

УДК 551.579

## Гидрохимическая характеристика вод камских водохранилищ в районе водозаборов Перми

С.А. Двинских, А.Б. Китаев, Т.В.Зуева

Пермский государственный университет

Пермская государственная медицинская академия

В последнее время в нашей стране наблюдается всплеск экологических катастроф, связанных с ненадежным, перебойным и некачественным водоснабжением. Неблагоприятная ситуация объясняется выработкой ресурса надежности систем водоснабжения, эксплуатируемых с советских времен без достаточных вложений в их поддержание и развитие, а также недостаточным вниманием эксплуатирующих организаций и муниципалитетов к вопросам качественного жизнеобеспечения населения. Указанные проблемы в полной мере относятся и к г. Перми. Их можно разделить на две основные группы: состояние самой системы водоснабжения и качество воды в водоисточниках.

Особенностью водообеспечения г. Перми является забор воды из нескольких поверхностных искусственных водных объектов – водохранилищ. Вода для города очищается на трех станциях водоподготовки (рис. 1).

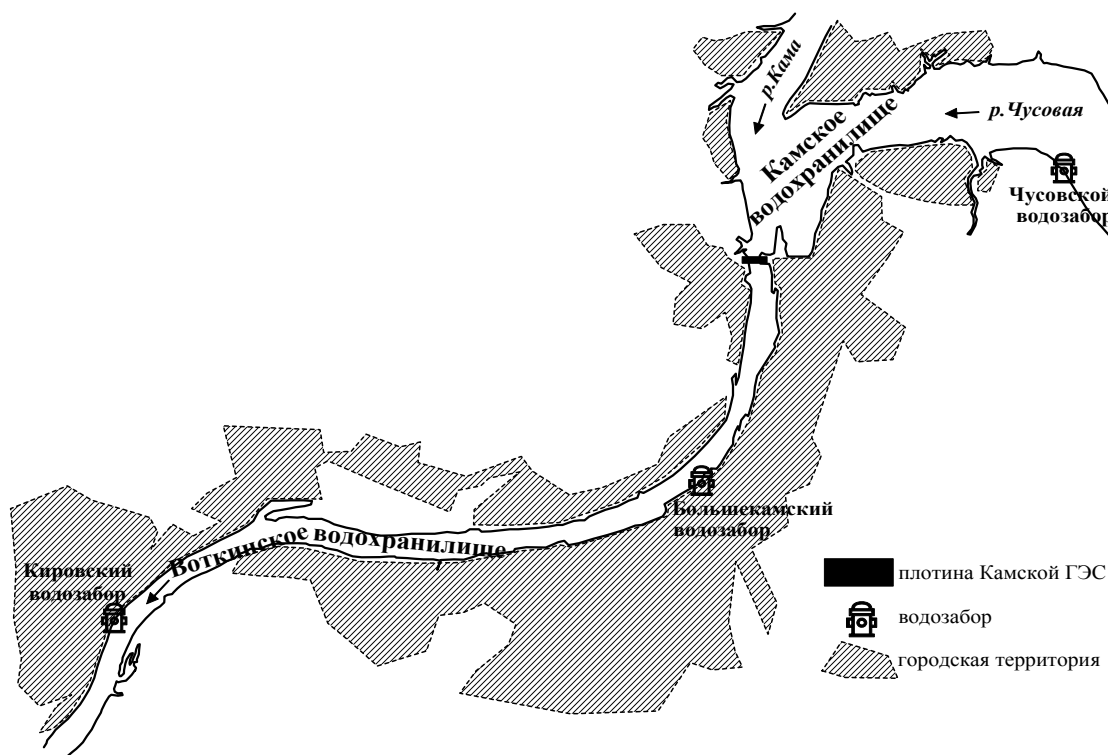


Рис.1. Схема расположения водозаборов города Перми

Чусовские очистные сооружения (ЧОС) – основная станция водоподготовки, обеспечивающая питьевой водой более 75% населения города. Сооружения снабжают город водой в паводковый период в объеме 305000 м<sup>3</sup>/сут, в межпаводковый – до 375000 м<sup>3</sup>/сут. Чусовской водозабор находится выше городской территории, и забор воды происходит из Чусовского плеса Камского водохранилища.

Большекамские водопроводные очистные сооружения (БКВ) – старейшие сооружения водоочистки, введенные в строй в 1938 г. Источник водоснабжения – Воткинское водохранилище (на р. Кама). Производительность сооружений в паводковый период 110000 м<sup>3</sup>/сут, в межпаводковый – 90000 м<sup>3</sup>/сут. Большекамский водозабор располагается ниже плотины КамГЭС и основной объем водной массы составляют воды Камского водохранилища.

Кировская районная фильтровальная станция (КРФС) – единственные городские очистные сооружения, расположенные на правом берегу Воткинского водохранилища (р. Кама). КРФС снабжает водой относительно небольшое количество жителей и ее производительность составляет 15000-20000 м<sup>3</sup>/сут.

На территории города (в разных районах) в настоящее время также располагаются 7 скважин. Артезианские скважины обеспечивают водой население города в объеме не более 1300 м<sup>3</sup>/сут.

Вода подается потребителям по системе трубопроводов с резервуарами чистой воды и насосными станциями. В настоящее время компания «НОВОГОР-Прикамье» подает воду потребителям с помощью 24 насосных станций. На 01.01.2007 г. общая протяженность сетей водопровода составляла 1152 км, большинство из них имеют износ около 70%. Для обеспечения бесперебойности и стабильности подачи воды используются емкости для накопления – 29 резервуаров с суммарным объемом 86,55 тыс. м<sup>3</sup>.

Система водоснабжения города имеет целый ряд комплексных проблем. Они связаны прежде всего с особенностями местоположения мегаполиса (его протяженность вдоль р. Камы составляет более 60 км, он расположен на обоих берегах), а также с отсутствием с 70-х гг. прошлого века четкого плана застройки. Это привело к очаговому развитию инфраструктуры и неравномерности нагрузок на систему водоснабжения. В результате сегодня можно выделить следующие основные проблемы водоснабжения: ухудшение качества воды источников в результате спуска неочищенных промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод; высокий уровень утечек в результате плохого технического состояния разводящих сетей и водоразборных устройств, высокая аварийность и несвоевременное устранение порывов, приводящих к вторичному загрязнению подаваемой питьевой воды; низкий напор в удаленных районах; нестабильное водоснабжение в периоды пикового спроса и в паводковый период; отсутствие резервирования, низкий регулирующий объем резервуаров; отсутствие зон санитарной охраны водисточников,

невозможность снижения напоров в сети и технико-экономической оценки ведущихся мероприятий по реконструкции и новому строительству, низкое качество воды у потребителей.

Основная опасность ненадежного и некачественного водоснабжения города связана, прежде всего, со схемой его организации. Основные водозаборы города (Большекамский и Чусовской) находятся на левом берегу камских водохранилищ, водоснабжение правобережной части осуществляется посредством дюкера по дну водоемов. На сегодняшний день водоснабжение правого берега происходит по одной нитке трубопровода, вторая находится на санации. Большекамские очистные сооружения, обеспечивающие водой центр города, практически исчерпали свой ресурс из-за высокой изношенности и устаревшего оборудования.

Выход из сложившейся ситуации за счет локальных мероприятий невозможен. Решением проблемы является полная комплексная реконструкция всей схемы водоснабжения. Необходимо создание двух независимых систем водоснабжения для лево- и правобережных частей города. Снабжение питьевой водой через реку можно устранить благодаря строительству новых водопроводных очистных сооружений на правом берегу в верхнем бьефе Камского водохранилища, а дюкер можно использовать в качестве аварийной перемычки между двумя отдельными системами водоснабжения, расположенными на разных берегах. Устаревшие Кировские и Большекамские водозаборы при этом предполагается закрыть.

Эти меры, во-первых, позволят избежать ситуаций, описанных выше, во-вторых, повысят качество воды, подаваемой в систему, так как строительство новых очистных сооружений позволит применить самые современные и наиболее эффективные способы очистки воды. В настоящее время четкой политики в отношении безопасного водоснабжения не выработано.

Однако качество воды, подаваемой населению, зависит не только от состояния самой системы водоснабжения, но и от качества воды источников.

Критерием неблагоприятного содержания любого химического вещества является его предельно допустимая концентрация (ПДК), выше которой вода не пригодна для одного или нескольких видов водопользования. Для анализа качества исходной воды были использованы данные мониторинговых исследований, выполненных авторами совместно с ФГУ «Камводэксплуатация», обеспечивающей контроль за качеством воды в районе водозаборов. Оценка проводилась по среднегодовым показателям, а также по сезонам года и по экстремальным значениям химических элементов за 2003-2006 гг.

Так, среднегодовые значения показателей качества воды рек Чусовая и Кама в районах водозабора показывают, что вода в районе ЧОС характеризуется высокой мутностью (3,29 мг/л), недостаточным содержанием фтора (0,158 мг/л), общей жесткостью (7,42 мг-экв/л), почти в 2 раза большим по сравнению с другими водозаборами содержанием сухого

остатка (548,5 мг/л), нитратов (3,12 мг/л), в 3 раза – сульфатов (247,7 мг/л), более чем в 2 раза – кальция (123,1 мг/л), в 2 - 2,5 раза меньше окисляемость.

В районе БКВ вода р. Камы отличается высокой мутностью – среднемноголетний показатель составляет 2,98 мг/л (с колебаниями от 2,1 до 4,38 мг/л), высокой цветностью – 37,3° (с колебаниями от 31,0 до 42,0°), высоким содержанием железа – 0,72 мг/л, очень низким фтора – 0,049 мг/л (при максимальном – 0,147мг/л). Важнейшими показателями, определяющими степень загрязненности вод, являются окисляемость и БПК. Окисляемость характеризует степень содержания органических веществ по количеству кислорода, израсходованного на биохимическое разложение органических веществ. В воде р. Кама в районе БКВ он равен 8,6 мг/л, БПК<sub>полн</sub> – 2,53 мгО<sub>2</sub>/ л при максимальном значении 3,54 мгО<sub>2</sub>/ л. Именно эти показатели вместе с содержанием нефтепродуктов и железа (общего) являются лимитирующими для Большекамского водозабора.

Качество воды источника в районе КРФС также характеризуется высокой мутностью (3,65 мг/л) и цветностью (33,0°), значительным содержанием железа (0,72 мг/л) и низкими концентрациями фтора (0,003 мг/л), БПК<sub>полн</sub> равно 2,65 мгО<sub>2</sub>/ л при максимальном значении 3,29 мгО<sub>2</sub>/ л.

Качество воды в районах водозабора из поверхностных источников представлено в табл.1-4.

Таблица 1

**Показатели качества воды в источниках водоснабжения и на выходе с очистных сооружений ЧОС компании «НОВОГОР-Прикамье»**

№ п/п	Показатель	Единицы измерения	СанПиН 2.1.4.1074-01	Среднее значение за год							
				р.Чусовая				С очистных сооружений			
				2004	2005	2006	Среднегодовое	2004	2005	2006	Среднегодовое
1	Мутность	мг/л	1,5	3,23	3,73	2,90	3,29	0,49	0,44	0,45	0,46
2	Цветность	град.	20	25	25	21	23,7	7	7	4	6
3	Запах, при 20°	балл	2	1	1	1	1	2	2	2	2
4	рН	ед.	6,0-9,0	7,71	7,93	7,75	7,8	7,35	7,45	7,38	7,39
5	Сухой остаток	мг/л	1000	534,4	547,0	564,0	548,5	527,8	526,0	543,1	532,3
6	Окисляемость	мг/л	5	4,30	3,90	3,91	4,03	2,29	2,40	2,38	2,36
7	Жесткость общая	мг-экв/л	7	7,08	7,20	7,97	7,42	7,08	7,20	7,96	7,41
8	Хлориды	мг/л	350	16,8	16,0	19,9	17,6	19,1	19,0	21,0	19,7
9	Аммиак (по N <sub>2</sub> )	мг/л	2	0,20	0,37	0,17	0,25	0,025	0,05	0	0,025
10	Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	мг/л	45	2,93	3,20	3,23	3,12	2,77	2,80	2,55	2,71

11	Сульфаты	мг/л	500	227	243	271	247,7	229	242	260	243,7
12	Железо общее	мг/л	0,3	0,506	0,36	0,27	0,38	0,103	0,07	0	0,06
13	Кальций	мг/л		114,7	123,4	131,1	123,1	114,3	119,9	130,6	121,6
14	Магний	мг/л		16,0	15,6	19,9	17,2	16,2	16,1	17,1	16,5
15	Остаточны й хлор общий	мг/л	0,8-1,2					1,18	1,25	1,19	1,21
16	Фтор	мг/л	1,5	0,144	0,158	0,172	0,158	0,109	0,112	0,146	0,096
17	СНCl <sub>3</sub> (хлорофор м)	мг/л	0,2	0	0,006	0,001	0,002	0,055	0,046	0,068	0,056

Таблица 2

**Показатели качества воды в р. Кама и на выходе  
с очистных сооружений БКВ**

№ п/п	Показатель	Единицы измерений	СанПин 2.1.4. 1074-01	Среднее значение за год							
				р.Кама				С очистных сооружений			
				2004	2005	2006	Среднеголетнего	2004	2005	2006	Среднеголетнего
1	Мутность	мг/л	1,5	4,38	2,47	2,1	<b>2,98</b>	0,88	0,78	0,78	0,81
2	Цветность	град.	20	42	39	31	<b>37,3</b>	9	6	7	7,3
3	Запах, при 20°	балл	2	1	1	1	1	2	2	2	2
4	pH	ед.	6,0-9,0	7,51	7,36	7,42	7,43	6,99	6,86	6,77	6,87
5	Сухой остаток	мг/л	1000	267,1	278,0	299,7	281,6	308,0	303,0	307,8	306,3
6	Окисляемость	мг/л	5	8,10	8,50	8,00	<b>8,6</b>	3,80	3,20	3,40	3,47
7	Жесткость общая	мг-экв/л	7	3,17	3,01	3,36	3,18	3,88	3,72	3,60	3,73
8	Хлориды	мг/л	350	51,7	43,9	53,6	49,7	49,2	44,0	57,8	50,3
9	Аммиак (по N <sub>2</sub> )	мг/л	2	0,754	0,61	0,83	0,73	0,183	0,26	0,13	0,19
10	Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	мг/л	45	1,81	1,42	0,88	1,37	1,53	1,08	0,71	1,11
11	Сульфаты	мг/л	500	86,0	78,0	73,0	79,0	107,0	104,0	97,0	102,7
12	Железо общее	мг/л	0,3	0,75	0,72	0,68	<b>0,72</b>	0,22	0,18	0,15	0,18
13	Кальций	мг/л		48,2	50,0	57,9	52,03	60,5	61,0	63,3	61,6
14	Магний	мг/л		9,2	6,1	9,5	8,26	10,5	8,0	9,8	12,8
15	Остаточный хлор общий	мг/л	0,8-1,2					1,18	1,25	1,19	1,21
16	Фтор	мг/л	1,5	0	0	0,147	<b>0,049</b>	0	0	0,078	<b>0,026</b>
17	СНCl <sub>3</sub> (хлороформ)	мг/л	0,2	0	0,008	0,002	0,003	0,048	0,046	0,0681	0,054

Таблица 3

**Показатели качества воды в р. Кама и на выходе  
с очистных сооружений КРФС**

№ п/п	Показатель	Единицы измерений	СанПин 2.1.4. 1074-01	Среднее значение за год							
				р.Кама				С очистных сооружений			
				2004	2005	2006	Среднеголетнего	2004	2005	2006	Среднеголетнего
1	Мутность	мг/л	1,5	3,5	3,02	2,43	<b>3,65</b>	0,97	0,68	0,61	0,75
2	Цветность	град.	20	32	34	33	<b>33</b>	8	6	5	6,3
3	Запах, при 20°	балл	2	2	1	1	1,3	2	1	2	1,7
4	pH	ед.	6,0-9,0	7,55	7,64	7,58	7,59	6,84	6,95	6,75	6,85
5	Сухой остаток	мг/л	1000	253,5	235,0	268,0	252,2	261,3	243,0	278,8	261,0
6	Окисляемость	мг/л	5	6,22	7,48	7,15	<b>6,95</b>	3,57	3,41	2,49	3,16
7	Жесткость общая	мг-экв/л	7	3,05	2,65	3,07	3,07	2,98	2,56	3,10	2,88
8	Хлориды	мг/л	350,0	50,6	46,4	51,0	49,3	55,7	50,7	54,8	53,7
9	Аммиак (по N <sub>2</sub> )	мг/л	2	0,777	0,808	0,546	0,710	0,466	0,420	0,211	0,366

Окончание табл.

№ п/п	Показатель	Единицы измерений	СанПин 2.1.4. 1074-01	Среднее значение за год							
				р.Кама				С очистных сооружений			
				2004	2005	2006	Средне многолетнее	2004	2005	2006	Средне многолетнее
10	Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	мг/л	45	1,78	2,46	2,04		1,56	1,99	1,87	
11	Сульфаты	мг/л	500,0	72,0	62,0	75,0	69,7	82,0	75,0	92,0	83,0
12	Железо общее	мг/л	0,3	0,67	0,78	0,72	<b>0,72</b>	0,16	0,15	0,12	0,14
13	Кальций	мг/л		47,1	40,4	48,4	45,3	46,6	40,3	48,2	45,0
14.	Магний	мг/л		8,5	7,7	28,1	14,8	7,9	7,3	8,4	7,9
15	Остаточный хлор общий	мг/л	0,8-1,2					1,18	1,15	1,14	1,17
16	Фтор	мг/л	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
17	СНСз (хлороформ)	мг/л	0,2	0	0,012	0,002	0,005	0,063	0,074	0,096	0,078

Таблица 4

**Показатели качества воды р. Чусовой в районе (ЧОС) и р. Камы в районе Большекамского водозабора (БКВ) и Кировской районной фильтровальной станции (КРФС) (средне многолетние значения)**

№ п/п	Показатели	Единицы измерений	р.Чусовая (ЧОС)	р.Кама в районе БКВ	р.Кама в районе КРФС	Кратность превышения ПДК по максимальным показателям ЧОС/БКВ /КРФС
1	Мутность	мг/л	<b>3,29</b>	<b>2,98</b>	<b>3,65</b>	3,7 / 3,05 / 2,4
2	Цветность	Град.	<b>23,7</b>	<b>37,3</b>	<b>33</b>	1,2 / 2,1 / 1,7
3	Запах, при 20°	балл	1	1	1,3	0,5 / 0,5 / 1
4	рН	Ед. рН	7,8	7,43	7,59	
5	Сухой остаток	мг/л	548,5	281,6	252,2	
6	Окисляемость	мг/л	4,03	<b>8,6</b>	<b>6,95</b>	0,8 / 1,75 / 1,5
7	Жесткость общая	мг-экв/л	7,42	3,18	3,07	
8	Хлориды	мг/л	17,6	49,7	49,3	
9	Аммиак (по N <sub>2</sub> )	мг/л	0,25	0,730	0,710	
10	Нитраты (по NO <sub>3</sub> )	мг/л	3,12	1,37	2,09	
11	Сульфаты	мг/л	247,7	79,0	69,7	
12	Железо общее	мг/л	0,38	<b>0,72</b>	<b>0,72</b>	1,2 / 2,5 / 2,5
13	Кальций	мг/л	123,1	52,03	45,3	
14	Магний	мг/л	17,2	8,26	14,8	0,8 / 0,4 / 1,4
15	Марганец	мг/л	0,04	0,043	1,9	
16	БПК полн. БПК5	мг O <sub>2</sub> /л	2,4	2,53		1,2 / 1,26 / -
17	ХПК	мг O <sub>2</sub> /л	7,6	24,7		0,7 / 2,02 / -
18	Фтор	мг/л	<b>0,158</b>	<b>0,049</b>	0,003	Меньше ПДК в 11, 30 и 50 раз
19	Формальдегид	мг/л	-	0,08	-	- / 2,74 / -
20	Нефтепродукты	мг/л	0,05	-	0,1	

Доля нестандартных проб воды из поверхностных источников централизованного водоснабжения города по санитарно-химическим показателям только в последние годы находится на уровне 59,6 %. Наибольший удельный вес (76,3%) в общем объеме нестандартных проб по санитарно-химическим показателям составляют пробы воды по органолептическим показателям – мутности и цветности. Высок и процент проб, не отвечающих гигиеническим нормам по показателю общей жесткости и железу. Отмечается также значительный уровень несоответствия воды поверхностных водоисточников в г. Перми и по микробиологическим показателям – 30,1 %.

Химический состав воды был изучен по экстремальным значениям химических элементов, определенных в результате анализов проб, отбор которых проводился во все фазы водного режима в поверхностном горизонте (0,2 м) напротив водозаборов по судовому ходу водохранилищ. Оценка качества воды источников дана в соответствии с основными фазами водного режима камских водохранилищ и с учетом рыбохозяйственного норматива.

*Минерализация и главные ионы.* Основной приток воды в Камское водохранилище – зарегулированный сток Камы и Чусовой. На химический состав водозаборов, располагающихся на Воткинском водохранилище, кроме естественных факторов (вода вышерасположенного водохранилища) влияние оказывает работа промышленности и жизнедеятельность населения г. Перми.

Воды Чусовского водозабора по сравнению с водами Большекамского и Кировского отличаются по минерализации и содержанию главных ионов:

1. Удельная электропроводность ( $\sigma$ , мкСм/см) Чусовского водозабора изменяется в пределах 200-500 в период наполнения, 300-650 – в период летне-осенней стабилизации уровня и максимальна во время зимней сработки – 250-700. На Большекамском и Кировском водозаборах эти значения составляют 90-120, 250-500 и 450-700.

2. Сухой остаток характеризуется более высокими значениями на Чусовском водозаборе в весенний и летний периоды – до 0,5 ПДК при 0,3 ПДК на водозаборах Воткинского водохранилища. Зимний период характеризуется снижением объемов воды, что приводит к увеличению сухого остатка до 0,6 ПДК на Чусовском и Большекамском водозаборах и до 0,9 ПДК на Кировском водозаборе.

3. Содержание гидрокарбонатов ( $\text{HCO}_3^-$ , мг/л) изменяется по периодам водности и определяется природными факторами. На Чусовском водозаборе содержание ионов составляет 50-140 мг/л с максимумом до 170 мг/л в зимнюю сработку. Ниже плотины КамГЭС значение элемента снижается до 10-40 мг/л в период наполнения и 20-100 мг/л в период стабилизации уровня воды, максимум приходится также на зимнюю межень – 60-140 мг/л.

4. Содержание сульфатов в воде водозаборов аналогично содержанию гидрокарбонатов: их минимальное содержание отмечается весной – 50-170 мг/л на Чусовском, 20-30 мг/л на Большекамском и 20-50 мг/л на Кировском водозаборах; в летне-осенний период содержание  $\text{SO}_4^{2-}$  возрастает соответственно до 70-400, 10-100 и 40-130 мг/л; зимой наблюдается



максимальное содержание  $\text{SO}_4^{2-}$  – 50-180 мг/л выше города, 60-120 мг/л в городе. Превышение ПДК сульфатов отмечается в летне-осенний и зимний периоды в воде всех водозаборов. Естественный фон р.Чусовая, содержащей значительное количество ионов  $\text{SO}_4^{2-}$ , вызывает высокую концентрацию элемента и в период весеннего наполнения на Чусовском водозаборе.

5. Основным источником поступления хлоридов являются воды Камского водохранилища и промышленные стоки предприятий Перми. Хлорид – главный компонент химического состава вод водохранилища в зимнее время. В весенний период содержание хлоридов невелико и составляет 5-10 мг/л, в летне-осенний период оно повышается до 10-50 мг/л в районе Чусовского водозабора, а в районах Большекамского и Кировского соответственно до 5-20 и 20-70 мг/л. Максимальное содержание ионов хлора отмечается в зимнее время – до 80 мг/л в воде Чусовского водозабора, в пределах г. Перми концентрация повышается до 200 мг/л.

6. Воды водохранилища имеют низкое содержание кальция, не превышающее ПДК. Весной содержание  $\text{Ca}^{2+}$  минимально – до 30 мг/л на Чусовском и до 70 мг/л на Большекамском и Кировском водозаборах. В летне-осенний период оно возрастает до 90 и 60 мг/л соответственно. Максимальное содержание отмечается в период зимней сработки – 40-120 мг/л на Чусовском и 50-90 мг/л на Большекамском и Кировском водозаборах.

Содержание *биогенных веществ* изменяется в больших пределах:

1. Концентрация аммонийного азота колеблется от 0,1 до 3,5 ПДК на пермских водозаборах в различные сезоны. На Чусовском водозаборе его максимальное количество (1,5 ПДК) отмечается в период зимней сработки, когда объем воды минимален. В остальные сезоны содержание колеблется от 0,1 до 1,0 ПДК. На водные массы Воткинского водохранилища в пределах г. Перми сильное влияние оказывает промышленное загрязнение. Значение ПДК  $\text{NH}_4^+$  составляет 1,3-2,4 на Большекамском и 1,6-3,6 на Кировском водозаборах в период наполнения, что также связано с попусками камской воды и низким значением уровня воды на Воткинском водохранилище. В период стабилизации уровня воды содержание азота не превышает ПДК. Период зимней сработки неблагоприятен – содержание  $\text{NH}_4^+$  колеблется от 1,4 до 2,9 ПДК.

2. Концентрация остальных биогенных веществ –  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ , P – колеблется от 0,0 до 0,3 ПДК. Особые тенденции к снижению или увеличению значений по длине района водозаборов в различные сезоны года не прослеживаются.

Содержание большинства рассмотренных *микроэлементов* формирует гидрологический риск для водопотребителей, так как их концентрация велика и превышает предельно-допустимые концентрации.

1. Содержание Fe изменяется от 0 до 12 ПДК (рис.2). В период наполнения водоемов значение элемента возрастает с 2,0 на Чусовском водозаборе до 7,0 на Кировском. Аналогичная картина прослеживается и в период стабилизации – рост от 1,0 до 5,0 ПДК. Наибольшее содержание

микроэлемента характерно для зимнего периода. Отмечается снижение с 12 ПДК на Чусовском водозаборе до 3-7 на Кировском.

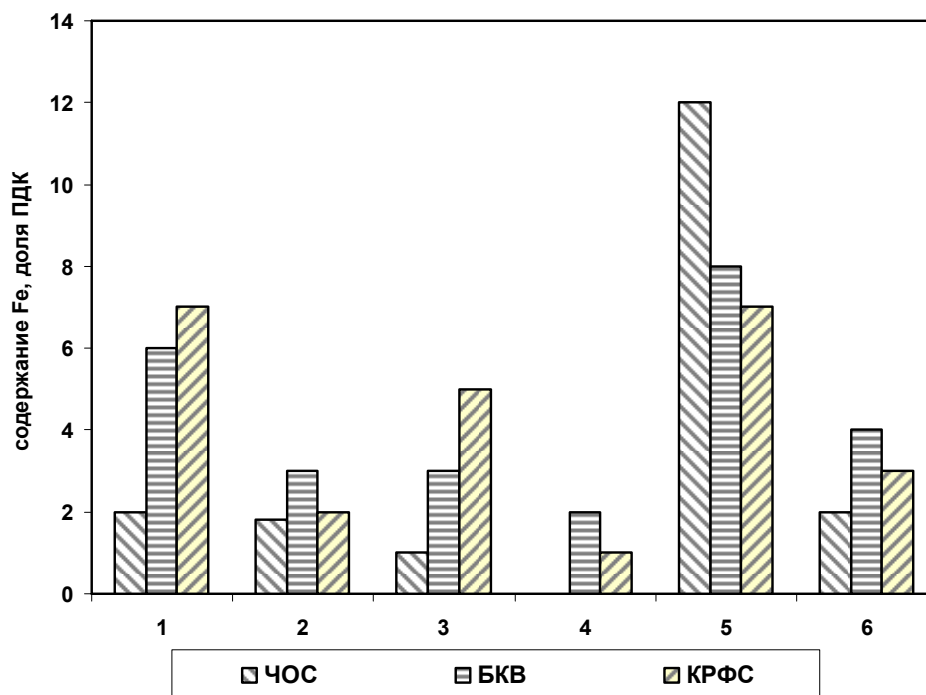


Рис.2. Содержание железа в створах водозаборов по фазам водного режима в долях ПДК (1,2 – максимальное и минимальное содержание в период наполнения, 3,4 – то же в период стабилизации уровня воды, 5,6 – то же в период сработки)

2. Содержание меди также значительно превышает допустимые нормы (рис.3): в период наполнения максимум  $Cu$  возрастает с 10 на Чусовском до 24 ПДК на Кировском водозаборе, в летне-осенний период значение меди максимально в районе Большекамского водозабора (26 ПДК) при 10-11 ПДК у других. В зимний период концентрация повышается до 18 ПДК на Чусовском водозаборе и до 27-25 ПДК на Большекамском и Кировском.

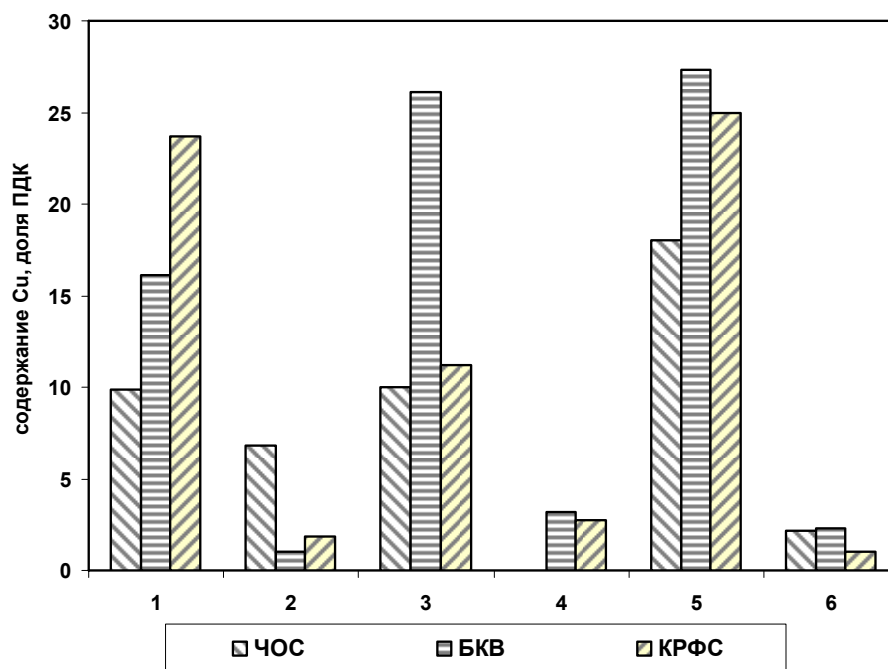


Рис.3. Содержание меди в створах водозаборов по фазам водного режима в долях ПДК (1,2 – максимальное и минимальное содержание в период наполнения, 3,4 – то же в период стабилизации уровня воды, 5,6 – то же в период сработки)

3. Значение марганца возрастает по ходу расположения водозаборов: от 0-5 ПДК на Чусовском до 5-13 на Кировском в период весеннего наполнения (рис.4). Для летнего периода эта характеристика составляет 1-6 и 3-18 ПДК соответственно. В период низкого стояния уровня воды отмечаются сильные колебания Mn, а именно – 7-18 ПДК на первом водозаборе, – 12-33 ПДК на втором и 5-37 ПДК на третьем. Содержание этого элемента зависит от работы промышленных предприятий. Его максимальное содержание в воде водоемов отмечается в период зимней сработки, когда процесс разбавления вод существенно замедляется.

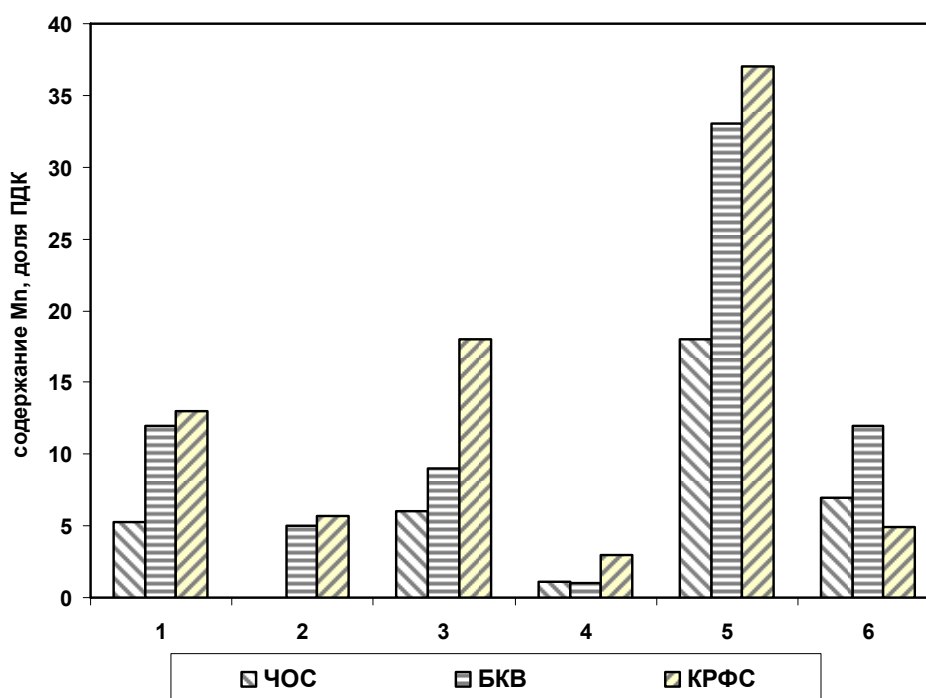


Рис.4. Содержания марганца в створах водозаборов по фазам водного режима в долях ПДК (1,2 – максимальное и минимальное содержание в период наполнения, 3,4 – то же в период стабилизации уровня воды, 5,6 – то же в период сработки)

4. Свинец относится к тяжелым микроэлементам и отрицательно влияет на живые организмы. Наблюдения показали его низкое содержание, не превышающее допустимых норм (до 0,1 ПДК). Исключение составляет его высокая концентрация в районе Большекамского водозабора в период навигации, что связано с работой водного транспорта (до 0,5 ПДК весной и до 1,0 ПДК летом).

*Газовый режим* является, как правило, определяющим при оценке существования биоты в водоемах. Формирование кислородного режима происходит под влиянием целого комплекса положительных (ветроволновое перемешивание, проточность и др.) и отрицательных (промзагрязнение, цветение воды и др.) факторов.

Их взаимодействие определяет благоприятное насыщение воды кислородом в период открытого русла (8-10 мг/л – весной, 9-11 мг/л – летом и осенью) и его значительный дефицит во время ледостава (4-7 мг/л). Наиболее плохие условия отмечаются в районе промзагрязнения. На Чусовском водозаборе содержание кислорода колеблется от 0,5 до 0,9 ПДК с минимумом в зимний период. На Большекамском и Кировском водозаборах сказывается влияние города: 0,6-0,7 ПДК в период наполнения водохранилища, 0,5-1,2 ПДК в летне-осенний период (особенно в момент активной жизнедеятельности водорослей и бактерий), 0,5-1,3 ПДК – зимой.

Другими показателями газового режима являются биохимическое (БПК) и химическое (ХПК) потребление кислорода. Они характеризуют процесс переработки поступающих в водоемы элементов, особенно биогенных. Значения БПК и ХПК варьируют по длине района расположения водозаборов и в различные сезоны года. Максимальное значение БПК в весенний период характерно для Большекамского водозабора – 2 ПДК, при 0,5 ПДК на других водозаборах. ХПК возрастает с 1 до 2,5 ПДК и снижается до 1,5 ПДК по длине расположения городских водозаборов. Для периода стабилизации уровня воды характерна картина снижения содержания БПК от Чусовского до Кировского водозаборов с 1,2 до 0,6 ПДК. ХПК ведет себя при этом иначе: возрастает с 2 до 2,5 и снижается вновь до 2 ПДК у третьего водозабора. В зимний период «поведение» БПК аналогично летнему – снижение с 1,1 до 0,5 ПДК, ХПК же, напротив, возрастает – с 2,3 до 2,6 ПДК.

Как показали результаты наших исследований, современный химический состав воды далек от естественного и формируется, прежде всего, за счет поступления сточных вод как от промышленных предприятий, так и от неизвестных источников.

Таким образом, для водозаборов г. Перми характерно:

1. Высокое содержание химических элементов при уровне воды, близком к уровню «мертвого объема». Эта картина характерна для конца

зимнего периода (непосредственно перед вскрытием) и начала наполнения водохранилища в весенний период.

2. Из биогенных элементов  $\text{NH}_4^+$  превышает ПДК во все фазы водного режима, особенно в весенний (до 3,6 ПДК) и зимний (2,9ПДК) периоды. Такая ситуация обусловлена малым объемом водной массы водохранилища, сокращающим его самоочищающую способность.

3. Содержание всех микроэлементов значительно превышает ПДК, особенно в период зимней сработки водоема.

4. Количество растворенного кислорода в воде водозаборов остается незначительным в зимний (при ледоставе) и летний периоды (во время цветения водорослей) – 4,6 и 5,0 мг/дм<sup>3</sup>, что составляет 1,3 и 1,2 ПДК. В это же время значительно биохимическое и химическое потребление кислорода – до 1,9 и 2,6 ПДК соответственно.

По данным компания «НОВОГОР-Прикамье», существующая система очистки на трех станциях водоподготовки (ЧОС, БКВ, КРФС) обеспечивает получение питьевой воды такого качества, которое соответствует требованиям санитарных правил и норм «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» (СанПиН 2.1.4.1074-01). Так, среднемноголетние показатели мутности уменьшаются в 4-8 раз (0,45 - 0,81 мг/л), цветности – в 4 - 5 раз (6 - 7,3°), окисляемости – в 2 - 2,5 раза, железа – в 4 -5 раз, магния – в 1,1 - 2 раза, марганца и нефтепродуктов – в 1,1 раза, БПК – в 9 раз, ХПК – почти в 10 раз. Тем не менее отмечается превышение показателей качества и безопасности питьевой воды среднекраевого уровня. Так, удельный вес нестандартных проб питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения по санитарно-химическим показателям только в 2006 г. составил 27,6%, что в 3 раза выше среднекраевого уровня.

### **Выводы**

Для обеспечения жителей города Перми водой надлежащего качества необходимо:

– создание двух независимых систем водоснабжения для лево- и правобережных частей города;

– закрытие устаревших Большекамского и Кировского водозаборов и создание новых очистных сооружений с применением наиболее эффективных способов очистки воды;

– выявление латентных источников поступления загрязняющих веществ и более жесткая, по сравнению с существующей, регламентация сброса сточных вод промышленными предприятиями в водоемы, из которых производится водозабор;

– обеспечение хорошего технического состояния разводящих сетей и водоразборных устройств, снижение высокой аварийности и несвоевременного устранения порывов на сети водоснабжения.

