

# Фотометър HI 83203 и приложението му за измерване на разтворен кислород в течности

Николай Николов

ТУ-София, докторант, e-mail niki.nikolow87@gmail.com

*Резюме:* Съществуват различни методи и апаратури за изследването на разтворен кислород в течности. Един от лесните и удобни начини за това е фотометъра HI 83203, който работи по метода на Winkler.

Настоящото изследване цели да се провери каква е концентрацията на разтворения кислород на чешмяната вода в лаборатория 2440 в Технически университет София, използвайки фотометър HI 83203.

*Ключови думи:* - фотометър HI 83203, кислород, вода.

## 1. Въведение

С разтворен кислород се отбелязва количеството на кислорода, разтворен в единица обем на водата. Знае се, че количествата му варират в зависимост от температурата на водата, надморската височина и други.

Окислително редукиционните процеси играят изключително важна роля в процесите, които протичат в биосферата [1]. Кислородното съдържание е важно за изследванията в области като химията, биологията, физиологията, екологията както с приложен, така и с фундаментален характер. За това е от важно значение точното дефиниране на кислородното съдържание в различни среди.

Количеството на разтворен кислород е един от най-важните показатели за живите организми, обитаващи водната среда [2]. Промяната на кислородната концентрация може да доведе до промяна в прилежащите биоценози и локалната екосистема, тогава контролът за съдържанието на кислород е необходим както в природните нетретирани води, така и в подлежащи на пречистване води замърсени от антропогенна дейност. Разтворимостта на кислорода в повечето течности, включително и във водата, се описва приблизително по законите за разтваряне на идеалните газове и при налягания близки до атмосферното тя е

малка и намалява с повишаване на температурата [3]. Разтворимостта на кислорода намалява, когато се повиши нивото на концентрацията на разтворените и органични вещества. Излишъкът, както и недостигът, на разтворен кислород са рискови фактори за водните организми. За качеството на водите може да се съди по количеството на кислорода.

## 2. Конструкция на фотометър HI 83203

Абсорбцията на светлината е типично явление на взаимодействие между електромагнитно излъчване и материята. Когато светлинният лъч пресича веществото, част от радиацията може да се абсорбира от атоми, молекули или кристални решетки. Ако се появи чисто усвояване, част от светлината се абсорбира и зависи както от дължината на оптичния път през материята така и от физико-химичните характеристики на веществото, съгласно закона за Lambert-Beer [4]:

$$-\log I / I_0 = \varepsilon_{\lambda} . c . d \quad (1)$$

където:

-log I/I<sub>0</sub>- абсорбцията;

I<sub>0</sub>-интензитет на падащия светлинен лъч;

I-интензитет на светлинният лъч след абсорбция;

$\varepsilon_{\lambda}$  - коефициент на моларна абсорбция при дължина на вълната  $\lambda$ ;

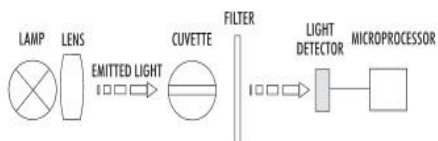
c-моларна концентрация на веществото;

d-оптичен път чрез веществото.

Следователно, концентрацията "C" може да бъде изчислена от абсорбцията на веществото като са известни другите коефициенти.

Фотометричният химичен анализ се основава на възможността за разработване на съединение, абсорбиращо от специфична химическа реакция между проба и реагенти. Абсорбцията на съединението строго зависи от дължината на вълната и падащия светлинен лъч. Тясната спектрална лента трябва да се избира така, че централната дължина на вълната за оптимизираните на измервания е правилна. □ Оптичната система на HI 83203 се основава на специални волфрамови лампи и тясна лента от филтри за смущения, за да се гарантира едновременно висока производителност и надеждни резултати. На фигура 1 е представена оптичната подредба на фотометъра HI 83203.

Четири измервателни канали позволяват широка гама от тестове.



Фиг. 1. Инструментална блокова схема (оптична подредба) на фотометър HI 83203[4]

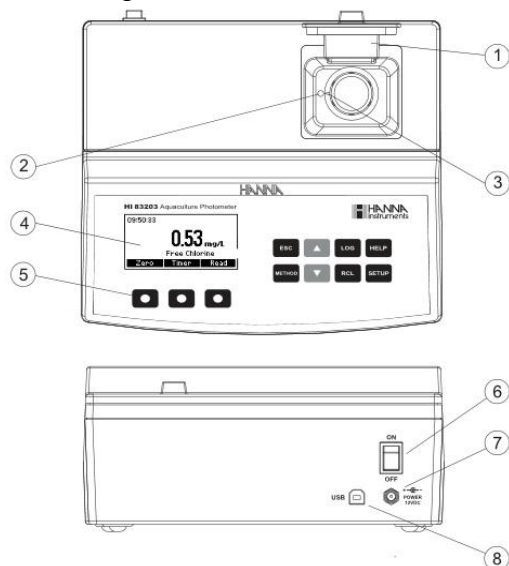
Микропроцесорното управление включва специална волфрамова лампа, която излъчва радиация и свети през пробата, съдържаща се в кюветата. Оптичният път се определя от диаметъра на кюветата. След това светлината се филтрира, за да се получи светлинен лъч с интензитет  $I_0$  или  $I$ . Фотоелементът събира радиацията  $I$ , която не се абсорбира от пробата и се преобразува в електрически ток, създавайки потенциал в диапазон от няколко mV. Микропроцесорът използва този потенциал и го преобразува в желаната мерна единица, която се визуализира на дисплея. Процесът на измерване се извършва в два етапа: първо

измервателното устройство се нулира (калибрира) и след това се извършва измерването.

Кюветата играе много важна роля, тъй като тя е оптичен елемент и по този начин изисква специално внимание. Важно е, че измерваната кювета и тази на калибриране (нулиране) са оптично идентични и осигуряват едни и същи условия на измерване. Инструментът и капачката на кюветата имат специални марки, които трябва да бъдат приведени в съответствие, за да се получи по-добра възпроизводимост. Повърхността на кюветата трябва да е чиста и да не е надраскана, за да се избегнат смущения при измерването

На фигура 2 е представено описанието на блоковете на фотометъра HI 83203.

1. Капак;
2. Маркировка за индексирание;
3. Кюветна точка;
4. Дисплей за отчитане на данните;
5. Бутони;
6. Бутон за включване/изключване на уреда;
7. Място за захранване на уреда;
8. USB връзка;



Фиг. 2. Фотометър HI 83203[4]

Производител на фотометъра HI 83203 е фирмата Hanna Instruments.

Изследването на разтвори в течност кислород чрез фотометъра HI 83203 се извършва по метода на Winkler. Той се

използва широко в анализа на водите, при което в края на реакцията спектрофотометрично се измерва съдържанието на йод в реакционната смес, което е еквивалентно на кислородното количество.

### 3. Експериментална част

За изследването на разтвореният кислород се използва описаният по-горе фотометър HI 83203. Обхватът му на измерване е от 0.0 до 10.0 mg/l кислород с точност  $\pm 0.4 \text{ mg/L} \pm 3\%$  при температура 25 °C. Източникът на светлина, който се използва, е волфрамова лампа с теснолентов филтър - 420 nm. Методът, който се използва, е на Winkler като реакцията между разтворения кислород в изследваната проба и реагента води до жълт нюанс в пробата.

Настоящото изследване цели да се провери какво е кислородното съдържание в лаборатория 2440 в Технически университет-София, използвайки фотометър HI 83203.

Измервателната процедура преминава през няколко етапа:

1. Избира се методът за разтворен кислород с помощта на бутон „метод“ от предния панел на уреда;
2. 60ml от пробата се налива в специална стъклената бутилка;
3. Поставя се стъклената капачка, така че част от пробата да прелее малко след нейното поставяне;
4. Маха се капачката и се поставят 5 капки от реагент „А“ HI 93732A-0 и 5 капки от реагент „Б“ HI 93732B-0;



Фиг. 3. Поставяне съответно на реагент „А“ и реагент „Б“

5. Стъклената се разклаща няколко пъти, докато пробата стане жълто-оранжева и се появят гранули;



Фиг. 4. Оцветяване на пробата в жълто-оранжево

6. Изчакват се около 2 минути, докато гранулките се утаят на дъното на съда и горната част на пробата стане бистра. Тогава се добавят 10 капки от реагент „С“ HI 93732C-0;



Фиг. 5. Показва процедура „б“.

7. Поставя се капачката и се разклаща отново стъкленият съд, докато се получи пълно разтваряне на реагент С. Получава се жълто оцветяване на пробата, което показва, че е готова за измерване;
8. В отделна кювета се поставят 10 ml от оригиналната проба (преди да се сложат всички реагенти) и се поставя капачката. Това е така наречената празна проба;
9. Кюветата с оригиналната проба се поставя във гнездото на фотометъра и се затваря капачето на уреда;
10. Натиска се бутон „нула“. На дисплея ще се покаже "-0.0-", което показва, че уредът е нулиран и е готов за измерване;
11. Изважда се кюветата с оригиналната проба;

12. В друга кювета се поставят 10ml от готовия за измерване разтвор и се затваря с капачка;
13. Отново се поставя във фотометъра и се затваря капачето на уреда;
14. Натиска се бутона „READ“, за да започне измерването. Фотометърът ще покаже резултата в ml/g на разтворения в пробата кислород.

След направените процедури се установи, че концентрацията на разтворения кислород на чешмяната вода е 6.1mg/l. Времето за смяне на показанията е около 6 секунди. След 10 минути се направи второ измерване на същата проба, за да се провери дали ще има разлика в показаниято на отчетения кислород. Резултатът се оказва същият – 6.1mg/l разтворен кислород. Този резултат е много важен, защото означава, че измерването не е необходимо веднага да се извърши след поставяне на необходимите реагенти, а търпи известно отлагане във времето.

#### 4. Заключение

Фотометърът е бърз и удобен начин за изследване на води. Времето между две измервания на една и съща реагираща проба не оказва влияние на концентрацията на разтворения кислород. Фотометърът може да

се използва както за промишлени измервания, така и за лабораторни и научни изследвания.

*Научните изследвания, резултатите от които са представени в настоящата публикация, са финансирани от Вътрешния конкурс на ТУ-София-2014г (Договор №141ПД0016-08).*

#### 5. Литература

- [1] **Alberts B., Johnson A., Bray D., et al.**, Molecular Biology of the Cell, 4th ed., Garland Publishing, Inc., New York, 2002
- [2] **Lodish H., et al.**, Molecular Cell Biology, 5th ed., W.H. Freeman and Co, New York, 2003.
- [3] **Instruction Manual**, Physical Chemistry 3rd ed., Elsevier, Academic Press, New York, 2008
- [4] **Instruction Manual, HI 83203 Multiparameter Bench Photometer for Aquaculture**, Hanna Instruments

#### Данни за автора:

**Николай Красимиров Николов** – маг. инж., Технически университет – София, докторант в катедра Електроизмервателна техника, Факултет Автоматика.

## Photometer HI 83203 and its use to measure dissolved oxygen in liquids

**Nikolay Nikolov**

Technical University of Sofia, Faculty of Automatics, niki.nikolow87@gmail.com

*Abstract:* - Different methods and apparatus for the study of dissolved oxygen in liquids are exist. One of the easiest and most convenient way is HI 83203 photometer that operates by the method of Winkler.

The purpose of this study is to examine what is the concentration of dissolved oxygen of tap water in the laboratory 2440 at the Technical University of Sofia using the HI 83203 photometer.

*Key-Words:* - photometer HI 83203, dissolved oxygen, water.