

Об использовании воспроизводимых источников энергии при бурении скважин с плавучих установок на море



В статье рассматривается неблагоприятное воздействие гидрометеорологических факторов на процесс бурения. Описывается технология использования приливов и морского волнения. Предлагается использовать энергию ветра.

Архангельский Игорь Всеволодович

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

Воздействие гидрометеорологических факторов

Бурение скважин на морских акваториях является самым сложным видом инженерно-геологических работ. На процесс бурения большое влияние оказывают гидрометеорологические факторы: волнение, ветер, приливы и отливы, течения, сгоны и нагоны воды, туманы, замерзание воды и др.

Приливы и отливы, в отличие от прочих факторов, действуют постоянно. Они вызывают перемещение плавучей буровой установки (ПБУ) в вертикальной плоскости, что существенно осложняет процесс бурения. Во время прилива длина бурового снаряда при вращательном бурении увеличивается, а при отливе уменьшается. Поэтому во время прилива создается впечатление о быстром углублении скважины, хотя его может и не быть. При отливе может показаться, что скважина не углубляется, а на самом деле бурение идет успешно. В связи с этим в процессе вращательного бурения постоянно

подсчитывается глубина скважины h по формуле $h = L - (H + l)$, где L – общая длина бурового снаряда, H – глубина моря, l – расстояние от поверхности воды до верха снаряда. Приливы и отливы оказывают воздействие на якорную систему ПБУ. Якорная система включает якоря и канаты. Масса якорей и длина канатов подбирается опытным путем. К якорной системе предъявляются диаметрально противоположные требования. С одной стороны, система должна быть жесткой, чтобы преодолевать воздействия постоянного характера: снос ПБУ течением, ветром постоянной силы и волнением. В тоже время якорная система должна воспринимать изменения уровня моря, воздействие непостоянного морского волнения и ветра. Иными словами, она должна обладать упругостью. Поэтому якорные канаты нельзя сильно натягивать. Они должны иметь провес, играющий роль демфера. Провес поглощает часть нагрузок, возникающих в якорной системе при раскачивании ПБУ или воздействии сильных порывов ветра. Провес также компенсирует изменения уровня моря во время приливов, нагонов и др.

Сильные приливо-отливные течения в узких проливах препятствуют постановке ПБУ на точку бурения. Как правило, буксир вместе с ПБУ сильным течением сносится со скважины и все попытки поставить ПБУ на точку бурения ни к чему не приводят. Однако в момент смены прилива и отлива движение воды прекращается. Этот момент используется для постановки ПБУ на точку бурения и ПБУ сразу крепят за береговые якоря. Время смены прилива и отлива устанавливается по специальным таблицам приливов и отливов.

О силе приливного течения свидетельствует такой исторический факт.

Во время второй мировой войны наши союзники в 1944 году решили открыть «второй» фронт: переправиться через пролив Ла-Манш и высадиться на севере Франции. Однако им были нужны максимальные (сизигийные) приливы, чтобы не посадить десантные корабли на мель. А чтобы уничтожить подводные противодесантные заграждения, нужны максимальные отливы.

Утром 6 июня началась операция «Нептун». После уничтожения во время отлива подводных препятствий и наступления прилива, к французскому берегу устремились десантные корабли. Однако приливное течение, обладающее в сизигию максимальной скоростью, сносило десантные корабли в сторону, иногда до 2 км. Тем не менее, десантники высадились на берег и ринулись в атаку...

Приливо-отливные явления иногда представляют опасность для плавучих установок. Так, ПБУ, поставленная на точку бурения во время прилива, при отливе может опрокинуться на крутом дне, или повредить корпус на крупных глыбах и валунах. Кроме того, приливы и отливы создают трудности при сообщении ПБУ с берегом. Чтобы избежать аварий и излишних затрат времени и средств, обусловленных приливо-отливными явлениями, месячный и суточный графики выполнения буровых работ всегда увязывается с графиком колебаний уровня моря.

Весьма неблагоприятным фактором является морское волнение. Оно вызывает качку ПБУ, снос ее в направлении движения волн, перемещение оборудования и инструмента по палубе установки. Качка оказывает неблагоприятное физиологическое воздействие на рабочий персонал.

В общем объеме буровых работ, выполняемых на акваториях, преобладает ударно-канатное бурение. Это объясняется его простотой, возможностью бурить с лебедки многих буровых станков. На ударно-канатное бурение в гораздо меньшей степени влияют неблагоприятные гидрометеорологические факторы. Например, на открытых прибрежных акваториях Баренцева моря с ПБУ типа катамаран весовым водоизмещением 250–300 кН довольно успешно велось бурение скважин ударно-канатным способом с забивкой

обсадных труб ударным молотом при высоте волн зыби до 1,5 м. Ввиду того, что буровой агрегат не имеет жесткой связи со скважиной, как, например, при вращательном бурении, в процессе ударно-канатного бурения допустимо некоторое смещение ПБУ с устья скважины.

Качка оказывает большое влияние на вращательное бурение. Как показывает опыт, при высоте волны более 0,7 м бурение становится невозможным.

Ветры силой 7 баллов по шкале Бофорта и больше представляют опасность для ПБУ. Они могут сорвать установку с якорей, выбросить ее на берег или унести в открытое море. Одновременное волнение моря усиливает воздействие ветра.

Технология использования приливо-отливных явлений и волнения

Приливо-отливные явления и волнение не только осложняют буровые работы. В некоторых случаях они играют положительную роль. Так, при сильном прихвате колонны обсадных труб энергия прилива и волнения используются для извлечения обсадной колонны из грунта.

Обычно обсадные трубы извлекают из грунта лебедкой бурового станка. Минимальное извлекающее усилие характерно для илов, из которых трубы диаметром 168 мм извлекают с усилием, не превышающим 5 кН/м. Максимальные усилия наблюдались при извлечении труб из валунно-галечных отложений. Для труб диаметром 168 мм эти усилия составляют 12 кН/м и больше. Извлечение производится с помощью лебедки станка и талевой системы.

Для извлечения сильно зажатых (прихваченных) труб энергией прилива на обсадных трубах закрепляется прочный металлический хомут, опущенный до палубы ПБУ. Во время прилива трубный хомут препятствует подъему ПБУ вместе с уровнем моря. Зашемленная на трубах ПБУ начинает погружаться в воду. Осадка ПБУ и ее водоизмещение увеличиваются. За счет разности между новым весовым водоизмещением и первоначальным создается подъемная сила ПБУ. По мере погружения ПБУ в воду подъемная сила увеличивается, и в момент, когда она превысит силу, удерживающую обсадные трубы в грунте, трубы страгиваются с места. Например, ПБУ-63 конструкции 23 Государственного морского проектного института («23 ГМПИ) при осадках 0,7; 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2 и 1,3 м имела подъемную силу соответственно 19, 60, 104, 131, 170, 305 и 245 кН. Как видно, подъемная сила довольно значительна и достаточна для извлечения обсадных труб. Тем не менее, извлечение труб начинают в такое время, чтобы к концу прилива, если трубы не срываются, установка не оказалась погруженной в воду выше палубы.

Приливо-отливные колебания уровня моря использовались для бурения валунных отложений колонной обсадных труб, башмаками которых служат буровые коронки. Отрицательной стороной этого способа бурения являются непроизводительные затраты времени на ожидание прилива.

Морское волнение также, как и прилив, может быть использовано для извлечения обсадных труб из грунта. С этой целью на обсадной колонне закрепляют прочный трубный хомут. Закрепление хомута производят на высоте 0,2–0,5 м над палубой установки в тот момент, когда ПБУ находится в ложбине волны. При подъеме на гребень волны ПБУ оказывает динамическое воздействие на хомут и через него на обсадную колонну. В результате колонна страгивается с места и дальнейшее извлечение ведут лебедкой бурового станка.

Использование приливо-отливных явлений для обеспечения безопасности ПБУ

В ряде случаев прилив позволяет сэкономить денежные средства и обезопасить работы. Например, бурение с воды в 23 ГМПИ обычно велось с ранней весны до глубокой осени, пока сильные штормы позволяли работать. Когда работать становилось невозможно, ПБУ буксировалась в Североморск на базу экспедиции. Однако буксировка по беспокойному морю – дело не только довольно дорогое, но и небезопасное. Безопаснее и экономичнее оставлять ПБУ на осушке (участок береговой зоны, заливаемый водой во время прилива и сосяхающий при отливе). Вместо того, чтобы буксировать ПБУ по морю, в сизигийный прилив ПБУ выводили через всю осушку за ее пределы, консервировали и оставляли на зиму до весны. Буровой станок и оборудование снимали и отправляли на автомобиле в Североморск. Весной в сизигийный прилив ПБУ выводили с осушки, оснащали необходимым оборудованием и возвращали к месту работ.

Необходимо отметить, что ширина осушек тесно связана с приливо-отливными колебаниями уровня моря и уклонами поверхности береговой зоны. На Мурманском побережье ширина осушек достигала 100–300 м и больше.

Наибольшая ширина осушек характерна для районов с большими колебаниями уровня и незначительными уклонами поверхности дна. У берегов наших приливных морей ширина осушек в некоторых местах достигает нескольких десятков километров.

Возможное использование энергии ветра

С этой целью на ПБУ предлагается установить ветроэлектростанцию (ВЭС), вырабатывающую электроэнергию для привода бурового станка и четырех якорных лебедок.

При использовании бурового станка с приводом от дизеля ввиду ограниченных размеров рабочей площадки ПБУ, буровую вышку смещают к краю ПБУ. В этом случае нагрузки, возникающие во время извлечения сильно прихваченных обсадных или бурильных труб, распределяются по основанию неравномерно. Довольно часто автору приходилось наблюдать, как во время извлечения труб или ликвидации аварий передняя часть ПБУ, где расположена буровая вышка, погружается в воду. Одновременно остальная часть ПБУ поднимается из воды. Такое явление всегда нежелательно, так как при больших углах наклона ПБУ с одновременным ослаблением или обрывом якорных канатов установка может опрокинуться (теряется остойчивость ПБУ).

Если на ту же ПБУ установить буровой станок с приводом от электромотора, то размеры бурового агрегата не будут помехой для расположения в центре ПБУ. При таком расположении вышки нагрузки, возникающие в процессе буровых работ, будут распределяться по основанию равномерно.

С использованием электроэнергии отпадет надобность в горюче-смазочных материалах. Соответственно, исключается их хранение на ПБУ и загрязнение моря нефтепродуктами. Технология является экологически чистой.

Улучшаются условия труда. Работы будут выполняться меньшим числом работающих.

Электричество можно использовать также для установки судовых винтов. Тогда ПБУ станет самоходной.

На ПБУ предлагается установить ВЭС, состоящую из четырех вертикально-осевых ветроэнергетических установок (ВЭУ). Общая мощность ВЭС должна соответствовать потребляемой мощности бурового станка и другого оборудования. Предполагаемая высота мачты ВЭУ равна 12 м. ВЭУ размещаются по углам ПБУ. Срок службы ВЭУ колеблется от 20 до 25 лет.

Необходимо отметить, что вращающиеся лопасти ВЭУ способствуют удержанию ПБУ над скважиной при сильном ветре и волнении.

Выводы

1. Гидрометеорологические факторы оказывают неблагоприятное воздействие на процесс бурения, особенно на вращательное бурение.
2. При сильном прихвате обсадных труб прилив и морское волнение используются для их извлечения труб из грунта. Прилив используется также для бурения валунных грунтов колонной обсадных труб, башмаками которых служат буровые коронки.
3. Возможно использование энергии ветра для выработки электроэнергии с целью осуществления электропривода бурового станка и якорных лебедок, а также судовых винтов. С применением электропривода экономится ценное топливо, исключается загрязнение моря нефтепродуктами, обеспечивается остойчивость ПБУ при извлечении сильно прихваченных обсадных и бурильных труб, улучшаются условия труда работающих

Список литературы

1. *Архангельский И.В.* Морское бурение инженерно-геологических скважин. Л.: Недра, 1980. 263 с.
2. *Архангельский И.В.* Приливы и отливы, инженерные изыскания и мировая история / Инженерная геология. 2015. №2. С. 4–10.