

А.П. Михайлуц¹, С.В. Куркатов², С.Е. Скударнов³, Ю.С. Чухров⁴

САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОИСТОЧНИКОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

¹Кемеровская государственная медицинская академия (Кемерово)

²Управление Роспотребнадзора по Красноярскому краю (Красноярск)

³ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» (Красноярск)

⁴ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области» (Кемерово)

Представлена санитарно-эпидемиологическая обстановка с химическим и микробным загрязнением воды водоисточников хозяйственно-питьевого водопользования в Кемеровской области и Красноярском крае. Показано, что сброс сточных вод, миграция загрязнителей из почвы, мест захоронения производственных отходов обуславливают несоответствие воды водоисточников гигиеническим нормам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. При биотестировании установлены мутагенная активность и цитотоксическое действие воды поверхностных и подземных водоисточников.

Ключевые слова: водоисточники, химическая и микробная контаминация, Сибирь

SANITARY STATE OF WATER SOURCES OF CENTRALIZED ECONOMICAL-DRINKING WATER CONSUMPTION IN INDUSTRIAL REGION OF WEST SIBERIA

A.P. Mikhailuts¹, S.V. Kurkatov², S.E. Skudarnov³, Yu.S. Chukhrov⁴

¹Kemerovo State Medical Academy, Kemerovo

²Management of Russian Consumption Supervision in Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk

³Federal State Establishment on Public Health Center of Hygiene and Epidemiology in Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk

⁴Federal State Establishment on Public Health Center of Hygiene and Epidemiology in Kemerovo Territory, Kemerovo

The sanitary and epidemiological condition of chemical and microbial water pollution in water sources for drinking and industrial use Kemerovo and Krasnoyarsk regions is observed. It was shown that sewage, migration of contaminants from the soil and the places of buried industrial wastes make water sources not to correspond the necessary sanitary, chemical and microbial standards. The biological test revealed the mutagenic activity and cytotoxic action of water in the surface and underground sources.

Key words: water sources, chemical and microbial contamination, Siberia

Доминирование в Сибири сырьевых отраслей промышленности (угольная, нефтедобывающая, цветная и черная металлургия, химическая, лесоперерабатывающая) и складывающееся в течение многих лет отставание оснащенности очистными сооружениями для сточных вод предопределяет значительные антропогенные химические нагрузки, как на поверхностные, так и подземные водоисточники. При этом суровые природно-климатические условия ограничивают самоочищение водоисточников от микробных и химических загрязнителей.

При получении 1 т продукции со сточными водами сбрасывается в нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности 27,9 кг вредных веществ, на химических производствах — 14,2 кг, лесоперерабатывающих предприятиях — 6,4 кг, в черной металлургии — 1,4 кг, цветной металлургии — 0,6 кг и в угольной промышленности — 0,4 кг. В промышленных городах Красноярского края и Кемеровской области из расчета на 1 жителя со сточными водами в объекты окружающей сре-

ды поступает 176 — 231 кг в год химических веществ [7].

Вследствие этого создаются значительные нагрузки химическими веществами на водные объекты. Так, в 2005 г. в Сибирском Федеральном округе сброшено 2 575 млн. м³ загрязненных сточных вод, в том числе 695 млн. м³ в Кемеровской области и 521 млн. м³ в Красноярском крае (в России сброшено 17 700 млн. м³ загрязненных сточных вод) [1]. Если в целом по России в 2005 г. в расчете на 1 жителя сбрасывалось в поверхностные водные объекты 126 м³, то в Кемеровской области и Красноярском крае 231 м³ и 179 м³ соответственно. С загрязненными сточными водами поступает в водные объекты ежегодно от промышленных городов Красноярского края 419 тыс. т, г. Кемерово — 119 тыс. т, г. Новокузнецка — 18 тыс. т химических веществ.

С гигиенических позиций проблема сброса загрязненных сточных вод заключается в том, что они содержат разнообразные группы токсичных веществ, включая фенолы, металлы, органические вещества, хлорированные углеводороды ме-

танового ряда, нефтепродукты, СПАВ, нитраты, бензол и его производные, соединения мышьяка, среди которых имеются вещества 1 и 2 классов опасности, а также канцерогены. Как следствие, вода поверхностных водоемов в местах водозабора для централизованного хозяйственно-питьевого, а также в местах культурно-бытового и рекреационного водопользования может не отвечать требованиям гигиенических норм (ГН) по санитарно-химическим показателям.

В Кемеровской области в 2004–2006 гг. вода поверхностных водоемов не отвечала требованиям гигиенических норм по санитарно-химическим показателям в створах хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования соответственно в 50,7–31,9 % и 41,5–34,3 % проб. Загрязнение химическими веществами воды в створах водозаборов хозяйственно-питьевого водопользования прослеживается на р. Томь, где последовательно сверху вниз по течению расположены промышленные города Междуреченск, Новокузнецк, Кемерово и Юрга [6]. Если в Междуреченск в створе водозабора среднегодовые концентрации химических веществ, лимитируемых по органолептическому, санитарно-токсикологическому и общесанитарному показателям вредности отвечали требованиям гигиенических норм, то в Новокузнецке суммарные уровни загрязнения химическими веществами, лимитируемыми по органолептическому показателю, уже превышали ПДК, вследствие содержания фенола и железа. В Кемерово, расположенном ниже по течению р. Томь после сброса сточных вод Новокузнецка, в створе хозяйственно-питьевого водопользования суммарные концентрации вредных веществ, лимитируемых по органолептическому показателю, составляли 1,6 ПДК и по санитарно-токсикологическому показателю 4,3 ПДК, вследствие загрязнения бенз(а)пиреном, мышьяком, бензолом, формальдегидом, свинцом, ртутью и кадмием. Особенно неблагоприятно сказывается сброс сточных вод Кемерово и Новокузнецка на качестве воды р. Томь в Юрге, где в створе хозяйственно-питьевого водопользования суммарные концентрации химических веществ, лимитируемых по органолептическому показателю, составляли 4,2 ПДК, по санитарно-токсикологическому показателю 6,5 ПДК, вследствие повышенного содержания капролактама, циклогексанона, мышьяка, нитробензола, кадмия, нефтепродуктов и железа.

В Красноярском крае в 2001–2005 гг. вода открытых водоемов не отвечала требованиям гигиенических норм по санитарно-химическим показателям в створах хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования в 18–10,5 % проб и 24,7–1,1 % проб соответственно. При этом в 2005 г. в створах водопользования населением вода не соответствовала гигиеническим нормативам в Красноярске в 74,2 % проб, в Ачинске в 37 % проб, в Шушенском районе в 36,6 %. Несответствие качества воды гигиеническим нормативам в пунктах водопользования на открытых

водоемах Красноярского края обусловлено повышенными показателями органического загрязнения (БПК₅, ХПК, окисляемость), высокими концентрациями нефтепродуктов, взвешенных веществ.

Подземные воды используются как источник для обеспечения централизованным хозяйственно-питьевым водоснабжением 30,1 % населения Кемеровской области и 63,5 % населения Красноярского края. В 2001–2005 гг. не соответствовали гигиеническим нормам по санитарно-химическим показателям подземные воды, используемые для централизованного хозяйственно-питьевого водопользования, в Кемеровской области в 31,8–30,9 % проб, в Красноярском крае – в 30,6–28,1 % проб [2]. На санитарно-химические показатели подземных вод влияют природно-климатические условия и антропогенное воздействие вследствие миграции из химически загрязненной почвы промышленных площадок, мест хранения твердых производственных отходов, шламохранилищ в подземные воды вредных веществ.

Так, в подземных водах Кемеровской области определяются природнообусловленные повышенные концентрации железа (0,31–0,6 мг/л), марганца (0,2–0,4 мг/л), жесткости (7–10 мгэкв/л). В Красноярском крае минерализация подземных вод составляет 100–1300 мг/л, общая жесткость 3–26 мгэкв/л. При этом на отдельных территориях, где проживает 15,4 % населения, отмечаются повышенные концентрации в подземных водах железа (0,31–1,02 мг/л), марганца (0,11–0,32 мг/л), фтора (1,6–4,9 мг/л), бора (0,1–0,27 мг/л) [5].

Об антропогенном влиянии на подземные воды свидетельствует контаминация их за счет загрязнений почвы. Так, в подземных водах Кемерово, где сосредоточены и более 60 лет работают химические предприятия, обнаруживаются амины, фенол, кадмий и свинец с наличием сильных и средних по силе связей между концентрациями их в почве и подземных водах [3]. В Новокузнецке, где размещены и 70 лет эксплуатируются предприятия черной и цветной металлургии, содержание в почве металлов расценивается как «опасная категория загрязнения почвы», а суммарные концентрации в подземных водах марганца, меди, цинка, фтора, железа, магния, мышьяка и молибдена достигают 6,2–10,3 ПДК [4]. В зоне распространения выбросов Красноярского алюминиевого завода, который действует более 40 лет, подземные воды содержат фтора в 6–8 раз больше по сравнению с фоном. Концентрации нитратов в подземных водах отдельных сельских районов Красноярского края составляют 24–73 мг/л (ПДК 45 мг/л) при содержании их в подземных водах городов не более 1,3–8 мг/л.

В настоящее время нет достаточно полной информации о составе и уровнях загрязнений водоисточников, т.к. во-первых, многие химичес-

кие вещества в сточных водах химических, металлургических, угольных предприятий при производственном контроле остаются неидентифицированы, во-вторых, загрязнение водоисточников происходит также при миграции вредных веществ из атмосферного воздуха, талых вод и производственных отходов. В воде открытых водоемов при вероятном содержании десятков экзогенных контаминантов определяются в лучших случаях не более 22–28 веществ. Как следствие затруднительно достаточно полно оценить опасность водоисточников и получаемой из них питьевой воды для здоровья населения. В связи с этим проводилось биотестирование воды поверхностных и подземных водоисточников на наличие мутагенной активности и токсических свойств как интегрального показателя потенциальной опасности.

Определение мутагенной активности в тесте Эймса воды основных рек Красноярского края в течение 2001–2005 гг. показало, что в створах централизованного хозяйственно-питьевого водопользования мутагенная активность регистрировалась у воды р. Енисей в 67–69,2 % проб, р. Чулым – в 53 % проб, р. Канн – в 100 % проб, Баргинского водохранилища – в 100 % проб. При этом в 14–50 % проб мутагенная активность водоисточников расценивалась как сильная. В названные водоемы осуществляется сброс сточных вод от предприятий нефтеперерабатывающей, лесоперерабатывающей, угольной промышленности, цветной металлургии. Более часто мутагенная активность воды водоисточников отмечалась летом и осенью, когда с повышением температуры воды, по-видимому, интенсифицируются процессы трансформации химических веществ. Мутагенная активность поверхностных водоисточников в 53 % проб вызывалась содержанием прямых мутагенов.

При биотестировании воды водоисточников на наличие цитотоксичности определялись на тест-объектах (эритроциты, лейкоциты, парамеции): осмотическая резистентность эритроцитов; активность супероксиддисмутазы; включение H_2 тимидина и H_3 уридина в лимфоциты; реакция торможения миграции лейкоцитов; накопление продуктов ПОЛ; коэффициент стимулированной хемилюминисценции; время жизнеспособности парамеций.

Установлено, что вода р. Томь ниже по течению Кемерово в пунктах водопользования приобретает цитотоксичность, вызывая ускорение времени на 6–11 % гемолиза эритроцитов, угнетение на 21,1–24,4 % включения H_2 тимидина и H_3 уридина в лимфоциты, снижение на 27–34,1 % активности супероксиддисмутазы, уменьшение времени на 19,3–22,6 % жизнеспособности парамеций. Вода р. Аба, которая загрязняется стоками металлургических предприятий Новокузнецка, обладает выраженной цитотоксичностью, угнетая процессы клеточного деления лимфоцитов, сокращая время жизнеспособности

парамеций, уменьшая фагоцитарную активность лейкоцитов. После впадения р. Аба в р. Томь появляются цитотоксические свойства у воды последней.

Повышенная цитотоксичность выявлена у подземных водоисточников Новокузнецка, которая проявляется по сравнению с контролем увеличением на 41–55 % накопления продуктов ПОЛ, снижением на 30–34,2 % активности супероксиддисмутазы, уменьшением на 18,2–20,7 % включения H_2 уридина в лимфоциты, на 38,1–38,3 % фагоцитарной активности лейкоцитов, сокращением на 29–37,1 % времени жизнеспособности парамеций [8].

В 2003–2005 гг. не отвечала требованиям гигиенических норм по микробиологическим показателям вода поверхностных водоемов в пунктах хозяйственно-питьевого водопользования в Кемеровской области в 43,9–41,9 % проб и в Красноярском крае в 24,9–9,8 % проб. Вода подземных водоисточников, используемых для хозяйственно-питьевого водопользования, не соответствовала гигиеническим нормам по микробиологическим показателям в Кемеровской области в 22,1–20,4 % проб и в Красноярском крае в 10,2–7,8 % проб. Несоответствие воды водоисточников гигиеническим нормам обусловлено тем, что сброс сточных вод и поступление талых вод с территорий создает значительные микробные нагрузки на водоисточники, особенно поверхностные. Так, в Кемерово – промышленном городе с населением более 500 тыс. человек – микробная нагрузка на р. Томь составляла в 2003–2004 гг. по содержанию общих колиформных бактерий (ОКБ) $14,6 \times 10^{14}$ КОЕ/сутки (допустимая – $2,6 \times 10^{11}$ КОЕ/сутки); термоколиформных бактерий (ТКБ) – $17,5 \times 10^{13}$ КОЕ/сутки; коли-фаги – 4×10^{14} КОЕ/сутки.

Низкая среднегодовая температура воды поверхностных водоемов, длительный период пониженной аэрации и отсутствия ультрафиолетового облучения определяют сниженную самоочищающую способность воды сибирских рек от микробных загрязнений. Вследствие этого микробные загрязнения распространяются на значительные расстояния. Так, после сброса сточных вод Кемерово ниже по течению р. Томь на 98 км в первом пункте централизованного хозяйственно-питьевого водопользования (Юрга) вода не отвечала требованиям гигиенических норм по содержанию: коли-фагов в 100 % проб зимой и в 48 % проб летом и осенью; ОКБ в 50 % проб зимой и в 20 % проб летом.

Доли проб, не отвечающих гигиеническим нормам по микробиологическим показателям, при исследовании воды в пунктах хозяйственно-питьевого водопользования на р. Енисей в Красноярске регистрируются в 70,4 % проб, Лесосибирске – в 24,3 % проб.

Химическое и микробное загрязнения воды в створах поверхностных и подземных источников хозяйственно-питьевого водопользования

отчасти обусловлены отсутствием соответствующих санитарным правилам зон санитарной охраны 3 поясов и недостаточным контролем за режимом хозяйствования на территориях. Так, в 2005 г. не имели организованных зон санитарной охраны 3 пояса 32,6 % водопроводов в Красноярском крае и 35 % водопроводов в Кемеровской области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, поверхностные и подземные водоисточники централизованного хозяйственно-питьевого водопользования в промышленных регионах Сибири (Кемеровская область, Красноярский край) испытывают значительные по мощности и составу химические и микробные нагрузки, определяемые сбросом недостаточно очищенных сточных вод, загрязнением почвы промышленных площадок и мест захоронения производственных отходов, несоблюдением зон санитарной охраны и нерациональным с экологических позиций хозяйствованием. Вследствие этого вода поверхностных и подземных водоисточников хозяйственно-питьевого водопользования в значительном проценте проб не отвечает требованиям гигиенических норм по санитарно-химическим и микробиологическим показателям при повышенных концентрациях многих вредных веществ, лимитируемых по органолептическим и санитарно-токсикологическим эффектам, а также содержит повышенные количества ОКБ, ТКБ, коли-фагов. При биотестировании воды поверхностных и подземных водоисточников централизованного хозяйственно-питьевого водопользования отмечаются в значительном проценте проб мутагенная активность и цитотоксические свойства. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости принятия комплексных объектовых, муниципальных, отраслевых и региональных программ профилактических мероприятий, направленных как на предупреждение и снижение загрязнений водоисточников,

так и на внедрение современных более эффективных способов водоподготовки питьевой воды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году. Часть VI. — Эко-бюллетень. — 2006. — № 6. — С. 6—14.
2. Доклад о санитарно-эпидемиологической обстановке в Красноярском крае в 2005 г. — Красноярск, 2006. — 201 с.
3. Зайцев В.И. Гигиеническая оценка загрязнений окружающей среды при многолетней эксплуатации сосредоточенных химических предприятий / В.И. Зайцев, А.П. Михайлуц. — Кемерово, 2001. — 191 с.
4. Минаков Е.С. Гигиеническая оценка сосредоточения металлургических предприятий в городе (на примере г. Новокузнецка): Автореф. дис. ... канд. мед. наук / Е.С. Минаков. — Кемерово, 2003. — 24 с.
5. Скударнов С.Е. Эколого-гигиеническая оценка хозяйственно-питьевого водопользования подземными водами в Красноярском крае / С.Е. Скударнов, С.В. Куркатов, А.П. Михайлуц // Эко-бюллетень. — 2007. — № 3 (122). — С. 51—53.
6. Состояние здоровья населения и среда обитания в Кемеровской области по результатам социально-гигиенического мониторинга (информационно-аналитический обзор). — Кемерово, 2006. — 133 с.
7. Эколого-гигиеническая оценка антропогенной нагрузки на водоисточники в Сибири в современных условиях водопользования / С.В. Куркатов, А.П. Михайлуц, С.Е. Скударнов и др. // Эко-бюллетень. — 2007. — № 2 (121). — С. 20—22.
8. Эколого-гигиеническая оценка водных объектов г. Новокузнецка по результатам биотестирования / А.П. Михайлуц, А.С. Разумов, С.Ф. Зинчук и др. // Санитарный врач. — 2007. — № 8. — С. 26—28.