

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«УРАЛЬСКАЯ ГОРНАЯ ШКОЛА – РЕГИОНАМ»**

---

11-12 апреля 2016 года

**ГИДРОГЕОЛОГИЯ. ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ,  
МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЕ И ГРУНТОВЕДЕНИЕ**

УДК 551.3.053

**КОРА ВЫВЕТРИВАНИЯ ГАББРОИДОВ ШИРОКОРЕЧЕНСКОГО МАССИВА**

Черкасов С.А.<sup>1</sup>

Научный руководитель Грязнов О.Н.<sup>2</sup>, д-р г.-м. наук, профессор

<sup>1</sup>ООО «ПРО-Изыскания»

<sup>2</sup>Уральский государственный горный университет

Широкореченский габброидный массив расположен юго-западнее Екатеринбурга. Форма массива чашеобразная, вертикальная мощность в южной части менее 1,0 км, в северной около 2,5 км [3]. Современный рельеф земной поверхности Урала и рассматриваемой территории сформировался преимущественно за мезо-кайнозойское время (за последние 270 млн. лет) и является результатом совместного действия тектонических и денудационных процессов.

Выветривание – многофакторный процесс, активно протекающий повсеместно на территории г. Екатеринбурга. Проявляется как процесс физического и химического выветривания. Дезинтеграция горных пород и минеральные замещения являются основой образования рыхлых отложений всех генетических типов. На горно-складчатом Урале коры химического выветривания, согласно А.П. Сигову и Л.А. Гузовскому [4], формировались в три тектоно-климатических этапа: ранний нижнемезозойский (Т-J<sub>1</sub>), средний верхнемезозойский – палеогенный (средняя юра – нижний олигоцен (J<sub>2</sub>-P<sub>1</sub>) и поздний верхнепалеогеновый (средний – верхний олигоцен, P<sub>2-3</sub>). В начальный этап формировались маломощные каолиновые коры выветривания. Средний этап характеризовался на Среднем Урале развитием мощных кор выветривания каолинового профиля. Позднему этапу свойственны маломощные коры выветривания каолинового – гидрослюдистого состава. Плиоцен-четвертичный (N<sub>2</sub>-Q<sub>3</sub>) этап геологического развития Урала отличается повсеместным проявлением физического выветривания. При эрозионном вскрытии кор химического выветривания происходило наложение более поздних процессов. В этой связи коры выветривания на современном эрозионном срезе, по сути, представляют собой полигенетические образования [1].

Мощность чехла коры выветривания Широкореченского массива габброидов варьирует от 2 до 15 метров [2]. Состав коры постепенно изменяется снизу вверх от материнской породы до продуктов наиболее глубокого преобразования. В пределах массива можно выделить следующие инженерно-геологические элементы (снизу вверх): зона экзогенной трещиноватости (полускальный грунт), щебенистый грунт, суглинок (в отдельных случаях встречается супесь). На поверхности широко распространены торфяные болота.

Зона экзогенной трещиноватости представлена сильновыветрелыми, малопрочными грунтами, в виде обломков размером 4-5 см. По трещинам со следами ожелезнения.

Щебенистый грунт габбро представляет собой не окатанные остроугольные обломки горной породы с преобладанием размера более 10 мм (52,4%) с суглинистым заполнителем. Обломочный материал от сильновыветрелого до слабыветрелого. Средняя мощность горизонта составляет 2 м.

Дисперсная зона, характеризующаяся глубокими химико-минералогическими преобразованиями исходных пород до конечной стадии разложения, представлена суглинистыми (изредка супесчаными) грунтами, зачастую с обломочными включениями. Средняя мощность горизонта составляет 2,5 м.

Физико-механические характеристики грунтов коры выветривания Ширококореченского массива габброидов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические характеристики грунтов коры выветривания Ширококореченского массива габброидов

Показатели свойств	Габбро								
	Суглинок			Щебенистый грунт			Полускальный грунт		
	n	x <sub>ср.</sub>	V	n	x <sub>ср.</sub>	V	n	x <sub>ср.</sub>	V
ρ, г/см <sup>3</sup>	33	2,01	0,02	12	2,14	0,03	21	2,53	0,06
ρ <sub>d</sub> , г/см <sup>3</sup>	33	1,71	-	12	1,92	-	-	-	-
ρ <sub>s</sub> , г/см <sup>3</sup>	33	2,81	-	12	2,94	-	-	-	-
W, д.ед.	34	0,183	0,03	19	0,115	-	-	-	-
W <sub>L</sub> , д. е.	36	0,32	-	19	0,272	-	-	-	-
W <sub>p</sub> , д. е.	36	0,233	-	19	0,198	-	-	-	-
I <sub>p</sub> , д.ед.	36	0,087	-	19	0,074	-	-	-	-
n, %	33	39,3	-	12	34,51	-	-	-	-
e, д.е.	33	0,651	-	12	0,53	-	-	-	-
φ, град.	25	23	0,12	-	-	-	-	-	-
C, МПа	23	0,03	0,28	-	-	-	-	-	-
E, МПа	25	4,9	0,26	-	-	-	-	-	-
R <sub>ссух</sub>	-	-	-	-	-	-	9	6,4	0,51
R <sub>сводонасыщенный</sub>	-	-	-	-	-	-	21	4,1	0,45
Гранулометрический состав, мм	< 0.005	25	7,3	19	0,9	-	-	-	-
	0.005-0.1		52,6		15,3				
	0,1-2		30,6		14,9				
	2-10		7,4		16,5				
	>10		2,1		52,4				

Примечание: \* - ρ-плотность грунта, ρ<sub>d</sub>-плотность сухого грунта, ρ<sub>s</sub>-плотность минеральной части, W-влажность, W<sub>L</sub>-влажность на границе текучести, W<sub>p</sub>-влажность на границе раскатывания, I<sub>p</sub>-число пластичности, n-пористость, e-коэффициент пористости, φ-угол внутреннего трения, E- модуль деформации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Грязнов О.Н. Факторы инженерно-геологических условий Урала. Региональные геологические факторы // Известия УГГУ. Вып. 3(35). 2014. С. 30-50.
2. Гуляев А.Н., Осипова А.Ю. Неблагоприятные факторы, действующие со стороны активного слоя земной коры на инженерные сооружения Екатеринбурга// Архитектон: известия вузов. № 38. УралГАХА, 2012.
3. Болотнова Л.А. Методика изучения деформационного состояния геологической среды района Екатеринбурга по гравиметрическим данным// Автореферат. Екатеринбург. 2007.
4. Сигов А.П. Комплексное геолого-геоморфологическое картирование Урала с целью поисков гипергенных полезных ископаемых // Свердловск: Изд-во Саратовского ун-та. 1968.

## **ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ БОРТОВ КАРЬЕРА ШИЛОВСКОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

Козлов В.С., Абатурова И.В.  
Уральский государственный горный университет

Инженерно-геологическое районирование позволяет объединять различные признаки для упрощения дальнейшего прогнозирования: заложения угла бортов карьера и инженерно-геологических процессов. В настоящее время используются различные типы районирования территории. В данной работе будет применено оценочное инженерно-геологическое районирование. Оценочное инженерно-геологическое районирование предусматривает оценку сложности инженерно-геологических условий территориальных таксономических единиц одного или разных уровней на основе использования различных качественных или количественных показателей [1]. Приоритетом данного типа районирования является обеспечение надежного прогноза инженерно-геологических процессов и явлений, обоснованного выбора способов контроля состояния массива.

Целью данной работы является разделение массива горных пород на области однородные по инженерно-геологическим характеристикам обеспечивающих устойчивость бортов карьеров, и прогноз возможных инженерно-геологических процессов для каждой области.

Исследуемое золоторудное месторождение расположено в горноуральском городском округе Свердловской области, в 12 км к юго-востоку от г. Нижний Тагил и в 1,3 км к северо-востоку от с. Шиловка. В разрезе месторождения принимают участие грунты двух классов: 1 – дисперсные и 2 – скальные.

Класс дисперсных грунтов включает в себя элювиальные образования мезокайнозойского возраста (суглинки, суглинки с дресвой и щебнем, щебенистые грунты с суглинистым и супесчаным заполнителем, дресвяные грунты с суглинистым и супесчаным заполнителем), делювиальные отложения малой мощности.

Класс скальных грунтов представлен 3 группами метасоматитов:

- 1) серицит-карбонат-кварцевыми, серицит-кварц-карбонатными, слюдисто-карбонат-кварцевыми (березиты), фуксит-кварц-карбонатными;
- 2) слюдисто-кварц-карбонатного, хлорит-кварц-карбонатного (листвениты);
- 3) тальк-карбонатного, карбонат-хлоритового, хлорит-тальк-карбонатного состава.

Выделение однородных областей проводилось по методике ВСЕГИНГЕО, по комплексу признаков таких как: модуль открытой трещиноватости; модуль кусковатости; показателю качества пород (RQD); прочности на одноосное сжатие; коэффициент зон ослабления; удельное сцепление и углу внутреннего трения.

При инженерно-геологическом районировании было выделено 4 класса устойчивости:

IV класс устойчивости (неустойчивые) - представлены покровными отложениями, представленными делювиальными отложениями;

III б (низкой устойчивости) – породы кор химического выветривания, иллит-монтмориллонит-каолинитового состава, по литологическому составу породы дресвяные, щебнистые с суглинистым заполнителем, либо суглинки со щебнем или щебенистые. Породы зон ослабления;

III а (низкой устойчивости) – метасоматиты различного петрографического состава пониженной прочности и малопрочные, размягчаемые либо размокаемые, сильнотрещиноватые, с маломощными зонами ослабления;

II (средней устойчивости) – метасоматиты фуксит-кварц-карбонатные, хлорит-кварц-карбонатные, серицит-карбонат-кварцевые, слюдисто-карбонат-кварцевые, тальк-карбонатные, карбонат-хлоритовые, хлорит-тальк-карбонатные среднетрещиноватые, хорошего и среднего качества.

В таблице 1 представлена характеристика классов устойчивости пород в горных выработках.

Таблица 1 - Характеристика классов устойчивости пород в горных выработках (по ВСЕГИНГЕО)

Класс устойчивости	Модуль открытой трещиноватости, тр/м	Модуль кусковатости, кус/м	Показатель качества пород, RQD, %	Коэффициент зон ослабления, %	Прочность на одноосное сжатие, R <sub>c</sub> , МПа
II (средней устойчивости)	<7	<10	>50	<0,2	15-120
III а (низкой устойчивости)	7-15	10-15	<50	>0,2	1-15
III б (низкой устойчивости)	Удельное сцепление (древяно-щепнистых грунтов) 0,017 МПа и угол внутреннего трения 19°				
IV (неустойчивые)	Удельное сцепление (суглинков со щебнем) 0,035 МПа и угол внутреннего трения 17°				

Инженерно-геологическое районирование с выделением классов устойчивости представлено на рис.1.

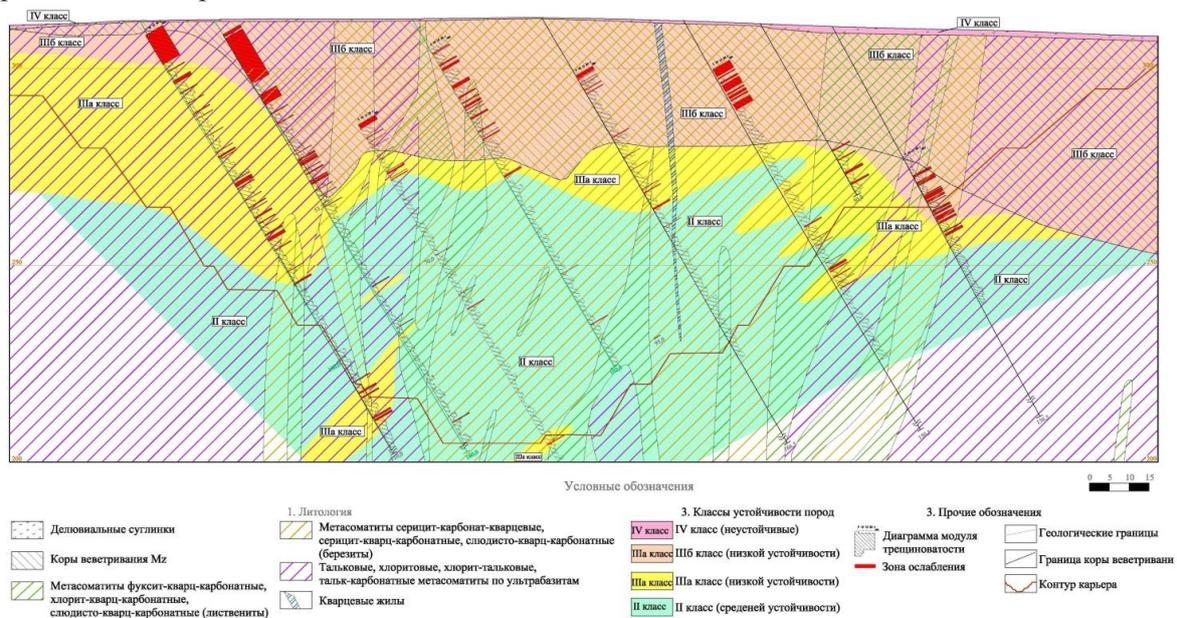


Рисунок 1 - Разрез с инженерно-геологическим районированием

Породы отнесенные ко II классу устойчивости подвержены к отдельным обрушениям, осыпям незначительным по размерам, IIIа класса - обрушения, вывалы, осыпи, оползни, смещения блоков значительные по размерам, IIIб класса - промоины, поверхностные и блоковые оползни.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абатурова И.В. Оценка и прогноз инженерно-геологических условий месторождений твердых полезных ископаемых горно-складчатых областей. Научное издание / ФГБОУ ВПО «Уральский государственный горный университет». Екатеринбург: типография «Уральский центр академического обслуживания», 2011. 226 с.
2. В.Т Трофимов, Н.С. Красилова Инженерно-геологические карты // Московский государственный университет М.В. Ломоносова. Москва, 2008 г. С. 139.

## ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

Утин В.В.

Научный руководитель Томин М.Н., канд. геол.-мин. наук, доцент  
Уральский государственный горный университет

Люди всегда нуждались и будут нуждаться в тепле и наличие горячей воды в кране бесспорный показатель уюта и комфорта в доме. Тепло в основном мы получаем за счет электричества и органического топлива стоимость которых с каждым годом неуклонно растет, вредные продукты распада в виде выбросов в атмосферу негативно сказываются здоровье человека и на экологии планеты в целом. Одним из вариантов получения дешевого тепла, не причиняя при этом вреда окружающей среде, является теплонасос рисунок 1.

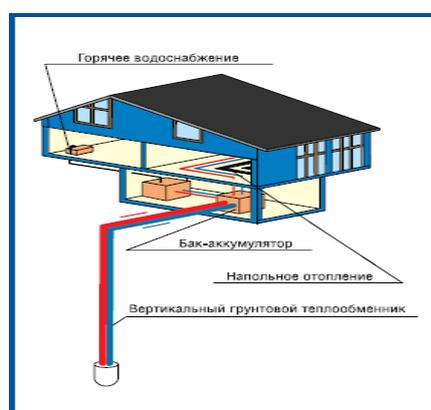


Рисунок 1- Схема отопления и горячего водоснабжения одноквартирного жилого дома посредством теплонасосной установки с вертикальным грунтовым теплообменником

Теплонасос – это устройство, аккумулирующее низкопотенциальную тепловую энергию грунтовой толщи, подземных вод, атмосферного воздуха и преобразующее ее в относительно высокопотенциальное тепло для отопления объекта с использованием минимального количества электроэнергии. Примерно 2/3 отопительной энергии можно получить бесплатно от грунта, воды, воздуха и только 1/3 энергии необходимо затратить для работы самого теплового насоса. Иными словами, владелец теплового насоса экономит 70% средств которые, при отоплении помещения традиционным способом, он бы регулярно тратил на дизтопливо или электроэнергию. Таким образом, основным преимуществом теплового насоса перед обычными способами отопления, является его экономичность и экологичность. Наибольшее распространение тепловые насосы получили в ряде Европейских стран: 40% новостроек в Швейцарии оснащаются тепловыми насосами, а в Швеции практически все население делает ставку на тепло земли. По прогнозу мирового энергетического комитета к 2020 году в передовых странах доля отопления и горячего водоснабжения с помощью тепловых насосов составит 75%. Принцип действия парокомпрессионного теплового насоса (ПТН) аналогичен принципу действия домашнего холодильника. В нем морозилка (испаритель) забирает тепло из охлаждаемых продуктов. Это тепло и выделяется в помещение из радиатора (конденсатора), который расположен на задней стенке снаружи холодильника. «Перекачиваемое» тепло несколько раз превосходит затраченную энергию. Точно так же и ПТН забирает тепло из природного низкотемпературного источника теплоты (НИТ) (вода, грунт, воздух) или постоянного техногенного источника низко потенциальной теплоты и, затрачивая некоторую энергию на свою работу, преобразует энергию низкого потенциала в тепловую энергию среднего потенциала, пригодную для потребителей. Тепловые насосы «вода-вода» используют тепло подпочвенных (грунтовых) вод, открытых водоемов или

технологической охлаждающей воды. Грунтовые воды есть во многих местах, они имеют достаточно стабильную температуру в диапазоне от 7 до 12°C в течение всего года. По сравнению с другими НИТ, вода обеспечивает наименьшую разность температур ( $T_k - T_o$ ) и, соответственно, наиболее высокий коэффициент преобразования  $\phi$ . Для ее использования применяются главным образом искусственно создаваемые колодцы и грунтовые скважины: водозаборные и водоприемные (т.н. нагнетательные). В водозаборных колодцах и скважинах размещаются одно либо многоступенчатые водяные насосы, подающие воду в испарители ПТН. Охлажденная вода из испарителей возвращается через водоприемные колодцы и скважины снова под землю. Забор и возврат воды должны осуществляться в направлении подземного движения грунтовых вод с целью исключения «байпасирования» потока. Между водозаборными и нагнетательными устройствами должно соблюдаться определенное расстояние, чтобы исключить понижение температуры воды, подаваемой в ПТН. Для небольших объемов подаваемой воды (одно и двухквартирные жилые дома) расстояние между подающим и приемным колодцами должно быть не менее 5 м. Водоприемный колодец должен выполняться таким образом, чтобы точка выхода воды находилась ниже уровня грунтовых вод. Тепловые насосы, применяющие грунт в качестве источника тепла, используются для обслуживания жилых и торгово административных сооружений. Грунт, как и подпочвенные воды, имеет одно преимущество - относительно стабильную в течение года температуру, обеспечивающую высокий коэффициент преобразования  $\phi$  [1]. Тепло отбирается по трубам – грунтовым теплообменникам, уложенным в землю горизонтально (спиралеобразно) или вертикально (так называемые грунтовые зонды). В горизонтальных грунтовых теплообменниках забор тепла из грунта осуществляется с помощью проложенной в грунте системы пластиковых труб большой площади. Тепло, поступающее наверх из более глубоких слоев, ниже 15–20 м (т.н. «нейтральной зоны»), формируется из энергии, поступающей из недр земли, и практически не зависит от сезонных изменений климата. Величина потока радиогенного тепла, поступающего из земных недр, для разных местностей составляет 0,05–0,12 Вт/м<sup>2</sup> и в качестве источника тепла для верхних слоев земли им можно пренебречь ввиду малости [2]. В районах с высокой плотностью населения и малыми земельными участками рекомендуется обустраивать вертикальные грунтовые теплообменники (зонды) [3]. Расстояние между зондами должно составлять не менее 5–6 м. Для небольшого дома достаточно одного теплообменника. Для больших зданий может потребоваться устройство целой группы скважин с вертикальными теплообменниками. В Европе грунтовые тепловые зонды (в зависимости от исполнения) монтируются с помощью бурильной установки либо забиваются копром. Глубина монтажа зондов 50–200 м. Опыт показывает, что удельный тепловой поток очень сильно колеблется и находится между 20 и 100 Вт на метр длины зонда [2]. В заключении хотел отметить что тепловые насосы не применяются в России повсеместно, хотя это самый лучший способ для отопления в местах где нет возможности прокладки газопроводов или иных способов отопления.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Antonio Briganti. Тепловые насосы в жилых помещениях. // АВОК, 2001, №№ 5,6.
2. Васильев Г.П., Шилкин Н.В. Использование низкопотенциальной тепловой энергии земли в теплонасосных системах. // АВОК, 2003, №2.
3. Инструкция по проектированию системы тепловых насосов. // Viessmann Werke GmbH &Co, 2000.

## ОТКАЧКИ В ДВУХСЛОЙНЫХ ПЛАСТАХ С НИЗКИМИ ФИЛЬТРАЦИОННЫМИ СВОЙСТВАМИ

Рубцова А.Е., Шараев Р.Н.

Научный руководитель Тагильцев С.Н., д-р техн. наук, профессор.  
Уральский государственный горный университет

При проведении исследований в породах со слабыми фильтрационными свойствами начальные периоды понижения и восстановления уровней всегда осложняются участием в формировании дебита откачки емкости (объема) опытной скважины. Если пласт обладает низкими фильтрационными свойствами, то часть дебита воды, откачиваемая из скважины, формируется за счет жидкости, которая находится в стволе скважины. В этом случае развитие понижения в пласте задерживается и график приобретает характерный вид (см. рис). Данные фильтрационных опробований обрабатываются с помощью графиков  $\Delta H \div \lg t$ ,  $S \div \lg t_b$  и  $S_b \div \lg (t_0 + t_b) / t_b$ . Где  $S$  – понижение уровня при откачке;  $\Delta H$  – восстановление уровня при откачке;  $S_b$  – понижение уровня на этапе восстановления;  $t$  – время от начала откачки;  $t_0$  – продолжительность откачки;  $t_b$  – время в процессе восстановления уровня. Перечисленные зависимости и их графическое изображение нередко называют временными графиками. В качестве критерия, позволяющего оценивать продолжительность влияния емкости опытной скважины на форму графиков временного прослеживания, обычно используется выражение:

$$(\omega_c S) / (Q t_{em}) \leq \varepsilon$$

где  $\omega_c$  – площадь сечения ствола скважины;  $t_{em}$  – продолжительность влияния емкости скважины;  $\varepsilon$  – допустимая погрешность.

При обработке данных фильтрационных опробований влияние емкости скважин на форму временных графиков имеет значительную продолжительность при проведении опробований в пластах с относительно низкими фильтрационными свойствами. Неправильный выбор представительного участка временного графика (на участке влияния ёмкости скважины), обычно приводит к занижению фильтрационных характеристик (параметра  $T$ ) в 3 – 5 раз.

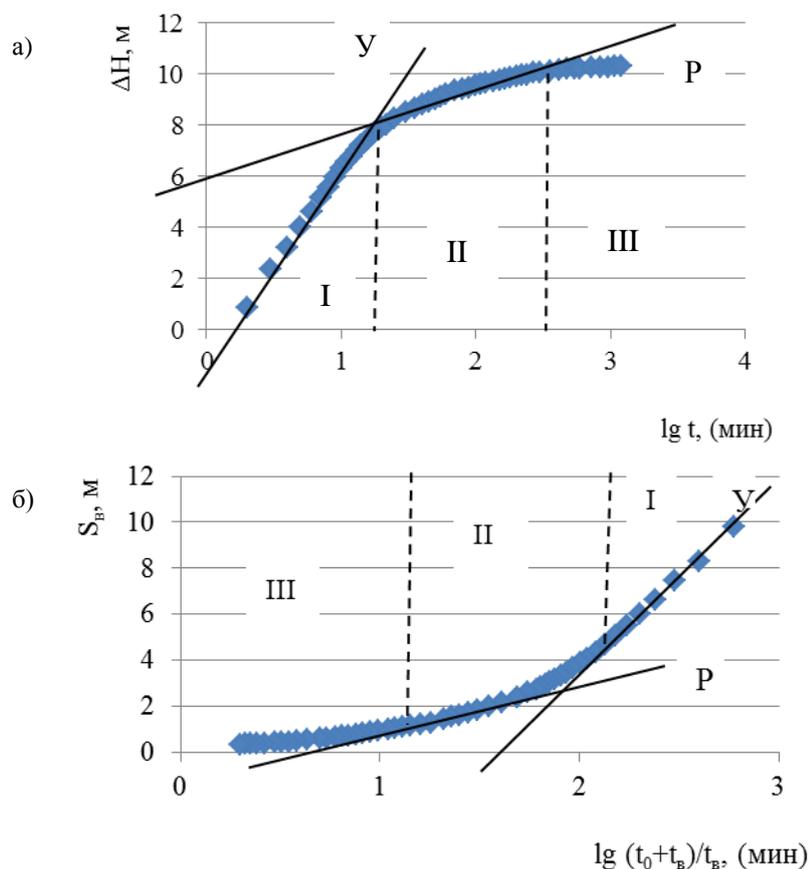
В тех случаях, когда представительный участок графика слабо выражен и рассчитать значение коэффициента  $C_p$  с достаточной точностью не представляется возможным, можно определить значение  $C_y$ . Последняя характеристика – «условный» коэффициент, определяется по «крутому» участку графика, связанному с влиянием емкости ствола скважины. В тех случаях, когда на графиках хорошо выражены участки «Р» и «У», следует рассчитать поправочный коэффициент  $C_y / C_p$ . Этот коэффициент можно применять для скважин расположенных на одном участке и вскрывающих тот же водоносный горизонт.

Особенность обработки данных в двухслойных пластах состоит в том, что схема безграничного пласта относительно быстро переходит в схему «пласт с перетеканием». В этом случае временной график начинает выполаживаться и может приобрести практически горизонтальный вид. В результате, представительные участки временного графика, пригодные для определения гидродинамических параметров пласта, недостаточно выражены и имеют очень короткую продолжительность.

Для правильной диагностики и выбора представительного участка временного графика необходимо максимально точно выявить период влияния емкости пласта. Данная характеристика рассчитана с помощью зависимости, представленной выше, или на основании графика  $S_b \div \lg (t_0 + t_b) / t_b$  (см. рис.). Участок графика, деформированный влиянием емкости, отличается по форме, уклону и отделяется от представительного (расчетного) участка резким перегибом. Форма временного графика позволяет достаточно точно выделить период влияния ёмкости скважины и момент окончания этого эффекта ( $t_{em}$ ).

Снижение погрешности и обеспечение необходимой точности определения гидродинамических параметров обеспечивается реализацией специального алгоритма действий при обработке откачек. В качестве критериев, позволяющих оценить точность расчетов используется: соотношение коэффициентов  $C_y / C_p$ , соотношение удельного дебита ( $q$ ) и

водопроницаемости ( $T$ ) пласта, расчеты действующего гидродинамического радиуса скважины ( $r_c$ ) и оценка значения перетекания ( $B$ ). Указанные характеристики, как правило имеют характерные значения: соотношение  $C_y/C_p$  варьируется от 3 до 5, соотношение  $q/T$  обычно не превышает от 1 до 2, параметр перетекания ориентировочно на порядок больше, чем значение водопроницаемости. Если указанные характеристики соответствуют обычным значениям то можно считать, что гидродинамические характеристики пласта и скважины рассчитаны правильно.



а - зависимость  $\Delta H \div \lg t$ ; б - зависимость  $S_b \div \lg (t_0+t_b)/t_b$ , I – период влияния емкости; II – период реализации схемы безграничного пласта; III - этап стабилизации, P – расчетный участок; Y – участок для определения условного коэффициента  $C_y$ .

Рисунок - Особенности интерпретации временных графиков

Таким образом, при обработке данных опробований двухслойных пластов с низкими фильтрационными свойствами, и с использованием специальных методических приемов и обязательном учете эффекта влияния емкости скважины позволяет получить достоверные значения гидродинамических параметров.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика. М.: МГУ, 1995. 368 с.
2. Опытнo-фильтрационные работы / Под. ред. В.М Шестакова и Д.Н. Башкатова. М.: Недра, 1974, 204 с.
3. Опытнo-фильтрационные работы / Под. ред. С.Н. Тагильцева, Т.Н. Кибановой, В.С Тагильцева, А.Е. Лукьянова. Уральский гос. Горный университет. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005, 67 с.

## **НАПРАВЛЕНИЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ ГОРНО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Котович А.А.

Научный руководитель: Гуман О. М., д.г.м.н., профессор  
ООО «Уралгеопроект»

Проблема возвращения землям, используемым для хранения промышленных отходов (ПО), категории, пригодной для хозяйственного использования, особенно остро стоит в регионах с развитой промышленностью, в частности, с горно-добывающим комплексом.

Ярким примером актуальности подобных проблем является Уральский регион с его многовековой историей развития горно-добывающей промышленности за счет богатой сырьевой базы и горно-перерабатывающих комплексов, которые в современных условиях продолжают работать в т.ч. и на привозном сырье.

Особенностью Уральского региона является то, что многие населенные пункты расположены вблизи нарушенных земель, которые со временем становятся частью городского ландшафта и вопрос рекультивации приобретает для них первостепенное значение.

Поскольку в соответствии с нормативными документами запрещено использование отходов для рекультивационных целей и нет четких указаний об их утилизации, а так же, в некоторых случаях, нет соответствующих мест размещения отходов, мы сталкиваемся с проблемой создания огромного количества промышленных отходов, которые некуда размещать и нет законной возможности их использования.

Одной из особенностей рекультивационного процесса в регионах с развитой горно-добывающей отраслью, является слабая нормативная база, не учитывающая специфики региона. С одной стороны, в соответствии с использованием отходов I – V класса опасности в целях рекультивации является захоронением отходов, с другой – нормативные документы не дают внятного ответа на вопрос о возможностях их использования для рекультивации.

В результате сложившейся ситуации, предприниматели вынуждены складировать ПО и занимать под это огромные территории условно-полезного пространства, нередко находящегося поблизости от жилых массивов, что заставляет задуматься о рекультивации нарушенных земель.

Выбор места расположения ПО во многом зависит от их агрегатного состояния и химической активности при взаимодействии с кислородом, атмосферными осадками и другими агентами окружающей среды. ПО, которые не оказывают значительного влияния на окружающую среду, малорастворимы и обладают качествами, полезными с точки зрения хозяйственного использования – должны иметь сертификаты, отражающие их химические и физико-механические свойства, а так же технические условия их возможного использования.

Твердые промышленные отходы (ТПО) по гранулометрическому составу могут быть как сортированными, так и нет. Сортированные ТПО – отходы, полученные в результате технологических процессов с выходом определенных фракций, снятые грунты одного инженерно-геологического слоя и проч. Несортированные ТПО – отходы различных фракций, смешанные друг с другом. Примером сортированных ТПО могут служить отходы медеплавильного производства – пески; несортированных – строительный мусор с размерами фракций от пылеватой до валунов с включениями органики.

ТПО, как правило, складировются в отвалы, расположенные на поверхности земли недалеко от предприятий, производящих их. По воздействию на окружающую среду их можно разделить на: оказывающие негативное воздействие на окружающую среду (ОС); не оказывающие значимого воздействия.

ТПО, воздействующие на ОС, обычно состоят из неустойчивых соединений, разрушающихся при воздействии кислорода, атмосферных осадков, подземных вод, ветра и др. Первостепенной задачей при рекультивации таких отходов является их изоляция от внешних воздействия для исключения влияния на ОС. Попутные задачи – сохранение потенциального

сырья для последующей переработки в будущем, возвращение территории в хозяйственное использование, приведение территории в эстетически приемлемый вид.

ТПО, не оказывающие значимого влияния на ОС, как правило инертны, загрязняя окружающее пространство путем пыления во время пересыхания поверхности отвалов. Для таких отвалов не стоит задача изоляции, на первый план выходит сохранение потенциального сырья, неизменность сформированного рельефа, компенсация гидрологического влияния на ОС, а так же возвращение земель в хозяйственное, либо рекреационное использование.

При рекультивации мест размещения ТПО есть несколько особенностей: во-первых, довольно часто, отходы располагаются поблизости от карьерных выемок (либо подземных горных выемок), откуда они и были извлечены; во-вторых, так же часто, отвалы имеют слишком крутые борта, не позволяющие без перепланировки провести рекультивационные мероприятия (особенно часто данное явление наблюдается на терриконах угольных месторождений); в-третьих не все отходы, сваленные в отвалы, способны противостоять размыву и разрушению.

На месте извлечения полезных ископаемых, остаются горные выработки, представленные чаще всего карьерами, так же нуждающиеся в рекультивационных мероприятиях. Казалось бы, что при ликвидации положительных и отрицательных форм рельефа, напрашивается вывод об их совмещении, но данное мероприятие, даже при наличии отходов, безопасных для окружающей среды, превращается не в «рекультивацию карьерной выемки отходами IV-V класса опасности», а в «захоронение отходов в карьерной выемке», что требует совершенно других мер безопасности и, как следствие, вложений.

Жидкие промышленные отходы (ЖО), а именно хвосты и шламы, представлены суспензией – смесью воды и частиц грунта. Частицы грунта, как правило, делятся на глинистые и песчаные, что создает фракционное разделение в местах сброса пульпы. Ближе к месту сброса осаждаются более тяжелые, крупные песчаные частицы, затем более мелкий песок, глинистые частицы и далее – отстоенная вода с примесью пылеватых частиц, которые постепенно оседают на дно. Как следствие, хвостохранилища выглядят как песчаные пляжи, плавно переходящие в водоемы. Все фракции грунта ЖО чрезмерно водонасыщенны, часто тиксотропны, что делает их неустойчивым основанием и не позволяет использовать в хозяйственных и рекреационных целях. Однако, после прекращения сброса отходов, хвосты постепенно избавляются от избыточной влаги, превращаясь в территорию, занятую песчаными отмелями с неплохими параметрами устойчивости и отстойником (или несколькими), содержащими воду, отфильтрованную из них. Вода эта в той или иной степени токсична и часто не соответствует принятым нормативам, высушенная же фракция, как правило, является аналогичной природным грунтам, инертным и безопасным для окружающей среды. Однако, в соответствии с законодательством, использование данных отходов так же запрещено в целях рекультивации.

В заключение следует сказать: жидкие промышленные отходы или твердые не имеет значения – места их размещения нуждаются в рекультивации. В регионах с развитой горно-промышленной базой, образование промышленных отходов составляет миллионы тонн в год, и, помимо того, что они складировались долгие годы, процесс накопления продолжается и в текущее время, по мере работы предприятий.

Возможно, активное использование ПО может оказать, отчасти, негативное влияние на ОС, однако при учете того, что в текущих обстоятельствах, эти отходы складировются часто вообще без всяких рекультивационных мероприятий – то напрашивается вывод о выборе меньшего зла и разрешении на законодательном уровне рекультивационных работ с применением промышленных отходов, тем более, что при проведении таких работ грамотными специалистами, воздействие ПО на ОС стремится к нулю, что было неоднократно доказано опытным путем.

## ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ РАЗМЕРОВ ДЕПРЕССИОННОЙ ВОРОНКИ И ДЕБИТА СКВАЖИН В ТИПОВЫХ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Мирошниченко В.С.

Научный руководитель Тагильцев С.Н. д-р техн. наук, профессор  
Уральский государственный горный университет

При обработке данных опытно-фильтрационных работ, подсчете эксплуатационных запасов подземных вод и прогнозе водопритоков в горные выработки, как правило, не рассматривается взаимосвязь дебита скважины и размеров депрессионной воронки. Такая практика основывается на наиболее часто применяемых аналитических зависимостях гидрогеодинамики. Теоретический анализ исходных уравнений показывает, что взаимосвязь дебита и размеров депрессии существует, и необходимо оценить влияние этого фактора на качество гидрогеологических расчетов и прогнозов.

В качестве основной гидродинамической схемы применяется схема безграничного изолированного пласта.

При реализации этой схемы следует рассчитывать величину радиуса влияния откачки из скважины, т.е. дальность её действия. Дальность действия откачки можно оценивать по понижению уровня или по расходу. Реальные размеры депрессии можно рассчитывать, опираясь на минимальные значения понижения, соответствующие принимаемой погрешности наблюдений.

В условиях безграничного пласта размеры депрессионной воронки описываются известными выражениями:

$$R_{\pi} = 1,5 \sqrt{at}, \quad (1)$$

$$R_{\text{вл}} = 3,5 \sqrt{at}, \quad (2)$$

$R_{\pi}$  – условный радиус питания;

$R_{\text{вл}}$  – радиус влияния;

$a$  – коэффициент пьезопроводности;

$t$  – время от начала откачки;

Радиус депрессионной воронки оценивается уравнением (2), т.е. соответствует радиусу влияния. В строгой постановке формула Дюпюи описывает откачку из пласта с контуром питания в виде окружности. В реальных условиях аналогом радиуса питания является круглый остров, окруженный водой.

В условиях безграничного пласта радиус питания представляет собой условную расчетную характеристику. В строгой постановке данное представление не является правильным.

Значение минимального понижения ( $S_{\min}$ ), которое фиксируется в полевых условиях, обычно принимается равным 0,01 м. Депрессионная воронка в условиях безграничного пласта описывается уравнением Тэйса:

$$S = Q / 4\pi T W(u) \quad (3)$$

$Q$  – дебит откачки, м<sup>3</sup>/сутки;

$T$  – водопроницаемость пласта, м<sup>2</sup>/сутки;

$W(u)$  – специальная функция (функция скважины).

Если принимать,  $S_{\min} = 0.01$  м, а значение соотношения  $Q/T = 10$  м, то при решении уравнения Тэйса будет получено, что функция  $W(u) = 0,013$ . Значение аргумента определяется по таблице функции  $W(u)$ . Для рассматриваемого случая

$u = 3.0$ . Соответственно, границы депрессионной воронки определяется из выражения:

$$R_{\text{вл}} = \chi \sqrt{at} = 3,46 \sqrt{at} \approx 3,5 \sqrt{at} \quad (4)$$

Очевидно, что числовой коэффициент ( $\chi$ ) равен 3,5 только в том случае, если  $Q/T \approx 10$ . При других соотношениях дебита скважины и параметра водопроницаемости значения коэффициента  $\chi$  будут другими (табл. 1).

Таблица 1-Оценка значений коэффициента  $\chi$

Q/T, м	50	20	10	5	2	1	0,5	0,2	0,1
W(u)	0,0025	0,006	0,025	0,025	0,063	0,13	0,25	0,63	1,3
u	4,4	3,5	3,0	2,5	1,8	1,3	0,92	0,45	0,18
$\chi$	4,2	3,7	3,5	3,2	2,7	2,3	1,9	1,3	0,72

Значение  $\chi = 3,5$  можно принимать, с допустимой погрешностью, только для типичных значений соотношения  $Q/T = 5 \div 20$ .

Основной гидродинамической схемой, к которой обычно сводятся условия проведения опытных и эксплуатационных откачек, является схема пласта с перетеканием.

Если применить для границы депрессии  $S_{\min} = 0,01$  м, и задаваться отношением  $Q/T$ , то можно получить значение  $K_0(R_{вл}/B)$ :

$$K_0(R_{вл}/B) = 2\pi(T/Q)S_{\min} \quad (5)$$

Далее отношение  $R_{вл}/B$  рассчитывается с помощью таблицы функции  $K_0(R_{вл}/B)$ .

Таблица 2. Результаты расчета зависимости  $R_{вл}/B$  от  $Q/T$

Q/T	0,1	0,2	0,5	1,0	2,0	5,0	10	20	50	100
$\frac{R_{вл}}{B}$	0,75	1,2	1,9	2,5	3,1	3,9	4,5	5,2	6,0	6,6

Надежные результаты можно получить по наблюдательным скважинам, которые располагаются на расстояниях от центра водозабора не более половины радиуса депрессионной воронки.

Выводы:

1. Размер депрессионной воронки зависит от соотношения дебита скважины и значения водопроводимости пласта.

2. Оценка размеров депрессионных воронок в безграничных пластах на основании известного выражения (2), может производиться в тех случаях, когда соотношение  $Q/T \approx 5 \div 20$ . При относительно небольших дебитах расчетные размеры депрессии уменьшаются в несколько раз.

3. Размеры депрессионных воронок в пластах с перетеканием определяются соотношением радиуса влияния с параметром перетекания. При относительно небольших дебитах радиусы депрессии имеют значения меньше величины параметра перетекания.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бочевер Ф.М. Теория и практические методы гидрогеологических расчетов эксплуатационных запасов подземных вод. – М.: Недра, 1968. – 328 с.
2. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика: учебник. – М.: КДУ, 2009. – 334 с.
3. Синдаловский Л.Н. Справочник аналитических решений для интерпретации опытно-фильтрационных опробований. – СПб.: Из-во С.-Петербурга. ун-та, 2006. -769 с.
4. Тагильцев С.Н., Тагильцев В.С., Лукьянов А.Е. Особенности и недостатки оценки эксплуатационных запасов пресных подземных вод на территории Западной Сибири. //Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии: Материалы международной научно-практической конференции. Часть 2. Московская обл., п. Зелёный, 18 – 22 апреля 2011 г.- ВСЕГИНГЕО, - 2011. С. 25 - 38.
5. Тагильцев С.Н. Геомеханические основы гидрогеологической стратификации скальных массивов Урала // Изв. ВУЗов. Горный журнал N 5, 1995. - С. 75-79.

## **ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ОПОЛЗНЯ, ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ СООРУЖЕНИЯ ХАЛФ-ПАЙП (САМАРОВСКИЙ ОСТАНЕЦ, Г.ХАНТЫ-МАНСКИЙСК)**

Сурганов С.В.

Научный руководитель Абатурова И.В., проф., д-р геол.-мин. наук  
Уральский государственный горный университет

Природные и природно-техногенные процессы на территории Ханты-Мансийска отличаются разнообразием и интенсивностью. По активности и наибольшему негативному воздействию выделяются эрозионные и склоновые. Разнообразие условий формирования и особенности проявления таких процессов приводят к увеличению пораженности территории и нарастанию размеров и скоростей развития во времени. Около 50% территории Самаровского останца в разной степени подвержено воздействию таких процессов как оврагообразование, оползни, осыпи, суффозия. Под угрозой их развития или активизации находятся здания, промышленные объекты, сооружения спортивного комплекса. В последние годы в связи с ростом значительного интереса к спортивным мероприятиям началось строительство уникальных спортивных сооружений. Не обошло стороной и Самаровский останец. В 2007 году на западном склоне Самаровского останца было начато строительство спортивных сооружений для соревнований по сноуборду под названием Халф-Пайп. Конструкция которого заключалась в сооружении насыпи песка на природный склон. С момента начала строительства стал формироваться оползень скорость которого была довольно высока и кроме того он угрожал стоящим на его пути жилым домам. Остановить его развитие стало возможным лишь укрепив его с помощью методов технической мелиорации грунтов. Для решения данной проблемы необходимо было изучить инженерно-геологические условия склона и выделить главные факторы способствующие развитию оползня. Что возможно на основе детального комплексного анализа всех факторов формирования оползневого процесса. Именно такой подход может обеспечить максимальную эффективность инженерно-геологических исследований.

### **Общие факторы формирования**

Оползневые процессы развиваются под влиянием целого спектра разнообразных факторов: 1) Геоморфологические условия; 2) Геологическое строение массива; 3) Состав, строение и свойства пород, слагающих склон; 4) Гидрогеологические условия; 5) Сейсмичность - причина опасных деформаций; 6) Климатические особенности местности; 7) Техногенные факторы.

К основным факторам формирования техногенного оползня при строительстве объекта Халф-Пайп относятся: 1) уникальное и сложное геологическое строение «Самаровской горы»[4]; 2) не полная изученность инженерно-геологических условий(ИГУ) до момента проектирования и начала строительства (недоучет ряда инженерно-геологических, гидрогеологических условий); 3) чередование в разрезе и в плане пород различного генезиса и литологического состава; 4) наличие прерывистых водоносных горизонтов; 5) реакция пород на увлажнение (набухание, пучение, потеря прочности) и динамическое воздействие (тиксотропность); 6) формирование новых ИГУ природно-технической системы(ПТС).

В связи с недостаточной изученностью объекта, значительной неоднородностью литологического разреза возникла сложность расчленения массива грунтов на инженерно – геологические элементы, поэтому было принято решение условно выделить четыре расчетных слоя. Расчетный слой (РС) 1 – насыпные грунты, РС 2, 3 –делювиальные и озерно-аллювиальные суглинки и глины (под насыпными грунтами), РС 4 – глины опоквидные, кремнисто-глинистые грунты.

(РС) 2 суглинки однородны по плотности и природной влажности, содержат органику. (РС)3 неоднородная толща суглинков с прослоями и линзами песков, что определяет пространственную неоднородность механических свойств. Грунты твердой и полутвердой

консистенции. Текучепластичная консистенция в нижней части склона, с превышением влажности на пределе текучести. Высокая степень влажности т.е. принадлежат к зоне насыщения. Особенность толщи – повышенное содержание органики. Они обладают тиксотропными свойствами.

(РС) 4 Кремнисто-глинистые грунты обладают рядом специфических особенностей[1]: 1) несовпадение макроскопического (полевого) описания с результатами лабораторных испытаний. По визуальному описанию – это плотные слабо влажные глины, по результатам лабораторных испытаний – повышенная влажность, пределы пластичности, нередко показатель текучести превышает 0,5 и приближается к 1; 2) несоответствие величины осадки их высокой пористости; при достаточно высокой пористости породы по данным компрессионных испытаний относятся к среднесжимаемым; 3) несоответствие величин сопротивления сдвигу высокой природной пористости; 4) почти полное водонасыщение (степень водонасыщения колеблется в пределах 0,98-0,99); 5) слабое набухание от 0,1 до 1 %, реже 3-4 %; 6) в основном, глины неразмокаемые, но отдельные образцы проявляют способность к размоканию; 7) слабая морозостойкость (не выдерживают трех-четырех циклов замораживания); 8) большая скорость выветривания – при приповерхностном залегании, вскрытии котлованами, выемками ухудшают прочностные и деформационные свойства.

Наличие промежуточных водоносных горизонтов, линз с водой, выходов подземных вод на поверхность, образование техногенных водоносных горизонтов (насыпь усилила инфильтрацию атмосферных осадков и снизила поверхностный сток), определили сложные гидрогеологические и гидрологические условия. В выходах подземных вод наблюдается наличие взвеси, что говорит об активизации процесса суффозии. После проявления процессов оползания на склоне значительно изменяются условия разгрузки подземных вод: воды начинают активно поступать в зоны разуплотнения (как правило, пространственно-связанных с поверхностями скольжения), приводя к дополнительному уменьшению сил трения и сцепления. Часть разгружаемых подземных вод поступает непосредственно в оползневые толщи, приводя к увеличению их массы, а так же к дальнейшему снижению прочностных показателей. Все это способствует не только дальнейшим смещениям по уже существующим поверхностям скольжения, но и к формированию новых плоскостей оползания.

По данным изучения инженерно-геологических условий, можно сделать вывод, что низкой несущей способностью обладают суглинки (РС)2,3. Высокое содержание пылеватых фракций в составе суглинка обеспечивает тиксотропные свойства, проявление которых отмечается при приложении динамических нагрузок. Глины опоковидные – макропористые грунты, для которых характерным является несоответствие полевого описания и лабораторных исследований, делающее невозможным нормирование этих грунтов относительно соответствующих прочностных и деформационных параметров. Наличие невыдержанных водоносных горизонтов, в том числе и техногенного, привело к замачиванию контактных поверхностей «насыпь-суглинок», «суглинок-глина» и потере несущей способности.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Афанасиади Э.И. Инженерно-геологическая характеристика кремнисто-глинистых палеогеновых пород Урала. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к. г.-м. н., М., МГРИ, 1973, с. 28.
  2. Волков И.А., Волкова В.С., Гуртовая Е.Е. О строении и условиях формирования отложений района г. Самарова // Плейстоцен Сибири и смежных областей. М.: Наука, 1973, с. 55-67.
  3. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация.
- Крапивнер Р.Б. Происхождение самаровских дислокаций в низовьях Иртыша (Западная Сибирь). М., Геотектоника, 2004, №5, с. 53-67.

## ДЕЙСТВУЮЩИЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАДИУС И ГИПЕРСОВЕРШЕНСТВО СКВАЖИН

Зайцев А. А.

Научный руководитель Тагильцев С. Н., д-р техн. наук, профессор

На сегодняшний день существует серьезная проблема оценки состояния прискваженной зоны опытных скважин. Скважина – это горная выработка круглого сечения глубиной свыше 5 м и диаметром обычно 75—300 мм. Иными словами, скважина это пустота, которая в идеале граничит с ненарушенным пластом с его природными фильтрационными свойствами.

На самом деле, между скважиной и ненарушенным пластом существует небольшая зона пласта, в которой фильтрационные свойства изменены. Как правило, изменение фильтрационных свойств в прискваженной зоне происходит в сторону уменьшения. Это явление связано с кальмотацией трещин и пор глинистым раствором или мелкими частицами породы, которая образуется при бурении. Нередко эти изменения возникают за счёт проникновения в пласт буровых растворов, механического «затирания» трещин и пор, недостаточной разглинизации при освоении скважины и других подобных явлений. Оценить ширину этой зоны и фильтрационные свойства в ней практически невозможно.

Можно обобщенно оценить изменение фильтрационных свойств через дополнительное понижение уровня, который создается в скважине. Величина дополнительного понижения заметно влияет на эксплуатационные характеристики скважины. Под дополнительным понижением уровня понимается дополнительные потери напора, которые в системе «скважина – пласт» возникают по нескольким причинам. Одна из них – преодоление, так называемого «скин-эффекта», который образуется при бурении и освоении скважины. Наиболее удобным показателем для расчета дополнительного понижения является действующий гидродинамический радиус, то есть радиус условной чистой скважины, в которой «скин-эффект» отсутствует. Для большинства гидрогеологических схем понижение уровня воды в совершенной скважине ( $S_{cc}$ ) описывается уравнением Дюпюи:

$$S_{cc} = \frac{Q_c}{2\pi T} \ln \frac{R}{r_c}$$

где  $Q_c$  – дебит скважины, м<sup>3</sup>/сутки;

$T$  – водопроницаемость пласта, м<sup>2</sup>/сутки;

$R$  – условный радиус питания, м;

$r_c$  – фактический радиус скважины, м.

Мы заменяем изменение фильтрационных свойств на условную (воображаемую) чистую скважину.

Существует классификация характеристики степени гидродинамического несовершенства скважин, выведенная Тагильцевым С. Н.

Степень гидродинамического несовершенства опытных и эксплуатационных скважин этой классификации определяется величиной дополнительного понижения уровня воды в скважине (дополнительными потерями напора) относительно понижения уровня воды в гидродинамически совершенной скважине. Однако, в процессе работ выяснилось, что помимо уменьшения фильтрационных свойств бывают случаи, когда действующий радиус наоборот увеличивается и фильтрационные свойства в прискважинной зоне возрастают. В представленной классификации эти случаи не отражаются. В своей работе мы решили дополнить существующую классификацию еще одной характеристикой и назвать ее «гиперсовершенной» или «сверхсовершенной».

Таблица 1-Характеристика степени гидродинамического несовершенства скважин

Характеристика	$\lg(r_c/r'_c)$	$\Delta S_{nc}/S_{cc}$	$S_c/S_{cc}$	$S_{cc}/S_c$	$\xi$
Совершенные	0	0	1	1	1.3
Условно совершенные	0 - 3.5	0 - 1	1 - 2	1 - 0.5	1.3 – 2.6
Умеренно несовершенные	3.5 - 7	1 - 2	2 - 3	0.5 – 0.33	2.6 – 4.0
Весьма несовершенные	7 - 14	2 - 4	3 - 5	0.33 – 0.2	4.0 – 6.5
Исключительно несовершенные	14 - 28	4 - 8	5 - 9	0.2 – 0.1	6.5 - 12
Условно глухие	Больше 28	Больше 8	Больше 9	Меньше 0.1	Больше 12

В качестве критерия измерения фильтрационных свойств можно использовать процентное ограничение от понижения уровня в совершенной скважине. В гиперсовершенном случае происходит уменьшение понижения, но оно не может свестись к нулю. Депрессионная воронка все равно существует, так как к скважине идет движение жидкости. Как бы высоки ни были фильтрационные свойства скважины, депрессионная воронка и понижение уровня в скважине будут существовать.

На данной стадии работы мы ориентируемся на 50% уменьшения понижения. В этом случае дополнительное понижение принимает отрицательный характер.

Сейчас идет процесс подбора материала для создания полноценной завершенной классификации. По мере накопления фактического материала градация и классификация будут уточнены.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шестаков В.М. Гидрогеодинамика: учебник. – М.: КДУ, 2009. – 334 с.
2. Тагильцев С. Н., Тагильцев В. С. Оценка степени гидродинамического несовершенства разведочных и эксплуатационных скважин. // Горный журнал. Изв. ВУЗов. – 2013. № 5. С. 171 – 176.
3. Тагильцев С. Н., Тагильцев В. С., Лукьянов А.Е. Особенности и недостатки оценки эксплуатационных запасов пресных подземных вод на территории западной Сибири. //Питьевые подземные воды. Изучение, использование и информационные технологии: материалы международной научно-практической конференции. Часть 2. Московская обл., п. Зелёный, - всеингео, - 2011. С. 25 - 38.