

**Оценка влияния гидрогеологических параметров  
на структуру водопритоков к водозаборам подземных вод  
методом математического моделирования**

Михневич Э.И., Рыженкова Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Для количественной оценки влияния отдельных факторов на структуру баланса эксплуатационных запасов подземных вод и ее изменения при интенсивном водоотборе было разработано несколько геофильтрационных математических моделей, позволяющих моделировать работу водозаборов в однослойных и многослойных пластах. На модели рассматривалось влияние таких факторов, как гидрогеологические параметры водоносных горизонтов и разделяющих слабоводоносных прослоев – вертикальная и горизонтальная проводимости, гравитационная и упругая емкости; граничные условия в плане и разрезе – инфильтрационное питание, речная сеть и ее плотность; заиленность русловых отложений, транзитный расход естественного потока, изменение условий инфильтрации атмосферных осадков, дренирования и питания грунтовых вод речной сетью в разрезе гидрологического года и др.

В условиях месторождений, соответствующих рассматриваемой геофильтрационной схеме (неограниченный в плане водоносный комплекс, включающий эксплуатируемый и подпитывающие водоносные горизонты, разделенные слабоводоносным прослоем), эксплуатационные запасы формируются преимущественно за счет сработки гравитационной емкости подпитывающих горизонтов и в значительной степени упругой емкости эксплуатационного горизонта.

Следует отметить, что на структуру эксплуатационных запасов не оказывают влияние проводимости смежных пластов и величина водоотбора. В то же время структура запасов существенно зависит от вертикальной проводимости разделяющего слабоводоносного прослоя и соотношения емкости подпитывающего горизонта и упругой емкости эксплуатационного пласта. Влияние вертикальной проводимости разделяющего слабоводоносного прослоя на структуру эксплуатационных запасов изучено в широком диапазоне изменения значений

рассматриваемого параметра  $G=0,001;0,0001;0,00001$ . При вертикальной проводимости разделяющего прослоя  $G=0,001$  эксплуатационные запасы формируются практически с начального момента времени за счет сработки емкостных запасов подпитывающего водоносного горизонта.

Уменьшение вертикальной проводимости разделяющего слоя на порядок приводит к возрастанию в структуре запасов роли упругой емкости эксплуатируемого горизонта. Однако через 1 – 2 месяца роль упругих запасов снижается до 1 – 2%. При дальнейшем уменьшении вертикальной проводимости на два порядка сохраняется тенденция увеличения роли упругих запасов эксплуатируемого водоносного горизонта. Однако в рассматриваемом случае через 2-3 года работы водозабора роль упругих запасов эксплуатируемого водоносного горизонта снижается до 1,2 – 1,5%.

Что касается изучения влияния на структуру эксплуатационных запасов емкости подпитывающих горизонтов ( $\mu_1$ ) и упругой емкости эксплуатируемого пласта ( $\mu_2$ ), то анализ данных имитационного моделирования указывает на возможность использования при рассмотрении данной задачи безразмерного параметра  $\lambda=\mu_1/\mu_2$ . В процессе моделирования значения параметра изменялись в широких пределах  $\lambda=1;10;100;500$ . При  $\lambda \geq 100-500$  эксплуатационные запасы формируются преимущественно за счет емкостных запасов подпитывающего горизонта. Доля упругих запасов эксплуатируемого горизонта при  $\lambda=100$  в начальный момент работы водозабора (0,01 года) составляет 5,2%, а затем снижается до 1%. При уменьшении значения параметра до 10 роль упругих запасов эксплуатируемого водоносного горизонта существенно возрастает, составляя в начальный момент работы водозабора свыше 70,8%, а затем достаточно резко снижается до 9,1%. Аналогичная картина наблюдается при меньших значениях параметра. Из приведенных данных можно сделать заключение, что соотношение в структуре запасов емкости подпитывающего горизонта и упругой емкости эксплуатируемого пласта соответствует значению безразмерного параметра  $\lambda$ .

Установлена существенная зависимость структуры эксплуатационных запасов от удаленности водозабора от реки и степе-

ни заиленности ее русла. При значении вертикальной проводимости подрусловых отложений, равной 0,01 в первоначальный момент работы водозабора в структуре запасов преобладает гравитационная емкость подпитывающего горизонта, роль которой вначале возрастает, а затем постепенно снижается до 20% за счет пропорционального возрастания притока из реки, составляющего на прогнозный срок работы водозабора 80%. При увеличении расстояния между водозабором и рекой до 1250 м, структура запасов изменяется несущественно. Дальнейшее увеличение расстояния между водозабором и рекой до 5500 м предопределяет более длительный период сработки емкостных запасов и снижение составляющей притока из реки на прогнозный срок работы водозабора до 60%. Время работы водозабора, при котором наступает 50% баланс между притоками из реки и сработкой емкостных запасов подпитывающего горизонта составляет 3 – 5 лет, возрастая с увеличением расстояния до реки. Увеличение степени заиленности русловых отложений на один порядок приводит к снижению влияния притока из реки на структуру баланса эксплуатационных запасов. Причем 50% баланс в структуре эксплуатационных запасов между притоком из реки и за счет емкостных запасов подпитывающего горизонта наступает через 10 – 25 лет после включения в работу водозабора.

Влияние водоотбора на структуру баланса эксплуатационных запасов в начальный период работы водозабора сказывается незначительно и проявляется в ускорении темпов сработки упругих запасов при большей производительности водозабора. Однако при уменьшении соотношения между гравитационной емкостью подпитывающего горизонта и упругой емкостью эксплуатируемого пласта величина водоотбора на структуру запасов никакого влияния не оказывает.