

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ
(РОСНЕДРА)**



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Руководителя
Федерального агентства по
недропользованию


О.С. Каспаров
«07» 02 2025 г



116120 821101
№ 03-17/1-пр
от 07.02.2025

ПРОТОКОЛ №

заседания Секции геологии и лицензирования нефти и газа, подземных вод и сооружений Научно-технического совета Федерального агентства по недропользованию

г. Москва

2025 г.

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ:

О.С. Каспаров – Заместитель руководителя
(председатель секции)

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

Ерофеева Н.Л.

начальник Управления геологии нефти и
газа, подземных вод и сооружений
(первый заместитель председателя секции);

Шиманский С.В.

заместитель начальника Управления -
начальник отдела геологии нефти и газа;
начальник отдела геологии подземных вод и
сооружений;

Седнев М. В.

начальник отдела учета и оценки баланса
запасов углеводородов и подземных вод;

Лебедева Ю.В.

Павлухина М.А.	заместитель начальника отдела геологии нефти и газа;
Шпуров И.В.	генеральный директор ФБУ «ГКЗ», доктор геолого-минералогических наук;
Анненков А.А.	генеральный директор ФГБУ «Гидроспецгеология» доктор геолого-минералогических наук;
Попов Е.В.	заместитель генерального директора ФГБУ «Гидроспецгеология» доктор геолого-минералогических наук;
Платонова А.В.	советник генерального директора ФГБУ «Гидроспецгеология», кандидат геолого-минералогических наук.

ПОВЕСТКА ЗАСЕДАНИЯ:

Рассмотрение результатов исполнения поручения Роснедр по разработке нормативно-методического документа «Методические рекомендации по расчету размеров границ зон округов горно-санитарной охраны месторождений (участков месторождений) минеральных подземных вод».

СЛУШАЛИ:

Сообщение К.О. Купалова-Ярополка по рассматриваемому вопросу

ВЫСТУПИЛИ: Ерофеева Н.Л., Платонова А.В., Шпуров И.В., Попов Е.В.

ОТМЕТИЛИ:

С 1 сентября 2024 года вступило в действие «Положение об округах санитарной (горно-санитарной) охраны природных лечебных ресурсов», утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30 августа 2024 года № 1186 (далее – Положение).

Указанным Положением скорректированы подходы к обоснованию размеров округов санитарной (горно-санитарной) охраны месторождений (участков месторождений) минеральных подземных вод, которые ранее определялись в соответствии с утратившим силу «Положением об округах санитарной и горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 7 декабря 1996 года N 1425.

В частности, в соответствии с п.32 Положения установлено, что границы второй и третьей зоны округов горно-санитарной охраны месторождения (участка месторождения) минеральных подземных вод должны определяться путем специальных гидрогеологических расчетов, отраженных в отчете по оценке запасов

месторождения (участка месторождения) минеральных подземных вод, получившем положительное заключение государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод в соответствии со ст. 29 Закона Российской Федерации от 21 февраля 1992 года № 2395-1 «О недрах».

Разработка методических рекомендаций осуществлялась рабочей группой квалифицированных сотрудников ФБУ «ГКЗ» с привлечением ведущих специалистов отрасли, являющихся экспертами ФБУ «ГКЗ» и обладающих соответствующими знаниями и многолетним опытом работы, в том числе по рассматриваемому направлению гидрогеологии, и имеющих ученые степени и звания: Ситдигов Р.Д. – начальник Управления подземных вод и подземных сооружений – главный геолог ФБУ «ГКЗ», Корбут О.С. – заместитель начальника отдела подземных вод ФБУ «ГКЗ», Купалов-Ярополк К.О. – заместитель начальника отдела подземных вод ФБУ «ГКЗ», Трофимова А.В. – главный специалист отдела подземных вод ФБУ «ГКЗ», Платонова А.В. – советник генерального директора ФГБУ «Гидроспецгеология», Маслов А.А. – доцент кафедры гидрогеологии «МГУ им. Ломоносова», Лукьянчиков В.М. – главный специалист Управления ГМСН ФГБУ «Гидроспецгеология»; эксперты ФБУ «ГКЗ»: Бураков А.Ю., Куклин Д.Н., Павленко О.Л., Петрова Н.Г., Плотникова Р.И., Язвин А.Л.

Виды хозяйственной деятельности, сформулированные в "Перечне видов деятельности, осуществление которых допускается и (или) запрещается в границах второй и третьей зон округа горно-санитарной охраны природного лечебного ресурса" (приложение к постановлению Правительства Российской Федерации от 30.08.2024 № 1186 «Положение об округах санитарной (горно-санитарной) охраны природных лечебных ресурсов»), свидетельствуют о том, что во второй зоне ОГСО месторождений минеральных вод не допускается размещение источников бактериологического загрязнения, в третьей зоне ОГСО не допускается размещение источников химического загрязнения.

В связи с этим, в основу методических рекомендаций по расчету размеров зон округов горно-санитарной охраны месторождения (участка месторождения) минеральных подземных вод положены общие представления о механизмах возможного загрязнения подземных вод и методики аналитических расчетов, изложенные в работах: «Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения». ВНИИ «Водгео» (1983); Орадовская А. Е., Лапшин Н. Н. «Санитарная охрана водозаборов подземных вод» (1987).

В разработанном документе изложены методические подходы к определению размеров границ зон округов горно-санитарной охраны, в том числе основные положения методики их расчетов, основанные на учете факторов и параметров распространения загрязнений минеральных подземных вод в водоносном горизонте,

его гидрогеологических особенностей. Также приведены рекомендации по составу раздела отчета по оценке запасов минеральных подземных вод, посвященного определению границ зон округа горно-санитарной охраны, необходимому для проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации об участках недр, представленных в пользование, в установленном порядке.

Применение методических рекомендаций позволит обеспечить должную подготовку материалов по обоснованию границ зон округа горно-санитарной охраны в рамках оценки запасов минеральных подземных вод для проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации об участках недр, представленных в пользование, и сохранение минеральных подземных вод в качестве лечебного ресурса.

РЕШЕНИЕ ЗАСЕДАНИЯ СЕКЦИИ:

Считать целесообразным утвердить разработанный нормативно-методический документ «Методические рекомендации по расчету размеров границ зон округов горно-санитарной охраны месторождений (участков месторождений) минеральных подземных вод» и рекомендовать к применению при подготовке соответствующих материалов для проведения государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод, геологической информации об участках недр, представленных в пользование.

Начальник Управления геологии
нефти и газа, подземных вод и сооружений
(первый заместитель председателя секции)

 Н.Л. Ерофеева

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО РАСЧЕТУ РАЗМЕРОВ ГРАНИЦ
ЗОН ОКРУГОВ ГОРНО-САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ
(УЧАСТКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ) МИНЕРАЛЬНЫХ
ПОДЗЕМНЫХ ВОД**

Москва, 2025

С 1 сентября 2024 года вступило в действие «Положение об округах санитарной (горно-санитарной) охраны природных лечебных ресурсов», утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 30 августа 2024 года № 1186 (далее – Положение).

Указанным Положением скорректированы подходы к обоснованию размеров округов санитарной (горно-санитарной) охраны месторождений (участков месторождений) минеральных подземных вод, которые ранее определялись в соответствии с утратившим силу «Положением об округах санитарной и горно-санитарной охраны лечебно-оздоровительных местностей и курортов федерального значения», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 7 декабря 1996 года N 1425.

В частности, в соответствии с п.32 Положения установлено, что границы второй и третьей зоны округов горно-санитарной охраны месторождения (участка месторождения) минеральных подземных вод должны определяться путем специальных гидрогеологических расчетов, отраженных в отчете по оценке запасов месторождения (участка месторождения) минеральных подземных вод, получившем положительное заключение государственной экспертизы запасов полезных ископаемых и подземных вод в соответствии со ст. 29 Закона Российской Федерации от 21 февраля 1992 года № 2395-1 «О недрах».

Виды хозяйственной деятельности, сформулированные в "Перечне видов деятельности, осуществление которых допускается и (или) запрещается в границах второй и третьей зон округа горно-санитарной охраны природного лечебного ресурса" (приложение к постановлению Правительства Российской Федерации от 30.08.2024 № 1186 «Положение об округах санитарной (горно-санитарной) охраны природных лечебных ресурсов»), свидетельствуют о том, что во второй зоне ОГСО месторождений минеральных вод не допускается размещение источников бактериологического загрязнения, в третьей зоне ОГСО не допускается размещение источников химического загрязнения.

В связи с этим в основу настоящих методических рекомендаций по расчету размеров зон округов горно-санитарной охраны месторождения (участка месторождения) минеральных подземных вод положены общие представления о механизмах возможного загрязнения подземных вод и методики аналитических расчетов, изложенные в работах: «Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения». ВНИИ «Водгео» (1983); Орадовская А. Е., Лапшин Н. Н. «Санитарная охрана водозаборов подземных вод» (1987).

Составители: Ситдилов Р.Д. – начальник Управления подземных вод и подземных сооружений – главный геолог ФБУ «ГКЗ»; Корбут О.С. – заместитель начальника отдела подземных вод ФБУ «ГКЗ»; Купалов-Ярополк К.О. – заместитель начальника отдела подземных вод ФБУ «ГКЗ»; Трофимова А.В. – главный специалист отдела подземных вод ФБУ «ГКЗ», Платонова А.В. - советник генерального директора ФГБУ «Гидроспецгеология», Маслов А.А. - доцент кафедры гидрогеологии «МГУ им. Ломоносова», Лукьянчиков В.М. – главный специалист Управления ГМСН ФГБУ «Гидроспецгеология»; эксперты ФБУ «ГКЗ»: Бураков А.Ю., Куклин Д.Н., Павленко О.Л., Петрова Н.Г., Плотникова Р.И., Язвин А.Л.

Вводятся впервые.

1. Общие положения

Согласно «Положению об округах санитарной (горно-санитарной) охраны природных лечебных ресурсов» (утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 30 августа 2024 года № 1186), в целях охраны минеральных подземных вод устанавливаются округа горно-санитарной охраны (ОГСО).

В границах округа горно-санитарной охраны может выделяться до трех зон (первая, вторая, третья).

Первая зона округа горно-санитарной охраны (ЗОГСО-1) предназначена для защиты месторождений минеральных вод, а также сооружений для их добычи от случайных или умышленных загрязнений и повреждений.

Вторая зона округа горно-санитарной охраны (ЗОГСО-2) предназначена для охраны месторождений минеральных вод от загрязнения и истощения в результате хозяйственной деятельности и проведения работ, не связанных непосредственно с созданием и развитием сферы санаторно-курортного лечения и медицинской реабилитации.

Третья зона округа горно-санитарной охраны (ЗОГСО-3) предназначена для охраны месторождений минеральных вод от загрязнения и истощения вследствие промышленной, сельскохозяйственной, а также других видов хозяйственной деятельности, сопровождающихся загрязнением окружающей среды.

В границах второй и третьей зон округа горно-санитарной охраны природного лечебного ресурса запрещается осуществление хозяйственной и иной деятельности, загрязняющей окружающую среду, природные лечебные ресурсы и приводящей к истощению (утрате) их лечебных свойств. Перечень видов деятельности, осуществление которой допускается и (или) запрещается в границах второй и третьей зон округа горно-санитарной охраны, устанавливается согласно приложению к Положению об округах санитарной (горно-санитарной) охраны природных лечебных ресурсов.

Определение размеров зон горно-санитарной охраны месторождений минеральных вод зависит от степени их естественной защищенности.

Защищенность минеральных подземных вод – эксплуатируемой водоносной толщи (водоносного горизонта, водоносной зоны и т.п.), определяется возможностью и интенсивностью поступления в неё загрязненных вод с поверхности земли или из рек, озер, других водоемов и водотоков, а также водоносных горизонтов. В зависимости от степени естественной защищенности выделяются две основные группы минеральных подземных вод - защищенные и недостаточно защищенные.

К защищенным минеральным подземным водам относятся напорные и безнапорные межпластовые воды на участках где в пределах всех зон ОГСО распространена сплошная водоупорная кровля, исключающая возможность местного питания из вышележащих недостаточно защищенных водоносных горизонтов или с поверхности земли, а также в условиях, когда отсутствует непосредственная гидравлическая связь с поверхностными водами.

К недостаточно защищенным минеральным подземным водам относятся:

а) подземные воды первого от поверхности земли безнапорного водоносного горизонта, получающего питание на площади его распространения;

б) напорные и безнапорные межпластовые воды, которые в естественных условиях или в результате снижения напора (уровня) при эксплуатации водозабора получают питание на площади ЗОГСО из вышележащих недостаточно защищенных водоносных

горизонтов через литологические окна или проницаемые породы кровли, а также из водотоков и водоемов путем непосредственной гидравлической связи.

В количественном отношении степень защищенности минеральных подземных вод оценивается по времени движения загрязнений от поверхности земли до кровли эксплуатируемого водоносного горизонта (водоносной зоны) через толщу перекрывающих пород. Это время зависит от мощности, фильтрационных свойств, пористости перекрывающих пород и градиента напора при вертикальной фильтрации.

Если время движения загрязнений меньше 100 - 400 сут, водоносный горизонт является незащищенным от микробных загрязнений, фильтрующихся через перекрывающую толщу пород. Если время движения меньше 25 лет, водоносный горизонт не защищен от стабильных химических загрязнений в период соответствующего проектного срока работы водозабора (до 25 лет).

Граница первой зоны округа горно-санитарной охраны устанавливается:

на расстоянии не менее 15 метров от оголовка каждой эксплуатационной скважины, источника или контура очага разгрузки при использовании защищенных подземных минеральных вод;

на расстоянии не менее 50 метров от оголовка каждой эксплуатационной скважины, источника или контура очага разгрузки при использовании недостаточно защищенных подземных минеральных вод.

Для защищенных подземных минеральных вод размеры первой зоны округа горно-санитарной охраны допускается сокращать при условии гидрогеологического обоснования.

Границы второй и третьей зон округа горно-санитарной охраны определяются путем специальных гидрогеологических расчетов, отраженных в отчете по оценке запасов месторождения (участка месторождения) минеральных подземных вод.

Независимо от группы сложности геолого-гидрогеологических условий месторождения (участка месторождения) при определении положения границ ЗОГСО должны учитываться геолого-гидрогеологические, структурно-тектонические и другие факторы, контролирующие возможность загрязнения минеральных подземных вод.

Для расчета границ зон ОГСО могут применяться гидродинамические методы (аналитические расчеты) и математическое моделирование.

На месторождениях (участках месторождений) минеральных подземных вод 1 и 2 групп сложности геолого-гидрогеологических условий месторождения (участка месторождения) минеральных подземных вод, согласно «Классификации запасов и прогнозных ресурсов питьевых, технических и минеральных подземных вод» (утверждена приказом МПР России от 30.07.2007 № 195), основной метод определения размеров ЗОГСО - аналитический расчёт. Применение моделирования целесообразно при достаточном параметрическом обеспечении модели, позволяющем повысить достоверность расчета по сравнению с аналитическими методами.

На месторождениях (участках месторождений) 3 и 4 группы сложности геолого-гидрогеологических условий гидродинамические методы могут применяться только для ориентировочных количественных оценок размеров ЗОГСО. Положение границ зон ОГСО принимается на основе анализа материалов по конфигурации и характеристикам зон неоднородности водовмещающих отложений и условий питания подземных вод.

2. Определение границ второй и третьей зоны округа горно-санитарной охраны

При определении размеров второй и третьей зоны округа горно-санитарной охраны необходимо учитывать время выживаемости микроорганизмов при движении по пласту к водозабору (ЗОГСО-2), а также время продвижения к водозабору химического загрязнения, принимая стабильным его состав в водной среде (ЗОГСО-3).

Другие факторы, ограничивающие возможность распространения микроорганизмов (адсорбция, температура воды и др.), а также способность химических загрязнений к трансформации и снижение их концентрации под влиянием физико-химических процессов, протекающих в источниках (сорбция, выпадение в осадок и др.), могут учитываться, если закономерности этих процессов достаточно изучены.

При определении границ ЗОГСО-2 и ЗОГСО-3 следует учитывать, что приток подземных вод из водовмещающих отложений к водозабору происходит только из области питания водозабора, форма и размеры которой в плане зависят от:

схемы водозабора (отдельные скважины, группы скважин и др.);

величины водоотбора (расхода воды) и соответствующего понижения уровня подземных вод;

характера и степени взаимодействия водовмещающих отложений в плане и разрезе при формировании депрессии напоров, а также их изменений при ее прогнозируемом развитии;

гидрогеологических особенностей водовмещающих отложений, условий его питания и разгрузки.

ЗОГСО-2 предназначена для защиты водоносного горизонта от микробных загрязнений.

Основным параметром, определяющим расстояние от границы ЗОГСО-2 до водозабора, является расчетное время T_m продвижения микробного загрязнения с потоком подземных вод к водозабору, которое должно быть достаточным для утраты жизнеспособности и вирулентности патогенных микроорганизмов, т.е. для эффективного самоочищения.

Граница ЗОГСО-2 определяется гидродинамическими расчетами, исходя из условий, что если за ее пределами через зону аэрации или непосредственно в водоносный горизонт поступят микробные загрязнения, то они не достигнут водозабора. Расчетное время T_m выбирается в соответствии с рекомендациями табл.1.

Таблица 1

Расчетное время T_m для обоснования границ ЗОГСО-2

Гидрогеологические условия	T_m , сут	
	В пределах I и II климатических районов	В пределах III и IV климатических районов
1. Грунтовые воды:		
а) при наличии гидравлической связи с открытым водоемом	400	400
б) при отсутствии гидравлической связи с открытым водоемом	400	200

2. Напорные и безнапорные межпластовые воды:		
а) при наличии непосредственной связи с открытым водоемом	200	200
б) при отсутствии непосредственной гидравлической связи с открытым водоемом	200	100

Примечание. Климатические районы принимаются в соответствии с СП 131.13330.2012 «Строительная климатология» Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*.

ЗОГСО-3 предназначена для защиты подземных вод от химических загрязнений. Расположение границы ЗОГСО-3 также определяется гидродинамическими расчетами, исходя из условия, что если за ее пределами в водоносный пласт поступят химические загрязнения, они или не достигнут водозабора, перемещаясь с подземными водами вне области питания, или достигнут водозабора, но не ранее расчетного времени T_x . Время продвижения загрязненной воды от границы ЗОГСО-3 до водозабора должно быть больше проектного срока эксплуатации водозабора.

Учет нестабильности химического загрязнения, сокращающий размеры ЗОГСО-3, возможен при наличии соответствующих данных, обеспечивающих количественную оценку нестабильности загрязнения применительно к гидрогеологическим условиям района и участка водозабора.

3. Гидрогеологические расчеты для определения границ зон округа горно-санитарной охраны

3.1 Границы ЗОГСО месторождения (участка месторождения) минеральных подземных вод устанавливаются таким образом, чтобы имеющиеся или потенциальные загрязнения подземных вод в зоне влияния водозабора не могли поступить в водозабор в течение всего намечаемого срока эксплуатации.

Исходя из этого, гидрогеологическими расчетами должны быть определены:

- размеры и конфигурация области захвата, в пределах которой подземные воды движутся к водозабору и захватываются им;
- время движения подземных вод T по наиболее опасным направлениям, по которым возможно поступление загрязненных подземных вод в сторону водозабора.

3.2. Размеры и конфигурация области захвата водозабора зависят от схемы размещения скважин и режима их эксплуатации.

3.3. На рис. 1 представлена принципиальная схема движения подземных вод к водозабору при наличии естественного потока.

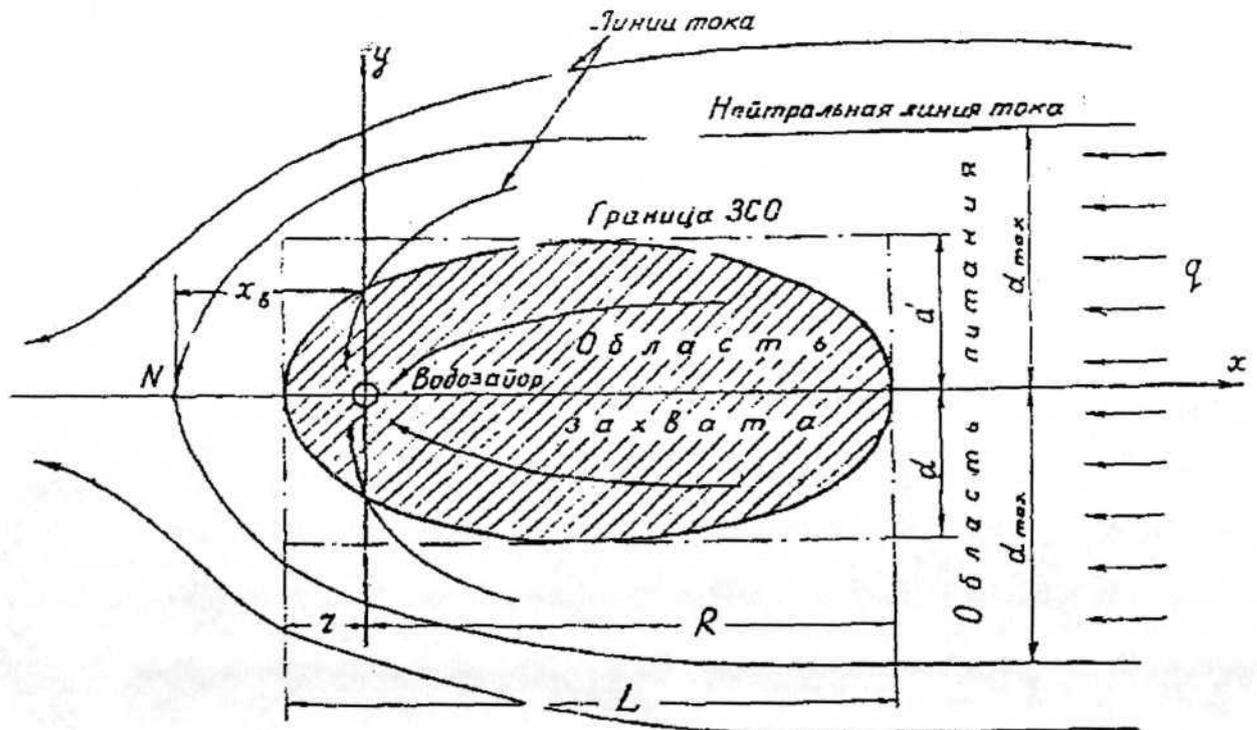


Рис. 1. Схема фильтрации подземных вод к водозабору в неограниченном напорном пласте при наличии естественного потока.

На схеме выделяются следующие характерные участки:

- Область питания водозабора, ограниченная раздельной (нейтральной) линией тока. В пределах области питания все линии тока заканчиваются на водозаборе. За пределами области питания линии тока огибают водозабор и, следовательно, располагающиеся здесь частицы воды или загрязнения, попадающие на поверхность или движущиеся с потоком подземных вод на данном участке, никогда не достигнут водозабора.

- Область захвата водозабора, сформировавшаяся за время работы водозабора T , составляет часть области питания. Частицы воды, располагающиеся внутри области захвата, к концу расчетного времени T , обязательно поступят к водозабору. Область захвата схематично может быть изображена в виде эллипса, вытянутого вдоль потока подземных вод. Площадь области захвата увеличивается в процессе эксплуатации водозабора, ее предельное положение устанавливается по раздельной линии тока.

3.4. Для практических расчетов ЗОГСО область захвата целесообразно схематизировать в виде прямоугольника шириной $2d$ и общей протяженностью L , причем

$$L = r + R, (1)$$

где r - протяженность ЗОГСО вниз по потоку от водозабора;

R - то же, вверх по потоку.

Величины r , R и d во времени увеличиваются и поэтому размеры ЗОГСО должны быть такими, чтобы загрязненные частицы достигли водозабора лишь к концу расчетного времени T , отсчитываемого от начала включения водозабора.

Расстояние R в некоторых случаях целесообразно представлять в виде двух слагаемых:

$$R = R_q + \Delta R, (2)$$

где R_q - расстояние, преодолеваемое частицами воды при отсутствии водозабора в естественных условиях, т.е. при движении со скоростью бытового потока q :

$$R_q = qT / mn, (3)$$

ΔR - дополнительное расстояние, которое проходит частица воды при эксплуатации водозабора;

m и n - мощность и активная пористость водоносных пород.

Вниз по потоку подземных вод граница ЗОГСО, как правило, проводится через водораздельную точку N на нейтральной линии тока. Но в тех случаях, когда расстояние от водозабора до точки N велико, так что время движения частицы воды от нее к водозабору больше расчетного времени T , положение границы ЗОГСО смещается ближе к водозабору - на расстояние r от него.

Величина $2d$ принимается равной максимальной ширине области захвата водозабора.

Максимально возможное значение ширины ЗОГСО d_{max} может быть установлено по наибольшей ширине области питания водозабора.

3.5 Наиболее распространенные расчетные схемы для водозаборов минеральных подземных вод - одиночные скважины и компактные группы взаимодействующих скважин в изолированных водоносных горизонтах в удалении от поверхностных водотоков и водоемов.

Характерным для изолированных пластов, т.е. не имеющих источников внешнего восполнения (инфильтрация, приток поверхностных вод или перетекание подземных вод из смежных пластов и т.д.), является неустановившийся во времени характер фильтрации подземных вод в течение всего срока эксплуатации водозабора. В связи с этим не только область захвата, но также и область питания водозаборного сооружения в изолированных пластах непрерывно расширяется, охватывая все большую площадь. Однако для приближенной оценки размеров области питания можно принимать, что уравнение раздельной линии тока, ограничивающей эту зону, определяется так же, как в условиях установившейся или квазиустановившейся фильтрации подземных вод. В частности, для укрупненного сосредоточенного водозабора в неограниченном изолированном пласте при

наличии естественного потока подземных вод с интенсивностью q уравнение раздельной линии тока имеет вид (рис.1):

$$x = |x| \operatorname{ctg} \frac{|y|}{x_B}, \quad (4)$$

где x_B - расстояние от водозабора до водораздельной точки, образующейся ниже водозабора по потоку подземных вод, причем

$$x_B = Q / 2pq, \quad (5)$$

Оси "x" и "y" ориентированы так, как это показано на рис.1.

Ширина области захвата и ЗОГСО в рассматриваемой схеме может быть оценена по следующей зависимости

$$d = 2TQ / pmnL, \quad (6)$$

где L - общая длина ЗОГСО: $L = R + r$.

Максимальная ширина области захвата, которая должна иметь место при неограниченной во времени эксплуатации водозаборного сооружения, равна:

$$d_{\max} = Q / 2q, \quad (7)$$

Протяженность ЗОГСО вверх по потоку подземных вод от водозабора и время движения частиц воды к водозабору могут быть определены из уравнения

$$\bar{T} = \bar{R} - \ln(1 + \bar{R}), \quad (8)$$

где $\bar{T} = qT / mnx_B$; $\bar{R} = R / x_B$.

При $\bar{T} > 8, 10$ приближенно можно полагать

$$\bar{R} = \bar{T} + 3, \quad (9)$$

При определении расстояния r до границы ЗОГСО вниз по потоку используется следующая формула:

$$\bar{T} = \ln(1 - \bar{r}) - \bar{r}, \quad (10)$$

в которой $\bar{r} = r / x_B$.

Максимальная величина r ограничена расстоянием от водозабора до водораздельной точки N , т.е. $r_{\max} = x_B$.

Оба параметра, характеризующие общую длину ЗОГСО при работе одиночного водозабора (R и r), могут быть рассчитаны также с использованием графиков рис. 2.

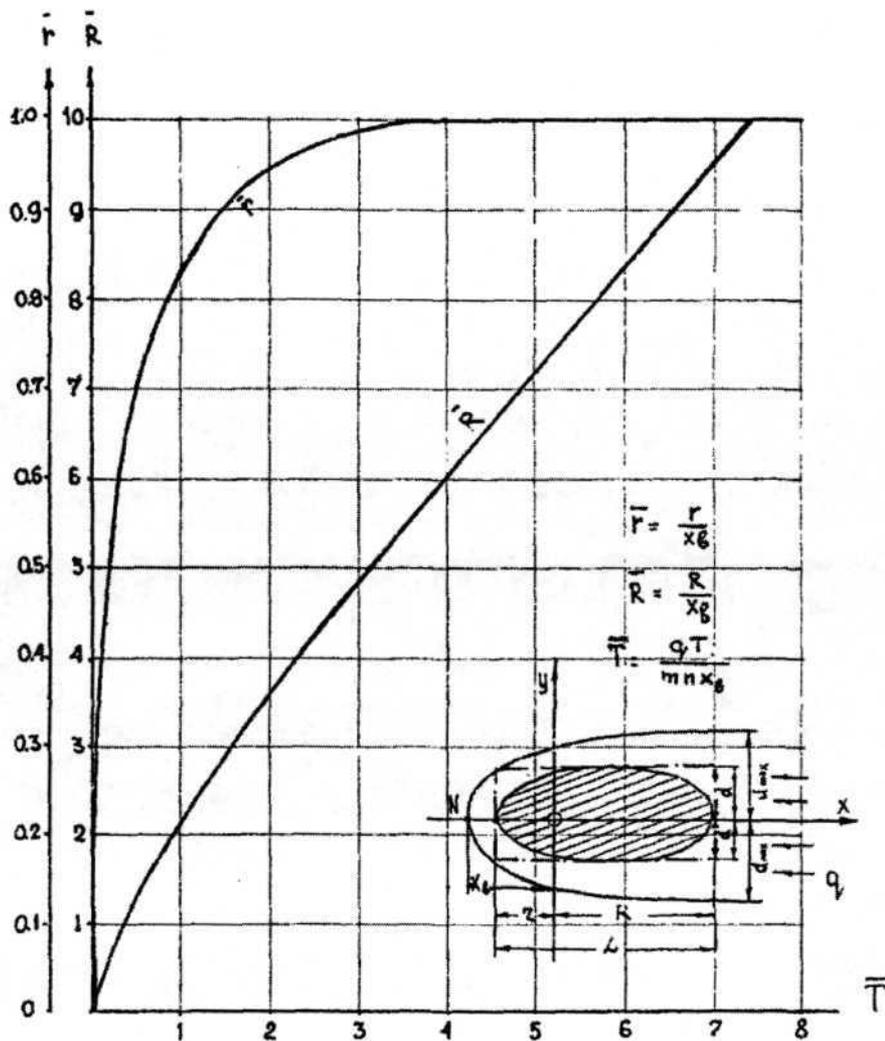


Рис. 2. График для определения протяженности ЗОГСО (r и R) при действии сосредоточенного водозабора в изолированном неограниченном пласте.

При отсутствии бытового потока подземных вод ($q = 0$) область захвата водораздельного водозабора в изолированном пласте представляет собой окружность, т.е.

$$R = r = d = \sqrt{QT / \rho mn} , (11)$$

Приведенные соотношения действительны как для напорных пластов с постоянной мощностью m , так и для безнапорных горизонтов с изменяющейся мощностью h при условии осреднения последней, т.е. при $m = h_{ср}$.

3.6. Если по сложности геолого-гидрогеологических условий рассматриваемое месторождение (участок месторождения) минеральных подземных вод отнесено к 3, 4 группе сложности геолого-гидрогеологических условий (с очень сложными и уникальными геологическим строением, гидрогеологическими, водохозяйственными,

экологическими и горно-геологическими условиями), определение размеров ЗОГСО должно базироваться на всестороннем анализе геолого-гидрогеологических условий месторождения (участка месторождения), использование гидрогеодинамических расчетов допускается только для ориентировочных количественных оценок размеров ЗОГСО. Размеры границ ЗОГСО могут быть уточнены по результатам опытно-промышленной эксплуатации, в том числе на основании карт гидроизопьез (гидроизогипс), составленных по данным полевых наблюдений и/или моделирования, конфигурация и размеры границ ЗОГСО могут быть уточнены.

В сложных условиях (наличие естественных выходов минеральных вод, литолого-фациальная изменчивость пород, сложный рельеф, наличие гидрогеологических окон, эксплуатация нескольких водоносных горизонтов) рекомендуется в отчет по подсчету запасов, в рамках описания геолого-гидрогеологических условий оцениваемого месторождения (участка месторождения), представлять карту природной защищенности области формирования запасов подземных вод, анализ которой должен использоваться, в том числе, при определении/уточнении границ ЗОГСО.

3.7. Расчетное время T устанавливается в зависимости от вида возможного загрязнения пласта и степени его защищенности.

На открытых сверху участках области захвата водозабора во избежание появления в подземных водах устойчивых химических загрязнений величина T определяется в соответствии со сроком эксплуатации водозабора.

3.8. В безнапорных водоносных горизонтах, а также в неглубоко залегающих напорных пластах, перекрытых сверху слабопроницаемыми отложениями, при определении границы ЗОГСО в зависимости от бактериальных загрязнений целесообразно учитывать время t_0 просачивания загрязненных вод по вертикали до основного эксплуатационного пласта, т.е. принимать:

$$T = T_M - t_0, (12)$$

Величина t_0 приближенно может быть определена по следующим формулам:

а) при малой интенсивности инфильтрации загрязненных вод $\xi < k_0$, k_0 - коэффициент фильтрации пород зоны аэрации):

$$t_0 \gg \frac{n_0 m_0}{\sqrt[3]{e^2 k_0}}, (13)$$

б) при значительной интенсивности инфильтрации ($\xi > k_0$)

$$t_0 \gg \frac{n_0 m_0}{k_0}, (14)$$

в) при двухслойном строении пласта, когда верхний покровный слой

слабопроницаемый:

$$t_0 \approx \frac{n_0 m_0^2}{k_0 \Delta H}, \quad (15)$$

где n_0 и m_0 - активная пористость и мощность пород над эксплуатационным пластом;

ΔH - разность уровней воды основного и покровного слоя.

3.9. При расчетах времени продвижения загрязнений и установлении размеров ЗОГСО, а также при определении минерализации подземных вод и содержания в них загрязняющих компонентов в отдельных случаях должны учитываться процессы физико-химического взаимодействия загрязненных вод с природными подземными водами и породами эксплуатационного пласта.

Рассматривая эти процессы обобщенно, можно выделить наиболее существенные их следствия:

1) поглощение либо убыль тех или иных веществ из фильтрующихся загрязненных вод (в результате сорбции, химических реакций разложения или обмена).

2) дисперсию или рассеяние вещества на границе раздела загрязненных и природных вод;

3) деформацию границы раздела загрязненных и чистых вод под влиянием различий в плотности.

В случае наличия в пределах области захвата водозабора некондиционных вод (высокая минерализация, пресные воды и др.) и возможности при расчете водоохранной зоны не учитывать процессы физико-химического взаимодействия загрязненных вод с природными минеральными подземными водами и породами эксплуатационного пласта, результирующая концентрация приоритетного загрязняющего вещества (C_b) может быть найдена по формуле средневзвешенной концентрации:

$$C_b = (Q_e + Q_y) \cdot C_y + Q_p \cdot C_p + Q_{вг} \cdot C_{вг} / Q,$$

где Q_e - расход минеральных подземных вод, привлекаемых водозабором из естественного потока; Q_y - емкостные (упругие или гравитационные) запасы подземных вод, срабатываемые водозабором; Q_p - расход привлекаемых поверхностных вод; $Q_{вг}$ - привлекаемый расход из смежных водоносных горизонтов; Q - суммарный расход водозабора минеральных подземных вод; C_y , C_p , $C_{вг}$ - концентрации прослеживаемого компонента химического состава воды (минерализация) в соответствующих источниках питания.

3.10 Сорбция и некоторые другие процессы, вызывающие убыль или задержку в фильтрующих породах растворенных веществ при относительно малой их концентрации,

как правило, происходят весьма быстро, т.е. в равновесных условиях. При этом сорбируется только часть общего количества растворенного вещества, определяемая коэффициентом распределения b :

$$b = \frac{C_0}{N_0}, \quad (16)$$

где C_0 и N_0 - содержание вещества в растворе и породе.

Величина b зависит от вида растворенного в воде вещества и свойств породы. Для детального и обоснованного прогноза качества воды с учетом процессов сорбции значения параметра b должны быть определены экспериментально, с использованием проб воды, поступающей в пласт, и образцов фильтрующей породы или на основе натурных, полевых исследований.

Сорбция и поглощение растворенного вещества породой могут быть учтены в расчетах параметров ЗОГСО путем некоторого увеличения пористости пород, слагающих водоносный пласт, т.е. введением в расчеты фиктивной пористости n^n , определяемой соотношением:

$$n^n = n \times A, \quad (17)$$

или, что приводит к такому же результату, разделением расчетного времени T на величину A :

$$T^n = T / A, \quad (18)$$

где в обоих случаях

$$A = \frac{1+b}{b} > 1, \quad (19)$$

Процессы сорбции наиболее сильно проявляются при фильтрации бактериально-загрязненных вод.

3.11 Процессы дисперсии и рассеяния обуславливают на границе раздела загрязненных и чистых подземных вод образование переходной зоны или зоны смешения, в пределах которой концентрация прослеживаемого компонента уменьшается от максимальной величины до концентрации этого компонента в естественной воде.

Длина зоны смешения L_g (вдоль по потоку подземных вод) зависит от коэффициента дисперсии D , времени от начала фильтрации и активной пористости n (или

n^*) и приближенно может быть определена по следующей зависимости:

$$L_g \gg (5, 6) \sqrt{\frac{DT}{n}}, \quad (20)$$

3.12 Если поступающие в эксплуатируемый водоносный пласт загрязненные жидкости обладают значительно большим удельным весом (плотностью), чем природные подземные воды, следует также учитывать деформацию границы раздела под влиянием этого фактора: более тяжелая жидкость погрузится в нижнюю часть пласта и будет продвигаться, опережая фронт фильтрации одинаковых по плотности жидкостей. Длина зоны деформации границы раздела под влиянием различий в плотности приближенно находится по следующей формуле:

$$L_{zp} \approx (1,5 \div 2) \sqrt{km \Delta \bar{\gamma} T}, \quad (21)$$

где $\Delta \bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_2}$, γ_1 и γ_2 - плотность поступающей в пласт загрязненной жидкости и пластовой воды.

С учетом дисперсии и гравитационного фактора расстояние R_0 до границы ЗОГСО может быть выражено таким образом:

$$R_0 = R + 0,5(L_g + L_{zp}), \quad (22)$$

где R - расстояние до границы ЗОГСО, определяемое без учета дисперсии и гравитации, т.е. исходя из предпосылки о "поршневом" характере вытеснения.

3.13. Водозаборы минеральных подземных вод большей частью состоят из одиночных скважин, а также систем взаимодействующих, различным образом расположенных скважин. Для целей расчета реальные групповые водозаборы можно представить в виде некоторых обобщенных систем.

При компактном расположении скважин в пределах ограниченной площади их можно рассматривать как один укрупненный водозабор - "большой колодец" с дебитом, равным суммарному дебиту всех эксплуатационных скважин водозабора. Осевая точка "большого колодца" должна размещаться в "центре тяжести" системы скважин, т.е. в точке с координатами

$$x_y = \frac{\sum_{i=1}^p x_i Q_i}{Q}, \quad y_y = \frac{\sum_{i=1}^p y_i Q_i}{Q}, \quad (23)$$

где Q - общий расход водозабора, принятый при подсчете запасов; Q_i - дебит отдельных скважин ($i = 1, 2, \dots, p$); p - количество скважин;

x_i, y_i - координаты скважин относительно произвольно выбранной системы координат.

3.14 Целесообразность использования метода математического моделирования определяется двумя факторами, которые невозможно учесть при проведении аналитических расчетов: сложностью технических характеристик водозаборного сооружения и изменчивостью гидрогеологических условий.

К первому фактору относятся водозаборные сооружения, имеющие сложную конфигурацию (несколько расположенных в разных направлениях рядов скважин, неупорядоченное размещение взаимодействующих скважин) и неравномерное распределение нагрузок между эксплуатационными скважинами.

Ко второму фактору относится наличие в зоне влияния водозаборов сложных гидродинамических границ, которые не сводятся к упрощенной линейной схеме: рек, границ выклинивания горизонтов, зон высокой фильтрационной неоднородности и т.п.

В тех случаях, когда необходим учёт взаимного расположения множества скважин водозаборов с разной нагрузкой, могут применяться численно-аналитические программные средства, такие, как, например, © АНСДИМАТ (Синдаловский Л.Н.).

В случаях сложных конфигураций фильтрационных границ и граничных условий для расчетов транспортного переноса загрязнителя на заданное время могут быть использованы методы в составе известных пакетов гидродинамического численного моделирования, таких, как GeRa, Modtech, ModFlow, FEFLOW и др.

4. Состав раздела с определением границ зон округа горно-санитарной охраны.

В состав раздела отчета по оценке запасов минеральных подземных вод, посвященного определению границ зон округа горно-санитарной охраны, должны входить текстовая часть и картографический материал.

Текстовая часть должна содержать:

краткие сведения о геолого-гидрогеологических условиях месторождения (участка месторождения) минеральных подземных вод;

гидрогеологические параметры и иные характеристики целевого водоносного горизонта, включая условия его питания при необходимости, принятые при расчете границ ЗОГСО;

характеристику степени защищенности целевой водоносной толщи;

схему водозабора, принятую при подсчете запасов минеральных подземных вод;

характеристику санитарного состояния источников и прилегающей территории;

определение границ первой, второй и третьей зоны округа горно-санитарной охраны;

правила и режим хозяйственного использования территорий, входящих в зоны округа горно-санитарной охраны.

Картографический материал должен быть представлен в следующем объеме:

ситуационный план с границами первой, второй и третьей зоны округа горно-санитарной охраны и нанесением мест расположения источников минеральных вод в

масштабе 1:10000 - 1:25000, а также с отражением области питания, водосборной площади, при необходимости в более мелком масштабе;

план первой зоны округа горно-санитарной охраны в масштабе 1:500 - 1:1000;

план второй и третьей зоны округа горно-санитарной охраны в масштабе 1:10000 - 1:25000 с нанесением всех расположенных на данной территории объектов, обуславливающих возможность загрязнения подземных вод;

карта природной защищенности области формирования запасов подземных вод, оцениваемого месторождения (участка месторождения) (рекомендуемая в сложных условиях).

Список литературы

1. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. М.: ВНИИ «Водгео», 1983.

2. Гольдберг В.М. Оценка условий защищенности подземных вод и построение карт защищенности // Гидрогеологические основы охраны подземных вод. М., 1984. С. 171—177. Гольдберг В.М., Газда С., Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. М. Недра. 1984. 262 стр.

3. Орадовская А. Е., Лапшин Н. Н. «Санитарная охрана водозаборов подземных вод». — М.: Недра, 1987.

4. Минкин Е.Л. Гидрогеологические расчеты для выделения зон санитарной охраны водозаборов подземных вод. М., Недра, 1967, 124 с.

5. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

R - протяженность ЗОГСО вверх по потоку подземных вод, м;

$R_q = \frac{qT}{mn}$ - расстояние, преодолеваемое частицами воды в естественных условиях, м;

ΔR - дополнительное расстояние, которое проходит частица воды за счет эксплуатации водозабора, м;

R_0 - расстояние до границы ЗОГСО, определяемое с учетом физико-химического взаимодействия загрязнений с породами водоносного пласта, м;

r - протяженность ЗОГСО вниз по потоку подземных вод, м;

r_{\max} - максимально возможное расстояние до границы ЗОГСО ниже по потоку от водозабора, м;

$L = R + r$ - общая протяженность ЗОГСО, м;

$2d$ - ширина ЗОГСО, м;

$2d_{\max}$ - максимальная ширина области питания водозабора, м;

N - водораздельная точка на раздельной линии тока;

x_B - расстояние от водозабора до водораздельной точки, м;

Q - суммарный расход водозабора, м³/сут., или дебит одиночной скважины, соответствующий величине водоотбора, принятой при подсчете запасов;

Q_i - дебит отдельной водозаборной скважины; м³/сут.;

x_c и y_c - координаты центра группового водозабора, м;

q - единичный расход (на один метр ширины потока) подземных вод на участке расположения водозабора в естественных условиях (до сооружения водозабора), м²/сут.;

e - модуль дополнительного питания пласта, м²/сут.;

T - расчетное время продвижения частиц воды от границ ЗОГСО до водозабора, сут.;

T_M - время выживаемости микробов, сут.;

t_0 - время просачивания загрязнений до зеркала подземных вод, сут.;

k - коэффициент фильтрации пород эксплуатируемого пласта, м/сут.;

k_0 - коэффициент фильтрации слабопроницаемого слоя, м/сут.

m - мощность эксплуатируемого пласта, м;

h_{cp} - средняя мощность безнапорного пласта, м;

m_0 - мощность слабопроницаемого слоя, м;

km - водопроницаемость пород эксплуатируемого пласта, м²/сут.;

n - пористость пород эксплуатируемого пласта;

n_0 - пористость слабопроницаемого слоя;

b - коэффициент распределения; $A = (1 + b) / b$

$n^n = nA$ - фиктивная пористость, учитывающая сорбцию и поглощение загрязняющих веществ породой;

$T^n = T/A$ - фиктивное расчетное время, вводимое для учета процессов сорбции и

поглощения, сут.;

D - коэффициент дисперсии, м/сут.;

ρ_1 и ρ_2 - плотность поступающей в пласт загрязняющей жидкости и пластовой воды, г/см³;

$$\Delta \bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 - \gamma_2}{\gamma_2}$$

L_g - длина зоны смешения, м;

L_{zp} - длина зоны деформации границы раздела, м.