

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 419 (2016), 144 – 149

У. В. Сотников, В. М. Ибраимов

NAO «Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev», Almaty, Kazakhstan.
E-mail: sotnikov_yevgeniy@mail.ru, viib@mail.ru

**UPDATE ON THE ISSUE OF FORMATION CONDITIONS
OF OPERATIONAL GROUNDWATER RESERVES
OF LAYERED GROUNDWATER SYSTEMS BASED
ON THE EXPERIENCE OF EXPLOITATION.
(On the example of Akshabulak groundwater well field)**

Abstract. There are quite a lot of efforts to measure the groundwater leakage from adjacent aquifers of layered groundwater systems for the assessment of groundwater operational reserves of different order artesian basins. The reliability of these assessments is entirely determined by two main factors – matching of the network (design scheme) with the natural conditions and credibility of filtration and storage parameters assessment of the main and adjacent aquifers and groundwater leakage parameters. Experimental field determination of the last is still relatively rare event primarily because of a significant high cost of such experiments. Frequently, when interpreting the results of field tests in filtration processes the impact of leakage from the adjacent aquifer is completely ignored. Filtration and capacitive properties of the straightest asymptotic sections of timeline tracking are accepted as the “reliable” ones.

On the one hand it causes a significant "safety margin" since this approach pressure conductivity factor is close to 10^6 m²/day which substantially corresponds to the This scheme (of isolated bed). On the other hand this approach does not reflect the real hydrodynamic conditions of the object and as a result leads to significant errors in subsequent calculations. Data processing of groundwater exploitation regime confined to a layered aquifer systems on the example of Akshabulak (Kyzylorda region) has allowed to establish that during the process of drawing the whole water formation gets involved into the "work". This fact indicates that the main role in the formation of operational stocks of Akshabulak groundwater reserves plays the factor of leakage from adjacent aquifers through poorly permeable layers.

Keywords: layered aquifer systems, groundwater well field, hydrogeological parameters, operating reserves, operating regime/mode/conditions.

УДК 556.3.048

Е. В. Сотников, В. М. Ибраимов

НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К. И. Сатпаева», Алматы, Казахстан

**К ВОПРОСУ УТОЧНЕНИЯ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ЗАПАСОВ ПОДЗЕМНЫХ ВОД СЛОИСТЫХ
ВОДОНОСНЫХ СИСТЕМ ПО ДАННЫМ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ.
(На примере месторождения подземных вод Акшабулак)**

Аннотация. Известно достаточно много попыток учёта перетекания подземных вод из смежных водоносных горизонтов слоистых толщ при оценках эксплуатационных запасов подземных вод месторождений артезианских бассейнов различного порядка. Достоверность таких оценок целиком определяется двумя

основными факторами – соответствием расчётной схемы природным условиям и достоверностью устанавливаемых фильтрационных и емкостных параметров основного и смежного водоносного горизонтов и параметров перетекания. Опытное полевое определение последних до сих пор остаётся еще сравнительно редким событием в первую очередь ввиду значительной дороговизны таких опытов. Зачастую, при интерпретации результатов опытно-фильтрационных опробований влияние процессов перетекания из смежных водоносных пластов полностью игнорируется. В качестве «достоверных» принимаются фильтрационные и емкостные свойства по наиболее прямолинейным асимптотическим участкам графиков временного прослеживания. С одной стороны это обуславливает значительный «запас прочности», поскольку при таком подходе коэффициент пьезопроводности получается близкий к 10^6 м²/сут, что по существу соответствует схеме Тейса (изолированного пласта). С другой стороны такой подход не отражает реальные гидродинамические условия исследуемого объекта и как следствие обуславливает значительные погрешности в дальнейших расчётах. Обработка данных режима эксплуатации подземных вод, приуроченных к слоистым водоносным системам на примере месторождения Акшабулак (Кызылординская область), позволила установить, что в процессе добычи в «работу» вовлекается вся водонасыщенная толща. Это обстоятельство указывает на то, что основную роль в формировании эксплуатационных запасов подземных вод месторождения Акшабулак играет фактор перетекания из смежных водоносных горизонтов через слабопроницаемые пласты.

Ключевые слова: слоистая водоносная система, месторождение подземных вод, гидрогеологические параметры, эксплуатационные запасы, режим эксплуатации.

Введение. Месторождение слабосоленоватых подземных вод Акшабулак в административном отношении расположено в Кызылординской области. В гидрогеологическом отношении месторождение относится к Арыскупскому артезианскому бассейну III-порядка расположенного в пределах Торгайского сложного бассейна пластовых и блоково-пластовых вод II порядка, который граничит на западе и юго-западе с Северо-Приаральским бассейном пластовых напорных вод; юго-востоке – Шу-Сарысуским бассейном пластовых напорных вод. На востоке и северо-востоке граничит с Улытауским и Салкынкольским бассейнами жильно-блоковых вод; на севере – с Нижневартовско-Петропавловским бассейном пластовых вод [4, 5].

Формирование подземных вод рассматриваемой территории определяется, прежде всего, структурным положением района. Благоприятное геологическое строение, заключающееся в наличии крупных синклиналиных складок в мезозойских отложениях Тургайского прогиба в сочетании с благоприятными условиями инфильтрации атмосферных осадков и паводковых вод в верхнемеловые образования в предгорном обрамлении гор Улытау и на площадях выходов их на поверхность, короткие пути транзита этих вод и близость очагов разгрузки (Мынбулакская котловина и озеро Арыс) обусловили формирование Мынбулакского и Арыскупского артезианских бассейнов III-го порядка, входящих в состав Тургайской системы артезианских бассейнов. Бассейны занимают обширную территорию, далеко выходящую за пределы рассматриваемой площади.

Подземные воды верхнего гидрогеологического этажа приурочены к олигоцен-четвертичным отложениям, получающим основное питание за счет инфильтрации атмосферных осадков. Количество атмосферных осадков, участвующих в пополнении запасов подземных вод, колеблется от 4 до 22 % годовой их суммы (120–150 мм). Наибольшее просачивание осадков происходит в пределах песчаных массивов – Арыскуп, Мойынкум, в пониженных участках рельефа, аккумулирующих дождевые и талые воды. На участках, сложенных глинистыми осадками, просачивание составляет до 4 % от суммы годовых осадков. Воды четвертичных отложений долин рек основное питание получают за счет паводковых вод. Для них характерен приречный тип режима подземных вод. В зависимости от продолжительности паводка, высоты подъема, величины объема горизонта, уровень подземных вод поднимается на 1–1,7 м. Величина подъема уровня воды уменьшается по направлению к бортам долин. В приречной зоне формируются пресные воды с минерализацией до 1 г/дм³. С удалением от речной сети создаются типичные условия для застойного режима и чрезвычайно замедленного движения грунтовых вод, что приводит к увеличению их минерализации. Как правило, воды грунтового типа пестрые по минерализации – от пресных до рассолов.

Основу нижнего гидрогеологического этажа составляют имеющие региональное распространение водоносные горизонты и комплексы палеоценовых и меловых отложений. Нижние горизонты изолированы от верхних горизонтов слабопроницаемыми глинами эоцена и вследствие этого воды нижнего этажа являются напорными. Подстилающими служат практически безводные кристаллические породы палеозоя. Из меловых водоносных горизонтов наиболее перспективными

являются сенон-палеоценовые и туронские, залегающие на доступных глубинах и, как следствие этого, более изученные. Очевидно, и более глубоко залегающие водоносные горизонты и комплексы имеют аналогичную направленность фильтрационных потоков. В целом происходит закономерное снижение пьезометрической поверхности со всех направлений в сторону Арысской котловины. При этом существует и вертикальная фильтрация подземных вод из более глубокозалегающих водоносных горизонтов в вышележающие, благодаря разнице в пьезометрических напорах. В конечном счете, окончательная разгрузка происходит в Арысской котловине, где зафиксировано множество восходящих родников типа «тма» или гидровулканов. Закономерно и изменение гидрохимической обстановки в Арысском артезианском бассейне.

Пресные воды с минерализацией до 1 г/дм^3 развиты на севере в предгорном обрамлении гор Улытау. На остальной части территории, в том числе и на юге, распространены воды с минерализацией около 3 г/дм^3 . Характерно, что воды с такой минерализацией в районе месторождения Акшабулак содержатся во всех горизонтах от сенон-палеоценового до верхнеальб-сеноманского, что дополнительно свидетельствует о гидравлической взаимосвязи во всей водосодержащей толще.

Рассматриваемый водоносный и локально-водоносный нерасчлененный сенон-палеоценовый комплекс (K_2sn-P_1) в пределах района пользуется повсеместным распространением (кроме крайней северо-восточной части близ гор Улытау). На северо-востоке территории и местами на юге водоносный комплекс является первым от поверхности и содержит грунтовые воды.

Мощность комплекса увеличивается от области питания в южном и юго-западном направлениях от первых метров до 130 м. В центральной и южной частях района водоносный комплекс погружается на значительные глубины 250–400 м. Общая мощность комплекса на большей части территории колеблется в пределах 100–140 м.

Характерной особенностью комплекса является его трехслойное строение. В региональном плане четко прослеживаются два водоносных горизонта, разделенные пачкой слабопроницаемых глинистых отложений. Верхний водоносный горизонт (палеоценовый) представляет собой единый пласт мощностью 10–20 м. Кровлей его служит мощная пачка зеленых глин эоцена, являющаяся региональным водоупором, который распространяется далеко за пределы Арысского бассейна. От нижнего водоносного горизонта верхний отделен пачкой слабопроницаемых песчано-глинистых отложений мощностью 5–36 м, также распространенных повсеместно. Нижний водоносный горизонт (сенонский) состоит из нескольких водоносных пластов мощностью 5–15 м, разделенных невыдержанными в плане прослоями глин мощностью 3–10 м. Песчаные разности являются преобладающими и составляют 60–80 % от общей (50–90 м) мощности горизонта. От нижележающего водоносного туронского горизонта нижний водоносный горизонт сенон-палеоценового комплекса отделен небольшим прослоем глины мощностью 5–10 м. В северо-западной и северо-восточной части района выше охарактеризованная пачка слабопроницаемых пород отсутствует и здесь водоносный туронский и сенон-палеоценовый комплексы образуют единую водоносную систему. Водопроницаемые пласты сложены мелко- и среднезернистыми песками кварц-полевошпатового состава. На площади выходов комплекса на поверхность получили распространение грунтовые воды, уровни которых здесь залегают на глубинах 10–40 м. На остальной территории подземные воды комплекса обладают значительными напорами – до 300 м над кровлей водоносного комплекса. В центральной части района расположена зона самоизлива подземных вод.

В процессе проведения доразведки с целью переоценки эксплуатационных запасов подземных вод месторождения Акшабулак [4] на основе длительных опытно-фильтрационных работ были определены фильтрационные параметры и доказана значимая особенность месторождения – формирование эксплуатационных запасов происходит в условиях слоистой высоконапорной гидравлической системы под влиянием фактора перетекания из ниже залегающих водоносных горизонтов и комплексов [5, 6].

С целью определения достоверности принятой расчётной схемы реальным гидрогеологическим условиям месторождения Акшабулак произведён сбор, анализ и обобщение данных по режиму эксплуатации водозабора и специально созданной сети мониторинговых скважин.

Обработка данных по режиму эксплуатации водозабора за период 1998–2015 гг. позволила установить, что водоотбор на водозаборе за весь период его эксплуатации изменялся ступенчато. При этом до 2008 г. наблюдается неуклонный рост водоотбора, в период с 2008 по 2013 г. его стабилизация, а с 2014 г. отмечается его сокращение (рисунок 1).

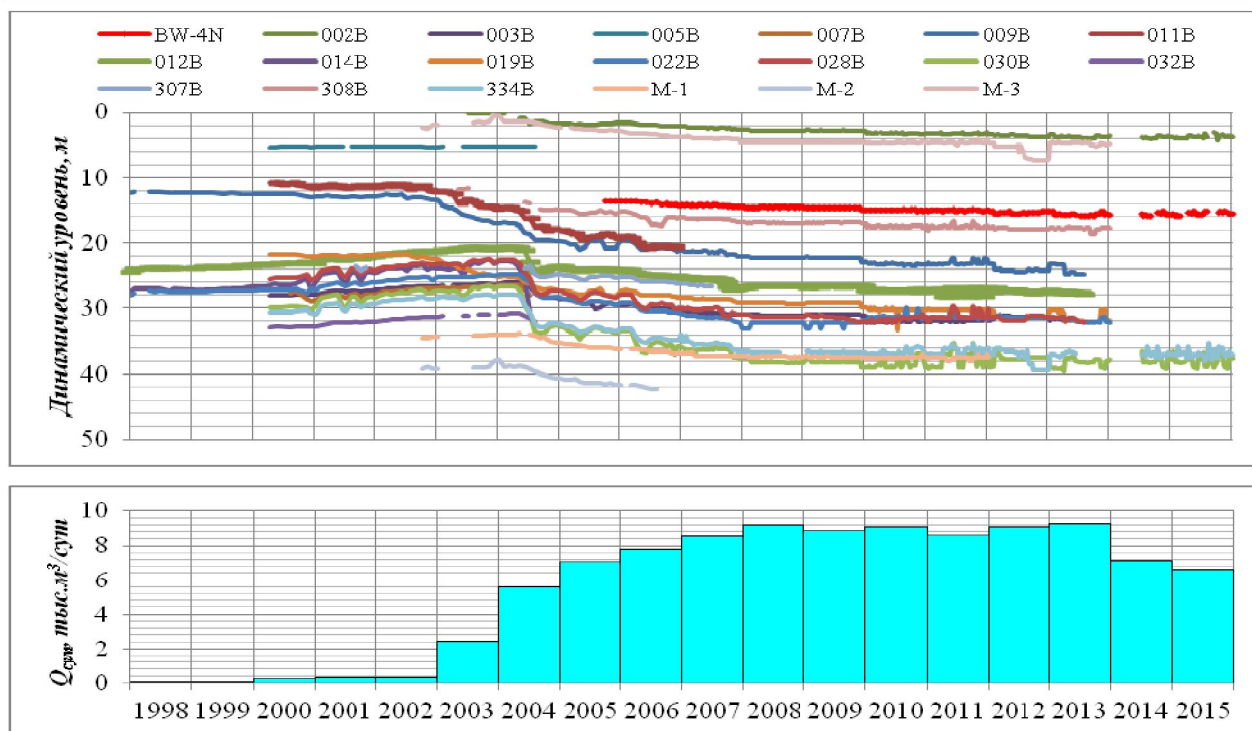


Рисунок 1 – Совмещённые графики изменения динамического уровня и суммарного водоотбора на водозаборе «Акшабулак» за период 1998–2015 гг.

Figure 1 – Combined graphs of dynamic level and total water intake changes at water abstraction on "Akshabulak" well field for the period 1998–2015

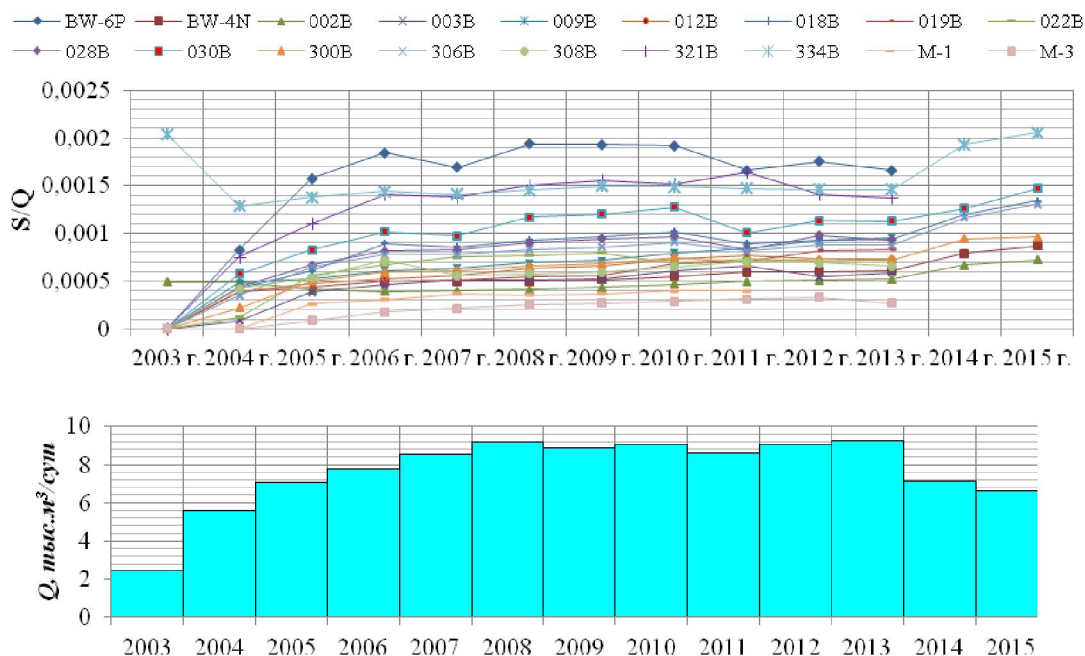


Рисунок 2 – Совмещённые графики изменения удельного понижения уровня воды в наблюдательных скважинах и величины суммарного водоотбора на водозаборе «Акшабулак» за период 2003–2015 гг.

Figure 2 – Combined graphs of the specific low water levels in observation wells and the amount of total water intake changes at the water abstraction on "Akshabulak" well field for the period 2003–2015

Для определения характера режима фильтрации при эксплуатации водозабора «Акшабулак» со ступенчатым изменением водоотбора были построены графики изменения удельного понижения S/Q по всем наблюдательным скважинам (рисунок 2). Поскольку для построения графиков использовалась среднегодовая величина водоотбора, величина понижения уровня воды принималась для середины года (июнь–июль). Весьма положительным обстоятельством является то, что мониторинг подземных вод месторождения Акшабулак был начат задолго до начала его эксплуатации – с января 1998 г.

Анализ графиков позволяет сделать следующие выводы:

– начиная с 2003 г. по 2008 г. отмечается неуклонный рост суммарного водоотбора на водозаборе «Акшабулак»;

– величина удельного понижения в период роста водоотбора (2003–2008 гг.) постепенно увеличивалась;

– при стабилизации водоотбора в количестве 9 тыс.м³/сут отмечается стабилизация удельного понижения уровня. Это связано с увеличением доли привлекаемых ресурсов подземных вод, поступающих из нижнего водоносного комплекса туронских отложений за счёт перетекания и как следствие перераспределением пьезометрических напоров;

– величина удельного понижения в период уменьшения водоотбора (2014–2015 гг.) оставалась неизменной (скважины №№ 02В, 300В) или незначительно увеличивалась. На наш взгляд, небольшое увеличение удельного понижения связано с инерционностью высоконапорной гидравлической системы. Вследствие влияния инерционности величина восстановления уровня воды при уменьшении водоотбора оказывалась несколько меньшей, чем следовало бы ожидать;

– В целом величина удельного понижения в 2015 г. не превышала значений, характерных для 2008 г. т.е. оставалась достаточно стабильной. Это даёт основание сделать вывод о работе водозабора «Акшабулак» в условиях стационарного режима фильтрации.

Резюмируя вышесказанное, на основе обработке данных режимных наблюдений становится совершенно очевидным, что формирование эксплуатационных запасов месторождения Акшабулак происходит за счёт перетекания из нижезалегающего туронского комплекса.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Бураков М.М., Хабиев С.Х. Методика определения фильтрационных и емкостных параметров слоистых водоносных систем по данным кустовых откачек. – Алматы: АО «НЦНТИ», 2010. – 67 с.

[2] Язвин Л.С. Достоверность гидрогеологических прогнозов при оценке эксплуатационных запасов подземных вод (Методические рекомендации). – М.: ВСЕГИНГЕО, 1972, 149 с.

[3] Боровский Б.В., Грабовников В.А. Достоверность гидрогеологических прогнозов при оценке эксплуатационных запасов подземных вод. Мифы и реальность // Разведка и Охрана недр. – 2010. – № 10.

[4] Жексембаев Ю.М. Отчёт о доразведке месторождения подземных вод Акшабулак и переоценке его эксплуатационных запасов. – Алматы, 2002. – 235 с.

[5] Рачков С.И. Формирование эксплуатационных запасов месторождений пресных и слабосоленых подземных вод мелового водоносного комплекса некоторых нефтегазоносных регионов Казахстана (на примере месторождений Акшабулак, Кокжиде, Атжаксы): Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Бишкек, 2012. – 22 с.

[6] Рачков С.И. Уточнение условий формирования подземных вод Арыскупского артезианского бассейна с помощью математического моделирования // 7 международный Конгресс "Вода: Экология и технология". "Экватэк-2006". Материалы конгресса. – Ч. I. – М., 2006. – 259 с.

[7] Сотников Е.В., Ибраимов В.М., Завалей В.А. Особенности и недостатки оценки эксплуатационных запасов подземных вод (на примере предгорного шлейфа Заилийского Алатау) // IX Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы науки XXI века». Материалы конференции. – Ч. 2. – М., 2016. – С. 26-32.

REFERENCES

[1] Burakov M.M., Khabiev S.H. Methods of determining the filtration and storage parameters of bedded aquifer systems according to bush pumping. Almaty: JSC "NCSTI", 2010. 67 p.

[2] Yazvin L.S. Reliability of hydrogeological forecasts when evaluating the operational groundwater resources (Guidelines). M.: VSEGINGEO, 1972. 149 p.

[3] Borevsky B.V., Grabovnikov V.A. Reliability of hydrogeological forecasts when evaluating the the operational groundwater resources. Myths and Reality. The magazine "Exploration and Subsoil Protection". 2010. N 10.

[4] Zheksembaev Y.M. Report on further exploration of underground water deposits Akshabulak and revaluation of its operational stocks. Almaty, 2002. 235 p.

[5] Rachkov S.I. Formation of operational stocks of deposits of fresh and slightly brackish groundwater Cretaceous aquifer of some oil and gas regions of Kazakhstan. (On the example of Akshabulak, Kokzhide, Atzhaksy deposits): Abstract of dissertation for the degree of candidate geol.-miner. sciences. Bishkek, 2012. 22 p.

[6] Rachkov S.I. Clarification of the formation conditions of Arysium artesian basin underground waters with the help of mathematical modeling // 7th International Congress "Water: Ecology and Technology". "Ecwatech 2006" Proceedings of the Congress. Part I. M., 2006. 259 p.

[7] Sotnikov Y.V., Ibraimov V.M., Zavaley V.A. Features and disadvantages of assessment of operational groundwater resources (On the example of alluvial piedmont plain of Zailiyskiy Alatau) // IX International scientific-practical conference "Actual problems of science of the XXI century". Conference proceedings. Part 2. M., 2016. P. 26-32.

Е. В. Сотников, В. М. Ибраимов

«Қ. И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Алматы, Қазақстан

**ҚОЛДАНУ ТӘЖІРИБЕСІНІҢ МӘЛІМЕТТЕРІ БОЙЫНША ҚАБАТТЫ
СУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖЕРАСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ПАЙДАЛАНЫЛАТЫН ҚОРЛАРЫНЫҢ
ҚАЛЫПТАСУ ЖАҒДАЙЛАРЫН НАҚТЫЛАУ МӘСЕЛЕСІ.
(Ақшабұлақ жерасты суларының кен орны мысал ретінде алынған)**

Аннотация. Өртүрлі түрдегі артезиандық бассейндердің кен орындарындағы жерасты суларының қолдану қорларын бағалаған кезде, қабатты қалыңдығы бар жапсарлас су аумағынан, жерасты суларының ағып өтуінің көптеген жолдары айтарлықтай белгілі болып табылады. Осындай бағаланулардың нақтылығы, толығымен келесі екі факторлармен анықталады – олар ағып өту параметрлері мен негізгі және жапсарлас су аумағының фильтрациялық және сиымдылықты параметрлерінің бекітілген нақтылығымен және табиғи жағдайлардың есептік сызбасына сәйкес келеді. Ең алдыңғы кезекте осындай тәжірибелердің жүргізілуі біршама қымбат болуына байланысты, тәжірибе жүзіндегі аумақтағы анықтау түрі, әлі күнге дейін салыстырмалы түрдегі сирек кездесетін жағдай болып саналады. Жапсарлас су пласттарының ағып өту үрдістерінің әсерін тәжірибелі-фильтрациялық түрде сынаудың түсіндірмелі нәтижелері барысында, ол көбінесе толығымен жоққа шығарылатын болады. «Нақты» қасиеттер ретінде, уақытша қадағалау барысындағы кестелердің асимптотикалық едәуір тік сызықты аймақтары бойынша, фильтрациялық және сиымдылықты қасиеттер қабылданады. Бір жағынан, бұл «беріктілік қорын» біршама негіздейді, өйткені осы тәсіл кезінде өткізгіштік коэффициенті 10^6 м²/тәуліктік шамасына жуық болады, яғни ол Тейстың сызбасына (оқшауланған пласттың) сәйкес келеді. Басқа бір жағынан, мұндай тәсіл зерттелетін нысанның нақты гидродинамикалық жағдайларын көрсетпейді және осының салдарынан одан кейінгі есептеулердегі маңызды қателіктерді көрсетеді. Жерасты суларын қолданудың мәліметтерінің өңделуі, Ақшабұлақ (Қызылорда облысы) кен орнының мысалы ретінде, қабатты су жүйелеріне негізделі отырып, өңдеу үрдісінде «жұмысқа» барлық сумен қамтылған аумақтың тартылғандығын көрсетуге мүмкіндік береді. Бұл жағдай, Ақшабұлақ кен орнының жерасты суларының қолданушы қорларын қалыптастыру барысында, негізгі қызметті әлсіз өткізетін пласттар арқылы, жапсарлас су аумақтарының ағып өту факторының атқаратындығын көрсетеді.

Түйін сөздер: қабатты су жүйесі, жерасты суларының кен орны, гидрогеологиялық параметрлер, қолдану қорлары, қолдану тәртібі.