Контаминация околоскважинных водонасыщенных сред: терминология и применимость

Цымбалов А.А.

ООО Группа компаний «Архимед», Саратов, Россия, E-mail: arhimed64@mail.ru

АННОТАЦИЯ: В статье к системе пласт-скважина применен термин «контаминация». Сформулировано определение процесса контаминации околоскважинной среды для системы пласт-скважина. Рекомендованы условия применения контаминации. Работа выполнена в рамках Программы НИР ООО «Архимед» Arh. № ТЭР-R 642012-0001.000 «Исследование процессов кольматации околоскважинной среды и разработка методов декольматации водопропускных устройств».

Contamination of near-well water-saturated media: terminology and applicability

Tsymbalov A. A.

LLC Group of companies «Archimedes», Saratov, Russia, E-mail: arhimed64@mail.ru

ABSTRACT: The article uses the term "contamination" to the formation - well system. The definition of the process of contamination of the near-well environment for the formation-well system is formulated. Recommended conditions for the use of contamination. The work was carried out within the framework of the research Program of LLC "Archimedes" Arh. № TER -R 642012-0001.000 "Research of the processes of colmatation of the near-well environment and development of methods for decolmatation of culverts".

ВВЕДЕНИЕ

Гидрогеологические исследования, направленные на изучение проблемы контаминации подземных вод, проводятся в нашей стране и за рубежом не одно десятилетие. Несмотря на многолетний опыт изучения контаминации, актуальность дополнительных исследований этого вопроса сохраняется и в настоящее время. Особый вклад в раскрытие сути явления контаминации внесли: I. J. Fried (1975), R.A. Freeze, J.A. Cherry (1979), E.A. Sudicky, J.A. Cherry, E.O. Frind (1983), В.М. Гольдберг, С. Газда (1984), Е.В. Пиннекер (1979); В.А. Королев (2001), В.М. Шестаков (2007, 2009), И.К. Невечеря, И.В. Авилина (2007), Р.Э. Дашко, Л.М. Зайдуллина (2018) и многие другие.

Явление контаминации водонасыщенных сред в последние годы все чаще заставляет обращать на себя внимание. Это связано с тем, что на отдельные факты, протекающие в геологической среде, ранее просто не обращали внимание. Однако с течением времени частота повторов их увеличилась. Такая активизация стала оказывать негативные последствия, нанося экономический ущерб производственной деятельности предприятий в разных отраслях.

Долгое время активизацию микробиологической деятельности не считали компонентом геологической среды. Исследования проведенные в России, США, ЕС опровергли это утверждение и доказали ее наличие. Специалистами установлено:

1) подавить рост микробиоты на водопропускных элементах крайне затруднительно (носит временный характер);

2) накопление микробной массы в порах песчаных грунтов водоносных пластов снижает водоотдачу до нуля, а численное значение коэффициента фильтрации в этом случае уменьшается до 10^{-4} м/сут [7].

Явление контаминации в настоящее время затронула практику декольматации водопропускных устройств, в частности процессы регенерации водозаборных скважин от кольматационного осадка в фильтровой части околоскважинной зоны природного и антропогенного генезиса. Тема НИР «Исследование процессов кольматации околоскважинной среды и разработка методов декольматации водопропускных устройств» [6], а также проблемные практические вопросы декольматации, вызванные синергией контаминации и кольматации в процессе формирования осадка на фильтрах скважин, заставили нас рассмотреть явление контаминации подземных вод и причины, вызывающие этот процесс.

При изучении тематики любой проблемы требуется определиться с так называемым понятийным аппаратом. До настоящего времени контаминация в системе пласт-скважина отражена была не в достаточном объеме, чтобы можно было базироваться на эти знания в наших исследованиях.

Целью работы является формулирование определения процесса контаминации околосква-

жизни среды для системы пласт-скважина с рекомендацией практической применимости термина.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектом научного исследования стало явление контаминации подземных вод. В анализ контаминации вошли материалы изданные в США, СССР, России [1-5, 8-12] связанные с загрязнение пород подземными водами. При анализе работ учитывалась полнота выполненного теоретического и экспериментального материала, объекты исследований, эволюционность в развитии знания по контаминации. Также учитывалась степень возможной применимости имеющихся знаний и определений контаминации к системе пласт-скважина для декольматации околоскважинных поровых водонасыщенных сред.

Методы исследования, которыми руководствовались при изучении литературных источников [1-5, 8-12], основаны на системном анализе.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотрим терминологию, касающуюся контаминации подземных вод. В геологию термин контаминация введен С.Р. Никкольдсом (1932) для описания процесса загрязнения кислых магм базитовыми магмами. В настоящее время термин «контаминация» используется в науках: химия, геоэкология, биология, ветеринария, медицина, фармакология, а также военном, коммунальном, пищевом направлениях в следующих значениях: загрязнение, засорение, инфицирование, порча, попадание примеси, нежелательная примесь, соприкосновение, отравление, токсины. Поэтому в различных источниках исследователи оговариваются с понятием аппаратом.

Основополагающей работой по контаминации подземных вод считается монография I. J. Fried [10], изданной в США в 1975 году. Ее перевод в СССР появился в 1981 г. Исследование охватывало теоретические, методические и практические стороны контаминации.

В начале 70-х годов прошлого столетия СССР проводил учеными ВНИИ ВОДГЕО теоретические и экспериментальные исследования по изучению загрязнений подземных вод. С 80-х годов советские исследователи стали впервые употреблять англоязычный термин «контаминация», означающий загрязнение подземных вод. Определенный вклад в разработку вопросов, связанных с загрязнением подземных вод, внесли отечественные ученые: Н.Н. Биндеман, Ф.М. Бочевер, А.И. Перельман, А.Е. Орадов-

ская, В.А. Мироненко, В.Г. Румынин, С.Л. Шварц и другие.

Королев В.А. в работе [3] придерживается понятия контаминации как загрязнения грунтов в геологической среде. Им отмечается, что при большом количестве наук (инженерной геохимии, технической мелиорации, экологической геохимии и др.) вопросы практической очистки геологической среды от загрязнителей выпадают из поля зрения научных исследований. Королев В.А. обращает внимание на сформированное новое направление в геоэкологии – геопургологию, задачей которой является разработка научных основ очистки геологической среды от экологически вредных (токсичных) загрязнений и ее экологической ремедиации. Далее по терминологии контаминации он пишет, что в иностранной литературе используется термин «деконтаминация» употребляемое при очистке предметов и окружающей среды от ядовитых и радиоактивных веществ.

Пиннекер Е.В. в работе [5] осуществляет по контаминации фундаментальную проработку и дает термину более широкое понятие. Геологическая среда выделяется им как многокомпонентная система, включающая горные породы (грунты), почвы, подземные воды, подземные газы и биоту. В этой же работе он поясняет: «к загрязненным подземным водам относятся воды, состав и физические свойства которых под влиянием деятельности человека ухудшились по сравнению с составом и физическими свойствами природных (фоновых) подземных вод данного района, не затронутых техногенным воздействием». Поэтому загрязняющие вещества, попадая в другие компоненты подземной гидросферы, загрязняют поровые растворы и физически связанную воду [5].

Пиннекер Е.В., анализируя загрязнения подземных вод, рекомендует смысловой термин «контаминация» использовать в случаях:

- 1) изменения качества воды в нежелательном направлении;
- 2) изменения качества воды до состояния, когда она становится непригодной для практического пользования.

Дальнейшее продвижение познания контаминации в подземных водах были получены благодаря исследованиям сделанным под руководством Шестакова В.М. [8]. Его специалисты выполнили моделирование процесса переноса контаминантов в водоносных пластах (система «вода-порода») с учетом физико-химических и гидродинамических процессов [9].

Влияние микробиологической компоненты (микробиоты) контаминации на разрушение твердых поверхностей: стальных конструкций,

армированных бетонов и прочих материалов, находящихся в подземных горизонтах насыщенных агрессивным флюидом (водой), исследовано научной группой Дашко Р.Э. В работе [2] ими отмечено: интенсивность контаминации наблюдается за счет поступления органических и неорганических соединений различного генезиса, коллоидов, а также тонких взвесей, что ведет к изменению компонентов подземной водной среды.

В дальнейшем исследователями научной группы Дашко Р.Э. сделана систематизация признаков контаминации, которая существенно расширила представление о причинах, масштабах и последствиях ее влияния на геофизическую среду (рис).

Анализ работ [1-5, 8-12] российских и зарубежных исследователей по изучению явления контаминации позволил нам сформулировать следующее определение контаминации примени-

тельно к поровой водонасыщенной околоскважинной среде.

Контаминация системы пласт-скважина это многокомпонентный процесс, связанный с загрязнением околоскважинного порового пространства химическими соединениями и антропогенными мигрантами подземных вод в результате их фильтрации через поровую среду с ухудшением гидродинамических свойств системы и химического состава воды с возможной потерей целевого назначения системы.

Контаминация в системе пласт-скважина, по мнению автора, может применяться в случаях, когда надо отметить миграцию химических компонентов в подземных водах и их проникновение в кольматационный осадок околоскважинных зон не только природной, но и техногенной направленности, а также выделить активную роль химических и биогенных процессов.

Рис. 1. Источники контаминации подземного пространства на примере Санкт-Петербурга (по Дашко и др., 2018)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Актуальность изучения контаминации для системы пласт-скважина имеется до настоящего времени. Российской и зарубежной практикой накоплен достаточный объем научного материала, имеющий прикладное значение.

Однако, выполненные исследования по контаминации подземных вод не в полной мере отражают характер процессов в системе пласт-скважина. Интерес к изучению процесса контаминации в этой области знаний обусловлено тем, что данное опасное явление необходимо учитывать при регенерации закольматированных скважин.

В сформулированном определении контаминации показано, что контаминация системы

пласт-скважина есть сложный многокомпонентный процесс, связанный с ее загрязнением, ухудшением гидродинамических свойств системы, химического состава воды с возможной деградацией системы. В системе пласт-скважина термин «контаминация» рекомендуется использовать, когда следует выделить миграцию химических компонентов в подземные воды не только природного, но и техногенного генезиса.

Работа выполнена в рамках Программы НИР ГК «Архимед» Арх. № ТЭР-R 642012-0001.000 «Исследование процессов кольматации околоскважинной среды и разработка методов декольматации водопропускных устройств: п.п. «а» - «е»; разд.1,разд.2.» [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гольдберг В.М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнений/ В.М. Гольдберг, С. Газда.-М.: Недра,1984.-262с.
2. Дашко Р.Э. Инженерно-геологический и геотехнический анализ источников контаминации подземной среды и состояние систем водоотведения в историческом центре Санкт-Петербурга/ Р.Э. Дашко, Л.М. Зайдуллина // Инженерные изыскания в строительстве: материалы второй Общероссийской научно-практической конференции молодых специалистов.- М.: Изд.-во «Геомаркетинг». 2018.-С. 53-59.
3. Королев В.А. Очистка грунтов от загрязнений/ В.А. Королев.-М.: МАИК Наука/Интерпериодика, 2001.-365с.
- 4.Пиннекер Е.В. Охрана подземных вод/Е.В. Пиннекер.- Новосибирск: Наука СО РАН, 1979.-70с.
- 5.Пиннекер Е.В. Экологические проблемы гидрогеологии/Е.В. Пиннекер.-Новосибирск: Наука СО РАН, 1999.-128с.
- 6.Приоритетные НИР: Темы инновационных направлений научно-исследовательских работ ООО ГК «Архимед [Электронный ресурс] / А.А. Цымбалов.-М.2014-2020.-Режим доступа URL: <http://doktorsc.ru/index.php/prioritetnye-nir> (дата обращения 20.03.2020).
- 7 .Цымбалов А.А. Кольматация околоскважинных зон фильтров водонасыщенных грунтов на основе региональной практики /А.А. Цымбалов // Озон и другие экологически чистые окислители. Наука и технологии: сб. науч. тр. химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова по материалам 35-ой всероссийской конференции с международным участием (г.Москва, 29 июня 2019г.).-М.: Макспресс,2020.
8. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика/В.М. Шестаков.-М.: КДУ,2009.-334с.
9. Шестаков В.М. Моделирование контаминации патогенных микроорганизмов в подземных водах/В.М. Шестаков, И.К. Невечеря, И.В. Авилина.- М.: ИКЦ Академкнига, 2007.-95с.
10. Fried I. J. Groundwater pollution: Theory, Methodology, Modelling and Practical Rules.-New York: Oxford, 1975.-330 p.
11. Freeze R.A., Cherry J.A. Groundwater contamination. In Groundwater, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J. 1979. Pp.383-462.
12. Sudicky E.A., Cherry J.A., Frind E.O. Migration of contaminants in groundwater at a landfill: A case study: 4. A natural-gradient dispersion test// Journal of Hydrology, 1983.-V.63.-P.81-108.