

Как итог, в дальнейшем возможно изменение системы вентиляции, дабы избежать данную ситуацию. Возможно необходимо разработать систему мониторинга неисправностей топливной аппаратуры ДГ, в частности топливные насосы высокого давления.

Литература

1. Николаев Н.И. Повышение эффективности и надёжности турбокомпрессоров судовых двигателей в эксплуатации: монография. - СПб.: Судостроение, 2009.
2. Гриценко М.В. Метод контроля вибрации винторулевых колонок морских судов и предложения по совершенствованию их эксплуатации: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новороссийск, 2010.
3. Приложения к Руководству по техническому наблюдению за судами в эксплуатации (приложение 38) РМРС. Санкт-Петербург. 2016 г.
4. Ефремов Л. В. Теория и практика исследований крутильных колебаний силовых установок с

применением компьютерных технологий. — СПб.: Наука, 2007. — 276 с.

References

1. Nikolaev N.I. Povyshenie effektivnosti i nadyozhnosti turbokompressorov sudovyh dvigatelej v ekspluatatsii: monografiya. - SPb.: Sudo-stroenie, 2009.
2. Gricenko M.V. Dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk na temu «Metod kontrolya vibratsii vintorulevyh kolonok morskikh sudov i predlozheniya po sovershenstvovaniyu ih ekspluatatsii», Novorossiysk, 2010 g.
3. Prilozheniya k Rukovodstvu po tekhnicheskomu nablyudeniyu za sudami v ekspluatatsii (prilozhenie 38) RMRS.Sankt-Peterburg. 2016 g.
4. Efremov L. V. Teoriya i praktika issledovaniy krutitil'nyh kolebanij silovyh ustanovok s primeneniem komp'yuternyh tekhnologij. — SPb.: Nauka, 2007. — 276 s.

УДК 629.584

DOI: 10.34046/aumsuomt101/30

СРАВНЕНИЕ АВТОНОМНЫХ НЕОБИТАЕМЫХ ПОДВОДНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГАЗОПРОВОДА «СЕВЕРНЫЙ ПОТОК -2»

В.Г. Данилова, преподаватель

В данной статье описываются варианты технологии диагностики газопровода «Северный поток -2» с применением АНПА «Gavia» и АНПА «Юнона». Приведены расчёты диагностики «Северный поток -2» с применением этих двух аппаратов. Выбран наиболее экономически выгодный АНПА. Исследование проводится в виде инициативной работы на кафедре Проектирования и технологии производства морских подводных аппаратов и роботов ФМП.

Ключевые слова: автономный обитаемый подводный аппарат, безэкипажное судно, газопровод, донное причальное устройство, судно с экипажем.

COMPARISON OF AUTONOMOUS UNINHABITED UNDERWATER VEHICLES FOR DIAGNOSTICS OF THE NORD STREAM -2 GAS PIPELINE

V.G. Danilova

This article describes the variants of the diagnostics technology of the Nord Stream -2 gas pipeline with the use of ANPA "Gavia" and ANPA "Juno". Calculations of diagnostics of the Nord Stream -2 with the use of these two devices are given. The most cost-effective ANPA has been selected. The research is carried out in the form of initiative work at the Department of Design and Production Technology of marine underwater vehicles and robots of the FMP.

Keywords: autonomous uninhabited underwater vehicle, unmanned vessel, gas pipeline, this mooring device, vessel with crew.

«Северный поток – 2» (СП-2) – новый экспортный газопровод из России в Европу по дну Балтийского моря. Газопровод, напрямую свяжет «Газпром» и европейских потребителей и обеспечит устойчивые поставки газа в страны ЕС по кратчайшему пути.

Точкой входа газопровода СП-2 станет район Усть-Луги Ленинградской области, далее он пройдет по дну Балтийского моря и выйдет на территории Германии в районе Грайфсвальда (рис. 1). Протяженность маршрута — более 1200 км. [1]



Рисунок 1 – Схема газопровода «Северный поток – 2»

Наиболее актуальной проблемой является контроль и диагностика газопроводов, проложенных по морскому дну. Это вызвано высокими требованиями безопасности при эксплуатации подобных систем и предотвращением аварий на них.

Для решения данной задачи автором были рассмотрены следующие варианты использования:

- судна с экипажем, оборудованного специализированным оборудованием и телеуправляемым обитаемым подводным аппаратам (ТППА);
- безэкипажно госудна оборудованного специализированным оборудованием и ТППА;
- автономного обитаемого подводного аппарата (АНПА) с донным причальным устройством (ДПУ).

В результате анализа, расчетов было выявлено, что использование АНПА с ДПУ является наиболее эффективным и выгодным.

В данной статье, рассмотрим более по-

дробно данную технологию и проведем более подробные расчеты диагностики СП-2 с различными АНПА.

После анализа существующих АНПА, подходящих по назначению, составу оборудования и скорости АНПА, мной для проведения расчетов были взяты такие АНПА как:

- «Gavia»;
- «Юнона».

Так же для расчетов нам понадобятся данные о Балтийском море, такие как [2]:

- глубина прокладки СП-2 - до 200 м;
- средняя скорость постоянных течений 0,1-0,5 уз, местами 0,7-0,9 уз, при штормах условных она достигает 2 уз в открытом море и 4 уз в прибрежной зоне;
- диапазон изменения температуры воды в течение года от 2.1°C до 18.8°C.

Начнем расчеты диагностики СП-2 на примере АНПА «Gavia» (рис. 2).



Рисунок 2 – Автономный обитаемый подводный аппарат «Gavia»

Тактико-технические характеристики (ТТХ) АНПА «Gavia» [3]:

- рабочая глубина до 2000 м;
- скорость подводного передвижения - 3 узла = 5,5 км/ч;
- автономность - 6 часов;
- время подзарядки аккумуляторной бата-

реи - 8 часов (при условии заряда батареи от кабеля, данные о без проводной зарядки отсутствуют).

Для расчета максимального количества АНПА, необходимого для достижения непрерывной диагностики всей протяженности СП-2, нужно выполнить ряд вспомогательных расчетов.

В начале произведем расчет скорости и пройденного расстояния.

В расчетах будем использовать средние значения течения Балтийского моря = 3 узла = 5,5 км/ч.

$$V_{Gavia \text{ ср.}} = \frac{(V_{Gavia} + V_{\text{течения}}) + (V_{Gavia} - V_{\text{течения}})}{2} = \frac{(5,5 + 5,5) + (5,5 - 5,5)}{2} = 5,556 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 5,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \quad (1)$$

$$S = 5,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}} * 6 \text{ часов} = 33 \text{ км} \quad (2)$$

Для возможности прохождения АНПА по всему маршруту необходимо воспользоваться донными причальными устройствами (ДПУ) для заряда аккумуляторной батареи, передачи информации оператору. Рассчитаем их количество.

$$\text{ДПУ} = \frac{1200 \text{ км}}{33 \text{ км}} = 36,36 = 37 \text{ шт.} \quad (3)$$

Зная количество ДПУ по всему маршруту, время заряда аккумуляторной батареи, время работы АНПА, можно рассчитать времена погребавшиеся одному АНПА на прохождении всей дистанции.

$$T_{\text{одного АНПА}} = 37 \text{ шт} * (6 \text{ часов} + 8 \text{ часов}) = 518 \text{ часов.} \quad (4)$$

Для того, чтобы осуществить непрерывную диагностику всей протяженности СП-2, увеличим количество АНПА.

Так как имеем 37 шт. ДПУ можно было бы предположить использование равного количества АНПА, но так как время заряда аккумуляторной батареи превышает время работы АНПА, использование такого количества АНПА невозможно.

В связи с данным обстоятельством целесообразно предположить использование 19 шт. АНПА

($\frac{37 \text{ шт}}{2} = 18,5 = 19 \text{ шт.}$), это поможет избежать конфликтов АНПА на ДПУ.

$$T_{19\text{-ти шт. АНПА}} = \frac{518 \text{ часов}}{19 \text{ шт.}} = 27,3 \text{ часа} \quad (5)$$

Рассчитаем на каком расстоянии друг от друга должны находиться ДПУ, чтобы АНПА «Gavia» мог вовремя зарядить аккумуляторную батарею:

$$S = \frac{1200 \text{ км}}{37 \text{ шт}} = 32,43 = 32 \text{ км} \quad (6)$$

Исходя из полученных расчетов следует, что для диагностики СП-2 используя АНПА «Gavia» нам понадобится 37 шт. ДПУ находящиеся на расстоянии друг от друга 32 км, 19 шт. АНПА, а время диагностики всей протяженности СП-2 составит 27,3 часа.

Далее произведем расчеты для АНПА «Юнона» (рис. 3).



Рисунок 3 – Автономный необитаемый подводный аппарат «Юнона»

ТТХ АНПА «Юнона» [4]:

- максимальная рабочая глубина - 1000 м;
- скорость подводного передвижения = 3 м/с = 10,8 км/ч;
- автономность - до 6 ч;

- время подзарядки аккумуляторной батареи – в открытых источниках не удалось найти эту информацию и предположим, что время на подзарядку аккумуляторной батареи будет схожее с АНПА «Gavia» - 8 часов, так как время автономности у них одинаковая.

Произведем расчеты аналогичным способом как для АНПА «Gavia»:

$$V_{\text{Юнона ср.}} = \frac{(V_{\text{Юнона}} + V_{\text{течения}}) + (V_{\text{Юнона}} - V_{\text{течения}})}{2} = \frac{(10,8 + 5,5) + (10,8 - 5,5)}{2} = 10,8 \text{ км/ч} \quad (7)$$

$$S = 10,8 \frac{\text{км}}{\text{ч}} * 6 \text{ часов} = 64,8 = 64 \text{ км} \quad (8)$$

$$\text{ДПУ} = \frac{1200 \text{ км}}{64 \text{ км}} = 18,75 = 19 \text{ шт.} \quad (9)$$

$$T_{\text{одного АНПА}} = 19 \text{ шт} * (6 \text{ часов} + 8 \text{ часов}) = 266 \text{ часов.} \quad (10)$$

Для того, чтобы осуществить непрерывную диагностику всей протяженности СП-2, увеличим количество АНПА. Так как имеем 19 шт. ДПУ можно было бы предположить использование равного количества АНПА, но так как время заряда аккумуляторной батареи превышает время работы АНПА, использование такого количества АНПА невозможно.

В связи с данным обстоятельством целесообразно предположить использование 10 шт. АНПА

($\frac{19 \text{ шт.}}{2} = 9,5 = 10 \text{ шт.}$), это поможет избежать конфликтов АНПА на ДПУ.

$$T_{10\text{-ти шт. АНПА}} = \frac{266 \text{ часов}}{10 \text{ шт.}} = 26,6 \text{ часа} \quad (11)$$

Рассчитаем на каком расстоянии друг от друга должны находиться ДПУ, чтобы АНПА «Юнона» мог вовремя зарядить аккумуляторную батарею:

$$S = \frac{1200 \text{ км}}{19 \text{ шт.}} = 63,15 = 63 \text{ км} \quad (12)$$

Исходя из полученных расчетов следует, что для диагностики СП-2 используя АНПА «Юнона» нам понадобится 19 шт. ДПУ находящиеся на расстоянии друг от друга 63 км, 10 шт. АНПА, а время диагностики всей протяженности СП-2 составит 26,6 часа.

Подводя итог в соответствии с произведенными расчетами, можно сделать вывод, о том, что АНПА «Юнона» наиболее экономически выгодная исходя из количества ДПУ и АНПА, по сравнению с АНПА «Gavia» для диагностики СП-2.

Литература:

1. Газпром. Газопровод «Северный поток -2». URL: <https://www.gazprom.ru/projects/nord-stream2/> (дата обращения 21.06.2021).
2. Балтийское море. URL: <https://bigenc.ru/geography/text/4343809> (дата обращения 21.06.2021).
3. Журнал Гидротехника.– 2011.– 2 (22), из-во «ТАНДЕМ».– С. 112.
4. АО "ЦКБ МТ "Рубин". URL:http://ckb-rubin.ru/proekty/robototekhnika/ampa_junona/ (дата обращения 21.06.2021).

References

1. Gazprom. Gazoprovod «Severnyj potok -2». URL: <https://www.gazprom.ru/projects/nord-stream2/> (data obrashcheniya 21.06.2021).
2. Baltijskoe more. URL: <https://bigenc.ru/geography/text/4343809> (data obrashcheniya 21.06.2021).
3. Zhurnal Gidrotekhnika 2 (22) / 2011., iz-vo «TANDEM». S. 112.
4. AO "CKB MT "Rubin". URL:http://ckb-rubin.ru/proekty/robototekhnika/ampa_junona/ (data obrashcheniya 21.06.2021).

УДК 629.5.083.7

DOI: 10.34046/aumsuomt101/31

СНИЖЕНИЕ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДИНАМИЧЕСКИ ПОЗИЦИОНИРУЕМЫХ СУДОВ ОСВОЕНИЯ ШЕЛЬФА

А.В. Игнатенко, начальник судомеханического факультета

Н.А. Кравченко, старший преподаватель

А.И. Епихин, кандидат технических наук, доцент

Требования по снижению выбросов в атмосферу с судов, принятые ИМО, ввиду особенностей технологических операций ДП-судов освоения шельфа (оффшорного флота) показывают существенное отличие последних от судов торгового флота. В статье анализируются некоторые возможные направления и поиск компромисса, изыскания, инновации для систем ДП-судов с целью повышения энергоэффективности их эксплуатации. Рассматриваются аспекты использования энергоэффективных схем электропитания пропульсивного комплекса с валогенераторами, распределения электроэнергии в судовой сети на постоянном токе, а также применения статических источников электроэнергии.

Ключевые слова: системы динамического позиционирования (СДП), статические источники электроэнергии (СИЭЭ), индекс эффективности использования энергии (ИЭИЭ), аккумуляторные батареи, парниковые газы, нулевые выбросы, ИМО, МАРПОЛ.

OFFSHORE DYNAMICALLY POSITIONED VESSELS LOW GHG STRATEGY APPROACH

A.V. Ignatenko, N.A. Kravchenko, A.I. Epikhin

Since the IMO adopted new environment regulations towards reduction of airborne pollutions from ships the design differences between offshore and commercial fleet vessels have been highlighted. This paper provides a review of some potential prospects and design improvements, innovations for offshore DP-vessels systems in order to increase their operations energy efficiency. The modern and prospective energy-efficient electrical power plants are reviewed – including hybrid schemes with shaft generators, the «Onboard DC-Grid» technology with ship's electrical distribution network utilizing direct current, as well as the benefits of static power sources are considered.