

УДК 532.546.2

О некоторых факторах влияния на формирование уровня грунтовых вод в прибрежной  
зоне моря

В.В. Жмур<sup>2</sup>, Ю.В. Фомин<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

<sup>2</sup>Московский физико-технический институт (государственный университет)

Изучение динамики уровня грунтовой воды в прибрежной зоне является не только теоретической, но еще и очень важной практической задачей. Так, колебание уровня грунтовой воды может привести к различным инженерным, экологическим, а в случае изменения уровня пресной воды в грунте, даже к социальным проблемам. Существует большое количество работ, в которых изложены факторы, влияющие на формирование уровня грунтовых вод. Например, в работе [4] приводится широкий обзор статей о влиянии приливных волн или в [5] описывается модель, рассматривающая капиллярный эффект. Однако, большая часть всех работ рассматривает вертикальный берег, в то время как на практике чаще можно столкнуться с наклонным .

При описании фильтрации морских вод в пористый грунт наклонного берега возникает вопрос об уровне подземных вод и сравнение его со средним уровнем моря. Благодаря нелинейным эффектам, осредненный по времени уровень подземных вод оказывается выше, чем средний уровень моря. Это так называемый пампинг-эффект (pumping-effect) или «базовый пампинг», т.е. эффект дополнительной накачки воды в грунт [2]. Если профиль берега наклонен к горизонту, то при изменении уровня воды в море урез воды движется не только по вертикали, но и смещается в горизонтальном направлении. Такое движение порождает дополнительную накачку воды в грунт береговой зоны и усиливает базовый пампинг. Такое увеличение эффекта накачки, вызванное наклоном берегового профиля, назовем «профильным пампингом». Две составляющие единого эффекта накачки воды в прибрежной зоне независимо друг от друга работают в одну сторону и обе приводят к повышению уровня грунтовых вод. Однако при малых угла наклона берега наиболее сильно проявляется «профильный пампинг». В то же время эффект от нелинейности зависит от амплитуды колебаний уровня моря, но не зависит от угла уклона дна.

Таким образом, возникает вопрос о влиянии каждой из составляющих пампинг эффекта и в частности при каких критических значениях угла наклона береговой линии проявляется описываемый эффект. Описанные результаты получены на основе решения нелинейного уравнения Буссинеска [2], при условии того, что в прибрежной зоне моря

прилив выглядит как медленное подтопление берега. Возможно и обратная ситуация, когда имеет место распространение штормовых волн или таких волн как цунами [3]. В таком случае увеличивается заплеск волны и как следствие поверхность смачивания пористого грунта, что свою очередь влияет на формирование уровня грунтовых вод.

В предлагаемой работе описана модель исследования пампинг-эффекта при малых углах уклона береговой линии. Показано, что при значениях угла уклона береговой линии  $2^\circ < \alpha_{cr} < 7^\circ$  общая накачка происходит в основном из-за уклона береговой линии. В сформулированной модели получен механизм оценки влияния высокочастотных волн на уровень подземных вод в прибрежной зоне моря.

#### Литература

1. Зырянов В.Н. Хубларян М.Г. Пампинг-эффект в теории нелинейных процессов типа уравнения теплопроводности и его приложение в геофизике // Доклады академии наук. - 2006. Т. 408 Вып. 4. С. 535-538
2. Самарский А.А. Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. – М.: Физматлит, 2001. – С. 60-66
3. Накат цунами на берег / под ред. Е.Н. Пелиновского - Г.: Институт прикладной физики АН СССР, 1985. – 215 С.
4. Li Hailong, Jiao Jiu Jimmy Review of analytical studies of tidal groundwater flow in coastal aquifer systems // Proceedings of International Symposium on Water Resources and the Urban Environment, November 9-10, 2003, Wuhan, P. R. China, P. 86-91
5. Jeng D.-S., Seymour B.R., Barry D.A., Li L., Parlange J.-Y. New approximation for free surface flow of groundwater: capillarity correction // Advances in Water Resources. – 2005. V. 28 – P. 1032-1039