

## Микропроцесорно управление на еднообемни аеробни водно-пречиствателни станции базирани на универсални мултифлуидни устройства

Анастас Стоянов, Стефан Недев, Боян Боянов

**Microprocessor control of one-volume aerobic-treatment plant for waste water by using universal devices:** *Microprocessor control using a PC for proposed by us one-volume aerobic-treatment plant is developed. The microprocessor control of ejectors, working with 3 fluids (air, water and steam) is used.*

**Key words:** *waste water treatment, microprocessor control, aerobic processes, ejector devices.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Принципът на действие на разработеното „Еднообемно еробно пречиствателно съоръжение” (ЕАПС) изцяло покрива технологичната последователност при аеробното биохимично пречистване на отпадъчни води, което се извършва чрез действието на активната утайка. Тя представлява огромна популация от фито- и зоо-микроорганизми и се явява среда за тяхното обитаване [2,7]. Разликата на ЕАПС спрямо предлаганите аеробни биохимични пречиствателни съоръжения [8,10,12-14] се състои в еднообемната му конструкция, която е възможно да се реализира благодарение на разработената серия „Универсални мултифлуидни устройства” (УМУ) [3,4]. Използваното микропроцесорно управление, осигуряващо протичането на биохимичните процеси, е базирано на персонален компютър (PC) [5,6]. Това води до чувствително повишаване ефективността и снижаване на разходите, необходими за пречистване на отпадните води в ЕАПС.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

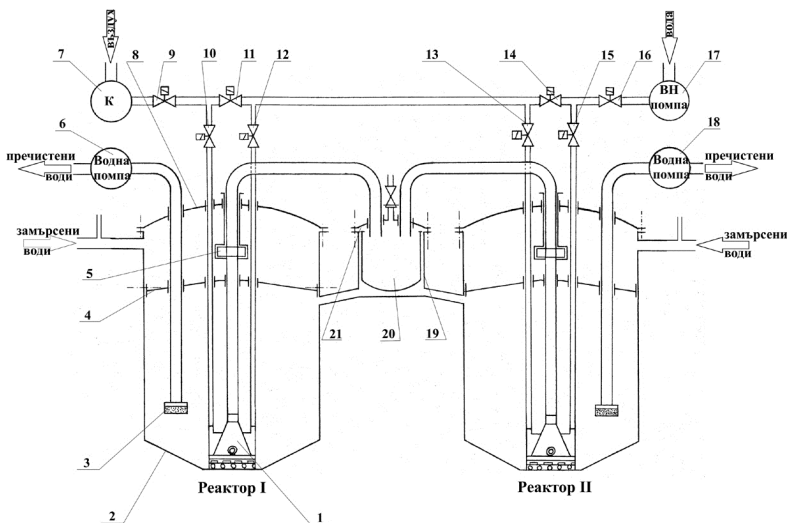
Принципната схема на предложеното ЕАПС (фиг.1) се състои от:

1. Утаечен смукател или друго многофункционално, мултифлуидно устройство, работещо на ежекторен принцип от гамата разработени УМУ.
2. Биореактор – херметично затварящ се най-често цилиндричен съд със специфична форма на дъното, който осигурява възможност за гравитационно концентриране на първични и вторични утайки.
3. Смукателен обратен клапан с филтър 300  $\mu\text{m}$  на водната помпа.
4. Покривна конусна ламелна скара – представлява решетка с наклонени ламели, чийто ъгъл на наклона се увеличава към периферията ѝ.
5. Ръчен или електромеханичен рециркулационно-преливен разпределител – разработено от нас двупозиционно устройство, осигуряващо ръчно или електромеханично насочване на флуидния поток от УМУ към утаечно-задържащата шахта или за обливане на покривната ламелна скара.
6. Водна помпа на реактор I – избира се с параметри определени по технологични съображения, предотвратяващи разбъркването на вторичната утайка при изпомпване на пречистената вода от реактора.
7. Високодебитен въздушен компресор – подбира се с параметри достатъчни за нормалната работа на УМУ и определени по технологични съображения.
8. Капак на биореактора – осигурява херметичното затваряне на биореактора, с габаритни размери и форма отговарящи на конструкцията му.
- 9÷16. Електромагнитни вентили.
17. Високонапорна водна помпа - избира се с параметри, достатъчни за нормалната работа на УМУ и определени по технологични съображения.
18. Водна помпа на реактор II.

19. Утаечно-задържаща шахта – херметично затварящ се най-често цилиндричен съд, който осигурява възможност за дрениране на течност обратно в биореактора.

20. Утаечно-филтърна кошница – изработена от стоманена филтърна мрежа осигуряваща задържане на частици над 1 mm .

21. Капак на утаечно-задържащата шахта – осигурява херметичното затваряне на утаечно-задържащата шахта.



фиг.1. Принципна схема на ЕАПС

Технологичната последователност на работа на ЕАПС се състои в следните пет етапа:

I. Механично пречистване.

II. Първично утаяване, включващо:

1. Технологично време за утаяване.

2. Изпомпване чрез УМУ на получената утайка и отвеждането ѝ в утаечно-задържащата шахта.

III. Биологично пречистване, което може да включва:

1. Аериране.

2. Разбъркване.

3. Хомогенизиране.

4. Темперирание.

IV. Вторично утаяване, включващо:

1. Технологично време за утаяване.

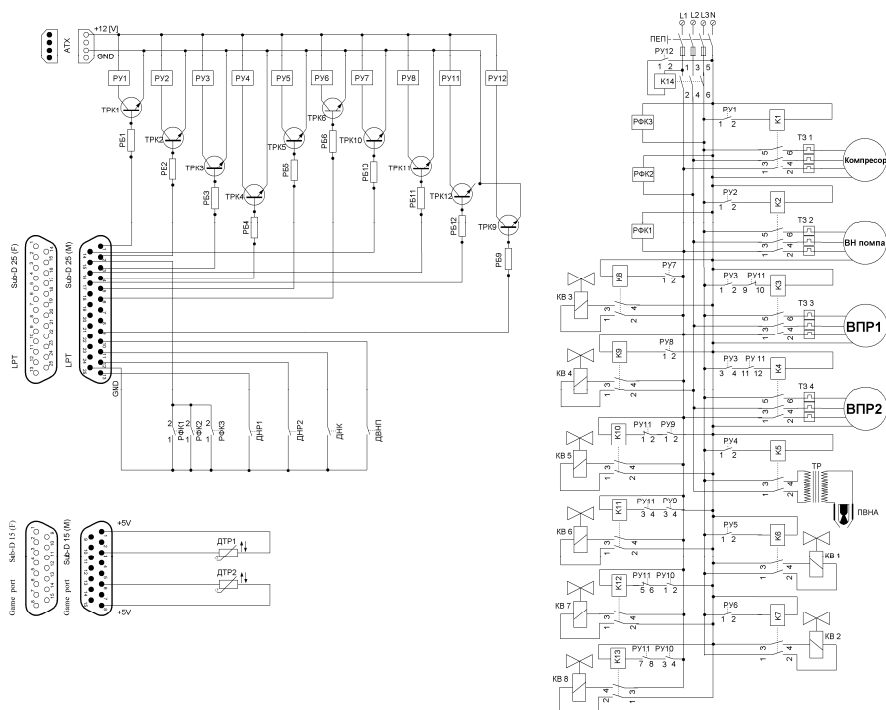
2. Изпомпване на пречистените води от водната помпа.

3. Изпомпване чрез УМУ на утайката съдържаща активната тиня, като се оставя количество равняващо се на оборотната утайка в многокамерните аеробни съоръжения.

V. Външно обработване и утилизация на утайките.

Поради конструктивните особености на ЕАПС технологичната последователност се повтаря за реактор II. Зареждането на двата реактора става последователно, което осигурява непрекъснат режим на работа на съоръжението.

Управлението на ЕАПС става посредством разработената от нас „Система за управление на аеробни пречиствателни съоръжения“ (СУАПС). Използват се софтуерните продукти: „LPT\_Switch“ v.2.0 и програма за настройка, управление и обработване на аналогови сигнали „T-R“ v.1.0, предлагани от „Counters Lab“ [11]. В разработената установка са използвани 12 броя релета. При 25 контактен куплунг на LPT (Line PrinTer) порт, използваеми за управление са контакти: от 1 до 9 и 14, 16 и 17. За да се осигури входяща информация се използват контакти: от 10 до 13 и 15 [1,11]. Към тези контакти се подава сигнал от външни датчици, отчитащи дискретни сигнали. Датчиците свързват тези контакти към маса. Свързването на датчици отчитащи аналогови сигнали става чрез използване на аналогово-цифровите преобразователи (АЦП) на Game port. При 15 контактен куплунг на Game port, за свързване на аналогови датчици се използват контакти 3 и 6. Датчиците свързват тези контакти към +5 V съответно чрез контакт 1 и 8. Съпротивлението на аналоговите датчици може да се изменя от 0 до 100kΩ. При свързване на компютъра и блока за управление на външни устройства (БУВУ) са използвани три типа кабели: стандартен принтерен кабел, реализиращ интерфейса Centronics и два четири проводни кабела за свързване съответно на БУВУ към компютърен захранващ блок по стандарт АТХ и аналоговите датчици към Game port. Програмата осигурява възможност за използването на персонален компютър като лесно програмируем контролер със 7 входа, от които 5 цифрови, 2 аналогови и 12 изхода. Това се извършва в панела „Контролер“. За съставяне на управляваща програма е предвиден логически програмиращ панел.



фиг.2. Принципна схема на СУАПС

Принципната електрическа схема на СУАПС е показана на фиг.2. На схемата са означени: ДНР1 – датчик за ниво на водата в реактор I; ДНР2 – датчик за ниво на водата в реактор II; ДНК – датчик за работно налягане на компресора; ДВНП – датчик за налягане на високонапорната водна помпа; ДТР1 – сензор за температура от реактор I; ДТР2 – датчик за температура от реактор II; К – контактор; РУ – реле управляващо; ТЗ – термична защита на електродвигател; КВ – комутационен вентил; ВПР1 – водна помпа, изпомпваща пречистената вода от реактор I; ВПР2 – водна помпа, изпомпваща пречистената вода от реактор II; ВН помпа – високонапорна водна помпа; ПВНА – подгриващ водата под високо налягане агрегат; ТР – трансформатор за запалване на ПВНА; ПЕП – трифазен пакетен прекъсвач; ТРК – транзистор, работещ в ключов режим; РБ – резистор в базовата верига на ТРК, РФК – релета за контрол на фазите и нулата.

Разработеното от нас устройство: “Управляващ релейно-контакторен блок на система за управление на аеробни пречиствателни съоръжения” (УРКБ за СУАПС), се състои от следните модули:

- БУВУ – съдържа транзистори, резистори, оптрони, диоди и др. Същият може да се реализира и чрез подходяща интегрална схема.

- Релеен команден блок (РКБ) – съдържа управляващите релета. Необходимото напрежение от +12 V за захранването им се взема от РС захранващият блок.

- Контакторен блок (КБ) – съдържа контактори включващи: електромагнитните вентили; задвижващите електродвигатели на: компресора, високонапорната водна помпа, водните помпи за изпомпване на пречистената вода от реактори I и II; запалването на подгриващия водата под високо налягане агрегат.

- Защитно-контролни елементи (ЗКЕ) – съдържа термични защиты на електродвигателите.

Управлението на УРКБ за СУАПС се осъществява посредством управляващият софтуер “LPT\_Switch” v.2.0 чрез програма, записана в панела “Контролер” и интегрирания софтуер за въвеждане и обработване стойностите на аналогови величини “T-R” v.1.0 [1,11]. Използват се всичките пет входа за цифрови сигнали и двата входа за аналогови сигнали от датчици, като към тях са включени: датчик 1 – ДВНП; датчик 2 – ДНК; датчик 3 – ДНР2; датчик 4 – ДНР1; датчик 5 – контакти на РФК1, РФК2 и РФК3 за контрол на трите фази; датчик f1 – ДТР1; датчик f2 – ДТР2. От линиите за управление: линия 1 – включва чрез релето си РУ1 контактора К1 на електродвигателя, задвижващ компресора (поз.7 на фиг.1); линия 2 – включва чрез РУ2 контактора К2 на електродвигателя на високонапорната водна помпа (поз.17 на фиг.1); линия 3<sup>I</sup> – включва чрез н.о. контакт 1-2 на РУ3 и н.з. контакт 9-10 на РУ11 контактора К3 на електродвигателя на водната помпа на реактор I (поз.6 на фиг.1); линия 3<sup>II</sup> – включва чрез н.о. контакт 3-4 на РУ3 и н.о. контакт 11-12 на РУ11 контактора К4 на електродвигателя на водната помпа на реактор II (поз.18 на фиг.1); линия 4 – включва чрез РУ4 контактора К5 на подгриващия водата под високо налягане агрегат; линия 5 – включва чрез РУ5 контактора К6 на КВ1 (поз.9 на фиг.1); линия 6 – включва чрез РУ6 контактора К7 на КВ2 (поз.11 на фиг.1); линия 7 – включва чрез РУ7 контактора К8 на КВ3 (поз.14 на фиг.1); линия 8 – включва чрез РУ8 контактора К9 на КВ4 (поз.16 на фиг.1); линия 9<sup>I</sup> – включва чрез н.о. контакт 1-2 на РУ9 и н.з. контакт на РУ11 контактора К10 на КВ5 (поз.10 на фиг.1); линия 9<sup>II</sup> – включва чрез н.о. контакт 3-4 на РУ9 и н.о. контакт на РУ11 контактора К11 на КВ6 (поз.13 на фиг.1); линия 10<sup>I</sup> – включва чрез н.о. контакт 1-2 на РУ10 и н.з. контакт на РУ11 контактора К12 на КВ7 (поз.12 на фиг.1); линия 10<sup>II</sup> – включва чрез н.о. контакт 3-4 на РУ10 и н.о. контакт на РУ11 контактора К13 на КВ8 (поз.15 на фиг.1). Линия 11 управлява каскадно чрез контактите на РУ11 реактори I и II. Линия 12 контролира наличието на фаза или нула в захранващата трифазна мрежа. Това се осъществява чрез използване на реле за контрол на фазите с подходяща конструкция или

посредством свързването на 3 релета за 220 V между всяка фаза и нулата. При отпадане на фаза или нула, тази линия чрез РУ12 изключва трифазното захранване посредством контактора К14.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Разработената СУАПС притежава следните предимства:

1. Наличие на микропроцесорно управление, базирано на персонален компютър, което позволява гъвкаво адаптиране на работните режими към специфичните условия на работа. То дава възможност за бърза потребителска настройка чрез избор на управляваща програма и съответстващия ѝ профил от предварително подготвени библиотеки.

2. Прилагането на евтин универсален управляващ софтуер, работещ под практически всички използвани версии на ОС Windows и използващ поддържания от всички компютърни конфигурации паралелен интерфейс [1, 11].

3. Възможност за лесен преход към други управляващи оборудването серийни и безжични компютърни интерфейси или към автономно управление от вградени към устройството програмируеми логични схеми [9, 15-17].

4. Дълъг експлоатационен срок поради управлението на технологични устройства без въртящи се части за процесите на аериране, изпомпване и турбулизация.

5. Гарантира се експлоатационна безопасност чрез интегриране в управлението на блокировки и се избягва внасянето на електрически устройства и съоръжения в биореактора.

6. Възможност за използване в различни по капацитет ЕАПС, единствено чрез избор на управляваща програма и подходящ профил от разработените библиотеки.

7. Създадено е унифицирано технологично оборудване и единно микропроцесорно управление, независимо от броя включени УМУ в конкретното ЕАПС.

### **ЛИТЕРАТУРА**

[1] Гук, М., Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия., "Питер", Санкт-Петербург, 2003 г.

[2] Магаева, С., Караиванов, С., Екологична химия и опазване на околната среда, "Булвест 2000", София, 2002.

[3] Недев, С., Стоянов, А., Конструкция на утаечен смукател с компресорно напompване, Научни трудове на СУБ – Пловдив, серия В, Техника и технологии, VII, (2008), 153-157.

[4] Недев, С., Стоянов, А., Универсални мултифлуидни устройства за приложение в ежекторни утаечни смукатели, дренажни и други помпи за течности, Международна конференция ТЕХСИС`09, Пловдив, България, 29-30 май 2009, 14, 2, 259-263.

[5] Стоянов, А., Недев, С., Михайлова, Ц. Микропроцесорно управление на универсални мултифлуидни устройства, приложими в ежекторни утаечни смукатели, дренажни и други помпи за течности, Научна конференция на Съюза на учените в България – Пловдив, 11-12 ноември 2010 г. (приета за печат).

[6] Стоянов, А., Недев, С., Боянов, Б., Приложение на РС базирано микропроцесорно управление в експериментални установки, Международна конференция УНИТЕХ`10, Габрово, България, 19-20 ноември 2010 г., II, 53-58.

[7] Manahan, S.N., Environmental Chemistry, Lewis Publishers, 6th Edition, 1999, p.600.

[8] [www.abt-bg.com](http://www.abt-bg.com)

[9] [www.accesio.com](http://www.accesio.com)

[10] [www.bioteh-bg.com](http://www.bioteh-bg.com)

- [11] [www.counterslab.com](http://www.counterslab.com)
- [12] [www.envirochemie.bg](http://www.envirochemie.bg)
- [13] [www.hg-sons.com](http://www.hg-sons.com)
- [14] [www.hydrotech.ro](http://www.hydrotech.ro)
- [15] [www.pcports.ru](http://www.pcports.ru)
- [16] [www.relaycontrollers.com](http://www.relaycontrollers.com)
- [17] [www.usb-industrial.com](http://www.usb-industrial.com)

**За контакти:**

маг. инж. физик Анастас Стефанов Стоянов, е-mail: [anastas.stoyanov@abv.bg](mailto:anastas.stoyanov@abv.bg)  
гл. ас. маг. инж. физик Стефан Радев Недев, е-mail: [stefan.nedev@mail.bg](mailto:stefan.nedev@mail.bg)  
доц. д-р Боян Симеонов Боянов, е-mail: [boyanb@uni-plovdiv.bg](mailto:boyanb@uni-plovdiv.bg)  
ПУ "Паисий Хилендарски", 4000 Пловдив, ул. "Цар Асен" № 24

**Докладът е рецензиран.**