

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Коваленко Анастасия Николаевна,
старший преподаватель кафедры прикладной информатики
и информационных технологий
Институт инженерных технологий и естественных наук НИУ «БелГУ»,
(Белгород, Россия)

Черноморец Андрей Алексеевич,
профессор кафедры прикладной информатики и
информационных технологий
Институт инженерных технологий и естественных наук НИУ «БелГУ»,
д.т.н., доцент
(Белгород, Россия)

Петина Мария Александровна,
доцент кафедры прикладной информатики и информационных технологий
Институт инженерных технологий и естественных наук НИУ «БелГУ»,
к.г.н.
(Белгород, Россия)

Болгова Евгения Витальевна,
старший преподаватель кафедры прикладной информатики и информацион-
ных технологий
Институт инженерных технологий и естественных наук НИУ «БелГУ»,
(Белгород, Россия)

О ПОДХОДАХ К ОЦЕНИВАНИЮ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Аннотация. В работе рассматриваются различные подходы к оцениванию эксплуатационных запасов подземных вод. Совместное применение рассмотренных методов оценивания эксплуатационных запасов подземных вод обеспечивает возможность проведения всестороннего анализа состояния подземных водных ресурсов.

Ключевые слова: эксплуатационные запасы, водозабор, подземные воды, водоносный горизонт, гидродинамический метод, метод «большого колодца».

Оценивание эксплуатационных запасов подземных вод является неотъемлемой частью рационального природопользования на территории горнодобывающего узла. Правильное определение данных запасов обеспечивает их бесперебойное использование на протяжении длительного периода без существенного влияния на окружающую среду [1].

Эксплуатационные запасы по степени изученности условий формирования, количества и качества подземных вод, а также условий эксплуатации и подготовленности месторождений подземных вод к дальнейшему изучению

или освоению подразделяются на следующие категории: категория А – освоенные запасы подземных вод, категория В – разведанные запасы, категория C_1 – предварительно оцененные запасы, категория C_2 – выявленные запасы подземных вод.

Запасы категорий А и В обычно называют промышленными запасами подземных вод, запасы категорий C_1 , C_2 – непромышленными (прогнозными).

Важным требованием при определении эксплуатационных запасов подземных вод всех категорий является учет существующих условий в районе изучаемого месторождения подземных вод, а также планируемое их изменение [1,2].

Особый интерес представляет оценивание запасов промышленных категорий А и В, которые определяют на основании результатов детальной и эксплуатационной разведки месторождений подземных вод соответственно.

Основными методами оценивания эксплуатационных запасов подземных вод являются следующие методы: гидродинамический метод, позволяющий осуществлять оценивание запасов в неограниченном по площади водоносном пласте, в полуограниченном пласте, в пласте-полосе с двумя границами, в пласте с круговым контуром питания; гидравлический метод; метод, основанный совместном использовании гидродинамического и гидравлического методов; балансовый метод и др.

Данные методы позволяют учитывать граничные условия следующего вида: безграничный или полуограниченный пласт, пласт-полоса с различными границами, пласт с круговым контуром питания и т.д. (в плане), безнапорный пласт с инфильтрационным питанием, напорный при перетекании сверху или снизу и т.д. (в разрезе), а также условия колебания уровня подземных вод: слабые или значительные колебания уровня и др.

Для оценивания эксплуатационных запасов подземных вод широко применяется гидродинамический метод, который позволяет учитывать схематичное описание природных условий, взаимодействие скважин, время их эксплуатации, а также граничные условия в плане и разрезе. Основным недостатком данного метода является недостаточно полный учет особенностей конструкций скважин и неоднородностей исследуемых горизонтов.

В настоящее время для учета сложности и неоднородности водоносных горизонтов кроме традиционного аналитического решения на основе гидродинамического метода применяются его модификации на основе сеточного моделирования работы проектного водозабора методом конечных разностей, реализованного в виде специальных компьютерных программ.

При оценивании эксплуатационных запасов на основе гидродинамического метода определяется величина понижения уровня водоносного горизонта, в большинстве случаев, в центре водозабора на конец периода эксплуатации. Полученная величина снижения уровня S сравнивается со значением максимально допустимого понижения S_M . Если величина S не превышает S_M , то запасы при выбранной производительности скважин считаются обеспеченными.

Для оценивания запасов в неограниченном по площади водоносном пласте широко применяется метод «большого колодца», на основе которого полное понижение уровня S воды в скважине, расположенной в центре площади расчетного водозабора, определяется следующим соотношением:

$$S = S_{BH} + S_c, \quad (1)$$

где S_{BH} – понижение уровня водоносного горизонта, вызванное эксплуатацией скважин, влияющих на центральную скважину (внешнее понижение); S_c – дополнительное понижение уровня в центральной скважине, возникающее за счет ее собственной эксплуатации (собственное понижение).

Внешнее понижение S_{BH} определяется на основании следующего соотношения для напорных вод:

$$S_{BH} = \frac{Q_{\Sigma}}{2\pi Km} \ln \frac{R_{II}}{R_0}, \quad (2)$$

где Q_{Σ} – суммарный дебит системы анализируемых скважин ($\text{м}^3/\text{сут}$); R_0 – радиус «большого колодца», R_{II} – приведенный радиус (м) системы взаимодействующих скважин (влияние водозабора), который определяется следующим образом:

$$R_{II} = 1.5\sqrt{a\tau}$$

где τ – время эксплуатации водозабора (сут) (τ в большинстве случаев равняется 10 000 сут.).

Величина понижения уровня в центральной скважине за счет ее собственной эксплуатации определяется, исходя из соотношения:

$$S_c = \frac{Q}{2\pi Km} \left[\ln \frac{r_{II}}{r_c} + 0.5\xi \right], \quad (3)$$

где Q – дебит скважины ($\text{м}^3/\text{сут}$); r_{II} – приведенный радиус области влияния скважины (м), r_c – радиус скважины (м); ξ – фильтрационное сопротивление, учитывающее характеристики скважины (безразмерное).

В случае линейного водозабора имеем

$$r_{II} = \frac{b}{2\pi} \text{ и } R_0 = 0.2L,$$

где b – расстояние между скважинами линейного ряда (м), а L – длина ряда водозаборных скважин, расположенных на одной прямой (м).

Таким образом, запасы воды линейного водозабора в пределах области с радиусом питания R_{II} в неограниченном пласте будут определяться суммарным дебитом Q_{\square} системы анализируемых скважин, обеспечивающим понижение S , которое определяется на основании следующего соотношения:

$$S = S_{BH} + S_c = \frac{Q_{\Sigma}}{2\pi km} \ln \frac{R_{II}}{R_0} + \frac{Q}{2\pi km} \left[\ln \frac{r_{II}}{r_c} + 0.5\xi \right]. \quad (4)$$

При различных значениях удаленности скважин водозаборного ряда от границ пласта (различные конфигурации области водозабора) в рамках гидродинамического метода применяются отдельные уточняющие соотношения [1,2].

С целью оценивания эксплуатационных запасов подземных вод также широко применяется гидравлический метод [3]. Его основой являются эмпирические данные и зависимости, полученные в результате опытных и опытно-эксплуатационных откачек, либо опытной эксплуатации водоносного горизонта.

Для повышения эффективности оценивания эксплуатационных запасов подземных вод зачастую осуществляют совместное использование гидродинамического и гидравлического методов.

Также известен балансовый метод оценивания эксплуатационных запасов подземных вод [4]. При его использовании учитываются приходные и расходные составляющие баланса месторождений подземных вод. Приходная часть образуется за счет инфильтрации атмосферных осадков, поверхностных вод, а также притока воды из соседних водоносных горизонтов. Расходную часть составляют испарение грунтовых вод, отток в поверхностные водоемы, перетоки в соседние водоносные горизонты.

Балансовый метод применяют, как правило, в сочетании с гидравлическим и гидродинамическим методами оценки эксплуатационных запасов, так как он не дает возможности оценивать понижения в водозаборных скважинах.

Совместное применение рассмотренных известных методов оценивания эксплуатационных запасов подземных вод обеспечивает возможность проведения всестороннего анализа состояния подземных водных ресурсов, что позволяет осуществлять планирование развития водозаборов в горнодобывающем узле с учетом рационального водопользования.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-07-00451.

Список литературы

1. Рассказов Н.М., Букаты М.Б. Оценка ресурсов и запасов подземных вод: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2002. – 48 с.
2. Классификация эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод. – М.: ГКЗ, 1997. – 16 с.
3. Биндеман Н.Н., Язвин Л.С. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. – М.: Недра, 1970. – 215 с.
4. Мироненко В.А. Динамика подземных вод.- М.: Недра, 1988. – 357с.