

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА НА МОРСКИХ АРКТИЧЕСКИХ
МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Р.С. Курмель

Научный руководитель - доцент Г.Р. Зиякаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В статье производился расчет напряженно-деформированного состояния опорной колонны ледяной платформы, работающих в условиях крайнего севера Арктических месторождений, с уже известными параметрами и нагрузками.

Ключевые слова: шельфовая платформа, арктические месторождения, ледовая нагрузка, платформа, морская добыча.

Введение

Причиной разработки и усовершенствования морских платформ и эксплуатационного оборудования послужил этап открытия запасов углеводородов в регионах Арктики и северных морей. Сложность разработки состояла в свойственных заполярным регионам климатических условиях, но с появлением финансового стимула, развитие приобрело небывалую скорость [4]. Однако, стоит заметить, что от стадии разработки до производства и эксплуатации дошли некоторые из этих проектов, каждый из которых имеет конкретные недостатки и достоинства, которые стоит учитывать при разработке новых прототипов, не смотря на индивидуальность проекта и единичность производства.

В свободный от льда сезон, буровые компании, как правило, бурили с самоподъемных или полупогружных платформ [4], либо буровых судов, пытаясь продлить время их использования с помощью защиты корпуса от льда. Базовый фактор определения для конструкции основания в условиях Арктических морских месторождений – величина воздействия движущегося льда, которая будет направлена горизонтально. Согласно действующему СНиП [5], среднее давление волн на морскую платформу отождествляется равным от 95 до 145 кПа, ветра – 2 кПа, тогда как ледовая нагрузка более чем 2,9 МПа. Исходя из преобладающей величины ледовой нагрузки, большинство платформ представляют собой намытые искусственно острова на не глубокой части шельфа. В виду отсутствия точных данных об этой нагрузке, острова изготавливаются массивными и с большей материалоемкостью чем требуется. По мере развития технологий, знаний о специфических условиях и окружающей среде и приобретению опыта стали разрабатывать и внедрять сооружения оснований менее затратного типа, на основе бетона и стали.

Согласно классификации [2] проектов основания платформ для эксплуатации в Арктических районах, можно выделить 3 базовых варианта конструкций:

- основания островного типа, устойчивость которых создается грунтом (песком или гравием);
- плавучие основания, давление льда в которых воспринимает корпус и якорная система;
- основания, устанавливаемые на морское дно и снабженные фундаментом, на который воздействует ледовая нагрузка.

Допускается основания стационарных платформ монтировать на искусственную подводную насыпь (парой выполняющая функцию снижения давления льда на конструкцию) либо прямо на морское дно. Гравитационные основания, изображенные на рисунке 1, составляют большую часть из всех статических оснований. Устойчивость конструкции обеспечивается большим диаметром фундамента, в то время как снижение ледовой нагрузки происходит из-за относительно небольшого диаметра сечения основания, как раз на уровне соприкосновения со льдом.

Морская платформа с основанием вида «моноопора» является хорошим примером конструкции, описанной выше, и изображена на рисунке 1а. Применение таких конструкций возможно, как в глубоководной части Беренгового моря, так и в других северных морях. Также в конструкции опор могут быть предусмотрены ледоколы разных типов, как например неподвижный (рисунок 1б), либо же перемещающийся в вертикальной плоскости.

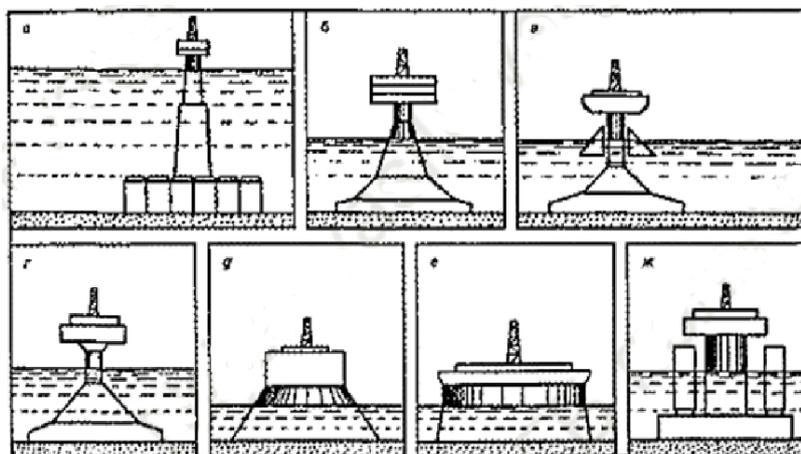


Рис. 1 Гравитационные основания, устанавливаемые на морское дно

Строительство стальных ЛСП (ледостойких стационарных платформ) в заливе Кука началось в 1964 г. и, на сегодняшний момент, насчитывает 18 установок, 95% которых относятся к многоопорным конструкциям (3-4 опорные колонны) [3]. При этом, одна из платформ которая была выполнена в виде монопода, имеет свайное закрепление ко дну (как и многоопорные конструкции) и сваи, в таком случае, находятся под водой в понтонной части опоры. Однако, условия залива Кука являются неблагоприятными для моноподного варианта ввиду возникновения вибрации верхней части платформы при взаимодействии со льдом.

Постановка задачи

Для платформы, с известными параметрами провести симуляцию в программной среде SolidWorks, с целью определения распределения нагрузок, действующих на опорную колонну.

Таблица 1

Характеристики платформы

Показатель	Опорная колонна типа «монопод»
	Класс бетона
	B60
Нагрузка от верхнего строения, МН	491
Ветровая нагрузка, МН	0,39
Нагрузка от течений, МН	0,42
Волновая нагрузка, МН	6,3
Ледовая нагрузка, МН	11,189
Внутренний диаметр опоры, м	15
Внешний диаметр опоры, м	15,376
Высота опоры, м	39
Толщина стенки, м	0,196
Площадь опоры, м ²	9,357
Масса опоры, т	912,3

Расчет в среде SolidWorks

На рисунке 2 видно, что наибольшие напряжения возникают в области ледовой нагрузки. Что естественно выражено местом эксплуатации данной конструкции. Однако, цилиндрическая форма соприкосновения со льдом опорного блока (рисунок 1 г) более практична, нежели коническая, потому как при ее использовании возрастает нагрузка от давления льда. При этом, анализируя свойства льда и его прочность на сжатие и прочность на изгиб [1], видно, что первая гораздо больше, следовательно, очевидна практичность применения именно цилиндрической конструкции. Помимо ледовых нагрузок, существуют и другие особенности, при которых рациональней использование цилиндрической конструкции:

- предполагаемый район использования должен обладать свойствами, подходящими под прочность именно цилиндрической моноопоры;
- случаи, когда стоимость постройки опоры конического типа в разы превышает стоимость цилиндрической опоры;
- если технологическое значение и применение колонны (рисунок 1 б) невозможно при использовании конического типа опорного блока.

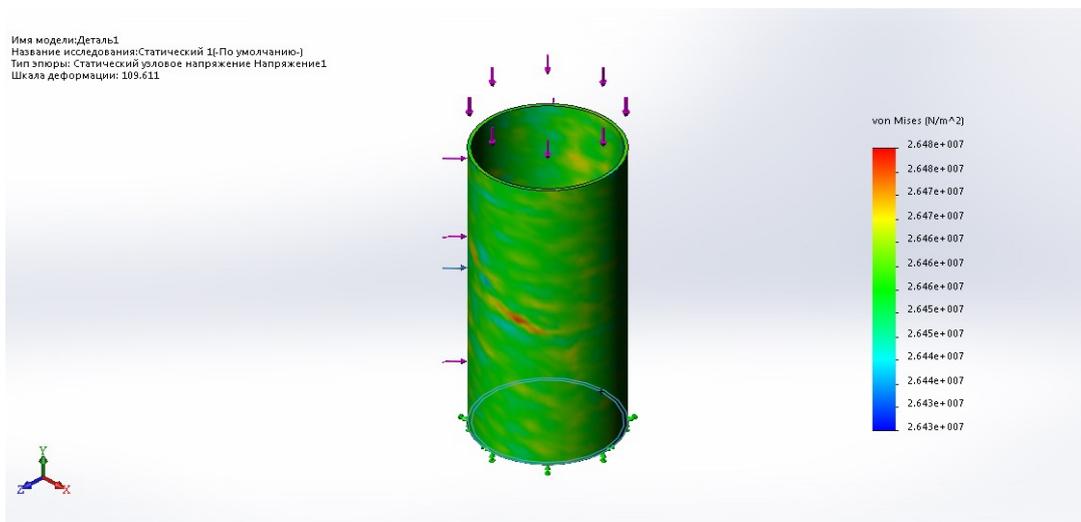


Рис.2 Возникающие напряжения в опоре платформы

На рисунке 3 показано, что наибольшее влияние на всю конструкцию имеет именно вес верхнего строения. Он обуславливается необходимой автономностью платформы, а также особенностями эксплуатации в районах крайнего севера. Наибольшее смещение = 35,5 мм., этому смещению подвержена часть опорной колонны, находящаяся под нагрузкой верхнего строения.

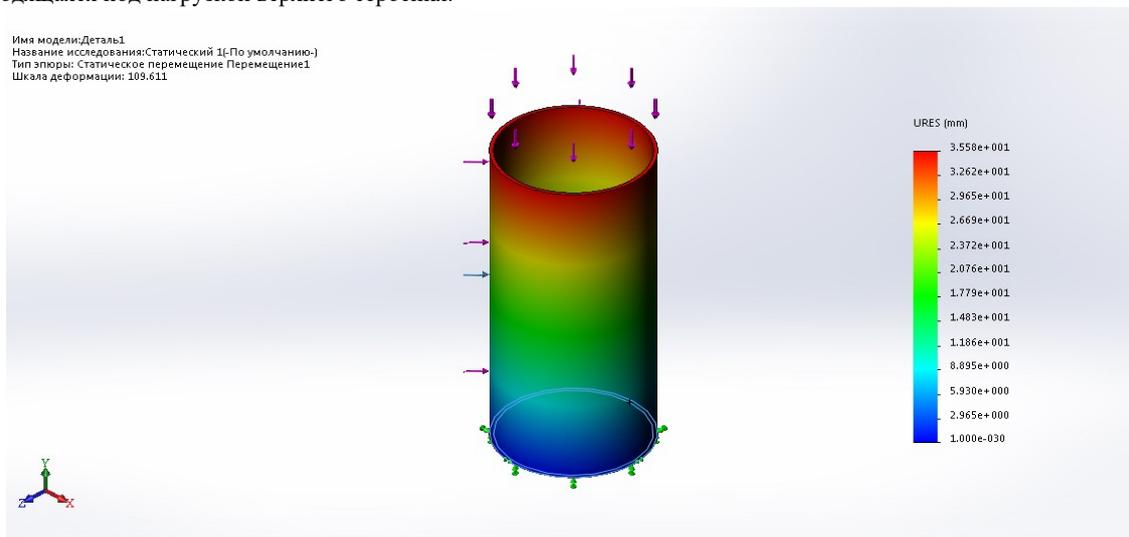


Рис. 3 Эпюры перемещений

Заключение

В результате расчета модели и анализе полученных данных, можно сказать, что платформа типа монопод цилиндрической формы является оптимальным вариантом для использования в регионах со средней ледовой нагрузкой (до 15 МПа) без риска ее опрокидывания или сдвига.

Литература

1. Беккер А. Т. Разработка методов расчета вероятностных характеристик ледовых нагрузок для оценки надежности сооружений континентального шельфа // Дисс. на соиск... дт. н. СПб, СПбГТУ. – 1998.
2. Гусейнов Ч. С. Освоение углеводородных ресурсов Северного Ледовитого океана-ближайшая и неотложная перспектива // Бурение и нефть. – 2012. – №. 1. – С. 20-23.
3. Дутов А.В., Апполонов Е.М., Тимофеев О.Я., Шинкаренко О.В. Инновационные решения для арктического шельфа России// Труды IV-й международной конференции «Освоение ресурсов нефти и газа российского шельфа: Арктика и Дальний Восток», М., 2012.
4. Леффлер У.Л., Паттаролли Р.А., Стерлинг Г. Глубоководная разведка и добыча нефти М.: Олимп-Бизнес, 2008, 272 с.
5. СНиП 2.06.01-86. «Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования». М.: Государственный строительный комитет, 1987.

РАСЧЕТ И ПРОГНОЗ РАЗРУШЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ШАХТЕ «НУИБЕО» (ВЬЕТНАМ)

Ле Куанг Фук

Научный руководитель - профессор В.П. Зубов

Санкт-Петербургский Горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация: В статье представлены результаты расчета и прогнозирования оседающей деформации земной поверхности при эксплуатации угольных пластов на угольном шахте «Нуибео». Результаты исследований показали серьезное влияние процесса добычи угля подземным способом на наземные работы.

Ключевые слова: добыча каменного угля; оседание поверхности; смещение горного пород; разрушающаяся кровля угольного пласта.

Угольная шахта «Нуибео» по Куангиньскому угольному бассейну находится в провинции Куангинь, Вьетнам. Годовая мощность добычи составляет 2,0 млн. тонн в год. Характеристикой условий добычи полезных ископаемых является под карьером и промышленными зданиями и жилыми районами. Общая площадь добычи области составляет около 1,52 км² с общим запасом угля - 20314 млн. тонн. Глубина эксплуатации угольных пластов составляет 60-400 м, мощность пластов от 2,5 до 8,0 м, угол падения от 14 до 270 [2].

Угольными пластами применяются система разработки длинными столбами и управление пород кровли способом заполнения закладки. Фактически, процесс подземной разработки угля приведет к смещению горной массы и земному проседанию. Поэтому, чтобы предсказать влияние добычи угля в этой области, в документе выполняются предварительные расчеты и прогноз оседания поверхности на основе геологических и технических