

УДК 622.276.04; 622.279.04

**ОСВОЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ РЕСУРСОВ АРКТИКИ
ИННОВАЦИОННЫМИ ПОДВОДНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ****Д.А.Мирзоев, И.Э.Ибрагимов, О.Л.Архипова**
(ДАОО ЦКБН ОАО «Газпром»)

Шельф Арктики обладает значительными запасами углеводородов (УВ), однако освоение их осложнено суровыми условиями окружающей среды. Необходимость в преодолении этих трудностей определяется факторами не только экономической и политической целесообразности, но и технологической возможностью реализации проектов по разведке и добыче УВ в этом регионе. В климатических условиях Арктики апробированные технологии добычи УВ сложно будет применить: месторождения располагаются далеко от береговой линии, транспортные коммуникации практически отсутствуют, продолжительная и очень холодная зима, полярная ночь, а толщина ледового покрова достигает двух и более метров. Применение инновационных подводных технологий является наиболее перспективным, оно основано на использовании систем подводного заканчивания скважин, устья которых располагаются на морском дне. Подводные промыслы могут быть полностью автономными, а также применяться в сочетании со стационарными или плавучими технологическими платформами. По мнению специалистов способ применения подводных промыслов является наиболее перспективным направлением при освоении месторождений, как в условиях замерзающих, так и незамерзающих морей, с использованием оборудования подготовки и нагнетания флюидов в подводном исполнении, в том числе многофазных насосов, сепараторов, компрессорных агрегатов и подводных буровых. Создание новых подводных технологий может стимулировать становление сырьевой экономики на новый инновационный путь развития

Ключевые слова: подводные технологии, подводная сепарация, подводное компримирование, подводная технология бурения скважин.

Адрес связи: d.mirzoev@inbox.ru, o_arkhipova@bk.ru

DOI: 10.5510/OGP20120300123

В пределах Арктики расположены территории, континентальные шельфы и исключительные экономические зоны восьми арктических государств – России, Канады, США (Аляска), Норвегии, Дании (Гренландия и Фарерские острова), Финляндии, Швеции и Исландии. Максимальную протяженность границ в Арктике имеет Россия [1].

Арктика чрезвычайно богата практически всеми видами природных ресурсов. Основное богатство Арктики – колоссальное количество неразработанных энергоресурсов, подо льдами Арктики залегают около 90 млрд. баррелей нефти и 47 трлн. кубометров природного газа [2]. По мнению ученых из Геологического общества, в Арктике сосредоточено 13% от мировых неразведанных запасов нефти и 30% неразведанных газовых запасов в мире. В пределах материковой части Арктики располагаются уникальные запасы и прогнозные ресурсы медно-никелевых руд, олова, платиноидов, агрохимических руд, редких металлов и редкоземельных элементов, крупные запасы золота, алмазов, вольфрама, ртути, черных металлов, оптического сырья и поделочных камней.

В суровых климатических условиях Арктики апробированные технологии добычи УВ невозможно будет применить: месторождения располагаются далеко от береговой линии, транспортные коммуникации практически отсутствуют, продолжительная и очень холодная зима, полярная ночь, а толщина ледового покрова достигает двух и более метров, ему свойственна подвижность и образования торосов.

Основной недостаток надводного способа осво-

ения для применения в Арктике в технико-экономической нецелесообразности использования конструкции объектов обустройства в сложных ледовых условиях. Опыт эксплуатации искусственных островов в мелководной части Канадской Арктики показал, что их основным недостатком является сложность обеспечения защиты откосов от волновой и ледовой эрозии и до настоящего времени указанная проблема практически не решена.

Применение подводных промыслов является наиболее перспективным, оно основано на использовании систем подводного заканчивания скважин, устья которых располагаются на морском дне. Подводные промыслы могут быть полностью автономными, а также применяться в сочетании со стационарными или плавучими технологическими платформами, т.е. как комбинированный промысел. По сравнению с традиционными методами освоения данный способ целесообразно рассматривать в качестве ведущих для освоения Арктических ресурсов УВ.

При разработке морских нефтегазовых месторождений редко применяют только один из методов, обычно используют комбинированные способы сооружения морских промыслов. Например, сочетают надводный промысел с подводным, причем надводную часть устанавливают на ледостойких платформах, на которых размещают буровые и эксплуатационные скважины, а также систему дистанционного управления оборудованием устьев подводных скважин.

Более двадцати лет подводные технологии добычи и подготовки углеводородов развивались и рассматривались как наиболее многообещающие



Рис.1. Общая схема подводного промысла для условий Арктики

направления в освоение ресурсов Арктики. Поэтому способ применения подводных промыслов является наиболее перспективным направлением при освоении месторождений, как в условиях замерзающих, так и незамерзающих морей, с использованием оборудования подготовки и нагнетания флюидов в подводном исполнении, в том числе многофазных насосов, сепараторов, компрессорных агрегатов (рис.1).

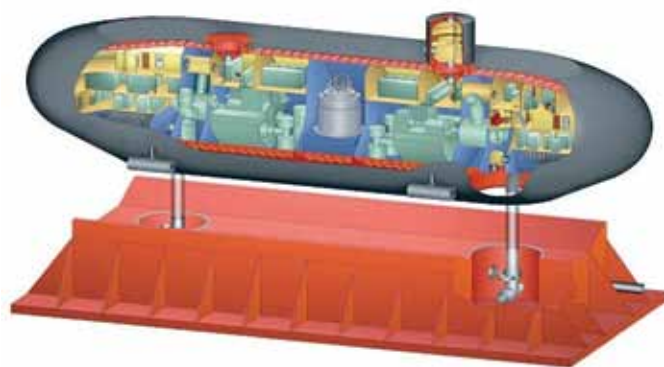
Сегодня на мировом рынке среди компаний проектантов и изготовителей подводного оборудования мировое лидерство в основном у следующих компаний: FMC Kongsberg Subsea AS, Aker Solutions (Subsea), Cameron и GE Vetco. Подводное устьевое оборудование - комплекс, обеспечивающий эксплуатацию место-

рождения в период всего срока его освоения.

Технологии подводной подготовки углеводородов существенно расширяют гибкость в добыче продукции скважин. В состав подводного комплекса подготовки продукции может входить следующее оборудование: сепарационное, центробежный газовый компрессор; электропривод с системой охлаждения; оборудование регулирования частоты вращения привода компрессора; оборудование подачи и распределения электропитания для потребителей блока; дистанционно-управляемая запорная арматура; контрольно-измерительные приборы; системы управления, аварийного выключения, мониторинга за текущим состоянием (рис.2).



На Западе – опытные образцы



В России – предпроектные проработки

Пилотный проект для Ормен Ланге (успешно сдан в мае 2012);
 Для Асгард (в стадии строительства, пуск в эксплуатацию в 2014);
 Для Галлфакс (в стадии строительства, пуск в эксплуатацию в 2014-2015);
 Полноразмерная станция для Ормен Ланге
 (в стадии проектирования, пуск в эксплуатацию в 2016-18)

Рис.2. Общие виды оборудования подводного компримирования продукции



Несколько проектов с подводной сепарацией нефти уже в эксплуатации (Тордис – Норвегия, Пазфлор – Ангола, Марлим – Бразилия и т.д.)

Степень освоенности:

В России – предпроектные проработки

На Западе – опытно-промышленное внедрение

Рис.3. Общий вид подводной установки для сепарации продукции

Технологии подводной подготовки УВ существенно расширяют гибкость в добыче продукции скважин. В состав подводного комплекса подготовки продукции может входить следующее оборудование: сепаратор; теплообменник; центробежный газовый компрессор с электроприводом и системой охлаждения; оборудование регулирования частоты вращения привода компрессора; оборудование подачи и распределения электропитания для потребителей блока; дистанционно-управляемая запорная арматура; контрольно-измерительные приборы; системы управления, аварийного выключения, мониторинга за текущим состоянием.

В состав подводной установки разделения пластовой продукции помимо многофазного насоса и сепаратора входит устьевое оборудование для нагнетания пластовой воды в пласт и манифольд для распределения скважинных потоков. Наличие в продукции скважин значительного количества песка потребует совершенствования (модернизации) конструкции подводных сепараторов, особенно при совместном использовании с подводными агрегатами компримирования газа, в результате чего возрастают требования к качеству подготовки газа (рис.3).

Для целей электроснабжения подводных объектов арктических шельфовых месторождений УВ наиболее существенным условием выбора вида электростанции является географическое положение потребителей электроэнергии. При использовании

подводных объектов обустройства месторождения, источник электроснабжения может находиться на ближайшем побережье, платформе (стационарной или плавучей) или под водой. В настоящее время для электропередачи к морским объектам используется высоковольтная передача переменного тока ввиду простоты электрического оборудования.

Шлангокабели нашли универсальное применение для обеспечения объектов подводного промысла: электроэнергией, ингибиторами гидратообразования, гидравлическими жидкостями, линией оптоволоконной для системы управления ПДК.

Для освоения ресурсов Арктики, потребуются новые виды оборудования для разведочного и эксплуатационного бурения - рассчитанных на круглогодичную эксплуатацию и долговременную автономную работу в условиях Арктического шельфа, в этом плане перспективной выглядит полностью подводная технология бурения, обустройства месторождений и транспортировки УВ (рис. 4).

Несмотря на более высокую стоимость самих систем подводного обустройства месторождений по сравнению с традиционными, в последние годы количество месторождений, осваиваемых с использованием подводных добычных комплексов, быстро растет. Это связано со значительно меньшими эксплуатационными затратами и возможностью управления добычей с берега, без строительства и установки специальных морских добычных платформ.

Несомненным лидером в области применения подводных технологий при освоении шельфовых месторождений нефти и газа является Норвегия. Норвегия сумела одновременно создать свою национальную инновационную систему и сделать ее частью глобальной, смогла добиться того, чтобы иностранные корпорации, работающие на местном рынке, проводили локализацию своих технологий в стране или передавали их норвежским научно-исследовательским институтам.

Годовой бюджет Исследовательского совета Норвегии превышает 4 млрд. норвежских крон и финансирует одну шестую всех исследований, проводимых в Норвегии. В Норвегии реализуется несколько технических программ, которые поддерживаются и финансируются правительством страны. Среди них - PETROMAKS (правительственное финансирование проектов НИОКР для нефтяного сектора), GASSMAKS (правительственное финансирование проектов НИОКР для газового сектора), DEMO2000 (программа содействия развитию новых технологий и внедрению научно-технических разработок в практику), RENERGI (финансирует проекты экологически чистого использования энергетических ресурсов страны, обеспечения конкурентоспособности энергетического сектора), CLIMIT (программа для разработки проекта экологически чистого природного газа).

Одна из разработок в рамках программы DEMO2000 – проект WS Seabed Rig – испытания прототипа полностью автоматизированной подводной буровой установки (рис.4). В 2008 году Научно-

исследовательскому совету была выделена сумма в 5691 миллион крон (28 млрд 455 млн рублей) для поддержки инновационных разработок. В 2001 году в Норвегии была принята национальная стратегия «Нефть и газ в 21 веке» (OG21), которая определила восемь целевых направлений для проведения исследований. Они включают в себя экологические технологии будущего, комплексное изучение залежей и разведку месторождений, совершенствование нефтеизвлечения, экономически эффективное бурение, интегрированное производство и разработку пласта в реальном времени, подводную обработку и транспортировку, глубоководную и подводную технологии добычи, газовые технологии [3].

Освоение минеральных ресурсов континентального шельфа Арктики не по силам одному государству, необходимо аккумулировать организационный, технологический и финансовый потенциал нескольких государств и ведущих нефтегазовых компаний для координации и отработки новых технологий и конструкций, а также выполнения программы создания подводной технологии и технических средств. Необходима подготовка квалифицированного персонала для ведения работы с использованием инновационных технологий подводного освоения арктического шельфа.

Инновационный высокотехнологичный путь развития, создание новых подводных технологий может стимулировать становление сырьевой экономики на новый наукоемкий путь развития.



Подводный буровой комплекс

Степень освоенности:

В России – предпроектная проработка

На Западе – информация не доступна

Комбинированный метод бурения
Степень освоенности:

В России – отсутствует полностью

На Западе – выполняется НИОКР, есть экспериментальный образец отдельных элементов роботизированной буровой

Рис.4. Общие виды буровых комплексов для работы в Арктике

P.S. В статье, в качестве иллюстраций были использованы материалы компаний FMC Technologies (рис.1,2), ЦКБ МТ Рубин (рис.2), Aker Solutions (рис.3), ОАО "ЦКБ Лазурит" и WS Seabed Rig (рис.4)

Literatura

1. Природные ресурсы Арктики. Справка, 2010 г. (Prirodniye resursy Arktiki. Spravka, 2010 g.)
2. "Арктического газа хватит всей земле на девять лет" //Информация The New-York Times, 24 июля 2008. "Arkticheskogo gaza hvatit vsey zemle na devyat let" //Informatsiya The New-York Times, 24 iyulya 2008.)
3. Ю.Тимофеев. Союз науки, власти и бизнеса //Журнал "МурманшельфИнфо". -2009. -№2 (7). (Yu.Timofeyev. Soyuz nauki, vlasti i biznesa //Jurnal "MurmanshelfInfo". -2009. -№2 (7).)

**The development the Arctic hydrocarbon resources
by innovative underwater technology**

D.A.Mirzoyev, I.E.Ibrahimov, O.L.Arkipova
("Gazprom" JSC CKBN)

Abstract

The arctic shelf possesses significant hydrocarbon (HC) reserves, though their development is impeded by severe environmental conditions. The need to overcome these difficulties is determined not only due to economic and political feasibility but also the technological feasibility of hydrocarbons exploration and production projects in the region. In the Arctic climatic conditions the application of proven hydrocarbon production technologies is rather complicated: the deposits are located far from the coast line, transport communications are practically absent, a long and very cold winter, the polar night, and the thickness of the ice cover reaches two meters or more. The use of underwater technology is the most challenging; it is based on the application of subsea well completion, with wellhead located on the seabed. Subsea fields may be completely independent, and used combined with fixed or floating technologic platforms. Sub-sea field development is the most advanced trend for the field development, whether in freezing or non-freezing seas, using the equipment for preparation and injection of fluids into a submarine version, including multiphase pumps, separators, compressor units and subsea drilling. Creating new subsea technology may drive the formation of resource-based economy to a new science-intensive development path.

**İnnovasiyalı yeraltı texnologiyaların vasitəsi ilə
Arktikanın karbohidrogen ehtiyatlarının mənimsənilməsi**

D.A.Mirzəyev, İ.E.İbrahimov, O.L.Arkipova
("Qazprom" ASC NAMKB)

Xülasə

Arktika şelfi karbohidrogen ehtiyatları ilə xeyli dərəcədə zəngindir, lakin onların mənimsənilməsi ətraf mühitin sərt şəraitinə görə çətinliklidir. Bu çətinliklərin aradan qaldırılmasının vacibliyi təkcə iqtisadi və siyasi faydalılıq faktorları ilə deyil, həm də bu regionda karbohidrogenlərin kəşfiyyatı və çıxarılması layihələrinin reallaşdırılmasının texnoloji imkanları ilə müəyyən edilir. Arktikanın iqlim şəraitinə görə, yəni yataqların sahildən uzaqda yerləşməsi, nəqliyyat əlaqələrinin demək olar ki, olmaması, uzun və çox soyuq olan qış, qütb gecəsi, qalınlığı iki metrdən çox olan buz qatının olması səbəbindən, karbohidrogenlərin çıxarılması üçün aprobeasiya edilmiş texnologiyaların tətbiq edilməsi çətin olacaqdır. Yeraltı texnologiyaların tətbiqi daha perspektivlidir, o, ağzı dənizin dibində yerləşən quyuların tamamlanması yeraltı sistemlərinin istifadə olunmasına əsaslanmışdır. Yeraltı mədənlər tamamilə avtonom olmaqla bərabər, həm də stasionar və üzən texnoloji platformalarla birlikdə tətbiq oluna bilər. Yeraltı mədənlərin istifadəsi üsulu, istər donan, istərsə də donmayan dəniz şəraitində flüidlərin hazırlanması və vurulması avadanlıqlarından sualtı şəraitdə, həmçinin çoxfazlı nasoslardan, separatorlardan, kompressor aqreqatlarından və sualtı buruqlardan istifadə edilməsi yataqların mənimsənilməsinin daha perspektivli istiqamətlərindəndir. Yeni sualtı texnologiyaların yaradılması, xammal iqtisadiyyatının yeni elmtutumlu sahəsində inkişafının təşəkkül tapmasını stimullaşdırma bilər.