

## Изменения инженерно-геологических условий, вызванные бурением скважин на шельфе



**Бурение скважин вызывает изменения инженерно-геологических условий шельфовой зоны, проявляющиеся в активизации геологических и инженерно-геологических процессов, засолении и загрязнении грунтового массива и подземных вод. Изменения инженерно-геологических условий на шельфе могут распространяться на значительные районы побережья протяженностью многие десятки километров.**

**В статье рассматриваются воздействие процесса бурения на окружающую среду, активизация геологических и инженерно-геологических процессов, загрязнение грунтов и подземных вод. Даются рекомендации по ликвидации скважин.**

**Архангельский Игорь Всеволодович**

Генеральный директор ООО НПФ «НЕДРА», кандидат геолого-минералогических наук, г. Санкт-Петербург

[ivaspbenergy@bk.ru](mailto:ivaspbenergy@bk.ru)

### **Воздействие буровых работ на окружающую среду**

Важная особенность шельфовой зоны заключается в том, что область взаимодействия инженерной системы, создаваемой человеком, и окружающей среды не локализуется в пределах небольшого участка хозяйственной деятельности человека, как это обычно бывает во внутриконтинентальных районах, а может распространяться на значительные районы побережья протяженностью многие десятки километров [4].

При бурении скважин на шельфе с окружающей средой взаимодействуют две инженерные системы: буровая установка и буровая скважина.

### **О воздействии буровой установки**

Воздействие буровой установки носит временный характер: оно ограничено сроками выполнения буровых работ. Работа буровой установки сопровождается механическими воздействиями на живые организмы и растительность. Эти воздействия начинаются с момента заякорения плавучей буровой установки. Так, для обеспечения прочного сцепления с грунтом судовой якорь протаскивают по дну, пока его лапы не зароятся в грунт. При волочении якорь срывает растительность, разбивает раковины моллюсков, переворачивает донные камни, на которые откладывают икру многие породы рыб и где живут тысячи мелких существ, поддерживающих биологическое равновесие у побережья. Расстояние волочения якоря по дну зависит от плотности донных грунтов. В илистых грунтах этот путь может составить несколько десятков метров, и на всем этом протяжении нарушается жизнь растений и животных.

Буровые установки, опирающиеся на дно, передают на донные грунты различные нагрузки – статические и динамические. При наклонном залегании дна и наличии слабых грунтов могут возникнуть различные деформации грунтов: сплывы, оползни, разжижение и пр.

Буровые установки, как правило, оснащены станками с дизельным приводом и таким образом увеличивают и без того уже довольно значительную загрязненность моря и грунтов нефтепродуктами. При бурении на шельфе бурение следует осуществлять с приводом от электромотора. Электроэнергия может подаваться к буровому станку от какого-либо источника на берегу по морскому кабелю, подвешенному на поплавках. Самым экономичным и экологически чистым способом выработки электроэнергии является использование энергии ветра. Для этого на буровой установке монтируется ветроэлектростанция.

Использование электроэнергии имеет следующие преимущества: значительно снижается уровень шума на буровой установке, механизмируются трудоемкие операции (извлечение якорей, натяжение канатов, подъем грузов из-за борта), отпадает необходимость в хранении на буровой установке жидкого топлива. Также возможно широкое применение геофизических методов исследований в буровых скважинах.

### **Воздействие буровой скважины**

Отличительной чертой буровой скважины как инженерной системы является глубокое проникновение в геологическую среду при незначительной площади контакта в плане. Период воздействия скважины на геологическую среду не ограничивается сроками проведения буровых работ, а может продолжаться длительное время после использования скважины по назначению. Сила воздействия буровой скважины зависит от ее глубины, диаметра, характера грунтов, гидрогеологических условий.

В отличие от многих инженерных систем, таких как подводные разработки, дамбы, причалы и т.п., создание которых уже в процессе строительства может привести к подводным оползням, разрушению берегов и пр., буровая скважина не вызывает быстрых видимых изменений природной обстановки, но в течение определенного

времени может существенно повлиять на происходящие в шельфовой зоне процессы, нарушение естественного хода которых часто вызывает весьма нежелательные процессы.

Из истории известно, что даже слабые воздействия на природу, продолжающиеся длительное время, вызывают изменения природной среды. Только последствия этих изменений нарастают постепенно, нередко в течение жизни нескольких поколений, и человек не всегда отдает себе отчет в их значении, хотя они могут быть катастрофическими [2].

Буровые скважины нарушают целостность грунтового массива и служат путями проникновения в грунтовой массив морской воды вместе с содержащимися в ней загрязнителями. В результате активизируются различные физические и химические процессы, вызывающие изменение состава, состояния и свойств грунтов.

Особую опасность представляют процессы карстообразования, которые могут протекать очень быстро. В России около 10% побережья морей сложено карстующимися карбонатными породами. В Крыму такими породами сложено около 50% морского побережья. Там обнаружены карстовые полости под морским дном. Попадание в породы морской воды ускоряет процессы образования карста, а это может привести к просадкам поверхности дна и деформациям построенных здесь сооружений.

В прибрежных зонах морей сосредоточены огромные запасы подземных вод. При бурении происходит засоление и загрязнение подземных вод, заражение их болезнетворными микробами, содержащимися в воде и грунтах вследствие сбросов в море бытовых и промышленных сточных вод, смешивание подземных вод из различных горизонтов. В результате воды становятся непригодными для хозяйственного пользования.

В ряде случаев при бурении скважин подземные воды изливаются выше поверхности дна, а иногда выше уровня моря. Так, при бурении скважин в прибрежных акваториях Баренцева и Белого морей наблюдался излив подземных пресных вод из моренных отложений с глубины 10-15 м ниже морского дна. Вода изливалась из скважин на 2-3 м выше уровня моря. После извлечения обсадных труб вода продолжала изливаться из скважин на дне моря.

Напорные субмаринные воды обнаружены и бурением в различных пунктах Черного моря. В Одесской бухте вскрыты соленые напорные воды на глубине 25-30 м ниже дна моря в песчано-галечных отложениях. Там же вскрыты пресные воды в песках и известняках на глубине 80-100 м. Во всех скважинах статический уровень устанавливался выше уровня моря.

Самоизлив подземных вод из скважин может привести к истощению ресурсов водоносных горизонтов. Кроме того, он может вызвать интенсивный размыв донных грунтов и последующие оползневые деформации подводного склона и берега.

Из-за излива подземных вод в зимнее время прибрежные воды не замерзают. Здесь образуются полыньи, над которыми наблюдается парение.

Скважины, пробуренные в арктических морях, благоприятствуют изливу на поверхность дна низкотемпературных рассолов (криопэгов), которые содержатся в горных породах, залегающих под донными осадками. Рассолы являются сильноагрессивной средой для металла и бетона.

Буровые скважины могут стать путями прорыва морской воды и водонасыщенных грунтов в шахты, транспортные туннели и другие подземные сооружения. Прорыв грунтов сопровождается просадками поверхности дна и побережья.

### **Ликвидационное тампонирувание**

Согласно существующим нормам [3,6,7], все буровые скважины, независимо от назначения, после окончания буровых работ должны быть ликвидированы путем тампонажа глиной или цементно-песчаным раствором с целью исключения загрязнения природной среды и активизации геологических и инженерно-геологических процессов.

При бурении на шельфе бытует ошибочное мнение, что после извлечения обсадных труб морские скважины быстро оплывают и, таким образом ликвидация скважин происходит естественным путем. Однако подводное обследование, проведенное на ряде участков бурения скважин в бухтах Баренцева и Японского морей, показали, что после извлечения обсадных труб устойчивость стенок скважин в песчано-глинистых грунтах сохраняется в течение нескольких месяцев. Стенки скважин сохраняют устойчивость благодаря давлению столба воды, увеличивающегося с возрастанием глубины моря. Поэтому морские скважины необходимо тампонировать, также, как и скважины, пробуренные на суше.

Тампонирувание производят после подъема низа обсадной колонны до устья скважины. Способ тампонирувания зависит от вида грунтов и гидрогеологических условий. Интервалы скважин в грунтах, разделяющих водоносные горизонты, тампонируют глиной с последующим трамбованием. Глину забрасывают шариками диаметром 5 см. Трамбуют ее после заполнения скважины на высоту 0.5-0.7 м. Трамбовку поднимают и сбрасывают на тресе лебедкой бурового станка. Скважины, пробуренные в карстующихся породах, ликвидируют тампонируванием высококачественным цементом, приготовленным на пресной воде. Заполнение скважины цементом производят с помощью заливочных трубок. Густой цемент или бетон опускают на забой с помощью специальных тампонажных желонков, изготовленных из стандартных желонков или обсадных труб.

В остальных случаях тампонирувание производят путем засыпки скважин извлеченным из нее грунтом в обратном порядке без трамбования. Уплотнение засыпанного грунта происходит под собственным весом и давлением столба воды.

### **Заключение**

Бурение скважин вызывает изменения инженерно-геологических условий шельфовой зоны, проявляющиеся в активизации геологических и инженерно-геологических процессов, засолении и загрязнении грунтового массива и подземных вод. Изменения инженерно-геологических условий на шельфе могут распространяться на значительные районы побережья протяженностью многие десятки километров. Буровые скважины необходимо ликвидировать тампонируванием глиной или цементным раствором.

### **Литература**

1. Архангельский И.В. Морское бурение инженерно-геологических скважин. Л.: Недра, 1980. 263 с.

2. Акинфиев С.А., Комаров И.С. Пути совершенствования методики инженерно-геологических исследований в связи с рациональным использованием геологической среды. - В кн.: Проблемы инженерной геологии в связи с рациональным использованием геологической среды. Тезисы докладов Всесоюзной конференции. Л., 1976, с. 62-88.
3. ВСН 162-69. Инструкция на тампонаж разведочных и стационарных скважин, пробуренных в процессе проведения инженерно-геологических изысканий метрополитенов и горных тоннелей. М.: Минтрасстрой СССР, 1969.
4. Комаров И.С. Пути и перспективы развития морских инженерно-геологических исследований. – Изв. Вузов. Геология и разведка, 1974, №1, с. 94-100.
5. Николаев Л.А. Влияние неликвидированных скважин на инженерно-геологические условия площадки //Инженерные изыскания.2010. №10. С. 26-29.
6. РД 08-492-02. Инструкция о порядке ликвидации, консервации скважин и оборудования их устьев и стволов. М.: Госгортехнадзор России, ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2002.
7. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть 1: Общие правила производства работ. М.: Госстрой РФ,1998.