

УДК556.332.52:551.7(574.32)

Г.А. САТПАЕВ<sup>1</sup>

## АНАЛИЗ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭСКУЛИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ЖЕЗКАЗГАНСКОГО ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОГО РАЙОНА

Есқұл жер асты су кенорнын көпжылдық пайдалану мәліметтерін талдау жұмыстары, Қазақстанның Жезқазған тау-кен өнеркәсіптік ауданын бірден-бір шаруашылық ауызсу ресурстарымен қамтамасыз етудің елеулі баламасыз болып табылатын, ауданның тұрақты әлеуметтік-экономикалық жұмыс барысын қамтамасыз ете отырып, олардың сарқылмайтын дәрменін дәлелдейді.

Анализ материалов многолетней эксплуатации Эскулинского месторождения подземных вод, являющегося по существу безальтернативным источником водоснабжения ресурсами хозпитьевых вод уникальнейшего Жезказганского горно-промышленного района Казахстана, свидетельствует о не исчерпанном их потенциале, обеспечивающим устойчивое социально-экономическое функционирование района.

The analysis of materials of long-term operation of Eskulinsky of a deposit of underground waters being in essence nonalternate a source of water supply resources economic-drinking water supply most unique of Zhezkazgan of mining-industrial region of Kazakhstan, testifies to their not exhausted potential ensuring steady socially-economic functioning of region.

Водоснабжение Жезказганского горнорудного района осуществляется за счет подземных вод ряда крупных водоносных структур, сложенных карбонатными породами, представляющими сульфидеровые слои фаменского яруса верхнего девона (*D<sub>1</sub>fm*) кассинские и русаковские слои турнейского яруса нижнего карбона (*C<sub>1</sub>t<sub>1</sub>ks*, *C<sub>1</sub>t<sub>2</sub>rs*). Эти гидрогеологические структуры являются единственным надежным источником централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения промышленных объектов и населения района. Одной из таких структур является Эскулинский купол, экологически чистые подземные воды которого по гидрохимическим показателям являются приоритетными для хозяйственно-питьевого водоснабжения, в том числе и для разлива в качестве минеральной столовой воды и напитков с применением пищевых ароматических добавок.

Впервые эксплуатационные запасы подземных вод Эскулинского купола были подсчитаны С.К. Калугиным и утверждены в 1953 г. по роднику Карабулак и ряду других родников по категориям (в тыс. м<sup>3</sup>/сут): **A**<sub>2</sub> – 3,4, **B** – 1,7, **C**<sub>1</sub> – 0,6,

**C**<sub>2</sub> – 7,3 (Протокол ВКЗ. СССР № 8064 от 17.04.1953г.).

В 1955-1956 гг. С.К. Калугиным были проведены работы на юго-восточном крыле структуры (участок Кокдомбак), а также на юго-западном крыле, по результатам которых ГКЗ СССР утвердила эксплуатационные запасы подземных вод в количестве (тыс. м<sup>3</sup>/сут): 6,8 – по категории **A**<sub>2</sub>, 3,7 – по категории **B**, 21,0 – по категории **C**<sub>1</sub> и 46,7 – по категории **C**<sub>2</sub> (Протокол № 2002 от 03.10.1957 г.). В подсчет запасов были включены скважины № 51в и №52в, а также фактический дебит родника Карабулак. В связи с переоценкой запасов утратил силу протокол № 8064 от 17.04.1953 г.

В 1959 г. Жезказганская ГРЭ выполнила дополнительные разведочные работы на юго-западном крыле Эскулинского купола (участок Марганец). Были проведены опытно-эксплуатационные откачки из 4-х пробуренных разведочных скважин и источника Карабулак. Подсчет запасов подземных вод (М.А. Хордикайнен, Л.С. Добрынина, М.И. Никоноров и др.) выполнен без учета поверхностных вод р. Жезды как

<sup>1</sup>Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Ч. Валиханова, 94, Институт гидрогеологии и геоэкологии им. У. М. Ахмедсафина.

дополнительного источника питания. В результате этих работ в ГКЗ СССР (Протокол № 3457 от 02.10.1961 г.) были утверждены эксплуатационные запасы подземных вод в следующих количествах (тыс. м<sup>3</sup>/сут): для питьевых целей (до 1 г/дм<sup>3</sup>) по категории **A** – 10,2, по категории **B** – 9,8, по категории **C<sub>1</sub>** – 14,6; для хозяйственных целей (1-2 г/дм<sup>3</sup>) по категории **A** – 3,5, по категории **B** – 2,5, по категории **C<sub>1</sub>** – 2,6.

Значительные объемы разведочных работ, выполненные Жезказганской ГРЭ в 1962-1965 гг практически на всей площади структуры, позволили в 1966 г. произвести переоценку эксплуатационных запасов подземных вод для хозяйственно-питьевого и технического водоснабжения (М.А. Хордикайнен, Т.А. Бейпилов, И.А. Терехин и др.). Протоколом ГКЗ № 4881 от 29.04.1966 г. по состоянию на 01.10.1965 г. на 27-летний срок эксплуатации утверждены следующие запасы, тыс. м<sup>3</sup>/сут ( табл.1.)

Эксплуатация Западного участка Эскулинского месторождения (уч. Марганец) началась с марта 1965 г. скважиной № 1-Г (2 ствола), пробуренной в южной части купола, а также водоотбором из родника Карабулак. При этом суммарный эксплуатационный водоотбор южного участка водозабора достигал 232 дм<sup>3</sup>/с. С ноября 1976 г. начата эксплуатация северной части Западно-Эскулинского водозабора. Первоначально эксплуатировались 8-14 скважин, с 1980 г. – 15 скважин. Водоотбор на участке Марганец (скв. № 1-Г) был прекращен, так как качество подземных вод здесь не отвечало санитарным нормам, предъявляемым к питьевым водам.

Восточно-Эскулинский водозабор в количестве 9 скважин эксплуатируется с 1985 г.

В 2000-2007 гг. в связи с истечением амортизационного срока эксплуатации водозабора на месторождении Эскулы ТОО «Георид» произведена переоценка эксплуатационных запасов подземных вод месторождения. В настоящей работе изложены результаты анализа работы водо-

забора, положенные в основу переоценки запасов. Результаты такого анализа тем более интересны, что с учетом перспектив развития Жезказганского горнорудного района здесь будет расти потребность в воде хозяйственно-питьевого назначения. Соответственно в эксплуатацию будут вовлекаться и другие карбонатные структуры района, по которым потребуются оценка и переоценка эксплуатационных запасов, и опыт эксплуатации водозабора на Эскулинской структуре позволит существенно повысить эффективность решения этих задач.

Эскулинский водозабор расположен в 50-55 км от водопотребителя – г. Сатпаев и рудничной промплощадки АО «Корпорация Казахмыс» и используется для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Водозабор состоит из 24 эксплуатационных скважин. На западном крыле водоотбор осуществляется из 15 скважин глубиной 120-150 м, на восточном крыле эксплуатируются 9 скважин глубиной 130 м. Расстояние между скважинами от 200 м до 4,5 км.

Вода из эксплуатационных скважин по сборным коллекторам диаметром от 200 до 600 мм поступает в сборные железобетонные резервуары насосных станций второго подъема на УВС-1 (узел водопроводных сооружений № 1 – западное крыло) и на УВС-3 (восточное крыло) (рис. 1). Емкость резервуара на УВС-1 равна 1000 м<sup>3</sup>, на УВС-3 – 500 м<sup>3</sup>. Насосные станции второго подъема на УВС-1 и УВС-3 имеют по три насоса типа 300Д/90, 300Д/70 и 500Д/65.

Вода с УВС-1 и УВС-3 по водоводам поступает на УВС-2, расположенный на высотке «Акжал» на расстоянии 27 км от УВС-1. Здесь имеется аккумулирующая емкость объемом 10000 м<sup>3</sup> с насосной станцией. Далее по магистральному водоводу диаметром 630-820 и 1020 мм протяженностью 77,3 км вода поступает на насосную станцию третьего подъема в г. Сатпаев и далее к потребителям. Насосная станция третьего подъема оборудована 2 резервуарами по 5000 м<sup>3</sup> каждый.

Таблица 1. Эксплуатационные запасы подземных вод Эскулинского купола (1965 г.)

Участки	Категории запасов			
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C<sub>1</sub></b>	<b>A+B+C<sub>1</sub></b>
Западное крыло	27,6	42,3	16,8	86,7
Восточное крыло	-	20,1	-	20,1
Всего:	27,6	62,4	16,8	106,8

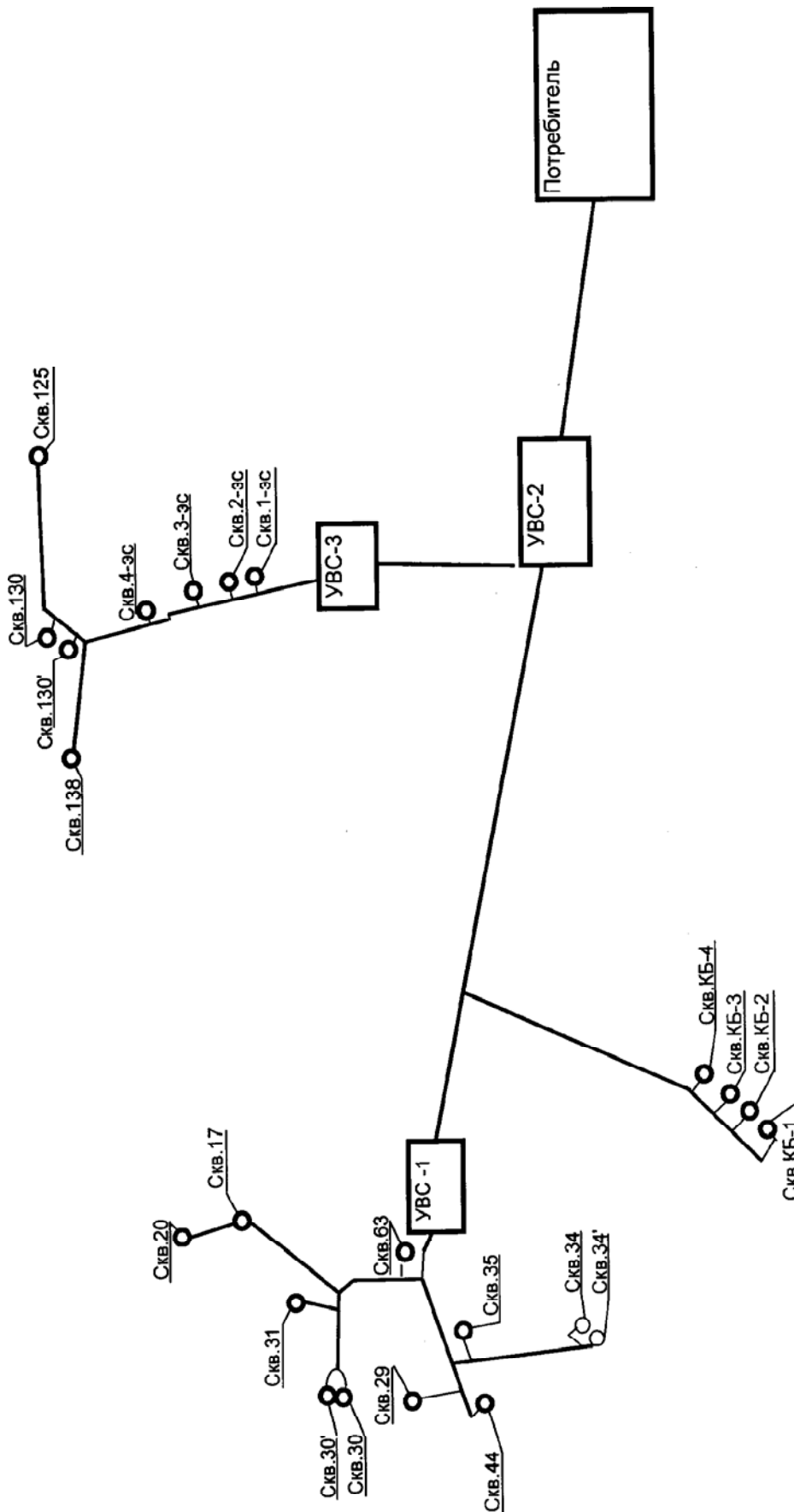


Рис. 1. Схема расположения водозаборных скважин и соединительного коллектора Эскулинского водозабора

Эксплуатация водозабора осуществляется специализированным подразделением трестом «Дортепловодстрой». Техническое обслуживание ведется цехом водопровода.

Эксплуатационные скважины глубиной 120-150 м оборудованы фильтровой колонной диаметром 630-219 мм. Фильтры – перфорированные трубы – установлены в интервалах от 14 до 150 м. Сведения об эксплуатационных скважинах приведены в табл. 2.

В скважинах установлены погружные насосы типа ЭЦВ10-120-60, ЭЦВ12-160-100, и ЭЦВ16-375-175 с паспортной производительностью 2880, 3840 и 9000 м<sup>3</sup>/сут. Нагрузка на насосы составляет 70-85 % их номинальной мощности.

На всех водозаборных скважинах построены павильоны, в которых размещены пусковая и измерительная аппаратура, задвижки. В связи с отсутствием водомеров на скважинах, учет количества воды ведется ежесуточно по суточной производительности насосов. На участках водозабора имеются вся необходимая документация:

- паспорта эксплуатационных скважин;
- паспорта погружных насосов;
- шнуры замера динамического уровня в эксплуатационных скважинах;
- журналы учета количества добываемой воды;
- журналы отбора проб воды.

На каждой эксплуатационной скважине организована зона санитарной охраны строгого режима радиусом 50 м, огороженная забором из колючей проволоки в 6-7 рядов по железобетонным столбам. Ее территория очищена от посторонних предметов и доступ сюда посторонних лиц запрещен.

К зоне ограничений отнесена вся площадь водозабора (Западный и Восточный участки). Посторонние объекты и постройки, не относящиеся к службе эксплуатации водозабора, здесь отсутствуют. Скважины режимной сети, по которым ведутся регулярные режимные наблюдения, оборудованы в соответствии с санитарными требованиями оголовками.

Санитарные условия водозабора в целом хорошие. На территории месторождения и выше по р. Улькен-Жезды отсутствуют промышленные объекты, стоки и сбросы которых способны вызвать химическое загрязнение подземных вод.

Контроль качества подземных вод на водозаборе осуществляется эксплуатирующей орга-

низацией «Дортепловодстрой». В ходе эксплуатации водозабора один раз в квартал отбираются пробы на бактериологический анализ из всех эксплуатационных скважин из общего коллектора. Кроме того, в рамках Государственного мониторинга подземных вод на территории Карагандинской области контроль качества осуществляет ТОО «Карагандамониторинг». Качество воды отслеживается также областной и городской СЭС.

Эксплуатация подземных вод Эскулинского купола началась с марта 1965 г. Первоначально для объектов Жездинского рудника водозабор осуществлялся в юго-западной части структуры (участок Марганец) скважиной 1-Г и родником Карабулак в непрерывном круглосуточном режиме.

Скважина 1-Г, заложенная на самом юге структуры на окраине поселка Марганец, среди домов, эксплуатировалась с расходом 87 дм<sup>3</sup>/с при понижении 7,65 м. При этом было отмечено, что стабилизация уровня наступила очень быстро (на вторые-третьи сутки водоотбора). Родник Карабулак первоначально давал 60 дм<sup>3</sup>/с воды самотеком в трубопровод. В летние месяцы (конец мая-сентябрь) из родника принудительно отбиралось 145 дм<sup>3</sup>/с и суммарный эксплуатационный расход южного участка водозабора достигал 232 дм<sup>3</sup>/с.

Водоотбор не оказал существенного влияния на режим подземных вод на участке Марганец и в целом на Западном крыле Эскулинского купола. Родник и скважина даже при групповой откачке из 10 скважин (1-Г, 3-Г, 4-Г, КБ-1, КБ-2, 8-Г, 57, 6, 61, 34) с суммарным водоотбором в 490,2 дм<sup>3</sup>/с, проведенной с 26.04.1965 г. по 02.10.1965 г., не взаимодействовали. Анализ данных уровня режима подземных вод в наблюдательных скважинах № 373, 374 и 376, расположенных к северу, западу и югу от родника Карабулак, с 1966 по 1975 гг., когда водоотбор в северо-западной части месторождения не осуществлялся, свидетельствует о сохранении ненарушенного режима в этот период, несмотря на сезонный принудительный водоотбор из родника. Тем более его нарушения не наблюдалось вверх по потоку подземных вод.

Подземные воды из родника и скважины №1-Г использовались для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Однако обеспечить санитарное благоустройство территории у скважины №1-Г в

Таблица 2. Сведения по эксплуатационным скважинам Эскулинского водозабора

№ пп	№ скв.	Абсолютная отметка устья, м	Глубина скв., м	Диаметр скважины, мм	Диаметр фильтра, мм	Интервал установки фильтра, от-до, м	Глубина до воды, м		Понижение уровня на 2000 г., м	Результаты опробования при проведении разв. работ		Марка насоса
							На начало эксплуатации	На 2000 г.		Дебит, дм <sup>3</sup> /с	Понижение, м	
Западно-Эскулинский водозабор												
1	17	476,38	130,0	720/273	426/273	27-68/68-125	5,60	24,20	18,6	73,0	4,5	ЭЦВ-12-160-100
2	20	480,16	150,0	720/273	426/273	27-78/78-145	7,40	30,54	23,1	70,2	10,00	ЭЦВ-12-160-100
3	29	470,38	130,0	980/273	630/273	33-70/68-125,5	3,20	33,8	30,6	90,0	1,24	ЭЦВ-12-160-100
4	30	490,41	150,0	980/273	630/273	36,2-100/100-145	23,00	46,81	23,8	40,3	0,35	ЭЦВ-16-375-175
5	30'	490,51	150,0	980/273	630/273	39-100/100-145,9	23,00	46,81	23,8			ЭЦВ-16-375-175
6	31	486,48	150,0	720/273	426/273	39,7-103/97-145	19,60	43,00	23,4	90,6	5,45	ЭЦВ-12-160-100
7	34	489,52	150,0	980/273	630/273	33-85/85-145	23,00	45,15	22,2	112,4	0,71	ЭЦВ-16-375-175
8	34'	489,52	150,0	980/273	630/273	33-85/85-145	23,00	45,15	22,2			ЭЦВ-12-160-100
9	35	478,70	150,0	720/273	426/273	30,4-93/93-145	11,00	36,40	25,4	57,0	1,65	ЭЦВ-12-160-100
10	44	476,36	150,0	820/273	426/273	26,2-75,6/75,6-145	9,10	31,44	22,3	45,0	3,07	
11	63	473,55	150,0	820/273	426/273	30-70,6/70,6-150	5,60	31,00	25,4	33,1	4,11	ЭЦВ-12-160-100
12	КБ-1	453,5	120,0	720/273	426/273	16,1-73/73-116	1,00	27,86	26,9	83,0	3,80	ЭЦВ-12-160-100
13	КБ-2	453,5	112,0	720/273	426/273	20-100/100-112	1,60	27,86	26,3	61,0	2,85	ЭЦВ-12-210-145
14	КБ-3	453,5	120,0	720/273	426/273	16,4-70,7/70,7-115	0,20	27,86	27,7			ЭЦВ-12-160-100
15	КБ-4	453,5	120,0	720/273	426/273	27-70/68-115	0,00	27,86	27,9			ЭЦВ-12-160-100
Восточно-Эскулинский водозабор												
17	1-эс	473,32	130,0	720/273	426/219	14-70/70-125	0,00	33,57	33,6	60,0	0,88	ЭЦВ-10-120-60
18	1'-эс	473,32	130,0	720/273	426/219	14-70/70-125	0,00	33,57	33,6			ЭЦВ-10-120-60
19	2-эс	473,55	120,0	720/273	426/219	10-70/70-120	0,00	30,58	30,6	90,0	2,15	ЭЦВ-10-120-60
20	3-эс	475,79	130,0	720/273	426/219	18-70/70-125	4,50	30,36	25,9	49,0	1,0	ЭЦВ-10-120-60
21	4-эс	478,57	130,0	820/273	426/219	25-70/57-125	8,80	31,83	23,0	35,0	6,3	ЭЦВ-10-120-60
22	125	486,08	130,0	820/273	426/219	25-70/70-125	15,30	42,92	27,6	22,5	2,15	ЭЦВ-10-120-60
23	130	481,80	130,0	720/273	426/219	14-70/70-125	11,25	35,88	24,6	32,2	1,2	ЭЦВ-10-120-60
24	138	504,8	120,0	720/273	426/219	20-70/70-120	33,60	55,92	22,3	8,0	0,4	ЭЦВ-10-120-60

черте поселка, где содержалось много скота, было проблематично. Инфильтрация нечистот в грунт отрицательно сказывалась на бактериологическом состоянии воды (коли-титр-126, коли-индекс-38). В результате скважина в 1976 г. была закрыта.

С ноября 1976 г., в связи с ростом потребности в воде хорошего качества для хозяйственно-питьевого водоснабжения, начата эксплуатация северной части Западно-Эскулинского водозабора. Первоначально в эксплуатации находилось 7 скважин (№ 17, 20, 34, 34р, 35, 44, 63), в 1977 г. – 10 (добавились скв. № 30, 30 р, 31), а в 1981 – 15 скважин, предусмотренные проектом (№ 17, 20, 29, 30, 30р, 31, 34, 34р, 35, 44, 63, КБ-1-4, в том числе КБ-2-4 – для водоснабжения п. Жезды). Скважины № 44, 63, 30<sup>3</sup>, 34<sup>3</sup> являются резервными. С 1981 по 1984 гг. водоотбор осуществлялся из всех 15 скважин, в последующие годы (до 1996 г.) – из 12-14 скважин, причем вышедшие из строя скважины восстанавливались в течение 1-2 лет. В 1997-1998 гг. работали 9 скважин, в 1999 г. – 9, в 2000 г. – 14 скважин. Лишь одна скважина – № 44 – не работала в течение последних 8 лет.

В процессе эксплуатации производительность водозабора возросла от 28,9 тыс. м<sup>3</sup>/сут в 1977 г. до 71,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут в 1981 г., что составило 82 % от общего количества утвержденных запасов Западного крыла Эскулинского купола по сумме категорий А+В+С<sub>1</sub>. В дальнейшем водоотбор снизился до 49,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут в 1985 г., а в 1986 г. был увеличен до 55,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В 1987-1994 гг. водоотбор был сравнительно стабильным и составлял 38,1-47,9 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В 1995 г. водоотбор был снижен достаточно резко и средняя производительность водозабора составила 34,2 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а в 1996 г. – 25,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут. С 1997 по 1998 гг. водоотбор продолжал снижаться до 14,3-13,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В 1999 г. наблюдалось увеличение водоотбора до 18,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а в 2000 г. до 42,8 тыс. м<sup>3</sup>/сут, т.е. до 49 % от суммы утвержденных запасов Западного крыла.

В 1985 в эксплуатацию был запущен Восточно-Эскулинский участок водозабора, состоящий из 9 скважин. Скважины № 1-эс, 2-эс, 3-эс, 4-эс, 125, 130, 138 являются основными эксплуатационными скважинами, № 1<sup>3</sup>-эс, 130<sup>3</sup> – резервными. При этом производительность водозабора в первый год росла постепенно, по мере включения в

эксплуатацию новых скважин, от 2,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут в начале (в феврале 1985 г.) до 10,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут к концу года. В дальнейшем среднегодовая производительность этого водозабора колебалась в пределах 14,1-21,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Максимальный водоотбор, зафиксированный в 1991 г., составил 104,5 % от количества утвержденных запасов Восточного крыла Эскулинского купола. В последующие годы происходит постепенное уменьшение водоотбора до 11,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут в 1996 г. и до 3,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут в 1997-2000 гг.

Постоянно в работе находились 7-8 скважин. Длительное время не эксплуатировались скважины № 4-эс (1986-1990 гг., 1993-1997 гг., 1999-2000 гг.) и № 138 (1996-2000 гг.). Динамика среднегодового водоотбора на Эскулинском водозаборе отобрана в табл. 3.

Суммарная производительность Эскулинского водозабора после ввода в эксплуатацию Восточно-Эскулинского участка водозабора в 1986 г. достигла 69,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут. С 1987 по 1994 гг. среднегодовая суммарная производительность колебалась в пределах 5,6-6,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В 1995 г. суммарный водоотбор составил 47,6 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а в 1996 г. – 36,4 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В 1997-1998 гг. водоотбор колебался от 18,0 до 17,3 тыс. м<sup>3</sup>/сут. В 1999-2000 гг. отмечалось увеличение водоотбора с 21,7 до 46,5 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Динамика суммарного среднегодового водоотбора на Эскулинском водозаборе отражена на рис. 2.

Регулярные режимные наблюдения на Эскулинском месторождении начались в 1965 г. в условиях ненарушенного режима, когда, в основном по границам северной части Западно-Эскулинского крыла, были введены 5 наблюдательных скважин (№ 351, 354, 355, 363, 371). В 1966 г. были пробурены скважины № 351, 352 на северо-восточном крыле, № 374 вблизи родника Карабулак и № 367 рядом с разведочно-эксплуатационной скважиной № 34, 379 на юго-западной границе водозабора и № 378 – у р. Улькен-Жезды. В 1968 г. включена в режимную сеть еще одна наблюдательная скважина западнее родника Карабулак № 373. В 1971 г. южнее скважин КБ-1-4 пробурена скважина № 376, на северо-западном фланге участка – скважины № 359, 360, 361 и скважина № 366 у реки. В 1983 г. введена в эксплуатацию скважина № 380, однако, из 13-летнего цикла (1973-1985 гг.) наблюдения в ней велись лишь в течение 9 лет.

Таблица 3. Среднегодовой отбор подземных вод по эксплуатационным скважинам Эскулинского водозабора

№ скв.	Среднегодовой водоотбор м <sup>3</sup> /сут															
	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Западно-Эскулинский водозабор																
17	400,0	1487,6	2449,3	3389,0	3923,2	4049,3	2095,8	2183,5	1712,3		2802,7	4104,1	1397,2	1824,6	2624,6	
20	700,0	378,0	4197,2	4383,5	3156,1	4641,0	3375,3	2887,6	2989,0	3276,7	3665,7	3860,2	4172,6	4326,0	4671,2	
29			7863,0	7863,0	3487,6	2665,7	1969,8	3701,3	1720,5					213,6	3098,6	
30		1501,3	693,1	4854,7	4575,3	7789,0	8980,8	8413,6	6835,6	9364,3	6084,9	2252,0	2430,1	2810,9	4709,5	
30р		6446,0	9358,9	3819,1	8915,0	9926,0	3356,1	1501,3	5265,7	7939,7	7895,8	6523,2	11104,1	6498,6	2002,7	
31		1293,1	186,3	1882,1	3438,3	4328,7	3361,6	3830,1	3605,4	660,2	2854,7	3504,1	3816,4	3082,1	2383,5	
34	700,0	3454,7	4104,1	6610,9	12183,5	10846,5	11756,1	9802,7	5610,9	3183,5	4761,6	27,3	5416,4	5835,6	4915,0	
34р	500,0	9284,9	5660,2	3572,6	1591,7	6750,6	7964,3	2904,1	6224,6	10997,2	9479,4	1298,6	821,9		1342,4	
35	400,0	2309,5	1958,9	2726,0	3367,1	4682,1	4265,7	3994,5	2375,3	2356,1	2501,3	3619,1	3605,4	3446,5	3210,9	
44	800,0	2167,0	3920,5	2487,6	1989,0	2002,7	542,4	3772,6	3432,8	1372,6	3320,5	4504,1	4800,0	3750,6	2495,8	
63	400,0	547,9	1317,8	1126,0	2328,7	2769,8	3942,4	2600,0	1767,1	1580,8	1594,5		841,0	2912,3	2224,6	
КБ-1			1400,0	4556,1	4287,6	4479,4	4998,6	1600,0	591,7	3471,2	4827,3	4183,5	3468,4	2668,4		
КБ-2				147,9	1013,6	1438,3	1238,3	3808,2	4241,0	232,8		682,1	1638,3	326,0	389,0	
КБ-3			665,7			128,7	2400,0	3528,7	4402,7	1558,9	2087,6	2819,1		1509,5	4361,6	
КБ-4			687,6	4506,8	4616,4	4597,2	4378,0	3468,4	4808,2	3600,0	3665,7	4838,3	4364,3	3791,7	3873,9	
Всего:	3900,0	28870,0	44462,6	51925,3	58873,1	71095,0	64625,2	57996,6	55582,8	49594,0	55541,7	42215,7	47876,1	42996,4	42303,3	
Восточно-Эскулинский водозабор																
1-эс										860,2	164,3	2071,2	1800,0	2145,2	2679,4	
1'-эс												654,7	1586,3	1243,8	1457,5	
2-эс										1493,1	2813,6	2594,5	1906,8	2408,2	2556,1	
3-эс											1975,3	2775,0		2005,4	2632,8	
4-эс										90,4						
125										1293,1	2487,6	2169,8	2879,4	2556,1	2008,2	
130										1109,5	2235,6	2693,1	3843,8	3663,0	2443,8	
130'										405,4	1591,7	1534,2	3800,0	2917,8	1043,8	
138										2117,8	2832,8	2030,1	2852,0	2479,4	863,0	
Всего:	3900,0	28870,0	44462,6	51925,3	58873,1	71095,0	64625,2	57996,6	55582,8	7369,5	14100,9	16522,6	18668,3	19418,9	15684,6	
Итого:										56963,5	69642,6	58738,3	66544,4	62415,3	57987,9	

Продолжение табл. 3

№ скв.	Среднегодовой водоотбор м <sup>3</sup> /сут											
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2000	26
1	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26		
Западно-Эскулинский водозабор												
17	3320,5	3369,8	2682,1	1868,4	2649,3	701,3						1440,0
20	3969,8	3545,2	2882,1	2873,9	2720,5	2016,4	1490,4	1420,3	1913,1	2213,0		2213,0
29	934,2	2890,4	2610,9	2953,4	2268,4	997,2						3460,0
30	4852,0	9043,8	9446,5	11284,9	7465,7	835,6	2991,7	2911,7	3072,0	3802,0		3802,0
30р	4832,8	1345,2	3780,8	536,9	1931,5	4419,1	2416,4	2250,4	3075,9	3802,0		3802,0
31	3616,4	2068,4	1964,3	2315,0	1167,1	2046,5	835,6	744,0	1236,8	3802,0		3802,0
34	2200,0	3134,2	5898,6	4564,3	4608,2	5131,5	1057,5	794,7	1646,6	3802,0		3802,0
34р		1227,3		2098,6	1780,8	2079,4	630,1	1300,0	1433,9	3802,0		3802,0
35	3049,3	1956,1	2273,9	2669,8	2917,8	2224,6	1180,8	1683,5	2176,3	2476,0		2476,0
44	3410,9	569,8										
63	704,1	2331,5	2479,4	2720,5	1145,2							3802,0
КБ-1	3397,2	2810,9	1769,8	1194,5	945,2							2592
КБ-2					679,4	63,0						2592
КБ-3	961,6		1663,0	2895,8	898,6	2227,3	665,7	227,2	1725,4	2592		2592
КБ-4	3676,7	3786,3	2569,8	3208,2	3019,1	2690,4	3032,8	2240,7	1728,0	2592		2592
Всего:	38925,5	38078,9	40021,2	41184,2	34196,8	25432,3	14301,0	13572,5	18008,0	42769,0		42769,0
Восточно-Эскулинский водозабор												
1-эс	2649,3	2830,1	2279,4	2432,8	2158,9	1520,5	789,0	500,7	500,7	500,7		500,7
1'-эс	1836,5	2715,0	2279,4	2432,8	1701,3	1575,3	463,0	311,0	311,0	311,0		311,0
2-эс	2769,8	2827,3	2279,4	2424,6	2013,6	1608,2	523,2	583,1	583,1	583,1		583,1
3-эс	2723,2	2832,8	2287,6	2432,8	2030,1	1416,4	578,0	527,0	527,0	527,0		527,0
4-эс	1972,6	2841,0						99,5	99,5	99,5		99,5
125	2487,6	2832,8	2287,6	2306,8	1904,1	1673,9	638,3	715,6	715,6	715,6		715,6
130	2635,6	2704,1	2287,6	2372,6	2183,5	1663,0	578,0	525,0	525,0	525,0		525,0
130'	2342,4		471,2		1208,2	1487,6	131,5	464,0	464,0	464,0		464,0
138	1528,7		1871,2	1624,6	208,2							
Всего:	20945,7	19583,1	16043,4	16027,0	13407,9	10944,9	3701,0	3725,9	3725,9	3725,9		3725,9
Итого:	59871,2	57662,0	56064,6	57211,2	47604,7	36377,2	18002,0	17298,4	21733,9	46494,9		46494,9



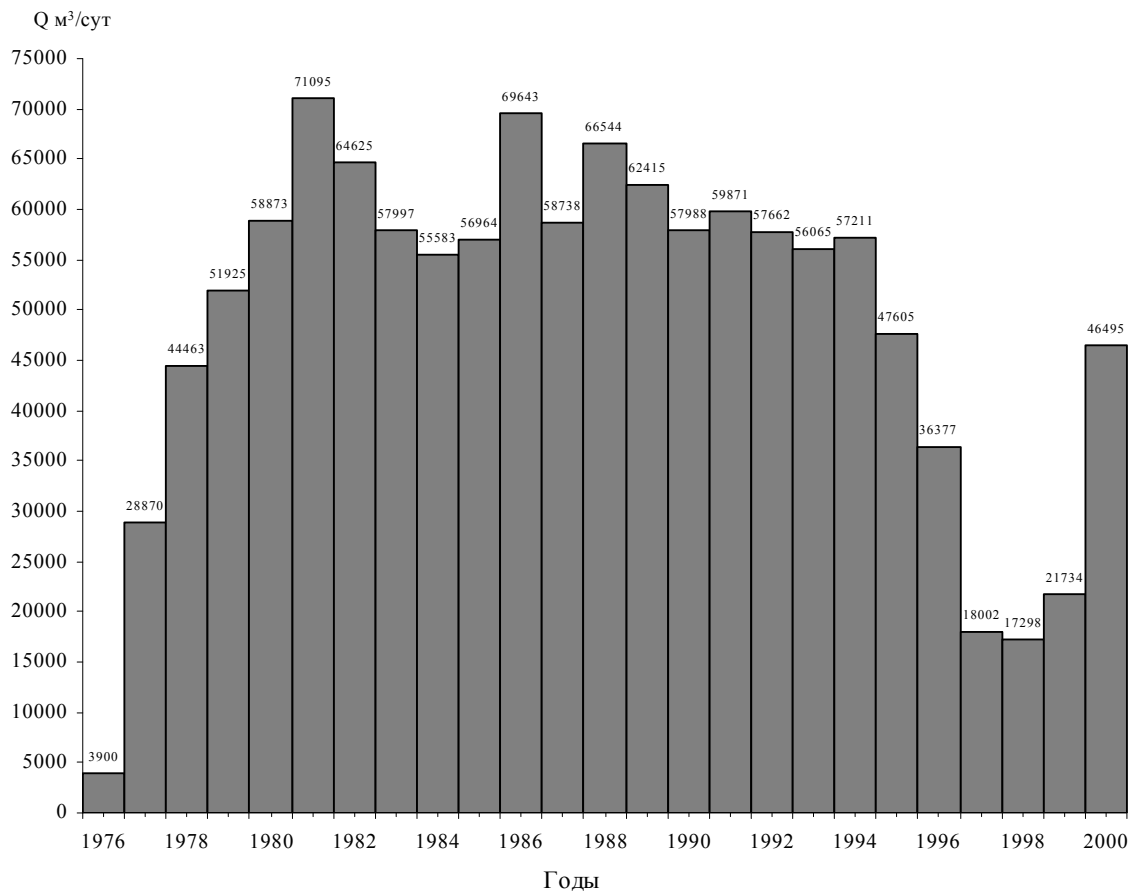


Рис. 2. Динамика среднегодовой суммарной производительности Эскулинского водозабора (м³/сут)

По причине выхода из строя с 1986 г. не ведутся наблюдения в скважинах № 355, 378, 379 (две последние в 2000 г. восстановлены), а с 1987 г. в скважине №367, с 1992 г. в скважине №354, с 1995 г. в скважине № 353. Не проводились режимные наблюдения с 1986 по 2000 гг. в скважине №380, с 1994 – в скважине № 363. В 2000 г. они восстановлены и включены в наблюдательную сеть.

В соответствии с «Проектом на проведение переоценки эксплуатационных запасов подземных вод Жанайского и Эскулинского месторождений», режимная сеть Западного участка была дополнена в 2000 г. 9 наблюдательными скважинами.

С 2001 г. в составе режимной сети на Западном участке в рабочем состоянии находятся 25 наблюдательных скважин (№ 351, 352, 353, 359, 360, 361, 363, 364, 366, 371, 373, 374, 376, 378, 379, 380, 7-н, 8-н, 9-н, 10-н, 11-н, 20-1, 31-1, 35-1, 44-1). Режимной сетью охвачена практически вся площадь Западно-Эскулинского участка. С ее помо-

щью осуществляется мониторинг подземных вод фамен-турнейских отложений ( $D_3fm-C_1t$ ), за исключением скважины № 364, пробуренной в отложениях среднего девона-франского яруса верхнего девона ( $D_2-D_3fr$ ).

Кроме того, динамический уровень в процессе эксплуатации замерялся в 10 эксплуатационных. На Восточно-Эскулинском водозаборе сеть режимных скважин была разбурена только в 2000 г. в количестве 8 скважин (№1-1, 4-1, 130-1, 14-н, 15-н, 16-н, 17-н, 20-н) и распределена равномерно вдоль всего участка. С 2001 г. в них ведутся наблюдения за уровнем подземных вод продуктивного водоносного комплекса. В эксплуатационных скважинах Восточно-Эскулинского водозабора динамический уровень фиксировался с момента ввода в эксплуатацию (1985 г.).

Интенсивный водоотбор подземных вод на Западном крыле Эскулинского купола в 1979-1986 гг. (в среднем 58,2 тыс. м³/сут) вызвал зна-

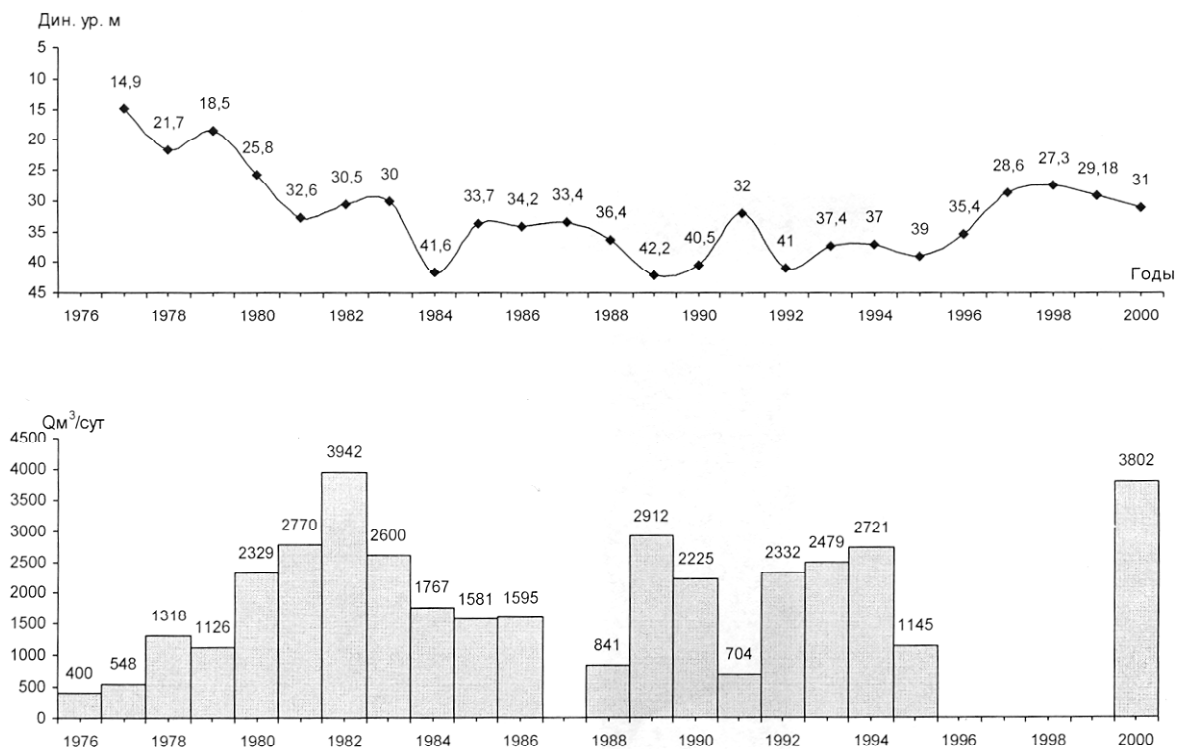


Рис. 3. График изменения динамического уровня в скважине №63, совмещенный с диаграммой водоотбора по скважине

чительное снижение динамических уровней в эксплуатационных скважинах. В то же время максимальное понижение динамического уровня (31,5-39,0 м) в ряде скважин отмечалось в 1989 г. (№ 44, 63, КБ-1) и в 1994 г. (№ 20, 31), 1995 г. (№ 29, 30, 34), когда суммарный, относительно стабильный водоотбор в среднем составлял уже 41,7 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Совмещенные графики колебания среднегодового динамического уровня и диаграмм водоотбора по скважинам № 63 и №30 приведены на рис. 3 и 4.

На западной границе Западно-Эскулинского водозабора в наблюдательной скв. № 359, расположенной в 5,5 км от крайней эксплуатационной скважины, понижение уровня составило 5,31 м и пришлось на 2000 г., а в скважине № 360 (в 2,5 км) – уже 15,63 м. На юго-западной границе (скв. № 371) снижение уровня подземных вод наблюдалось с 1976-1986 гг. (1,18 м), затем начался его подъем. На северной границе – в скв. № 353, отстоящей от эксплуатационной скважины № 20 на расстояние 1,7 км, максимальное понижение уровня составило 13,59 м.

В скважинах, расположенных на площади водозабора вблизи или между эксплуатационны-

ми скважинами, максимальное понижение уровня достигло 20,14-29,54 м и пришлось на 1986-87 гг. Самое большое понижение уровня (38,73 м в 1989 г.) наблюдалось в скважине № 374, расположенной в 1600 м к северо-востоку от группы скважин КБ-1-4.

В целом существующая наблюдательная сеть в период с 1965 по 1976 гг. выполняла задачи мониторинга ненарушенного режима подземных вод отложений фаменского яруса верхнего девона-турнейского яруса нижнего карбона. С введением в эксплуатацию Западно-Эскулинского водозабора и увеличением водоотбора в период с 1976 по 1986 гг., наблюдениями выявлено достаточно равномерное и продолжительное снижение уровней. С 1986 г. отмечается стабилизация уровней подземных вод в зоне влияния водозабора, и даже некоторый их подъем, хотя существенного восстановления уровней после уменьшения общей величины водоотбора не произошло.

В последние годы (1997-2000 гг.) в некоторых скважинах наблюдался подъем уровней, обусловленный положительным влиянием плотин, сооружаемых на р. Улькен-Жезды и ее притоках;

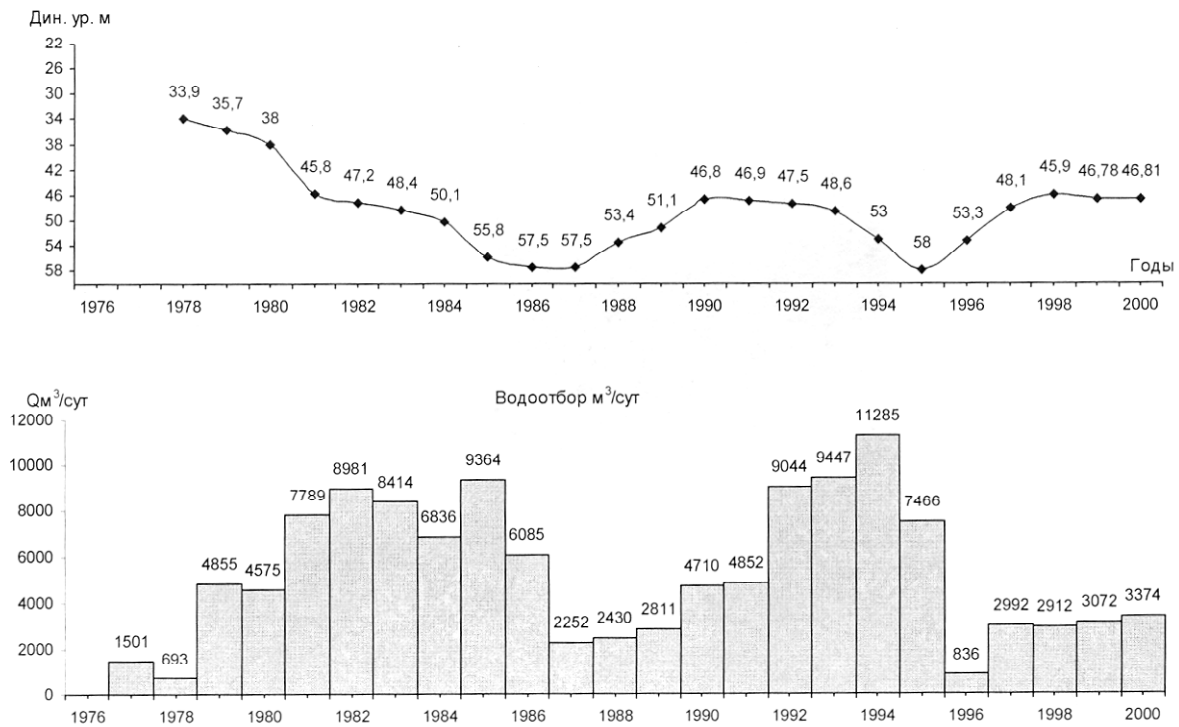


Рис. 4. График изменения динамического уровня в скважине №30, совмещенный с диаграммой водоотбора по скважине

в 2000 г. построена постоянная насыпная плотина с объемом водохранилища до 8,0 млн. м³, которая, несомненно, улучшает условия питания подземных вод. В скважине № 364, расположенной в 1,6-2,5 м восточнее эксплуатационных скважин № 63, 17, и пробуренной в отложениях среднего девона-франского яруса верхнего девона, снижение уровня в многолетнем разрезе не наблюдалось, что свидетельствует о значительно более низких фильтрационных свойствах последних и о весьма незначительном влиянии на подземные воды этого комплекса других водоносных комплексов.

На Восточно-Эскулинском водозаборе, введенном в эксплуатацию в 1985 г., уровни в эксплуатационных скважинах с нарастанием водоотбора снижаются достаточно быстро в основном до 1989-1990 гг. (на 22,8-33,57 м). В дальнейшем наблюдается их стабилизация на достигнутых

отметках. Снижение суммарного водоотбора в 1997-1998 гг. отразилось в некотором восстановлении уровней в эксплуатационных скважинах, (кроме того, на этот же период приходится повышенные значения сумм эффективных осадков), а увеличение водоотбора к 2000 г. вновь сопровождалось понижением уровня подземных вод. Совмещенный график колебания среднегодового динамического уровня и диаграммы водоотбора по скважине № 3-эс приведены на рис. 5.

Общие запасы подземных вод Эскулинского месторождения в 1966 г. были оценены балансовым методом на расчетный срок эксплуатации в 25 лет; распределение их представлено в табл. 4.

В подсчет запасов были включены площади, попадающие в зону влияния проектных водозаборов и составили: для Западного крыла – 227 км² (в том числе для русаковского горизонта – 85 км²), для Восточного – 60 км². Коэффициент сработки

Таблица 4. Сводная таблица запасов подземных вод Эскулинского купола (дм³/с)

Западное крыло			Восточное крыло		
Статические запасы	Динамические запасы	Всего	Статические запасы	Динамические запасы	Всего
492	512	1004	167	66	233

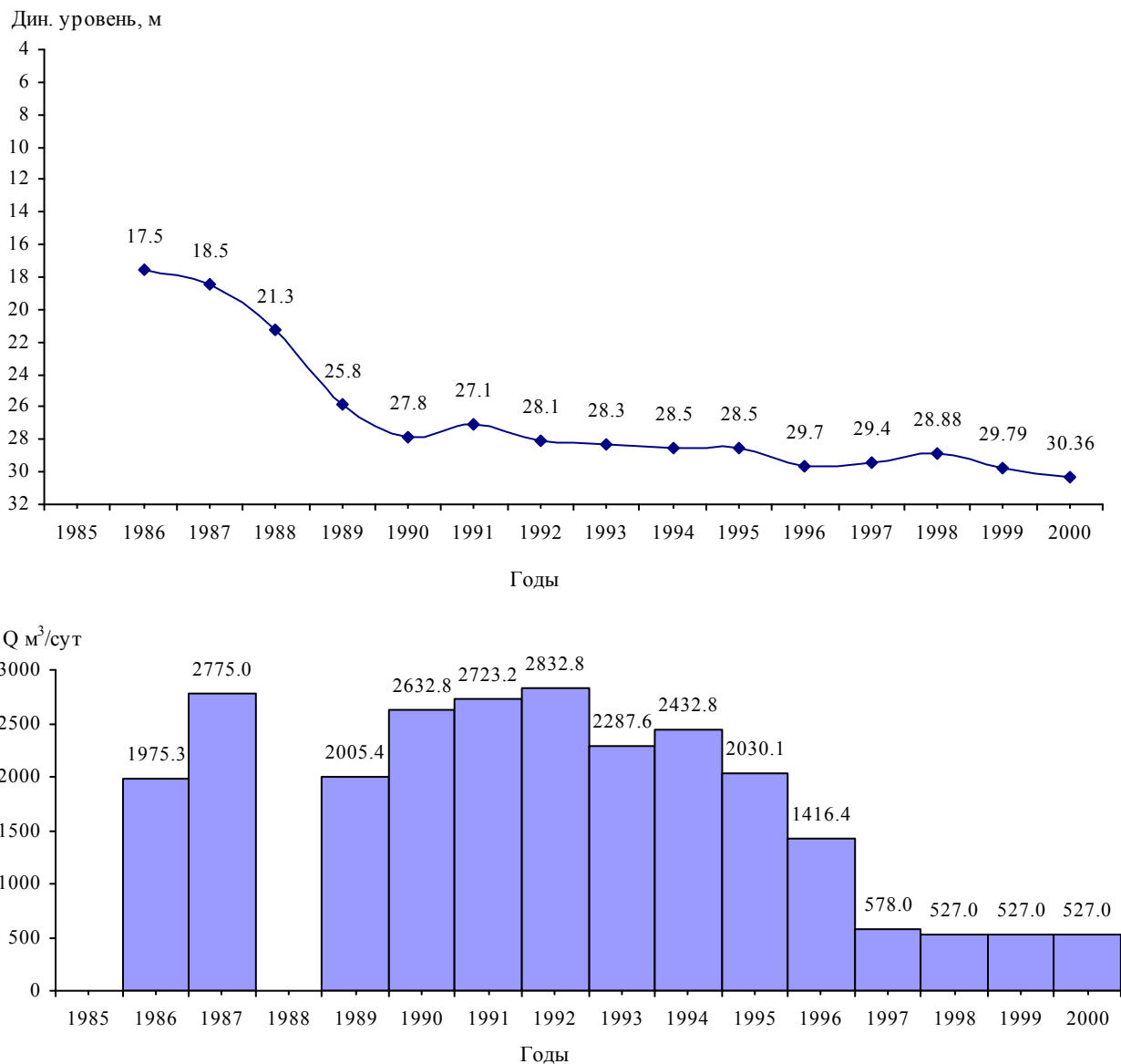


Рис. 5. График изменения динамического уровня в скважине № 3-э, совмещенный с диаграммой водоотбора по скважине

статических запасов принят равным 0,5-0,6 от общего их количества, расчетная мощность обводненной зоны 100 м. Коэффициент водоотдачи для подсчета динамических запасов на Западном крыле принят равным 0,05, для статических 0,04 – для кассинских отложений и 0,02 – для русаковских. На Восточном крыле коэффициент водоотдачи для подсчета статических и динамических запасов принят равным 0,04. Амплитуда колебаний уровня подземных вод для кассинских отложений составила 0,86 м, для русаковских – 1,49 м.

Для сложных гидрогеологических условий с крайне неоднородными фильтрационными свой-

ствами водовмещающих пород, такой подсчет в тот период был вполне оправдан и признан ГКЗ единственно верным методом подсчета запасов. В обоснование категоризации эксплуатационных запасов по Западному крылу к категории **A** был отнесен суммарный водоотбор при групповой откачке из 7 скважин (№ 17, 19, 29, 31, 35, 44, 63) в количестве 320  $\text{дм}^3/\text{с}$ , к категории **B** – суммарный водоотбор при групповой откачке из 10 скважин (№ 1-Г, 3-Г, 4-Г, КБ-1, КБ-2, 8-Г, 57, 46, 61, 34) в количестве 490,2  $\text{дм}^3/\text{с}$ . Разница между общими запасами и запасами категорий **A+B** отнесена к категории **C<sub>1</sub>** и составила 194  $\text{дм}^3/\text{с}$ .

По Восточному крылу все запасы, посчитанные балансовым методом, по степени изученности были отнесены к категории **В** – 233 дм<sup>3</sup>/с.

Применение гидродинамического расчета снижения динамического уровня на конец расчетного периода (25 лет) в центре линейного водозабора протяженностью 22,5 км на Западном крыле и 20 км на Восточном крыле, было признано ГКЗ для данных гидрогеологических условий с крайне неоднородными фильтрационными свойствами водовмещающих пород нецелесообразным.

При проектировании водозаборов на Эскулинской структуре было рекомендовано ориентироваться на пробуренные и опробованные откачки наиболее водообильные скважины, включенные в обоснование подсчета запасов. Однако фактически на Эскулинской структуре схема водозаборов не соответствует проектной. Водозаборы расположены в северных частях Западного и Восточного крыльев. На Западном водозаборе крайние скважины отстоят на расстоянии 10 км друг от друга, на Восточном – на 2,5-3,5 км.

Такое расположение эксплуатационных скважин водозаборов, в общем-то, вполне оправданно по нескольким причинам. Во-первых, материальные затраты на эксплуатацию более компактного водозабора значительно ниже, чем водозабора большой протяженности. Во-вторых, площадь распространения продуктивного водоносного комплекса в северной части значительно больше а, следовательно, и основная часть эксплуатационных запасов сосредоточена здесь. Кроме того, в южном направлении на Восточном крыле располагается область повышенной минерализации, а также отмечается увеличение жесткости воды. На Восточно-Эскулинском водозаборе повышение минерализации в процессе эксплуатации, скорее всего, связано с подтягиванием более минерализованных вод с глубины. Целесообразно поэтому глубину скважин здесь предусматривать не более 100 м. Незначительные колебания минерализации за 25-летний период эксплуатации Западно-Эскулинского водозабора подтвердили правильность выбранной фактической схемы водозабора, хотя здесь также есть смысл уменьшить глубину эксплуатационных скважин. Увеличение минерализации с глубиной было зафиксировано еще при проведении разведочных работ.

На Восточно-Эскулинском крыле в 1989-1991 гг. (через 5-7 лет от начала эксплуатации) фактический водоотбор (224,8-242,4 дм<sup>3</sup>/с) достиг величины утвержденных эксплуатационных запасов (233 дм<sup>3</sup>/с), а динамический уровень в эксплуатационных скважинах снизился на 25-28 м и в дальнейшем, даже при сравнительно стабильном водоотборе вплоть до 1994 г. (185,7-226,7 дм<sup>3</sup>/с), уже не имел тенденции к существенному снижению.

На Западно-Эскулинском крыле при достигнутом в 1981 г. водоотборе в 823 дм<sup>3</sup>/с (71,1 тыс. м<sup>3</sup>/сут), или 82 % от суммы утвержденных запасов подземных вод, понижение уровня в наблюдательных скважинах достигло 0,37-16,61 м и до 1986 г. при водоотборе в 574-642 дм<sup>3</sup>/с увеличилось до 2,07-35,0 м. В дальнейшем также наблюдалась стабилизация уровня, иными словами сработка естественных запасов за длительный период эксплуатации не наблюдалась, по-видимому, за счет привлечения дополнительных ресурсов.

Сравнительный анализ результатов разведки и опыта эксплуатации свидетельствует о достоверности принятых при подсчете запасов значений расчетных параметров, а также о неучтенных дополнительных источниках питания подземных вод. Изучение гидрологического режима поверхностного стока, а также подсчет запасов методом математического моделирования позволяет проверить точность расчетных гидрогеологических параметров и определить величину составляющих элементов баланса, а также оценить количественно дополнительные источники питания, сложившиеся в последние годы в условиях изменившегося гидрологического режима поверхностного стока.

Влияние эксплуатации подземных вод на окружающую среду выражается, прежде всего, в снижении уровней подземных вод и образовании депрессионной воронки на площади водозабора. Наибольшая сработка уровней отмечена в годы наиболее интенсивного отбора воды и достигла по отдельным эксплуатационным скважинам 35-40 м. Снижение уровней вызывает пересыхание плесов р. Жезды на участках, непосредственно прилегающих к местам заложения эксплуатируемых скважин. Здесь происходит угнетение растительного покрова – высыхают влаголюбивые разновидности.

В результате осушения значительных емкостей, возрастания интенсивности поглощения паводковых вод отмечается активизация карсто-во-суффозионных процессов, в результате чего карстовые пустоты, заложенные в водоносных известняках под аллювиальными отложениями, проявляются на дневной поверхности в виде провалов. Так, в районе расположения скважины 17 в русле реки открылись провальные воронки диаметром около 1 м, глубиной 2-3 м, частично заполненные гравием, обломками коренных пород и песчаным материалом. Вокруг некоторых эксплуатационных скважин наблюдаются проседания поверхности, приводящие в отдельных случаях к повреждению павильонов над скважинами.

Вместе с тем, вскрытие карстовых пустот под рыхлыми отложениями создает благоприятные условия для интенсификации питания подземных вод паводковыми водами, повышает эф-

фективность плотин и дамб, построенных для искусственного пополнения запасов подземных вод.

В результате эксплуатации месторождения прекратили функционировать родники, расположенные в зоне влияния водозабора. Эти родники, как правило, приурочены к турнейским карбонатным породам эксплуатируемой структуры, и расположены не далее 6-7 км от водозаборных скважин. Измеренный расход родника Карабулак в период паводка 2001 г. составил 19,0 дм<sup>3</sup>/с, в межень он практически отсутствует. Родники, приуроченные к девонским красноцветным породам в 2-3 км к востоку от водозабора, продолжают функционировать.

Снижение уровней подземных вод на глубину до 20-30 м привело к нарушению взаимосвязи подземных и речных вод. Произошел отрыв уровня подземных вод и теперь наблюдается процесс фильтрации (дождевания) поверхностных вод до уровня подземных вод.