

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ОПОРНЫХ СТОЕК МОРСКИХ СТАЛЬНЫХ ЛЕДОСТОЙКИХ ПЛАТФОРМ

Елена Долгова

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Аннотация. Проведено исследование напряженно – деформированного состояния элементов опорной стойки ледостойкой платформы «Стрелка 2» и опорного блока морской стационарной платформы, установленной в Азовском море на Восточно – Казантипском месторождении. Опорная стойка и опорный блок были конструктивно изменены, что позволило снизить напряжение.

Ключевые слова: море, опорная стойка, опорный блок, стационарные платформы, ледовое поле, его разрушение и перемещение, колонны, конструирование.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Разработка нефтяных и газовых месторождений в морских районах, покрывающихся в зимний период льдом, являются сложной инженерной задачей. Рассматривая морские стационарные платформы (МСП) в первую очередь необходимо оценить прочность и устойчивость сооружения во время ледового воздействия, являющегося наиболее неблагоприятным внешним фактором.

В 1980 году на газовом Стрелковом месторождении в Азовском море была установлена ледостойкая стационарная платформа «Стрелка 2» (рис.1)

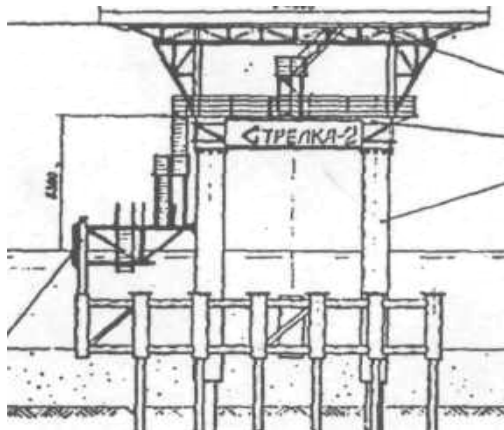


Рис. 1. Ледостойкая стационарная платформа «Стрелка 2»

Fig. 1. Iceproof stationary platform «Pointer 2»

Колонны выполнены из трех соосных труб, межтрубное пространство заполнено бетоном. Платформа предназначена для куста из четырех скважин,

В 2000 году установлен ледостойкий блок морской стационарной платформы на Восточно – Казантипском месторождении (рис.2)

В приведенной конструкции ледостойкого блока оптимально сочетается количество скважин и необходимое количество колонн. Колонна представляет собой составное сечение из труб 1420x16,5 и 1020x14 с инъецированным в межтрубное пространство бетонным раствором и объединенных между собой артротропной пластиной. Такое сечение колонн рассчитано на восприятие местной (сминающей) и общей ледовой нагрузки с передачей последней через решетчатый ростверк на сваи. Расстояние между колоннами принято в соответствии с технологией и исключает скопление и нагромождение льдин в зоне колонн, соответствует требованиям, предъявленным к расстоянию между газовыми скважинами.

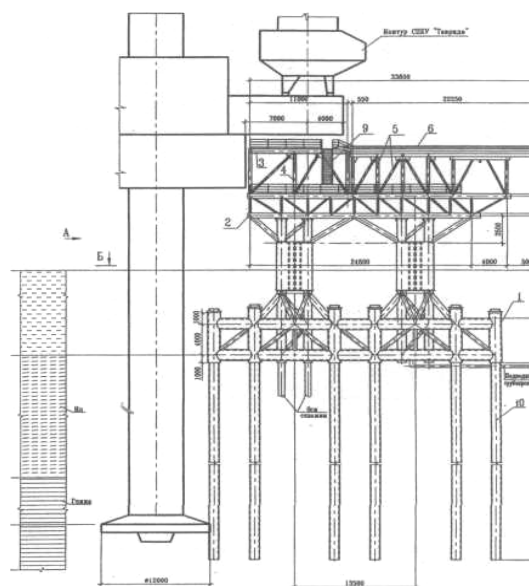


Fig. 2. Block of marine stationary platform set on East – Kazantipskom deposit

При проектировании ледостойкой морской стационарной платформы и рассматривая воздействие ледового поля, основная задача состоит в разработке конструктивной схемы сооружения, позволяющей снизить негативное воздействие льда. Иногда этого достигают путем создания конусной конструктивной формы стойки в зоне контакта со льдом морской стационарной платформы. Такая конструкция позволяет не только повысить общую устойчивость через распределение нагрузки на нижний конус, а и позволяет также разрушать лед в трех условиях: игольчатый лед начальная стадия образования, который характеризуется

наибольшей прочностью (до 3,5 МПа на дробление); губчатый лед торосов средней стадии образования, средняя прочность (до 2,5 МПа на раздробление); зернистый лед, наибольшая прочность (до 2 МПа на раздробление).

Рассматривая стойку ледостойкой морской стационарной платформы «Стрелка 2» и опорный блок морской стационарной платформы установленной на Восточно-Казантипском месторождении изменим их конструктивно.

Стойка ледостойкой морской стационарной платформы «Стрелка 2» представлена в виде двух труб: внутренней 1020х25., внешней 1420х20 с конусным уширением. Межтрубного пространства заполнено бетоном, что приводит к повышению местной устойчивости стенок трубы, повышает сопротивление оболочки вмятию в зонах сопряжений и при ударных воздействиях. Конусное уширение в зоне контакта со льдом уменьшает давление льда.

Вокруг конусного уширения было создано поле, которому заданы характеристики льда, принятыми в соответствии с рекомендациями [1] (рис.3)

Приложение нагрузки к участку ледового поля имитировало возможное перемещение ледового поля в естественных условиях. Для получения картины напряженно – деформированного состояния элементов опорной стойки узлы элементов ледового поля в зоне контакта объединяли с узлами элементов опорной стойки.

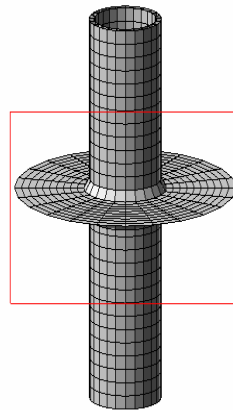


Рис. 3. Опорная стойка ледостойкой морской стационарной платформы усовершенствованная

Fig. 2. Block bar iceproof of marine stationary platform improved

Опорный блок морской стационарной платформы установленной на Восточно-Казантипском месторождении представляет собой четыре колонны соединенные между собой периметральными ферменными связями, закрытыми по наружной плоскости листовой обшивкой в виде параллелепипеда была изменена на цилиндрическую с конусным уширением в зоне контакта со льдом (рис.4).

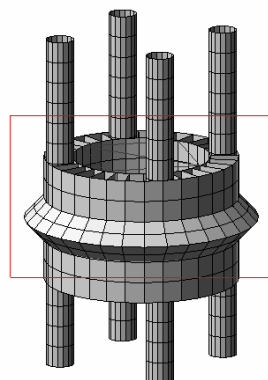


Рис. 4. Опорный блок усовершенствованный
Fig. 4. The Supporting pulley is improved

К элементам опорных стоек расчетной модели опорных блоков была также приложена горизонтальная нагрузка, моделирующая ледовое воздействие. Минимально допустимая толщина стальной оболочки ледоразрушающего элемента, составляет 8мм и минимальный диаметр трубобетонной конструкции – 1,78 м.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЧИСЛЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Таким образом, первый игольчатый тип льда будет разрушаться верхним конусом, с использованием действия собственного веса ледового поля, второй губчатый тип льда разрушается за счет высокой концентрации контактных напряжений клиноподобного края конусного уширения стойки, третий зернистый тип льда разрушается аналогично первому с отличием занывревания передней кромки льда на глубину за счет движения вдоль поверхности нижнего конуса.

В результате расчетов получены изополя напряжений и перемещений в расчетной модели базовой и конструктивно измененной стоек (рис 5, рис. 6)

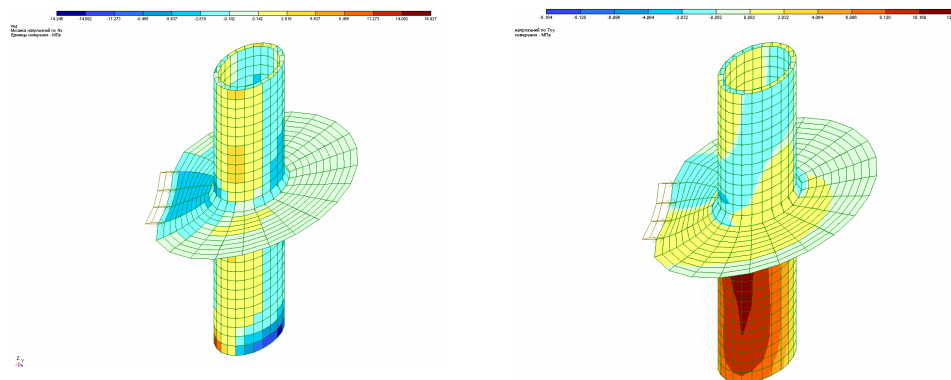


Рис. 5. Изополя напряжений и перемещений опорной стойки
Fig. 5. Graphic of tensions and moving of supporting bar

Максимальное напряжение в элементах ледового поля составило 4 МПа. При взаимодействии льда с наклонными конструкциями ледовое поле разрушается от изгиба при напряжениях от 0,5 до 1,5 МПа и возникновения трещин. Согласно полученным результатам происходит разрушение льда в зоне контакта с опорной стойкой, что ведет к снижению нагрузки.

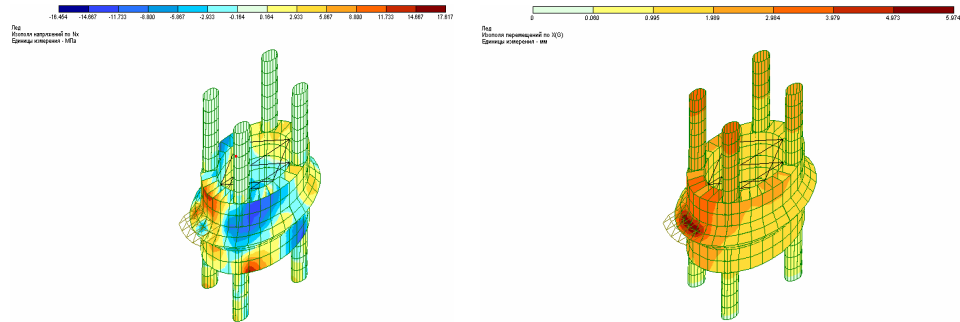


Рис. 6. Изополя напряжений и перемещений опорного блока

Fig. 6. Graphic of tensions and moving of supporting pulley

Результаты исследований показали, что напряжения в элементах предложенного варианта опорных стоек снизились на 35-40% в точках контакта со льдом. При воздействии льда с наклонными конструкциями ледяное поле разрушается от изгиба и возникновения трещин, а это в свою очередь ведет к снижению контактных напряжений, особенно при достаточно больших зонах контакта.

ВЫВОДЫ

При контакте с цилиндрической опорной стойкой лед в зоне контакта разрушается при 4 МПа в результате смятия. Уровень продольных напряжений в опорной стойке составляет 8 МПа. Установка в зоне контакта со льдом конического уширения приводит к разрушению льда от изгиба при напряжении от 0,5 до 1,5 МПа. Уровень продольных напряжений в элементах конуса и опорной стойки составляет 5 МПа.

Установка конуса на опорной стойке в зоне контакта со льдом приводит к разрушению льда при более низких напряжениях. Данное обстоятельство приводит к снижению уровня продольных напряжений в элементах опорной стойки на 35-40 % по сравнению с напряжением в цилиндрической опоре.

ЛИТЕРАТУРА

1. Берникер Я.С., Кашунин К.А., Рыжаков Н.Н. «Стационарные платформы для бурения и эксплуатации газовых скважин в условиях Азовского моря» Обз. Информ. М. ВНИИЭгазпром, серия «Бурение морских нефтяных и газовых скважин», вып.1, 1983
2. Берникер Я.С., Рыжаков Н.Н. «Конструктивные решения стационарных платформ для бурения и эксплуатации газовых скважин в условиях Азовского моря. – Бурение газовых и морских нефтяных скважин. Реф.информ./ ВНИИЭгазпром, М. вып.3, 1982
3. Богородский В.В., В.П. Гаврило, О.А. Недошивин «Разрушение льда. Методы. Технические средства», Ленинград, Гидрометеиздат, 1983
4. Вершинин С.А. «Конструкции ледостойких сооружений» ВИНТИ Итоги науки и техники, серия «Водный транспорт», том 13 Воздействие льда на морские сооружения шельфа, Москва, 1988.
5. Канн С.И «Морские льды», Ленинград, Гидрометеиздат, 1972
6. Кикин А.И., Санжаровский Р.С., Труль В.А. «Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном», Москва, Стройиздат, 1974
7. Савельев Б.А. «Строение и состав природных льдов», Москва, изд. Московского университета, 1980
8. Пакет прикладных программ «Лири W.9.2».К., НИИАС, 2002

NUMERAL RESEARCH TENSELY - DEFORMED STATE OF
ELEMENTS OF SUPPORTING BARS OF MARINE STEEL ICEPROOF
PLATFORMS

Elena Dolgova

Summary. Research is conducted tensely – the deformed state of elements of supporting bar of Iceproof platform «Pointer 2» and supporting block of marine stationary platform, set in the sea of Azov on East – Kazantipskom deposit. A supporting bar and supporting block were structurally changed, that allowed to reduce tension.

Key words: sea, supporting bar, supporting block, stationary platforms, ice field, its destruction and moving, columns, constructing.