

ПЕРСПЕКТИВЫ БУРЕНИЯ НА ШЕЛЬФЕ С МОНООПОРНЫХ ОСНОВАНИЙ

Исследованы проблемы обеспечения надежности и совершенствования бурения разведочных скважин на шельфе с моноопорных оснований. Выполнен анализ статической и динамической прочности моноопорных оснований при различных технических и морских гидрологических условиях. Предложены инженерные методы для практических расчетов моноопорных оснований и выбора их оптимальных параметров. Спроектирована и изготавливается новая буровая установка «Старт», предназначенная для бурения на шельфе с моноопорных оснований.

Внедрение такой технологии позволит включить в разработку нефтяные и газовые месторождения на акваториях морей нашей отчизны. Эти районы наиболее перспективны на поиски уникальных и гигантских месторождений углеводородного сырья.

The problems of maintenance of reliability and perfection of drilling of prospecting holes on a shelf from the monoabutment bases are investigated. The analysis of static and dynamic durability of the monoabutment bases is executed under various technical and sea hydrological conditions. The engineering methods for practical accounts of the monoabutment bases and choice of their optimum parameters are offered. Is designed and the new drill rig «Start», intended for drilling on a shelf from the monoabutment bases is produced.

The intrusion of such technology will allow to include in mining oil and gaseous deposits on water areas of the seas and oceans by ours country. The given areas are most perspective on occurred unique and huge deposits hydrocarbon of raw material.

Качественное и производительное бурение на шельфе возможно с опирающихся о морское дно оснований, так как оно в этом случае не зависит от волнения моря. Однако использование традиционных многоопорных оснований для бурения сравнительно неглубоких разведочных и инженерно-геологических скважин на море экономически неоправданно. Исследования специалистов МГГА в направлении повышения качества и уменьшения стоимости бурения на шельфе показали, что для эффективного бурения разведочных и инженерно-геологических скважин одним из рациональных типов опорных оснований является моноопорное. Наиболее простая и дешевая конструкция моноопорного основания — колонна обсадных труб, нижний конец которой погружен

ударным или вибрационным способом на 4-6 м в породы морского дна, а верхний вышестояет на 0,8-1,0 м над палубой качающегося на волнах плавучего основания или находится вне него.

На моноопоре установлены основные исполнительные механизмы (вращатель, механизм гидроподачи и др.). Буровая вышка, лебедка, насос, силовой привод, обсадные и бурильные трубы могут находиться на заякоренном у моноопоры плавучем основании. Силовой привод связан с механизмами на моноопоре лишь гибкими линиями (шланг, кабель, трос), что исключает влияние качки на поддержание рациональных режимов бурения и позволяет получать качественную геологическую информацию из скважины при любом способе бурения.

Моноопора в зависимости от гидрологических условий эксплуатации находится в двух состояниях: бурения при высоте морской волны до 1,5 м; отстоя на период с высотой волны более 1,5 м. В период бурения моноопора может находиться в проеме плавучего основания и вне него. В период отстоя на время шторма она чаще находится вне основания и с нее снимают механизмы.

Определенное сочетание внешних нагрузок, характеристик моноопоры и наложенных на нее связей приводит к ее разрушению или возникновению таких деформаций, при которых выполнение технологических операций невозможно. На стадии проектирования моноопоры для заданных режимов ее эксплуатации необходимо производить поверочные расчеты с целью определения максимального напряжения в моноопоре (со сравнением его с допустимым по условию прочности) и угла поворота моноопоры на уровне площадки с механизмами (со сравнением его с допустимым по условию удовлетворительной работы оборудования).

Для обеспечения достаточной надежности бурения с моноопоры нами разработаны методика расчета ее прочности и рекомендации по рациональным конструкциям буровых механизмов и схемам их расположения на моноопоре.

При расчете моноопор необходим учет волновой нагрузки. Даже в приближенной постановке решение этой задачи требует большого объема вычислений. Значительное число сложных графо-аналитических расчетов предусматривается для этого и в нормативных документах. Предложенные рядом исследователей полуэмпирические формулы и алгоритмы расчета волновой нагрузки на опоры свайного типа базируются на результатах, полученных для частных случаев, которые не всегда соответствуют режимам эксплуатации моноопоры. Нами на основе анализа справочных и нормативных документов получены простые аналитические выражения для определения параметров волновой нагрузки.

В состав внешней нагрузки при бурении входят технологические силы, имеющие

следящий характер. Направление действия этих сил всегда перпендикулярно плоскости верхнего сечения моноопоры. Игнорирование в инженерных расчетах указанной особенности поведения технологических сил способно привести к существенным качественным и количественным ошибкам. Например, в таком случае не удастся установить, что наихудшее напряженно-деформированное состояние в моноопоре, эксплуатируемой вне плавоснования, возникнет в период, когда технологическая сила направлена вверх и является для моноопоры растягивающей.

Непостоянство волнового давления на моноопору в течение периода прохождения волны является причиной ее вынужденных поперечных колебаний относительно состояния равновесия, в котором моноопора находилась бы при действии только статической, неизменной во времени составляющей внешней нагрузки. Исследования колебаний морских свайных сооружений, установленных на глубинах 10-30 м, показали, что при определенных сочетаниях геометрических характеристик и режимов эксплуатации этих сооружений амплитуды их колебаний резко увеличиваются. Это свидетельствует о том, что период и основная частота собственных колебаний сооружений в этих случаях близки или совпадают с периодом и частотой сил волнового давления, т.е. возникает резонанс.

Выполненные нами теоретические исследования подтвердили возможность возникновения резонансных режимов при эксплуатации моноопор как в процессе бурения, так и в период отстоя. В резонансных режимах с ростом амплитуд перемещений увеличиваются и амплитуды внутренних изгибающих моментов в моноопоре. Установлено, что амплитудные значения момента могут в 10 раз превосходить его величину, вычисленную без учета переменного во времени характера волновой нагрузки, когда она считается квазистатической и равной своему максимальному значению. Таким образом, корректная оценка надежности эксплуатации моноопоры может быть дана только после выполнения динамического расчета.

Решение о рациональности использования моноопоры с конкретными характеристиками требует анализа ее напряженно-деформированного состояния для всех возможных в период эксплуатации сочетаний гидрологических условий и видов нагрузки. Заранее определить условия нагружения, приводящие к наихудшему напряженно-деформированному состоянию моноопоры, трудно. Потеря несущей способности для нее может носить как статический, так и динамический, обусловленный возникновением резонансных режимов, характер. Резонансные режимы могут возникать при различном сочетании продольных нагрузок и высот волн. В некоторых случаях напряжения в моноопоре в период отстоя, когда ее верхний конец не нагружен, могут быть более опасными, чем в период бурения, когда она дополнительно нагружена силами тяжести механизмов и технологической.

Схема бурения с трубчатой моноопоры была разработана специалистами МГГА первоначально для бурения с целью скважинной добычи янтаря на акватории Балтийского моря. Для решения задачи на базе трубоизвращателей РТ-1200 были изготовлены два экспериментальных образца установок, которые использовались при бурении скважин на глубинах моря до 17 м с моноопор диаметрами 0,168 и 0,324 м с расположением их в проеме плавучего основания и вне него.

По результатам экспериментального бурения с моноопор выработаны требования к рациональным конструкциям устанавливаемых на них буровых механизмов и схемам их расположения: силовой привод вращателя — два мотора, расположенные в плоскости и симметрично оси моноопоры; механизм подачи бурового снаряда — гидравлический с двумя цилиндрами, расположенными в плоскости и симметрично оси моноопоры; вращатель подвижный. Постановка на вращатель двух моторов исключила колебания моноопоры, даже сделанной из труб диаметром 0,168 м.

К настоящему времени в соответствии с указанными требованиями на заводе ОАО «Геомаш» для бурения с моноопоры изготовлен опытный образец морской буровой установки (МБУ) «Старт». Основные показатели установки: способ бурения вращательный и вдавливающий, привод гидравлический, глубина моря до 50 м; глубина бурения по породам до 100 м, диаметр бурения 0,076-0,132 м, крутящий момент 2 кН·м, частота вращения 40-390 мин⁻¹, усилие подачи вниз и вверх до 60 и 50 кН соответственно, масса бурового блока 2000 кг.

Результаты теоретических, экспериментальных и опытно-конструкторских исследований убеждают в перспективности бурения с моноопор на больших площадях шельфа. Так моноопора из труб диаметром 0,324 м с толщиной стенки 0,014 м и пределом текучести 750 МПа позволяет безопасно бурить с нее установкой «Старт», расположенной вне плавучего основания, на глубине до 32 м, а при расположении в проеме основания на глубине до 42 м. Моноопоры из труб диаметром 0,508 м с толщиной стенки 0,014 м и пределом текучести 750 МПа позволяют разведывать площади шельфа с глубинами до 60 м.

При необходимости бурения на более глубоких акваториях результаты наших исследований могут быть полезны для расчета и проектирования моноопор со ступенчато изменяющимися по высоте поперечными сечениями, а также моноопор ферменного и комбинированного типов.

Площади шельфа морей, омывающих берега России, приемлемые для эффективного бурения с моноопорного основания, огромны: глубина Азовского моря не превышает 15 м; средняя глубина северной части Каспийского моря 6 м, наибольшая 22 м; в западной и центральной частях Восточно-Сибирского моря преобладают глубины 10-20 м, в восточной 30-40 м; 45 % площади моря Лаптевых имеют глубину 10-50 м; глубина Печорской губы (длина около 100 км, ширина 40-120 км) не превышает 6 м.