

Резидентная робототехника – современные технологии освоения шельфовых месторождений

ENG

В.Ю. Занин, office@oceanos.ru/
А.М. Маевский, maevskiy_andrey@mail.ru
/АО «НПП ПТ «Океанос», тел. +7(812) 292-37-16
г. Санкт-Петербург/

Поднята проблема экологичности и рентабельности подводной нефтегазодобычи. Предложено применение подводной резидентной робототехники для роста производительности и снижения операционных затрат при разработке морских месторождений. Представлены инновационные технологии АО «НПП ПТ «Океанос» для круглогодичной работы на арктическом шельфе.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: подводная резидентная робототехника, подводный добычный комплекс, удаленное управление робототехническими комплексами

Resident Robotics – Modern Procedures to Develop Offshore Fields

V.Y. Zanin, A.M. Mayevsky / "NPP PT "Oceanos" JSC, Saint-Petersburg/

The environmental and efficiency problem of subsea oil and gas production was raised. The use of subsea resident robotics to increase productivity and reduce operating costs in offshore field development is proposed. The innovative technologies of Oceanos JSC for year-round operation in the Arctics are presented.

KEY WORDS: subsea resident robotics, subsea robotics remote control, subsea hydrocarbon production

Освоение подводных месторождений углеводородов – сложная комплексная задача. Помимо инженерии и подводно-технических работ сегодня на первый план выходит экология и рентабельность, что диктует необходимость детального моделирования морских операций с использованием данных оперативной океанографии для ориентирования в крупномасштабных, мезомасштабных и тонкоструктурных морских полях.

Уходят в прошлое обитаемые надводные стационарные платформы с сотнями человек персонала, задействованного в морских условиях. Робототехника используется в донной инфраструктуре месторождений, смещая «человеческий фактор» в комфортные береговые центры.

К 2016 г. технология подводных добывающих комплексов (ПДК) была реализована на 130 морских месторождениях. Классическая схема предполагает использование многочисленных судов, с которых экспедиционным методом долго и с огромными затратами ведутся геологоразведка, освоение, ввод в эксплуатацию и сама эксплуатация с привлечением телеуправляемых обитаемых подводных аппаратов (ТНПА). При этом приходится терять время на мобилизацию, транзит на расстояние 100 и более миль, ожидание погодного окна, работу с удержанием позиции, сжигая тонны топлива, расходуя моторесурс и повышая себестоимость проекта.

Необходимы технологии, повышающие производительность и сокращающие операционные затраты.

Выход – роботизация по типу проекта Ормен Ланге (Норвегия), где контроль и мониторинг в районе месторождения (давление, температура, геометрия морского дна) выполняют автоматические донные станции, образующие посредством гидроакустической связи и безэкипажной дистанционно управляемой надводной платформы сетевой интернет вещей с выходом через спутниковый радиоканал на береговой центр управления.

На этом принципе сетевых технологий участники проекта Ормен Ланге компании Royal Dutch Shell и Equinor на практике применили технологии подводной резидентной робототехники.

Резидентная робототехника – новейший класс морских робототехнических комплексов (МРТК) для постоянного функционирования на акватории с базированием на подводных доковых станциях для подзарядки, смены инструмента, реконфигурации и связи с береговым или судовым центром управления.

Основу резидентной робототехники составляют гибридные обитаемые аппараты (ТНПА/АНПА) интервенционного класса, выполняющие:

- осмотр и мониторинг;
- легкие «интервенционные» операции: работу с гидравлическими разъемами и поворотными клапанами, подключение электрических кабелей ПДК, очистку разъемов, отбор проб жидкостей или грунта;

■ тяжелые «интервенционные» операции: замену сменных блоков ПДК, переключение дроссельных модулей, строительство и ремонт.

Управление резидентным МРТК обеспечивается через доковые станции, подводные ретрансляторы и/или с применением встроенных интеллектуальных адаптивных систем автономного функционирования и взаимодействия с другими роботами (элементами групповой технологии).

Большинство доковых станций имеет собственный приборный отсек с процессинговым модулем, высокоскоростной канал цифровой проводной или беспроводной (4G) связи с береговым центром управления, бесконтактные разъемы электропитания (для подключения и подзарядки различных типов аппаратов) и т.д.

В России внедрены подводные добычные комплексы и есть тренд на развитие подводной робототехники и сопутствующих технологий для освоения и эксплуатации морских месторождений, что подтверждает программа инновационного развития ПАО «Газпром».

С 2012 г. АО «НПП ПТ «Океанос» и ФГБОУ ВО «СПбГМТУ» в инициативном порядке разрабатывают инновационные элементы единого комплекса резидентной робототехники: подводный и волновой глайдеры, манипулятор, кастомизированные ТНПА, морские групповые технологии. В 2018 г. создан первый в России демонстратор технологий легкого интервенционного АНПА (ЛИ АНПА) с пятиступенным манипуляторным комплексом (МК) с электромеханическим приводом (см. **рисунк**).

На борту аппарата кроме адаптивной программно-модульной системы управления реализованы системы гидроакустической навигации, технического зрения, безджойстикowego управления МК, беспроводной подводной оптической связи со скоростью передачи данных до 20 Мбит/с и др.

Модульность позволяет мобильно реконфигурировать системы управления верхнего и среднего уровня, дополнять список задач и корректировать уже существующие миссии. Аппарат работает в дистанционном проводном/беспроводном и автономном режимах.

В ходе натурных испытаний и исследований на полигоне подводной робототехники испытательного бассейна СПбГМТУ успешно реализованы:

- дистанционная работа МК на макете подводной панели ПДК через оптический канал связи видеосистемы и телеметрии ЛИ АНПА;
- автоматизированные работы МК на макете подводной панели ПДК с помощью технического зрения;
- автоматический выход ЛИ АНПА и удержание целевой позиции в процессе пробоотбора грунта;
- удержание ЛИ АНПА и/или МК в заданной позиции в недетерминированной среде (с учетом внешних возмущающих воздействий).

Параллельно ведется работа по созданию единой океанологической обсерватории / сервисной донной станции для группы разнородных МРТК.

Удаленный пункт управления выполняет диагностику необитаемых аппаратов, находящихся в доке сервисной



Демонстратор технологий легкого интервенционного автономного необитаемого подводного аппарата ЛИ АНПА

станции, анализирует выполнение миссий, формирует базу данных. Сюда же поступает информация с сенсорной базы выносных приборов океанографических обсерваторий, результаты проверок состояния ПДК, данные телеметрии групп аппаратов, выполняющих миссии.

Оператор пункта управления может удаленно управлять аппаратом в случае сервисных работ МК в районе ПДК или стыковки аппарата с доковой станцией. Для этого АО «НПП ПТ «Океанос» реализована технология удаленного контроля и управления резидентными МРТК на базе системы дальней связи LoRa. Эта технология успешно апробирована МЧС России во время морского натурного эксперимента по удаленному управлению ТНПА в целях мониторинга подводных потенциально опасных объектов. Блок управления и оператор ТНПА располагались на береговом пункте, а спускоподъемная система и рабочее тело аппарата находились в 250 м от берега на безэкипажной платформе на базе шлюпки Ял-4П. Благодаря разработанной системе было выполнено успешное дистанционное управление ТНПА, получена вся сервисная информация с телеметрии аппарата.

АО «НПП ПТ «Океанос» продемонстрировало возможность применения разработанных технологий и систем в решении задач подводной нефтегазодобычи. Резидентная робототехника обеспечит круглогодичную работу на арктическом континентальном шельфе в течение длительного времени без привязки к ледовым условиям. Сложные адаптируемые и интеллектуальные алгоритмы управления позволяют безопасно взаимодействовать и функционировать в неизвестной (частично известной) динамически изменяющейся морской среде.

Концепция донной многофункциональной океанографической обсерватории с базированием резидентной робототехники решает проблему круглогодичного океанологического и экологического мониторинга, а также круглогодичной эксплуатации донной нефтегазовой инфраструктуры в тяжелых условиях Арктики. Снижение операционных расходов на подобные работы и вне арктического региона будут востребованы на внутреннем и внешнем рынке. При этом разработанная концепция системы удаленного контроля и управления позволит сократить затраты на выполнение мониторинговых и сервисных работ.