

Водата е основен компонент на биосферата, жизнено необходима за задоволяване на питейните, комунално-битовите, стопанските и други потребности на населението. Проблемът за намиране на подходящи водни източници с достатъчно количество вода, отговарящи по състав и санитарни качества за оптимално задоволяване на нуждите, става все по-остър при съвременните условия на научно-технически прогрес, урбанизация, индустриализация, химизация и повишаване на санитарната култура на населението. Решаването на водния проблем в глобален мащаб придобива изключителна актуалност и хигиенно значение поради нарастване на водопотреблението, намаляване на запасите от прясна вода и увеличаване на замърсяването на хидросферата.

Биологично значение на водата.

Значението на водата е свързано преди всичко с нарастващото водопотребление от стремително увеличаващото се население на планетата за задоволяване на общобиологичните нужди и физиологичните функции на организма. Няма живот, под каквато и форма да се проявява, без вода. Човек може да живее само няколко дни, без даа приема вода. Тя участва в структурните елементи на организма и представлява около 65 % от теглото му, разпределени нееднакво в тъканите и органите. Тъканите представляват водно-колоидни системи, където протичат биохимичните процеси на окисление, хидролиза и други реакции на междинната обмяна. Водата участва в процесите на храносмилането, в транспорта на хранителните вещества и отстраняването на отпадните продукти от обмяната на организма. Нейната резорбция започва още в стомаха и завършва главно в червата. Отделя се непрекъснато през бъбреците, белите дробове, червата и кожата. С урината и изпражненията през дононощието от организма се отделя 1,5 dm³ вода, от белите дробове във вид на водни пари - около 0,5 dm³, от кожата с потта в зависимост от микроклиматичните условия и извършваната работа - от 0,5 до 10 dm³. При стайна температура и средно тежка работа възрастен човек разходва около 2,5 - 3 dm³ вода в денонощие.

Водата има съществена роля в процесите, на терморегулацията и поддържането на водно-солевия баланс. Човешкият организъм трудно понася обезводняването. При загуба на 1 - 1,5 dm³ вода се появява жажда като сигнал за попълване на водните ресурси на организма. Ако загубите на вода не се попълнят, настъпва нарушение във физиологичните процеси, самочувствието се влошава, работоспособността спада. Загубата на вода до 10 % от телесната маса тежко разстройва обмяната на веществата, загубата до 15 - 20 % при температура на въздуха над 30 °C може да причини смърт, която може да настъпи и при по-ниски температури на въздуха, ако загубата на вода е над 25 % от телесната маса.

Дневните нужди от питейна вода се покриват при приемане на 1 - 1,5 dm³ течности (вода, чай и други напитки): 1,2 dm³ вода, съдържаща се в хранителните продукти, и 0,3 - 0,4 dm³ вода, която се образува в тъканите при окислителното разграждане на хранителните вещества.

Хигиенно значение на битовото и стопанското водопотребление. Освен за задоволяване на физиологичните нужди значителни количества вода са необходими за хигиенни, битови, производствени и селскостопански нужди. Вода е необходима за поддържане на чистотата на тялото и облеклото, на жилището, обществените сгради, улиците, за поливане на зелените насаждения и пр. Водният спорт е един от мощните фактори за закаляване на организма.

Още в 1887 г. в "Курс по хигиена" Ф. Й. Ерисман е писал, че "..... наличието на достатъчно количество вода, и то такава вода, която по физични и химични свойства да съответствува на потребностите на нашия организъм (както на физиологичните, така и на естетичните), е не само въпрос на общественото здраве, но пряко жизнен въпрос"

Необходимите количества питейна вода се определят в зависимост от вида на населеното място - град или село, числеността на населението, благоустройственото състояние на селищата, санитарно-техническото устройство на жилищата, особеностите на климата, сезоните и пр., както и от денонощните колебания в консумацията на вода, наличието на върхове и минимум на водопотребление. Всички тези фактори трябва да се вземат под съображение при изработването на норми за водоснабдяване.

Освен това трябва да се предвижда вода за селскостопанските животни и отделно за нуждите на промишлеността.

Някои от утвърдените норми за водопотребление за нашата страна се дават в табл. 5.

Таблица 5

Норми за довопотребление

Видове водоснабдителни обекти

Средна водоснабдителна норма
за един жител на денонощие (dm³)

Населени места с до 5 000 души

80

Населени места с 5 000 - 10 000 души

100

Населени места с 10 000 - 25 000 души

150

Населени места с 25 000 - 50 000 души

200

Населени места с над 50 000 души

решението е конкретно

Планински курорти, хотели и почивни станции

250

Морски курорти, хотели

480

Къмпинги, мотели и др. (според категорията)

130 - 310

Ресторанти - за 1 посетител

50

Болници - за 1 легло

450

Общежития - за 1 легло

150

Санаториуми с водоречение за 1 легло

500

Необходимо е да се отбележи, че посочените норми за водопотрабление са достатъчни, но не са оптимални и ограничаващи. В определена степен водопотреблението е критерий за културно-битовите условия на живот на населението. С повишаване на неговото културно и материално благосъстояние нарастват и изискванията му към по-големи количества вода за комунално-битови нужди. Заедно с това за нуждите на промишлеността, транспорта и селското стопанство сега се използват огромни количества вода (табл. 6 ,7)

Таблица 7 Водопотребление на 1 тон продукция

Продукция

Разход вода (м³/тон)

Продукция

Разход вода (м³/тон)

Стомана

120

вискоза

1 500

Алуминий

1 500

пшеница

1 000

Хартия

900

ориз

4 000

Каучук

250

месо

44 000

Пресметнато е, че безвъзвратното водопотребление е повече от 2 хил./km³ за една година и към началото на XXI век може да се увеличи около 8 пъти.

От друга страна, въпреки че Земята понякога се нарича "планета вода", в много райони прясната вода е дефицитна. Над 97 % от водата е съсредоточена в Световния океан и е неизползуема за питейни и промишлени цели. Пресноводните ресурси заемат по-малко от 3 % от огромните водни запаси на планетата. При това те са крайно неравномерно разпределени, което се дължи на неравномерността на валежите по зони. Към т. нар. хумидна (влажна) зона се отнасят районите, където количеството на валежите превишава количеството на изпаряваната вода от земната повърхност и водните площи. В нея влизат северните и централните райони на Европа, СССР, САЩ, Канада, повечето тропически области на Южна Америка, Африка, Азия и много планински райони.

Към аридната (сухата) и полуаридната зона се отнасят районите, където, обратно, изпаряването превишава количеството на валежите. Това са пустинните и засушливите райони, в някои от които не падат валежи с години. Освен това общото количество запаси от вода постепенно намалява, а съществуващите водоизточници все повече се замърсяват с отпадни битови и особено промишлени води. Значителни затруднения от недостиг на вода изпитват редица страни в Европа (ФРГ, Дания, Холандия), обширни райони в САЩ и СССР, Азия, Африка и др.

Термалните и минералните води - щедър дар на природата, ценни със съдържащите се в тях различни соли и елементи, се използват за балнеолечение, за топлофикация, за парници, комунални и промишлени цели при определени условия, но не за питейни нужди.

Нивото на водопотребление обаче не зависи само от източниците на доброкачествена вода, а преди всичко от социално-икономическите условия и достигнатия научно-технически прогрес във всяка страна. Населението на повечето развити страни е задоволено в достатъчна степен с доброкачествена вода. По сумарен разход на вода (потребление на вода за промишлеността, селското стопанство и бита) България заема IV място между европейските страни 885 m³ вода на жител, макар че водните й запаси

са ограничени, и в това отношение стои на едно от последните места в Европа. Пред нас са СССР - с 1 600 м³, Португалия - с 1 400 м³ и Швеция - 9723 м³. След нас са Норвегия - с 527 м³, Шверцария - с 470 м³, Франция - с 437 м³, Турция - с 408 м³ и др.

Крайно неблагоприятно е водоснабдяването в развиващите се страни в Азия и Африка, в която само 33 % от градското население и не повече от 10 % от цялото население се снабдяват с водопроводна вода.

При съвременното и перспективно сумарно водопотребление човечеството действително може да се окаже пред заплахата от възникване на "воден глад" поради изтощаването на пресноводните ресурси и увеличаващото се замърсяване на откритите водоприемници и грунтови води. Главният проблем е осигуряването на населението с вода, отговаряща на хигиенните стандарти и изисквания за питейни и хигиенно-битови нужди, от което зависи в голяма степен здравето състояние на хората.

Положението е толкова сериозно, че Общото събрание на ООН провъзгласи периода 1981 - 1990 г. за международно десетилетие за осигуряване на питейна вода и хигиенни условия на хората. Към ЮНЕСКО е създадена специална организация по този проблем, в която сътрудничат учени от над 110 страни.

Влияние на водата върху здравето на населението. Основно хигиенно изискване при организиране на водоснабдяването на населените места е да се изключи напълно възможността от възникване на заболявания, причинени от наличието на потогенни микроорганизми във водата и от особеностите в химичения ѝ състав.

Епидемиологично значение на водата. Още в древността е била подозирана епидемиологичната роля на водата и са били предявявани изисквания за нейните качества.

Водните епидемии в миналото са били страшно бедствие, взело хиляди човешки жертви, повече отколкото войните. Сега според данни на ООН повече от 1 милиард жители на земята не полчуват чиста прясна вода, а според данни на СЗО само 500 милиона (от двата милиарда) жители на развиващите се страни живеят при що-годе приемливи хигиенни условия, свързани с водата. По данни на УНИЦЕФ в тези страни годишно умират около 15 милиона деца, като в основата на тази трагедия е липсата на чиста вода и хигиенни условия на живот.

По воден път се предават редица бактериални, предимно чревни инфекции - холера, коремен тиф, паратифни заболявания (А и В), дизентерия (най-често от бактериалните типове Зоне - Крузе и Флекснер) и др.

От зоонозите по воден път може да стане заразяване от бруцелоза, туларемию, Ку - треска, лептоспороза (иктерохеморачина болест на Вайл - Василев) и др. Резервоар на причинителите на тези заболявания в природата са различни видове плъхове и мишки, които замърсяват и заразяват водата с секретите и трупове си. Свинете и едрият рогат добитък също могат да бъдат източник на зараза на водата, когато боледуват от съответни зоонози. В повечето случаи тези заболявания имат епидемичен характер и решаваща роля за ликвидиране на огнището има прекратяването на използването на

заразената вода.

Водният път има голямо значение за заразяването от паразитози - амевна дизентерия, балантидиаза, ламблиаза и др., както и от някои широко разпространени хелминтози-шистозомози, дранункулоза, аскаридоза, трихоцефалоза. Десетки милиони хора в топлите и горещите страни боледуват от шистозомози, чиито церкарии активно преминават през кожата по време на къпане в заразени открити водоеми. За народите от Африка, Азия, Индия и някои други страни е бич дранункулозата, чийто паразит в инвазионен стадий се внася в организма с питейната вода. Заразяването с яйца на хелминтите става косвено при консумация на опаразитените зеленчуци, поливани с отпадни води.

Трябва да се има пред вид също, че туберкулозният микобактерий и антраксният бацил могат да се пренасят с масивно заразени води (от лечебни заведения, обработка на кожи). Водата има непряко значение за разпространението на маларията, филарията, рибната тения, метила и др.

Внасянето на причинителите на посочените заболявания във водоизточниците става най-често с непричистени битово-фекалии и от животновъдните ферми отпадни води, които направо се вливат в откритите водоприемници. Подземните водоизточници могат да се заразяват вследствие неправилна санитарна защита - неправилно техническо устройство, просмукване на заразената вода през почвата, небрежно поддържане на водоизточника и т. н.

Попаднали във водата на водоизточника, причинителите на инфекциозни заболявания обикновено не намират благоприятни условия, сходни с тези, при които са се развивали, поради което една част от тях загиват, но друга част преживяват и запазват вирулентността си във водоприемника продължително време.

Преживяемост (в дни) на някои микроби във водата

Микроби

Водопроводна вода

Речна вода

Кладенчова вода

S. typhi

2 - 93

4 - 183

1,5 - 107

Bact. dysenteriae

15 - 26

19 - 92

-

Vibrio cholerae

4 - 28

0,5 - 92

1 - 92

Leptospira

-

до 150

7 - 75

Bact. tularensis

до 92

7 - 31

12 - 60

Brucella

8 - 85

-

4 - 122

E. coli

2 - 262

21 - 183

-

Водните епидемии имат характерно бурно начало със стръмно пакачване на кривата на заболяемостта. Броят на заболелите е висок и обхваща едновременно голяма част от жителите на населеното място (при централно водоснабдяване) или на даден район от него (при местно водоснабдяване) независимо от професията, местоработата, пола, възрастта. След санирането на водоизточника кривата на заболяемостта бързо спада и завършва с "епидемична опашка", дължаща се на неголям брой новозаболенни вследствие на забавена инкубация или на нова контактно-битова зараза. При немасивно постъпване на заразата във водата и при добри условия за самоочистване кривата на заболяемостта може да бъде полегата.

Като се имат предвид голямото значение и ролята на водата за инфекциозната и паразитната заболяемост на населението, здравните органи трябва да проявяват бдителност за хигиенносьобразно водоснабдяване на населените места, да бъдат взискателни при провеждането на санитарния контрол, да следят системно и преценяват внимателно санитарно-микробиологичните показатели на водоизточниците.

Роля и значение на химичния състав на водата за здравето на населението. От гледище

на хигиената и най-чистата вода не представлява химично чисто съединение (H₂O). Природните води съдържат много различни вещества и елементи, които се разтварят в тях в процеса на кръговрата в почвата и атмосферата. Съставът им зависи от техния произход - речни, езерни, грунтови, от породите на почвите, от газовете и йоните в атмосферния въздух, от замърсяването на природната среда и пр. Към най-важните компоненти на водата се отнасят следните 11 микроелемента: водород, кислород, въглерод, азот, натрий, калий, калций, манган, фосфор, сяра, хлор. Към постоянните неорганични съставки се отнасят и редица микроелементи: йод, флуор, бор, литий, берилий, алуминий, титан, никел, мед, цинк, барий, стронций, селен, силиций, сребро, кадмий, калай, антимон, молибден и др. Важно е да се отбележи, че макро- и микроелементите се съдържат в тъканите и органите на човека, но в различни количества и съотношения.

Водата съдържа и редица газове - кислород, въглероден двуокис и др., с естествен произход или от разлагане на органични примеси, както и соли на амоняк, азотиста и азотна киселина, хлориди и др., които в много случаи са резултат на фекално замърсяване.

Освен това с отпадните води, главно промишлените, природните води могат да се замърсяват масивно с несвойствени за човешкия организъм химични вещества, които над определени пределни концентрации проявяват своето токсично действие.

Химичният състав на водата има определена етиологична роля и значение за някои заболявания на населението, групирани в три основни направления:

1. ендемични (биогеохимични) заболявания;
2. заболявания, свързани с необичаен състав на соли на макроелементи и
3. действие на токсични и радиотоксични вещества с надпрагови концентрации във водата.

Ендемични (биогеохимични) заболявания. Към тази група се отнасят заболяванията, които са свързани с недоимък или излишък на микроелементи, внасяни в организма с водата и храната. Прието е като микроелементи да се означават химичните елементи, съдържащи се в растителните и животинските организми в минимални количества - в хилядни, а някои (например злато, живак) в стохилядни и милионни части, наричани от В. И. Вернадский ултраелементи. Открити са общо 65 микроелемента, за една част от които е установена биологичната им роля за жизнената дейност на всички организми, за друга част - ролята им при отделни видове организми, а за някои още не е изяснено значението им. По-добре проучените микроелементи се характеризират с голяма биологична активност. Известно е, че те влизат в състава на такива биологично активни съединения като ензими, например карбоанхидраза цинк, моно- и полфенолоксидаза (мед), аргиназа (манган); витамини, например витамин В12 (кобалт), хормони, например тироксин (йод), инсулин (кобалт, цинк). Оказват влияние върху определени функции и структури на органите, например мед, кадмий, кобалт върху действието на адреналина; бор - върху кръвотворния апарат и белтъчната обмяна; бром - отслабва функциите на щитовидната жлеза.

Микроелементите са разпределени неравномерно в земната кора - в някои райони има натрупване, а в други - липса или недостатъчност на даден микроелемент, наречени от водния съветски учен Н. А. Виноградов биохимични райони (области, провинции). От почвата те преминават във водата, растенията и животните, от които хората задоволяват своите нужди от микроелементи. При дефицитно постъпване в организма

на някои или на групи от тях, както и поради специфични увреждания на организма, при които той не може да усвоява микроелементите, насъпват специфичен глад и заболяване. Например при дефицит на кобалт се наблюдават тежки анемии и предразположение към пневмонии при деца, при дефицит на мед - алиментарна хипохромна анемия при деца и бременни жени, следоперативни анемии; с дефицит на цинк се свързва ниският ръст, на селен в ретината - понижението на остротата на зрението. Микроелементите имат особено голямо значение за организма на децата през всички периоди на растеж и развитие, осигурявани с майчиното мляко, което съдържа голям брой микроелементи.

Природните води в някои райони (Северна Корея, Северен Китай, Източен Сибир, Швеция) са богати на стронций, но бедни на калций. При продължително използване на такива води се нарушават процесите на вкостеняване, костите стават чупливи, деформират се, което може да доведе до тежки уродства.

Най-добре е изяснена ролята на йода и флуора в етиологията и разпространението на ендемичната гуша и флуорозата.

Йодът се намира във всяка клетка на човешкия организъм. У мъж с телесна маса 70 кг. се съдържат около 50 мг йод, от който около половината се намира в мускулите, около 20 % - в щитовидната жлеза, 10 % - в кожата, 6 % - в костите, а останалото количество се разпределя равномерно по органите. Обмяната на йода става за сметка на постъпването му отвън - предимно с храната от растителен произход (70 мг) и от месни продукти (40 мг), за денонощие. Относителният дял на йода, постъпващ в организма с питейната вода (5 мг) и от въздух (5 мг), в общата денонощна потребност е незначителен. Според съвременни изследвания денонощната потребност от йод е не по-малка от 200-220 мг. В много обширни райони на света (Рилски и Старопланински район у нас) водите са бедни на йод, което е указание за малкото му съдържание в околната среда на тези области. При недостатъчно постъпване на йод в организма с водата, въздуха и главно с храната от местен произход се развива ендемична гуша в тези райони, а в по-тежки случаи - кретенизъм. За профилактика на заболяването се йодира водата или готварската сол, прилагат се таблетирани йодни препарати - антиструмни (по 1 мг. калиев йодит в драже седмично). По данни на СЗО от ендемична гушавост са болни повече от 200 милиона души в света, като заболяването заема трето място след трахомата и филариозата.

Флуорът има голямо значение за развитието на костите и зъбита. Основен източник за осигуряване на организма с флуор е водата. Концентрацията му в нея може да е от стотни до 12 мг/дм³. По-ниски са концентрациите му в откритие водоеми, по-значителни - в подземните води. При ниско съдържание на флуор емайълът на зъбите загубва трайността си и те се поддават по-лесно на заболявания от кариес. При концентрация 1-1,5 мг/дм³ заболяемостта от кариес е минимална.

При по-високи концентрации флуорът оказва хронично токсично въздействие на организма, което се проявява най-рано в засягане на зъбите. Резорбираният от стомашно-чревния тракт флуор действа на чувствителните към него зъбни зачатъци и нарушава тяхното формиране и минерализация. Външна проява на това действие т. нар. флуороза- петнист емайл, наблюдаван при прорезващите постоянни зъби и по-рядко при млечните зъби. При концентрация на флуора до 2 мг/дм³ пораженията се характеризират с наличието на тебширеноподобни петна по зъбите. При по-големи концентрации пораженията на зъбите се изразяват в пигментиране с жълтокеремиден

цвет и появата на дефекти на емайла. Зъбите са крехки и преждевременно се изтриват. При лица, ползващи водни източници със съдържание на флуор 5 - 12 мг/дм³, освен пораженията на зъбите се наблюдават и остеосклероза с калцификация на връзките, намалена подвижност на гръбначния стълб и нарушения на нервната система, черния дроб и други органи.

Оптималното съдържание на флуора в питейната вода е 0,7 - 1 мг/дм³.

В нашата страна се предвижда да бъдат флуоризирани централни водоснабдителни системи, при които естественото съдържание на флуора е под 0,5 мг/дм³ средно за годината и поразеността на населението от кариес на зъбите е над 25%.

Флуоропрофилактиката се извършва и чрез зъбни пасти.

ХИГИЕННИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ ПИТЕЙНАТА ВОДА

Водата за питейни и битови нужди трябва да отговаря на определени качества, да има добри органолептични свойства, да не съдържа отровни вещества и патогенни причинители, за да се застрашава здравето на хората. У нас те са определени с Български държавен стандарт (БДС - 2823/1975).

За окончателна оценка на водата се използват органолептични, физикохимични, бактериологични, биологични и радиологични показатели.

В зависимост от това, дали един воден източник ще се използва за пръв път или изследването е с характер на периодичен санитарен контрол, изследванията се извършват по много показатели (пълен санитарен анализ) или само по някои типични за хигиенното състояние показатели (кратък анализ).

Възможностите за замърсяване на водните източници са многобройни и от различно естество. Преценка за качествата на водата трябва да се прави винаги комплексно с използването на повече санитарни показатели и всестранно обследване на водоизточника в динамика през различни сезони на годината.

Резултатите от лабораторното изследване винаги трябва да се допълват с данни от внимателно санитарно-топографско, санитарно-геоложко, санитарно-епидемиологично и санитарно-техническо проучване на водния източник и околността му. Всички данни от пълния и периодичния съкратен анализ трябва да се внасят в санитарния паспорт, какъвто трябва да има всеки воден източник.

Органолептични качества на водата. Показателите за органолептичните качества на водата са много важни за санитарната преценка, тъй като се установяват веднага и непосредствено със сетивата на човека. Приятна на вкус, бистра, без дъх и цвят и с подходяща температура, водата създава приятни усещания, утолява жаждата и пряко и условнорефлекторно действа като стимулиращ функциите на ц. н. с. и на вътрешните органи дразнител. Водата с лоши органолептични качества буди подозрение за нейната безвредност.

Неблагоприятните изменения в органолептичните качества на водата могат да се дължат на различни примеси от естествен или изкуствен произход - неорганични почвени частици (глина, варовик, пясък), хуминови вещества и киселини, железни съединения, микрофлора и микрофауна и по-специално водорасли и едноклетъчни организми, примес на индустриални води (от бояджийската, текстилната, кожарската промишленост и др.), които могат да внесат отровни химични вещества във водата.

Застоялата вода в блата, плитки езера, малки язовири и резервоари има неприятна миризма (на тиня, на гнило, на риба, на петролни продукти и пр.), която се дължи най-често на гниене на растителна и по-рядко на животинска органична материя, на допълнителни замърсители.

Проникването на повърхностни води след обилни валежи, на фекално-битови и производствени течни отпадъци във водата за пиене има голямо санитарно-показателно значение.

Много важно е винаги да се търси причината за промените в качествата на водата във всеки конкретен случай, за да може да се извърши правилна хигиенна преценка.

Изискванията на БДС - 2823/1975 г. по органолептичните показатели за водата за пиене са: прозрачност по Снелен - не по-малка от 30 см, цвят по Рубльовската скала - не повече от 15 градуса, мирис при 20 градуса - не повече от бала, и за вкус - да няма привкус.

Физико-химичните качества на водата зависят от нейния произход и според това имат различно санитарно значение.

Температура. Зависи от произхода на водата и от годишните сезони. Подпочвените води по-малко се влияят от сезонността и годишната им амплитуда се мени в зависимост от дълбочината на водовземането в границата 1 - 10 0С. Температурата на водата на повърхностните водоеми търпи големи колебания според сезона. Вода с температура 6 - 16 0С най-добре удовлетворява жаждата, действува освежаващо и е адекватен дразнител на стомашната лигавица, стимулира функциите на храносмилателния тракт.

Твърдост. Обуславя се от намиращите се в нея соли на алкалоземните елементи, главно на калция и магнезия - карбонати, хидрокарбонати и по-малко сулфати, хлориди, нитрати и др. Различават се обща, преходна и постоянна твърдост. Определя се в условни единици - немски градуен (Н0), като цялото количество соли на калция, магнезия и др. се преизчислява в калциев окис. Един немски градус е равен на 10 мг калциев окис в 1 дм3 вода. Вода с обща твърдост до 10 Н0 се смята за мека, от 10 до 20 Н0 - за средно твърда, над 20 Н0 за твърда и над 40 Н0 - за много твърда. По БДС допустимата обща твърдост на водата за пиене е до 25 Н0. С увеличаване на твърдостта на водата се затруднява сваряването на месото и бобовите варива, увеличава се разходът на сапун, тъй като пяна се образува едва след свързването на калция и магнезия с мастните киселини на сапуна. При миене на косите с твърда вода, те остават без блясък и твърди поради отлагането на соли по тях. Увеличава се образуването на накип в парните котли и радиаторите, което води до излишен разход на гориво и необходимост от почистване. Хипотезата за значението на твърдите води в етиологията и патогенезата на урокалкулозните и сърдечно-съдовите заболявания не е окончателно потвърдена, макар че има известни данни за това.

Активна реакция (pH). Зависи от разтворените газове и от химичния състав. По-слабо минерализираните води имат по-ниски стойности на рН. Тези води имат висококорозивно действие върху металните тръби на водопроводните и циментовите съоръжения. По-високи стойности на рН имат твърдите и по-минерализираните води. Активната реакция би могла да се промени и при наличието на промишлени замърсители - киселини и основи. Реакцията на водата играе роля при процесите на пречистване и обеззаразяване на водата. Повечето от природните води имат активна реакция в граници от 6,5 до 9, най-кисели са блатистите води, а алкални - подземните, богати на бикарбоната. У нас по БДС се изисква рН 6,5 - 8,5.

Окисляемост. За съдържанието на органичните вещества във водата може да се съди по нейната окисляемост. Това е количеството кислород, изразено в милиграми, което е необходимо за окисляване на органичната материя в 1 дм³ вода. Според БДС за питейна вода това количество не трябва да бъде по-голямо от 2,6 мг/О₂/дм³. По окисляемост може да се съди за степента на органичното замърсяване, но не и за неговия произход. Повишена окисляемост може да има при наличието на неорганични соли, явяващи се като редутори, подлагащи се лесно на окисление - амоняк, нитрити, солите на мангана, тори, подлагащи се лесно на окисление - амоняк, нитрити, солите на мангана, желязото и др. Окисляемостта на водата е добър показател при проучването на ефективността на пречиствателните съоръжения (утаяването и филтрирането) и влияе особено много върху хлор-поглъщаемостта на водата, а следователно и върху качеството на прилаганото хлориране.

Амоняк (NH₄⁺). Той е показател за пряко замърсяване на водата с белтъчна органична материя, която в момента гние. Наличието му даже и в следи говори, че във водата са попаднали пресни фекалии или урина, поради което е и косвен показател за замърсяване на водата с микроби. В малки количества може да се намери в питейни води, съдържащи амониеви соли на желязото. Също така амоняк може да попадне във водата при използването на азотни торове и други химични съединения в селското стопанство и промишлеността, както и вследствие на редукция на нитратите под влиянието на денитрифициращи микроорганизми. Затова е необходимо при интерпретацията на данните да се търси и неговият произход. По БДС амоняк от органичен произход в питейната вода не се допуска.

Нитрити (NO₂). Те също могат да имат различен произход. Получават се във водата при минерализация на органична белтъчна материя от окисляването на амоняка. В такъв случай те имат санитарно-показателно значение и наличието им говори за сравнително не много пряко замърсяване. Нитрити може да има в дъждовните води след гръмотевична дейност, както и при денитрификацията на нитрати (по микроорганизми). По БДС нитритите също не се допускат.

Нитрати (NO₃). Те са крайният продукт на минерализацията на органичните азот-съдържащи вещества. При липса на амоняк и нитрити тяхното наличие във водата говори за старо, вероятно случайно замърсяване на водоизточника. Малките количества в подпочвените води могат да се дължат на преминаването на водата през пластове, съдържащи селитра. Най-често повишаването на количеството им във водата се дължи на торене на почвата с азотни торове. При кърмачетата нитратите предизвикват заболяването "водно-нитратна метхемоглобинемия", която дава около 10 % леталитет. Дължи се на специфичната чревна микрофлора, която редуцира нитратите в нитрити, които именно са метхемоглобинообразуващи. С напредване на

възрастта чревната микрофлора се изменя и заболяването почти не се среща. По БДС нитрати се допускат, но не повече от 30 мг/дм³ вода.

Хлориди (Cl) и сулфати (SO₂- 4). Тези соли могат да имат санитарно-показателно значение само когато имат органичен произход (урина, фекалии). Обикновено имат неорганичен произход. По БДС хлоридите и сулфатите се допускат в количество (поотделно), не повече от 250 мг/дм³. Над тези концентрации водата придобива изменен привкус.

Желязо. То обикновено се намира във вид на железен бикарбонат Fe (HCO₃)₂, който в дълбоките подпочвени води може да се съдържа в голямо количество - 10-20 мг/дм³. При излизане на водата на повърхността той се окислява в железен хидрат Fe(OH)₃ - кафява парцалеста утайка, предизвикваща потъмняване на водата. Солите на желязото са безвредни за човека, причиняват само почерняване на зъбите и се отразяват на органолептичните качества на водата. Богата на желязо вода не е пригодна за домакински и стопански нужди. Тя става причина за силно размножаване на железни манганови микроорганизми във водопроводните тръби, които могат да се запушат или да се ерозират и в резултат да се замърси водата. Като биоелемент желязото участва активно в окси-редукционните процеси, в имунобиологичните реакции, в растежа и най-много в образуването на хемоглобина. Основен източник на желязото за организма са обаче хранителните продукти. По БДС се подпуска само Fe³⁺ - не повече от 0,2 мг/дм³.

По БДС съдържанието на калция (Ca²⁺) трябва да не превишава 150 мг/дм³, на магнезия (Mg²⁺) - не повече от 50 мг/дм³ и др., като общото им количество не трябва да надхвърля общата твърдост на водата.

Сух остатък. Получава се след изпаряване на водата и изсушаване на сухия остатък на 105 0C; изразява се в милиграми на 1 дм³ вода. Обуславя се от наличието на разтворените соли (на калций, магнезий и др.). В по-големи количества се намира в подпочвените и варовитите води. Твърде бедни на соли са дъждовните и блатните води, топящият се сняг и водата, изтичаща от плътни скални породи, особено гранитните. Обикновено количеството на сухия остатък е в право пропорционална корелация в количествата на калция, магнезия, йода и др. биоелементи, които влияят върху здравето на населението.

Загубата на масата при изгаряне на плътния остатък дава обща представа за количеството на органичните вещества във водата и по този начин се допълват данните от определянето на окислемостта на водата. Приетата у нас норма за общ сух остатък в питейните води е не повече от 1000 мг/дм³.

Отровни вещества във водата. При хигиенната преценка на водата и особено на водните източници, чиято вода се използва за пръв път, се правят изследвания за евентуално наличие на токсични вещества.

Олово (Pb²⁺). То може да попадне във водата чрез разтваряне на оловни тръби (забранени за водоснабдяване) или чрез изливането във водоизточниците на промишлени отпадни води от оловопреработващите предприятия и химически заводи. Повишено количество олово се среща понякога във водни източници на райони, чиято почва е богата на оловни сили. Пределно допустима концентрация (ПДК) на Pb²⁺ за питейни води по БДС е не повече от 0,5 мг/дм³.

Арсен (As³⁺). В повърхностни природни води се намира в малки количества, рядко до 0,02 мг/дм³. По-високи концентрации се срещат в подземни води и в райони с местно находище на арсен - до 0,9 мг/дм³. У нас природните води съдържат арсен най-често до 0,01 мг/дм³ и много рядко до 0,05 мг/дм³. В литературата са описани случаи на масови отравяния с арсен от питейната вода (Канада, Германия САЩ), но количеството на арсена е било 3-6 мг/дм³. Той е типична противоположна отрова и повлиява тъканното дишане и окислителните процеси чрез инхибиране на ензимните системи (свързва активните сулфхидрилни групи). ПДК, приета у нас, е до 0,8 мг/дм³ вода.

Живак (Hg²⁺). Обикновено живак се намира в по-големи количества в речните води (до 0,05 мг/дм³) като резултата на промишлено замърсяване. В питейна вода по БДС живак (Hg²⁺) се допуска, но не повече от 0,01 мг/дм³.

Във водата може да се намерят още много други токсични вещества, които проникват главно с изпускането във водоприемниците на промишлени канални води. Техният брой нараства с въвеждането на нови производства. Това налага запознаване с технологията и начина на пречистване на отпадните води, за да може правилно да се насочват изследванията. Водите се замърсяват и с химичните вещества, използвани широко в селското стопанство.

ПДК на токсичните вещества в питейната вода периодично се коригират и допълват съобразно новите научни данни. ПДК на някои от по-важните токсични вещества по последния БДС 2823/1975 г. (в сила от 01.10.1976 г.) в мг/дм³ е: цинка (Zn) - не повече от 3,0 вес (Cu²⁺) - не повече от 0,2, шествалентен хром (Cr⁶⁺) - не повече от 0,05, берилий (Be²⁺) - не повече от 0,0002, фенол - 0,001, цианиди (CN⁻) - не повече от 0,01, фосфорорганични и хлорорганични пестициди - не се допускат и т. н. При едновременно наличие на два или повече силно токсични елементи концентрациите им се изчислява сумарно по специално формула:

$$C = A/C_1 + B/C_2 + C/C_3 + D/C_4 = 1,$$

където А, В, С, D са намерените при изследването концентрации на отделните токсични елементи

C₁, C₂, C₃, C₄ - съответните допустими за тях концентрации; C - сумата не по-голяма от единице.

Санитарният контрол за спазване изискванията на БДС и особено спрямо замърсяването на водата с токсични вещества трябва да бъде безкомпромисен.

Санитарно - показателни организми във водата.

Санитарно-микробиологични показатели. Резултатите от бактериологичното изследване дава пряко и точно указание за броя и вида на микроорганизмите. Непосредственото намиране на причинителите на инфекциозните заболявания във водата обаче е трудно. Методите не позволяват в кратък срок да се даде заключение за епидемиологичната характеристика на водата. Затова санитарно-бактериологичната оценка се прави по косвен, количествен и качествен бактериологичен анализ.

Установяването на общото количество микроорганизми в 1 см³ вода се нарича микробно число. Този показател е ориентируващ, тъй като се преработват всички намиращи се във водата микроби, без да се идентифицират. Големият брой на микроорганизми във водата говори, че тя се замърсява с отпадъци. БДС допуска не

повече от 50 микроорганизма в 1 см³ вода. Микробното число зависи от източниците на замърсяване, сезона, метеорологичните фактори, разстоянието от водоема до населените пунктове, от химичните и физичните свойства на водата, от височината на подпочвените води и др. Фекално-битовите и болничните води не само замърсяват водоемите с обилни количества микроорганизми, но те съдържат и достатъчно хранителни вещества, които способствуват за размножаването на микроорганизмите и продължителното им преживяване. Показателната му стойност нараства при сравнителни изследвания на един и същ воден източник през различни периоди от време, т. е. при динамичното проследяване на промените на микробното число.

По-голямо значение има качественият бактериологичен анализ на питейната вода. С него се цели да се установят най-често пренасяните чрез водата патогенни микроорганизми от чревната група, които имат непосредствено, епидемиологично значение: тифни, паратифни и дизентерийни бактерии, холерни вибриони и др. На практика обаче тяхното изолиране и диференциране са по-сложни. Затова качественият бактериологичен анализ на водата се свежда до определяне на косвени показатели за тяхното евентуално наличие. Такива са простоянните обитатели на чревния тракт: коли-бактерии, ентерококи и др. От тях най-добър санитарен показател е *V. coli*, понеже срокът на неговото преживяване във водата съвпада в най-висока степен със сроковете за запазване на жизнеността на патогенните микроорганизми в нея. В това отношение се използват показателите коли-титър и коли-индекс.

Под коли -титър се разбира най-малкият обем вода, в който се открива поне 1 *V. coli*. Колкото коли-титърът е по-малък, толкова водата е по-нечиста.

Коли - индексът е броят на коли-бактериите в 1 дм³ вода. Обратно на коли-титъра, колкото коли-индексът е по-малък, толкова водата е по-чиста.

У нас по БДС коли-титърът при централно водоснабдяване на населените места не трябва да бъде по-малък от 100 см³ (коли-индекс - не повече от 10).

Санитарно - биологични показатели. Тъй като флората и фауната във водата обикновено оказват неблагоприятно влияние върху качествата ѝ, те също се нормират. Биологичното изследване се отнася до откритите водни източници. С него се определят т. нар. съобщества или биоценози. Това са групи от водни растителни и животински макро- и микроорганізми, които са показателни за степента на замърсяване или за стадия на самоочистване на водния източник. Те са много чувствителни към условията на живот и към замърсяването на водата с органични и отровни вещества. Дори и най-малките промени в условията на водния източник, към които те са се приспособили, предизвикават смяна на биоценозата.

Цялата хидрофлора и цялата хидрофауна се разделят на два биоценоза: планктон - в него влизат всички плуващи във водата живи растителни и животински микроорганизми (фито- и зоопланкто); бентос - това са всички растителни и животински организми във водоема, които живеят на дъното, по бреговете или върху предмети. Планктонът характеризира състоянието главно на големите водоеми, а бентосът - на малките.

По БДС във водата за пиене не се допуска съдържание на видими с просто око организми на каквито и да са представители от групата на кръглите червеи, както и развитие на водни организми във водопроводната мрежа след пречиствателното съоръжение. От фитопланктона се допускат не повече от 100 клетки в 1 см.

ВОДОСНАБДЯВАНЕ НА НАСЕЛЕНИТЕ МЕСТА

Водоснабдяването на населените места с добра питейна вода е голям здравен и социален проблем, за решаването на който трябва да се полагат организирани грижи от държавата и обществото.

Хигиенна характеристика на източниците за водоснабдяване. За водоснабдяване се използват атмосферни, повърхности и подпочвени водни източници.

Атмосферната вода (от дъждове и сняг) се събира и използва в маловодни райони за нуждите на водоснабдяването. Тя е чиста и се доближава до дестилираната вода, слабо минерализирана, много мека, съдържа малко органични вещества и е свободна от патогенни бактерии. Върху качествата на водата оказват влияние начинът на събиране и съхраняването ѝ.

Събирането ѝ става в открити или покрити резервоари (цистерни). Откритите резервоари са изложени на лесно замърсяване, затова се предпочитат подземните (покритите). Те трябва да имат непропускливи стени (от бетон, зациментиран каменен зид) и да са защитени отвън с пласт трамбована глина. Отгоре трябва да бъдат покрити с плоча, засипана с дебел слой пръст, за да не замръзва водата през зимата и да се поддържа хладна през лятото. Първите порции дъждовна вода не се вливат в цистерната, тъй като могат да бъдат замърсени. За да се минерализира водата, в цистерната разделена две части, се поставят пясък и мек варовик, през които водата преминава от едната половина в другата. Цистерните трябва да се почистват поне веднъж годишно и при нужда да се дезинфекцират.

Повърхностните води (от реки, езера и язовири) са винаги удобни източници за водоснабдяване на големи населени места. Откритите водоеми, особено в участъците, разположени близо да населени места и промишлени предприятия, могат да бъдат силно замърсени. Органолептичните свойства и химичният състав на водата в тях са променливи и зависят от сезоните от характера на времето, състава, примесите и др. Те често биват оцветени - при преминаване през блатисти терени, при масово развитие на водорасли, при дъждове и др. След отмиране на водораслите водата придобива неприятен мирис и привкус. Повърхностните води обикновено са слабо минерализирани, меки. По-висока концентрация на соли може да имат водите на езера, които не се изтичат и се намират в райони с топъл климат. Тъй като реките поемат нечистотиите от целия водосборен басейн, те могат да бъдат използвани за водоснабдяване само след предварително пречистване и обеззаразяване. Микрорязовирите също не са много подходящи за целите на водоснабдяването. Големите язовири са удобни, понеже имат много вода и забавено течение, което дава възможност за утаяването на суспендираните в нея частици. При използване за питейни нужди водата им също трябва да се обеззаразява, а при необходимост и предварително да се филтрира. За предпочитане са планинските открити водоеми, които могат да се използват и без предварително пречистване, но винаги след обеззаразяване. Част от атмосферната вода, падайки на земята се изпарява; друга част образува потоци, които попълват реките и зерата, а една част отива в земята, като се придвижва бавно в дълбочина - чрез порите на водопроницаемите земни породи. Достигайки до водонепроницаеми пластове - глина, гранит, твърди варовици, тя се събира и образува първия водоносен

слой, наречен почвена или грунтова вода. В зависимост от местните геологични условия дълбочината на грунтовите води е от 1-2 до няколко десетки метра. Често се използват за водоснабдяване, тъй като са прозрачни съвсем леко оцветени, съдържат голямо количество соли; при дребно зърнестите почви и дълбочина над 5-6 м те са свободни от батериално замърсяване.

Плитко намиращите се грунтови води могат лесно да се замърсяват с патогенни микроорганизми, особено ако почвата е едрозърнеста и замърсена с опадъци. Грунтовите води широко се използват в селските райони чрез направата на шахтови и тръбни кладенци или извори. В отделни случаи те могат да бъдат използвани и за малки водопроводи в селата.

При движението си по наклона на водонепроницаемия слой грунтовите води могат да попаднат в места, над които се намира също водонепроницаем слой. В такъв случай те се наричат междупластови води. В зависимост от местните геологични условия междупластовите води могат да образуват втори, трети и т. н. водоносен хоризонт. Като правило междупластовите води запълват цялото пространство между водонепропускливите слоеве и ако се прекара до тях тръба, водата я изпълва, а в някои случаи може да излезе на повърхността на земята във вид на фонтан. Такава вода се нарича напорна или артезианска. Дълбочината на междупластовите води се колебае от десетки до хиляди метра.

Междупластовите води се характеризират с ниска температура (5-12 0C) и добра прозрачност. Те са безцветни, без мирис и привкус. Количеството на разтворените в тях сили зависи от състава на земните породи, през които преминава. В някои случаи те могат да бъдат силно минерализирани, така че не могат да се използват за водоснабдяване без предварителна обработка. Те са запазени от замърсяване, не съдържат микроорганизми поради продължителната филтрация и наличието на водонепропускливите покрития и могат да се използват за водоснабдяване без предварителна обработка. Водните хоризонти могат също да се замърсят, ако в земните породи съществуват пукнатини, каквито са крастовите местности, или ако имат връзка с изоставени кладенци или кариери, използвани за изхвърляне на промишлени отпадъчни води. Експлоатацията на междупластовите водни хоризонти става чрез създаването на дълбоки тръбни кладенци.

Почвените води - грунтови и междупластови, могат самостоятелно да излязат на повърхността на земята. Образуват се извори, водата на които има добри качества и се използва чрез подходящо каптиране за водоснабдяване на малки селища при достатъчен дебит.

Видове водоснабдяване на населените места. Населените места се снабдяват с вода за пиене и битови нужди от разгледаните водни източници чрез два вида съоръжения - за централно водоснабдяване и за местно водоснабдяване.

Централното водоснабдяване има редица предимства, като осигурява избор на подходящ от хигиенно гледище водоизточник с достатъчно количество вода на населението, дава възможност за непрекъснат технически и санитарен контрол на водоизточника и съоръженията за водоснабдяване и за използване на най-модерни и ефективни съоръжения за подобряване качествата на водата. При евентуално замърсяване на водата след преработването и обеззаразяването ѝ обаче при централното водоснабдяване се застрашава здравето на големи групи от населението, а не на отделни лица или семейства, както е при местното водоснабдяване.

Всяко централно водоснабдяване се състои от съоръжения за водохващане, пречистване и обеззаразяване на водата, от резервоари и водопроводна мрежа.

Когато водният източник се намира по-високо от населеното място (планински езера и др.), водата се придвижва по гравитация.

Главните съоръжения при водопровод, който се подхранва от почвени води, са: водоизточник, помпена станция (I подем), изкачваща водата в резервоар на повърхността на водата. В резервоара се извършва обеззаразяване на водата, ако това е необходимо. Оттук чрез помпена станция (II подем) водата се подава в напорен резервоар, от който излиза мрежата от тръби, отвеждащи водата до всеки дом.

При водопровод от открит водоем се изграждат съоръжения за водохващане и подобряване на качествата на водата, резервоар за чистата вода, помпено стопанство и водна напорна кула, която захранва водопроводната мрежа. Мястото за хващане на водата се избира над населения пункт и далече от местата за изхвърляне на твърди и течни отпадъци.

В случаите, когато брегът на открития водоем е съставен от добре филтриращи пластове, целесъобразно е хващането на водата да се извършва чрез направата на крайбрежен филтрационен кладенец или галерии вместо непосредствено от самия водоем. По този начин водата се очисти от механичните примеси, става прозрачна, освобождава се от цисти, яйца от хелминти и частично от микроби. Поради това обработката на водата преди подаването ѝ на населените места се свежда само до обеззаразяване. Тръбите за водопроводната мрежа трябва да бъдат направени от водонепропускливи материали и да се разполагат далече от помийните и нужнични ями, канализационни тръби, и други потенциални източници на замърсяване на почвата. Не се допуска свързването на технически водопроводи с водопроводи за питейни води. Неспазването на това правило много пъти е ставало причина за замърсяване на водата и за възникване на водни епидемии. Преди започването на експлоатацията и след ремонт водопроводните тръби трябва да се дезинфекцират, като се напълват за 10 - 20 часа с вода, съдържаща 75 - 100 мг/дм³ хлор.

Местното водоснабдяване е по-неблагоприятно в санитарно отношение, защото при него се създават условия за замърсяване на водата при получаването и при пренасянето ѝ до мястото на водопотребление. Най-често за целта се използват грунтовете води чрез каптиране на естествени извори (низходящи или възходящи) или чрез шахтови и тръбни кладенци.

Естествените извори се използват у нас главно в селските райони. В зависимост от разположението на водоносните хоризонти посоката на водата бива възходяща или низходяща и според това се каптира по различен начин. Каптирането не трябва да позволява да проникват дъждовни и разливни води в камерите на каптажа, от които водата се използва като чешмена или се пуска във водопровод. Каптажният район трябва да бъде под строг санитарен контрол и само определени лица да имат достъп до резервоарното помещение за периодичното му почистване.

Карстовите или избликващите извори (врела) са извори от карстови терени, в които водата дълбае цели лабиринти от подземни канали. Водата в тях след време се избистря; тя е студена и приятна на вкус поради минерелизацията ѝ. Добрите органолептични качества я правят примамлива за водоснабдяване, обаче тя е потенциално опасна, защото не се филтрира достатъчно и често подзамните галерии се съобщават със земната повърхност посредством пукнатини, наречени понори. При

поройни дъждове водата се размътва, няма постоянен дебит и постоянна температура. Водата от карстовите извори винаги трябва да се пречиства и обеззаразява.

Шахтовите кладенци се изкопават с диаметър 1,2 м и дълбочина до 30 м в зависимост от наклона на местността на разстояние най-малко 30 м над и 100 м под източници на замърсяване (помийни и нужнични ями, торища, гробища и др.). За предпочитане е шахтата да достигне на дълбочина до втория водоносен слой. Дъното на шахтата се покрива с чакъл, а стените се изграждат от греди, камък или циментови пръстени, които достигат и над повърхността на земята на височина, не по-малко от 0,8 м. За да се предотврати проникването в кладенеца на разливни води, в горната част около стените му се изкопава яма с дълбочина 1 м и ширина 1 м, която се изпълва с трамбована глина, над която се прави циментова площадка с лек наклон към канафка по периферията. Голямо значение има начинът на черпене на водата от кладенеца. При открити кладенци това трябва да става с постоянен съд, предназначен само за тази цел. Кладенецът трябва да се закрива с капак, а над него да има навес, който да го предпазва от попадането на атмосферни води и други замърсители. По-добре е кладенецът да се закрива на глухо и водата да се черпи с помощта на помпа.

Тръбни кладенци. Ако грунтовете води са разположени на дълбочина 7 - 8 м, ползуването им може да става чрез набиване на тръби до водоносния слой и изпомпването на вода с ръчна помпа. Такива тръбни кладенци се наричат Нортонови или плиткосондажни. Те имат малък дебит - около 1 м³/ч. При по-дълбоко лежакщи води в предварително издълбани със сонди дупки се монтират метални тръби с по-широки размери (диаметър 10 - 15 см). Свободното пространство около тръбите се запълва с едрозърнест пясък или дребен чакъл в долната част и с трамбована глина в горната част. Водата се изважда с помпи от много по-голяма дълбочина. Този тип кладенци се наричат Бруклински или дълбокосондажни. Те имат по-голям дебит, достигащ до 100 м³/ч.

При правилно устройство дълбоките тръбни кладенци осигуряват добра в хигиенно отношение вода.

САНИТАРНА ОБРАБОТКА НА ВОДАТА И САНИТАРНА ОХРАНА НА ВОДНИТЕ ИЗТОЧНИЦИ

В откритите водни басейни непрекъснато постъпват разнообразни замърсители, но същевременно под влиянието на физико-химични и биологични фактори във водата се извършва процес на естествено самоочистване.

Концентрацията на замърсителите намлява поради разреждането им във водоемите. Голяма част от суспендираните минерални и органични частици, яйца от хелминти и микроорганизми се утаяват на дъното. Органичните вещества се минерализират под действието на сапрофитните микроорганизми. Процесите на биохимично окисление завършват с нитрификация и образуване на крайните продукти - нитрати, карбонати, сулфати, хлориди и др.

В процеса на самоочистване част от сапрофитните и патогенните микроорганизми

загиват вследствие на обедняването на водата от органични вещества, бактерицидното действие на ултравиолетовите лъчи, бактериофагите и антибиотичните вещества, отделяни от сапрофитите. Самоочистващите възможности на водата са все пак ограничени. При силно замърсяване с органични вещества разтвореният в нея кислород постепенно се изчерпва и започват гнилостни процеси с отделяне на вонящи газове. Такива водоизточници не могат да се използват за водоснабдяване, за оздравителни, спортни и стопански цели. Изхвърлянето във водоемите на промишлени води нарушава естествените условия на биологично съжителство и ги прави негодни за използване. Затова на естественото самоочистване в практиката на водоснабдяването не може и не трябва да се разчита.

В зависимост от резултатите при комплексното изследване, ако е необходимо, водата се подлага на санитарна обработка - изкуствено пречистване и обеззаразяване, като се вземат строги мерки за охрана на водоизточниците.

Изкуственото пречистване на водата се извършва с физични методи - утаяване и филтрация, и с химични методи - коагулация, като най-често се комбинират. За целта в различните етапи по пътя на водата при централното водоснабдяване се строят пречиствателни съоръжения - решетки и мрежи при водохващането, и водопречиствателна станция, включваща утайтелни басейни, смесителни камери за коагулацията, филтри и съоръжения за дезинфекция.

Избистряне и обезцветяване на водата. Утаяването на плуващи частици се извършва в хоризонтални утайтели. Това са резервоари с дълбочина няколко метра и обратен наклон на дъното, през които водата преминава с много малка скорост в продължение на 4 - 8 часа. По този начин тя се освобождава от по-едри частици. За ускоряване на процеса на утаяването на по-дребните частици се прилага методът на коагулацията на водата. За целта към нея се прибавят химични вещества, наречени коагуланти: алуминиев сулфат $Al(OH)_3$, железен хлорид ($FeCl_3$), железен сулфат ($FeSO_4$) и др., които, реагирайки с електролитите във водата, образуват грубо дисперсни хидроокиси, които бързо се утаяват. Поради ограннатата си активна повърхност и положителния електрически заряд хидроокисите адсорбират даже най-фините отрицателно заредени частици, микроби и колоидни хуминови вещества. При прилагане на коагулация времето на утаяване се съкращава до 2 - 3 часа.

След утаяването водата се прекарва през бетонни резервоари - филтри, на дъното на които се поставят дренажни тръби с отвори. Над дренажа се насипва поддържащ слой от чакъл с дебелина 0,7 м, а над него - пясъчен слой с дебелина 1 м. В зависимост от начина на действие и техния капацитет филтрите биват големи и малки, потопени (бързи и бавни), непотопени (биологични) и др.

Потопените филтри се наричат така, понеже над филтъра се поддържа постоянно пласт вода (около 1 м) чрез регулиране на притока и оттока на водата.

Бавните потопени филтри добре очистват водата след "съзряване" - проципа от намиращите се във водата примеси. След 30 - 60 дневна експлоатация, повърхностният слой заедно с биологичната мембрана се отстранява. Бавните филтри пречистват само 2,5 - 3 м³ вода през 1 м² повърхност за 24 часа. Те избистрят водата, отчасти я обеззаразяват и я освобождават до 99% от микроорганизмите. Поради малката им пропускателна способност те се използват само за пречистване на водата на малки водопроводи.

Бързите филтри имат почти същото устройство, но се използват след предварително

коагулиране на водата. При тях повърхностната ципа бързо съзрява (за 1/2 - 1 часа), тъй като тук тя се образува от най-малките преципитати на коагулантите, които не са могли да се утаят в утаителя. Обаче тази ципа много бързо надебелява и задръства порите на филтъра, което налага по-честото му (един - два пъти дневно) почистване. Това става чрез промиване в продължение на 10 - 15 мин. с обратен ход на водата - отдолу - нагоре. Производителността на тези филтри е много голяма - през 1 м² повърхност за 24 часа се филтрират 100 - 120 м³ вода. Пречистващият ефект е също много добър - водата е безцветна, прозрачна и освободена до 978 % от микроорганизмите. Ефективността на потопените филтри трябва да се контролира постоянно, като всекидневно се изследват лабораторно проби вода, взета преди и след пречистването ѝ.

Напоследък се използват по-съвършени големи бързи филтри. Такива са двуслойните филтри - отдолу - пясък с пласт 40 - 50 см, а отгоре - надробен антрацит до 30 - 40 см. Този филтър позволява да се увеличи скоростта на филтрацията и да се увеличи количеството на задържаните примеси. Той се почиства по-рядко и действа по-продължително време.

Друг съвременен тип са т. нар. контактни избистрители - бетонни резервоари, запълнени с чакъл и пясък на височина 2,5 - 2,6 м. Водата чрез система от тръби се подава в долната част на избистрителя, смесена с коагуланта. В долните едрозърнести слоеве бързо настъпва коагулацията, в горните слоеве се задържат частиците на коагуланта, както и всички други примеси на водата. Удобството е, че тук са заменят смесителят, камерата за реакция и филтърът, т. е., всичко е събрано на едно място, което ги прави по-икономични.

Непотопените (биологичните) филтри наподобяват естествената филтрация в природата. Водата се разпръсква във вид на дъжд върху пясъчната повърхност на тези филтри. При тях за 24 часа се причистват 5 - 10 м³ вода през 1 м². Те имат удобството, че се чистят рядко и че поради липса на налягане не съществува опасност от преминаване на нефилтрирана вода между филтриращата маса и стената на филтъра.

За пречистване на ограничени количества вода могат да се използват различни домашни и импровизирани филтри.

Обеззаразяване на водата. Обеззаразяването на водата се извършва посредством химични и физични (безреагетни) методи.

Хлориране на водата. Хлорирането е един от най-широко разпространените методи за обеззаразяване на водата поради своята надеждност, достъпност и малка стойност. За целта се използват хлор и съединения, съдържащи активен хлор.

Според най-новите схващания химизмът на хлорното действие във водата е следният:
 $Cl_2 + H_2O \rightarrow HClO \rightarrow H^+ (OCl)$

Образуваната хипохлориста киселина е неустойчива и бързо дисоциира с отделяне на хипохлоритен йон. Бактерицидното действие на хлора се определя преди всичко от концентрацията на хипохлористата киселина и по-малко от концентрацията на хипохлоритния йон. Електрическата неутралност и малките размери на молекулата на хипохлористата киселина, улесняват нейното прминаване през обвивката на бактериалните клетки и блокира SH-групите на ензимните системи (главно дехидразите). По този начин се смущават процесите на обмяна и размножение и бактериите загиват. Окислителната активност на хипохлоритния йон се състои в това, че той отнема електрони от намиращите се във водата вещества, вкл. микробните

клетки, в резултата на което те загиват. Установено е, че при рН под 6 преобладават йоните на хипохлористата киселина, при рН 7,2 - 7,5 броят на хипохлористите и хипохлоритните йони е еднакъв, а при рН над 7,5 преобладават хипохлоритните йони, т. е. активността на хлора намалява.

С чист газ хлор се обеззаразява водата на големите водопречистващи станции, където той се доставя в течно състояние в метални бутилки под налягане и с помощта на специални апарати - дозатори, се смесва дозирано с обеззаразяващата вода.

При неголеми водопроводи и при обеззаразяване на малки количества вода (в бъчви или други резервоари) се използват хлорни препарати, най-често хлорна вар. Действащата съставка на хлорната вар е калциевият хипохлорид - $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, който във водата образува хипохлориста киселина. Тя съдържа активен хлор до 36 %, когато е прясна, но при неправилно съхранение (на светлина, влага и висока температура) се разлага и губи част от активния хлор. Затова при изчисляване на необходимото количество хлорна вар или трябва да се определя лабораторно съдържанието на активен хлор, или трябва да се приеме, че то е 25%.

Капоритът представлява чист калциев хипохлорит. Той е траен препарат с високо съдържание на активен хлор (75 %). От него се изготвят хипохлоритните таблетки, удобни за обеззаразяване на малки количества вода.

Хлорамините са също трайни препарати. Те са производни на амоняка. Монохлорамините съдържат 14 - 18 % активен хлор, а дихлорамините - 18 - 26 %. Те се характеризират с това, че трудно и бавно отделят хлора и поради това оказват траен обеззаразяващ ефект. Също могат да се таблетират "пантоцид". За да се ускори техният бактерициден ефект, прибавя се субстанция от органични киселини (лимонена или винена).

Дозирано хлориране. По този начин на обеззаразяване на водата предварително се определя точно т. нар. работна доза за дадената вода. Тя се състои от специфичните за съответната вода хлорпоглъщаемост и хлорпотребност. Под хлорпоглъщаемост се разбира количеството хлор, което отива за окисляване на минералните и органичните съединения във водата. Тъй като природните води имат различен състав, хлорпоглъщаемостта им е различна, специфична за всяка вода. Количеството активен хлор (мг), необходимо за обеззаразяване на 1 дм³ вода, се нарича хлорпотребност, т. е. включва и т. нар. остатъчен хлор. Под остатъчен хлор се разбира количеството хлор, което остава във водата след насищане на нейната специфична хлорпоглъщаемост. Той именно осигурява бактерициден ефект. Хлорният препарат се смесва с водата, предварително разтворен, в количество, изчислено така, че остатъчният активен хлор да не надхвърля 0,3 - 0,4 мг/дм³. Ако остатъчният хлор е над 0,5 мг/дм³, водата става неподходяща за пиене, тъй като придобива хлорен мирис и привкус.

Освен правилен избор на работната доза хлор необходимо условие за ефективно обеззаразяване са доброто смесване и достатъчният контакт на хлора с водата, който през лятото не трябва да бъде по-малък от 30 мин., а през зимата - 1 час.

Предимствата на дозираното хлориране са, че избраната доза хлор осигурява обеззаразяване на водата и не влошава органолептичните й качества. Недостатъци са: необходимост от пробно хлориране и лабораторно определяне на дозата, по-голяма продължителност на хлорирането; освен това по този начин се обеззаразява само бистра и безцветна вода.

Прехлориране. По този начин водата се хлорира с повишени дози хлор, например 10 -

20 мг/дм³. С него се получава надежден бактерициден ефект след 15-минутно действие. При тези дози загиват почти всички патогени бактерии с изключение на антраксните спори и яйцата от чревни паразити. Той може да се използва за хлориране на всякаква вода - мътна, оцветена, съмнителна в епидемиологично отношение. Единственият недостатък на метода е, че след обеззаразяването във водата остава голямо количество свободен активен хлор, който ѝ придава неприятен вкус и мирис. Това налага винаги да се извършва и дехлориране, което става чрез филтриране на водата 3,5 мг на 1 дм³ остатъчен хлор за 1 дм³ вода.

Хлориране с преамонизация. Този метод се основава на действието на моно- и дихлорамините във водата. В нея предварително се поставя съответно дизиран разтвор от амоняк или амониеви соли, а след 1/2 - 2 мин. - разтвор от хлор. Тук ефективността зависи от съотношението на амоняка и хлора (1:3, 1:4, 1:6, 1:8); във всеки конкретен случай се подбира най-подходящото съотношение. Методът има редица предимства: по-дълготраен бактерициден ефект, намалява се разходът на хлор, осигурява се активен хлор и в най-крайните разклонения на мрежата, с което се предпазва водата от вторично заразяване, премехва дъха на водата и др. Единствен недостатък на метода е малката скорост на обеззаразяване с хлорамини - минимум 2 часа.

Независимо от препаратите и начина на хлориране техниката е една и съща. Винаги трябва да се правят предварително разтвори от препаратите (например хлорната вар 1 - 5%) и да се изчаква тяхното избистряне. Хлорирането трябва да се извършва само с избистрен разтвор. Дозира се с различни дозаторни устройства.

Хлориране на кладенци. Кладенците също се хлорират, но това става периодично и в случай на замърсяване от местен произход. Водата се изчерпва, изгребват се тинята и около 10 см отпяска или чакъла на дъното до получаване чисто дъно. Стените се изчистват с четка и се измиват с концентриран разтвор от хлорна вар (1 супена лъжица хлорна вар е една кофа вода). След това се изчислява количеството хлорен препарат в зависимост от обема на водата и според избрания начин на хлориране (дозирано или прехлориране). И тук е важно хлорният препарат да се смесва добре с водата след предварителното му разтваряне и избистряне. При прехлориране, което обикновено се прилага по епидемиологични показания, се чака водата да се освободи от хлора или се извършва дехлориране. Добре е хлорирането на такива местни водоизточници да се извършва вечерно време, за да се използва водата на следващия ден.

Преваряване на водата. Това е най-старият и най-надежден метод за обеззаразяване на водата. След 3 - 5 мин. преваряване загиват вегетативните форми на микробите, а след 30 мин. - и спорите, както и яйцата на хелминтите и техните личинки. Методът се използва за обеззаразяване на ограничени количества вода. Поради излитането на гозовете вкусът на водата се влошава, а при вторично замърсяване микроорганизмите в нея се развиват извънредно бързо. Затова съдовете, в които се съхранява преварената вода, трябва щателно да се измиват и водата всекидневно да се сменя.

Облъчване с ултравиолетови лъчи. Ултравиолетовите лъчи имат изразен бектерициден ефект. Максимален обеззаразяващ ефект се получава при използването на лъчи с дължина на вълната 250 - 260 нм и при дебелина на слоя на водата 25 см след предварително утаяване и филтриране. Облъчването с ултравиолетови лъчи има предимства пред хлорирането - ефектът се получава след въздействие 1 - 2 мин., при което загиват не само вегетативните форми, но и спорите, вирусите и яйцата на хелминтите. За целта се използват аргоно-живачни лампи, с помощта на които могат да

се обеззаразяват до 1000 м3/ч вода.

За обеззаразяване на водата се прилагат още редица други средства и методи. *Калиев перманганат, йод и водороден прекис*

се използват за обеззаразяване на малки количества вода за лични, домакински и болнични нужди. За обеззаразяване на водата и за по-продължително съхраняване на обработена вода (в параходи и др.) се използват бактерицидният ефект на *сребърните йони*

, които потискат ензимните системи на бактериите. В хигиенно отношение обеззаразяването с

озон

като силен окислител е много перспективен метод, но е все още скъп. Също така много добър ефект за обеззаразяване се постига с

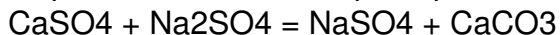
ултразвук и облъчване с гама - лъчи

(от радиоактивни източници), но и тези методи още не са получили широко приложение.

Коригиране качествата на водата. Органолептичните качества на водата - прозрачност, цветност, мирис, привкус, се коригират чрез описаните вече методи: филтрация, аериране, обработка с окислителни, овъгляване (с поставяне във водата на прахообразни активирани въглища) или филтриране през слой от активирани въглен. Когато мирисът се дължи на усилено размножаване на планктон, добра дезодорация се постига чрез третиране на водата с меден сулфат (CuSO₄) - 0,1-1, рядко 2 мг/дм³.

Когато водата съдържа много желязо или манган, нейното просто аериране (разпръскване чрез фонтан или каскади) води до окислителното им превръщане в хидрати (преципитати), които се утаяват; те се отстраняват и чрез допълнително прекарване на водата през пясъчни филтри. Органичното желязо (железен хумати) се отстранява чрез пропускане на електрически ток през водата.

Най-често се налага да се коригират качествата на много твърдите и селенитозните води. Омекчаването на водата може да се извърши чрез преваряването ѝ, при което бикарбонатите се утаяват като неразтворими калциеви и магнезиеви монокарбонати. Бикарбонатите също се отстраняват чрез прибавяне на калциева основа (варно мляко). Селенитозните води (преминаващи през гипсови находища) съдържат много големи количества сулфати (над 500 мг/дм³), поради което имат неприятен горчив вкус. Трайната твърдост на водата, дължаща се главно на Ca, Mg и други сулфати и хлориди, се намалява чрез прибавяне на натриев карбонат:



Полученият при тази реакция натриев сулфат придава леко лаксативни свойства на водата, но вкусът и подобрява значително.

По-съвременен метод за опресняване на морската вода, което е много актуален проблем, а също и за омекотяване на твърди води е използването на специални филтри, запълнени с йонити. Това са твърди, неразтворими зърнести материали, които имат свойството да обменят йони с разтворените във водата соли. Йонитовите устройства могат да бъдат стационарни и подвижни (за експедиции, полски лагери и др.). За опресняване на вода чрез дестилация сега съществуват слънчеви и атомни опреснителни станции.

Дефлуоризация на водата може да се извърши чрез филтрирането през анионитни обменни смоли или чрез смесване с вода от беден на флуор водоизточник. За флуоризиране на водата се използват различни флуорни съединения, които се

прибавят към водата, за да се осигури концентрация 0,7 - 1 мг/дм³.

Санитарна охрана и санитарен контрол на водоснабдяването. За санитарната охрана и контрола на водните басейни съществуват редица международни конвенции; сключени са и договори със съседни държави.

Мероприятията за опазване и използване на водите в нашата страна се уреждат със: "Закона за опазване на въздуха, водата и почвата от замърсяване (раздел III)" от 1963 г., "Правилник за приложението му", "Закон за защита на природата" от 1967 г. и "Закон за водите" от 1969 г. С тези държавни документи всички води - надземни, подземни, вкл. териториалните и вътрешните морски води, се обявяват за държавна и общонарадната собственост и опазването им от замърсяване е национална задача. Те регламентират задълженията на държавните, административните, стопанските и обществените органи и организации и предвиждат строги санкции при неспазването на санитарните изисквания и при замърсяването на водните течения и басейни на страната. Те дават широки права и задължения на органите на МЗ за строг контрол и са солидна опора на здравните работници в борбата за опазване чистотата на водата. Водните ресурси в страната в зависимост от използването им се разпределят на категории.

Забранява се въвеждането в експлоатация на промишлени предприятия и топлоелектрически централи, преди да са поставени в действие пречиствателните им съоръжения. Ако такива не са проектирани, плановете за строителството им не се утвърждават. Водните източници, съоръжения и водопроводи лесно могат да се замърсят и заразят от битови промишлени отпадъци. Затова законодателството предвижда грижлива и особено строга охрана на централните водоснабдителни съоръжения и обществени източници.

Санитарната охрана обхваща две зони : Зона А - зона на строг режим. Тя обхваща мястото на водохващане, водопречиствателните съоръжения и резервоарите за чиста вода. Тази зона се огражда и поставя охрана - достъпът на външни лица до нея се забранява. Цялата територия се озеленява и образцово благоустроява. Персоналът, обслужващ съоръженията, претрива курс по санитарен минимум, подлага се на периодични медицински прегледи за бацило- и паразитоносителство и се контролира за строго спазване на лична хигиена. Използването на воема в тази зона за къпане, пране, ловене на риба, водопой на животни и др. се забранява. Зона В - зона на ограничение. В нея се включва територия с радиус 20-60 км, главно над водохващането, в която се регулира строителството на жилища, промишлени предприятия, животновъдни ферми. Забранява се изпускането на отпадъчни води във водоема, а на мястото на водохващането (на 10-15 км в ивица от 100 - 200 м край брега) не се позволяват наторяването с оборски тор и обработката на почвата с химични вещества.

В почти целия водосборен район на водоема трябва да се извършват системни епидемиологични наблюдения за здравното състояние на населението и животните.