

Список литературы

1. Сияяков В. Н. Инженерно-геологические особенности верхнечетвертичных лёссовых пород Нижнего Поволжья в связи с историей их формирования / В. Н. Сияяков // Инженерная геология. – 1981. – № 5. – С. 65–71.

References

1. Sinyakov V. N. Inzhenerno-geologicheskie osobennosti verkhnechetertichnykh lessovykh porod Nizhnego Povolzhya v svyazi s istoriey ikh formirovaniya [Engineering and geological features verkhnechetertichnykh loess Lower Volga region in connection with the history of their formation]. *Inzhenernaya geologiya* [Engineering Geology], 1981, no. 5, pp. 65–71.

**РАССМОТРЕНИЕ МЕТОДОВ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ
УЯЗВИМОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД К ЗАГРЯЗНЕНИЮ**

Калягин Сергей Михайлович

кандидат геолого-минералогических наук, доцент

Астраханский государственный технический университет
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: gog@astu.org

Федоров Александр Валерьевич

аспирант

Астраханский государственный технический университет
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
E-mail: sasha.litmanen@yandex.ru

В настоящее время существует серьезная проблема защиты подземных вод от загрязнений, попадающих в водоносные пласты в результате деятельности человека. Особенно остро эта проблема стоит в промышленных и сельскохозяйственных регионах. Для решения задачи защиты подземных вод от загрязняющих веществ необходимо проводить мероприятия по прогнозированию возможного загрязнения. Одним из таких мероприятий служит оценка степени уязвимости подземных вод. В данной статье описаны различные методы оценки уязвимости подземных вод разработанные в различных странах и наиболее часто применяемые в мире. Представленные методы используют различное количество геологических и гидрогеологических параметров для оценки уязвимости, тем самым одни методы легко применимы, другие требуют больших трудозатрат. Выбор будет зависеть от целей и задач, которые стоят перед исследователем.

Ключевые слова: загрязняющее вещество, водоносный горизонт, подземные воды, уязвимость подземных вод, уровень грунтовых вод, антропогенное воздействие, зона аэрации, топография, окружающая среда, методика

QUALITATIVE METHODS OF GROUNDWATER VULNERABILITY TO CONTAMINATION

Kalyagin Sergey M.

C.Sc. in Geological and Mineralogical
Associate Professor
Astrakhan State Technical University
16 Tatishchev st., Astrakhan, 414025, Russian Federation
E-mail: gog@astu.org

Fedorov Aleksandr V.

Post-graduate student
Astrakhan State Technical University
16 Tatishchev st., Astrakhan, 414025, Russian Federation
E-mail: sasha.litmanen@yandex.ru

Nowadays there is a serious problem of groundwater conservation from contaminants that get into aquifers due to human activity. This problem is especially acute in industrial and agricultural regions. In order to solve the problem of groundwater conservation from contaminants it is necessary to hold activities for possible contamination forecasting. One of such activities is evaluation of groundwater vulnerability degree. The given article describes different evaluation methods of groundwater vulnerability developed in different countries and predominantly applied in the world. The given methods use different amount of geological and hydrogeological characteristics for vulnerability evaluation, thereby some methods are easily applicable while the others require more labor costs. The choice will depend on goals and objectives set by a researcher.

Keywords: contaminant, aquifer, groundwater, groundwater vulnerability, groundwater table, anthropogenic impact, vadose zone, topography, environment, methodology

Одна из важнейших проблем охраны окружающей среды, с которой в настоящий момент сталкивается человечество – это защита подземных вод от загрязнений. Попадание загрязняющих веществ в водоносные пласты происходит за счет фильтрации жидких отходов и сточных вод промышленных производств, сельскохозяйственных и хозяйственно-бытовых стоков. Большое значение для решения этой проблемы имеет предупреждение загрязнения подземных вод. Одним из инструментов прогнозирования возможного изменения качества подземных вод является оценка их степени уязвимости. Данное определение ввел французский гидрогеолог Ж.Марга в 60-х гг. прошлого века. Под уязвимостью подземных вод подразумеваются природные свойства системы подземных вод, которые зависят от способности или чувствительности этой системы справляться с природными и антропогенными воздействиями [2].

Для оценки степени уязвимости и построения карт уязвимости, позволяющих в удобной визуальной форме представлять информацию о степени защищенности конкретной территории, используются различные методики. Наиболее распространенные из них представлены в данной статье.

Метод **DRASTIC** был разработан американскими учеными в 1985 г. Это индексно-рейтинговый метод учитывающий влияние на уязвимость природных вод таких природных факторов как глубина до уровня грунтовых вод (УГВ), питание подземных вод, топография, состав и строение почвы, водоносного гори-

зонта и зоны аэрации. Каждый фактор характеризуется постоянным заранее определенным весовым вкладом. Стоит отметить, что в методе DRASTIC используется две классификации «весов» – в случае применения пестицидов при сельскохозяйственной деятельности и при обычных условиях. Далее применительно к конкретным геолого-гидрогеологическим условиям устанавливается рейтинг каждого фактора. Например, интервал до УГВ имеет «вес» – 5, а «рейтинг» будет зависеть от конкретной глубины (≤ 5 м., 5–10 м и т.д.). Умножая «вес» на «рейтинг» получается «показатель» количественно характеризующий влияния на уязвимость подземных вод оцениваемого фактора. Сумма всех «показателей» называется «Драстик-индекс» и отражает совокупное влияние всех факторов на определенной территории и отображается на карте.

Метод SINTACS, разработанный в Италии, использует те же природные факторы и формулу подсчета индекса уязвимости, что и метод DRASTIC, однако имеет большую гибкость в выборе рейтингов и весов. Более сложная структура данного метода позволяет проводить оценку уязвимости подземных вод на территориях с различными нарушениями, например с карстовыми процессами или разломами в скальных породах.

Метод GOD, разработанный в Англии, учитывает всего три параметра: тип водоносного горизонта, состав пород зоны аэрации и глубину до уровня грунтовых вод. Каждый из этих параметров имеет значение от 0 до 1, а индекс уязвимости высчитывается умножением всех трех параметров и может характеризоваться пятью классами, от низкой до очень высокой степени уязвимости.

Метод AVI был разработан специально для упрощенной оценки уязвимости подземных вод и использует всего два параметра: толщина каждого осадочного слоя над водоносным горизонтом и оценка их гидравлической проводимости. Два этих параметра используются для расчета гидравлического сопротивления по следующей формуле:

$$c = \sum_{i=1}^i d_i / K_i,$$

где d – толщина осадочного слоя; K – гидравлическая проводимость каждого осадочного слоя.

Гидравлическое сопротивление является теоретическим коэффициентом и дает оценку времени протекания загрязнителей до уровня водоносного горизонта, что позволяет определить степень уязвимости.

Еще один рейтинговый метод разработан российским ученым **В.М. Гольдберг**. В данном методе используется три природных фактора: глубина до уровня грунтовых вод, мощность слабопроницаемых пород выше водоносной толщи и их литологический состав. Глубина до уровня грунтовых вод дает от 1 до 5 баллов, а в зависимости от мощности и литологии слабопроницаемых отложений от 1 до 25 баллов. Для расчета общего коэффициента уязвимости (В.М. Гольдберг использовал противоположное значение – защищенности) суммируются баллы всех слабопроницаемых пород и баллы за мощность толщи до уровня грунтовых вод. В зависимости от количества баллов та или иная территория могла относиться к одной из шести категорий уязвимости.

В данной статье приведены основные методы оценки уязвимости подземных вод. Одно из существенных их отличий использование разного количества параметров при определении степени уязвимости подземных вод к загрязните-

лям. Но нужно учитывать, что большое число параметров позволяет описать сложные гидрогеологические условия, но это требует больших усилий, как в расчетах, так и в получении необходимых исходных данных, которые должны иметь определенный уровень точности, чтобы уменьшить количество ошибок. Напротив, методы, использующие небольшое количество параметров легко применимы, но, в то же время, их трудно адаптировать к различным геологическим условиям. Однако многообразие методов оценки степени уязвимости подземных вод к загрязнению дает возможность выбирать какой именно метод применять в зависимости от целей и задач, которые стоят перед вами.

Список литературы

1. Aller L. DRASTIC: A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings / L. Aller, T. Bennet, J. Lehr. – USA, 1985.
2. Vrba J. Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability / J. Vrba, A. Zaporozec. – Hannover : H. Heise Publ., 1994. – 131 p.

References

1. Aller L., Bennet T., Lehr J. *DRASTIC: A standardized system for evaluating ground water pollution potential using hydrogeologic settings*, USA, 1985.
2. Vrba J., Zaporozec A. *Guidebook on Mapping Groundwater Vulnerability*, Hannover, H. Heise Publ., 1994. 131 p.

ПРИМЕНЕНИЕ СЕПАРАТОРА ДЛЯ ПОДВОДНОЙ ПОДГОТОВКИ УГЛЕВОДОРОДОВ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Кожухарь Евгений Дмитриевич

студент

Астраханский государственный технический университет
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Южная, 25
E-mail: ezhikk2811@mail.ru

Лямина Наталья Федоровна

доцент

Астраханский государственный технический университет
414025, Российская Федерация, г. Астрахань, ул. Чехова, 82
E-mail: nataliagty@mail.ru

Представленная статья посвящена технологии сепарации газа и газового конденсата, которая применяется на газоконденсатных месторождениях. Развитие этой технологии основано на достижениях аэродинамики, связанных с аэрокосмической техникой. В данной статье говорится о сепараторе сверхзвукового типа. Описываемая модель сверхзвукового сепаратора отличается от ранее разработанных тем, что в одном компактном устройстве происходит адиабатическое охлаждения и циклонная сепарация. Принцип работы данного сепаратора основан на охлаждении природного газа в сверхзвуковом закрученном потоке, создающийся с помощью конфузорного диффузорного сопла Лавалья. Уникальность сверхзвукового сепаратора заключается в том, что его можно использовать для подготовки попутного и природного газа на месторождениях суши, на газодобывающих морских платформах, для подводной сепарации газа.