delta m > 0$, то $J'_2 > J'_1$, т.е. мембраната M_2 има по-голяма пропускливост от M_1 по маса разтворител до момента t и обратно. Може да се сравняват и плътностите на два осмотични потока при два различни разтвора.

Окачествяването на мембрани чрез формула (5) става спрямо мембрана еталон с добре изучено пропускане на разтворителя.

5. Заключение

Съществено предимство на предложения от нас трикамерен тегловен осмометър е, че разликата на плътностите ΔJ_t на осмотичните потоци при използваните стандартни двукамерни осмометри трябва да се определя чрез два отделни експеримента, което дава отклонение от точността на измерване, спрямо трикамерния осмометър.

Друго съществено предимство е, че намирането на разликата между осмотичните потоци ΔJ_t във всеки момент време t може да се компютризира.

Възможността за лесно регистриране чрез изписване на данните с помощта на

компютър, правят описаният тегловен осмометър много полезен в изследователската осмометрична практика: за изследване на осмотичните процеси – динамични и равновесни, и за окачествяване на мембрани по пропускливост. Конструкцията на описания осмометър е проста и с ниска цена.

Признателност

Резултатите от настоящите изследвания се публикуват с финансовата подкрепа на Фонд „Научни изследвания“ към МОН по договор № ТО 1/2.

Литература

1. Belyaev, A.P., Kuchuk, V.I., Physical and colloid chemistry. Moscow GЭOTAR-Media (2012).
2. Duncan, J.S., Introduction to Colloid and Surface Chemistry, Third Edition, Oxford University Press, 40 (1991).
3. Krystev, G.A., Dakova, D.I., Dimitrov, V.S., The barycentric method for the determination of the diffusion coefficient of colloidal particles, Colloid Journal, 60, 4, 449-455 (1998).
4. Kolikov, K., Dakova, D., Hristozov, D., Bozhkov S., New weighing osmotic method and device. Scientific Researches of the Union of Scientists in Bulgaria – Plovdiv, Series B, Natural Sciences and the Humanities, 13, 101-108 (2012).
5. Kolikov, K., Hristozov, D., Koleva, K., Determining the osmotic pressure using an electronic scale, Science and Technologies, 3, 3, 126-130 (2013).