

УДК 627

В.Е.Михаленко (6 курс, каф. МВТС),
Н.Д.Беляев, к.т.н., доц., Е.Б.Михаленко, к.т.н., доц.

РАЗРАБОТКА ИНЖЕНЕРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РАЗМЫВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ БУРОВЫХ РАБОТ НА ШЕЛЬФЕ

Данная работа посвящена вопросам экологической безопасности, возникшим при проектировании буровой установки для условий Приразломного месторождения Баренцева моря. Основная часть проекта была посвящена разработке буровой установки с демонтируемым верхним строением.

Главными факторами, определяющими тип платформы, являются работоспособность в данных условиях, стоимость и режим работы. Поэтому очень важны характеристики нефтехранилищ, возможности сооружения и условия окружающей среды. Для сокращения стоимости сооружения и уменьшения внешних нагрузок были спроектированы конструкции со съемной верхней частью. Первым сооружением такого типа явилась так называемая модульная арктическая конструкционная система MASS, предложенная фирмой Mobil Oil Corporation, разработанная для работ в условиях моря Бофорта с глубинами от 6 до 30 м, а также для условий Чукотского моря и залива Нортона.

Создание модульной системы с небольшой ватерлинией минимизирует ледовые нагрузки, позволяет иметь одни размеры модуля при различных глубинах воды в точке постановки. Но следует отметить, что при рассмотрении конструкций со съемной верхней частью особого внимания требуют задачи остойчивости и осадки. Кроме того, в случае необходимости должны быть предусмотрены землечерпательные работы или подсыпка грунта с целью адаптации конструкции к конкретным условиям.

Конструкция платформы с демонтируемым верхним строением может применяться в тяжелых ледовых условиях. Перед наступлением ледовой обстановки из балластных отсеков откачивается вода и она буксируется в безопасное место. На время работа установки приостанавливается. Конструкция такого типа и была запроектирована в данном проекте, т.е. предложенная буровая установка состоит из двух частей:

- демонтируемого верхнего строения,
- опорного основания.

В качестве демонтируемого верхнего строения используется переоборудованная полупогружная буровая установка (ППБУ) типа «Шельф-4». Переоборудование необходимо потому, что отпадает необходимость в использовании сложной системы заякорения, а, следовательно, и части оборудования ППБУ. Это дает возможность использования старых ППБУ, для нормальной эксплуатации которых требуется капитальный ремонт системы заякорения. Балластом при погружении ППБУ служит забортная вода, принимаемая в нижние понтоны и угловые стабилизирующие колонны ППБУ.

На основании расчетов плавучести, остойчивости, устойчивости, прочности и др. было запроектировано основание буровой платформы с возможным использованием в районе Приразломного месторождения. В качестве опорного основания предлагается стальной кессон, вмещающий в себя нефтехранилище, вместимостью 20 тыс. м³. Длина кессона 72 м, а ширина 64,2 м. По обе стороны от нефтехранилища, составляющего как бы ядро кессона, имеются боковые части, которые являются опорой для понтонов погруженной ППБУ. Поскольку кингстоны ППБУ расположены внизу понтонов, ее

следует устанавливать не непосредственно на боковые части кессона, а на балки, идущие поперек с шагом 6 м, что соответствует расстоянию между шпангоутами понтона. Таким образом, устанавливается по 12 балок с каждой стороны. Высота нижней ступени (боковой части) кессона составляет 5,4 м. Для прохождения бурового стояка в кессоне делается буровой колодезь диаметром 5 м, вокруг которого с целью предотвращения аварийных ситуаций устраиваются балластные отсеки, заполняемые забортной водой.

Для повышения устойчивости кессона в нижней его части устраивается так называемая «юбка» высотой 1 м, имеющая коробчатое строение. Юбка подобно ножу врезается в грунт. Для того чтобы избежать поломки юбки в процессе установки кессона, следует заполнять балластные отсеки по симметричной схеме. Для обеспечения всплытия кессона и избежания явления присоса, в корпусе кессона делаются сквозные отверстия диаметром 0,6 м. Расположение сквозных отверстий таково, что каждый «закрытый» юбкой прямоугольный элемент имеет не менее одного отверстия.

Для обеспечения более точного погружения верхнего демонтируемого строения (ППБУ) на кессон, по краям кессона и по центрам угловых стабилизирующих колонн ППБУ, устраиваются направляющие элементы. Верхний элемент, крепящийся к понтону ППБУ, состоит из трубы, имеющей внизу конус. Нижний элемент, крепящийся к кессону, состоит из трубы, имеющей сверху воронку. Конус, попадая в воронку, погружается вниз, чем обеспечивается более точное погружение ППБУ.

При проектировании были подробно проработаны вопросы производства работ, но главное внимание уделялось оценке безопасности предложенной конструкции. Важной частью проекта является разработка научно обоснованных рекомендаций для создания программы мероприятий, которая обеспечит нормальное функционирование экосистемы, обладающей в данном случае исключительно малой экономической емкостью, и подвергающейся интенсивному воздействию антропогенного фактора – размыва, вызванного как воздействием стоячих волн, так и движительными струями танкеров.

Максимальную донную скорость перед сооружением от воздействия стоячих волн $V_{b\max}$, м/с, на расстоянии 0.25λ от установки необходимо определить в соответствии с [1].

$$V_{b\max} = \frac{2k_{sl}\pi h}{\sqrt{\frac{\pi}{g}\lambda \operatorname{sh} 2khd}}$$

где λ – длина волны; h – высота волны; k_{sl} – коэффициент, принимаемый в зависимости от пологости волны, при $\frac{\lambda}{h} = \frac{150}{8} = 18.75$, получим $k_{sl} = 0.78$; k – волновое число, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$;

$$\operatorname{sh} 2khd = \operatorname{sh} 1.62 = 2.44; V_{b\max} = \frac{2 \cdot 0.78 \cdot 3.14 \cdot 8}{\sqrt{\frac{3.14}{9.8} \cdot 150 \cdot 2.44}} = 3.62 \text{ м/с.}$$

Допустимое значение не размывающих скоростей $V_{b,adm}$ для песка не превосходит 1.0 м/с. Следовательно, будет происходить размыв дна, и, чтобы этого избежать, необходимо предусмотреть защиту от размывов перед сооружением.

Скорости воды в струе, вызванной работой основных судовых винтов или кормовых/носовых подруливающих устройств танкеров, подходящих к нефтехранилищу, могут составлять от 6 до 8 м/с на расстоянии в несколько диаметров винта. Если рассматривать крупное судно с диаметром винта $D_p = 8$ м, то исходная скорость струи может составить около 12 м/с [2].

В данном проекте целесообразно использование защитных мероприятий двух типов:

- каменной наброски толщиной 0.4 м, уложенной на слой геотекстиля, служащего обратным фильтром на основной защищаемой площади;

- матрасов толщиной 0.4 м (или каменной наброски толщиной 0.7 м) на участке стоянки танкеров.

ЛИТЕРАТУРА:

1. СНиП 2.06.-04-82* Нагрузки и воздействия на ГТС (волновые, ледовые и от судов). – М. – ЦИТП Госстроя СССР, 1986.
2. Альхименко А.И., Беяев Н.Д., Фомин Ю.Н. Безопасность морских гидротехнических сооружений. – СПб.: Издательство «Лань», 2003, 288 с.