

Нахапетян А.К. (ЗАО «ГИДЭК»)

ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРОВ ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

*В статье рассматривается необходимость проведения специализированных инженерных гидрогеологических изысканий при проектировании Зон санитарной охраны в пределах расчетных поясов ЗСО. Приводится пример, иллюстрирующий возможность сокращения размеров ЗСО с учетом анализа плановых данных, обосновывающих защищенность подземных вод питьевого водозабора. **Ключевые слова:** зона санитарной охраны, водозабор подземных вод, инженерные изыскания, защищенность подземных вод, питьевая вода.*

Nakhapetyan A.K. (CJSC «HYDEC»)

SIZE OPTIMIZATION OF THE SANITARY PROTECTION ZONE BASED ON THE RESULTS OF SPECIALIZED ENGINEERING SURVEYS DURING ENGINEERING

*This article discusses the need for specialized engineering hydrogeological surveys in the design of Sanitary Protection Zones, within the design zones of the SPZ. An example is given illustrating the possibility of reducing the size of SPZ taking into account the analysis of planned data substantiating the protection of groundwater in drinking water intake. **Keywords:** sanitary protection zone, underground water intake, engineering surveys, underground water protection, drinking water.*

Геологический разрез и гидрогеологические параметры целевого водоносного таксона и перекрывающих его отложений играют первостепенную роль при определении размеров поясов Зоны санитарной охраны (ЗСО) для подземных водозаборов. Наличие разного рода слабопроницаемых отложений: в том числе глинистых, почвенного слоя и донных отложений обеспечивают некоторую защищенность подземных вод от загрязнения. Существенное влияние оказывают многочисленные виды процессов, происходящих с водами при их фильтрации с поверхности до водоносных горизонтов, в том числе сорбционные процессы, биодеградация, взаимодействие «Вода-Порода» и т.д. [4].

Изучение защитной функции, перекрывающих целевой водоносный таксон отложений, является базовой задачей при проведении достоверных расчетов поясов ЗСО, и в конечном итоге, при достаточном обосновании позволяет значительно сократить возникающие при установлении границ ЗСО излишние потенциальные убытки и расходы, в том числе связанные с потерей инвестиционной привлекательности окружающих водозабор земель (из-за вновь накладываемых ограничений) и разработки дорогостоящих мероприятий по объектам, попадающим в пределы зон

ограничений, обеспечивающих минимизацию и без того практически крайне маловероятного влияния на водозабор подземных вод.

В единственном и все еще актуальном на сегодняшний день нормативе — СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения» [3] факторы защищенности подземных вод учитываются напрямую только при определении границ первого пояса ЗСО. Для незащищенных подземных вод радиус Зоны строгой охраны принимается равным 50 м, а для защищенных — 30 м, но с оговоркой, предусматривающей возможность его сокращения, но не менее чем до 15 м.

Кроме того, размеры первого пояса для защищенных вод могут быть сокращены только при условии распространения водоупорного перекрытия на всю площадь ЗСО до области питания подземных вод.

Второй и третий пояса ЗСО являются расчетными и определяются исходя из принципа исключения возможности поступления контаменанта с поверхности земли до скважин водозабора за 200–400 суток для бактериального загрязнения и срока работы водозабора (обычно 25 лет) для химического загрязнения.

Проекты ЗСО часто составляются проектировщиками водозаборных сооружений без привлечения специалистов гидрогеологов. В таком случае для расчета размеров ЗСО используются упрощенные решения, приведенные в Рекомендациях ВНИИ «Водгео» [2], вообще не учитывающие защищенность подземных вод. Такой подход, приводящий к существенному завышению размеров расчетных поясов, учитывая современное земельное законодательство, является недопустимым. Так, например, площадь земли, которую недропользователь обязан выкупить для ограждения ЗСО для одного и того же одиночного водозабора в случае отсутствия обоснования «защищенности» составит 1 га, а в случае подтверждения «защищенности» — 0,36 га, при дополнительном гидрогеологическом обосновании может быть сокращена вплоть до 0,09 га.

Однако при выполнении геологоразведочных работ, будучи ограниченными сравнительно небольшими размерами геологического, а при разведочных работах — только горного отводов, мы получаем достаточно обрывочные сведения о геологическом строении перекрывающих целевой водоносный горизонт слабопроницаемых отложениях непосредственно в точках размещения скважин, а также сведения об их плановой однородности только в случае проведения масштабных наземных геофизических исследований. Непосредственно определений фильтрационных параметров слабопроницаемых отложений не выполняется, т.к. это напрямую не отвечает целям проведения геологоразведочных работ.

При выполнении инженерных изысканий для проектирования выполняется бурение ряда инженерно-геологических скважин глубиной до 15–20 м, приуроченных к зданиям и сооружениям в пределах горного отвода (первого пояса строгой охраны ЗСО). Данные, получаемые при бурении инженерно-геологических

скважин, нацелены на определение прочностных характеристик вскрываемых пород, а их локальное расположение не позволяет в полной мере судить об их однородности в пределах расчетных поясов ЗСО.

Как следствие, Проекты ЗСО в настоящее время составляются на основе преимущественно качественной оценки защищенности подземных вод, которая зачастую недостаточно обоснованно экстраполируется на всю территорию зоны или вообще без учета защищенности подземных вод.

На сегодняшний день единственным разделом проектной документации, для разработки которого не проводится специализированных инженерных изысканий является Проект ЗСО водозабора. Данные, получаемые при выполнении других видов инженерных изысканий, а также данных, получаемых при выполнении геологоразведочных работ по подземным водам как на поисковой, так и на разведочной стадии, для выполнения обоснованных расчетов размеров охранных поясов при проектировании ЗСО, недостаточно. В том числе это связано с тем, что инженерные изыскания проводятся непосредственно на площадке водозабора и по трассе водовода, площадь которых существенно меньше площади ЗСО.

Отсутствие специализированных исследований [1] в пределах расчетных поясов ЗСО зачастую приводит к существенным завышениям размеров Зоны санитарной охраны водозабора и, в свете вышесказанного, необходимость их проведения становится очевидной.

Основными целями проведения таких специализированных изысканий должны стать:

- достоверное обоснование защищенности подземных вод в пределах всей области ЗСО;
- обоснованность проектируемых мероприятий в пределах всех трех поясов, исключая возможность поступления загрязнения непосредственно в водозабор подземных вод, проектирующийся для питьевого водоснабжения.

Особенно остро данный вопрос рассматривается в пределах крупных городов и сильно урбанизированных территорий, где принципиально стоит вопрос землеотвода и, как следствие, отсутствие специализированных исследований приводит к

невозможности обоснования ЗСО водозаборов подземных вод или экономической нецелесообразности их размещения. Дополнительно следует отметить, что современный общепринятый подход к проектированию ЗСО предполагает расчет границ от скважин для «вновь» вводимых водозаборов с учетом влияния перспективы добычи подземных вод, пренебрегая изучением сложившейся в результате эксплуатации водозабора обстановкой. Данный подход распространяется в том числе и на водозаборы, срок работы которых достигает половины столетия и более. В таких условиях фронт загрязнения, источник которого располагается за пределами вновь рассчитанных поясов, может находиться на подступах к водозабору. Этот факт свидетельствует о необходимости изучения в рамках специальных инженерных изысканий не только защитных функций отложений, перекрывающих целевые водоносные таксоны, но и анализ состояния водоносных

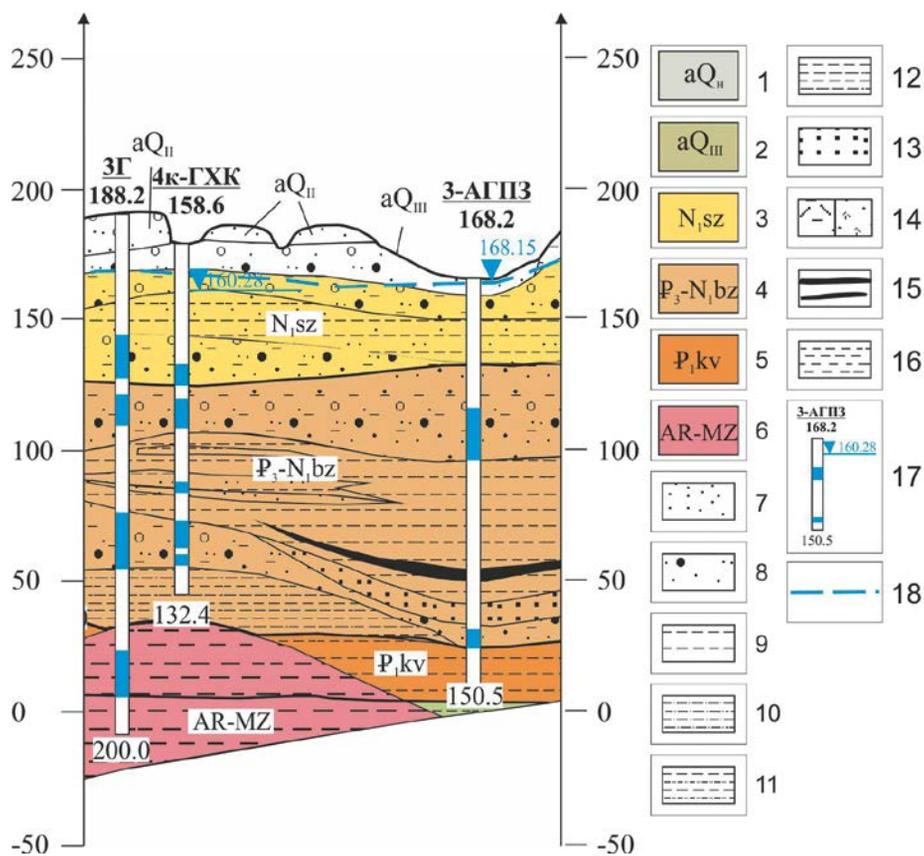


Рис. 1. Геолого-гидрогеологический разрез: 1 — водоносный голоценовый аллювиальный горизонт (пески, галечники, гравийники, глины); 2 — водоносный верхнеплейстоценовый, аллювиальный горизонт (пески, галечники, гравийники, глины); 3 — водоносный миоценовый сазанковский горизонт (каолинсодержащие пески, галечники, гравийники, линзы и прослои глин, лигнитов); 4 — водоносный олигоцен-миоценовый бузулинский комплекс (пески с гравием и галькой, гравийники, алевриты, глины, пласты бурого угля, песчаники слабосцементированные); 5 — водоносный палеоценовый кивдинский комплекс (пески, алевриты, глины аргиллитоподобные глины, прослои песчаников, бурого угля); 6 — локально-водоносная зона трещиноватости разновозрастных кристаллических пород (сланцы, гнейсы, песчаники метаморфизованные); 7 — пески; 8 — пески с гравием и галькой; 9 — глины; 10 — алевриты; 11 — алевролиты; 12 — глины аргиллитоподобные; 13 — песчаники; 14 — брекчии, брекчии андезитов; 15 — прослои бурых углей, глины углистые, лингиты; 16 — сланцы; 17 — скважины: эксплуатационные, разведочные, разведочно-эксплуатационные, над чертой — абс. отметка установившегося уровня подземных вод (м); 18 — уровень грунтовых вод

таксонов в пределах границ вновь определяемых ЗСО для уже действующих водозаборов.

В качестве иллюстрации подхода по уточнению размеров ЗСО в результате обоснованного учета защищенности подземных вод, полученного в результате анализа дополнительных данных аналогичных тем, получение которых является целью проведения специализированных изысканий, рассмотрим следующий пример.

В настоящее время в Амурской области на достаточно ограниченной территории проектируется размещение целого промышленного кластера. Имеющихся сведений о строении глинистых отложений в кровле песков, полученных из различных архивных источников, недостаточно для надежного обоснования естественной защищенности подземных вод. Проведение полномасштабных изысканий по всей территории кластера не предусмотрено, исследования приурочены к расположению локальных объектов. Геолого-гидрогеологический разрез участка водозабора с детализацией перекрывающих целевой водоносный горизонт пород показан на рис. 1. Расчетные пояса ЗСО ряда локальных водозаборов накладывают значительные ограничения на проектирование и размещение других объектов кластера, в том числе

основных промышленных, что при классическом подходе к обоснованию ЗСО без учета защищенности подземных вод, вынуждает либо искать источники водоснабжения за пределами кластера, либо отодвигать проектируемые объекты от водозаборов, существенно увеличивая потенциальные расходы. Так, на примере одного из локальных приобъектных водозаборов (в пределах территории кластера) при первичном проектировании в расчетах ЗСО защищенность подземных вод не учитывалась. Утвержденные предшественниками размеры второго пояса составили 150 м против потока, 110 м по потоку и 130 м поперек потока подземных вод. Размеры третьего пояса — 1852 м, 295 м и 705 м против, по и поперек потока соответственно и рассчитывались путем использования типового аналитического решения с учетом величины уклона потока подземных вод.

В дальнейшем существенно возросла величина заявленной потребности в питьевой воде для объекта, что при-

вело к необходимости переоценки запасов подземных вод. При переоценке запасов подземных вод использовался метод математического моделирования, который позволил дополнительно учесть взаимодействие с крупными дренами — реками в пределах исследуемой территории, а также взаимовлияние с многочисленными, вновь выявленными для водоснабжения других объектов кластера, участками месторождений подземных вод. В результате моделирования под техногенной нагрузкой существенно изменилось направление потока подземных вод с юго-востока на юго-запад. Размеры ЗСО второго пояса составили 160–210 м, а третьего — 590–1600 м.

При повторном проектировании ЗСО, основываясь на анализе полученных данных по окружающим вновь разведанным водозаборам и другим объектам, взятых с некоторым инженерным запасом, удалось доказать выдержанность покровных глинистых отложений, обосновывающих естественную защищенность подземных вод. Полученное расчетное время, которое потребуется загрязнителю для фильтрации сквозь покровные глинистые отложения составит около 9 000 сут, что позволит объединить расчетные границы второго пояса с границами первого, а для

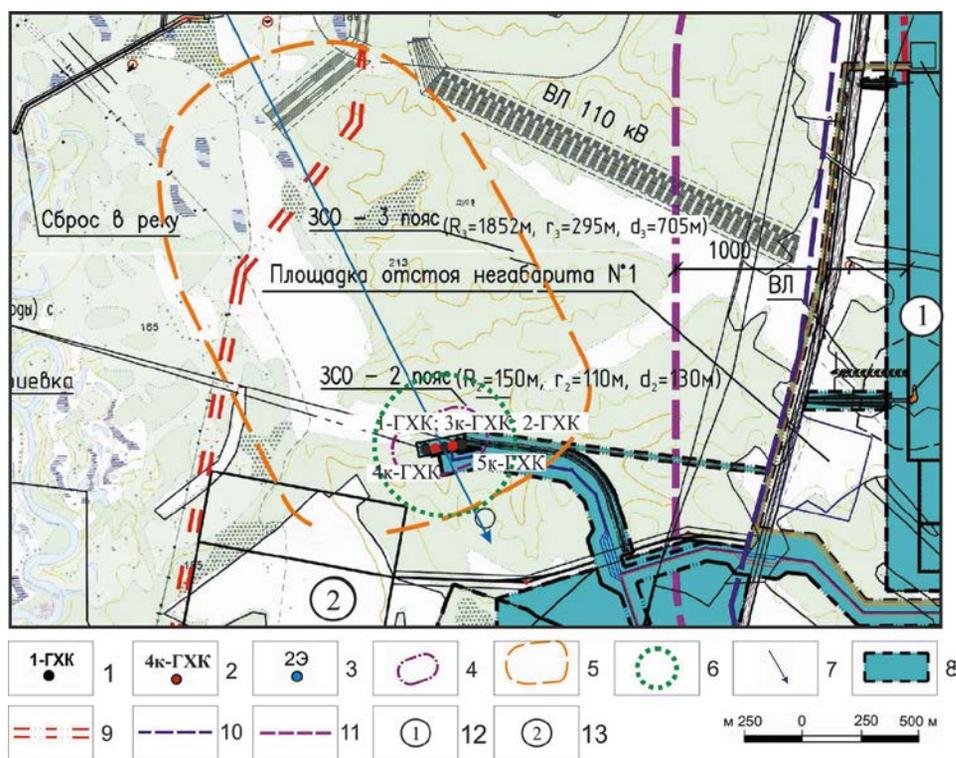


Рис. 2. Соотношение размеров поясов ЗСО с учетом и без учета защищенности подземных вод: 1 — разведочные скважины на воду (и их номера): № 1-ГХК переоборудуется в наблюдательную, № 2-ГХК переоборудуется в резервную, № 3к-ГХК переоборудуется в эксплуатационную скважина на воду и ее номер; 2 — проектная эксплуатационная скважина на воду и ее номер; 3 — эксплуатационная скважина на воду и ее номер; 4 — ранее утвержденная граница II пояса ЗСО водозабора ($R_2=150$ м; $r_2=110$ м; $d_2=130$ м); 5 — ранее утвержденная граница III пояса ЗСО водозабора ($R_2=1852$ м; $r_2=295$ м; $d_2=705$ м); 6 — проектируемая граница III пояса ЗСО водозабора ($R=300$ м); 7 — направление потока подземных вод (в сторону р. Зея); 8 — объекты площадки; 9 — коридор для проектируемой ВЛ 220 кВ; 10 — трасса технического водоснабжения; 11 — санитарно-защитная зона объекта водоснабжения; 12 — объект водоснабжения; 13 — временные посёлки строителей

третьего пояса обосновать в радиусе 300 м от скважин водозабора, что значительно снизит затраты на размещение инфраструктуры кластера. Соотношение границ ЗСО с учетом (для полной величины заявленной потребности) и без учета защищенности подземных вод (для трети величины заявленной потребности) показано на рис. 2.

Необходимо констатировать, что защитных свойств почвенного покрова, зоны аэрации и других слабопроницаемых пластов, перекрывающих эксплуатационный, может быть достаточно для объединения второго пояса ЗСО с первым и существенного сокращения размеров третьего пояса, а для получения таких данных необходимо проведение специализированных инженерных изысканий, включающих в том числе бурение 15-метровых скважин в пределах расчетных поясов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Боровский, Б.В. О необходимости проведения инженерных изысканий при проектировании зон санитарной охраны водозаборов подземных вод / Б.В. Боровский, А.К. Нахапетян / Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации: Матер. XV Общероссийской науч.-практ. конф. — М.: Геомаркетинг, 2019. — С. 619–624.
2. Рекомендации по гидрогеологическим расчетам для определения границ 2 и 3 поясов Зон санитарной охраны подземных источников хозяйственно-питьевого водоснабжения. — М.: ВНИИ ВОДГЕО, 1983.
3. СанПин. 2.1.4.1110-02. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. — М.: Минздрав России, 2002.
4. Шестаков, В.М. Методика определения миграционных параметров в гетерогенных системах / В.М. Шестаков, А.А. Рошаль, И.С. Пашковский // Вопросы гидрогеологии. — М.: Изд-во МГУ, 1973. — С. 83–97.

© Нахапетян А.К., 2020

Нахапетян Алексей Кириллович // NakhapetianAK@hydec.ru

УДК 553.98

Абрамов В.Ю. (ЗАО «ГИДЭК»), Пятаев А.А. (ООО «Гео-системы»)

О РОЛИ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ ФЛЮИДОВ В ФОРМИРОВАНИИ ЗАЛЕЖЕЙ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СИСТЕМ МАГМАТИЧЕСКОГО И ТЕРМОМЕТАМОРФИЧЕСКОГО ГЕНЕЗИСА

В настоящей статье с позиций сверхкритической флюидной экстракции органических веществ из осадочных горных пород и сверхкритического крекинга углеводородов (разделение на фракции) на примере сверхкритических флюидов (СКФ) углекислого газа и воды обосновывается возможность формирования залежей углеводородных систем (нефти) магматического и термометаморфического генезиса. **Ключевые слова:** углекислые минеральные воды, сверхкритические флюиды CO_2 и H_2O , сверхкритическая экстракция, миграция и отложение углеводородов, экстракция углеводородов нефтяного ряда.

Abramov V.Yu. (CJSC «HYDEC»), Pyatayev A.A. (LLC «Geo-systems»)

ON THE ROLE OF HYDROTHERMAL SUPERCRITICAL FLUIDS IN THE FORMATION OF HYDROCARBON DEPOSITS OF MAGMATIC AND THERMOMETAMORPHIC GENESIS

*In this article, from the point of view of the supercritical fluid extraction of organic substances from sedimentary rocks and supercritical cracking of hydrocarbons (separation into fractions), on the example of supercritical fluids (SCF) of carbon dioxide and water is justified by the possibility of formation of deposits of hydrocarbon systems (oil) of magmatic and thermometamorphic genesis. **Keywords:** carbon dioxide mineral waters, supercritical fluids of CO_2 , H_2S and H_2O , extracted with CO_2 sc-fluids petroleum series, organic carbon composition.*

Введение

Будучи студентом Ленинградского горного института, я (Абрамов В.Ю.) слушал лекцию П.С. Воронова о тектонике плит, где были затронуты вопросы генезиса нефти. Павел Стефанович сказал: нефть бывает осадочного генезиса (сапропелевая), завтра вы прослушаете лекцию специалиста «ВНИГРИ» о сапропелевой осадочной нефти, а через неделю данный вопрос будет освещен с магматических позиций. Об островодужной, рифтовой, магматической нефти вам расскажет специалист «ВНИИОкеангеология». Споры между этими школами длятся достаточно долго, а истина, скорее всего, находится посередине. Процессы нафтидогенеза взаимосвязаны высокими температурами и давлениями, т.е. правы и те, и другие, сказав при этом о возможности глобального круговорота углерода в природе с позиций дрейфа литосферных плит и спрединга океанического дна.

Общие положения

Необходимым условием для формирования залежей углеводородных систем являются высокие температуры и давление, наличие в горных породах углерода в степени окисления (0) и зон современной или древней магматической деятельности, генерирующих сверхкритические газы — сверхкритические флюиды (СКФ) термометаморфического генезиса, включая углекислый газ, сероводород, хлороводород, воду и жирные газы — гомологи метана и др., как продукты термометаморфизма осадочных горных пород. Они обладают высокой проникающей способностью и, как следствие — СКФ экстрагируют рассеянные органические вещества (РОВ) из больших объемов горных пород, переносят их к областям разгрузки с меньшим пластовым давлением и выделяют (реэкстрагируют) в виде нефти в литологических ловушках-коллекторах, в тектонических разломах вследствие их декомпрессии и адиабатического охлаждения при расширении. От давления декомпрессии СКФ — экстрагентов углеводородов зависит фракционный состав нефти, т.к. в первую очередь в самостоятельную фазу выделяются углеводороды с большим углеродным числом, происходит природный сверхкритический крекинг или