

## АНАЛИЗ ДОСТОВЕРНОСТИ ПРОЕКТОВ ВОДОЗАБОРНЫХ СКВАЖИН

**Введение.** Проектирование водозаборных скважин для систем централизованного и нецентрализованного водоснабжения осуществляется на основе сбора, обобщения и анализа исходных данных и материалов предварительных изысканий и исследований.

Этапы или стадийность проектирования скважин, включая проекты по защите подземных вод от загрязнения и истощения, и очередность проектирования сооружений и элементов систем водоснабжения зависят от многих факторов.

Основные из них:

- степень изученности и сложности природных и гидрогеологических условий района размещения водозабора;
- санитарно-эпидемиологические и экологические условия;
- величина водопотребления и требуемое качество воды;
- требуемая система водопотребления (централизованное или нецентрализованное водоснабжение);
- техническая сложность, размеры и перспективы развития объектов водоснабжения;
- виды работ (новое строительство, расширение, реконструкция, ремонт или ликвидация существующих водозаборов);
- требования к режиму эксплуатации водозаборных сооружений и к надежности подачи воды потребителям;
- интенсивность потока подземных вод из смежных водоносных горизонтов в каптируемый;
- наличие или отсутствие перетекания подземных вод между смежными (по разрезу) водоносными горизонтами в зоне действия водозабора.

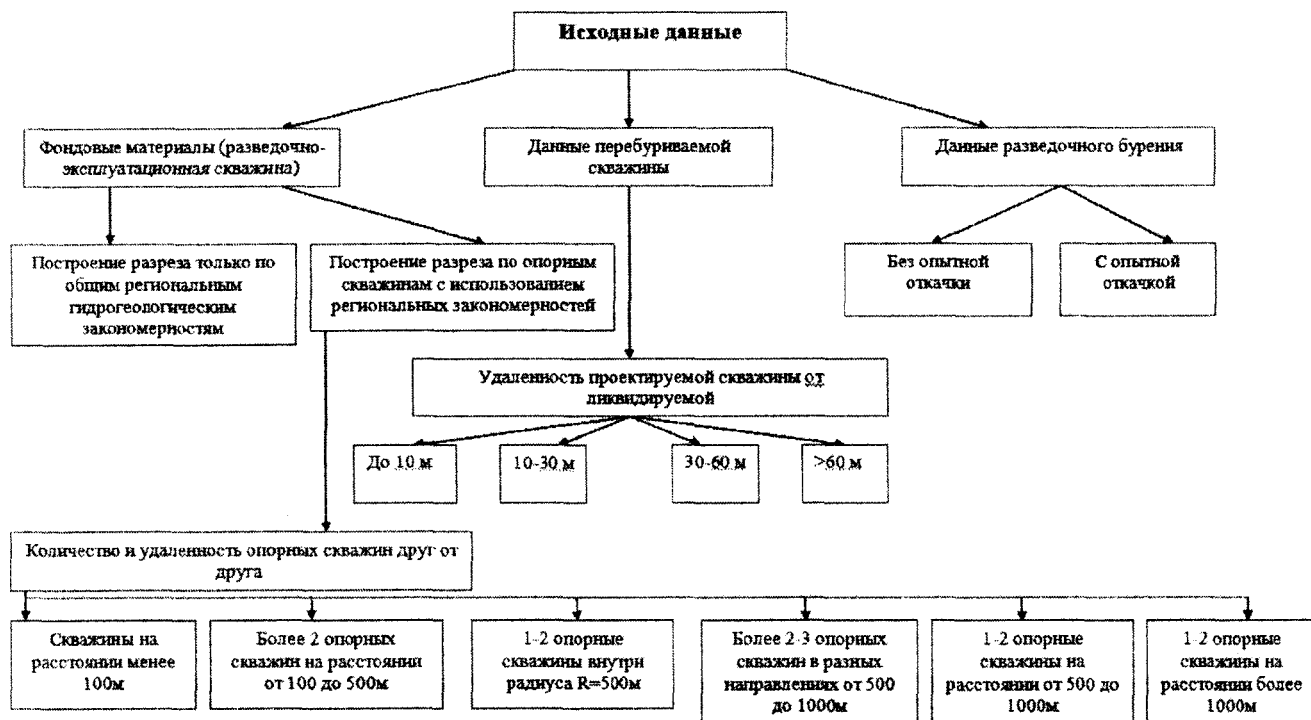
Проектная документация разрабатывается в две (архитектурный проект и строительный проект) или одну (строительный проект с выделением утверждаемой архитектурной части) стадии.

Специфика работ по сооружению водозаборов подземных вод не позволяет безоговорочно перенести на эти работы предусмотренные общестроительными техническими нормативными правовыми актами [1].

Для проектирования вновь строящихся водозаборов подземных вод, расширения, реконструкции и капитального ремонта действующих водозаборных сооружений требуется комплексное изучение природных условий района (участка) намечаемых работ и получение достаточных и достоверных исходных данных для разработки экономически обоснованных проектных решений с учетом рационального использования водных ресурсов и охраны окружающей среды [2].

**Проблемы достоверности исходных данных.** Проект водозаборной скважины базируется на геолого-гидрогеологических данных, получаемых по данным, так называемым, опорным скважинам. Сравнительный анализ проектов и паспортов реальных скважин, как правило, свидетельствует о несоответствии гидрогеологического разреза и естественно, как следствие, в значении глубины скважины, ее конструкции и стоимости. Фактически проект представляет собой формальный документ для определения стоимости сооружения скважины и дает возможность построения финансовых отношений между заказчиком и подрядчиком. Проект носит примерный, рекомендательный характер расчетов и согласований основных параметров скважины. Такое положение приводит к разрыву между проектированием и бурением, превращению бурения в сферу неуверенной деятельности, сдерживанию технического прогресса, отсутствию необходимости внедрения прогрессивных конструкций, технологий, форм организации труда.

При отклонениях от проекта во время производства буровых работ возникает необходимость в корректировке материальных, технических и финансовых ресурсов, нарушаются сроки и договорные отношения. В крайних случаях скважина может оказаться безводной или потребовать значительного увеличения стоимости, причем нормативно



Богуш Екатерина Андреевна, студентка Белорусского национального технического университета.

Гуринович Анатолий Дмитриевич, д.т.н., профессор кафедры экономики строительства Белорусского национального технического университета.

Беларусь, 220013, БНТУ, г. Минск, пр. Независимости, 65.

но не определен "виновник" возникших убытков и источник их возмещения, в связи с тем, что проект, как и везде в строительстве, считается. На рис. 1 приведена классификация исходных данных для гидрогеологического обоснования проекта водозаборной скважины.

При обосновании проекта одиночной водозаборной скважины используются ближайшие (опорные) скважины или же бурение разведочного ствола. В первом случае геолого-технический разрез имеет неопределенную степень достоверности, во втором разрез определяется правильно. В соответствии с этим и сам проект имеет разную достоверность, для его обоснования затрачены разные средства. Это положение нуждается в признании на уровне соответствующих технических нормативных правовых актов, учета в материальных и финансовых затратах. Следует признать, что проекты водозаборных скважин имеют различную степень достоверности, в зависимости от обоснованности исходных геологических данных.

Одним из методов повышения достоверности гидрогеологической информации является сооружение разведочно-эксплуатационных скважин. Сам этот термин часто вызывает споры и различное толкование. Геологоразведочные (изыскательские) и буровые предприятия вкладывают в него разный смысл в соответствии с направлениями своей деятельности. При изысканиях разведочно-эксплуатационная скважина предназначена обычно для проведения пробных откаток и бурится по известному разрезу, определенному по близкорасположенной (в пределах 2–20 м) скважине, используемой в дальнейшем в качестве наблюдательной при кустовой откачке.

Цель разведочно-эксплуатационной скважины при изысканиях – получение информации о гидрогеологических условиях водоносной толщи и обоснование эксплуатационных запасов подземных вод. Поскольку эта скважина оборудована фильтром для проведения мощной, кустовой откачки, то в дальнейшем ее допускается использовать в качестве эксплуатационной.

Для буровой организации разведочно-эксплуатационная скважина означает предварительное бурение разведочного ствола меньшего диаметра для проведения геофизических исследований с целью уточнения геолого-технического разреза. Само понятие разведочно-эксплуатационная позволяет при бурении отклоняться от проекта по диаметру, глубине, конструкции и стоимости скважины, что делает тем самым проект формальным.

Разведочно-эксплуатационная скважина, пробуренная специализированным буровым предприятием, может значительно отличаться по конструкции и методам бурения.

Имеющиеся в настоящее время более совершенные буровые агрегаты позволяют сооружать скважины с расширением большого диаметра (до 1200 мм), позволяя создавать мощный контур гравийной обсыпки. Сравнительный анализ водозаборных скважин, пробуренных способом с обратной промывкой с разведочно-эксплуатационными скважинами, пробуренными при детальной разведке эксплуатационных запасов подземных вод, свидетельствует о невысоких эксплуатационных параметрах. Это в свою очередь вне-

сло существенные погрешности в параметрах водозаборов подземных вод (удельные дебиты как и общие дебиты значительно отличались). Такое несоответствие приводит также к занижению параметров месторождения подземных вод при разведке их эксплуатационных запасов.

Проектирование одиночных скважин на воду, где разведочные работы для оценки запасов подземных вод не проводились, обосновываются исходными данными об общем геологическом и гидрогеологическом строении района проектирования водозабора с использованием материалов по опорным скважинам либо по данным бурения разведочного ствола, при проектировании эксплуатационной скважины взамен существующей, вышедшей из строя и в непосредственной близости от нее по известному разрезу, указанному в паспорте скважины.

Очевидно, что наименее достоверно построение разреза по опорным скважинам (фондовые материалы), наибольшее количество несоответствий проекта паспорту скважины относится именно к этому случаю.

В таблице 1 приведены типичные данные, взятые при проектировании для гидрогеологического обоснования бурения одной из скважин Минской области с использованием фондовых материалов и каталга подземных вод. Как видно из приведенных данных, принятые в проекте параметры проектируемой скважины (глубина – 70,0 м; статический уровень – 19 м; удельный дебит – 0,5 м<sup>3</sup>/час) ничем не обосновываются и носят формальный характер.

Проектирование скважины по данным разведочного бурения, где разрез уточняется по разведочному стволу, геофизическим работам и опытной откачке, имеет свои достоинства (высокая точность разреза и гранулометрического состава залегающих пород) и недостатки (удорожание проекта за счет дополнительных изыскательских работ).

Проектирование скважин по имеющемуся разрезу ликвидируемой скважины считается также достаточно достоверным, однако при увеличении расстояний между старой и новой скважинами эти данные могут и отличаться. Кроме того, зачастую некачественные данные паспорта не несут достоверных данных.

Оптимальным, с точки зрения достоверности и соответственно затратам на сооружение и эксплуатацию, является проект с использованием исходных данных разведочного бурения. Такой проект является действительно строительным проектом, позволяет правильно определить конструкцию, технологию и технику бурения, спецификацию и количество материалов и стоимость сооружения скважины.

Возможности получения требуемого дебита водозаборной скважины в проекте можно в общем свести к определению следующих параметров: отметки кровли и подошвы водоносного горизонта, гранулометрического состава его пород (в описательном виде) и геофильтрационных характеристик, удельного дебита. Для каждой из этих характеристик границы необходимой достоверности различны, исходя из требуемой точности, выбора способа бурения, конструкции скважины, глубины установки и типа фильтра, требуемой произ-

Таблица 1. Гидрогеологические данные по опорным скважинам

№ скважины/ год бурения	Глубина скважин, м	Глубина залегания подошвы слоя, м		Мощность водоносного горизонта, м	Водо-вмещающие породы	Фильтр			Статический уровень, м	Величина напора, м	Понижение уровня, м	Дебит, м <sup>3</sup> /ч	Уд. дебит, м <sup>3</sup> /ч
		от	до			Тип	Диаметр, мм	Интервал, уст., м					
51309/93	70	58,2	68,6	10,4	Песок м/з	Поли-эт.	168	59-68	27	31,2	18	12	0,67
51310/93	70	58	69	11	Песок м/з	ПВХ	168	60-69	20	38	26	12	0,46
40842/86	71	45,3	71	25,7	Песок желтый с/з	Пров.	219	64-70	40	5,3	3	10	3,33
28214/75	63	50	63	13	Песок р/з	Сетч.	168	56-61	19	31	20	10	0,5

водительности (дебита скважины). Причем, если к фильтрационным параметрам (напор в пласте и удельный дебит скважины) предъявляются в основном качественные требования, определяющие принципиальную возможность отбора необходимого количества воды, то к отметкам подошвы и кровли пласта предъявляются более строгие требования, заложенные в конструкции скважины (длины труб и фильтров). К гранулометрическому составу, фильтрационным параметрам пласта требования определяются возможным диапазоном выбора конструкций фильтров. Соответственно и допускаемые погрешности в проекте приводят к различным нарушениям и отклонениям в процессе бурения скважины.

Изменение отметок кровли и подошвы приводят к изменению глубины расположения фильтра, его длины и глубины скважины, тогда как наоборот – выклинивание водоносного горизонта может привести к снижению дебита скважины и перерасходу средств.

Колебания удельного дебита в пределах, допускаемых для получения требуемого дебита, не приводят к большим изменениям в конструкции и стоимости скважины. Значительное уменьшение удельного дебита по сравнению с проектным, особенно в процессе эксплуатации, ведет к перерасходу затрат электроэнергии, связанной с подачей вод насосами с большим напором.

Недостаточность гранулометрического состава от принятого в проекте могут потребовать изменения типа фильтра или же привести к пескованию или кольматажу фильтров скважины с дальнейшим выходом ее из строя.

Для построения геолого-гидрогеологического разреза, обработки исходной информации о природных условиях могут применяться различные методы. По методологии анализа и теоретической базе их можно разделить на стохастические, детерминированные и основанные на аналогии.

**Метод аналогии** можно отнести как к детерминированным, так и к стохастическим методам, он выделен отдельно в связи с его в большей мере интуитивным, описательным уровнем, зависимостью от индивидуальных взглядов и знаний специалиста.

Как общую черту всех методов обработки геолого-гидрогеологической информации, с точки зрения их фактической применимости, необходимо отметить принципиальную теоретическую невозможность получения строгого, единственного и достоверного результата. Применяя любые методы, следует помнить, что их исходные предпосылки в реальных природных условиях не выполняются. Теоретическая модель метода может в той или иной мере соответствовать природе, причем величина этой меры не известна и зависит как от сложности природных условий, их изученности, так и от применяемого метода и специалиста его использующего.

Детерминированные методы, основанные обычно на явно или неявно поставленных краевых задачах, содержат исходные предпосылки динамики подземных вод, значительно упрощающие фильтрационные процессы, особенно свойства водовмещающих отложений, заменяя реальную пористую среду упрощенной строго закономерной математической моделью.

Стохастические методы как статистические, так и вероятностные требуют равновероятности, равнодостоверности, одинаковой представительности исходных данных (или же определенности их весов), что в природе не выполняется. Базой аналогии обычно являются общие представления и знания региона специалистами. Построить полностью достоверный разрез в точке проектирования невозможно любым методом. Вероятность близкую к единице можно придать

проектному разрезу в точке, построенному по результатам разведочного бурения с опытной откачкой. Придавать такому разрезу абсолютную надежность нельзя, учитывая реальную практику буровых работ. В связи с этим все математические и машинные алгоритмы построения разрезов должны учитывать возможность выдвижения гипотез и их изменения, а программные средства должны обеспечивать машинный режим диалога с возможностью и абсолютным приоритетом решения оператора.

**Роль математических методов обработки информации** подчиненная, как инструмента обобщения и анализа в пределах выдвинутых при проектировании гипотез. По своей структуре и специфике методика обработки геолого-гидрогеологической информации должна строиться как экспертная система, что придает методике большую структурную сложность.

Выдвигаемые специалистами гипотезы о сложности и качественных характеристиках природных условий в целом или отдельных их элементов могут быть различного уровня, располагаясь в последовательности от общего к частному. Гипотезы высшего, наиболее общего уровня касаются сложности гидрогеологических условий в целом. Согласно [3, 4], гидрогеологические условия могут быть простые, сложные и очень сложные. Гипотезы следующих уровней зависят от гипотез более высоких уровней.

В таблице 2 приведено сравнение гипотез сложности гидрогеологических условий по качественным признакам.

Очевидно, что рабочими инструментами классификации являются качественные описательные термины: выдержана – не выдержана, однородность-неоднородность, простые-сложные и как наибольшая степень сложности: весьма сложные и высокая изменчивость. Такая терминология не просто приводит к неоднозначной классификации, но и позволяет конкретное месторождение отнести к разным типам сложности, что не исключается самой классификацией.

Сами понятия: простое, сложное, очень сложное кроме относительности, могут иметь неоднозначную смысловую нагрузку, тем более отношении с назначением, типом проектируемого сооружения, объемом и достоверностью сведений о природных условиях. Даже в описательном плане не ясны гидрогеологические пределы простоты и сложности условий и к чему относится сложность: к самим природным условиям или уровню знаний о них. Сложное, но хорошо изученное превращается в простое, особенно учитывая нарастание объема и качества знаний о природе, увеличение изученности территорий, появление новых гипотез в теоретическом и региональном плане.

Термин «сложность природных условий», кроме относительности, имеет двойственный смысл. Во-первых, сложные природные условия можно понимать как состоящие из достаточно большой совокупности простых элементов. Во-вторых, сложность можно интерпретировать как неизвестность или малую изученность. Оба эти смысла в какой-то мере смыкаются: сложные условия являются трудными для изучения. Однако есть и различие, которое состоит в том, что по мере повышения уровня знаний сложность условий может измениться в смысле выяснения их особенностей, хотя сложность модели возрастает.

Таким образом, оценка месторождений по сложности гидрогеологических условий является функцией от взаимосвязи самих природных условий с уровнем знаний о них, целью и стадией изысканий.

По качественным признакам сложности (строение водоносных горизонтов, их мощность и фильтрационные свойства), могут применяться численные интервальные оценки, связанные с проектируе-

Таблица 2. Сравнение гипотез сложности гидрогеологических условий по качественным признакам

Качественные признаки сложности	Группа месторождений подземных вод по сложности гидрогеологических условий		
	Простые	Сложные	Очень сложные
Строение водоносных горизонтов	Спокойное залегание, выдержанность по строению	Невыдержанность строения	Высокая изменчивость ограниченность распространения
Мощность водоносного горизонта	Выдержана	Не выдержана	Высокая изменчивость
Фильтрационные свойства водовмещающих пород	Однородные	Неоднородные	Высокая изменчивость
Гидрохимические условия	Простые	Сложные	Весьма сложные
Геотермические условия	Простые	Сложные	Весьма сложные

мым сооружением, стадией изыскания, спецификой природных условий с учетом выделения основных определяющих параметров и их требуемой точности и достоверности. Для этого можно считать, что если в данных природных условиях, опираясь на имеющиеся сведения о них, возможно получить точность определения дебита, не превышающую заданной предельной величины, то природные условия простые, если же точность расчета в пределах от и до, то условия сложные, а при погрешности дебита более, природные условия очень сложные.

Таким образом, требуемая точность расчета связывается со сложностью конкретных природных условий и уровнем знаний о них.

Численные оценки точности определения дебита условны и могут быть смещены, исходя из практических требований, а также отнесены к другим простым параметрам, например, напору или понижению уровня подземных вод или же понижению уровня подземных вод или же к результатам решения обратных задач. Главное в этой концепции не сами величины численных оценок точности результата изысканий, расчетов, проектов, которые могут назначаться в какой-то мере произвольно в зависимости от конкретных производственных и природных условий, а в установлении связи между сложностью природных условий с результатами изысканий и проектирования: более достоверный результат получается в более простых и хорошо изученных условиях. Кроме того, устанавливается связь между сложностью природных условий и уровнем знаний о них. Как основную закономерность принимаем, что увеличение объема информации о природе упрощает задачу изыскателя и проектировщика, повышает достоверность результатов. Однако так как эта связь значительно более сложная и зависит от конкретных природных условий, то она не исключает возможности противоречивости выводов, например, типа: увеличение объема информации привело к более сложной модели объекта или процесса.

**Заключение.** Стратегические задачи, стоящие перед водным хозяйством Беларуси, предопределяют необходимость поиска и реализации новых подходов интенсификации процессов проектирования, строительства и эксплуатации водозаборов подземных вод. Процесс интенсификации предполагает широкое внедрение достижений научно-технического прогресса и предельной мобилизации производственных резервов.

Развитие процессов интенсификации требует критического рассмотрения и совершенствования методов проектирования проекти-

рования, строительства и эксплуатации водозаборов подземных вод. Недостатки существующего проектирования – недостаточный научный уровень обоснования проектных решений и преобладание интуитивных подходов, разнородность применяемых методик и форм документов, отсутствие технических нормативных правовых актов по технологиям, конструкциям и организации процесса проектирования – определяют невысокое качество как проектной документации, так и в последствии.

Низкий технический уровень проектов является одной из причин развития негативных экономических тенденций: высокой стоимости водозаборных скважин, большой их металлоемкости.

Проекты водозаборов должны удовлетворять следующим требованиям:

- иметь в основе надежное информационное обеспечение геолого-гидрогеологическими, конструктивно-технологическими и нормативно-справочными данными;
- содержать статистические оценки надежности прогноза геологического строения и гидрогеологических условия водозабора;
- характеризовать оптимальные проектные решения, полученные на основе вариантного проектирования;
- иметь расширенную номенклатуру технико-экономических показателей для формирования хозрасчетных плановых заданий и оптимального планирования производства.

Реализация этих требований возможна только путем решения комплекса задач научного, методического, организационного и технического характера.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Состав, порядок разработки и согласования проектной документации в строительстве: СНБ 1.03.02-96.
2. Водозаборные сооружения. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-4.01-30-2009 (02250).
3. Охрана окружающей среды и природопользование. Недр. Правила оценки эксплуатационных запасов питьевых и технических подземных вод по участкам недр, эксплуатируемым одиночными водозаборами: ТКП 17.04-03-2007 (02120).
4. Охрана окружающей среды и природопользование. Недр. Правила применения классификации эксплуатационных запасов и прогнозных ресурсов подземных вод к месторождениям питьевых и технических вод: ТКП 17.04-04-2007 (02120).

*Материал поступил в редакцию 04.04.11*

#### **BOGUSH E.A., GURINOVICH A.D. The analysis of reliability of the projects water intake's of chinks**

In clause the comparative analysis of the projects and passports of maintained chinks showing differences of hydro-geological cuts and parameters of chinks is carried out. The critical analysis of a working technique of designing has allowed to make a conclusion about necessity of radical change for the approaches of designing and construction water intake of underground waters by introduction of progressive designs, technologies, forms of organization of work.