

---

## Моделирование поведения полупогружной установки при постановке на Лунском месторождении

О. Н. Бабаевская <sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

---

Информация о статье      УДК 502.1

### Аннотация

*Целью данной работы является рассмотрение и анализ инженерных задач при постановке полупогружной буровой установки в заданной точке акватории и поиск их решения. В работе описана конструкция платформы. Выполнен анализ внешних условий района постановки и ограничений, определяющих работоспособность и безопасность эксплуатации полупогружной буровой установки. По итогам анализа была поставлена задача определения параметров системы удержания буровой установки и её оптимизации с целью расширения диапазона внешних воздействий, что приводит к увеличению объема выполненных за сезон работ и экономии финансовых средств. Предложен метод решения поставленной задачи путем математического моделирования.*

Ключевые слова:            буровая установка; математическое моделирование; система удержания; оптимизация

---

Цель работы заключается в разработке и оптимизации системы удержания ППБУ для режимов эксплуатации и выживания.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что в рамках реализации энергетической стратегии России на период до 2030 года принятой 13 ноября 2009 года [1] и государственной программы «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013 - 2030 годы» [2] принятой 6 июня 2015 года ставится задача разработки комплекса проектов морских платформ для освоения месторождений нефти и газа на континентальном шельфе арктических и дальневосточных морей.

В настоящей работе рассматривается полупогружная буровая установка проекта L-900, которая представляет собой платформу классической формы, с двумя горизонтально ориентированными водоизмещающими понтонами и 6 вертикальными колоннами. Колонны соединены между собой наклонными раскосами. Конструкция платформы представлена на рис. 1.

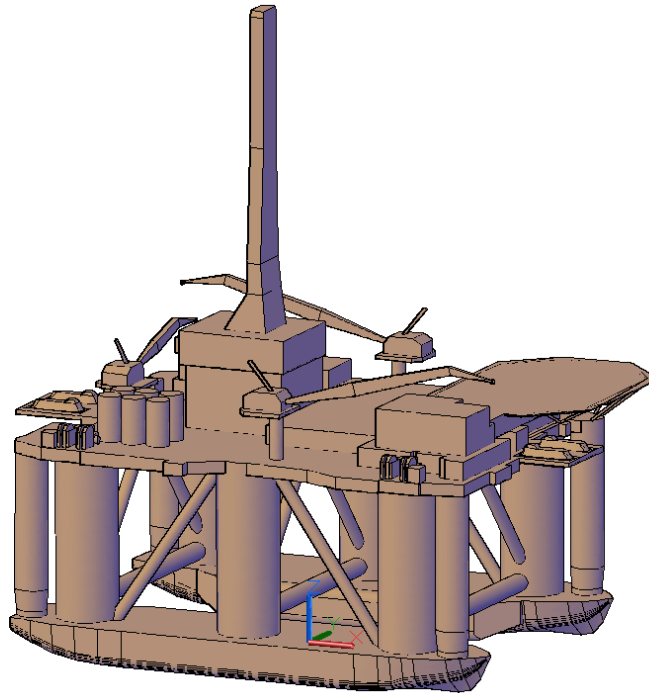


Рис. 1 Общий вид платформы проекта L-900

Для обеспечения высокой надежности и эффективности системы заякорения, в данной работе используются якорные цепи и гравитационные якоря как конструкции для удержания сооружения на одном месте.

Постановка платформы осуществляется в Охотском море на Лунском газовом месторождении. Лунское месторождение относится к категории крупных. Запасы газа составляют 1,8 млрд. м<sup>3</sup>, газоконденсата – 41,9 млн. тонн. Глубина моря в районе месторождения составляет в среднем около 45-50 м.

Одной из важных проблем связанных с эксплуатацией плавучих буровых установок является определение параметров якорной системы и ее оптимизации при режимах выживания и эксплуатации применительно к заданной акватории [3].

При проектировании системы удержания плавучего морского важно обеспечить безопасность функционирования плавучего объекта путем ограничения максимально допустимых вертикальных и горизонтальных перемещений; максимально допустимых углов крена и дифферента; минимально допустимых запасов по натяжению в якорных связях; минимально допустимых запасов по горизонтальной нагрузке, передаваемой на якорь.

Целью оптимизации является расширение диапазона внешних воздействий, при которых обеспечивается безопасная эксплуатация платформы, что приводит к увеличению объема выполненных за сезон работ и экономии финансовых средств. Оптимизируют обычно длины связей, плановые углы их раскладки и начальное натяжение [4, 5].

Указанные проблемы будут решаться методом математического моделирования с использованием программного комплекса «Anchored Structures», разработанного в Санкт-Петербургском политехническом университете и сертифицированного Российским морским регистром судоходства.

Наиболее значительные внешние нагрузки на плавучий объект связаны с воздействием волнения. Для определения волновых нагрузок на различные сооружения в мировой практике чаще всего используется либо методология связанная с использованием формулы Морисона, либо методология гидродинамической теории

[4]. В данной работе для вычисления волновых нагрузок будет использоваться методология гидродинамической теории ввиду больших по сравнению с длиной волны, размерах плавучего объекта.

При анализе поведения сооружений обычно производится расчет волновых нагрузок от регулярных волн или нерегулярного волнения. При расчете нагрузок от регулярной волны последняя представляется как гармоническая функция координаты и времени. Нерегулярная волна представляется тем или иным спектром, состоящим из совокупности элементарных гармонических волн.

Для решения задачи динамического поведения сооружений на волнении необходимо провести определение вектора волновых нагрузок и гидродинамических параметров сооружения (матрицы присоединенных масс и матрицы коэффициентов волнового сопротивления) для каждой конкретной частоты спектра волнения. Для получения значений этих параметров для различных частот, используется дифракционная теория и разновидность широко известного метода гидродинамических особенностей – метод пространственных источников излучения [4, 5].

Расчет напряжений в якорных связях производится двумя способами: квазистатическим методом и динамическим методом.

При сравнительно медленном движении сооружения, расчет натяжения в якорных связях производится квазистатическим методом, при этом натяжение и траектория линии являются функцией положения клюзовой точки сооружения. При расчете якорных связей необходимо учитывать их растяжение, возможность укладки части связи на дно акватории, которое, в свою очередь, может иметь наклон.

Для расчета жесткостных характеристик якорных связей используются аналитические решения уравнений свободно провисающей гибкой тяжелой и растяжимой связи. Эти зависимости описывают провисание произвольного участка связи с постоянными упруго-весовыми характеристиками и связывают координаты, натяжения и углы наклона в конечных точках произвольного участка связи. Далее, используя подобные зависимости, можно рассчитать реакцию всей связи при произвольном положении клюзовой точки [6].

Таким образом, для достижения поставленной цели необходимо разработать систему удержания, отвечающую всем требованиям безопасной эксплуатации под действием волнения, ветра и течения. Поставленная цель будет достигнута посредством использования расчетного комплекса «Anchored Structures», который позволяет выявить наилучшие параметры системы удержания, обеспечивающие безусловную надежность работы платформы при максимальном расширении длительности ее эксплуатации в условиях заданной акватории. На следующих этапах работы будет выполнено математическое моделирование ППБУ под действием внешних нагрузок.

#### Литература

- [1]. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>.
- [2]. Государственная программа «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013–2030 годы» [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/>.
- [3]. Третьякова И. Н., Кобринец А.М., Бабаевская О. Н. Проект постановки полупогружной буровой установки в Охотском море // Политехническая Неделя в Санкт-Петербурге, изд. СПбГПУ, 2016, с. 114-116.
- [4]. Большев А.С., Фролов С.А., Михаленко Е.Б. Математическое моделирование поведения морских плавучих сооружений // Труды СПбГПУ, изд. СПбГПУ, 2007, №502.
- [5]. Большев А.С. Кутейников М.А. , Фролов С. А. Математическое моделирование морских плавучих объектов в программном комплексе “AnchoredStructures” Научно-технический сборник РМРС, вып.36, 2013, стр.68-90.
- [6]. Bolshev A.S. Statics and dynamics of anchored floating structures with non-linear characteristics of anchored system Monograph, Gdansk, 1993, 218 p.

*Бабаевская О.Н., Моделирование поведения полупогружной установки при постановке на Лунском месторождении// Alfabuild. 2017. №1 (3). С. 82-85*

#### References

- [1]. Energeticheskaya strategiya Rossii na period do 2030 goda [Elektronnyy resurs]. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1026>.
- [2]. Gosudarstvennaya programma «Razvitiye sudostroyeniya i tekhniki dlya osvoyeniya shelfovykh mestorozhdeniy na 2013–2030 gody» [Elektronnyy resurs]. URL: <http://government.ru/>.
- [3]. Tretyakova I. N., Kobrinets A.M., Babayevskaya O. N. Proyeckt postanovki polupogruznoy burovoy ustanovki v Okhotskom more // Politekhnicheskaya Nedelya v Sankt-Peterburge, izd. SPbGPU, 2016, s. 114-116.
- [4]. Bolshev A.S., Frolov S.A., Mikhalenko Ye.B. Matematicheskoye modelirovaniye povedeniya morskikh plavuchikh sooruzheniy // Trudy SPbGPU, izd. SPbGPU, 2007, №502.
- [5]. Bolshev A.S. Kuteynikov M.A. , Frolov S. A. Matematicheskoye modelirovaniye morskikh plavuchikh obyektov v programmnom komplekse “AnchoredStructures” Nauchno-tekhnicheskii sbornik RMRS, vyp.36, 2013, str.68-90.
- [6]. Bolshev A.S. Statics and dynamics of anchored floating structures with non-linear characteristics of anchored system Monograph, Gdansk, 1993, 218 p.

*Babaevskaya O.N. Modeling of behavior of semisubmersible rig at installation on the Lunskey field. Alfabuild, 2017, 1 (1), Pp. 82-85(rus)*

---

## Modeling of behavior of semisubmersible rig at installation on the Lunsky field

O.N. Babaevskaya<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

---

Article info

thesis

### Abstract

Objective: Review and analysis of engineering problems with the installation of a semisubmersible drilling rig in the set point of the water area and search of their decision. In article the platform construction is described. The analysis of external conditions of the area of installation and the restrictions defining working capacity and safety of operation of the semisubmersible drilling rig is made. Following the results of the analysis the task of determination of parameters of positioning system of the drilling rig and its optimization for the objective of expansion of range of external influences has been set that leads to increase in volume of the works performed during the season and economy of financial means. The method of the solution of an objective by mathematical modeling is offered.

Keywords:

boring apparatus, mathematical modeling, anchor mooring system, optimization

---

---

*Corresponding author:*

1\*. +7(953)2649051, olga-babaevskaja@rambler.ru (Babaevskaya Olga, Student)