

ПОДХОД ЗА ПРОГНОЗИРАНЕ НА КАЧЕСТВАТА НА ВОДАТА В НОВОПРОЕКТИРАНИЯ ЯЗОВИР „НЕЙКОВЦИ” И ИЗБОР НА ТЕХНОЛОГИЧНА СХЕМА ЗА ПРЕЧИСТВАНЕТО ИМ

AN APPROACH TO RAW WATER QUALITY PREDICTION IN THE NEWLY DESIGNED NEYKOVTSI DAM AND TECHNOLOGICAL PROCESSES USED FOR THE POTABLE WATER TREATMENT

Ирина Ангелова¹, Петър Калинков, Любомир Стефанов
Irina Angelova¹, Petar Kalinkov, Lubomir Stefanov

Резюме

Разработката включва преглед на съществуващото положение и предложение за избор на технологична схема за пречистване на водите от новопроектирания язовир „Нейковци“ съгласно прогноза за качествените показатели на водите в язовира, предназначени за задоволяване на питейно-битовите нужди на гр. Трявна, гр. Плачковци и прилежащата територия. Подходът към прогнозирането на качествените показатели включва комплексен анализ на качествата на реките, на които ще се изгради язовирът и аналогия с характеристиките на водите в сходни съществуващи язовири – яз. „Христо Смирненски“ и яз. „Йовковци“. Избрана е двустъпална технологична схема на пречистване на водата от бъдещия яз. „Нейковци“, която гарантира постигане на изискванията на нормативната уредба в областта на качествата на водите, предназначени за ПБН, устойчива и гъвкава работа на ПСПВ. Това проучване е извършено във връзка с изготвянето на проект MIDP-D-QCBS-4 – Обследване на площадката, технически проект и тръжни документи за язовир „Нейковци“, възложен от Министерството на регионалното развитие и благоустройството на ЩУКИ АД.

Abstract

The article includes a review of the available documentation and existing constructions for the treatment of the raw water in the newly designed Neykovtsi Dam and offers a technology for water treatment according to a prediction of the water quality in the dam. Neykovtsi Dam is designed for potable water supply of the towns of Triavna and Plachkovtsi and of the settlements in the area. The approach to water quality prediction includes complex analysis of the water quality in the inflowing rivers in the dam along with the characteristics of the raw water in similar operating dams - Hristo Smirnenski Dam and Yovkovtsi Dam.

A two-stage process flow diagram including clarification and rapid filtration has been adopted for the WTP Neykovtsi that will ensure meeting of regulation requirements, sustainable and flexible operation of WTP.

¹ *Университет по архитектура, строителство и геодезия, Хидротехнически факултет, катедра „Водоснабдяване, канализация и пречистване на води“, irina_ang@abv.bg*

This study was conducted in conjunction with project MIDP-D-QCBS-4 - Site Investigation, Detailed Design and Bidding Documents for Neikovtsi Dam, commissioned by the Ministry of Regional Development to Stucky SA.

1 История

През 1979 г. КНИПБ „Водоканалпроект“ изготвя работен проект за обект „Пречиствателна станция за питейни води на гр. Трявна от яз. „Нейковци“. Проектът предвижда водоснабдяването на населеното място да става от яз. „Нейковци“, който да бъде построен на 6 км югозападно от гр. Трявна, в северните склонове на Средна Стара планина. Язовирната стена ще се изгради на р. Нейковска. Поради недостатъчност на собствения воден приток проектът предвижда помпено подаване към язовира на уловените води от водохвацията на р. Плачковска и р. Самариненска. Оразмерителната производителност на ПСПВ е 238 L/s.

1.1 Характеристики на суровата вода

Изследванията на качествата на водата, поместени и използвани за оразмерителни в проекта за ПСПВ Нейковци от 1979 г. обхващат периода от февруари 1979 г. до октомври същата година. Взети са проби и са изследвани водите на р. Нейковска, р. Радевска, р. Гръбчевска и р. Самариненска. Използвани са данни и за реките Тетевенска, Белица, Заводна, Дряновска и др. от водосборния район. Набелязаните повърхностни водоизточници имат водосборни басейни, разположени върху северната предпланинска част на Стара планина. Релефът е нископланински, разчленен, със средно стръмни склонове. Реките събират предимно повърхностни и по-малко подземни води.

Съгласно обобщени данни показателите на суровата вода, които периодично не отговарят на Наредба № 9 от 16.03.2001 г. за качеството на водата, предназначена за питейно-битови цели, са мътност, цветност, окисляемост, съдържание на желязо и манган, както и микробиологични показатели.

1.2 Технологична схема на ПСПВ

Съгласно проекта от 1979 г. технологичната схема на пречистване на ПСПВ към яз. „Нейковци“ включва следните основни процеси:

- Преодоксление – доза на хлора 3 mg/L и контактно време 60 мин;
- Коагулация с $Al_2(SO_4)_3$ – доза 20 mg/L;
- Подаване на флокулант – активна силициева киселина;
- Избистряне в избистрители тип ДНИ;
- Филтрация в бързи пясъчни филтри със скорост 6 m/h;
- Флуориране;
- Обеззаразяване с хлор с доза 1 mg/L.

Схемата се допълва от две измервателни устройства, от необходимите системи за съхранение на химичните реагенти, тяхното приготвяне и дозиране и стъпало за третиране на технологични отпадъчни води (ТОВ).

Проектът е преработен през 1990 – 1994 г. Разработката предвижда избистрителите тип ДНИ да се заменят с ламелни утаители.

2 Съществуващо положение

Строителството на ПСПВ Нейковци е започнало, но е преустановено, преди обектът да е окончателно завършен. Конструкцията на сградите и съоръженията е изпълнявана по сглобяем и монолитен способ през 1980 – 1999 г. През 2014 г. МРРБ възлага на ЩУКИ АД проект MIDP-D-QCBS-4 – Обследване на площадката, технически проект и тръжни документи за язовир „Нейковци“, включително проект за реконструкция на ПСПВ Нейковци.

2.1 Съществуваща ПСПВ

Площадката на ПСПВ е ситуирана на 1 km от гр. Трявна и на 0,80 km от главен път Габрово – Трявна.

Технологичната схема включва процеси на пречистване, целящи отстраняване на мътност, цветност, окисляемост, амоняк и нитрати, сестон, коли титър и микробно число.

Довеждането на суровата вода до ПСПВ и отвеждането ѝ към водоснабдяваната територия се извършва чрез стоманени тръби с вътрешен диаметър 530 mm (DN530).

Степента на изграденост на ПСПВ към настоящия момент е 40%.

На територията на ПСПВ Нейковци са изградени:

- Филтърен корпус;
- Филтър;
- Административно-лабораторна сграда;
- Утаител;
- Реагентно стопанство;
- Склад за хлор;
- Дизел генератор;
- Трафопост;
- Контролно-пропускателен пункт;
- Утаител-уплътнител;
- Изходна разпределителна шахта.



Фиг. 1. Ламелен утаител, изграден на площадката на ПСПВ „Нейковци“ през 1999 г.

Конструкцията на сградите и съоръженията (бързи филтри и утаител-уплътнител) е изпълнявана по сглобяем и монолитен способ от 1985 г. до 1999 г. През периода 1999 – 2000 г. са изградени ламелен утаител и резервоар за пречистена вода в западната част на комплекса. Резервоарът за пречистена вода е приет с държавна приемателна комисия. Останалите сгради и съоръжения на територията на ПСПВ Нейковци не са въведени в експлоатация и са останали на различна степен на завършеност на СМР.

Към момента сградите и съоръженията не се експлоатират и не се поддържат.

Територията на ПСПВ Нейковци от над 10 години не се охранява.

През август 2014 г. е извършена техническа експертиза на строителните конструкции, чието общо заключение е, че основните съоръжения са в добро техническо състояние и могат да бъдат въведени в редовна експлоатация след предприемане на съответните мерки.

3 Нова проектна разработка

3.1 Водоизточник

Язовир „Нейковци“ е проектиран за водоснабдяване с питейна вода на град Трявна, гр. Плачковци и прилежащата територия. Язовирът е в долината на р. Нейковска. Ситуиран е над квартала на гр. Плачковци – кв. Нейковци и на 7,5 km южно от гр. Трявна. Съгласно проект от 2014 г. язовирът е проектиран със земно-насипна стена с асфалто-бетонено ядро. Основните параметри на язовира са както следва:

Табл. 1. Проектни параметри на яз. „Нейковци“

№	Параметър	Дименсия	Стойност
1	Вид язовир	-	Земнонасипна стена с асфалто-бетонено ядро
2	Мах височина на язовира	m	42,00
3	Полезен обем	m ³	4,30.10 ⁶
4	Мъртъв обем	m ³	0,5. 10 ⁶
5	Общ обем	m ³	4,80. 10 ⁶
6	Дължина на короната	m	201,00
7	Ширина на короната	m	5,00
8	Дължина на водното огледало	m	1300,00
9	Мах работно водно ниво	m	579,30
10	Мах водно ниво	m	580,95
11	Min работно водно ниво	m	554,60
12	Кота на короната	m	581,00
13	Мах отток за водоснабдяване	L/s	240

3.2 Производителност на пречиствателната станция

Производителността на станцията е приета в съответствие с направените изчисления за необходимото водно количество за задоволяване на питейно-битовите нужди на населението от водоснабдяваните населени места.

$$Q_{\text{оразм}} = 240 \text{ L/s} = 864 \text{ m}^3/\text{h} = 20\,736 \text{ m}^3/\text{d}$$

3.3 Качества на суровата вода в яз. „Нейковци“

Проектирането на яз. „Нейковци“ съвпада по време с проектирането на пречиствателната станция за питейни води в разглежданата водоснабдителна система, което е

обичайна практика в България. На база качествата на водите в реките, захранващи новопроектираните язовири, в миналото са оразмерени ПСПВ Стоките, гр. Севлиево, ПСПВ Димитровград, ПСПВ Габрово, ПСПВ Йовковци, ПСПВ Жиленци за гр. Кюстендил и др. При анализ и оценка на работните параметри на цитираните ПСПВ към настоящия момент обаче са констатирани сериозни несъответствия в проектните и експлоатационните параметри, които са следствие както от използването на прогнозни данни за качествата на водата в язовирите, преди тяхното завиряване и въвеждане в експлоатация, така и от неизбежното изменение на качествените показатели на водите с времето [1].

Лабораторните изследвания показват моментното състояние на водоизточниците. За да се гарантира правилно разбиране и последващо интерпретиране на получените лабораторни резултати, следва да се имат предвид възможният диапазон на сезонно изменение на качествените характеристики на водата в захранващите реки, както и очакваното изменението на качествените и **количествените** показатели в обема на бъдещите язовири, които обикновено са многогодишни изравнители. Географските и климатичните характеристики на района, обемът и останалите проектни характеристики на бъдещите язовири са от особено значение при прогнозиране на качествените показатели на потока, постъпващ на площадката на ПСПВ. Протичането на физикохимични и биологични процеси във водните обекти, акумулирането на голям обем вода за дълъг период от време, мястото на водовземането от язовирите са основни фактори, определящи значителното изменение на показателите на водите в стоящите водоеми спрямо качествата на водите в захранващите ги реки. В тази връзка гаранция за избор на адекватна и ефективна технологична схема за пречистване на водата в новопроектираните ПСПВ е коректното определяне на нейните оразмерителни параметри по отношение на качеството на постъпващата в тях вода. Правилният подход според нас при прогнозиране на качествата на водата в новопроектираните язовири изисква комплексен анализ на качествата на водата в захранващите реки и аналогия с качествата на водите в съществуващи язовири с характеристики, подобни на новопроектирания, в контекста на процесите протичащи в тях.

Предвид гореизложеното е изготвена прогноза за качествата на водата в новопроектирания язовир „Нейковци“ на база на:

- ***Данни за качества на водата в захранващите го реки от 1978 – 1979 г.;***

Данните за качествата на водите за посочения период са обобщени и поместени в проектаната разработка на КНИПБ „Водоканалпроект“. Методите на пробовземане и анализ не са упоменати, както и броят на взетите проби.

- ***Данни за качества на водата в захранващите го реки от 2014 г.;***

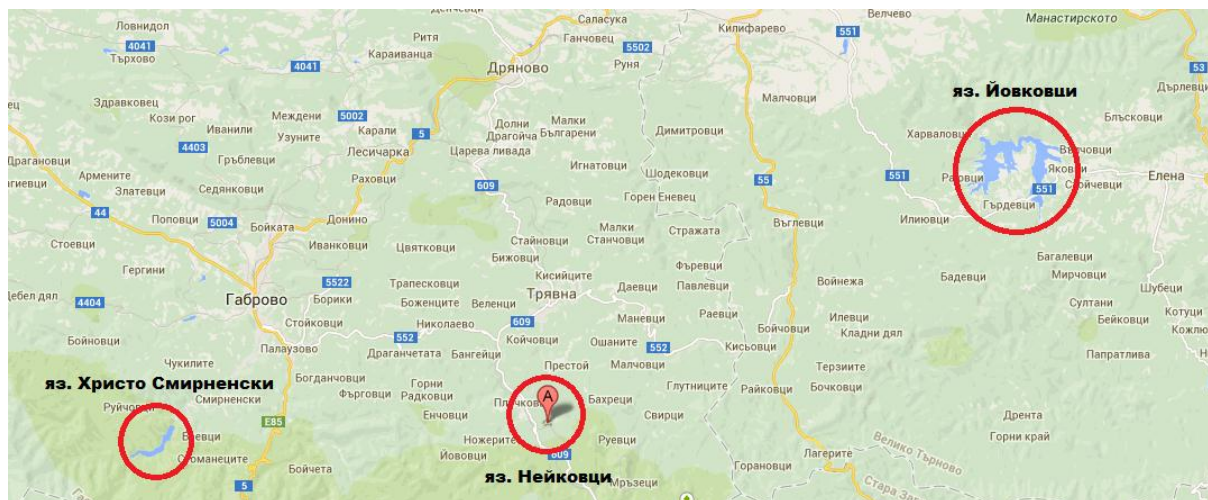
През 2014 г. са проведени редица изследвания на качествените показатели на водата в р. Плачковска, р. Самариненска, р. Нейковска от лицензирани лаборатории по стандартни методики и по показатели, залегнали в Наредба № 9 от 16.03.2001 г. за качествата на водата, предназначена за питейно-битови цели. Изследванията, представени във вид на лабораторни протоколи, отразяват физикохимичния и бактериологичен състав на течащи повърхности водоизточници получени при единични пробовземания, не отчитат влиянието на екстремни

условия като снеготопене, дъжд, ерозия и т.н. и не могат да служат за определяне на качествата на суровата вода, подавана към ПСПВ от яз. „Нейковци“.

- **Аналогия с качеството на водата в съществуващи язовири.**

В настоящата разработка са използвани данни за състава на водите в яз. „Христо Смирненски“ и яз. „Йовковци“. Яз. „Хр. Смирненски“ се намира на 521m надморска височина на около 16 km от с. Нейковци, а яз. „Йовковци“ се намира на 333 m надморска височина на около 25 km от с. Нейковци, в близост до което ще се изгради бъдещият язовир.

Завиреният обем на яз. „Хр. Смирненски“ е $28,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, а на яз. „Йовковци“ – $92 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Въпреки значително по-малкия проектен обем на яз. „Нейковци“ ($4,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$), предвид сходното надморско равнище и близостта на двата изградени язовира, се очаква тенденциите, очертани от изменението на качествените показатели на водите им, да са валидни за водите и в новопроектирания яз. „Нейковци“ след завиряването му.



Фиг. 2. Разположение на яз. «Нейковци», яз. «Хр. Смирненски» и яз. «Йовковци»

3.4 Анализ на наличните данни, обобщения и изводи:

1) Физични показатели

Мътност

Измененията на мътността на язовирните води са в пряка връзка с колебанията на речния отток и зависят от физико-географските и климатичните характеристики на водосборния басейн. При прогнозирането на качествените показатели на водите следва да се вземат под внимание специфичните особености на водосборния басейн с неговата плътност на залесяване, трайно растително покритие и устойчивост на речните корита и да се отчете функцията на язовира като изравнител и утаител.

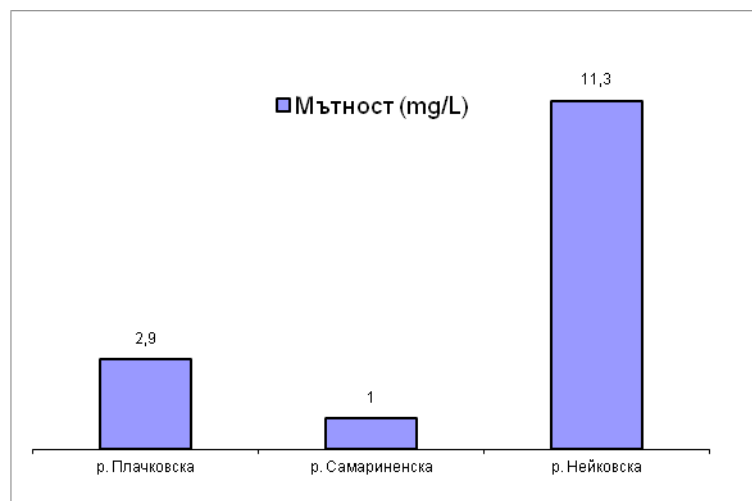
В проектите на Водоканалпроект от 1979 г. са посочени стойности на показателя мътност до 280 mg/L, като средната стойност по този показател е 50 mg/L.

Основен водоизточник на гр. Трявна, гр. Плячковци и прилежащите населени места към момента е р. Плячковска. От изследваните физикохимични показатели през 2014 г. неразтворените вещества, респективно мътността на водата през определени периоди, не отговарят на изискванията за питейна вода, установени с Наредба № 9 от 16.03.2001 г. Основните данни от поредица анализи на концентрацията на суспендирани вещества, извършени с проби от водата в р. Плячковска през 2014 г., са поместени на Фиг. 3.



Фиг. 3. Суспендирани вещества в изследваната вода в р. Плячковска, 2012 – 2014 г.

От водите на р. Плячковска, р. Самариненска и р. Нейковска е взета една проба през септември 2014 г. Резултатите от определянето на мътността в пробата са представени на Фиг. 4.



Фиг. 4. Мътност в р. Плячковска, Нейковска и Самариненска, септември 2014 г.

Язовир „Христо Смирненски“ е завирен през 1966 – 1967 г. и оттогава качеството на водата се следи регулярно. Общите анализи показват, че качествата на водата на входа на ПСПВ Габрово са относително добри, като средните стойности на мътността са по-близко до нормативните. Първото голямо замътняване на водата е наблюдавано през февруари 1974 г., когато максималната мътност е достигнала 26,4 mg/L. Следващият период с регистрирана

особено голяма мътност е също през февруари – 1984 г., когато за едно денонощие е регистриран екстремум от 200 – 240 mg/L. Основният проблем тогава е колоидната мътност, която продължава 3 месеца със стойност 7,0 – 20 mg/L. Причините за измерените мътности са свързани с валежи и снижени водни нива в язовира [2].

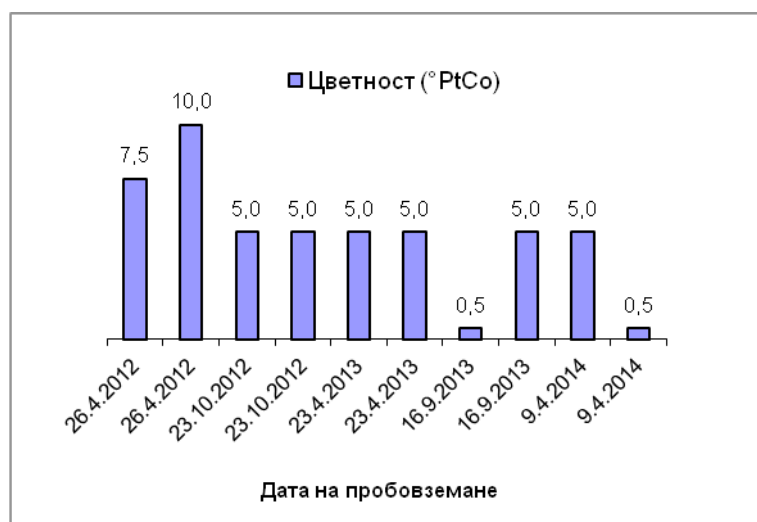
Язовир „Йовковци“ е изграден в периода 1968 – 1981 г. за питейно-битово водоснабдяване на градовете Велико Търново, Горна Оряховица, Лясковец, Полски Тръмбеш, Дряново, Елена, Златарица и селищата в района. Изграден е на река Веселина, десен приток на р. Янтра. Водите от яз. „Йовковци“ се пречистват в ПСПВ Йовковци, чийто пуск е на 01.05.1979 г., когато заработва само една филтърна клетка, а впоследствие четири, а при официалния пуск през 1980 – 1981 г. стават осем броя [3]. Оразмерителната мътност на суровата вода е приета до 70 mg/L. През последните години стойностите на този показател са близки до нормативните – около 1 mg/L. Наблюдават се сезонни отклонения на показателя предимно в есенно-зимния период, като мътността остава под 10 mg/L.

Предвид по-малкия обем на яз. „Нейковци“ в сравнение с този на яз. „Хр. Смирнески“ и яз. „Йовковци“ при интензивни валежи, снеготопене и ниски водни нива в язовира е възможно също да се очаква завишаване на мътността във входящия поток на ПСПВ Нейковци. Въпреки измерената тегловна мътност до 280 mg/L в пробите от 1979 г., предвид регулиращата способност на язовира и процесите на утаяване, които протичат в него, а и съобразно ниските концентрации на суспендирани вещества, измерени през 2014 г. е логично да се очакват умерени стойности на мътността със сезонен характер, максимално достигащи до около 50 mg/L и средни стойности в границите до 20 – 30 mg/L.

Цветност и окисляемост

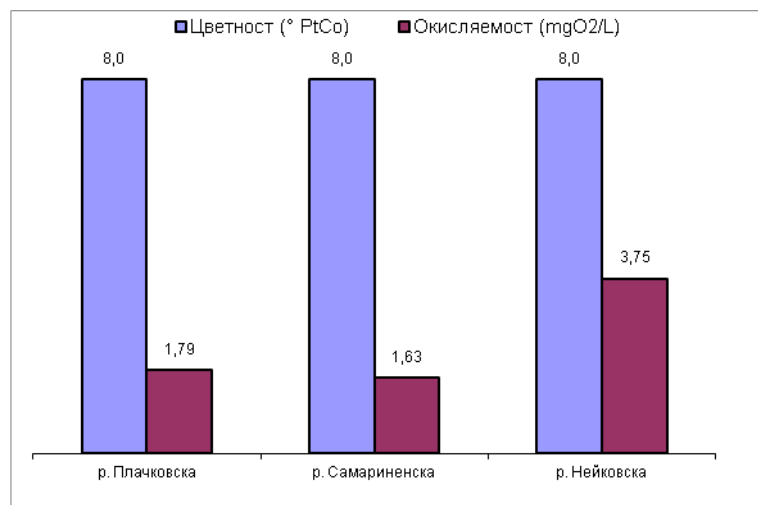
Данните от 1979 г. за качествата на водите в реките, които ще захранват яз. „Нейковци“ сочат, че цветността се изменя от 0 до 35 ° PtCo, а окисляемостта в редки случаи достига стойности над 5 mgO₂/L и приетата средна стойност по този показател е 3,8 mgO₂/L.

В проведените през 2014 г. изследвания на водите, които ще постъпват в новопроектирания язовир „Нейковци“, не са установени отклонения на показателите цветност и окисляемост.



Фиг. 5. Цветност на изследваната вода в р. Плачковска, 2012 – 2014 г.

Резултатите от определянето на цветността и окисляемостта в пробата от септември са представени на Фиг. 4.



Фиг. 6. Цветност и окисляемост в р. Плачковска, Нейковска и Самариненска, 16.09.2014 г.

Съгласно данни от лабораторни анализи на водите в яз. „Христо Смирненски“ и яз. „Йовковци“, предоставени от ВиК – Габрово, и ВиК – Йовковци, на дълбочина на водоземане 20 – 25 m по показателя цветност се наблюдават сезонни колебания. През по-голяма част от годината стойностите му са в интервала 6 – 8 °PtCo, но предимно през пролетта този показател достига над 20 °PtCo. Окисляемостта остава в нормативните граници и е около 3 mgеq/L.

Предвид малкия обем и ниската надморска височина на бъдещия яз. „Нейковци“ е възможно в процеса на експлоатация в язовира да се наблюдава завишаване на цветността и окисляемостта на язовирната вода вследствие цъфтене през пролетно-летния сезон или разлагане на органични отпадъци от растителен произход. Въпреки че процесите на цъфтене и органично разлагане протичат съответно в повърхностния воден слой и в дънния воден слой на язовира, размесване на водата вследствие от температурни разлики през пролетта и есента могат да влошат качествата на подаваната вода към ПСПВ. Очаква се показателят цветност да не надвишава 20°PtCo, средно около 8°PtCo, а окисляемостта да не надвишава нормативните изисквания.

Вкус и мирис

Показателите вкус и мирис на водата са в допустимите граници, като подобно на яз. „Христо Смирненски“ не се очаква изменение по време на експлоатацията на язовира. Мирисът на водата в яз. „Йовковци“, определен като блатен, е постоянно оценен на 3 бала, което говори за недоброто състояние на водохранилището в санитарно отношение.

Температура

Температурата на водата, измерена през 1979 г. и 2014 г., е от 1 до 22°C, средно 10 – 12°C. Температурата на водите в язовирите се изменя в дълбочина, като до 4 m се влияе силно от температурата на околния въздух. Водоземането обикновено се извършва на дълбочина от 6

до 10 m, в която зона температурата е сравнително постоянна. В района на новопроектирания яз. „Нейковци“ средната годишна температура на въздуха е 10,6°C, което дава основание да се очаква водата, подавана към ПСПВ, да е с относително постоянна температура, като за оразмерителна може да се приеме 12°C.

2) Химични показатели

Химичните показатели са общо взето по-слабо зависими от колебанията на речния отток и запазват относително постоянни стойности при отсъствие на антропогенни замърсители, постъпващи с битовите и промишлените отпадъчни води. Поради това установените химични показатели се отличават с по-висока степен на надеждност от физичните и отразяват по-точно и достоверно химичните свойства на водата.

pH

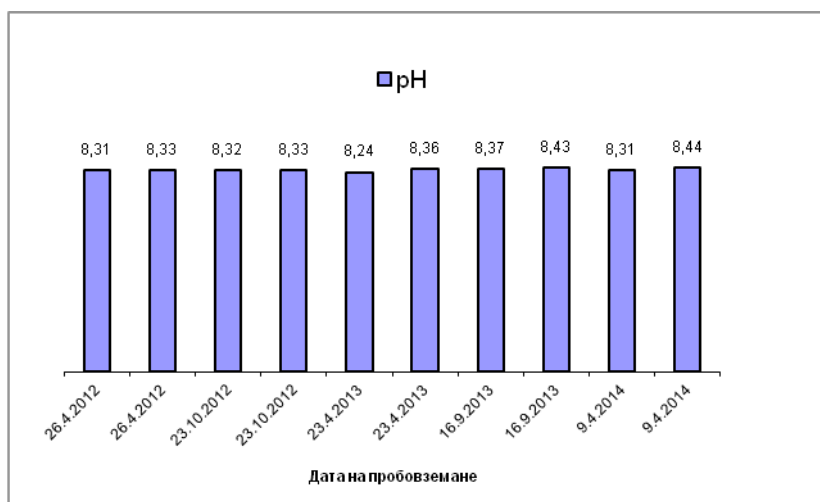
Реакцията на водата е един от най-важните показатели при избора, оценката и контрола на технологичните процеси [4]. Човешката дейност, както и естествените процеси, протичащи във водните тела, влияят върху pH на повърхностните води. Концентрацията на водородните йони, респективно pH на природните води, зависи от съдържанието на CO₂, хумусни киселини, интензивността на осветяване и температурата на водата, както и от съдържанието на органични вещества.

Стойностите на pH на речните води, определени през 1979 г., варират в границите 7,5 – 8,10.

pH на водата в р. Плачковска ще определи до голяма степен pH на водите в бъдещия язовир „Нейковци“. Резултатите от изследването на този показател през 2012 – 2014 г. са представени на Фиг. 7. Измерените стойности на pH в пробите от р. Самариненска и р. Нейковска, взети през септември 2014 г., са съответно 8,36 и 8,16.

pH на водите в язовирите „Христо Смирненски“ и „Йовковци“ е средно около 8,0 и за двата водоизточника.

Посочените данни дават основание очакваното pH на водите в яз. „Нейковци“ да е алкално и да се приеме около 8.



Фиг. 7. pH в изследваната вода в р. Плачковска, 2012 – 2014 г.

Твърдост и сух остатък

По изследваните химични показатели пробите сурова вода отговарят на изискванията за питейна вода, установени с Наредба № 9 от 16.03.2001 г., водата в р. Плачковска, р.Самариненска и р. Нейковска се характеризира с ниската минерализация – електропроводимост средно 380 $\mu\text{S}/\text{cm}$, сух остатък 200 mg/l. Водата в реките е твърда, със средна стойност на общата твърдост 4,4 meq/l. Не се очаква изменение на тези показатели, поради което цитираните стойности могат да се приемат за оразмерителни за ПСПВ.

Алкалност

Алкалност и сух остатък, заедно със съдържанието на въглероден диоксид (CO_2), температура и съдържанието на калций определят стабилността на водата – важен технологичен показател при пречистване на природни води. Освен това алкалността обуславя хидролизата на коагулантите, а заедно с това и процеса на коагулиране на водата, от който в най-голяма степен зависи отстраняването на колоидно разтворените вещества.

Въпреки че показателят алкалност и съдържание на въглероден диоксид не се регулират с нормативната база, регламентираща качествата на водите, предназначени за питейно-битови нужди, тяхната стойност следва да бъде обект на постоянен мониторинг не само в суровата вода, но и в процеса на пречистване. Тези показатели са динамични и трудно подлежат на прогнозиране.

Съгласно данни от проекта, разработен и актуализиран от „Водоканалинженеринг“ ЕООД, алкалността на водата е в границите 0,5 – 6 meq/L. Среднотежестната стойност по показателя алкалност съгласно изследванията от 1979 г. и 1990 г. е около 2,5 – 3 meq/L.

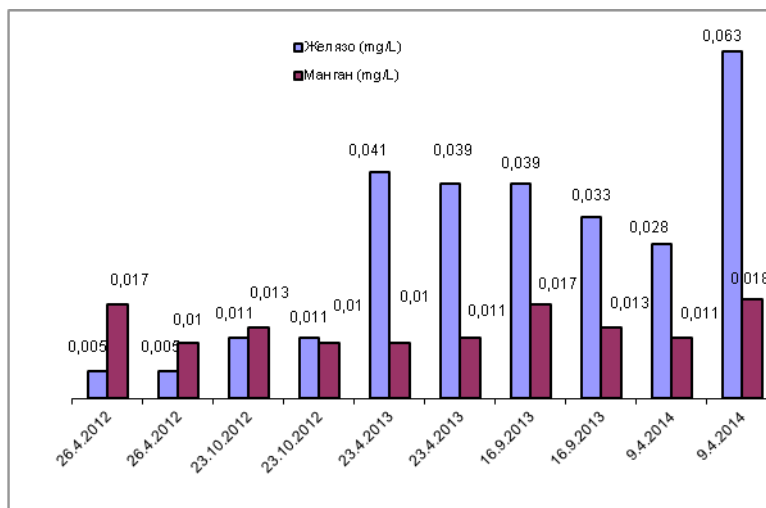
Желязо и манган

Твърде вероятно е след въвеждането на язовира в експлоатация показателите желязо и манган да надвишат стойностите, установени с Наредба № 9 от 16.03.2001 г.

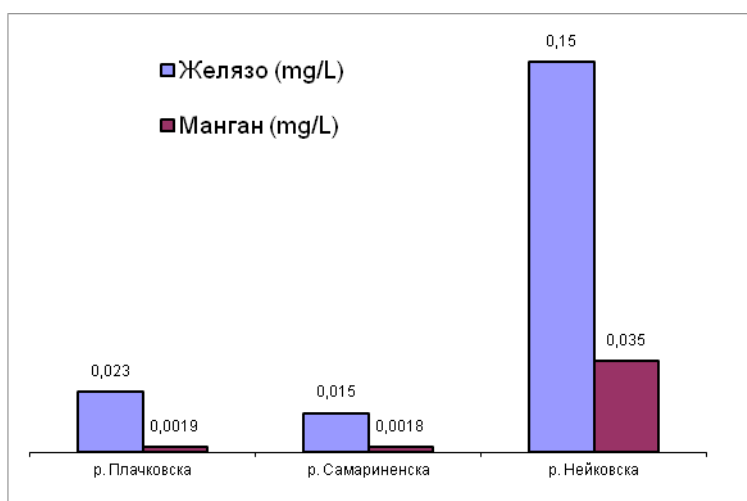
Желязото и манганът, акумулирани в растения, са източник на тези елементи в повърхностните води. При недобро саниране на язовира в период от 3 – 4 години след въвеждането му в експлоатация се очаква отлагане на седименти от растителен произход. Вследствие разграждане на органични отложения, намиращи се в чашата на язовира при анаеробни условия, е възможно концентрациите на желязо и манган във водата да се увеличат значително.

В проекта на КНИПБ „Водоканалпроект” са посочени максимални стойности по показателя съдържание на желязо 0,52 mg/L и манган 0,14 mg/L.

Основните данни от поредица анализи, извършени с проби от водата в р. Плачковска за съдържанието на желязо и манган през 2012 – 2014 г. са поместени на Фиг. 8. Измерените концентрации на същите показатели в реките Плачковска, Нейковска и Самариненска в проба от 16.09.2014 г. са показани на Фиг. 9. В изследваните проби не се установени наднормени концентрации на желязо и манган.



Фиг. 8. Съдържание на желязо и манган в р. Плачковска, 2012 – 2014 г.

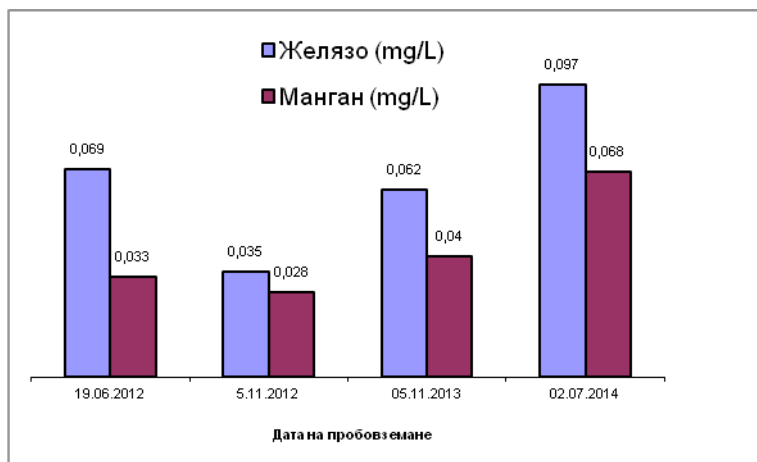


Фиг. 9. Съдържание на желязо и манган в р. Плачковска, Нейковска и Самариненска, 16.09.2014 г.

Максималните регистрирани концентрации на желязо във водите на яз. „Христо Смирненски“ в периода 2006 – 2010 г. са в диапазона 200 – 400 $\mu\text{g/L}$ (еднократни 650 $\mu\text{g/L}$ през ноември 2007). Те са пряко свързани с периодите на висока мътност.

Във водите на яз. „Христо Смирненски“ се наблюдава трайно присъствие на манган с концентрации, надвишаващи нормативните изисквания за питейна вода. В периода 2006 – 2010 г. са били регистрирани два случая с изключително висока концентрация на манган във водите на яз. „Христо Смирненски“, която също е наблюдавана в периоди с висока мътност. Максималните измерени концентрации са 800 $\mu\text{g/L}$ през февруари 2005 и ноември 2007. Преобладаващите средномесечни концентрации на манган в суровата вода са в диапазона 25 – 100 $\mu\text{g/L}$, при нормата за питейни води 50 $\mu\text{g/L}$. Наблюдават се и случаи, когато минималните месечни стойности надвишават нормата от 50 $\mu\text{g/L}$. [2]

Концентрациите на желязо и манган на дълбочина 20 m от повърхността на язовир „Йовковци“ са представени на Фиг. 10. Въпреки че отчетените концентрации на желязо не надвишават нормативно допустимите, а съдържанието на манган е близо и малко над максимално допустимото, все пак се очертава тенденция към повишаване на стойностите на двата показателя.



Фиг. 10. Съдържание на желязо и манган в яз. „Йовковци“ на дълбочина 20 m

На база направените анализи може обосновано да се предположи, че съдържанието на желязо и манган в новопроектирания яз. „Нейковци“ ще достигне близки стойности до максимално допустимите от нормативната уредба, поради което е необходимо предвидената технология на пречистване да е ефективна за корекцията на тези показатели.

3) Бактериологични и биологични показатели

Установените бактериологични показатели в изследванията, направени през 2014 г., не отговарят на изискванията за питейна вода. Очаква се бактериологичните показатели да се нуждаят от корекция и след завиряването на яз. „Нейковци“.

С течение на годините развитието на фито- и зоопланктон в яз. „Хр. Смирненски“ например е прогресивно, като към пролетта на 1995 г. са регистрирани общо 1 417 000 кл/L с преобладаващ вид *Cyclotella* sp., а към есента на 1995 – общо 2 365 000 кл/L, с преобладаващ вид кремъчни и синьо-зелени водорасли. [2]

Развитието на планктон е характерно за откритите стоящи водоеми, в които обмяната на водата се извършва бавно, а при отмирането на растителни и животински видове се отделят различни органични съединения.

Съдържанието на биогенни елементи (азот, фосфор) в изследваните проби от водите на реките Плачковска, Нейковска и Самариненска е незначително, но ролята на язовира като многогодишен изравнител, забавеното опресняване и високата средногодишна температура на въздуха (особено през летния сезон) дават основание в новопроектирания язовир „Нейковци“ да се очаква развитие на планктон.

4) Радиологични показатели

Радиологичните показатели на водата отговарят на нормативните изисквания и не са характерна промяна в стойностите на изследваните параметри след построяването на язовира.

Като обобщение следва да се подчертае, че се очаква качествата на суровата вода в яз. „Нейковци“ да варират в известни граници и временно може да не отговарят на изисквания за питейна вода по показателите:

- мътност;
- цветност;
- желязо;
- манган;
- наличие на планктон;
- микробно число;
- колибактерии;

Очакват се и продължителни периоди, в които тези показатели са със значителни изменения от нормативните, като приетите основни оразмерителни параметри на ПСПВ „Нейковци“ са поместени в Табл. 2.

Табл. 2. Приети основни оразмерителни стойности на показатели на суровата вода

№	Показатели	Ед. мярка	Допустима стойност по Наредба № 9 или БДС 2823-83	
			Приети	
1.	Мътност (тегловна)	mg/l	50	1,0 – 1,5
2.	Цветност	°PtCo	20	приемлива за потребителите
3.	pH	-	8,2	6,5 – 9,5
4.	Окисляемост	mg/l по O ₂	4	5,0
5.	Калций, Ca ²⁺	mg/l	50 – 60	150
6.	Магnezий Mg ²⁺	mg/l	30	80
7.	Желязо (общо)	mg/l	0,2	0,2
8.	Манган (Mn³⁺)	mg/l	0,05	0,05
9.	Планктон			

4 Технологична схема и състав на пречиствателните съоръжения

В съответствие с очакваните характеристики на обработваната вода е подходяща двустъпална технологична схема за ПСПВ Нейковци. Съгласно техническото задание на възложителя са

предложени два технологични варианта за пречистване на водите от яз. „Нейковци“, включващи следните основни процеси:

Технологични и спомагателни процеси:

- подаване на хлор в началото на станцията за периодично саниране на съоръженията;
- реагентна обработка (подаване на коагулант FeCl_3 и флокулант);
- смесване на реагентните разтвори с обработваната вода;
- утаяване/избистряне на водата;
- филтриране;
- подаване на хлор в края на пречиствателния процес за обеззаразяване.

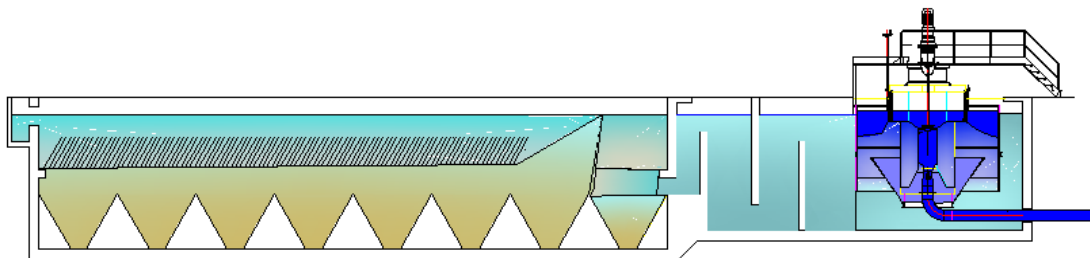
Съгласно чл. 266 от Наредба № 2 от 22 март 2005 г. за проектиране, изграждане и експлоатация на водоснабдителни системи след успешно проведена 72-часова проба съоръженията и тръбопроводите в ПСПВ се дезинфекцират със съдържащ хлор дезинфекционен разтвор. В процеса на експлоатация на ПСПВ се налага основно почистване или спиране на съоръженията от работа заради ремонт. В тази връзка за периодичното саниране на съоръженията е предвидена възможност за подаване на хлор.

Ефективното протичане на пречиствателните процеси в ПСПВ се гарантира от подходящата реагентна обработка на суровата вода. Предвид високото рН на суровата вода – рН = 8,2, прието за оразмерително, е подходящо за коагулант да се използва FeCl_3 . Предвижда се възможност за подаване и на флокулиращ агент при необходимост.

Изборът на вида на съоръженията от първото стъпало на ПСПВ при първи вариант е съобразен със съществуването на изграден в груб строеж хоризонтален утаител, който е в много добро състояние. За подобряване на неговите технологични характеристики се предлага преустройство на предшестващата го камера в механичен смесител, където суровата вода и реагентите се подават в центъра на метална конструкция, оформена като тръба на Вентури, в която е монтирана бързооборотна бъркалка. Времето за разбъркване е 60 s. Около съоръжението за смесване е предвиден монтаж на цилиндрична метална конструкция с диаметър 4,60 m, която осигурява успокояване на потока и рециркулация на формираните флокули.

Процесът на флокуобразуване, съгласно проекта за реконструиране на съществуващия утаител, се осъществява в хидравлична камера за флокулация с вертикално движение на водата, осигурено чрез монтирането на 2 броя стоманобетонни прегради. Времетраеът на обработената вода в камерата за флокулация е 11 min.

Процесът на утаяване се осъществява в хоризонтален утаител, поместен в последната секция от съществуващата конструкция, където се предвижда монтиране на наклонени ламели с височина на междуламелното пространство 1 m.



Във втори вариант се предвижда разрушаване на съществуващия утайтел и изграждане на 2 броя нови съоръжения – избистрители. Всеки избистрител е кръгъл в план и се състои от зона за утаяване и зона на утайките. В централната част на съоръжението е оформена зона за реакция, в която благодарение на въртливо движение, създавано от турбина, се осъществява рецикулацията на утайката, осигуряваща по-бърза флокулация и формиране на по-едри флокули.

На площадката на ПСПВ Нейковци са изградени 6 броя единични клетки за бърза филтрация с размери в план 3 x 9 m. Филтърният корпус е в добро конструктивно състояние, поради което филтърните клетки ще бъдат рехабилитирани, като се запазят техните размери и функция. Клетките ще бъдат запълнени с чист кварцов пясък. Общата филтърна площ е $F_{\phi} = 162 \text{ m}^2$. Скоростта на филтрация при нормален режим на работа е 5,33 m/h.

Обеззаразяването на водата се налага във всички случаи при водоснабдявания за питейно-битови нужди. За обеззаразяване на водата проектната разработка предвижда хлор с оразмерителна доза до 1,5 mg/L и при двата технологични варианта.

Проектната разработка включва и стъпало за третиране на технологичните отпадъчни води.

Подбраните технологични процеси и съоръжения са в унисон с утвърдените най-добри практики в областта на пречистването на природни води и гарантират постигане на нормативните изисквания за качеството на водата за питейно-битово водоснабдяване, устойчива и гъвкава работа на ПСПВ Нейковци. Проектната разработка на ЩУКИ АД с главен проектант инж. Любомир Стефанов, по проект MIDP-D-QCBS-4 – Обследване на площадката, технически проект и тръжни документи за язовир „Нейковци“, възложен от Министерството на регионалното развитие и благоустройството, е одобрен от компетентните органи и приет на технически експертен съвет.

Използвана литература

- [1] П. Калинков, Ангелова И.; Анализ и оценка на състоянието на пречиствателните станции за питейни води (ПСПВ) в България / Analysis and assessment of drinking water treatment plants in Bulgaria; сп. БУЛАКВА, брой 01/2013 г. стр. 60-64, 2013 г.
- [2] Димова Г. и де Карне Ф. ; Качество на водата от язовир „Христо Смирненски“ и поведение на ПСПВ Габрово при екстремни натоварвания, сп. БУЛАКВА, брой 04/2014 г., БАВ
- [3] <http://www.vik-vt.com/>
- [4] П. Игнатов, Т. Пейчев; Пречистване на природни води за питейно и промишлено водоснабдяване; издателство ТЕХНИКА, 1982 г.