

## ГЛУБОКОВОДНЫЕ БУРОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

А.С. Тертышникова

Севастопольский национальный  
технический университет  
E-mail: sherral989@rambler.ru

В статье приводятся возможные конфигурации буровых платформ для выполнения работ в центральной части Черного моря на глубинах 2 км.

**Введение.** За последние годы активное развитие технология добычи нефти и газа в морских условиях обеспечило открытие новых перспективных месторождений таких энергоносителей на больших глубинах, вне шельфа. Для освоения глубоководных месторождений необходимы специальные морские платформы для глубоководного бурения. Эти сооружения стоят в ряду крупнейших научно-технических достижений, интегрирующих производственный потенциал всех отраслей современной промышленности, и открывают путь к получению таких новых источников энергии, как газогидраты, запасы которых достаточны для удовлетворения потребностей человечества на многие сотни лет [1, 2].

**Разновидности глубоководных буровых платформ.** Одним из вариантов конфигурации глубоководных буровых платформ является *полупогружная плавучая буровая установка (ППБУ)*. Схема ППБУ показана на рисунке 1.

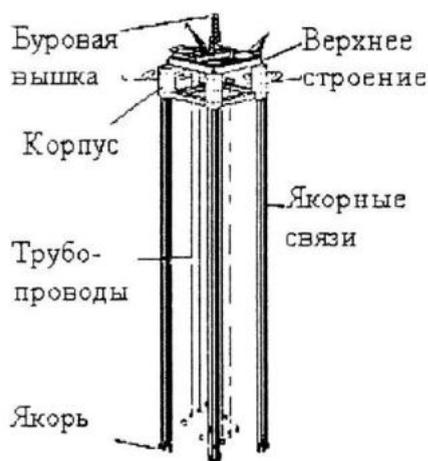


Рисунок 1 – Схема ППБУ

Эта плавучая установка удерживается на фиксированной точке при помощи набора

стальных якорных канатов, закрепленных на платформе, и связанных с фундаментом (матом), лежащем на дне моря. Фундамент удерживается на дне благодаря сваям, заглубленным в грунт до 100 м. В некоторых случаях используются гравитационные основания, изготовленные из чугуна или низкосортного железа.

Корпус представляет собой плавучее строение, которое поддерживает палубную секцию платформы, ее буровое и вспомогательное оборудование. Как правило, корпус имеет четыре полые колонны, опирающиеся на погружаемый понтон. Плавучесть корпуса превышает вес платформы, следовательно, требуются тугие связи для удержания платформы на точке бурения. Стабилизирующие колонны могут достигать 15 м в диаметре и 60 м в высоту. Полные размеры корпуса зависят от размеров колонн и платформы.

Эта конструкция практически исключает вертикальные колебания платформы, а горизонтальное смещение установки относительно скважины регулируется натяжением якорных линий за счет изменяемой плавучести вертикальных понтонов. Такая установка может использоваться на глубинах до 1300 м [3].

Наиболее глубоководной платформой данного типа на данный момент является Magnolia ETLP (Extended Tension Leg Platform). Она работает в Мексиканском заливе на глубине 1425 м. Технологические помещения установки способны вместить до 50000 баррелей нефти и 4,5 млн. м<sup>3</sup> природного газа.

Другая ППБУ – Marco Polo TLP – расположена также в Мексиканском заливе, но на меньшей глубине (1311 м). Высота колонн установки 60 м, ширина корпуса – 106 м. Платформа введена в эксплуатацию в 2004 г. [4].

Альтернативой ППБУ является *SPAR платформа*. Конструктивной особенностью данной установки является массивная глубоководная колонна, поддерживающая верхнее строение. Для удержания платформы на точке бурения используется традиционная якорная система. Около 90 % установки располагаются под водой. Глубоководная колонна платформы обеспечивает более благоприятные условия эксплуатации по сравнению с другими плавучими установками. Незначи-

тельное смещение относительно устья скважины и защита буровой колонны также обеспечивает отличную приспособленность этой установки для работы на больших глубинах. Конструктивная схема SPAR платформы представлена на рисунке 2.

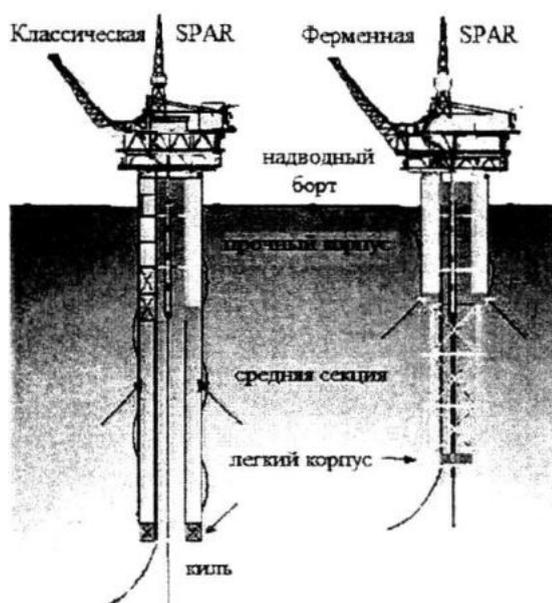


Рисунок 2 – Схема SPAR платформы

На сегодняшний день максимальная глубина, на которой работает установка подобного типа, равна 2380 м. На такой глубине установлена платформа Perdido Spar в Мексиканском заливе. Эта установка имеет колонну 35 м в диаметре и 167 м длиной. Perdido Spar обслуживает три месторожде-

ния: Great White, Tobago, Silvertip. Платформа будет введена в эксплуатацию в 2010 г.

Другим примером подобной платформы является Devil's Tower Spar, установленная также в Мексиканском заливе на глубине 1710 м. Общая длина опорной колонны – 182 м, из них 94 м составляет ферменная часть. Диаметр колонны 20 м. Установка введена в эксплуатацию в 2003 г. [5].

Помимо перечисленных установок, на больших глубинах могут также работать FPSO. Это суда, используемые для добычи нефти и газа из буровых скважин, находящихся на морском дне, либо со скважин на нефтяных платформах. Основной особенностью FPSO по сравнению с другими нефтедобывающими установками является их возможность хранить добытое сырье, которое впоследствии перегружается на танкеры снабжения. Большинство судов типа FPSO являются переоборудованными нефтеналивными танкерами. Принцип работы FPSO показан на рисунке 3.

Основой системы швартовки на этих судах является геостационарная «турель», устройство башенного типа, ветроустроенное, как правило, в носовой части, что позволяет судну свободно менять свое направление относительно него в зависимости от погоды. FPSO могут производить буровые работы на глубинах до 2000 м.

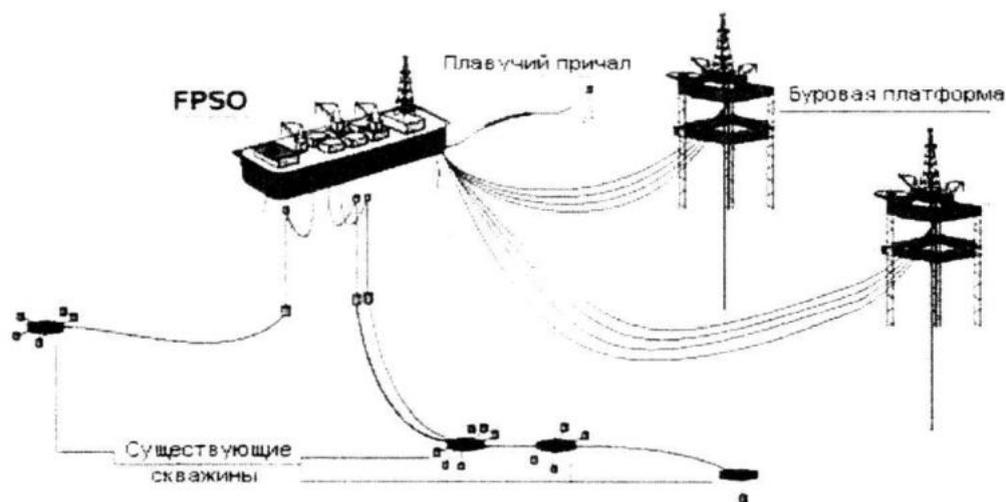


Рисунок 3 – Схема работы FPSO

Самое крупное в мире судно типа FPSO – Kizomba A FPSO, грузоподъемность которого составляет 2,2 млн. баррелей нефти. Его главные размерения: водоизмещение 81000 т, длина 285 м, ширина 63 м, высота борта 32 м. Судно работает на глубине 1200 м, в 320 км от берегов Анголы, в Атлантическом океане [6].

**Устойчивость SPAR системы для условий Черного моря.** Для выполнения глубоководного бурения в центральной части Черного моря могут быть использованы различные конструкции глубоководных буровых платформ, разработанные к настоящему времени для таких целей. Среди этих конструкций SPAR системы обладают определенными преимуществами: простота и технологичность конструкции; относительная простота операций по установке и съему платформы; высокая стабильность пространственного положения при воздействии экстремальных волн и течений.

При воздействии на платформу экстремальных средних течений со скоростью 1,5 м/с в верхнем 30-ти метровом слое моря [7] горизонтальное смещение платформы не превышает 3 % от глубины места, что является допустимым для технологии морских буровых работ. Основные характеристики SPAR платформы, необходимые для обеспечения такой стабильности представлены на рисунке 4.

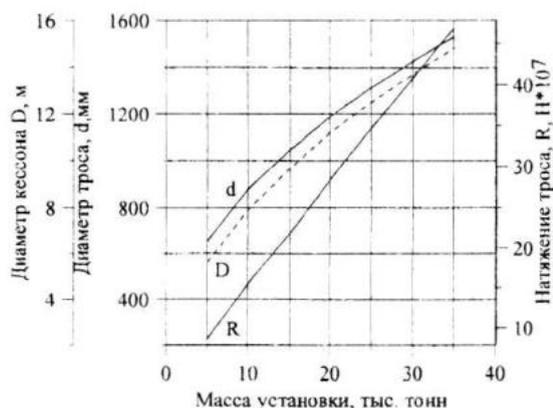


Рисунок 4 – Зависимости диаметров колонны, троса и натяжения троса от массы установки

Высокая стабильность платформы обеспечивается за счет натяжения якорной линии, которое относительно просто регулируется при изменении водоизмещения корпуса платформы. В качестве якорной линии наиболее целесообразным является использование синтетических тросов на основе кевлара, механические характери-

стики которого соответствуют стальному тросу, а плавучесть близка к нулевой. В настоящее время созданы синтетические тросы с большей прочностью, и их использование позволит обеспечить более высокую стабильность платформы за счет увеличения натяжения якорной линии при воздействии на установку интенсивных морских течений.

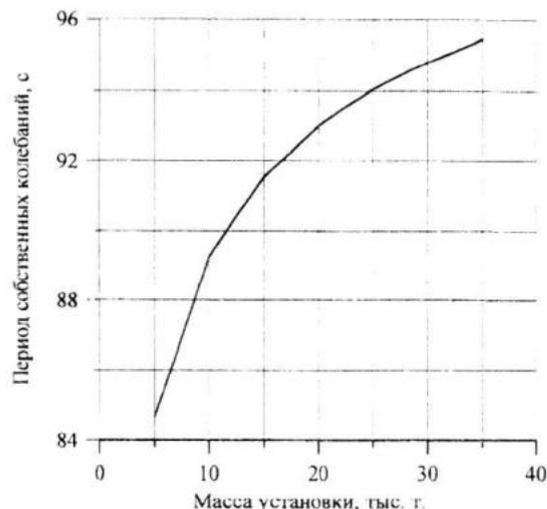


Рисунок 5 – График зависимости периода собственных колебаний установки от ее массы

Как показал опыт проектирования глубоководных буровых платформ, их масса составляет не менее 30 тыс. тонн. При этом собственный период колебаний установки превышает 90 с (рисунок 5), что обеспечивает ее высокую стабильность при воздействии наибольших поверхностных волн, характерных для условий Черного моря.

## Литература

1. Гожик П.Ф., Краюшкин В.А., Ключко В.П. К проблеме промышленного освоения черноморских газогидратов в прибрежье Украины // Геол. журн. – 2004. – № 2. – С. 7 – 20.
2. Collett T. S., Kuuskraa V.A. Hydrates contain vast store of world gas resources // Oil and Gas J. – 1998. – 96, No 19. – P. 90 – 95.
3. <http://www.globalsecurity.org/military/systems/ship/platform-tension-leg.htm>
4. [http://www.spe.org/spe-app/spe/jpt/2006/04/offshore\\_drilling\\_completion1\\_95331.htm](http://www.spe.org/spe-app/spe/jpt/2006/04/offshore_drilling_completion1_95331.htm)
5. <http://www.shell.com>
6. <http://www.offshore-industry.net/fleet/fpso.htm>
7. Петренко Л.А., Шокурова И.Г., Кушнир В.М. Электронный атлас течений Черного моря. Геоинформатика, 2006. № 1, С. 70 – 75.