

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ МОРСКИХ ПЛАТФОРМ

А.В. Железняк

Севастопольский государственный
технический университет
г. Севастополь, бухта Стрелецкая,
Студгородок
E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

Практическая деятельность человека в использовании океана для удовлетворения своих потребностей в биологических, минеральных и энергетических ресурсах, как транспортной сети, связывающей самые отдаленные точки земного шара, использование прибрежной зоны как жилой, курортной и промышленной зоны - привели к созданию разнообразного класса объектов от стационарных намывных островов и гидротехнических сооружений до плавучих платформ и глубоководных систем.

В настоящее время до 90 % стоимости всех полезных ископаемых, добываемых в океане, приходится на долю нефти и газа и потенциальные возможности их добычи в ближайшей перспективе наиболее высоки.

Особенности технологического процесса морской разведки, разработки и эксплуатации месторождений полезных ископаемых, требуют расположения технологического комплекса в заданной точке в течение длительного времени, которое зависит от глубины моря и технологических особенностей разработки полезных ископаемых.

Обеспечение бурения скважин в морских условиях потребовало создания специализированных плавучих технических средств - плавучих буровых установок (ПБУ), отличительной особенностью которых является наличие системы, обеспечивающей удержание с заданной точностью над фиксированной точкой морского дна. При этом выполнение технологических операций должно выполняться при значительной интен-

сивности ветра и волнения, а выживание установки должно быть обеспечено при самых суровых штормовых условиях, которые могут возникнуть в районе эксплуатации в течение проектного срока ее службы.

Почти полувековой опыт освоения морских нефтегазовых месторождений показал высокую эффективность эксплуатации и наибольшую распространенность самоподъемных и полупогружных платформ.

Расширение сферы морской деятельности привело к созданию на базе самоподъемных (СПУ) и полупогружных (ППУ) установок разнообразных рабочих платформ.

Отличительной особенностью эксплуатации самоподъемных плавучих установок СПУ по сравнению с другими техническими средствами, является наличие двух характерных для СПУ состояний.

В первом состоянии корпус СПУ находится на воде в плавучем положении и СПУ рассматривается как плавучее средство, для которого необходимо выполнить все требования по обеспечению плавучести, остойчивости и непотопляемости.

Во втором - опорные колонны опущены и опираются на дно моря, а корпус поднят над поверхностью воды. В этом состоянии СПУ рассматривается как гидротехническое сооружение, для которого необходимо обеспечить устойчивость на опрокидывание и сдвиг, не просадку опорных колонн в грунт, сейсмическую устойчивость всего сооружения.

Стоянка СПУ на грунт в рабочем состоянии существенно облегчает эксплуатацию СПУ при выполнении технологических операций, при этом техника и технология работ незначительно отличается от аналогичных работ выполняемых на суше, а условия работы обслуживающего персонала аналогичны условиям работы на наземных технологических комплексах.

Полупогружные платформы явля-

ются одним из наиболее распространенных классов технических средств, предназначенных для освоения ресурсов мирового океана. По функциональному назначению они подразделяются на буровые, эксплуатационные, технологические, рабочие, жилые и др.

В зависимости от функционального назначения на технические характеристики платформ накладываются ограничения по перемещениям в различных условиях эксплуатации. Опыт эксплуатации рабочих платформ, особенно при проведении аварийно-спасательных работ в штормовых условиях, требует уменьшения амплитуд перемещений при расширении диапазона ветроволновых воздействий.

Укрупненно можно выделить следующие основные эксплуатационные режимы работы плавучих платформ:

- переход - переход платформы с одной точки на другую в пределах района эксплуатации. Переход осуществляется без демонтажа элементов конструкций, с частичными технологическими запасами (около 30 %) и в сопровождении буксиров мощностью до 10 тыс. кВт.

- перегон - платформа в транспортном положении, осуществляется перегон из одного района эксплуатации в другой. В этом режиме с целью снижения центра тяжести и парусности установки возможен демонтаж некоторых устройств: технологического оборудования, вертолетной площадки, буровой вышки и т.п. Как правило, перегон осуществляется без технологических запасов с применением морских буксиров или специальных транспортных средств;

- постановка платформы на точку - позиционирование платформы на заданной точке выполнения технологических работ, постановка якорей, системы позиционирования и подъем корпуса над поверхностью воды на заданную высоту;

- снятие платформы с точки - перевод платформы в транспортное положение;

ние;

- стоянка на точке - рабочий режим выполнения комплекса технологических операций;

- отстой на точке - технологические операции не выполняются в связи со штормовой обстановкой. Расположение и количество технологических запасов и водяного балласта остается таким же, как и при стоянке на точке;

- экстремальное состояние (выживание) - в режиме жесткого шторма или сложной сейсмической обстановки для обеспечения безопасности платформы, с целью снижения центра тяжести и уменьшения парусности, буровые трубы убирают из буровой вышки и укладывают на стеллажи, вышечные лебедочный блок смещают в центр платформы. С технико-экономической точки зрения, для понижения центра тяжести установки в режиме жесткого шторма, в связи с достаточно малой вероятностью его появления, может оказаться целесообразным потеря части технологических запасов (экологически чистых), чем выбор главных размерений только исходя из режима жесткого шторма.

- зимний отстой - в зависимости от района эксплуатации, например, для районов Дальнего Востока, когда эксплуатация платформы невозможна из-за ледовой обстановки, платформа уходит с точки бурения на базу-убежище.

Плавучие установки эксплуатируются, как правило, в определенных районах морей и океанов. Каждый из этих районов эксплуатации имеет свои специфические особенности: ветроволновой, приливно-отливный и сейсмический режимы, течение, рельеф дна и механические характеристики грунтов и т.п. Индивидуальные особенности районов оказывают существенное влияние на эксплуатационные режимы работы установок. Учет этих особенностей позволяет спроектировать надежную установку, избежать чрезмерного увеличения веса элементов конструкций. В отличие от обычных судов, для которых

основной мерой внешнего воздействия является значение вертикального изгибающего момента и в некоторых случаях в качестве дополнительных силовых факторов рассматриваются горизонтальные изгибающий и крутящий моменты, внешнее воздействие на плавучие установки не может быть представлено какой-либо одной составляющей. Поэтому при проектировании этих установок рассматривается более полный состав компонентов внешних нагрузок.

Вопрос сочетания внешних нагрузок, воздействующих на плавучие буровые установки, до настоящего времени еще не разработан. В практике зарубежного проектирования морских плавучих, буровых установок применяют сочетания нагрузок, которое приведено в таблице.

В соответствии с Правилами классификации и постройки плавучих буровых установок Морского Регистра судоходства России плавучие установки должны быть спроектированы так, чтобы в течение всего срока службы ее прочность удовлетворяла принятым критериям в следующих расчетных режимах: в режиме экстремального внешнего воздействия; в рабочем состоянии; в состоянии перехода.

В режиме экстремального состояния платформа может быть подвержена самым суровым внешним воздействиям за период эксплуатации. СПУ может находиться в состоянии на плаву или опираться на дно. Отдельные элементы конструкций могут находиться в экстремальном состоянии под действием местных нагрузок, чрезвычайно редких, но возможных в эксплуатации СПУ.

Для рабочего и экстремального состояния днище понтона СПУ и ППУ должно возвышаться над уровнем спокойной воды, определенным с учетом астрономических и штормовых приливов не менее чем на клиренс, рекомендованный Классификационным Обществом из условий высот волн 50-летнего(100-летнего) шторма для данного района моря [1].

При эксплуатации платформ должны быть определены параметры ветра, волнения, течения, грунта, льда, сейсмичность района и другие.

Основными параметрами, определяющими характеристики ветра, являются: средняя скорость ветра на высоте анемометра; повторение ветра в рассматриваемом районе; экстремальные значения средних скоростей ветра; закон изменения средней скорости ветра на высоте; параметры порывистости ветра; спектральные свойства пульсации ветра и их повторяемости принимаются в зависимости от рассматриваемого района за период не менее 20 лет, а экстремальные значения средних скоростей ветра по данным многолетних наблюдений как наиболее вероятные за 50 лет.

Сочетание внешних нагрузок, %

Нагрузки	Условия		
	Рабочие	Экстремальные	Сейсмические
Масса оснащенной платформы	100	100	90
Экстремальные значения волновых	-	100	50
Экстремальные значения ветровых	-	100 (80)	50
Средние значения волновых и ветровых	100	-	-
Сейсмические	-	-	100

Примечание:

В скобках указано значение, применяемое в отечественной практике.

Учет экстремальных нагрузок и их сочетания при проектировании плавучих платформ обеспечивает безопасность их эксплуатации в целом. Однако выполнение отдельных технологических операций, например позиционирование платформы над определенной точкой при проведении аварийных или

ремонтных работ, требует принципиально новых подходов учету внешних воздействий и к проектированию платформ.

Использование вероятностного подхода к определению амплитудно-частотных характеристик различных видов качки платформы, позволяет определить усредненные и амплитудные параметры перемещений[2]. В штормовых условиях, соответствующих рабочим режимам и режимам штормового отстоя, возможно прохождение пакета волн с амплитудно-частотных характеристик меньше экстремальных, которые из-за интерференции могут вызвать резонансные колебания. Примером могут служить ограничения проведения работ до 6-ти баллов при аварийно-спасательных работах на подводной лодке «Курск».

Компенсация этих колебаний применяются различные конструктивные решения.

В настоящее время известны активные и пассивные успокоители качки, широко применяемые на судах для демпфирования угловых перемещений. Однако вопросы их использования для демпфирования вертикальных колебаний в нестационарных режимах мало изучены.

Для решения поставленной задачи необходимо исследовать влияние различных конструкций на уменьшение вертикальных перемещений и выбрать

оптимальные характеристики и соотношения между активными и пассивными элементами.

Целью дальнейших исследований является разработка организационно-технических и конструктивных мероприятий, позволяющих расширить диапазон эксплуатационных характеристик морских полупогружных платформ различного функционального назначения.

Для этого определены следующие задачи исследований:

Исследование амплитудно-частотных характеристик пакетов волн при штормах различной интенсивностью;

Исследование волнового обтекания пластин, крыльев и тел в нестационарных режимах регулярного и нерегулярного волнения;

Исследование амплитудных и частотных угловых и линейных колебаний платформ при воздействии пакета волн.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр Судоходства. С-Пб., 1999 г
2. Галахов И.Н., Литонов О.Е., Алисейчик А.А. Плавучие буровые платформы. Конструкция и прочность. Л., Судостроение, 1981 г.