УДК 556, 332

Ю.А.НОРВАТОВ, *д-р геол.-минерал. наук, профессор, norvatov@mail.ru*
И.Б.ПЕТРОВА, *канд. геол.-минерал. наук, доцент, petrovar@mail.ru*
А.В.ЯШИНА, *магистрант, Alexa-ya@yandex.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет

Y.A.NORVATOV, *Dr. in geol. & min. sc., professor, norvatov@mail.ru*
I.B.PETROVA, *PhD in geol. & min. sc., associate professor, petrovar@mail.ru*
A.V.YASHINA, *undergraduate student, Alexa-ya@yandex.ru*
Saint Petersburg State Mining University

СПЕЦИФИКА ПЛАНИРОВАНИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ОПЫТНЫХ ОПРОБОВАНИЙ НЕОДНОРОДНЫХ ВОДОНОСНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ АЛМАЗОВ ИМ. В.ГРИБА

Изложены результаты опробования олмуго-окуневского водоносного горизонта створовой откачкой, проведенной на стадии доразведки алмазного месторождения им. В.Гриба. Изложена методика интерпретации откачек аналитическими методами с использованием программы «ANSDIMAT». Приведены результаты опробования скважин опытными наливами.

***Ключевые слова*:** створовая откачка, плановая неоднородность, решение Ньюмана, опытные наливы, решение Купера.

PROJECTING PECULIARITIES AND EXPERIMENS INTERPRETATION OF TESTING IN HETEROGENEOUS AQUIFER SYSTEM ON THE EXAMPLE OF DIAMOND DEPOSITS NAMED BY V.GRIB

The results of testing olmugo-okunevsky aquifer by alignment pumping, held on the stage of detailed exploration of diamond deposit named by V.Grib, are presented. The technique of pumping test interpretation by analytical methods by using the program «ANSDIMAT» is stated. The results of slug tests in the boreholes are also shown.

***Key words*:** alignment pumping, area heterogeneity, Newman solution, slug tests, Cooper solution.

Алмазное месторождение им. В.Гриба планируется к разработке комбинированным способом. На первом этапе месторождение разрабатывается карьером до глубины 450 м. В формировании водопритоков в карьер участвуют:

• олмуго-окуневский водоносный горизонт, представленный закарстованными карбонатными породами мощностью до 20 м;

• урзугский водоносный горизонт (слабосцементированные песчаники мощностью до 40 м);

• падунский комплекс мощностью до 180 м (переслаивание песчаников с алевролитами и аргиллитами).

Основой для оценки прогнозных водопритоков в горные выработки являются результаты гидрогеологической разведки, выполненной в 2004 г., и доразведки, проведенной в 2009 г.

При разведке месторождения проводились одиночные, кустовые откачки и групповая откачка из падунского водоносного комплекса.

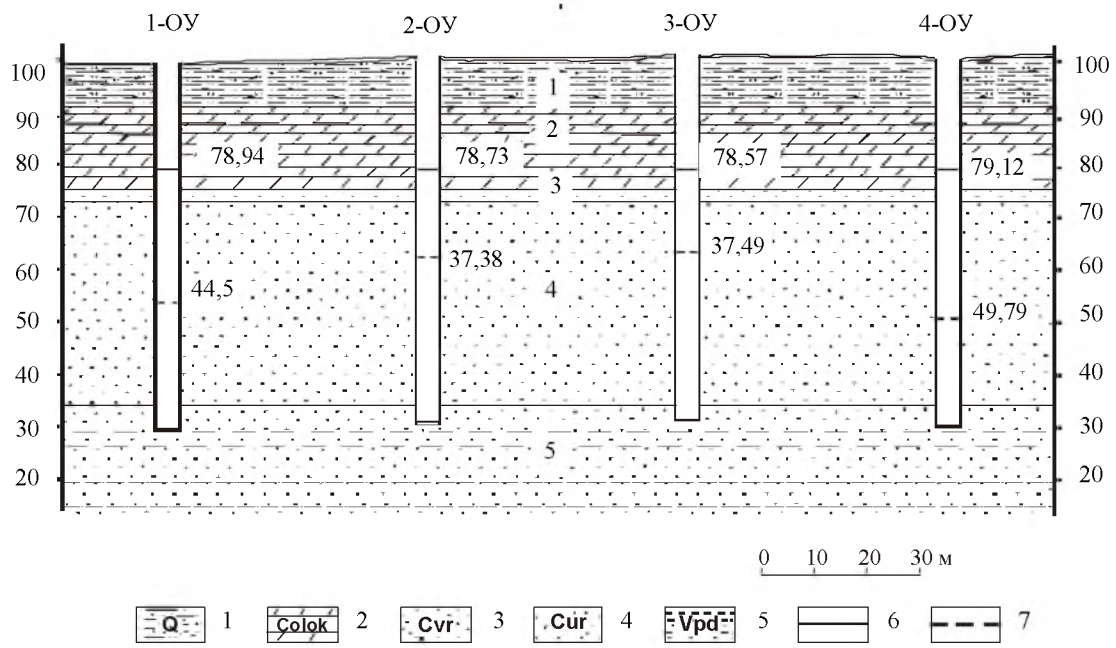


Рис.1. Гидрогеологический разрез по линии скважин 1-ОУ – 2-ОУ – 3-ОУ – 4-ОУ

1 – супеси и суглинки с гравием; 2 – доломиты, выветрелые до состояния муки; 3 – песчаник на глинисто-карбонатном цементе; 4 – песчаник на глинистом цементе; 5 – песчаник на железисто-глинистом цементе; 6 – абсолютная отметка статического уровня в скважине, м; 7 – абсолютная отметка динамического уровня воды в скважине, м

Таблица 1

Результаты створовых откачек

Номер скважины	Дебит	Понижение уровней в скважинах в конце откачки, м				Удельный дебит, л/м·с			
		1-ОУ	2-ОУ	3-ОУ	4-ОУ	1-ОУ	2-ОУ	3-ОУ	4-ОУ
1-ОУ	74,5/20,7	23,69	1,5	0,94	0,64	0,87	–	–	–
2-ОУ	27,4/7,6	0,55	15,33	0,44	0,22	–	0,49	–	–
3-ОУ	47/13	0,575	1,175	14,98	0,6	–	–	0,87	–
4-ОУ	75,3/20,9	–	1,62	2,77	28,7	–	–	–	0,73

Примечание. В числителе – $м^3$/ч, в знаменателе – л/с.

Олмуго-окуневский водоносный горизонт на стадии разведки не был опробован ни кустовыми, ни одиночными откачками. По данным опробования наливами в трех скважинах значение коэффициентов фильтрации горизонта составляет 0,06-19,8 м/сут.

Полученные резко различные значения параметров обуславливают необходимость повторного опробования олмуго-окуневского водоносного горизонта при доразведке месторождения.

Водонасыщенная нижняя часть олмуго-окуневской свиты на участке месторождения характеризуется мощностью 2-5 м при глубине залегания уровня около 20 м. При малой мощности олмуго-окуневского безнапорного горизонта технически невозможно провести откачку погружным насосом или эрлифтом. По этой причине было принято решение о совместном опробовании доломитов олмуго-окуневского и песчаников урзугского горизонтов.

Для оценки параметров олмуго-окуневского водоносного горизонта были проведены створовые откачки из четырех скважин 1-ОУ – 4-ОУ (рис.1), что объясняет возмож-

ную неоднородность комплекса в плане, которая может быть обусловлена карстом. Длительность каждой откачки составляла 3 сут. (табл.1).

На рис.2 представлены индикаторные графики снижения уровней по наблюдательным скважинам при откачке скважины 1-ОУ. Суммарно опробуемая толща представляет собой безнапорный профильно-неоднородный комплекс, представленный двумя водоносными горизонтами, разделенными относительным водоупором. Для интерпретации совместного опробования водоносного комплекса можно использовать схему однородного безнапорного водоносного пласта (схема Ньюмана).

На примере откачки из скважины 1-ОУ видно, что типовая кривая практически полностью совмещается с индикаторным графиком (рис.3).

Удовлетворительные совпадения индикаторных и типовых графиков наблюдаются для понижений и восстановлений уровней при откачках из всех скважин.

Интерпретация опытных откачек проводилась по схеме безнапорного однородного неограниченного в плане пласта (решение Ньюмана). В результате интерпретации получены следующие фильтрационные параметры:

• суммарная проводимость олмуго-окуневского и урзугского водоносных горизонтов $T_{сум}$ = 135÷540 м^2/сут;

• вертикальный коэффициент фильтрации K_z = 0,015÷0,4 м/сут;

• коэффициент пьезопроводности 300-4000 м^2/сут;

• коэффициент водоотдачи μ = 0,001-0,03.

Однако для создания геофильтрационной модели месторождения требуется не суммарная характеристика опробованной толщи, а параметры каждого горизонта в отдельности, поэтому на основе программы RELIS (П.К.Коносавский, Россия) была создана численная модель осесимметричной фильтрации. В результате интерпретации данных откачек на численной модели получены фильтрационные параметры водоносных горизонтов и относительного водоупора (табл.2).

До откачек из скважин 1-ОУ, 2-ОУ, 3-ОУ и 4-ОУ были проведены наливы воды в эти скважины для предварительной оценки фильтрационных параметров (табл.3).

Определение фильтрационных параметров выполнялось с использованием результатов наблюдений за восстановлением уровней в скважинах после наливов. Интерпретация полученных результатов экспресс-опробования выполнена с использованием решения Купера на программе «ANSDIMAT» (Л.Н.Синдаловский, ИГЭ РАН, Россия).

Фильтрационные параметры, оцененные по результатам наливов в скважины, следующие, м^2/сут:

1-ОУ	112,4
2-ОУ	25,0
3-ОУ	263,0
4-ОУ	100,0

Полученные по результатам наливов значения параметров водоносного комплекса, вероятно, соответствуют характе-

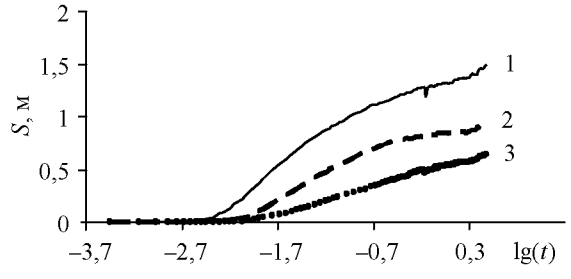


Рис.2. График понижения уровней в наблюдательных скважинах при кустовой откачке из скважины 1-ОУ
1 – 2-ОУ; 2 – 3-ОУ; 3 – 4-ОУ

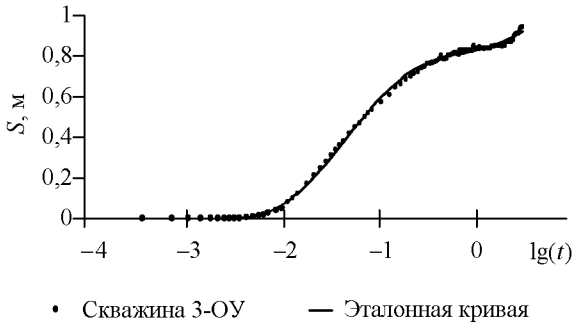


Рис.3. Результаты обработки откачки из скважины 1-ОУ (наблюдательная скважина 3-ОУ) по схеме Ньюмана (безнапорный пласт)

Таблица 2

Результаты подбора коэффициентов фильтрации олмуго-окуневского горизонта (слой 1), воереченского относительного водоупора (слой 2) и урзугского горизонта (слой 3), падунского водоносного комплекса (слой 4)

Слои модели	Фильтрационные параметры	Значения коэффициентов фильтрации, м/сут			
		1-ОУ	2-ОУ	3-ОУ	4-ОУ
1	K_x	50	50	30	30
	K_z	50	50	30	30
2	K_x	0,01	0,1	0,01	0,01
	K_z	0,01	0,1	0,01	0,01
3	K_x	2,5	1,2	1,6	2,5
	K_z	2,5	1,2	1,6	2,5
4	K_x	1,5	1,5	1,5	1,5
	K_z	0,05	0,05	0,05	0,05
Суммарная проводимость олмуго-окуневского и урзугского горизонтов, $м^2$/сут		370	333	224	250

Таблица 3

Результаты наливов в скважины

Номер скважины	Продолжительность налива, мин	Дебит налива	Максимальное повышение уровня в скважине при наливе, м
1-ОУ	10	6,0/1,7	0,08
2-ОУ	6,17	6,5/1,8	0,68
3-ОУ	6	10,0/2,8	0,82
4-ОУ	8	6,0/1,7	0,57

Примечание. В числителе – $м^3$/ч, в знаменателе – л/с.

ристикам олмуго-окуневского водоносного горизонта.

В результате проведенных работ можно дать следующие рекомендации по опробованию подобных толщ в аналогичных условиях:

1. При опробовании закарстованных водоносных горизонтов для выявления плановой фильтрационной неоднородности следует проводить створовые откачки.

2. Проведение расходометрического каротажа в ходе откачек значительно повышает ее информативность и позволяет дифференцировать опробуемую суммарно толщу по фильтрационным характеристикам.

3. Полученную гидрогеологическую информацию необходимо дополнять данными о наливах.

4. Программа «ANSDIMAT» может быть рекомендована к широкому использованию.