<http://eggp.narod.ru/spravka/Kniga_Belickiy_Spravochnik.pdf>

КРАТКИЙ СПРАВОЧНИК

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И БУРЕНИЮ СКВАЖИН НА ВОДУ

2-е издание

Рецензент - д-р техн. наук А.С. Белицкий (Институт биофизики Минздрава СССР)

г. Москва Недра, 1983 г.

РАЗДЕЛ I. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СКВАЖИН НА ВОДУ

ГЛАВА 1. НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВОДЕ

§ 1. Физические константы воды Молярная масса, г/моль 18,016 Температура в °С: замерзания (при Р = 0,1МПа) 0,00 кипения 100,00 Температура при максимальной плотности, °С 3,98 Плотность воды в г/см3 при температуре в °С: 0 0,99987 3,98 1,0000 20 0,99823 Критическая температура воды, °С 374,2 Критическое давление воды, МПа 22,1 Критическая плотность воды, кг/м3 0,324 Относительная диэлектрическая постоянная при температуре в °С: 0 88,2 20 80,4 100 55,1 Химически чистая вода - жидкость без запаха, вкуса, цвета, состоит из 11,11% водорода и 88,89% кислорода.

§ 2. Внутренняя структура воды Молекулы воды расположены в форме неправильного тетраэдра: в центре - атом кислорода, в про- тивоположных углах одной из граней куба - два атома водорода, угол между которыми составляет 104°31’. Два из восьми электронов атома кислорода расположены около ядра, два других связаны с атомами водо- рода, а две пары электронов образуют ветви, расположенные в направлении, противоположном электрон- ным облакам водорода. Ветви электронных облаков являются областями сосредоточения отрицательных зарядов, они обу- словливают водородную связь между молекулами воды и других веществ.

§ 3. Структура жидкой воды В основе многочисленных моделей жидкая вода рассматривается как кристаллическое вещество (жидкие кристаллы). Упорядоченное (кристаллическое) расположение частиц воды в жидком состоянии доказано экспе- риментально. Полагают, что при плавлении льда его решетка частично разрушается и эти пустоты, а также ажурная структура льда заполняются освободившимися молекулами воды. Плотность жидкой воды вслед- ствие этого увеличивается. Учеными подсчитано, что в жидкой фазе при 0 °С несвязанные, заполняющие пустоты молекулы составляют около 16% от общего количества. В теории структуры воды, созданной Берналом и Фаулером, существование максимума плотности воды при температуре 4 °С объясняется тем, что при этой температуре преобладающая часть молекул воды связана в кварцеподобную структуру, а при других температурах они имеют тридимитоподное кристалли- ческое строение, соответствующее меньшей плотности.

§ 4. Изотопный состав воды Вода - продукт соединения двух химических элементов, имеющих несколько изотопов. Для водорода известны три изотопа: протий 1H, массовое число 1; дейтерий 2H(D), массовое число 2; тритий 3H(T), массовое число 3.3 Содержание дейтерия в природной смеси изотопов водорода 0,014-0,015%. Для кислорода известны также три изотопа с массовыми числами 16, 17 и 18, соотношение которых в природной смеси изотопов равно 2670:1:5. Природная вода является смесью различных видов молекул следующего состава: Н2 16О, Н2 17О, Н2 18О, НD 16О, НD 17О, НD 18О, D2 16О, D2 17О, D2 18О, Вода - это смесь девяти различных видов молекул, поэтому в зависимости от их количественного соотношения изменяются свойства воды, особенно ее плотность.

§ 5. Аномалии воды Простейшую формулу Н2О имеет молекула парообразной воды (гидроль). Молекула воды в жидком состоянии представляет собой объединение двух простых молекул (Н2О)2 - дигидроль, а в твердом состоя- нии - трех простых молекул (Н2О)3 - тригидроль. В составе льда преобладают молекулы тригидроля, в составе водяного пара (при температуре свы- ше 100°С) - молекулы гидроля, а в капельно-жидкой воде - смесь гидроля, дигидроля и тригидроля, соот- ношения между которыми меняются с изменением температуры. Особенностями структуры воды обусловлены ее следующие аномалии: 1) наибольшую плотность вода имеет при 4°С, с понижением температуры до 0°С или с повышени- ем до 100°С плотность ее уменьшается; 2) объем воды при замерзании увеличивается примерно на 10%, при этом твердая фаза становится легче жидкой; 3) вода обладает высокой удельной теплоемкостью, которая с повышением температуры до 40°С уменьшается, а затем вновь увеличивается; 4) вода обладает весьма большой удельной внутренней энергией (318,8 Дж/кг); 5) вода замерзает при 0°С, с увеличением давления температура замерзания понижается и достигает своего минимального значения (-22°С) при давлении 211,5 МПа; 6) вода обладает наибольшим удельным количеством теплоты (2156 Дж/кг) при температуре 100°С; 7) вода обладает наиболее высокой диэлектрической проницаемостью при 20°С; 8) вода обладает самым большим поверхностным натяжением по сравнению с другими жидкостями. При взаимодействии со щелочами вода ведет себя, как кислота, а при взаимодействии с кислотами - как основание. В процессе реакции активных металлов и воды выделяется водород. Вода вызывает процесс обменного разложения (гидролиз), взаимодействуя с некоторыми солями.

§ 6. Некоторые сведения о растворах Раствором называют энергетически устойчивую гомогенную (однофазную) конденсированную сис- тему непрерывного переменного состава, образованную несколькими равномерно распределенными ком- понентами, находящимися в динамическом взаимодействии. Всякий раствор состоит из растворителя и растворенного вещества. Если раздробленное вещество доведено в растворителе до молекулярного состояния, такая система называется молекулярным, или ис- тинным раствором, или просто раствором. Растворимостью называют количество вещества (в граммах), насыщающее 100 г растворителя при данных условиях. Концентрацией называют содержание растворимого вещества в единице объема или массы раство- ра. Наиболее распространены объемная, массовая, молярная, моляльная и нормальная системы концен- траций. Объемная концентрация определяется количеством (в граммах) растворенного вещества, содержа- щегося в 1 л раствора (г/л). Молярным называют раствор, содержащий в 1 л объема 1 моль растворенного вещества. Моляльным называют раствор, содержащий 1 моль растворенного вещества в 1000 г растворителя. Нормальным называют раствор, в 1 л которого содержится 1 моль растворенного вещества.

§ 7. Подземные воды Подземные воды широко используют для нужд водоснабжения. Они распространены на значитель- ных площадях и не требуют транспортирования на большие расстояния, обладают низкой и устойчивой температурой и могут быть использованы без очистки и обработки для хозяйственно-питьевых целей. Под- земные воды защищены от опасных воздействий каких-либо загрязнений.4 Согласно Основам водного законодательства Союза ССР и союзных республик, использование под- земных вод питьевого качества для нужд, не связанных с питьевым и бытовым водоснабжением, как пра- вило, не допускается. Только в районах, где отсутствуют необходимые поверхностные водные источники и имеются достаточные запасы подземных вод питьевого качества, органы по регулированию использования и охране вод могут разрешить применять их для целей, не связанных с питьевым и бытовым водоснабже- нием. По геолого-гидрогеологическим условиям могут быть выделены следующие основные типы геоло- гических структур и образований, а также связанные с ними подземные воды [11]: а) речные долины; б) артезианские бассейны платформ и геосинклинальных областей; в) конусы выноса предгорных шлейфов и межгорных впадин; г) ограниченные по площади структуры и массивы трещиноватых и трещинно-карстовых пород, а также зоны тектонических нарушений; д) песчаные массивы пустынь и полупустынь; е) надморенные и межморенные водно-ледниковые отложения. На долю речных долин и артезианских бассейнов платформ приходится более 60% всех разведан- ных и эксплуатируемых участков подземных вод. В зависимости от условий залегания и гидродинамических особенностей подземные воды делят на верховодку, грунтовые и артезианские. В северных и северо-восточных районах СССР, находящихся в пределах зоны многолетнемерзлых пород, подземные воды делят на три типа: 1) надмерзлотные, залегающие над толщей многолетней мерзлоты, служащей для них водоупором; 2) межмерзлотные, заключенные внутри толщи многолетней мерзлоты; 3) подмерзлотные, находящиеся ниже толщи многолетней мерзлоты. Для водоснабжения используют, в основном подмерзлотные и межмерзлотные воды, к которым от- носятся подземные воды, проходящие в трещиноватых осадочных и изверженных породах Алданского района и аллювиальных отложениях речных долин в северных районах европейской части страны, в Сиби- ри, а также в южных районах Восточной Сибири и Дальнего Востока [22].

Глава 2. РАСХОДЫ ВОДЫ. ВЫБОР И ОЦЕНКА ИСТОЧНИКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ. ОТБОР ПРОБ И ИХ АНАЛИЗ

§ 8. Расходы воды При проектировании скважин на воду и системы водоснабжения любого объекта прежде всего должно быть определено, сколько воды и какого качества необходимо подавать данному объекту. Вода расходуется различными потребителями для самых разнообразных целей: а) хозяйственно-питьевые нужды населения; б) производственные нужды предприятий промышленности и сельского хозяйства; в) тушение пожаров. Для ориентировочного определения расчетного расхода воды проектируемой разведочно-добы- вающей скважины можно использовать данные табл. 1. Таблица 1 Расчетные нормы расхода воды [16] Потребитель Среднесуточная норма потребления, л/сут Хозяйственно-питьевые нужды населенных пунктов (на 1 человека) Жилые дома без внутреннего водопровода 30-50 Здания, оборудованные внутренним водопроводом и канализацией, без ванн 125-160 То же, с ванными и местными водонагревателями 160-230 То же, с центральным горячим водоснабжением 250-350 Хозяйственно-питьевые нужды промышленных предприятий (на 1 человека в 1 смену) В цехах с тепловыделением более 82 Дж на 1 м/ч 45 В остальных цехах 255 Потребитель Среднесуточная норма потребления, л/сут Часовой расход на 1 душевую установку после смены 500 Сельскохозяйственные нужды (на 1 голову) Коровы молочные 100 Коровы мясные 70 Быки и нетели 60 Молодняк крупного рогатого скота в возрасте до 2 лет 30 Телята в возрасте до 6 месяцев 20 Жеребята в возрасте до 1,5 лет 45 Лошади рабочие, верховые 60 Лошади племенные 80 Овцы взрослые 10 Свиньи на откорме, ремонтный молодняк 15 Свиноматки холостые, хряки-производители 25 Свиноматки с поросятами 60 Поросята отъемыши 5 Куры 1 Утки и гуси 2 Кролики 3 Примечание. Не указаны нормы водопотребления на производственные нужды промышленных и сельско- хозяйственных предприятий, которые рассчитывают на основе технологических данных и зависят от про- филя предприятия. Количество воды на нужды местной промышленности, обслуживающей население, и неучтенные расходы допускаются дополнительно в размере 5-10% от суммарного расхода воды на хозяйственно- питьевые нужды населенного пункта. Для определения общего суточного количества воды, необходимого для водоснабжения объекта, величину, полученную по нормам табл. 1, нужно умножить на коэффициент суточной неравномерности (1,1-1,3) и сложить с количеством воды, требуемым для восстановления противопожарного запаса. Расход воды на противопожарные нужды зависит от числа жителей и характера застройки (табл. 2). Таблица 2 Расходы воды на наружное пожаротушение Расходы воды на наружное пожаротушение в насе- ленном пункте в л/с при постройках Число жителей в населен- ном пункте, тыс. чел. Расчетное число одно- временных пожаров одно-двухэтажных трехэтажных и более ≤5000 1 10 10 ≤10000 1 10 15 ≤25000 2 10 15 ≤50000 2 20 25 ≤100000 2 25 35 Примечание. Продолжительность тушения одного пожара 3 ч. Количество воды, требуемое для противопожарных целей, должен обеспечивать неприкосновенный запас в резервуарах, который необходимо восстанавливать из скважины в течение следующего времени: а) 24 ч - в населенных пунктах и на промышленных предприятиях с производством, отнесенным по пожарной опасности к категориям А, Б и В;6 б) 36 ч - на промышленных предприятиях с производствами, отнесенными по пожарной опасности к категориям Г и Д; в) 72 ч - в сельских населенных пунктах и на сельскохозяйственных предприятиях. При определении часового дебита проектируемой разведочно-добывающей скважины следует счи- тать продолжительность работы водопроводов для городов, больших поселков и крупных промышленных предприятий 20-22 ч/сут, а для средних и небольших объектов 8-12 ч/сут.

§ 9. Выбор и оценка источников водоснабжения Выбор и оценку качества источника водоснабжения регламентирует ГОСТ 17.1.3.03-77 (СТ СЭВ 1924-79). При выборе источника водоснабжения следует в первую очередь ориентироваться на артезианские (напорные) воды, надежно защищенные от внешнего загрязнения. При отсутствии или невозможности использования таких источников необходимо переходить к другим источникам в следующем порядке: а) межпластовые безнапорные воды (в том числе ключи и родники); б) трещинно-карстовые воды при условии их особо тщательной гидрогеологической разведки и ха- рактеристики; в) грунтовые воды, в том числе инфильтрационные, подрусловые и искусственно пополняемые; г) открытые водоемы (реки, водохранилища, озера, пруды, каналы). При использовании подземных вод для централизованного водоснабжения рекомендуется выбирать такие водоисточники, качество воды которых соответствует требованиям ГОСТа. Для обеспечения санитарной надежности проектируемых и действующих систем централизованно- го водоснабжения для всех водоисточников должны быть предусмотрены зоны санитарной охраны. Пригодность источника для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения и место во- дозабора устанавливают органы и учреждения санитарно-эпидемиологической службы Министерства здра- воохранения СССР и союзных республик, а также медицинские службы других ведомств, на которые воз- ложено решение этого вопроса. Оценка подземного источника для хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществляется на основе: а) санитарного состояния места размещения водозаборных сооружений и прилегающей территории; б) качества воды; в) степени природной и санитарной надежности, а также прогноза их санитарного состояния. Классификация источников подземных вод по величине их дебита приведена в табл. 3.

Таблица 3

Классификация источников подземных вод по величине дебита (по О. Мейнцеру и Г.А. Максимовичу) Дебит Класс Название по дебиту л/с м 3 /сут I Гигантские 10000 864000 II Исполинские 10000-1000 864000-86400 III Очень большие 1000-100 86400-8640 IV Большие 100-10 8640-864 V Значительные 10-1 864-86,4 VI Малые 1-0,1 86,4-8,64 VII Незначительные 0,1-0,01 8,64-0,864 VIII Весьма незначительные 0,01

4. Цветность воды. Цветностью воды называется ее окраска, вызываемая гумминовыми и таннино- выми веществами, коллоидными соединениями железа, а также сточными водами некоторых производств. Причиной окраски различных подземных вод могут быть вещества, извлекаемые водой из торфа, гумуса, болотной почвы, отмерших растений. Цветность придает воде неприятный вид и может влиять на качество продукции некоторых произ- водств. Цветность воды измеряется в градусах платиново-кобальтовой шкалы по ГОСТ 3351-74. За 1° цвет- ности принимается цветность раствора по платиново-кобальтовой шкале, содержащего в 1 л 2,49 мг хлор- платината калия и 2 мг хлористого кобальта. Согласно ГОСТу для питьевой воды цветность допускается не более 20°. По согласованию с орга- нами санитарно-эпидемиологической службы цветность воды может быть до 35°. 5. Мутность воды определяется на мутномерах путем сравнения мутности испытуемой воды с эта- лонами, приготовленными из инфузорной земли или каолина, имитирующих разную степень мутности во- ды. Мутность питьевой воды согласно стандартной шкале должна быть не более 1,5 мг/л. 6. Взвешенные вещества не всегда присутствуют в воде подземных источников. Взвешенные веще- ства попадают в воду этих источников в результате проникновения с дождевыми и талыми водами песча- ных и глинистых частиц. Концентрация взвешенных веществ в воде в разное время года неодинакова и может изменяться в десятки и сотни раз. Согласно ГОСТу допускаемое содержание взвешенных веществ в питьевой воде должно быть не более 2 мг/л, а в оборотной воде 50-200 мг/л. Содержание взвешенных веществ в воде определяется при прозрачности менее 10 см массовым ме- тодом. Для этого определяемый объем испытуемой воды фильтруют через предварительно высушенный до постоянной массы взвешенный бумажный фильтр. После окончания фильтрования фильтр вновь высуши- вают в сушильном шкафу при температуре 105°С до постоянной массы и взвешивают. Прирост в массе фильтра, пересчитанный на 1 л воды и выраженный в мг/л, показывает концентрацию в воде взвешенных веществ. Прямое определение концентрации взвешенных веществ трудоемко и занимает много времени. По- этому часто ограничивается нахождением косвенного показателя, зависящего от содержания взвешенных веществ, а именно - от прозрачности воды. При прозрачности воды 30 см содержание взвешенных веществ не определяют. 7. Электропроводность воды тем выше, чем больше ее солесодержание. Этим обстоятельством пользуются при контроле работы отдельных очистных сооружений и аппаратов водоподготовки - натрий- катионирования и при ионитовом обессоливании воды. § 13. Химические свойства воды 1. Активная реакция воды (pH), или водородный показатель - есть степень кислотности или щелоч- ности воды и количественно характеризуется концентрацией водородных ионов (табл. 7).13 Таблица 7 Зависимость реакции воды от концентраций водородных ионов Водородный показатель, pH Реакция 1, 2, 3 Кислая 4, 5, 6 Слабокислая 7 Нейтральная 8, 9, 10 Слабощелочная 11, 12, 13, 14 Щелочная Согласно ГОСТу pH питьевой воды должна быть в пределах 6,5-8,5. 2. Щелочность природных вод, как правило, обусловливается присутствием в ней бикарбонатов и гуматов, т.е. солей слабых органических кислот. Щелочность выражается в моль/л. 3. Жесткостью называют суммарную концентрацию в ней ионов кальция и магния (в моль/л или в градусах). 1° жесткости соответствует 0,357·10-3 моль/л, а 1·10-3 моль/л соответствует 2,8° жесткости. Различают жесткость общую, карбонатную, некарбонатную. Карбонатной жесткостью называется часть общей жесткости, обусловленная содержанием в воде бикарбонатов и карбонатов кальция и магния. Некарбонатная жесткость обусловливается содержанием в воде главным образом сульфатов и хло- ридов кальция и магния и в меньшей мере - нитратов и силикатов кальция и магния (гипс, хлористый маг- ний). Пользование водой повышенной жесткости вызывает перерасход мыла, усиленный износ белья при стирке, затрудняет варку овощей, мяса и др. Согласно ГОСТу величина общей жесткости воды питьевого качества установлена не выше 7·10-3 моль/л, а в особых случаях по согласованию с СЭС - не выше 10·10-3 моль/л. 4. Сухой остаток. Общим (плотным) остатком называется показатель, характеризующий концентра- цию в воде примесей (кроме газов) в основном неорганического и частично органического происхождения. Он определяется как остаток от упаривания известного объема нефильтрованной пробы, высушенной при 110°С до постоянной массы. Растворенный (сухой) остаток отличается от общего (плотного) только тем, что пробу воды перед выпариванием фильтруют. Прокаленным остатком называют показатель, характеризующий содержание в воде неорганических примесей (кроме газов) и определяемый взвешиванием остатка после упаривания известного объема воды и прокаливания при 800°С. В зависимости от того, фильтруют или не фильтруют воду перед ее упариванием и прокаливанием, различают прокаленный растворенный остаток и прокаленный общий остаток. Прока- ленный растворенный остаток, по существу, характеризует солесодержание воды. Согласно ГОСТ 17.1.3 03-77 для питьевого водоснабжения может быть выбран источник, раство- ренный остаток в воде которого не превосходит 1000 мг/л. В противном случае необходимо принимать ме- ры по снижению растворенного остатка до указанной нормы. По содержанию растворенных веществ воды можно подразделять на: а) пресные, с содержанием растворенных веществ до 0,1%; б) соленые, с содержанием растворенных веществ от 0,1 до 5%. Согласно ГОСТу сухой остаток в питьевой воде должен быть не более 1000 мг/л. По согласованию с органами санитарно-эпидемиологической службы содержание сухого остатка допускается до 1500 мг/л. 5. Железо в природных водах может содержаться в ионной форме (двух- и трехвалентное железо в виде неорганических и органических коллоидов), в виде комплексных соединений или тонкодисперсной взвеси. В подземных водах чаще всего встречается растворенное двухвалентное железо. В подземных водах содержание железа может колебаться от тысячных долей до десятков миллиграммов в 1 л. Согласно ГОСТу содержание железа в воде не должно превышать 0,3 мг/л. При использовании подземных вод без установок по обезжелезиванию воды по согласованию с ор- ганами санитарно-эпидемиологической службы содержание железа в воде, поступающей в водопроводную сеть, допускается до 1,0 мг/л. 6. Сульфаты и хлориды встречаются во всех природных водах и чаще всего в виде кальциевых, маг- ниевых и натриевых солей. Естественное содержание сульфатов в артезианских и грунтовых водах обу- словлено выветриванием пород и биологическими процессами в водоносных слоях. Содержание сульфатов в подземных водах может быть обусловлено перетоком в намечаемый к ис- пользованию водоносный горизонт вод из других водоносных горизонтов. Повышенное содержание суль- фатов и хлоридов обусловливает повышенный растворенный остаток воды. При некоторых сочетаниях со-14 держания сульфатов и хлоридов при концентрации SO4 больше 250 мг/л и при концентрации Cl от 0 до 3000 мг/л вода приобретает коррозийные свойства по отношению к бетонам, затворенным на портландце- менте. Большое количество хлоридов в воде может быть вызвано вымыванием поваренной соли или дру- гих хлористых соединений из соприкасающихся с водой пластов. В последнем случае в воде наблюдается присутствие аммиака, нитритов, повышенная окисляемость и плохие бактериологические показатели. Воды, содержащие более 500 мг/л сульфатов и более 350 мг/л хлоридов, отрицательно влияют на желудочно-кишечный тракт человека. Согласно ГОСТу содержание хлоридов в питьевой воде должно быть не более 350 мг/л, а сульфатов не более 500 мг/л. 7. Азотсодержащие вещества. Аммиак (NH3), нитриты (NO2) и нитраты (NO3) образуются в резуль- тате разложения белковых соединений, попадающих почти всегда со сточными бытовыми водами. Наличие в воде аммиака и отсутствие нитритов указывает на свежее загрязнение воды, а совместное их присутствие свидетельствует о том, что с момента первичного загрязнения прошел некоторый период времени. Отсут- ствие аммиака при наличии нитритов и особенно нитратов указывает на то, что загрязнение произошло давно и вода самоочищается. Допустимой для питьевых целей считается вода, содержащая лишь следы аммиака и азотистой ки- слоты (нитритов) и не более 10 мг/л азотной кислоты (нитратов). Повышенное содержание нитратов (более 50 мг/л) в воде, постоянно используемой для питьевых нужд, приводит к нарушению окислительной функции крови [23]. 8. Окисляемость воды. В природных водах содержатся в тех или иных количествах органические вещества в коллоидном или истинно-растворенном состоянии. Вещества появляются в воде вследствие распада растительных и животных организмов или в результате сброса промышленных либо бытовых сточных вод. Окисляемость воды обусловливается содержанием в ней органических и некоторых легкоокисляю- щихся неорганических примесей (сероводород, закисное железо и др.). Количество кислорода, эквивалент- ное расходу окислителя, называется окисляемостью. Окисляемость природных вод колеблется от 1 до 60 мг/л кислорода, а в болотных водах может достигать сотен мг/л кислорода. Наименьшая величина окисляемости у артезианских вод 1-3 мг/л О2. Окисляемость в пределах 20- 60 мг/л характерна для вод, расположенных в болотистых местностях, и служит указанием на загрязнение воды. По окисляемости можно приблизительно установить содержание органических веществ в воде. Рез- кое увеличение окисляемости воды источника свидетельствует о его загрязнении сточными водами. Предварительная обработка воды на водоочистных сооружениях только частично устраняет указан- ные загрязнения. Всякая вода содержит легко- и трудноокисляющиеся органические вещества, и в зависимости от степени загрязнения они могут быть окислены сильными окислителями - перманганатом, бихроматом и др. 9. Сероводород помимо неприятного запаха и коррозионных свойств, которые он придает воде, спо- собен вызывать зарастание труб вследствие развития серобактерий. Содержание в воде сероводорода (H2S) в зависимости от активной реакции (pH) при температуре 25°С в процентах от общего количества следующее: pH при 25°С 4 5 6 7 7,5 8 8,5 9 10 содержание H2S, % 99,9 98,9 91,8 52,9 26,0 10,1 3,4 1,1 0,1 10. Растворенный кислород. Вода, соприкасающаяся с воздухом, содержит кислород в равновесной концентрации, зависящей от атмосферного давления, температуры и содержания растворенных в воде со- лей. Равновесная концентрация кислорода в дистиллированной воде, которая при нормальном давлении соприкасается с воздухом, не содержащим углекислый газ, и насыщена водяным паром, составляет 20,9 мг/л; при 0°С равновесная концентрация кислорода в природной воде равна 14,65 мг/л. Отклонение действительной концентрации кислорода от равновесной вызывается: а) физическими явлениями, например резким изменением барометрического давления, изменением температуры воды; б) физико-химическими и химическими влияниями, например поглощением кислорода при элек- трокоррозии металла и потреблением его на химическое окисление веществ, содержащихся в воде или со- прикасающихся с ней; в) биохимическими влияниями, которые преобладают в естественных условиях, например потреб- лением кислорода при аэробном микробиальном разложении органических веществ или, наоборот, выделе- нием кислорода при поглощении углекислого газа организмами. Растворимость кислорода в воде зависит от ее температуры: Температура воды, °С 0 10 15 20 25 30 40 100 Содержание кислорода в воде, мг/л 14,65 11,3 10,10 9,10 8,20 7,50 6,50 0,0015 Растворенного кислорода в воде должно быть не менее 4 мг/л в любой период года. 11. Мышьяк обычно находится в воде в виде арсенатов. В подземных водах арсенаты присутствуют редко. Мышьяк входит в состав некоторых минеральных, а также шахтных вод. В подземные воды мышь- як попадает из сточных вод обогатительных фабрик, из отходов производства красителей, кожевенных, хи- мических и металлургических заводов. Мышьяк может содержаться в смывах с площадей земли, где применяли инсектициды, содержащие мышьяк. Содержание мышьяка в питьевой воде должно быть не более 0,05 мг/л. 12. Фтор. Содержание в питьевой воде фтора согласно ГОСТу допускается не более 1,5 мг/л для I и II климатических районов и 1,2 мг/л для III климатического района. 13. Медь, цинк, марганец. Согласно ГОСТу содержание меди в питьевой воде не должно превышать 1 мг/л, цинка 5 мг/л, марганца 0,1 мг/л. 14. Кремниевая кислота. Наличие кремниевой кислоты в воде препятствует использованию ее в котлах высокого давления. В некоторых подземных водах SiO2 содержится до десятков мг/л.

§ 14. Бактериологические свойства воды Для оценки бактериального благополучия воды пользуются так называемым коли-титром, равным числу миллилитров воды, в которой обнаружена одна кишечная палочка, или коли-индексом - числом ки- шечных палочек в 1 л воды. Чем выше цифровое значение коли-титра, чем ниже значение коли-индекса, тем благополучнее вода в бактериальном отношении. Согласно ГОСТу коли-титр должен быть не менее 300, а коли-индекс соответственно не более 3 (табл. 8).

Таблица 8

Определение бактериальных показателей воды Число положительных Число положительных объемов по 100 мл объемов по 10 мл коли-индекс коли-титр коли-индекс коли-титр коли-индекс коли-титр 0 333 4 250 11 91 1 3 333 8 125 18 56 2 7 143 13 77 27 37 3 11 91 18 56 38 26 4 14 71 24 42 52 19 5 18 56 30 33 70 14 6 22 45 36 28 92 11 7 27 37 43 23 120 8 8 31 32 51 20 161 6 9 36 28 60 17 230 4 10 40 25 69 14 230 100 Галечник (окатанный) или щебень (неокатанный) 100-11 Гравий (окатанный) или дресва (неокатанная) 10-3 Песок 2-0,06 Пыль 0,05-0,005 Глина 2 25 Крупный >0,5 50 Средней крупности >0,25 >50 Мелкий >0,1 >75 Пылеватый >0,01 25 тяжелая 8-13 30 Суглинок: легкий 13-18 35 средний 18-26 Менее песчаных средний пылеватый Более песчаных тяжелый 26-35 Менее песчаных тяжелый пылеватый Более песчаных Глина: легкая 35-50 Менее песчаных легкая пылеватая Более песчаных тяжелая >50 -18 § 16. Классификация горных пород по буримости Все горные породы независимо от их происхождения обладают определенной сопротивляемостью разрушению бурильным инструментом. Эта сопротивляемость, называемая степенью буримости, зависит от многих факторов, например, от твердости минеральных частиц, слагающих породу, от крупности, хруп- кости, прочности цементирующего вещества, влагоемкости породы, вязкости и монолитности ее и т.д. Иными словами, степень буримости зависит от состава, строения, состояния и свойств породы, а также от вида и способа бурения. В связи с этим для горных пород разработаны классификации по буримости, в которых к опреде- ленным категориям отнесены группы пород, равноценные или весьма близкие по трудности проходки их бурильным инструментом (табл. 12). Таблица 12 Классификация горных пород при бурении вращательным и ударно-канатным способами [20] Категория породы при способе бурения Наименование и характеристика породы враща- тельном ударно- канатном Ангидрид IV IV Боксит IV IV Валунно-галечные отложения X VII Гипс III-IV IV Глины: а) средней плотности с наличием гравия и гальки II II б) плотные загипсованные с наличием гравия и гальки III III в) валунные V IV Гравийно-галечные грунты: а) гравий и галька размером менее 80 мм V V б) галька размером менее 150 мм с небольшим количеством валунов VII VII Диабазы: а) выветрившиеся VI V б) затронутые выветриванием VIII VI в) крупные, не затронутые выветриванием VIII VII Диатомиты III VI Доломиты: а) мягкие, пористые, выветрившиеся, средней крепости IV IV б) плотные, крепкие IV V Дресва V V Известняки: а) мягкие, пористые, выветрившиеся, а также ракушечники III-IV IV б) доломитизированные, мергелистые, плотные V V в) окварцованные, крепкие VII VI г) кремнистые, очень крепкие IX VII Скарновые кварцы и кварциты: а) пористые VII-VIII VII19 Категория породы при способе бурения Наименование и характеристика породы враща- тельном ударно- канатном б) жильные IX-X VII Конгломераты: а) осадочных пород на известковом цементе VI V б) изверженных пород (с галькой 50% по объему) на песчано-глини- стом цементе, осадочных пород на кремнистом цементе, изверженных пород на известняковом цементе VII-VIII VI в) изверженных и кристаллических пород на кремнистом цементе IX VII Колчеданы и железняки: а) выветрившиеся, сыпучие VI IV б) плотные невыветрившиеся VII-VIII V в) окварцованные или окремненные IX-X VII Коренные излившиеся породы (андезиты, базальты, диабазы, трахиты и др.) VIII VI Лёсс: а) рыхлый и слежавшийся I-II I-II б) плотный III III Магнезит IV IV Мел: а) мягкий III II б) плотный IV IV Мергели: а) мягкие, рыхлые II I II б) плотные, крепкие III-IV IV Опоки V V Пемза III-IV III Почвенно-растительный слой без корней, с корнями деревьев и кустарников I-II I-II Пески: а) речные и слабосцементированные с содержанием гравия и гальки до 20% (по объему) I-II I-II б) то же, с содержанием гравия и гальки более 20% (по объему) III III в) сухие III III Песчаники: а) выветрившиеся и слабосцементированные на глинистом и известко- вом цементе, железистые и известковые III-IV IV б) плотные на известковом железистом и глинистом цементе, поле- вошпатовые V-VI IV в) окварцованные и кварцевые VII VI г) кремнистые и окремненные IV VII Плывуны II III Соль каменная (галит) IV IV Сланцы: а) выветрившиеся песчано-глинистые (горючие) III-IV III б) глинистые, углистые и талько-хлоритовые, средней крупности, вы- ветрившиеся, окварцованные V IV20 Категория породы при способе бурения Наименование и характеристика породы враща- тельном ударно- канатном в) аспидные, кровельные, глинисто-слюдяные VI V г) крепкие, окварцованные, окремненные VII-VIII VI д) кремнистые IX VII Супеси и суглинки: а) с примесью гравия и гальки по объему до 20% I-II I-II б) то же, от 20 до 30% III III в) то же, более 30% III IV Торф без корней и с корнями I I-II Трепел: а) слабый I-II I-II б) плотный III III Туф: а) средней крепости III-IV III б) окремненный IX VI Угли: а) слабые III II б) средней крепости IV III в) крепкие (антрациты и др.) V IV Фосфориты V IV Коренные глубинные породы (граниты, диориты, сиениты, гнейсы, габбро, пор- фириты, пегматиты и др.): а) выветрившиеся V-VI V б) затронутые выветриванием VII-VIII VI в) крупно-среднезернистые, не затронутые выветриванием IX VI г) мелкозернистые, не затронутые выветриванием X VII § 17. Некоторые сведения по гидрогеологии Гидрогеология изучает происхождение, состав, движение и распределение подземных вод в горных породах и взаимоотношение пород с этими водами, а также условия использования подземных вод, влия- ние их на возникновение природных процессов, а также на условия строительства и эксплуатации искусст- венных сооружений. Горные породы по своему происхождению не являются абсолютно монолитными, они имеют поры, трещины самых различных форм и размеров, а также пустоты. Пористость, трещиноватость и тектоническая нарушенность пород с учетом их литологических особенностей и динамики подземных вод определяют гидрогеологические свойства. Трещинные воды - это подземные воды, залегающие в трещиноватых магматических, метаморфи- ческих и осадочных породах. В горных породах различают (по происхождению) трещины трех видов: а) тектонические, образовавшиеся при формировании геологических структур; б) выветривания, возникающие при выветривании и размывании горных пород; в) литологические, связанные с формированием пород. Водообильность трещиноватых горных пород в значительной степени зависит от типа развитых в них трещин и характера взаимосвязи последних между собой. В зависимости от вида и размера пор, трещин и пустот в горных породах различают: а) некапиллярную пористость (скважность, обусловленную крупными порами >1 мм, ноздревато- стью, кавернозностью, крупной трещиноватостью и закарстованностью);21 б) капиллярную пористость, когда в горных породах встречаются поры размером менее 1 мм, а трещины шириной менее 0,25 мм. Водовмещающие породы представляют собой пористые среды. Основные свойства пористой среды, определяющие условия движения в ней воды, - пористость и проницаемость. Пористость - это общий объем всех пустот в горной породе (табл. 13). Величина пористости горных пород характеризуется коэффициентом пористости n, который определяется отношением объема пор к объему всей породы в сухом состоянии и выражается в долях единицы или в процентах: n = (Vп/V)100% (где Vп - объем пор; V - объем породы). Таблица 13 Пористость некоторых пород Пористость, % Порода минимальная максимальная Граниты и гнейсы 0,02 0,6 Каррарский мрамор 0,20 0,40 Глинистые сланцы 0,50 7,50 Кремнистые сланцы 0,85 0,90 Известняки 0,50 13,50 Доломиты 1,50 22,00 Туф известковый 20,2 32,2 Песчаники 3,50 28,5 Пески 35,0 42,0 Глины 25,0 55,0 Лёсс 40,0 55,0 Пористость n водовмещающей горной породы - это часть ее объема, заполненная водой и выражен- ная как отношение объема пустот к общему объему породы. Характеристикой емкостных свойств водовмещающей среды является не полная пористость, а ко- эффициент гравитационной водоотдачи породы μ, т.е. количество воды, которое может высвободиться из элементарного объема пласта при его осушении. Под коэффициентом водоотдачи принято понимать разность между общей пористостью и макси- мальной молекулярной влагоемкостью с учетом объемных масс скелета и воды: Δск μ = n - Δв Wm где Δск и Δв - соответственно объемная масса скелета и воды. Обычно принимают величину водоотдачи равной активной пористости n0. Активная пористость - это совокупность пор и других пустот, по которым подземная вода может свободно передвигаться в горных породах, не испытывая заметного притяжения и трения со стороны сте- нок, так как эти стенки покрыты гигроскопической и пленочной водой. Активная пористость - это также объем пор, взаимосоединенных друг с другом. При напорной фильтрации осушения породы не происходит и емкостные свойства водоносного го- ризонта определяются упругостью водовмещающих пород и заключенной в ней воды [4]. По аналогии со свободной водоотдачей при осушении пород для характеристики емкостных свойств напорного пласта Ф.М. Бочевер предложил понятие упругой водоотдачи μ, характеризующей ко- личество воды, которое может быть получено с единицы площади напорного пласта при понижении пьезо- метрического напора на 1 м. Упругие свойства водоносного горизонта характеризуются, по предложению В.Н. Щелкачева, ко- эффициентом упругоемкости β. Коэффициент водоотдачи будет выражен μ = Δвβm где Δв- объемная масса пресной воды, приближенно равна единице; m - мощность водоносного горизонта в м. Тогда формула коэффициента водоотдачи (табл. 14) примет вид μ = βm22 Таблица 14 Средние значения коэффициента водоотдачи Порода Коэффициент водоотдачи, доли единицы Тонкозернистый песок и супесь 0,1-0,15 Песок: мелкозернистый 0,15-0,2 среднезернистый 0,2-0,25 крупнозернистый и гравелистый 0,25-0,35 Известняки трещиноватые 0,008-0,1 Проницаемость - это свойство пористого материала пропускать через себя воду под действием при- ложенного градиента давления [4]. Согласно определению Р. Коллинза, проницаемость есть проводимость по отношению к воде. К водопроницаемым породам относятся крупнозернистые пески, гравий, галечник, щебень, валуны, трещиноватые скальные породы, т.е. породы, в которых имеется достаточное количество крупных пустот для проникновения и движения воды. Водоносным горизонтом называют пласт водопроницаемой породы, наполненный (насыщенный) водой и способный отдавать ее. Водоносные горизонты всегда залегают на водоупорных или весьма слабопроницаемых для воды горных породах. Водоупорными горными породами являются плотные тяжелые глины, плотные суглинки, а также различные изверженные и метаморфические породы, если они не трещиноваты. Подошвой водоносного горизонта называют горные породы, подстилающие водоносный горизонт. Движение подземных вод в водоносном горизонте, или так называемая фильтрация, происходит по порам и мелким трещинам горных пород. Отдельные струи движутся равномерно, без разрыва сплошного потока, с небольшими скоростями, параллельно одна другой. Такое движение подземной воды преобладает в природных условиях и называется ламинарным. Закон ламинарного движения формулируется следующим образом: расход воды, фильтрующейся через определенную площадь (поперечное сечение) горной породы, прямо пропорционален этой площади, напору и обратно пропорционален длине пути фильтрации на данном участке потока. Он зависит от неко- торой постоянной величины - коэффициента фильтрации, свойственного данной породе. Коэффициент фильтрации представляет собой расход воды через единицу площади поперечного сечения пласта при напорном градиенте, равном единице, и численно равен скорости фильтрации при еди- ничном градиенте. Коэффициент фильтрации измеряется в м/сут. Поскольку при решении задач водоснабжения, как правило, рассматривается плановая фильтрация, обычно коэффициент фильтрации заменяется коэффициентом водопроводимости [14] T = km (k - коэффи- циент фильтрации). Коэффициент водопроводимости представляет собой расход воды через единицу ши- рины подземного потока мощностью m при единичном напорном градиенте и измеряется в м2 /сут. Помимо коэффициентов фильтрации (водопроводимости) и водоотдачи в гидрогеологических рас- четах широко используется комплексный параметр a, в общем случае характеризующий скорость развития депрессии: в безнапорном потоке - коэффициент уровнепроводимости a = km/μ; в напорном потоке - коэффициент пьезопроводности (в м 2 /сут) a = km/μн. На практике в качестве основных гидрогеологических параметров определяют коэффициент фильт- рации (водопроводимости) и пьезопроводности (уровнепроводимости). Расход подземных вод находят по следующей формуле: Q = Fki, где Q - расход воды, м 3 /сут; F - площадь поперечного сечения потока (водоносного пласта); i - напорный градиент или падение напора на единицу пути фильтрации, рассчитываемый по выражению i = (H1-H2)/l (H1 и H2 - пьезометрические напо- ры в двух сечениях потока; l - расстояние между этими сечениями, м). Средние значения коэффициента фильтрации, по Н.А. Плотникову, приведены в табл. 15.23 Таблица

Значения коэффициента фильтрации Коэффициент Характеристика пород фильтрации м/сут см/с Очень хорошо проницаемые галечники с крупным песком, сильно закарстованные известняками и сильно трещиноватые породы 100-1000 и более 1,16-1,12 Хорошо проницаемые галечники и гравий, частично с мелким песком, крупный пе- сок, чистый среднезернистый песок, закарстованные, трещиноватые и другие поро- ды 100-10 0,12-0,01 Проницаемые галечники и гравий, засоренные мелким песком и частично глиной, среднезернистые пески и мелкозернистые, слабо закарстованные малотрещинова- тые и другие породы 10-1 0,12- 0,0012 Слабопроницаемые, тонкозернистые пески, супеси, слаботрещиноватые породы 1-0,1 1,2·10-3 - 1,2·10-4 Весьма слабопроницаемые суглинки 0,1-0,001 1,2·10-4 - 1,2·10-6 Почти непроницаемые глины, плотные мергели и другие массивные породы с ни- чтожной водопроницаемостью 0,001 1,2·10-6 Коэффициент фильтрации на практике ориентировочно возможно определять по следующей фор- муле: k = 130 × q/m, где 130 - переходный коэффициент; q - удельный дебит скважины; m - мощность водоносного горизонта, м. Коэффициент фильтрации в полевых условиях находят при помощи откачек, а в лаборатории - по результатам анализа гранулометрического состава водоносной породы. Отклонения от закона ламинарного движения происходят при скорости движения подземной воды свыше 1000 м/сут, что наблюдается только в карстовых районах и породах, имеющих большие трещины. Движение подземной воды переходит в вихреобразное, или турбулентное, при котором струи воды уже не движутся параллельно. В этом случае расход воды выражается уравнением Q = F × k × √i. Таким образом, при вихреобразном движении воды скорость ее пропорциональна уклону не в пер- вой степени, а в степени 1/2. § 18. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод Подземная вода, пригодная для водоснабжения объектов, является полезным ископаемым. Общность понятия "запас" для твердых полезных ископаемых и воды заключается в следующем: объем (масса) гравитационной воды, как и масса твердого полезного ископаемого, выражает ее запасы; объем водоносного пласта аналогичен объему породы, содержащей руду; коэффициент водоотдачи - со- держанию руды в породе; состав подземных вод - составу руды. Запасы и ресурсы подземных вод можно подразделить по их генезису на следующие виды: 1) естественные; 2) искусственные; 3) привлекаемые. Естественные запасы - масса гравитационной воды в пласте в естественных условиях, выраженная в объеме. Естественные ресурсы водоносного горизонта - это его питание в естественных условиях, нашед- шее свое выражение в расходе потока подземных вод. Искусственные запасы подземных вод - это их объем в пласте, образовавшийся в результате ороше- ния, подпора водохранилищами, искусственного заводнения пласта. Привлекаемые ресурсы - усиление питания подземных вод, вызванное образованием депрессион- ных воронок при эксплуатации водозаборов. Эксплуатационные запасы подземных вод - количество подземных вод, которое может быть полу- чено рациональными в технико-экономическом отношении водозаборными сооружениями при заданном режиме эксплуатации и при качестве воды, удовлетворяющем требованиям в течение всего расчетного сро- ка водопотребления. Количество воды в эксплуатационном запасе выражается расходом воды.24 Эксплуатационные запасы (ресурсы) по возможному сроку их использования могут быть приняты равными сроку амортизации водозабора, т.е. 25-30 лет, а при оценке прогнозных ресурсов в региональном плане - около 50-100 лет. Государственной комиссией по запасам полезных ископаемых (ГКЗ) разработана классификация эксплуатационных запасов подземных вод. По этой классификации эксплуатационные запасы подземных вод подразделяются на четыре категории: A, B, C1 и C2. Запасы относят к той или иной категории в зависимости от степени разведанности подземных вод, изученности их качества и условий эксплуатации. Утверждение запасов категорий А и В дает право на со- ставление проектов водоснабжения и выделение капитальных вложений на строительство новых, а также реконструкцию действующих водозаборов. Запасы по категориям А и В требуют проведения детальной разведки, запасы по категориям С1 обосновываются данными предварительной разведки и поисковых работ. При подсчете эксплуатационных запасов по категории С2 используют обзорные (мелкомасштабные) карты, руководствуются общими сооб- ражениями о балансе подземных вод в том или ином районе и учитывают в качестве аналогов данные по более разведанным площадям. Гидрогеологические исследования, проводящиеся для выявления и оценки эксплуатационных запа- сов подземных вод, делятся на следующие стадии: поисковые работы, предварительная разведка и деталь- ная разведка. Эксплуатационные запасы подземных вод оцениваются гидродинамическими, гидравлическими и балансовыми методами. Гидродинамический метод заключается в расчетах по соответствующим формулам, выведенным из основных уравнений математической физики и теоретической гидродинамики. Гидравлические методы расчета эксплуатационных запасов подземных вод, широко используя эм- пирические приемы, основываются непосредственно на данных опыта. Гораздо надежнее, как это и делает- ся на практике, определять зависимость понижения от дебита откачкой из скважины. Но гидравлическими методами нельзя установить обеспеченность восполнения эксплуатационных запасов подземных вод, так как экстраполяционные формулы не включают величину, характеризующую баланс потока. Гидравличе- ским методом можно оценить эксплуатационные запасы, применяя их лишь совместно с гидродинамиче- скими или балансовыми методами. Балансовые методы расчета запасов подземных вод основаны на том, что объем воды, извлеченной водозабором за тот или иной срок его эксплуатации, равен сумме объемов воды, полученной за счет: а) от- бора воды из естественных запасов; б) частичного перехвата водозабором расхода естественного потока; в) увеличения питания водоносного горизонта, вызванного эксплуатацией. При оценке эксплуатационных запасов подземных вод на отдельных участках балансовые методы играют подчиненную роль, поскольку определить, какая часть естественных запасов и расхода естествен- ного потока будет использована водозабором, по балансовым уравнениям невозможно. Вместе с тем балан- совый метод позволяет дать характеристику восполнения запасов за счет естественных ресурсов водонос- ного горизонта, что особенно важно при оценке эксплуатационных запасов водоносных горизонтов, имею- щих небольшую область питания. § 19. Классификация подземных вод По Г.Н. Каменскому, в формировании пресных подземных вод основная роль принадлежит ин- фильтрации атмосферных вод. В зависимости от различных геолого-литологических и физико- географических условий, в которых происходит инфильтрация, могут формироваться подземные воды сле- дующих основных типов. I. Грунтовые воды выщелачивания в условиях достаточно влажного климата. II. Грунтовые воды в засушливых районах при интенсивном испарении. III. Артезианские воды: 1) с благоприятными условиями питания и стока; 2) с крайне замедленным стоком или бессточные. По условиям залегания и характеру водовмещающих пород подземные воды подразделяются на следующие группы: а) поровые - в рыхлых отложениях; б) пластовые - в пластах горных пород; в) трещинные - в горных породах, пронизанных трещинами; г) трещинно-жильные - в зонах тектонических нарушений; д) трещинно-карстовые - в трещинах и карстовых полостях закарстованных пород. По гидрогеологическим показателям подземные воды делятся на напорные (уровень устанавливает- ся выше глубины вскрытия) и безнапорные.25 По температуре подземные воды подразделяются на семь видов (табл. 16). Таблица 16 Классификация подземных вод по температуре (по О.А. Алекину) Вид воды Температура воды, °С Исключительно холодные 100 По степени минерализации подземные воды разделяются по суммарному содержанию присутст- вующих в воде веществ, характеризуемому сухим остатком в граммах на 1 л воды (табл. 17). Таблица 17 Степень минерализации подземных вод (по В.А. Приклонскому) Вид вод Содержание сухого остатка, г/л Содержание ионов, мг на 100 г Плотность, г/см3 Преобладающий тип воды Пресные 50 >150 >1,0283 Хлоридно-натриевый По активной реакции pH подземные воды делят на: сильнокислые 3,5 кислые 3,5-5,5 слабокислые 5,5-6,8 нейтральные 6,8-7,2 слабощелочные 7,2-8,5 щелочные >8,5 Общая схема классификации подземных вод приведена на рис. 3 [2].26 Рис. 3. Общая схема классификации подземных вод Каждая из приведенных классификаций подземных вод в той или иной степени используется при проектировании разведочно-добывающей скважины, так как она конкретно указывает проектировщику, на какую глубину, какой конструкции необходимо запроектировать скважину и какие насосы предусмотреть (напорные или безнапорные) в зависимости от характера вод. В зависимости от величины сухого остатка (солесодержания), жесткости, количества железа и фто- ра проектировщик прежде всего предусматривает в проекте состав и вид очистки подземной воды для до- ведения ее до питьевого качества. § 20. Связь подземных и поверхностных вод Подземные воды тесно связаны с атмосферой и поверхностными водными источниками, а потому являются одним из важных элементов в общем водном балансе отдельных районов, областей и всей страны в целом. Сток подземных вод в реки составляет значительную долю от общего годового стока рек (например для рек европейской части СССР 20-25%). В первый период эксплуатации водозабор обеспечивается в ос- новном естественными - статическими, упругими и динамическими - запасами данного пласта. Затем под влиянием откачки из водозабора привлекаются дополнительные воды из атмосферы и соседних водонос- ных горизонтов. Начиная с момента, когда влияние откачки распространяется до поверхностных источни- ков, они начинают играть основную роль, и это обстоятельство необходимо учитывать при гидрологиче- ских расчетах и проектах источников водоснабжения из поверхностных водоемов. В ряде случаев при проектировании водозаборов подземных вод можно предусматривать искусст- венное пополнение эксплуатационных запасов подземных вод на водозаборах. Для этого устраивают сис- темы открытых бассейнов, каналов или скважин и шахтных колодцев, в которые подается вода из поверх- ностных источников (рек, водохранилищ, озер) и из которых она поступает (инфильтрационная) в водонос- ный пласт. При инфильтрации "сырая" вода освобождается от твердых взвешенных частиц и бактериальных загрязнений, т.е. улучшается ее качество [22].27 Глава 5. СОДЕРЖАНИЕ ПРОЕКТА РАЗВЕДОЧНО-ДОБЫВАЮЩЕЙ СКВАЖИНЫ § 21. Некоторые предварительные данные 1. По определению, данному А.С. Белицким, разведочно-добывающей называют скважину, конст- рукция которой, включая водоприемную часть, рассчитана на оборудование водоприемником проектной производительности. При положительных результатах опробования этой скважины ее передают в постоян- ную эксплуатацию. 2. Разведочной называют скважину облегченной конструкции и сравнительно небольшого диамет- ра, оборудованную временным фильтром и предназначенную для вскрытия и предварительного опробова- ния водоносного горизонта. Разведочные скважины бурят с таким расчетом, чтобы при необходимости можно было извлечь обсадные трубы и фильтр. 3. Одиночные скважины на воду бурят, как правило, без предварительной разведки. 4. Глубина буровых скважин на воду равна обычно 30-300 м. Наиболее часто бурят скважины глу- биной 100-200 м. В проектную конструкцию почти каждой скважины приходится вносить изменения в процессе ее бурения, опробования и оборудования. Бурение скважин на воду по типовым проектам, а также составление таких проектов совершенно недопустимо вследствие чрезвычайного разнообразия гидрогеологических условий. Зоны санитарной охраны должны проектироваться на основании санитарного и гидрогеологическо- го обследования. При этом должны быть выявлены область питания, характер слоев грунта, отделяющих водоносный горизонт от поверхностных вод и других водоносных горизонтов, наличие и характер наруше- ний естественных гидрогеологических условий (заброшенные и неправильно эксплуатируемые скважины, шахты, штольни, карьеры и пр.). § 22. Порядок проектных работ Проектирование скважин на воду производят в основном в следующем порядке: 1) получив и изучив задание на проектирование, проектировщики приступают прежде всего к сбору и изучению материалов и сведений, имеющихся как в своей, так и в других проектных организациях, а также в геологическом управлении в районе предполагаемого размещения объекта, требующего хозяйст- венно- питьевого водоснабжения; 2) проектировщики совместно с представителями заказчика, местных органов государственного надзора и исполнительного комитета Совета народных депутатов выезжают в район намеченного к строи- тельству объекта для обследования, осмотра и выбора мест расположения будущих водозаборных соору- жений; 3) на месте, выбранном для размещения будущего водозабора, производят специальные геофизиче- ские работы, в результате которых точно определяют наличие или отсутствие водоносных горизонтов и дают им геологическую характеристику; 4) подготовив план размещения, водозабора и собрав все необходимые материалы и документы, проектная организация обращается в Гидроэкспедицию для получения заключения; 5) после получения положительного заключения проектная организация разрабатывает проект скважины для данного объекта, согласовывает с соответствующими органами государственного надзора и подготавливает ходатайство для получения разрешения на специальное водопользование в районе, где на- мечается строительство объекта. Для обоснования проекта скважины проектная организация выполняет комплекс изысканий (в том числе и геофизические работы) с освещением следующих вопросов: а) физико-географические условия района (климат, рельеф, растительность); б) гидрологический режим открытых водоемов, связанных с подземными водами; в) геологическое строение; г) условия залегания водоносного пласта, его размеры в плане и разрезе; д) состав, водопроницаемость, водоотдача и пьезопроводность пласта, характер контактов с окру- жающими породами и фильтрационные свойства последних, источники питания пласта, связь его с поверх- ностными водотоками и водоемами, глубина залегания и форма пьезометрической поверхности, а также другие параметры, необходимые для расчета водозабора; е) качество подземных вод (физические свойства, химический состав, показатели бактериального и химического загрязнения) данного водоносного горизонта и окружающих его горизонтов, а также поверх- ностных вод.28 § 23. Общие сведения о геофизических исследованиях Электроразведка - одна из главных составных частей разведочной геофизики, она широко использу- ется при решении многих задач гидрогеологии и инженерной геологии. Все виды подземных вод обладают рядом общих свойств. Определяющим фактором служит нали- чие в разрезе зон аэрации и насыщения, которые наряду с другими факторами обусловливают дифферен- циацию разреза по сопротивлениям и позволяют применять электроразведку. В водосодержащих слоях песчано-глинистых отложений при помощи электроразведки выявляют и оконтуривают по площади водоносные слои, а также оценивают глубину залегания, мощность и степень минерализации вод. Геофизические работы в таком районе начинают с параметрических измерений на всех существую- щих скважинах, шурфах, колодцах, обнажениях, местах наиболее мелкого заложения исследуемого гори- зонта. В результате выявляют наиболее вероятные типы геоэлектрических разрезов, устанавливают сопро- тивления водоносных горизонтов, ожидаемые изменения этих характеристик по площади исследования, что позволяет уточнить оптимальный комплекс методов для гидрогеологических особенностей района. Точки вертикального электрозондирования (ВЭЗ) постоянным током располагают в соответствии с геоморфологией и гидрогеологической обстановкой, причем стремятся охватить все многообразие типов геоэлектрических разрезов и определить перспективные участки. После выявления водоносных пород в зависимости от ожидаемых формы и размеров объекта ис- следований, а также степени детальности разбивают сеть наблюдений и на ее основе проводят разведку. Интерпретация основывается на параметрических наблюдениях, при этом устанавливают критерии водо- носности, качества вод, выбирают наиболее характерные и вероятные типы разрезов, по которым подбира- ют практические кривые, которые служат для сопоставления и являются эталоном определенных геоэлек- трических и гидрогеологических условий. Водоносность породы устанавливают по типу кривой ВЭЗ и величине истинного сопротивления. По данным электроразведки составляют качественное суждение о наличии и минерализации вод. Значительно труднее получить количественную характеристику, установить глубину залегания, мощность и степень ми- нерализации. Результаты исследований представляют в виде карт с нанесением данных о глубине, мощности, ми- нерализации водоносного слоя, карт изолиний или профилей изучаемого физического параметра. К картам прилагают геоэлектрические разрезы, графики по профилям, каротажные диаграммы и геологические ко- лонки по существующим скважинам с примерами интерпретации, иллюстрирующими решение поставлен- ных задач. В ряде районов большие запасы подземных вод приурочены к скальным породам, водоносность ко- торых зависит от степени их разрушенности. В большинстве случаев водоупором являются монолитные скальные породы, служащие высокоомным опорным геоэлектрическим горизонтом. Наличие же коры вы- ветривания, трещиноватости, тектонических нарушений, разломов и зон обрушения приводит к накопле- нию в них подземных вод, что обусловливает резкое снижение удельного сопротивления. Перед электроразведкой ставится задача отыскания среди высокоомных пород скального основания зон пониженных сопротивлений. При этом производят: 1) определение глубины залегания и рельефа кровли скальных пород; 2) поиски и разведку водоносных зон в скальном основании, т.е. выявление в опорном горизонте участков пониженного сопротивления; 3) обнаружение и трассировку тектонических зон, отдельных разломов, установление направления и степени трещиноватости. Пластовые воды связаны с проницаемыми осадочными породами, чередующимися с водоупорами, и могут быть напорными, полунапорными и обладать свободной поверхностью. Водоносные слои в таких породах почти всегда являются низкоомным горизонтом. Применение электроразведки возможно лишь при благоприятных соотношениях глубины и мощно- сти, а также при достаточной разнице в сопротивлениях между вмещающими и водоносными породами. В этом случае необходимо: 1) выявить и оконтурить водоносные пласты; 2) определить глубину их залегания и мощность; 3) оценить степень минерализации. Решение этих вопросов возможно методом ВЭЗ при наличии скважин. Эффективно также приме- нять каротаж существующих скважин при помощи электронных каротажных станций АЭКС, полуавтома- тических станций ПКС и разборных полуавтоматических каротажных установок. Каротажные диаграммы записываются непрерывно на специальной каротажной ленте в масштабе 1:200 или 1:500. Каротаж проводится электрическими или радиоактивными методами исследования.29 § 24. Сооружения для забора подземных вод Тип сооружений для забора подземных вод зависит от глубины их залегания, мощности водоносно- го пласта, его водообильности, условий залегания (характера пород, наличия напора в пласте и т.д.). Все применяемые в практике водоснабжения типы сооружений для приема подземных вод делятся на следующие группы: 1) водозаборные скважины; 2) копаные шахтные и забивные фильтровые колодцы; 3) горизонтальные водозаборы; 4) лучевые водозаборы; 5) каптаж родников. Водозаборы подземных вод должны обеспечивать надежный прием необходимого количества под- земных вод и подачу их под требуемым напором потребителям. Состав сооружений и устройств водозабора подземных вод следует определять при проектировании в зависимости от местных условий. Водозабор, как правило, должен включать: 1) приемные устройства (скважины, шахтные колодцы, лучевые водозаборы, горизонтальные водо- сборы, каптажи источников); 2) насосные станции первого подъема; 3) трубопроводы. В водоносных пластах, залегающих на глубинах более 10 м, следует устраивать скважины. Водозаборы из скважин применяют и в тех случаях, когда подземные воды залегают на глубине ме- нее 10 м от поверхности земли, а мощность водоносного пласта не менее 5-6 м. Но если водоносный пласт в этом случае представлен рыхлыми породами (песками, галечниками), то вместо скважины сооружают шахтный колодец (скважину большого диаметра). По условиям производства строительных работ использование шахтных колодцев ограничивается глубиной залегания водоносного пласта до 30-40 м от поверхности земли. Лучевые водозаборы следует применять для забора подземных вод в аллювиальных отложениях под руслами рек, а также при эксплуатации маломощных водоносных пластов, залегающих ниже 8 м от по- верхности земли. Каптажи следует использовать при концентрированном выходе подземных вод на поверхность (ключи, источники). Тип водозаборных сооружений следует выбирать с учетом геологических, гидрогеологических и других природных особенностей района на основе технико-экономического расчета. При размещении водозаборных сооружений подземных вод следует отдавать предпочтение участ- кам: а) расположенным вблизи места потребления воды; б) обладающим наибольшей водообильностью и допускающим забор потребного количества и над- лежащего качества воды; в) обеспечивающим наиболее высокое положение динамического уровня в процессе эксплуатации; г) обеспечивающим возможность расширения водозабора на перспективу. Водозаборы следует располагать на устойчивых (не оползневых) и незатопляемых участках, а при отсутствии таких - предусматривать мероприятия по защите водозаборов (обвалование, подсыпку и др.). Участки для расположения водозаборов должны быть выбраны таким образом, чтобы исключалась воз- можность загрязнения эксплуатируемых водоносных горизонтов бытовыми и промышленными сточными водами, газонасыщенными водами и водами с повышенной минерализацией, содержащими железо и мар- ганец, из других водоносных горизонтов. Скважина должна быть защищена от попадания воды, служащей для охлаждения подшипников, компрессоров и сальников. С целью защиты используемых подземных вод от загрязнения сточными водами животноводческих ферм и других объектов должна быть организована санитарная зона участков расположения водозаборов. Зона санитарной охраны для подземных источников состоит из двух поясов, в каждом поясе должен быть установлен особый режим. Первый пояс - зона строгого режима - должен включать: а) источник в месте забора воды; б) водопроводные сооружения: насосные станции, запасные и напорные резервуары и т.д. Границы первого пояса зоны санитарной охраны должны устанавливаться в зависимости от степени защищенности горизонтов с поверхности от загрязнения и гидрогеологических условий на определенном расстоянии (в м) от водозабора: для надежно защищенных горизонтов >30 для незащищенных, недостаточно защищенных горизонтов >5030 Для одиночных подземных водозаборов, расположенных на территории объекта, исключающего возможность загрязнения почвы, расстояние от них до ограждения допускается уменьшать соответственно до 15 и 25 м. Второй пояс зоны санитарной охраны - зона ограничения - должен включать: а) источник, питающий данный водопровод; б) бассейн питания водоисточника и его притока с границами по водоразделам, другие источники и грунтовые воды, которые могут оказать неблагоприятное влияние на качественный или количественный состав воды в водоисточнике; в) окружающую территорию с населенными пунктами, фермами, зданиями, сооружениями и уст- ройствами, оказывающими на источник определенное влияние. На территории второго пояса запрещается: - располагать животноводческие фермы ближе чем на 300 м от границ первого пояса; - располагать стойбища и выпас скота ближе чем на 100 м от границы первого пояса. Границы второго пояса определяют расчетом. Наземные насосные станции первого подъема, применяемые в практике строительства над скважи- нами с насосами ЭЦВ, разработаны по плану типового проектирования Госстроя СССР. Все технические условия согласованы с Главным санитарно-эпидемиологическим управлением Минздрава СССР и утвер- ждены Промстройпроектом Госстроя СССР. Проект насосной станции первого подъема предназначен для строительства на объектах водоснаб- жения во всех отраслях народного хозяйства с температурой воды в водоисточнике не выше 25°С на всей территории СССР с расчетной зимней температурой -20, -30 и -40°С. Такую типовую станцию можно применять: 1) при водозаборе из скальных, полускальных, галечных и других крупнозернистых пород, обеспе- чивающих нормальную эксплуатацию без чистки отстойной части скважины; 2) в районах с суровым климатом; 3) при отсутствии станций управления, пригодных для условий работы в шкафу на открытом возду- хе; 4) при высоком уровне грунтовых вод и обильном их притоке, где по местным условиям не приме- нимы заземленные камеры насосных станций. Типовая насосная станция над одиночной скважиной состоит из наземного здания (павильона) раз- мером в плане 3×3 м, в котором размещается оголовок скважины, водопроводное оборудование, приборы контроля и измерения, а также устройства для производства отбора проб воды с любой глубины. Управление насосами - автоматическое и местное. Станция управления агрегатами и аппаратура ав- томатики находятся в шкафах внутри здания насосной станции. Фундамент павильона бутобетонный, стены кирпичные, перекрытие монолитное, железобетонное. Фундамент устья скважины из бетона марки 100. Вентиляция естественная, отопление электрическое. Расход воды в зависимости от суточной подачи насосной станции принят равным 3-9 м 3 /ч, но не бо- лее 140 м 3 /сут и контролируется водомером ВВ-50 или УВТ-50, при расходе воды 2,5-12 м 3 /ч - дифмано- метром ДП-781Р с камерной диафрагмой ДКН10-50. Основные задачи при проектировании водозаборов: 1) выбор типа, схемы и конструкции водозабора, насосного оборудования связывающих коммуни- каций; 2) расчет производительности водозабора и понижений динамического уровня как в самом водоза- боре, так и в зоне его влияния в течение намечаемого срока эксплуатации; 3) прогноз качества подземных вод и составление проекта зон санитарной охраны, а в случае необ- ходимости также и специальных мероприятий по защите подземных вод от загрязнения бытовыми, произ- водственными и другими сточными водами; 4) оценка возможного влияния проектируемого водозабора на существующие водозаборы, окру- жающую среду, флору и фауну; 5) составление сметы, технико-экономическая оценка различных вариантов водозабора. Проектирование водозаборных сооружений при использовании в качестве источника водоснабже- ния подземных вод должно сопровождаться технико-экономическими расчетами и обоснованием намечен- ного к строительству водозабора. Сопоставление вариантов следует считать одним из важнейших элемен- тов проектирования. Необходимо рассматривать несколько участков одного водоносного горизонта или разных горизон- тов вследствие возможности различных гидрогеологических параметров. Например, участок с лучшими параметрами и более водообильный может оказаться более удаленным от потребителя. Определяющим фактором может служить наличие источников загрязнения подземных вод на том или ином участке, т.е. необходимость проведения в связи с этим специальных мероприятий по защите под- земных вод и водозаборов от загрязнений или мероприятий по очистке вод.31 § 25. Содержание проекта 1. Введение: а) указание на объект, для водоснабжения которого намечено бурение, с приведением водопотреб- ления (суточного, часового и секундного); б) точное место расположения скважины, абсолютная высота устья скважины; в) обоснование выбора места заложения скважин с указанием гидрогеологических условий и техни- ко-экономических факторов (удаление скважины от возможных очагов загрязнения, вне зоны затопления паводковыми водами и т.п.). 2. Геолого-геоморфологическая характеристика района и участка работ. 3. Гидрогеологическая характеристика района и участка работ. 4. Оценка всех природных, санитарных и экономических факторов, а также преимуществ и недос- татков того или иного водоносного горизонта. На основе этой оценки должен быть сделан всесторонне обоснованный выбор одного или нескольких горизонтов, наиболее соответствующих требованиям задания, и в связи с этим подлежащих вскрытию и опробованию; должна быть установлена целесообразность буре- ния разведочно-добывающей скважины и намечена ее глубина. В специальной части проекта следует освещать вопросы, непосредственно связанные с бурением и опробованием разведочно-добывающей скважины. 5. Проект производства работ, в котором предусматривается конструкции скважины, тип породо- разрушающего инструмента, диаметр скважины, диаметр обсадных труб, количество колонн и дается про- ектный геолого-технический разрез скважины. 6. Опробование скважины в целях выявления соответствия дебита скважины от понижения опытной откачкой. 7. Перечень геолого-технической документации. 8. Принятое водоподъемное оборудование. 9. Оборудование устья скважины. 10. Расчет и описание зон санитарной охраны. 11. Сметы. 12. Приложения и чертежи. Пример проекта скважины с водозабором Паспорт проекта разведочно-добывающей скважины Производительность, м 3 /сут 40,0 Глубина скважины, м 70,0 Эксплуатационный диаметр, мм 205 Пьезометрический уровень воды, м 15 Удельный дебит скважины, (л/с)/м 0,7 Оборудование скважины: а) обсадные трубы (ГОСТ 632-80) диаметром 325 мм и толщиной 9 мм, м 10 б) то же, диаметром 273 мм и толщиной 7 мм, м 52 в) то же, диаметром 169 мм и толщиной 5 мм, м 23 г) скважность фильтра,% 35 д) насос 2 ЭЦВ6-6,3-85, шт. 1 Зона санитарной охраны размером 30×30 м 1 Устройство для замеров уровня воды ЭВ-1м 1 Насосная станция по типовому проекту 901-2-116 1 Счетчик турбинный холодной воды 1 Герметический оголовок по серии 4.901-16, вып. 1 1 Абсолютная отметка устья скважины, м 90,032 Пояснительная записка I. Общая часть 1. Введение Настоящий проект составлен на основании договора № ... от ... 19...г. с Производственным управле- нием сельского хозяйства ... области. Проектом предусматривается бурение разведочно-добывающей скважины с последующей органи- зацией водозабора для водоснабжения ... завода в поселке ... района ... области. Выбранный участок под скважину находится на западной окраине поселка ..., в 400 м на запад от существующих строений и в 4 км на север от реки ... . Местоположение проектируемой скважины показано на чертежах ..., согласовано с заинтересован- ными службами и оформлено актом (см. приложение). Санитарная обстановка на участке в настоящее вре- мя удовлетворительная. В геологическом отношении площадка под скважину в верхней части сложена суг- линком. Уровень грунтовых вод ориентировочно ожидается на глубине 15 м. В районе проектируемой скважины разведанных месторождений полезных ископаемых нет. Исходные данные для разработки проекта: 1) задание на проектирование разведочно-добывающей скважины; 2) разрешение ... бассейнового Управления на специальное водопользование; 3) акт обследования и выбора места заложения скважины на воду. Проект разработан в соответствии со СНиП II-31-74. Скважина сдается в эксплуатацию, если качество подземных вод соответствует ГОСТу, а также при получении дебита, отвечающего производительности скважины в данных гидрогеологических условиях и заданию заказчика. В случае получения отрицательных результатов скважину ликвидирует та же буровая бригада. На базе вновь пробуренной скважины строится насосная станция первого подъема, устанавливается зона санитарной охраны строгого режима и обеспечивается внешнее электроснабжение. 2. Водопотребление и схема водоснабжения В настоящее время ... завод в поселке ... находится в стадии строительства. С вводом его в эксплуатацию потребуется источник водоснабжения. Потребное количество воды для завода согласно типовому проекту № 814-0-133 "Межхозяйственный ... завод производительностью 10 т/ч" составляет 40 м 3 /сут, из которых 30 м 3 /сут - на хозяйственно-питьевые нужды, 10 м 3 /сут - на производ- ственные. Учитывая односменную работу завода, расход воды составит 1,4 л/с. Действующая скважина № ... расположена на территории ... в 500 м к северу от территории проек- тируемого завода и использоваться не может вследствие нецелесообразности прокладки водовода через ма- гистральную двухколейную электрифицированную железную дорогу. Для водоснабжения завода настоящим проектом предусматривается бурение разведочно- добывающей скважины с дебитом 1,4 л/с. Схема проектируемого водозабора следующая: вода из скважины насосом первого подъема по на- порному водоводу диаметром 100 мм будет подаваться во внутриплощадочную сеть завода (проектирова- ние внутриплощадочной сети с водонапорной башней в объем данной работы не входит). 3. Геологический очерк и гидрогеологические условия района и участка работ Район расположения проектируемой скважины ... и характеризуется равнинным рельефом с абсо- лютной отметкой 90,0-131,0 м. Главной водной артерией района являются реки ... и ..., левые притоки реки ... . Территория района имеет двухъярусное геологическое строение. Нижний структурный ярус - па- леозойский фундамент - состоит из сложнодислоцированных осадочных, метаморфических и изверженных пород палеозойского возраста. Верхний структурный ярус - толща осадочных пород мезокайнозойского возраста. В районе проектных работ складчатый фундамент залегает на глубине свыше 250 м и в гидрогеоло- гическом отношении практического интереса не представляет, так как содержит сильноминерализованные воды, непригодные для питьевых целей.33 Мезокайнозойские образования развиты на всей площади описываемого района. Мезозойские поро- ды трансгрессивно лежат на палеозойском фундаменте и представлены верхнемеловыми аргиллитами и бейделлитовыми глинами зеленовато-серого цвета. Наибольший интерес с гидрогеологической точки зрения представляют отложения палеогенового возраста, повсеместно распространенные в районе и представленные осадками палеоцена, эоцена и олиго- цена. Отложения палеоцена (Р1) широко развиты в описываемом районе. Литологически они представле- ны мощной (100 м и более) толщей серых и темно-серых аргиллитов с мелкими прослойками глауконито- кварцевых песчаников и алевритов. Эоценовые отложения (Р2) лежат на осадках палеоцена и в районе работ подразделяются на два го- ризонта - нижний (серовская свита) и объединенный средне- и верхнеэоценовый (ирбитская свита). Нижнеэоценовые осадки (P2) представлены в основном опоками, реже трепелами и диатомитами и имеют повсеместное распространение на рассматриваемой площади. Глубина залегания их колеблется в пределах 50-150 м, увеличиваясь в северо-восточном направлении. Мощность опок в районе работ достига- ет 40 м. Средне-верхнеэоценовый горизонт (P2 2+3) сложен глинистыми диатомитами. Граница между ниже- лежащими опоками и диатомитами отчетливая, без следов размыва. Мощность ирбитской свиты превыша- ет 80 м. Общее увеличение мощности наблюдается в восточном направлении и в отдельных впадинах древ- него рельефа. Отложения олигоценового возраста (Р3) в рассматриваемом районе распространены меньше, чем нижележащие эоценовые осадки. Они слагают в основном водораздельные формы рельефа. Олигоцен здесь подразделяется на нижний, средний и верхний подотделы, причем нижний олигоцен объединен с верхним эоценом в так называемую чеганскую свиту (P2 3 - P3 1 ), представленную морскими отложениями различных глин. Породы среднего олигоцена (P3 2 ), выделенные в чиликтинскую свиту, а также верхнего олигоцена (P3 3 ) - наурзумская свита - представлены исключительно континентальными мелкозернистыми песками и глинами. Мощность песков в районе работ колеблется в пределах 13-40 м. Развиты они не повсеместно. Средне- и верхнеплиоценовые (N2+3) известковистые глины и полимиктовые пески с гравием в виде маломощных прослоев и линз распространены незначительно. Эти породы развиты на самых высоких во- доразделах. В гидрологическом отношении они интереса не представляют. Описанный комплекс палеогеновых образований повсеместно перекрыт четвертичными отложе- ниями (О), среди которых выделяются: озерно-болотные зеленовато-серые глины, залежи торфа, аллюви- альные глины и пески с галькой и гравием, покровные суглинки и глины. Мощность четвертичных отложе- ний колеблется от 1 до 10 м. В гидрологическом отношении ... район приурочен к ... артезианскому бассейну, который характе- ризуется развитием этажно расположенных водоносных горизонтов, разобщенных между собой водоупор- ными глинами. Водоносный горизонт мела занимает обширные площади и является артезианским бассей- ном подземных вод. Он обладает достаточно хорошей водообильностью. Однако высокая минерализация подземных вод (5 г/л и более) не позволяет использовать их для питьевого водоснабжения. В водоносном горизонте нижнего эоцена водовмещающими породами служат опоки и песчаники, водообильность которых связана с региональной трещиноватостью. Этот горизонт в рассматриваемом рай- оне залегает довольно глубоко (50-150 м). Пластово-трещинные воды опок с глубиной сильно меняют свой химический состав. В пределах одной и той же толщи опок существуют как бы два различных водоносных горизонта, одинаковых по со- ставу воды: верхний, довольно маломощный горизонт опок содержит гидрокарбонатно-натриевые воды, слабоминерализованные, вполне пригодные для питья; нижний горизонт опок содержит горько-соленые гидрокарбонатные воды сульфатно-хлориднонатриевого состава с минерализацией до 3,5 г/л и более. В бактериологическом отношении воды опокового горизонта безупречны. Водоносный горизонт олигоценовых отложений представлен песками с прослоями глин средней мощности (по району) 10-15 м и заключает подземные воды, залегающие на глубине от 5 до 25 м в зависи- мости от мощности перекрывающих осадков и рельефа местности. Водообильность горизонта в целом небольшая и крайне неравномерная, зависит от мощности пес- ков и их гранулометрического состава. Дебиты скважин изменяются от сотых долей до 3-5 л/с. Подземные воды горизонта - пресные гидрокарбонатные кальциево-магниевые с минерализацией 0,15-0,7 г/л. Эти воды каптированы колодцами и одиночными скважинами для хозяйственно-питьевого водоснабжения индивидуальных хозяйств и небольших животноводческих ферм. На участке проектируемой скважины указанный горизонт не развит. Единственно надежным для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения является водоносный горизонт нижнеэоценовых опок.34 II. Специальная часть 1. Предварительный геологический разрез Проектом скважины предусматривается вскрыть водоносный горизонт нижнеэоценовых опок. Проектируемый разрез составлен на основании геологического разреза по существующей скважине № ..., расположенной в 500 м севернее участка проектируемой скважины (табл. 18). Таблица 18 Геологический разрез проектируемой скважины Интервал зале- гания слоя, м Мощность слоя, м Геологический возраст пород (индекс) Категория пород по буримости Краткое литологическое описание пород 0,00-6,00 6,0 a Q II Почвенно-растительный слой; суг- линок плотный, песок серый мелко- зернистый 6,0-8,0 2,0 a Q III Песок серый мелкозернистый 8,0-50,0 42,0 P2 2+3 III Глина сизовато-серая опоковидная 50,0-70,0 20,0 P2 1 IV Опока глинистая, трещиноватая Примечание. Проектный разрез в процессе буровых работ корректируется. 2. Конструкция скважин и проект производства работ 1) скважина проектируется как разведочно-добывающая; 2) способ бурения - вращательный роторный с промывкой чистой водой; 3) пьезометрический уровень ожидается ориентировочно на глубине 15 м; 4) удельный дебит скважины принят равным 0,7 (л/с)/м на основании данных по расположенной вблизи существующей скважине; 5) проектируемый дебит принят 1,4 л/с при понижении уровня воды на 2 м; 6) глубина скважины определена гидрогеологическими условиями и принята равной 70 м; 7) проектируемая конструкция скважины - с двумя колоннами обсадных труб. Кондуктор диаметром 325 мм перекрывает рыхлые отложения на глубине 10 м. С целью изоляции водоносного горизонта от возможного загрязнения затрубное пространство кондуктора цементируется с доведением цементного раствора до отметки 2,3 м. Расход сухого цемента принимается согласно расчету по ЕРЕР-27 на строительные работы. Кондуктор выводится на 0,5 м выше устья скважины. Эксплуатаци- онная колонна труб диаметром 219 мм устанавливается в интервале 0,00-52,0 м. Конструкция скважины и типы буровых наконечников приведены в табл. 19; Таблица 19 Конструкция проектируемой скважины Размеры обсадных труб, мм Глубина, м Тип рабочего наконечника Диаметр, мм диаметр толщина стенки Диаметр соедини- тельных муфт, мм 0,0-10,0 Трехшарошечное долото 2Д16С 394 325 9 351 10,0-52,0 Трехшарошечное долото К121 295 273 7 288 52,0-70,0 Трехшарошечное долото 1В81 190 168 7 Сварка 188 Примечание. Конструкция скважины в процессе буровых работ корректируется. 8) по окончании бурения скважины производится электрокаротаж в необсаженной части ствола (52- 70 м) и гамма-каротаж по всему стволу (0-70 м);35 9) вокруг устья скважины цементируют воротник радиусом не менее 3 м; 10) водоприемная часть скважины оборудуется фильтром из перфорированных труб диаметром 168 мм; скважность каркаса фильтра 35%; 588 отверстий на 1 м при их диаметре 20 мм; фильтр устанавливает- ся "впотай" в интервале 47-70 м; рабочая часть фильтра - в интервале 52-68 м. После электрокаротажа скважины интервал установки фильтра корректируется. Отстойник фильтровой колонны снабжается деревянной пробкой; 11) проект геолого-технического разреза приведен на чертеже (рис. 4); Рис. 4. Проект геолого-технического разреза 12) категория пород по буримости дана по табл. 12; 13) по окончании производства буровых работ составляются исполнительные документы; 14) при производстве буровых и опытных работ необходимо соблюдать "Единые правила безопас- ности при геологоразведочных работах", утвержденные Госгортехнадзором РСФСР. 3. Опробование скважины В целях выявления соответствия дебита скважины проектным данным и установления зависимости дебита скважины от понижения производится опробование скважины опытными откачками при двух по- нижениях уровня общей продолжительностью 7 сут. Перед откачкой через скважину прокачивают воду до полного ее осветления в течение 1 сут. Опытная откачка производится с максимального понижения уровня воды при дебите не ниже 75% проектируемого. Второе понижение должно быть на 3-5 м меньше предыдущего, но во избежание ошибок в расчетах его величина должна быть не менее 1 м. Продолжительность откачек при каждом понижении оп- ределяется процессом стабилизации уровней, дебитов, а также химическим и бактериологическим составом воды. Продолжительность откачки при каждом понижении по проекту 3 сут. Обязательное условие - непрерывный процесс откачки при данном понижении. В качестве водоприемного оборудования рекомендуется применять эрлифт, смонтированный по схеме "внутри". В качестве водоподъемных труб могут быть использованы обсадные трубы ниппельного соедине- ния диаметром 108-127 мм. Рекомендуемый диаметр воздуходувных труб 19-37 мм. Глубина погружения смесителя 40 м. В процессе откачек уровни измеряют через каждые 5 мин в течение 1 ч, а затем через каждый 1 ч. После прекращения откачек наблюдают за восстановлением уровня воды в скважине. В конце каждого понижения отбирают пробы воды на химический и бактериологический анализы (по три пробы на каждый вид анализа). Скважина оборудуется электропогружным насосом типа ЭЦВ.36 Водозабор после полного окончания строительства и оборудования его насосом подлежит опробо- ванию эксплуатационной откачкой с целью проверки работ всех водозахватных сооружений, производи- тельности всего водозабора в целом. Продолжительность откачки при постоянном дебите, равном проект- ному, принимается 4 сут. Эксплуатационная откачка выполняется на одно понижение при дебите, равном проектному. Уровни воды замеряются пневмоустановкой, расход воды - водомером. Периодичность измерений - 1 ч. Результат наблюдений за эксплуатационной откачкой оформляется в виде акта с фактическими данными наблюдений. Насосная станция над скважиной - заглубленная, автоматическая, состоит из двух камер по типово- му проекту 901-2-116, с наземным шкафом и аппаратурой управления, а также с электрооборудованием аг- регата. В камере над скважиной размещены: оголовок, вантуз, задвижка, дренажный насос, приборы учета воды, запорная арматура, обратный клапан. Водоподъемное оборудование. В качестве водоподъемного оборудования принят погружной насос марки 2ЭЦВ6-6, 3-85 с двигателем марки ПЭДВ-2, 8-140 мощностью 2,8 кВт. Подача насоса 6,3 м 3 /ч при напоре 85 м. Монтаж насоса, определение количества необходимых водоподъемных труб выполняются на месте. Вспомогательное оборудование. Для измерения расхода воды, отбираемой из скважины, устанавли- вается счетчик ВТ-50. Уровень воды в скважине периодически замеряется электроуровнем ЭВ-1М. Для пробной эксплуатационной откачки воды из скважины, а также для непосредственной подачи ее в передвижную емкость на напорной трубе за оголовком предусматривается отвод с задвижкой, к кото- рому может в свою очередь подсоединяться гибкий шланг. Откачка дренажных вод из подземных камер осуществляется насосом марки ВКС-1/16. Для контро- ля уровней воды в дренажных приямках на специальной подставке устанавливаются электродные датчики уровня, входящие в комплект регулятора-сигнализатора уровня типа ЭРСУ-3. Герметизация устья скважины обеспечивается устройством герметизированного оголовка по типо- вому проекту серии 4.901-16 вып. 1. в составе бетонного воротника, устьевого патрубка, отводного патруб- ка, опорной плиты, уплотнительных колец, сальников, прокладок из резины. Охрана природных условий. При строительных работах должны быть приняты меры по охране су- ществующих природных условий на территории строительства. Особое внимание должно быть уделено охране подземных вод, для чего предусматривается устрой- ство зоны санитарной охраны в соответствии со СНиП II.32-74. В связи с этим на территории строительства предусматривается ряд мероприятий: а) ликвидация бездействующих скважин; б) на вновь сооружаемой скважине - изоляция от поверхностных вод путем крепления обсадными трубами с затрубной цементацией; в) герметизация устья скважины; г) создание зоны санитарной охраны. Зона санитарной охраны. Устройство зоны I пояса выполняется согласно СНиП II.31-74 и инструк- ции СН441-72. В зону санитарной охраны строгого режима (I пояс) включается участок размером 30x30 м, в кото- ром располагаются скважина и головные водопроводные сооружения. По периметру зоны устанавливается ограждение из колючей проволоки на деревянных столбах вы- сотой 1,6 м. Территория озеленяется посевом многолетних трав и посадкой кустарников. Необходимо соз- дать охранное освещение. Привязка зоны санитарной охраны и насосной станции выполняются на месте. Ввиду того, что водоносный горизонт надежно перекрыт мощной толщей глин, в данном проекте предусматривать устройство II пояса зоны санитарной охраны нет необходимости. Ведомость объемов работ и материалов 1. Транспорт - перевозка автотранспортом комплекта труб и материалов от железнодорожной стан- ции по автодорогам II класса на расстояние до 250 км. 2. Строительство ВЛ: напряжение, кВ 0,4 протяженность, м 250 3. Глубина бурения скважины вращательным способом, м: ротором 7037 наконечником диаметром 394 мм 10 (без отбора керна) наконечником диаметром 295 мм 42 (без отбора керна) наконечником диаметром 190 мм 18 (без отбора керна в грунтах IV категории) 4. Крепление скважины, м: трубами диаметром 325 мм с толщиной стенки 9 мм в грунтах II группы 10 трубами диаметром 273 мм с толщиной стенки 7 мм в грунтах II группы 52 5. Оборудование водоприемной части скважины: спуск фильтровой колонны труб диаметром 168 мм в трубах диаметром 273 мм на глубину, м 52 надфильтровая часть, м 7 рабочая часть фильтра, перфорация в интервале, м 52-68 отстойник, м 2 6. Цементированные скважины: затрубная часть колонны труб диаметром 325 мм, м 7,5 7. Опытные работы: опытная откачка эрлифтом при двух пониженных уровнях воды, сут 7 эксплуатационная откачка, сут 4 8. Химический и бактериологический анализы воды - три пробы 9. Электрокаротаж скважины, м - 18 10. Гамма-каротаж скважины, м - 7 11. Материал для цементирования: цемент тампонажный, кг 765 вода для затворения цемента, м 3 0,5 м вода для бурения скважины, м 3 50 12. Герметизация устья скважины 13. Сооружение подземной насосной станции - по типовому проекту 14. Монтаж погружного насоса марки 2ЭЦВ6-6,3-85 с погружением в скважину на насосно- компрессорных трубах диаметром 50 мм: глубина от устья скважины, м 25 15. Установка водомера - типа ВТ-50 16. Срезка обсадных труб диаметром 325 мм на отметке, м - 2,3 17. Монтаж электрооборудования и устройства автоматического управления насосом - по типовому проекту 901-2-116 18. Устройство зоны санитарной охраны первого пояса: а) сооружение ограды из колючей проволоки на деревянных столбах высотой 1,6 м, длиной, м 120 б) посадки трава, кусты в) устройство водоотводной канавы длиной 125 м с выемкой грунта, м 3 35 Составила руководитель группы \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ (Ф. И. О.) Название проектной организации \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Глава 6. ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД И ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕРО- ПРИЯТИЙ ПО САНИТАРНОЙ ОХРАНЕ ВОДОЗАБОРА § 26. Некоторые сведения об источниках загрязнения подземных вод По составу и виду загрязнения подземных вод подразделяют на химическое (органическое и неор- ганическое), биологическое, радиоактивное и тепловое. Химическое загрязнение Основными источниками химического загрязнения подземных вод служат жидкие стоки и твердые отходы промышленных производств, содержащие разнообразные неорганические и органические вещества. В результате фильтрации технологических и сточных вод вблизи территории предприятия и про- мышленных бассейнов в подземных водах могут появиться тяжелые металлы, ароматические, токсические и другие вредные для здоровья вещества, а также загрязнения, ухудшающие органолептические свойства воды.38 В наибольшей степени подвержены загрязнению грунтовые воды, в которые химические загрязне- ния поступают с поверхности через зону аэрации, при сбросе в поглощающие выработки, скважины и дру- гими путями. На сельскохозяйственных территориях грунтовые воды загрязняются вследствие избыточного при- менения ядохимикатов и удобрений. В напорные водоносные горизонты химические загрязнения поступают из грунтовых вод через раз- мывы в водоупорной кровле ("литологические окна"); непосредственно по стволу водозаборной или разве- дочной скважины при ее плохой изоляции от смежных водоносных горизонтов. Химические загрязнения в водоносных горизонтах могут распространяться на большие расстояния. Биологическое загрязнение Биологическое загрязнение питьевой воды, вызываемое болезнетворными микроорганизмами, представляет серьезную угрозу здоровью населения. Источниками загрязнения грунтовых вод обычно яв- ляются участки интенсивной и длительной фильтрации загрязненных фекальных и хозяйственно-бытовых вод - поля фильтрации, выгребные ямы, скотные дворы, поглощающие скважины и колодцы, неисправная канализационная сеть и т.п. В прибрежные (инфильтрационные) водозаборы биологические загрязнения могут поступать вместе с загрязнениями речных вод, привлекаемых водозабором. Дальность распространения микроорганизмов в водоносном горизонте зависит главным образом от скорости фильтрации и степени начального загрязнения, однако она существенно ограничивается временем выживаемости, т.е. длительностью существования микроорганизмов в подземных водах. Большую роль в уменьшении распространения микроорганизмов в водоносном горизонте играет также их адсорбция (адге- зия) на частицах грунта. В то же время выживаемость микроорганизмов в водоносном горизонте значительно выше, чем в поверхностных водах, так как в нем отсутствуют солнечные лучи, температура воды низкая и нет микроб- ного антагонизма. Болезнетворные энтеробактерии (брюшнотифозные и дизентерийные) в водонасыщенных песках и илах могут жить 28-51 сут. Выживаемость кишечной палочки в подземных водах составляет 3-7 мес, а в отдельных случаях более 12 мес. Некоторые болезнетворные бактерии могут существовать в течение 170- 400 сут (табл. 20, 21). Таблица 20 Время выживаемости микроорганизмов в подземных водах [6] Микроорганизмы Выживаемость при 4-6 °С, сут Санитарно-показательные бактерии (кишечная палочка и энтерококк) 400 Патогенные энтеробактерии: сальмонеллы брюшного тифа 50-56 сальмонеллы паратифа, В 20039 Вид загрязнения Породы водоносного горизонта Расстояние, м Мелкозернистые пески

Решение. Чтобы выделить требуемые зоны санитарной охраны надо определить соответствующее приведенное время: 2πq 2T1 2·× 3,14·× 0,152 ·× 100 T1 = μmQ = 0,024·× 25·× 78 = 0,30; 2πq 2T2 2·× 3,14·× 0,152 ·× 400 T2 = μmQ = 0,024·× 25·× 78 = 1,20; 2πq 2T3 2·× 3,14·× 0,152 ·× 9000 T3 = μmQ = 0,024·× 25·× 78 = 27. Для построения линии нейтральных токов найдем Q/q = 78/0,15 = 520. Для определения координат точек нейтральной линии используем выражения: 0,426Q x = 2y, y = q = 0,426·× 520 = 220; 0,375Q x = y, y = q = 0,375·× 520 = 195; 0,323Q x = 0,5y, y = q = 0,323·× 520 = 168; 0,250Q x = 0, y = q = 0,250·× 520 = 130; 0,177Q x = -0,5y, y = q = 0,177·× 520 = 92; 0,125Q x = -y, y = q = 0,125·× 520 = 65; 0,074Q x = -2y, y = q = 0,074·× 520 = 39; y = 0, x = 0,159·× 520 = 83. На основании приведенного расчета и гидрогеологических условий района можно сделать следую- щие выводы: 1) кладбища, скотомогильники и свалки мусора должны быть удалены от скважины вверх по потоку на 830 м, а вниз по потоку - на 83 м; 2) животноводческие фермы должны быть удалены от источника водоснабжения вверх по потоку на 208 м, а вниз по потоку - на 75 м; 3) сооружения, не дающие загрязнения, должны быть удалены от источника водоснабжения вверх по потоку на 80 м, вниз по потоку - на 50 м. Пример 2. Рассчитать II пояс зоны санитарной охраны для водозабора, не имеющего гидравличе- ской связи с поверхностными источниками, по графическому методу С.Н. Черкинского и данным санитар- но-гидрогеологических обследований района (рис. 7). Рис. 7. График для определения границ зоны санитарной охраны одиночного водозабора, расположенного в удалении от поверхностных источников44 Исходные данные 1. Проектируемый расход воды составляет 180 м 3 /сут. 2. Активная пористость пород μ = 0,01. 3. Средняя мощность водоносного горизонта m = 30 м. 4. Понижение S = 7 м. 5. Уклон естественного потока подземных вод примем: вверх по потоку i = 0,005; вниз по потоку i = 0 (для условий "бассейна"); а) при определении верхней границы по движению подземных вод надо брать наибольшую из обычно встречающихся величин i = 0,001¸ 0,005; б) при определении нижней границы, наоборот, максимальный запас получается для условия "бас- сейна", т.е. при i = 0 величина B становится равной 0. 6. Коэффициент фильтрации пород водоносного горизонта при турбулентном движении по данным для одиночной скважины можно определить по формуле А.А. Краснопольского 1 1 k = 0,27Q√ (m3 - Н 3 )r = 0,27·× 180√ (303 - 233 )·× 0,168 = 0,97 м/с, где 0,27 - переходный коэффициент; h = m - S - высота динамического уровня, м; r - радиус скважины, м. 7. Естественный расход грунтового потока d = kmi = 0,97·30·0,005 = 0,15 м 2 /сут. 8. Время T1 - время самоочищения загрязненных вод от таких источников загрязнения, как живот- новодческие фермы, - примем равным 400 сут. 9. Определим параметры B и C по формулам: B = q/Q, C = TQ/μm. Тогда: вверх по потоку B = 0,15/180 = 0,0008; вниз по потоку B = 0; C = 400 × 180/0,01 × 30 = 2,4×105 . По графику (см. рис. 6) находим границы II пояса зоны санитарной охраны: R = 370 м - расстояние вверх по потоку; l = 250 м - расстояние вниз по потоку; d = 250 м - расстояние в сторону от водозабора. Следовательно, сооружения, не дающие загрязнения, должны быть удалены от водозабора на 50 м, а остальные - на 370 м вверх по потоку, на 250 м вниз по потоку и на 250 м в сторону от скважины. Пример 3. Для этого же вида водозабора А.А. Черкинским предложен табличный метод определе- ния границ II пояса зоны санитарной охраны, который пригоден только при T = 100 сут. Предварительно по реальным значениям гидрогеологических параметров, а при их отсутствии по параметрам, принятым с из- вестным запасом, вычисляют обобщенные параметры: A = Q/m; B = q/Q = kmi/Q Затем используют данные табл. 24. Для каждого сочетания параметров A и B находят величины R и r, по которым определяют значение d. Таблица 24 Обобщенные параметры А и В для нахождения границ II пояса зоны санитарной охраны R r R r R r R r R r R r R r A = Q/m Породы μ при B = q/Q = kmi/Q 0,00 0,004 0,008 0,0012 0,0016 0,0020 0,0032 d (для всех зна- чений В) 15 Рыхлые 0,15 60 60 60 60 70 60 70 55 70 50 75 50 80 40 60 Скальные 0,03 130 130 150 120 160 110 175 100 190 80 210 70 250 50 130 0,015 180 180 210 160 240 140 280 120 300 100 350 80 430 50 180 30 Рыхлые 0,15 80 80 90 75 95 70 100 70 105 60 120 60 130 50 80 Скальные 0,03 180 180 210 160 240 140 280 120 300 100 350 80 430 50 180 0,015 250 250 310 200 3700 160 420 140 500 100 600 80 750 50 250 45 Рыхлые 0,15 100 100 110 90 120 90 130 90 1400 70 150 60 170 50 100 Скальные 0,03 220 220 270 180 310 150 330 130 400 100 480 80 600 50 220 0,15 310 310 400 240 500 180 600 150 700 100 860 80 1100 50 310 60 Рыхлые 0,15 120 120 130 110 140 100 150 90 160 80 180 70 210 50 12045 R r R r R r R r R r R r R r A = Q/m Породы μ при B = q/Q = kmi/Q 0,00 0,004 0,008 0,0012 0,0016 0,0020 0,0032 d (для всех зна- чений В) Скальные 0,03 250 250 310 200 370 160 420 140 500 100 600 80 750 50 250 0,015 - - - - - - - - - - - - - - - 0,15 130 130 150 120 160 110 175 110 190 90 210 70 250 50 130 75 Рыхлые 0,03 290 290 350 230 410 170 500 150 600 100 720 80 900 50 290 Скальные 0,015 - - - - - - - - - - - - - - - 90 Рыхлые 0,15 140 140 160 130 180 110 190 100 210 90 240 80 290 50 140 Скальные 0,03 310 310 400 240 500 180 600 150 700 100 860 80 1100 50 310 Глава 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЕБИТА ОДИНОЧНОЙ СКВАЖИНЫ И РАДИУСА ВЛИЯНИЯ. ОПРОБОВАНИЕ СКВАЖИН ОТКАЧКАМИ. ВЫБОР ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО НАСОСА § 29. Определение дебита одиночной скважины по данным опытных откачек Данные опытных откачек из одиночных скважин позволяют установить следующие зависимости: Q = f (S), q = f (S), где Q - дебит скважины, л/с; S - понижение уровня воды при откачке, м; q - удельный дебит (л/с)/м. Удельный дебит скважины - это отношение дебита скважины (в л/с) к понижению уровня воды в скважине (в м). Использовав уравнение и построив соответствующие кривые дебита, можно по данным опытной откачки из скважины определить ее дебит при максимально допустимом понижении уровня по формулам Дюпюи, Тима, Келлера, Смрекера и Альтовского (табл. 25). Таблица 25 Формулы для расчета дебита одиночной скважины по данным опытных откачек Формула Автор условия применения написание Возможные пределы экстраполяции Дюпюи Для напорных вод, откачка с одним понижением S Q = S1 Q1 Q S = Q1 S1 300-500 100-300 50-100 Удельный дебит, (л/с)/м 0,5-0,33 0,33-0,2 0,2 Радиус, м 25-50 10-25

РАЗДЕЛ II. БУРЕНИЕ СКВАЖИН НА ВОДУ ГЛАВА 8. СОСТАВ БУРОВЫХ РАБОТ. РЕКОМЕНДАЦИИ И СПОСОБЫ БУРЕНИЯ СКВАЖИН НА ВОДУ § 33. Состав буровых работ При бурении скважин на воду независимо от способа бурения к основным видам работ можно отне- сти: 1) подготовительные работы и обустройство буровых установок; 2) выбор типа долота; 3) подбор осевой нагрузки и частоты вращения бурового инструмента; 4) создание условий работы бурильной установки; 5) промывку скважины (при роторном бурении); 6) спуск обсадных колонн (крепление скважины); 7) цементирование затрубного пространства; 8) вскрытие водоносного горизонта; 9) обустройство фильтра; 10) опытные откачки; 11) освоение скважины. В настоящее время в практике бурения скважин на воду наибольшее распространение получили следующие способы бурения: ударно-канатный; роторный (беспрерывное вращательное бурение) - с пря- мой промывкой глинистым раствором или водой, с обратной промывкой водой, с продувкой сжатым воз- духом, шнековый; колонковый (периодическое вращательное бурение). Рекомендации по выбору способа бурения приведены в табл. 34. Таблица 34 Рекомендации по выбору способа бурения [14] Способ бурения Условия применения Ударно-канатный В рыхлых породах до 150 м, в скальных более 150 м Вращательный (роторный) с прямой промывкой гли- нистым раствором В хорошо изученных и надежно опробованных во- доносных горизонтах, сложенных рыхлыми порода- ми до 1000-1200 м Вращательный (роторный) с прямой промывкой во- дой В устойчивых скальных породах до 1000-1200 м Вращательный (роторный) с обратной промывкой водой В рыхлых породах, не содержащих валунов разме- ром более 150 мм, до 300-400 м Колонковый В скальных породах до 150-200 м Колонковое бурение (периодически вращательное) применяют редко ввиду малого диаметра сква- жин. Этот способ состоит из разрушения пород в забое скважины истиранием с помощью дроби и после- дующем выносе керна буровым инструментом. Шнековое бурение - это бурение скважины с помощью вращательного бурового станка, снабженно- го вместо обычных буровых штанг шнеком, т.е. винтовыми штангами, служащими также в качестве транс- портера для подъема на поверхность выбуриваемой на забое скважины горной породы. Шнековый способ используют для бурения разведочных скважин при неглубоком залегании подземных вод (до 50 м) и нали- чии рыхлых песчано-глинистых пород. § 34. Ударно-канатное бурение Этот способ - первый и основной способ бурения скважин на воду - состоит из периодического раз- рушения пород дроблением с помощью соответствующих долот и последующей очистки забоя желонками. Отличительные особенности скважин, пробуренных этим способом, заключаются в сохранении вы- соких дебитов и больших сроков их службы (иногда 70-80 лет и более). В настоящее время в нашей стране ударно-канатный способ вытесняется роторным. Однако за ру- бежом (в США, Великобритании, ФРГ) многие фирмы до сих пор отдают ему предпочтение.53 Преимущества ударно-канатного способа: а) возможность качественного вскрытия и опробования пласта; б) отсутствие необходимости в снабжении установок водой и глиной; в) возможность бурения в валунно-галечниковых отложениях, в породах, поглощающих промывоч- ную жидкость, в многолетнемерзлых породах; г) возможность в короткие сроки после бурения обеспечивать качественное освоение скважин, так как при этом способе проходимые водоносные горизонты остаются чистыми; д) бурение скважин с большим (более 500 мм) начальным диаметром; е) возможность раздельного опробования водоносных горизонтов в процессе бурения. Технология ударно-канатного способа бурения зависит от геологических условий. В песках и песках-плывунах бурение, как правило, ведется с использованием желонки с плоским клапаном и одновременным креплением стенок скважин обсадными трубами. В водоносных и чистых песках (сухих) следует применять желонку, утяжеленную короткой удар- ной штангой. Число ударов должно быть минимальным. В процессе бурения нельзя допускать, чтобы же- лонка опускалась ниже башмака обсадной трубы более чем на 0,5-0,75 м, так как песок может обвалиться и зажать желонку. В песках-плывунах скважина заполняется песком с водой, поднимающимся за желонкой. Надо сле- дить, чтобы желонка не переполнялась и порода не перебрасывалась через нее вверх, так как попавшая в кольцевой зазор между обсадной трубой и желонкой порода может вызвать прихват. Поэтому плывуны на- до проходить быстро, без остановок, по возможности укороченными рейсами. В галечниках и гравийных породах бурение ведут двутавровыми долотами с применением желонки с плоским клапаном и низким башмаком. В глинистых породах (в плотных и сухих глинах) бурят двутавровыми долотами. Глину разрыхляют долотом на глубину 0,5-0,75 м, а затем используют желонку. В сильнопесчанистых глинах скважину можно проходить буровым стаканом (утяжеленной желон- кой без клапана). Пластичные вязкие глины можно успешно бурить специальным долотом, изготовленным из обыч- ного двутаврового или плоского (зубильного) долота, на конец которого приварены дополнительные лопа- сти, в результате чего оно приобретает вид крестового. Для работы таким долотом в скважину доливают 3- 5 л воды и бурят в течение нескольких минут. Образовавшийся в скважине тестообразный шлам извлекают на корпусе долота. Глинистые породы с валунами, особенно при большом скоплении последних, бурить сложно, так как при этом очень часто наблюдается искривление скважин. Для разрушения валунов, больших по размеру, чем диаметр обсадных труб, следует применять тя- желые округляющие долота. Твердые и крепкие монолитные породы (плотные сухие глины, глинистые сланцы, известняки, пес- чаники, граниты, кварциты и прочие крепкие и абразивные породы) проходят периодическим дроблением с последующей очисткой скважины желонкой с плоским клапаном. При бурении необходимо, чтобы сква- жина не сужалась и имела округлую форму. Причина сужения - быстрый износ долота. Трещиноватые и закарстованные породы бурят крестовыми и округляющими долотами с углом приострения 90°. Трещиноватые породы склонны к обрушению и вывалам, поэтому бурение в них следует произво- дить осторожно при всегда натянутом канате, не допуская раскачивания инструмента и одновременно об- саживая скважину. Зону вечной мерзлоты, сложенную твердыми и крепкими устойчивыми породами (известняками, песчаниками, плотными глинистыми сланцами, гранитами и т.д.), бурят практически так же, как те же по- роды при обычных условиях. Бурение скважин в мерзлых, рыхлых породах (песчанистых глинах, песках, мягких глинистых сланцах, разрушенных песчаниках и известняках) значительно отличается от бурения в породах с положительной температурой. Сложность бурения обусловливает высокая чувствительность мерзлоты к нарушению ее теплового режима. Конструкция скважины при ударно-канатном способе бурения и ее элементы: а) глубина; б) диаметр; в) длина и число колонн обсадных труб; г) специальные устройства (сплош- ные затрубные цементные кольца, манжетные цементные кольца, зажимы, сальники и пр.); д) водоприем- ная часть (надфильтровая колонна, рабочая часть фильтра, отстойник, пробка, цементный стакан). Рациональную конструкцию скважины при ударно-канатном бурении можно создать только при выполнении следующих условий: 1) средняя величина выхода каждой колонны обсадных труб должна быть не более 25-30 м; 2) башмак каждой колонны труб должен внедряться в водоупорную породу на 1-2 м ниже водо- упорной кровли (за исключением последней эксплуатационной колонны, которая должна входить в водо- носную породу);54 3) диаметр долота следует менять через один; 4) колонны обсадных труб должны быть забиты в глины возможно более плотно; 5) обсадная колонна, опущенная "впотай" в предыдущую колонну, должна заходить в нее не менее чем на 3 м при глубине скважины до 50 м и не менее чем на 5 м при большей глубине [2]. Обсадные трубы предназначаются для закрепления стенок скважины в неустойчивых породах и изоляции неиспользуемых водоносных горизонтов, а также перекрытия отдельных участков скважины для их опробования. При бурении скважин на воду ударно-канатным и роторным способом обычно применяют стальные бесшовные трубы с короткой, нормальной или удлиненной резьбой и муфты к ним. Для того чтобы колонна труб следующего диаметра свободно проходила в колонну труб предыду- щего диаметра при ударно-канатном бурении, следует применять обсадные трубы с толщиной стенок, ука- занной в табл. 35. Таблица 35 Условный диаметр труб предыдущей колонны, мм Наружный диаметр последующей колонны, мм наружный внутренний Толщина стенки труб, мм муфта труба 426 406 10 351 324 377 357 10 299 273 325 307 9 299 273 273 255 9 245 219 219 205-203 7-8 188 168 При бурении в рыхлых неустойчивых породах, а также при проходке песков-плывунов, когда об- садные трубы опережают буровой снаряд, целесообразно использовать обсадные трубы с безмуфтовым со- единением, т.е. с соединением "труба в трубу", при котором на одном конце трубы нарезается внутренняя резьба, а на другом - наружная. Обсаживать скважину трубами такой конструкции, а также извлекать их при ликвидации скважины значительно легче, чем при применении труб, соединенных муфтами. Для безмуфтового соединения можно использовать стальные бесшовные горячекатаные трубы по ГОСТ 8732-78. Для обсаживания скважин на воду глубиной до 100 м применяют асбоцементные трубы диаметром 135-324 мм с муфтовым резьбовым и безрезьбовым соединениями. Буровой инструмент 1. Рабочий инструмент для разрушения породы (долото) и извлечения ее на поверхность (желонка), а также инструмент, который вместе с рабочим наконечником собирается в так называемый буровой снаряд (ударная штанга, ножницы, канат, канатный замок). 2. Инструмент для сборки снаряда - инструментальные ключи, затяжные трещотки. 3. Инструмент для работы с трубами - хомуты для труб, забивные головки, башмаки, забивной сна- ряд. 4. Ловильный инструмент. Канаты (тросы) изготовляют из стальных проволок, свитых в пряди. Наиболее широко применяются шестипрядные канаты с сердечником из пеньки, пропитанной битуминозными веществами. Свивка канатов имеет несколько видов: правая крестовая, левая крестовая, правая односторонняя, левая односторонняя и комбинированная односторонняя. При выборе каната следует исходить из его разрывного усилия, указанного в заводском паспорте, и коэффициента безопасности, принимаемого в среднем 3,5. Ударно-канатное бурение осуществляется установками УКС-22М2, УКС-30М2 и установками ком- бинированного бурения, в которых сочетается роторное бурение с обратной промывкой и ударно-канатное установками УКС-22М-ОП и УКС-30М-ОП. В США широко применяются комбинированные буровые установки, позволяющие сочетать удар- но-канатное и вращательное бурение, в том числе и бурение с обратной промывкой. Водоносный горизонт плывунного типа, залегающий на глубине до 100 м, вскрывают: 1) с опережением забоя вспомогательной колонной обсадных труб и последующим "оголением" фильтра - при глубине скважины менее 100 м; 2) под защитой тиксотропной рубашки - при глубине скважины более 100 м;55 3) фильтровой колонной с конусным башмаком - при глубине менее 100 м; 4) открытым забоем без крепления рубашки - при глубине скважины менее 150 м [18]. Недостатки ударно-канатного способа бурения заключаются в большом расходе обсадных труб, бо- лее низких (по сравнению с вращательным) скоростях бурения и ограниченной глубине скважин (до 150- 200 м). § 35. Роторное бурение Роторное бурение (беспрерывное вращательное бурение) состоит в разрушении (крошением, реза- нием) пород в забое скважины соответствующими долотами и выносе их глинистым раствором, водой или сжатым воздухом при одновременном охлаждении бурового инструмента. Роторное бурение следует использовать при выполнении следующих условий: 1) хорошо изученный геолого-гидрогеологический разрез участка бурения; 2) заранее разведанные и опробованные водоносные горизонты, для которых имеется подробная ха- рактеристика качества и количества воды; 3) горизонты воды характеризуются большими напорами; 4) возможность проведения каротажа скважины; 5) возможность бесперебойной доставки воды и глины к месту бурения. В настоящее время в нашей стране широкое применение получили следующие виды роторного бу- рения: с прямой промывкой глинистым раствором и водой (комбинированный), с обратной промывкой во- дой, с продувкой сжатым воздухом, шнековый. Роторное бурение с прямой промывкой глинистым раствором Этот способ имеет некоторые преимущества и может быть рекомендован для бурения различных пород и заканчивания скважины, исключающего кольматацию пласта, а также при применении испытате- лей пластов, опережающего способа опробования на стадии поисково-разведочных работ. Роторный способ бурения может быть осуществлен следующими буровыми установками: СБДУМ- 150-ЗИВ, УРБ-2, УРБ-2,5А; УРБ-3АМ, 1БА-15В, УБВ-600; БУ80БРД, УРБ-3А3, УРБ-3А2. Преимущества: 1) высокие механические и коммерческие скорости бурения; 2) возможность бурения пород различной твердости на различной глубине; 3) небольшая металлоемкость конструкции. Недостатки: 1) при использовании глинистого раствора возникает трудность качественного опробования водо- носных пластов и их освоения, что приводит к снижению дебита скважины, требует проведения длитель- ных и сложных работ по ее разглинизации; 2) необходимость снабжения установок водой и качественной глиной; 3) трудности бурения в породах, содержащих валунно-галечниковые включения, поглощающие промывочную жидкость; 4) трудности организации работ в зимнее время при отрицательных температурах. Роторное бурение с обратной промывкой водой При этом способе бурения скважину промывают водой, которая поступает на забой между стенками скважины и бурильных труб. Разрушенная порода и вода (шлам) поднимаются с забоя по трубам буриль- ной колонны и через резиновый рукав поступают в отстойник, где вода очищается от шлама и снова, само- теком, направляется в затрубное пространство скважины. Вода, омывая, охлаждает долото, а затем, смеши- ваясь с разрушенной породой, всасывается при помощи эрлифта или центробежного насоса в отстойник. При этом уровень воды в скважине должен быть постоянно на 3-4 метра выше статического уровня водо- носного горизонта. Если от устья скважины до глубины статического уровня залегают неустойчивые породы (пески, супеси), то этот интервал закрепляют трубами. Преимущества: 1) высокие механические скорости бурения в мягких и рыхлых породах, превышающие аналогич- ные показатели при бурении с прямой промывкой в 1,5-2 раза; 2) высокое качество вскрытия пласта, обеспечивающее высокие дебиты; 3) возможность бурения скважины больших диаметров (до 1200-1500 мм). Недостатки: 1) возможность бурения только в мягких и рыхлых породах I-IV категорий по буримости; 2) возможность бурения, если уровень подземных вод находится на глубине 3 м и более. Роторный способ с обратной промывкой водой осуществляется буровыми установками: 1БА115К, FA12, FA20, FA10, PA15.56 Этот способ может быть рекомендован для бурения мягких и рыхлых пород, залегающих на глуби- не до 200-300 м, при необходимости создания мощного контура гравийной обсыпки и сооружения высоко- дебитной скважины. Инструмент для вращательного (роторного и колонкового) бурения Породоразрушающий инструмент для вращательного бурения подразделяют на три основные груп- пы: 1) долота для роторного (беспрерывного) бурения; 2) долота и коронки для колонкового бурения; 3) долота-расширители. Долота для роторного бурения: лопастные, фрезерные, шарошечные, алмазные. Лопастные долота: режущие двух- и трехлопастные (табл. 36), истирающе-режущие и ступенчатые (ИР, ИРГ); ступенчато-лопастные (ДСГ3ЛИР, ДСГ3ЛР); пикообразные, шнековые забурники. Таблица 36 Параметры двухлопастных и трехлопастных долот [18] Долото Диаметр, мм Масса, кг Долото Диаметр, мм Масса, кг 2Л-76 76 ≤2 3Л-118 118 £7,0 2Л-93 93 ≤2,5 3Л-132 132 £8,5 2Л-112 112 ≤3,0 3Л-140 140 £9,5 2Л-132 132 ≤5,5 3Л-161 161 11,0 2Л-161 161 ≤7,5 3ЛГ-190 190 20,0 Шарошечные долота: одношарошечные, двухшарошечные, трехшарошечные (табл. 37). Таблица 37 Параметры одно-, двух- и трехшарошечных долот Долото Тип Диаметр, мм Масса, кг Одношарошечные 7В-140-С С 140 9,2 75К-214-С-1 С 214 47,0 Двухшарошечные В151МГ М 151 8,7 Трехшарошечные В-97С С 97 3,7 В-97Т Т 97 3,7 В-112С С 112 5,0 В-112Т Т 112 5,7 2В-118С С 118 5,7 Ш-112ОК ОК 112 6,5 Шарошечные долота изготовляют нескольких типов, каждый из которых предназначен для бурения определенных пород: М - легких и вязких пород: мягких глин, мела, песка, соли; МС - мягких пород с пропластками пород средней твердости; С - пород средней твердости: плотных глин, песчаников, известняков средней крепости, глинистых сланцев; СТ - пород средней твердости с пропластками твердых и абразивных песчаников;57 Т - твердых и крепких пород: доломитов, плотных известняков, крепких сланцев, абразивных пес- чаников; К - крепких и очень крепких пород с абразивными свойствами: кремнистых известняков, кристал- лических сланцев, кремнистых песчаников. В индекс шарошечных долот, кроме буквы, обозначающей тип долота (М, МС и т.д.), входит также буква, указывающая завод-изготовитель, например: Б - Бакинский машиностроительный, В - Верхне- Сергинский машиностроительный, К - Куйбышевский долотный, С - Сарапульский машиностроительный, ОМ или М - Пермский машиностроительный, У - Дрогобычский машиностроительный завод, Л - Ленин- градская ремонтно-механическая база. Алмазные долота: с армировкой торца объемными алмазами (однослойные); с армированием мат- рицы мелкими алмазами. Долота и коронки для колонкового бурения: шарошечные колонкового типа, твердосплавные, ал- мазные, дробовые. Для бурения скважины с отбором керна применяют колонковые долота (табл. 38) со съемной и не- съемной колонковыми трубами. Таблица 38 Техническая характеристика колонковых долот Долото Диаметр бурильной головки, мм Длина долота без бурильной головки, мм 1ВК-ДК 118СТ 118 5200 3В-ДК 145СТ 145 5200 1В-ДК 190СТ 190 6300 1В-ДК 214СТ 214 6300 1В-ДК 243СТ 243 6400 1В-ДК 295СТ 295 6400 1В-ДК 346СТ 346 6400 При бурении скважин роторным способом в крепких и очень крепких абразивных породах исполь- зуют шарошечные долота, оснащенные твердосплавными зубками со сферической или породоразрушаю- щей поверхностью (2В-93К, В-970К, 3В-132К, 2К-14ТК). Для расширения ствола скважины или его участка в интервале водоносного горизонта применяют долота-расширители (табл. 39). Таблица 39 Параметры долот-расширителей [18] Долото-расширитель Тип направляющий Диаметр расширителя, мм Длина корпуса расширителя, мм РТС-295 Д3ПС-8 295 595 РТС-346 Д3ПС-10 346 595 РТС-394 Д3ПС-10 394 595 РТС-445 Д3ПС-10 445 595 Инструмент для спуска и подъема бурильных и обсадных труб: 1) элеватор (табл. 40) - для захвата и удержания бурильных и обсадных труб; Таблица 40 Параметры элеваторов облегченных сварных Элеватор Максимальная грузоподъемность, т Масса, кг ЭБ-73 20 2458 Элеватор Максимальная грузоподъемность, т Масса, кг ЭБ-89 20 25 ЭБ-114 25 38 ЭО-168 22 42,7 ЭО-219 25 44,3 ЭО-273 28 57,0 ЭО-325 30 67,0 2) штропы - для соединения элеватора с талевым блоком; 3) ключи ручные типа РИК, двухшарнирные типа БУ-73-89, геологоразведочные, подвесные уни- версальные машинные типа УМК-1, машинные типа ОМН и цепные типа КЦМ; 4) переходники типа П, муфтовые М, ниппельные Н; 5) насосы типа "Гном" (табл. 41) для откачки пульпы (шлам с водой). Таблица 41 Техническая характеристика насосов типа "Гном" Габаритные Насос Максимальная размеры, мм подача, м 3 /ч Максимальный напор, м Мощность электродвигателя, кВт высота диаметр Масса, кг "Гном" 10-10 10 10 1,1 450 210 22 "Гном" 25-20 25 20 4 600 260 58 "Гном" 40-18 40 18 5,5 760 258 86 Конструкция скважины при роторном бурении При роторном бурении скважины обычно имеют следующую конструкцию: шахтное направление, кондуктор, промежуточная колонна, эксплуатационная колонна и фильтровая колонна. Шахтное направление служит для закрепления устья скважины от размыва глинистым раствором и направления циркулирующего раствора. Направление состоит из трубы длиной 2-6 м. В зависимости от ус- тойчивости верхнего слоя пород направляющая труба спускается в заранее вырытый шурф, после проверки вертикальности ее забутовывают или цементируют. Кондуктор предназначен для перекрытия горизонта, не подлежащего эксплуатации, или неустойчи- вых верхних пород, а также для обеспечения вертикальности скважины. Длина кондуктора не должна быть больше 50 м. Затрубное пространство обязательно цементируют от башмака до устья скважины. Промежуточная колонна устанавливается редко, только при необходимости перекрытия не закреп- ленных направлением или кондуктором водоносных горизонтов, склонных к обвалам и поглощению про- мывочной жидкости. Эксплуатационные колонны являются основными для скважин на воду. В проекте скважины на воду должна быть составлена спецификация материалов, в которую входят: 1) обсадные трубы с указанием диаметра, длины, общей массы; 2) башмаки к трубам; 3) цемент с указанием марки и количества в килограммах; 4) количество глины в кубометрах; 5) реагенты; 6) количество гравия, его размер; 7) фильтровая сетка (номер и число); 8) проволока фильтровальная; 9) каркас для фильтров. В спецификации оборудования для бурения скважины указывают также: тип буровой установки, тип насоса и его подачу (в м 3 /ч и л/с), тип и вместимость глиномешалки, тип и производительность ком- прессора, размеры бурильных и эрлифтных труб (диаметр в мм), оборудование для очистки глинистого раствора.59 § 36. Способы цементирования затрубного пространства Цементирование скважины необходимо для предотвращения сообщения подземных вод различных водоносных горизонтов через затрубное пространство или ствол скважины. Скважину цементируют путем нагнетания (под большим напором) в затрубное пространство специальных быстросхватывающих цемен- тов. Цементирование бывает: одно- и двухступенчатое, манжетное, обратное, вторичное, через заливоч- ные трубы. При бурении скважин на воду применяют способ одноступенчатого цементирования. Для этого на обсадную колонну навинчивают цементировочную головку, устанавливают в ней два-три штуцера и зака- чивают цемент. Цементирование рекомендуется проводить при двух разделительных пробках. В настоящее время скважины цементируют портландцементом с помощью цементно-смесительных машин, состоящих из автотягача и полуприцепа, и цементировочных агрегатов типов 1АС-20, 2АС-20 и 3АС-30. Для закачивания и продавливания цементного раствора используют специальные цементировочные агрегаты типов ЦА1,4-150, ЦА-800М, ЦА-320М,3ЦА-400 и 3ЦА-400А (вместимость мерного бака 3-3,2 м 3 ) на базе автомобилей ЯАЗ-200, МАЗ-200 и КРАЗ-219. § 37. Краткие сведения о промывочных жидкостях При бурении скважин роторным способом в качестве промывочных жидкостей применяют техни- ческую воду, глинистые, безглинистые, солевые и аэрированные растворы, а также естественные растворы, образующиеся в процессе бурения. При вращательном бурении в слабоустойчивых породах используют глинистые растворы. В практике бурения скважин на воду существует три основных типа промывки: прямая, обратная и комбинированная. Глинистые растворы приготовляют из глин: монтмориллонитовых или бентонитовых (продукты разрушения вулканических пеплов), каолинито-гидрослюдистых, каолинитовых, используемых с химиче- скими реагентами. В качестве химических реагентов для восстановления (улучшения) свойств глинистых растворов применяют кальцинированную соду, или углекислый натрий (порошок белого цвета), каустическую соду, или едкий натр (плотное твердое вещество), углещелочной реагент, состоящий из измельченного сухого бурого угля, каустической соды и воды, торфо-щелочной реагент (торф, сода и вода). Глинистый раствор готовят с помощью глиномешалок типов ОГХ-7А, ГМЭ-0,75, МГ-224, Г2-П-2 (производительность 1,5-6 м 3 /ч). Техническая характеристика глиномешалки ОГХ-7А Вместимость, м 3 0,75 Частота вращения рабочего колеса, об/мин 95 Мощность привода, кВт 4,3 Масса, т 0,385 Техническая характеристика мешалки ГМЭ-0,75 Вместимость, м 3 0,75 Производительность, м 3 /ч 1,5-2 Мощность электропривода, кВт 2,8 Масса, т 0,85 Расчет количества промывочной жидкости Промывочная жидкость предназначена в основном для выноса разбуренной породы и очистки забоя скважины при бурении. Необходимую подачу насоса, обеспечивающую принятую скорость восходящего потока, подсчиты- вают по формуле: Q = 0,785(D2 - dн 2 ) × υ, где Q - подача насоса, л/с; D - диаметр скважины, дм; dн - наружный диаметр бурильных труб, дм; υ - ско- рость восходящего потока, дм/с. § 38. Разглинизация скважин В настоящее время существует несколько способов разглинизации скважин: 1) поинтервальная промывка фильтра;60 2) через промывочные окна; 3) с помощью гидроерша; 4) нагнетание воды в пласт; 5) гидроимпульс (глубина скважины 120-800 м) и пневмоимпульс (глубина скважины до 150 м). Разглинизацию скважины с помощью гидроерша производят в следующем порядке. Устройство на тросе с нагнетательным шлангом или на бурильных трубах опускают в скважину. С поршнем и гидрона- садками устройство работает как гидроерш, промывая рабочую поверхность фильтра и заглинизированные стенки скважины в изолированном участке между двумя поршнями. Давление струи жидкости, выходящей из гидронасадок, от 0,3 до 3-4 МПа. Фильтр промывают сверху вниз. Гидравлический ерш применяют при спуске фильтровой колонны. В этом случае его устанавливают перед башмаком фильтровой колонны, ко- торую опускают с одновременной промывкой водой. Гидроерш состоит из поршней с грузом (для создания гидравлического удара в рабочей части фильтра), приемного клапана (для тартания воды из скважины со взвешенными частицами и глинистым раствором), механического ерша (для очистки внутренних стенок рабочей части фильтра) и гидроерша, гидравлические насадки которого (форсунки) позволяют нагнетать воду под большим давлением в участок фильтра, изолированный между двумя поршнями. § 39. Буровые установки В настоящее время для сооружения скважин на воду используют самоходные (на автошасси) и пе- редвижные буровые установки: при вращательном способе бурения - типа УТБ-50М, ЛБУ-50; при враща- тельном способе с прямой промывкой - типа УРБ-2, УРБ-2,5А, УРБ-3АМ, 1БА15В, УБВ-600; при враща- тельном способе с обратной промывкой - типа FA-12, 1БА15К. Установки шнекового типа предназначены для бурения гидрогеологических скважин шнековым, ударным и колонковым способами в породах до IV категории по буримости и для производства пробных откачек. Рекомендуемая глубина бурения 15-100 м, рекомендуемые диаметры: начальный 198/198 мм, конечный 151/92 мм. Частота вращения вращателя 14-200 об/мин. Установки для вращательного способа бурения с прямой промывкой (табл. 42) рекомендуется при- менять для бурения скважин на воду при глубине 200-800 м, а с обратной промывкой (табл. 43) - при глу- бине бурения 150-500 м. Таблица 42 Буровые установки для вращательного способа бурения с прямой промывкой Параметры СБУДМ-150-ЗИВ УРБ-2,5А УРБ-2А2 УРБ-3АМ УБВ-600 Грузоподъемность, т: номинальная 1,5 2,5 2,5 5 32 максимальная 2 4 4 8 50 Рекомендуемая глубина бурения, м 150 200 200/30 500 600 Рекомендуемый диаметр скважины, мм: начальный 151 190 190/135 243 490 конечный 132-151 93 76 93 214 Масса, т 9,845 10,845 10,08 13,7 24,1 Таблица 43 Буровые установки для вращательного способа бурения с обратной промывкой Параметры 1БА15К FA12 FA20 FA10 PA15 Грузоподъемность, т номинальная 12,5 12,5 12,5 6,3 - максимальная 20 20 20 10 15/30 Рекомендуемая глубина бурения, м 250/500 250/250 350/250 150/150 500 Рекомендуемый диаметр скважины, м: 1270/394 1270/600 1270/600 1016/600 - Масса основного блока, т 14,7 15,82 16 10,575 14,3761 ГЛАВА 9. ВСКРЫТИЕ ВОДОНОСНОГО ПЛАСТА. БЕСФИЛЬТРОВЫЕ СКВАЖИНЫ. ТИПЫ ФИЛЬТРОВ. ЗАКАНЧИВАНИЕ И ОСВОЕНИЕ СКВАЖИН § 40. Вскрытие водоносного пласта Под вскрытием водоносного пласта понимают разбуривание водоносного горизонта до проектной глубины. Основной задачей вскрытия является сохранение естественной проницаемости водоносного пла- ста и ее увеличение [10, 18]. Вскрытие пласта при вращательном способе бурения с промывкой глинистым раствором Глинистый раствор, играя положительную роль при бурении скважин, уменьшает проницаемость водоносного пласта на самом важном его участке - около скважины. Промывку скважин глинистым раствором рекомендуется применять только высоконапорных пла- стов, представленных средне- и крупнозернистыми, а также гравелистыми песками. В слаботрещиноватых породах этот способ часто приводит к закупорке трещин пласта шламом с глинистой коркой. Перед вскрытием пласта необходимо проверить оборудование, измерить длину воздушных и водо- подъемных труб, проверить исправность муфт и резьбовых соединений. Трубы надо разместить рядом с буровой в порядке спуска их в скважину и полностью подготовить к спуску фильтр и надфильтровую тру- бу. Если предполагается устройство гравийного фильтра, то на буровую завозят необходимое количе- ство гравия. Во вскрытии пласта должна участвовать вся бригада. Вскрывать водоносный пласт можно только после выполнения всего комплекса подготовительных мероприятий. Интервал между вскрытием пласта и освоением скважины не должен превышать 1 сут. Если на буровой нет полного комплекта необходимого оборудования, то вскрывать пласт нельзя. При вскрытии водоносных пластов, представленных неустойчивыми породами, глинистый раствор должен иметь определенную плотность, быть высококоллоидальным, тонкодисперсным и тиксотропным. Этим условиям больше всего отвечают бетонитовые глины, которые в настоящее время выпускаются в ви- де порошка. При вскрытии пласта необходимо максимально сокращать время контакта глинистого раствора с фильтром и водоносной породой. Слабосцементированные или рыхлые водоносные горизонты должны вскрываться следующим об- разом. После замены в скважине старого глинистого раствора на новый пласт разбуривают при средней скорости вращения инструмента и максимальной подаче бурового насоса. После вскрытия пласта до тре- буемой отметки проводят каротаж скважины, чтобы уточнить интервал установки фильтра. Затем опускают фильтр, монтируют оборудование для откачки и приступают к разглинизации скважины. Вскрытие пласта при вращательном способе бурения с промывкой водой Вскрытие пласта, представленного устойчивыми (скальными) породами - известняками, доломита- ми, крепко- и среднесцементированными песчаниками, - производят обычно роторным способом с про- мывкой чистой водой. При этом глинизация пласта отсутствует. Вскрытие водоносного пласта, представленного неустойчивой породой, осуществляют роторным способом бурения с комбинированной промывкой (глинистый раствор и чистая вода). Ствол скважины до кровли водоносного горизонта бурят обычным способом с промывкой глини- стым раствором. После спуска обсадной колонны и цементирования затрубного пространства глинистый раствор заменяют водой и вскрывают водоносный пласт. Скважину промывают до тех пор, пока вода не станет чистой. Разработаны также следующие способы вскрытия пластов: 1) роторное бурение с одновременной посадкой фильтра гидроподливом; 2) с обратной промывкой забоя водой; 3) с помощью механического расширителя и двухъярусного шарошечного долота; 4) с установкой фильтра при помощи эрлифта. § 41. Бесфильтровые скважины Для сооружения бесфильтровых скважин используют гидравлический способ разрушения и удале- ния горных пород, возможный только при наличии устойчивой кровли. Сначала скважину бурят до водоносного горизонта, затем ее обсаживают и цементируют затрубное пространство. Водоносный горизонт разбуривают с целью его разрыхления, после чего приподнимают бу- рильные трубы в эксплуатационной колонне, глинистый раствор заменяют водой, скважину промывают и опускают в нее воздухоподающие трубы эрлифта. Через буровой снаряд насосом закачивают воду. По вто-62 рой колонне подают воздух. Ствол в водоносном горизонте обрушивается, образуя воронку с углом естест- венного откоса для водонасыщенных песков 20-30°. Технология формирования водоприемной поверхности заключается в откачивании водопесчаной пульпы эрлифтом. Бесфильтровые скважины являются совершенными по способу вскрытия. Оборудование, приме- няемое для сооружения бесфильтровых скважин, то же, что и используемое при роторном бурении [10]. § 42. Типы фильтров Все фильтры для оборудования скважин на воду, по Д.Н. Башкатову, делят на пять типов: 1) трубчатые и каркасно-стержневые с дырчатой и щелевой перфорацией; 2) трубчатые и каркасно-стержневые с покрытием из проволоки, сетки, штампованного листа и тка- ни; 3) гравийно-обсыпные; 4) блочные; 5) гравитационные, основанные на использовании силы тяжести. Условия применения фильтров различных типов приведены в табл. 44. Таблица 44 Рекомендуемые типы фильтров [18] Водосодержащие породы Рекомендуемые типы фильтров Скальные и полускальные устойчивые - Скальные и полускальные неустойчивые, гравийно-галечниковые отложения с части- цами крупностью 20-100 мм (более 50%) Трубчатые фильтры с круглой и щелевой перфорацией, кар- касно-стержневые фильтры Гравий, гравелистый песок с частицами крупностью 1-10 мм, но с преобладающей крупностью 2-5 мм (более 50%) Трубчатые и стержневые каркасы с водоприемной поверхно- стью из проволоки или без нее. Трубчатые и стержневые кар- касы с водоприемной поверхностью из проволоки или штам- пованного листа Среднезернистые пески с частицами преоб- ладающей крупностью 0,25-0,50 мм (более 50%) Гравийно-обсыпные фильтры с уширенным контуром. Воз- можно применение двухслойных фильтров Мелкозернистые пески с частицами преоб- ладающей крупностью 0,1-0,25 мм (более 50%) Гравийно-обсыпные фильтры с уширенным контуром. Воз- можно применение двухслойных обсыпок и блочных фильт- ров Пески различной зернистости при наличии устойчивой кровли Бесфильтровые скважины Трубчатые и каркасно-стержневые фильтры Трубчатые металлические фильтры. В качестве труб используют обсадные трубы. Отверстия круг- лые или щелевые. Размер отверстий определяется преобладающим размером фракций пород. Скважность для дырчатых каркасов 10-30%, для щелевых каркасов 6-40%. Эти фильтры устанавливают в скальных и полускальных породах, а также в крупнозернистых пес- ках с выключением гравия и гальки. Их можно использовать в качестве каркасов для гравийно-засыпных фильтров, а также фильтров с покрытием из сеток, проволоки, просечного листа. Трубчатые металлические антикоррозийные фильтры, изготовляемые из антикоррозийных метал- лических труб, аналогичны описанным выше, но применяются для условий каптажа агрессивных подзем- ных вод. Трубчатые асбестоцементные фильтры изготовляют из асбестоцементных труб (скважность до 15%, перфорация круглая и щелевая) и устанавливают там же, что и трубчатые металлические, но до глубины 200 м. Трубчатые фильтры из полимерных материалов изготовляют из полиэтиленовых, винипластовых, полипропиленовых и других труб (скважность до 30%, перфорация круглая и щелевая) и применяют в аг- рессивных подземных водах до глубины 200-300 м при тех же условиях, что и трубчатые металлические.63 Трубчатые фильтры из стеклопластика изготовляют из стеклопластиковых труб (скважность до 40%, перфорация круглая и щелевая) и используют там же, где и фильтры трубчатые из полимерных мате- риалов. Трубчатые фильтры из керамики и фарфора изготовляют из керамических и фарфоровых труб (перфорация круглая, щелевая, прямоугольная) и применяют там же, где фильтры трубчатые металличе- ские, но до глубины 50-60 м. Каркасно-стержневые фильтры изготовляют из стальных прутьев (диаметр прута 6-16 мм), которые приваривают к поясам жесткости. Длина звена 2-5 м, скважность до 60%. Эти фильтры устанавливают на любую глубину в скальных и полускальных породах при разнообразных гидрогеологических условиях. Каркасно-стержневые антикоррозийные фильтры изготовляют из стальных прутьев и используют при каптаже агрессивных подземных вод в скальных и полускальных породах при различных гидрогеоло- гических условиях. Трубчатые и каркасно-стержневые фильтры с покрытием из проволоки, сетки, штампованного листа и тканей Фильтры с водоприемной поверхностью из проволоки с каркасом из труб или стержней, имеющих пояса жесткости, устанавливают в рыхлых водовмещающих породах при отсутствии агрессивного воздей- ствия подземной воды. Скважность до 40%, расстояние между витками 0,5-6 мм. Фильтры с водоприемной поверхностью из профилированной проволоки с каркасом из стержней, изготовленных из антикоррозийного материала, устанавливают при любых гидрогеологических условиях. Фильтры с водоприемной поверхностью из сетки с каркасом из труб или стержней, имеющих пояса жесткости, устанавливают в рыхлых водовмещающих породах при отсутствии агрессивного воздействия подземной воды. Сетки изготовляют из меди, латуни и нержавеющей стали. Фильтры с водоприемной поверхностью из просечного штампованного листа с каркасом из труб или стержней, имеющих пояса жесткости, устанавливают в рыхлых водовмещающих породах с неагрес- сивными подземными водами. Скважность до 20-25%. Фильтры с водоприемной поверхностью из просечного штампованного листа с каркасом из труб или стержней, имеющих пояса жесткости и изготовленных с антикоррозийным покрытием, применяют при любых гидрогеологических условиях. Фильтры с водоприемной поверхностью из просечного штампованного антикоррозионного листа используют для труб из антикоррозионного металла в агрессивных подземных водах. Фильтры с водоприемной поверхностью из тканей и сетки, сделанных из полимерных материалов, с каркасом из металлических труб и стержней, имеющих пояса жесткости. Каркас может быть из полимер- ных материалов, асбоцемента и др. Блочные фильтры Пористо-керамические фильтры с трубчатыми или стержневыми каркасами и блоками из пористой керамики устанавливают в разнозернистых песках. Эти фильтры сложны в применении, плохо работают в глинистых песках и водах, содержащих же- лезо. Пористо-бетонные фильтры с трубчатыми или стержневыми каркасами применяют в разнозерни- стых песках. В глинистых песках и водах, агрессивных к бетону, работают плохо. Фильтры с водоприемной поверхностью из поролона и каркасом из металлических труб или поли- мерных материалов или стержней применяют в рыхлых водовмещающих породах при отсутствии агрес- сивного воздействия подземной воды. Гравийно-обсыпные фильтры Гравийно-обсыпные фильтры широко используют при оборудовании высокодебитных скважин с длительным сроком эксплуатации в рыхлых породах при больших водоотборах. Наиболее надежны фильт- ры с толщиной обсыпки 150-200 мм и более. Каркасы изготовляют из обсадных труб с щелевой или круг- лой перфорацией. Кожуховые гравийные фильтры применяют в рыхлых породах при сооружении глубоких скважин. Каркас трубчатый или стержневой. Корзинчатые гравийные фильтры используют в рыхлых породах при небольших водоотборах. Кор- зинки крепят к трубчатому или стержневому каркасу.64 Гравитационные фильтры Гравитационные фильтры (зонтичные и колокольные) отличаются от гравийных тем, что размеры их проходных отверстий значительно больше размеров зерен пород или обсыпки. Работа этих фильтров основана на использовании сил тяжести пород, находящихся перед проход- ными отверстиями. Несмотря на то что порода не опирается на опорный каркас, выноса пород в фильтры не происходит, так как давление фильтрационного потока уравновешивается силами тяжести водоносных пород. Порода в проходных отверстиях располагается под углом естественного откоса, не мешая проник- новению воды внутрь фильтра. Колокола или зонты изготовляют из пластмасс или металла. Эти фильтры применяют в рыхлых породах при небольших водоотборах. § 43. Установка фильтров Перед спуском фильтра необходимо проверить глубину скважины. Если глубина скважины после прекращения бурения не уменьшалась, то в нее можно устанавливать фильтр на колонне штанг или труб, имеющей вместе с фильтром длину, которая соответствует глубине, полученной при замере. При наличии на забое обвалившейся породы необходимо очистить его желонкой и только тогда опускать фильтр. Если скважину бурили роторным способом, то, кроме контрольного замера глубины, надлежит про- работать ее долотом, одновременно промывая глинистым раствором с пониженными вязкостью и плотно- стью. При установке фильтра на эксплуатационной колонне обсадную колонну приподнимают для обна- жения фильтра или совсем извлекают из скважины в зависимости от санитарно-гидрогеологических усло- вий и требований проекта. Фильтр надо всегда опускать медленно и плавно, непрерывно наблюдая за спуском. После установки фильтра на забой спусковую гарнитуру поднимают не сразу, а оставляют на фильтре и приступают к подъему (вывешиванию) колонны обсадных труб, перекрывающих водоносный горизонт. По положению гарнитуры можно определить нахождение фильтра: остался он на забое или под- нялся вместе с обсадными трубами вследствие прихвата его в трубах водоносной породой, проникшей в кольцевой зазор. Спусковую гарнитуру можно извлекать из скважины только после того, как обсадная колонна будет полностью поднята на высоту, необходимую для обнажения фильтра. § 44. Монтаж фильтровых колонн Конечный внутренний диаметр колонны труб, в которую опускается фильтр, должен быть больше наружного диаметра фильтра не менее чем на 50 мм при ударном способе бурения и не менее чем на 100 мм при роторном способе бурения. Диаметр фильтра должен быть не менее 80-100 мм, чтобы его можно было ремонтировать. Рабочую часть фильтра устанавливают на 0,5-1 м от кровли и подошвы водоносного слоя, а если подземные воды не защищены с поверхности водоупорными слоями, рабочую часть фильтра следует рас- полагать в средней и нижней частях водоносного горизонта. Верхняя часть надфильтровой трубы должна находиться выше башмака обсадной колонны труб по проекту, но не менее чем на 3 или 5 м (при большей глубине). Между обсадной колонной труб и верхней частью подфильтровой трубы устанавливается сальник (пеньковый, резиновый, гравийный и др.). Фильтры должны иметь направляющие фонари (скобы), которые обеспечивают ему расположение по центру скважины и предохраняют от повреждения во время спуска. Нижняя глухая часть фильтровой колонны называется отстойником и состоит из трубы с деревянной пробкой или металлической заглушкой. Иногда вместо пробки дно отстойника засыпают гравием. Длина отстойника должна быть не менее 1-2 м. Фильтр - наиболее загруженная и быстроизнашивающаяся часть скважины, испытывающая максимальное воздействие подземных вод. В результате коррозии, эрозии и зарастания отверстий химическими и механическими осадками во- допропускная способность фильтра уменьшается и он выходит из строя. § 45. Заканчивание и освоение скважин При заканчивании скважины выполняют следующие работы: вскрытие водоносного пласта, разгли- низацию и установку фильтра, строительную и опытную откачку, дезинфекцию скважины.65 При сооружении скважины, эксплуатирующей неустойчивые песчаные пласты с помощью фильтра, ее освоение заключается в формировании естественного фильтра. При сооружении бесфильтровой скважины, эксплуатирующей неустойчивые песчаные пласты, ос- воение сводится к образованию водоприемной воронки. При сооружении бесфильтровой скважины, эксплуатирующей устойчивые породы, освоение за- ключается в очистке трещин и каверн от шлама. Освоение скважины с помощью эрлифта - основной способ заканчивания водозаборных скважин, основанный на разрушении и выносе частиц глинистой корки и мелких фракций песка из прифильтровой зоны в ствол скважины сжатым воздухом. Эрлифт - воздушный подъемник - состоит из двух металлических колонн, одна из которых служит для подъема воды на поверхность, а другая - для подачи воздуха в скважину. При освоении скважины свабом можно на любой глубине достигать быстрого притока жидкости из пласта (даже при вакууме), в этом случае эффективно разрушается глинизация водоносного слоя. Свабирование производят с помощью поршневого устройства путем его возвратно-поступательного перемещения. Основной инструмент при свабировании - поршень или плунжер. Диаметр резиновых эле- ментов поршня должен строго соответствовать внутреннему диаметру обрабатываемой части скважины. Сваб снабжен конусообразным резиновым уплотнителем, который при спуске сваба сжимается и сваб по- гружается в воду, а при подъеме расширяется, плотно прижимаясь к стенке трубы и не пропуская воду. Свабом разрушают глинистую корку, что способствует формированию естественного фильтра. Об- работка скважины заключается в чередовании процессов свабирования и очистки забоя от песка. При бурении и эксплуатации скважин в ствол, трубы, фильтр и оборудование могут попасть болез- нетворные бактерии, поэтому их необходимо дезинфицировать. Дезинфекцию ствола скважины, труб и оборудования производят хлорными растворами, поскольку хлор - сильное окислительное вещество, уби- вающее бактерии и ускоряющее процесс "сгорания" органических веществ. Для обеззараживания воды в ствол скважины в контейнере опускают дезинфицирующее вещество, которое растворяется в воде при спуске и подъеме контейнера. Через некоторое время полученный раствор (воды и дезинфицирующего вещества) откачивают

ЗАКОНЫ О ВОДЕ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОСНОВЫ ВОДНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА СОЮЗА ССР И СОЮЗНЫХ РЕСПУБЛИК Извлечения Статья 3. В соответствии с Конституцией СССР воды в Союзе ССР являются государственной соб- ственностью, то есть всенародным достоянием. Воды в СССР состоят в исключительной собственности го- сударства и предоставляются только в пользование. Статья 4. Все воды (водные объекты) в СССР составляют единый государственный водный фонд. Единый государственный водный фонд включает: 1) реки, озера, водохранилища, другие поверхностные водоемы и водные источники, а также воды каналов, прудов; 2) подземные воды и ледники; 3) внутренние моря и другие внутренние морские воды СССР; 5) территориальные воды (территориальное море) СССР. Статья 14. Различается общее водопользование, осуществляемое без применения сооружений или технических устройств, влияющих на состояние вод, и специальное водопользование, осуществляемое с применением таких сооружений или устройств. Перечень видов специального водопользования устанавли- вается органами по регулированию использования и охране вод. ВОДНЫЙ КОДЕКС РСФСР Извлечения Статья 8. Согласно Основам водного законодательства Союза ССР и союзных республик государ- ственное управление в области использования и охраны вод в РСФСР осуществляется Советом Министров СССР, Советом Министров РСФСР, советами министров автономных республик, исполнительными коми- тетами местных Советов народных депутатов, а также специально уполномоченными на то государствен- ными органами по регулированию использования и охране вод непосредственно или через бассейновые (территориальные) Управления и иными государственными органами в соответствии с законодательством Союза ССР и РСФСР. Статья 25. Водные объекты предоставляются в пользование прежде всего для удовлетворения питьевых и бытовых нужд населения. Статья 26. Водопользование осуществляется бесплатно. В соответствии с Основами водного зако- нодательства Союза ССР и союзных республик специальное водопользование может подлежать оплате в случаях и в порядке, устанавливаемых Советом Министров СССР. Статья 30. Специальное водопользование осуществляется на основании разрешений, выдаваемых органами по регулированию использования и охране вод, а в случаях, предусмотренных статьей 31 на- стоящего Кодекса, - советами министров автономных республик, исполнительными комитетами Советов народных депутатов. Такие разрешения выдаются после согласования с органами, осуществляющими госу- дарственный санитарный надзор, охрану рыбных запасов, а также другими заинтересованными органами. Статья 45. При пользовании водными объектами для питьевых, бытовых и иных нужд населения в порядке централизованного водоснабжения предприятия, учреждения и организации, в оперативном управлении, собственности или пользовании которых находятся хозяйственно-питьевые водопроводы, вправе забирать воду из источников водоснабжения в соответствии с утвержденными в установленном по- рядке проектами водозаборных сооружений и разрешениями на специальное водопользование для произ- водства воды питьевого качества и подачи ее потребителям. Указанные в настоящей статье предприятия, учреждения и организации обязаны организовать учет забираемой воды, вести регулярные наблюдения за состоянием воды в источниках водоснабжения и сообщать органам по регулированию использования и ох- ране вод, органам, осуществляющим государственный санитарный надзор, и исполнительным комитетам местных Советов народных депутатов от отклонении качества воды в источниках от установленных норма- тивов. Статья 47. Использование подземных вод питьевого качества для нужд, не связанных с питьевым и бытовым водоснабжением, как правило, не допускается. В районах, где отсутствуют необходимые поверх- ностные источники и имеются достаточные запасы подземных вод питьевого качества, органы по регули- рованию использования и охране вод могут разрешить использование этих вод для целей, не связанных с питьевым и бытовым водоснабжением. Статья 55. Водоснабжение сельского хозяйства подразделяется на централизованное и нецентрали- зованное. На централизованное водоснабжение сельского хозяйства распространяются правила, изложен- ные в статье 45 настоящего Кодекса. Водоснабжение ферм и отдельных сельскохозяйственных предпри- ятий, осуществляемое нецентрализованно, производится с разрешения исполнительных комитетов сель- ских, поселковых, городских Советов народных депутатов, по согласованию с органами, осуществляющи-68 ми государственный санитарный и ветеринарный надзор, и органами по регулированию использования и охране вод.

О ПОРЯДКЕ СОГЛАСОВАНИЙ И ВЫДАЧ РАЗРЕШЕНИЙ НА СПЕЦИАЛЬНОЕ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ Порядок согласований и выдачи разрешений на специальное водопользование регламентируется Инструкцией о порядке согласования и выдачи разрешений на специальное водопользование, утвержден- ной Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР по согласованию с Госстроем СССР, а также Указаниями по применению Инструкции о порядке согласования и выдачи разрешений на специальное водопользование, также утвержденными Минводхозом СССР по согласованию с Госстроем СССР. К специальному водопользованию относится пользование водными объектами, осуществляющими единый государственный фонд страны, осуществляемое для удовлетворения питьевых и бытовых нужд на- селения, потребностей в воде сельского хозяйства, промышленности, энергетики и других государственных и общественных надобностей, а также для сброса промышленных, коммунально-бытовых, дренажных и других сточных вод, если указанные виды водопользования производятся при помощи строительства и эксплуатации следующих сооружений или технических устройств: а) стационарных, передвижных и плавучих сооружений по механическому и самотечному забору воды из поверхностных и морских вод; б) водозаборных сооружений, оборудованных насосными установками для забора подземных вод; в) копаных шахтных колодцев, забивных фильтровых колодцев, каптажей источников и других ма- лых сооружений для использования подземных вод, работающих без принудительного понижения уровня воды. Документами, подтверждающими согласование условий водопользования с органами государст- венного надзора, являются: 1) акт выбора площадки, подписанный соответствующими органами и утвержденный в установлен- ном порядке, или заключение этих органов - для вновь проектируемых или реконструируемых объектов; 2) ранее согласованная проектная документация (если на настоящий момент не изменились условия водопользования) или заключение соответствующих органов - для действующих объектов. Для каждого предприятия, организации, колхоза, совхоза, как правило, оформляется одно разрешение на специальное водопользование. При этом условия водопользования устанавливаются для каждого сооружения или тех- нического устройства и по каждому водному объекту отдельно. Не требуется разрешения на специальное водопользование при разработке схем развития и разме- щения отраслей народного хозяйства, генпланов, районных планировок, схем комплексного использования и охраны вод и другой предпроектной документации. Эта документация подлежит согласованию с органа- ми по регулированию использования и охране вод и другими заинтересованными органами в установлен- ном порядке. Согласование условий специального водопользования и выдача разрешений на него производится при разработке ТЭО или другой предпроектной документации, заменяющей ТЭО.

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ТРУБАХ, СКВАЖИНАХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛАХ И РАСХОДАХ ВОДЫ ТРУБЫ ОБСАДНЫЕ С КОРОТКОЙ ТРЕУГОЛЬНОЙ РЕЗЬБОЙ И МУФТЫ К НИМ (ГОСТ 632-80) Труба Муфта Условный диаметр, мм наружный диаметр, мм толщина стенки, мм внутренний диаметр, мм масса 1 м, кг наружный диаметр, мм длина, мм масса, кг 114 114,3 5,2 103,2 14,0 127 158 3,7 5,7 102,9 15,2 (133) (5,2) 6,4 101,5 16,9 7,4 99,5 19,4 8,6 97,1 22,3 127 127,0 5,6 115,8 16,7 141,3 165 4,6 6,4 114,2 19,1 (6,3) 7,5 112,0 22,1 9,2 108,6 26,7 168 168,3 7,3 153,7 29,3 187,7 184 9,1 8,9 150,5 35,1 10,6 147,1 41,2 12,1 144,1 46,5 194 193,7 7,6 178,5 35,0 215,9 190 12,2 8,3 177,1 38,1 9,5 174,7 43,3 10,9 171,9 49,2 12,7 168,3 56,7 219 219,1 6,7 205,7 35,1 244,5 196 16,2 7,7 203,7 40,2 8,9 201,3 46,3 10,2 198,7 52,3 11,4 196,3 58,5 12,7 193,7 64,6 14,2 190,7 71,5 273 273,1 7,1 258,9 46,5 298,5 203 20,7 8,9 255,3 57,9 10,2 252,7 65,9 11,4 250,3 73,7 12,6 247,9 80,8 13,8 245,5 88,5 15,1 242,9 96,1 16,5 240,1 104,5 324 323,9 8,5 306,9 66,1 351,0 203 23,4 9,5 304,9 73,6 11,0 301,9 84,8 12,4 299,1 95,271 Труба Муфта Условный диаметр, мм наружный диаметр, мм толщина стенки, мм внутренний диаметр, мм масса 1 м, кг наружный диаметр, мм длина, мм масса, кг 14,0 295,9 106,9 БУРИЛЬНЫЕ ТРУБЫ С ВЫСАЖЕННЫМИ ВНУТРЬ КОНЦАМИ И КОНИЧЕСКИМИ СТА- БИЛИЗИРУЮЩИМИ ПОЯСКАМИ Труба Высадка условный диаметр, мм наруж- ный диа- метр, мм толщина стенки, мм внутрен- ний диа- метр, мм диаметр прохода, мм наруж- ный диа- метр, мм длина механи- ческой обработ- ки, мм длина до переход- ной час- ти, мм Масса 1м гладкой трубы, кг Увеличение массы од- ной трубы вследствие высадки обоих кон- цов, кг 89 89,0 9 71,0 57 89,9 150 145 17,8 3,9 11 67,0 54 21,2 3,4 102 101,6 9 83,6 68 101,9 150 145 20,4 5,1 10 81,6 66 22,4 5,0 114 114,3 9 96,3 78 115,2 160 155 23,3 7,3 10 94,3 76 25,7 7,1 11 92,3 74 28,0 6,9 127 127,0 9 109,0 92 130,2 160 155 26,2 7,8 10 107,0 90 28,9 7,6 140 139,7 9 121,7 102 140,2 160 155 29,0 11,0 10 119,7 100 32,0 10,2 11 117,7 100 35,0 9,2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ СКВАЖИН РАЗЛИЧНОГО ДИАМЕТРА Объем в м3 при условном диаметре труб в мм Глубина, м 102 127 178 406 508 50 0,41 0,63 1,24 6,47 10,1 100 0,82 1,27 2,49 12,90 20,3 200 1,63 2,53 4,97 25,9 40,5 300 2,45 3,80 7,46 38,8 60,8 400 3,27 5,06 9,95 51,8 81,1 500 4,08 6,33 12,4 64,7 101,3 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ 1 М ВНУТРЕННЕГО ПРОСТРАНСТВА ОБСАДНЫХ ТРУБ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТОЛЩИНЫ ИХ СТЕНОК Объем 1 м в м 3 Условный диаметр при толщине стенок обсадных труб в мм труб, мм 6,0 7,0 8,0 9,0 10,0 11,0 12,0 13,0 14,0 114 0,0082 0,0078 0,0075 0,0072 - - - - - 127 0,0105 0,0101 0,0098 0,0095 - - - - - 146 0,0141 0,0137 0,0133 0,0129 0,0125 0,0117 0,0117 - - 168 0,0190 0,0186 0,0181 0,0177 0,0172 0,0167 0,0163 - - 194 - - 0,0249 0,0224 0,0238 0,0234 0,0227 - -72 219 - 0,0330 0,0324 0,0314 - 0,0305 - 0,0158 0,0153 245 - 0,0420 0,0412 - - 0,0391 - 0,0222 0,0217 273 - - - 0,0510 - - 0,0487 - - 299 - - - 0,0618 0,0611 0,0602 0,0594 - - 351 - - - - 0,0860 0,0850 0,0839 - - 377 - - - - 0,0998 0,0989 0,0978 - - 426 - - - - 0,1298 0,1281 0,1268 - - ПЛОЩАДЬ СЕЧЕНИЯ И ОБЪЕМ СТВОЛОВ СКВАЖИН РАЗЛИЧНЫХ ДИАМЕТРОВ Диаметр ствола скважины, мм Площадь сечения ствола скважины, см2 Длина участка скважины, объем которого равен 1 м 3 , м 114,3 102,6 97,50 127,0 126,7 78,91 146,05 167,5 69,70 168,27 222,4 44,96 177,80 248,3 40,27 193,67 295,6 33,95 219,07 376,9 26,53 273,05 585,6 17,07 298,44 699,6 14,29 406,39 1297,0 7,710 507,99 2027,0 4,932 РАСХОДЫ ВОДЫ В ТРУБАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ДИАМЕТРАХ И СКОРОСТЯХ Диаметр Расход воды в л/с при скорости в м/с труб, мм 0,50 0,60 0,70 0,80 0,90 1,0 1,50 2,00 40 0,628 0,754 0,880 1,005 1,131 1,257 1,885 2,513 50 0,982 1,178 1,374 1,571 1,767 1,964 2,945 3,927 100 3,927 4,712 5,498 6,283 7,069 7,854 11,781 15,708 150 8,836 10,603 12,370 14,137 15,904 17,672 26,507 35,343 200 15,708 18,850 21,991 25,133 28,274 31,416 47,124 62,832 250 24,544 29,452 34,361 39,270 44,179 49,087 73,631 98,175 300 45,343 42,411 49,480 56,549 63,617 70,686 103,03 141,370 350 48,106 57,727 67,348 76,969 86,590 96,211 144,32 192,420 400 62,832 75,398 87,965 100,53 113,10 125,66 188,50 251,330 450 79,522 95,426 111,33 127,23 143,14 159,04 238,57 318,09 500 98,175 117,81 137,45 157,08 176,72 196,35 294,53 392,7073 ДАННЫЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕБИТА СКВАЖИНЫ Подача, м 3 /ч Производительность эрлифта в м 3 /ч при расположении труб штанговые насосы Внутренний диаметр обсад- ных труб, мм простого дей- ствия двойного дей- ствия центробеж- ные насосы параллельном эксцентрическом 89 0,8-1,25 - - - - 121 1,5-3,0 - 25,0-45,0 - 15,0-17,5 168 4,5 8,75-10,0 65,0 22,25 30,0-35,0 219 8,5 17,0 100,0 40,0-45,0 45,0-55,0 273 17,0 35,0 150,0 85,0-100,0 125,0-150,0 325 - 40,0 - - - 375 - 50,0 - - - 426 - 75,0 - - - ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ДЕБИТОВ л/с м 3 /ч м 3 /сут л/с м 3 /ч м 3 /сут л/с м 3 /ч м 3 /сут 1 3,6 86,4 9 32,4 777,6 40 144 3456 2 7,2 172,8 10 36,0 864,0 50 180 4320 3 10,8 259,2 12 43,2 1036,8 60 216,0 5184 4 14,4 345,6 14 50,4 1209,6 70 252,0 6048 5 18,0 432,0 16 57,6 1382,4 80 288,0 6912 6 21,6 518,4 18 64,8 1555,2 90 324,0 7776 7 25,2 604,8 20 72,0 1728,0 100 360,0 8640 8 28,8 691,2 30 108,0 2592,0 110 396,0 9504 м 3 /ч л/с м 3 /ч л/с м/ч л/с м 3 /ч л/с 1 0,278 6 1,666 20 5,555 70 19,440 2 0,556 7 1,944 30 8,332 80 22,217 3 0,833 8 2,222 40 11,109 90 24,994 4 1,111 9 2,499 50 13,886 100 27,771 5 1,389 10 2,777 60 16,662 КОЛИЧЕСТВО ЦЕМЕНТА, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ 1 М ЗАТРУБНОГО ПРОСТРАНСТВА СКВАЖИНЫ Наружный диаметр Количество сухого цемента в кг при бурении долотом диаметром в мм обсадных труб, мм 140 190 243 269 295 320 346 394 445 490 114 6 21 43 68 - - - - - - 127 5 19 39 53 81 - - - - - 141 - 15 37 49 63 78 - - - - 168 - 7 28 40 55 69 81 - - - 194 - - 20 32 47 61 78 108 - - 219 - - 9 22 37 50 67 98 - - 245 - - - - 25 40 56 86 129 - 273 - - - - - 34 50 81 124 165 299 - - - - - 12 31 59 102 141 325 - - - - - - 13 43 86 127 377 - - - - - - - 14 70 10074 426 - - - - - - - - 20 55