



УДК 622

О ВОЛНОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА МОРСКИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ

ABOUT WAVE IMPACT ON MARINE HYDROTECHNICAL STRUCTURES

Аскерова Ругия Исраил

докторант, научный сотрудник,
Азербайджанский государственный
университет нефти и промышленности
Rahimova_mahluqa@mail.ru

Askerova Rugiya Israil

Doctoral Candidate, Research Associate,
Azerbaijan State Oil and Industry University
Rahimova_mahluqa@mail.ru

Аннотация. В работе производится анализ основных динамических нагрузок на элементы конструкций морских нефтегазовых сооружений и на основе этого анализа выделены основные факторы, определяющие волновые нагрузки. Приведены основные результаты теоретических и экспериментальных исследований по изучению волнового воздействия на трубные элементы конструкций морских нефтегазовых сооружений. На основе проведенных исследований предложен алгоритм расчета волновых нагрузок, рекомендуемый для первичной оценки напряженно-деформированного состояния в вертикальных сваях морских оснований.

Annotation. The work analyzes the main dynamic loads on the elements of the structures of offshore oil and gas facilities and on the basis of this analysis the main factors determining wave loads are identified. The main results of theoretical and experimental studies on the study of the wave action on pipe elements of marine oil and gas structures are presented. Based on the studies carried out, an algorithm for calculating wave loads, recommended for the initial evaluation of stress-strain state in vertical piles of marine bases, is proposed.

Ключевые слова: морские нефтегазовые сооружения, стационарные платформы, опорный блок, волновые нагрузки, волновой расчет.

Keywords: offshore oil and gas facilities, fixed platforms, support block, wave loads, wave calculation.

В настоящее время значительная доля углеводородных ресурсов (нефти, газа, газового конденсата) добывается с морских месторождений. Бурение разведочных и эксплуатационных скважин при этом осуществляется в основном с морских платформ. Элементы конструкции этих сооружений находятся под воздействием различных нагрузок (волновых, ветровых, от морских течений и т.д.). В условиях Каспийского моря волновые нагрузки приобретают особое значение. Так опыт эксплуатации морских месторождений Каспия показывает, что волновые нагрузки могут достигать таких величин, что наблюдались серьезные повреждения эстакадных сооружений, морских стационарных платформ и других сооружений.

В связи с вышесказанным, достаточно точная оценка различных динамических нагрузок, в том числе волновых нагрузок на различные элементы конструкций морских нефтегазовых сооружений на стадии их проектирования приобретает особую значимость.

Для определения волновых нагрузок на различные сооружения в мировой практике чаще всего используется либо методология, связанная с использованием формулы Морисона, либо методология гидродинамической теории [1–3]. Первый подход позволяет наиболее полно учесть нелинейный характер волн и рассчитать нагрузки от волн конечной высоты. Однако его строгое применение возможно только для сооружений, состоящих из элементов с размерами много меньше, чем длина волны. Кроме того, такой подход исключает возможность учета взаимного гидродинамического влияния элементов конструкции или близко расположенных корпусов различных сооружений.

Второй подход позволяет учесть дифракционные эффекты и взаимное гидродинамическое влияние. Однако возможности вычисления нагрузок от волн конечной высоты в этом случае менее развиты.

Для большинства сооружений континентального шельфа, имеющих большие размеры и сложные конструктивные формы, методы гидродинамической теории позволяют получить более достоверные результаты, так как учитывают сложные процессы обтекания тел жидкостью.

При анализе поведения сооружений обычно производится расчет волновых нагрузок от регулярных волн или нерегулярного волнения. В общем случае, волнение может быть представлено одним из известных спектров волнения, который несложно смоделировать, как совокупность элементарных гармоник с рассчитываемой амплитудой, частотой и случайной фазой.

Существующая теоретическая база относительно возникновения волн, их основных параметров и их распределения, а также многолетний опыт эксплуатации морских нефтегазовых сооружений позволили научно обосновать действующие нормы и правила по проведению волновых расчетов этих



сооружений [4–7]. Дальнейшее развитие исследований в направлении изучения волнового воздействия на морские сооружения и, особенно, возможности широкого применения компьютерного моделирования привели к созданию современных программных комплексов для проведения волнового расчета.

На базе лаборатории по изучению волновых нагрузок на морские нефтегазовые сооружения Института «Нефтьгазельмтедгигат» (SOCAR, Азербайджанская Республика) в течение многих лет был накоплен обширный научный материал. Моделирование волнового воздействия и формирование значения волнового давления как выходного параметра представлялось следующим образом. Волновой профиль образуется наложением переносного движения частиц воды под действием ветра и орбитального движения частиц. Волновое давление формируется из скоростной и инерционной составляющей. Основными исходными факторами влияния являются длина волны (L), высота волны (h), глубина моря (H), диаметр трубчатой сваи (D), плотность морской воды (γ). Волновое давление по глубине моря будет уменьшаться и начиная с некоторой глубины моря волновое воздействие на трубчатую сваю можно не принимать во внимание.

Таким образом, алгоритм волнового расчета можно описать в виде следующих последовательно выполняемых шагов.

Шаг 1. Ввод исходных данных (глубина моря, длина волны, высота волны, диаметр трубчатой сваи, плотность морской воды).

Шаг 2. Расчет орбитального движения частиц (рассчитываются радиусы эллиптических орбит для частиц воды). Расчет производится на этом и на всех последующих шагах по 6 точкам, которые последовательно откладываются от спокойного уровня моря с шагом $0,2H$.

Шаг 3. Расчет переносного движения частиц под действием ветра (вычисляются скорости движения частиц, которые дальше учитываются при расчете скоростной составляющей волнового давления).

Шаг 4. Расчет ускорения частиц жидкости (полученные значения используются при расчете инерционной составляющей волнового давления).

Шаг 5. Расчет скоростной и инерционной составляющей волнового давления и конечного значения волнового давления как суммы этих составляющих.

Шаг 6. Построение эпюры волнового давления и расчет изгибающего момента от волнового воздействия на трубчатую сваю.

Для получения визуальной картины, предложенный выше алгоритм представлен ниже в виде блок-схемы (рисунок).

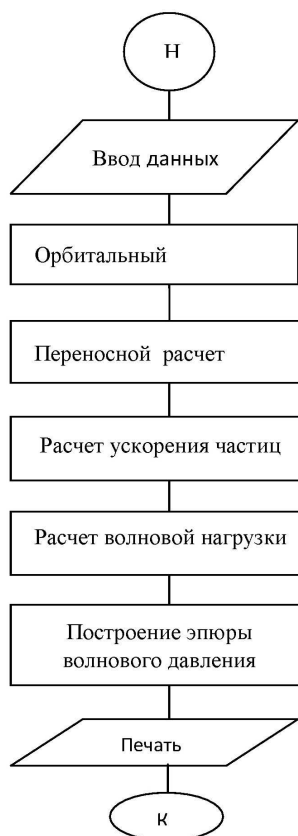


Рисунок – Блок схема алгоритма волнового расчета



Выводы

Проведен анализ влияния основных параметров, влияющих на формирование волнового воздействия на морские нефтегазовые сооружения. В качестве основных факторов влияния определены глубина моря, длина и высота волны, диаметр трубчатой сваи и плотность морской воды. Основным результирующим фактором можно взять значение волнового давления.

Предложен алгоритм расчета волнового давления на трубчатую сваю в виде суммы скоростной и переносной составляющей. Предложенный алгоритм позволяет построить эпюру волнового давления и выявить наиболее неблагоприятные места приложения волновой нагрузки на сооружение.

Литература:

1. Ибрагимов А.М. Нефтегазопромысловые гидротехнические сооружения. – М. : Недра, 1996. – 528 с.
2. Халфин И.Ш. Воздействие волн на морские нефтегазопромысловые сооружения. – М. : Недра, 1990. – 185 с.
3. Мамедов Ф.А. Обустройство морских нефтяных и газовых месторождений. – Баку : Элм, 1997. – 140 с.
4. Отраслевой стандарт ОСТ 51.01-11-87. Паспорт гидрометеорологический морского нефтегазового месторождения. Состав, сооружение и порядок разработки Гипроморнефтегаз. – Баку, 1988.
5. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов) : Строительные нормы и правила – СНИП 06.04.82. – М. : ЦИТС Госстроя СССР, 1986.
6. Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирования : Строительные нормы и правила – СНИП 06.01-86. – М. : ЦИТС Госстроя СССР, 1987.
7. Нагрузки и воздействия : Строительные нормы и правила – СНИП2 01.07-85. – М. : ЦИТС Госстроя СССР, 1982.

References:

1. Ibragimov A.M. Oil and gas hydraulic engineering constructions. – M. : Nedra, 1996. – 528 p.
2. Halfin I.Sh. Impact of waves on sea oil and gas constructions. – M. : Nedra, 1990. – 185 p.
3. Mamedov F.A. Arrangement of sea oil and gas fields. – Baku : Elm, 1997. – 140 p.
4. Industry standard OST 51.01-11-87. Passport hydrometeorological sea oil and gas field. Structure, construction and order of development of Gipromorneftegaz. – Baku, 1988.
5. Loadings and impacts on hydraulic engineering constructions (wave, ice and from vessels): Construction norms and rules – SNIP 06.04.82. – M. : TsITS of the State Committee for Construction of the USSR, 1986.
6. Hydraulic engineering constructions. Basic provisions of design: Construction norms and rules – SNIP 06.01-86. – M. : TsITS of the State Committee for Construction of the USSR, 1987.
7. Loadings and influences: Construction norms and rules – SNIP 2 01.07-85. – M.: TsITS of the State Committee for Construction of the USSR, 1982.