

## Ергономични рискове, генерирани от системи и съоръжения за пречистване на отпадъчни води

Пламен Мънев

*Ergonomic risks from water treatment systems and devices: In the present paper the main ergonomic requirements that consider occupational parameters are shown. A model for possible origins of ergonomic risk factors localize is proposed.*

**Key words:** *Ergonomy, Risk, Cleaning process, Waste water treatment plants, Dangers, Index, Systems and equipment.*

### ВЪВЕДЕНИЕ

Опазването и управлението на водните ресурси е един от приоритетите на страната при изпълнение на поетите ангажименти след присъединяването ни към ЕС. Наред с изграждането на нови, бяха реконструирани и модернизирани редица съществуващи пречиствателни станции за пречистване на отпадъчни води. В зависимост от необходимата степен на пречистване се проектират, изграждат и експлоатират различни по устройство и принцип на действие пречиствателни системи и съоръжения.

Освен познатите конструктивни решения във водопречиствателната и водоподготвителната практики приложение намират и принципно нови, както по отношение на устройството, така и в зависимост от начина им на действие системи и съоръжения. Те много често не са съобразени с основни изисквания от гледна точка на безопасността при работа на обслужващ персонал, оператори, външни посетители и/или други лица. Тези пропуски се забелязват и отстраняват лесно за опасности от механични, електрически, термичен и т.н. характер. По отношение на опасности от ергономичен характер пропуските и неточностите се забелязват по - трудно и в повечето случаи след голям период от време.

Цел на настоящата работа е да се анализират възможностите за възникване на ергономични рискове от проектиране, въвеждане в експлоатация, обслужване и ремонт на системи и съоръжения за пречистване на отпадъчни води.

За изпълнението ѝ е необходимо да се изпълнят следните задачи:

- да се посочат основните ергономични изисквания, имащи отношение към параметрите на работната среда за постигане на безопасни и здравословни условия на труд;
- да се предложи модел за локализиране на възможните източници (детайли, възли, агрегати, съединения, съоръжения) на генериране на рискови фактори от ергономично естество по технологичния път на пречистване на отпадъчния воден поток.

### ИЗЛОЖЕНИЕ

При осигуряване на безопасни и здравословни условия на труд трябва да се спазват редица изисквания, регламентирани със съответните стандарти, директиви закони и подзаконовни нормативни разпоредби. Наред с изискванията за безопасност на труда към машините, към конструкцията и обезопасяването им, към психо - физиологичните, санитарно - хигиенните и естетическите изисквания относно факторите на работната среда, трябва да се вземат в предвид и редица ергономични изисквания.

В настоящата работа се разглеждат основните ергономични изисквания, тъй като те са водещи при проектирането на машини и съоръжения и организацията на работното място или работната зона (взаимодействия в системата човек - машина).

Специфичните изисквания към машини, съоръжения, технологично оборудване и др. са във функция от общите ергономични изисквания и в по - големия процент от случаите ги конкретизират, детайлизират и допълват.

В основата на общите ергономични изисквания са антропометричните изисквания и обвързаните с тях изисквания по отношение на работните зони, работните пози и работните движения. Спазването им осигурява по - висока ефективност и качество на труда, по - добро усвояване на ресурсите, оптимизиране на производствените разходи и намаляване на физическата и нервно - психичната енергия на операторите/работниците. [1]

За безопасното функциониране на човеко - машинните системи през целия жизнен цикъл на машините от голямо значение е спазването на ергономичните изисквания още в процеса на проектирането им. За това е необходимо да се вземат в предвид антропометричните показатели и биомеханичните характеристики на човека. Отчитайки тези ограничения, машините трябва да са съобразени с:

- габаритните размери на човешкото тяло в ситуации на различни работни пози;
- размерите на отделните части на човешкото тяло в ситуации на различни работни пози;
- динамичните размери на човешкото тяло при преместването на отделните му части в пространството в процеса на работа;
- диапазоните на движение на отделните части на тялото в процеса на работа и ограниченията, наложени от ставите.

При използване на данни от антропометричен характер в процеса на проектиране следва:

- да се определи контингентът от хора, за които са предназначени машините и/или технологичното оборудване;
- да се подбере антропометричен показател (или група от показатели), определящ(и) размерите и конструкцията на машините и оборудването (работата с антропометрични показатели се основава на т. н. перцентили - стойностите на измервания показател, които разделят вариационния му ред на сто равни части така, че броят на случаите, които притежават стойности на показателя, включени между два съседни перцентила, са 1 % от общия брой на наблюдаваните случаи); [3]
- да се установи какъв процент от работещите ще бъдат удовлетворени от проектираната машина или съоръжение;
- да се въведат коригиращи коефициенти за поправка в следствие от използване на работно и/или предпазно облекло, работни обувки и др.

Антропометричните показатели могат се разделят на класически (намиращи приложение в медицината, диетологията и др.) и ергономични - сложни по своята структура, невинаги съвпадащи с класическите, измерващи се в различни работни пози и движения в процеса на работа.

По отношение на движението в работната среда се различават статични и динамични антропометрични показатели.

Статичните се използват, за да се определят размерите на машините, работното оборудване и работните места, да се уточнят тези размери, да се определи диапазонът на изменение на регулируемите параметри в ергономични експерименти, ергономични експертизи и др. От своя страна биват соматични (размерите на отделните части на тялото в стояща или седяща работна поза, размерите на главата, на китките, на стъпалата, ширината на таза и т.н.) и габаритни (най - големите размери на тялото в различни работни пози, ориентирани в различни равнини - служат за определяне на минималните пространства, заемани от човека в различни работни пози).

Динамични са тези антропометрични показатели, променящи стойността на размерите си при преместване (ъглово и/или линейно) на движещите се части от човешкото тяло в работното пространство. Намират приложение при определяне на амплитудите на работните движения и размерите на двигателните полета.

При работа с антропометрични показатели трябва да се отчетат разликите между половете и възрастовите разлики. Тъй като в резултат на определени фактори, например акселерация, антропометричните показатели се променят, се препоръчва периодичното им актуализиране през определени времеви периоди.

Работна зона (работно пространство) е частта от работното място, в която са разположени органите за управление на машините и другите технически средства и в която се осъществяват работните движения на човека в процеса на изпълнение на работната задача. В работното пространство се дефинират зони на максимална, лека и оптимална досегаемост.

Зоната на максимална досегаемост при ръчна работа е частта от работното пространство, дефинирана от повърхнините, които описват максимално обтегнатите ръце на работника при движение в раменните стави.

Зоната на лека досегаемост при ръчна работа е частта от работното пространство, дефинирана от повърхнините, които описват отпуснатите ръце на работника при движение в раменните стави.

Зоната на оптимална досегаемост при ръчна работа е частта от работното пространство, дефинирана от повърхнините, които описват предмишниците на работника при движение в лакътните стави с опора (точка от работната повърхност, подлакътник, ръб на пулт за управление и др.) в лакътните точки при относително неподвижни рамене. Зоните на досегаемост при работа с долните крайници се определят аналогично.

Работна поза - характеризира положението на тялото и крайниците в процеса на изпълнение на работна задача. Най - разпространените работни пози са седяща, стояща и седящо - стояща.

Седящата работна поза има редица предимства, но паралелно с това при продължителен трудов стаж е причина за възникване на хронични нарушения на тазовите органи и мускулатура, отслабване на мускулите на коремната кухина, различни гръбначни изкривявания и др.

Стоящата работна поза дава възможност за по - голяма подвижност, а оттам и оптимално използване на активните и пасивните сили на опорно - двигателния апарат. Осигурява по - добри условия за зрителен контрол, но се характеризира и с допълнителна работа на мускулатурата за поддържане на тялото в съответното положение. Това води до повишаване на енергоразхода (с около 10 % в сравнение със седящата работна поза) и предизвиква редица хронични нарушения и заболявания (разширени вени, отоци на долните крайници, плоско стъпало и др.).

Седящо - стоящата работна поза съчетава част от предимствата на двете гореописани пози и се препоръчва при проектиране на работни места. В случаите, в които това не е възможно, се препоръчва седящата поза.

Понякога в практиката се налага да се използват и т. н. принудителни работни пози (наведен, клекнал, на колене и др.). Те са нежелани, тъй като неблагоприятното им въздействие се компенсира с чести и продължителни почивки, промяна на работното място на работника в рамките на работната смяна и др. Същевременно водят до появата на хронични или изострянето на съществуващи заболявания на опорно - двигателния апарат и различни мускулни групи

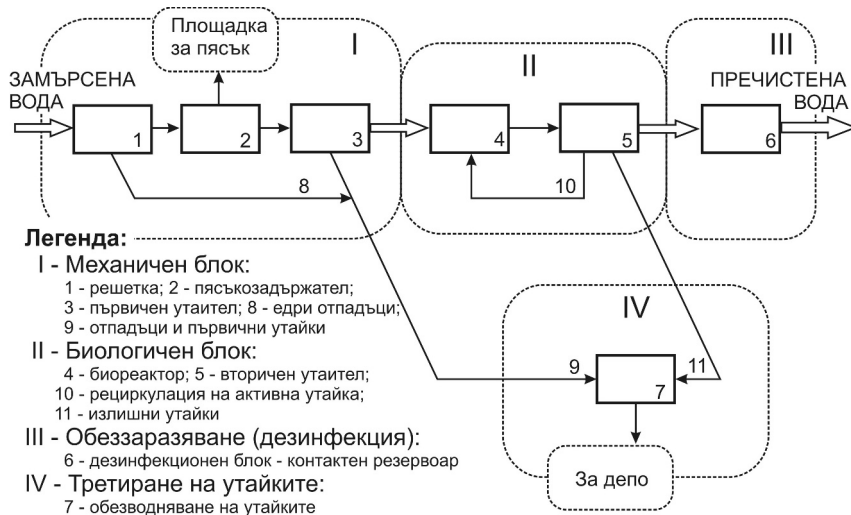
Лежаща работна поза се допуска в редки случаи, тъй като силно ограничава двигателните способности на работника, намалява координацията и свива зрителното поле. Свързана е с допълнително напрежение на мускулните групи на раменния пояс и шийните мускули. Ето защо в такива случаи се препоръчва използването на специални приспособления (опори за шията и главата).

Работни движения - основен принцип при проектирането на машини и съоръжения е осигуряването на безопасни и рационални работни движения от страна на работника в процеса на последваща експлоатация през целия жизнен цикъл на съответното изделие.

В зависимост от конкретната работна задача работните движения зависят от вида, формата и конструкцията на работните инструменти, от работните органи и пултовете за управление на машините, от организацията на работните зони и избора на работни пози. Характеризират се с траектория, приложена мускулна сила, темп, ритъм и координация.

Препоръчва се работните движения по възможност да са първични за работника, да съответстват на анатомичния строеж на тялото, да са оптимални за избраната работна поза и да се осъществяват в зрителна зона. Подходящо е края на всяко от работните движение да създава удобни предпоставки за началото на следващото.

Локализирането на източниците на ергономични рискови фактори по технологичния път на пречистване на отпадъчни води е непрекъснат процес, обхващащ целия жизнен цикъл на пречиствателните системи и съоръжения. Той започва с избор на технологична схема (фиг. 1), преминава през избор на площадка за изграждане и компоновка (функционална или блокова) на пречиствателната станция, последвано от проектиране и оразмеряване на избраните съоръжения, продължава във времето с изграждането, експлоатацията, профилактиката и ремонта им и завършва с извеждането им от експлоатация и брак.



Фиг. 1. Принципна технологична схема на градска пречиствателна станция за отпадъчни води

За детайлното локализиране на възможните рискови фактори от ергономично естество е подходящо да се използва предложеният в [2] таксономически модел на опасностите по технологичния път на пречистване на отпадъчните води. Моделът е разработен за съоръженията, формиращи механичния блок (фиг.1), но по аналогия може да се приложи и/или адаптира и за останалите компоненти, представени на схемата. Той класифицира опасностите, които могат да се генерират вследствие работата на гореописаните съоръжения в три основни групи: физични; химични;

биологични. Физичните от своя страна се подразделят на механични, електрически, термични, от шум, от вибрации и от лъчения. За да отговори на изискванията, формулирани в задачите за изпълнение, е необходимо класификацията да се допълни. Това се осъществява чрез добавяне на нова таксономична единица - опасности от ергономично естество. В нея трябва да се предвиди и/или отчете факторът време, тъй като опасностите от този тип принципно се проявяват след продължителни времеви периоди.

С помощта на така оптимизирания модел за таксономия на опасностите периодично се събира, съхранява и обновява подробна информация за характера на възможните опасности (вкл. и ергономични) от експлоатацията на съоръженията за пречистване на отпадъчни води. Тази база данни е в основата на създаването на т.н. таблици на съответствията, представляващи своеобразни матрици. На всяка от включените в тях опасности съответства конкретно решение или клас решения. В случай, че липсват адекватни решения, матрицата се подлага на допълване, усъвършенстване и актуализация. Събраната информация може да се публикува под формата на каталози, съдържащи готови подходящи решения за превенция на опасностите за всеки етап от жизнения цикъл на съоръженията

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В настоящата работа е направен анализ на възможностите за възникване на ергономични рискове при проектирането, изграждането и експлоатацията на пречиствателни системи и съоръжения за отпадъчни води.

Аргументирана е необходимостта от локализирането на възможните източници на рискови фактори от ергономично естество. Предложена е модификация на таксономичен модел на опасностите, генерирани в процеса на работа на пречиствателни системи и съоръжения.

На базата на оптимизирания таксономичен модел могат да се създадат каталози на опасностите. Целесъобразно е те да се интегрират с каталози на решения, даващи възможност за превенция и управление на риска на всички етапи от жизнения цикъл на пречиствателните системи и съоръжения.

### **ЛИТЕРАТУРА**

- [1] Арабаджиев. А. и колектив. Типови изисквания на организацията на труда при проектиране на машини и работни места, ДИ „Техника”, София, 1982;
- [2] Мънев, П. Таксономия на опасностите в управление на риска от пречиствателни системи за отпадъчни води. XV Международна научно – техническа конференция по транспортна, строително – пътна и подемно – транспортна техника и технологии “trans&MOTAUTO’08”, 18-20.09.2008 г, Созопол, 2008;
- [3] Томов, В., Л. Владимирова, Н. Ковачев. Ергодизайн. Печатна база при РУ „Ангел Кънчев”, Русе, 2011.

### **За контакти:**

гл. ас. инж. Пламен Мънев, Катедра „Екология и опазване на околната среда”, Русенски университет „Ангел Кънчев”, тел.: 082/888 485, e-mail: [pmanev@uni-ruse.bg](mailto:pmanev@uni-ruse.bg)

**Докладът е рецензиран.**