

# ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ГАЗА В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ

УДК 622.279.3.04

П.В. Крылов, к.т.н., 000 «Газпром 335» (Санкт-Петербург, РФ)

В.Ю. Шарохин, 000 «Газпром 335»

А.А. Выдра, 000 «Газпром 335»

Е.С. Кудряшова, 000 «Газпром 335»

В статье представлен российский опыт создания проекта манифольда и донной опорной плиты для системы сбора газа, входящей в состав комплекса подводной добычи. Поставленная задача решается впервые в рамках Программы импортозамещения ПАО «Газпром». Актуальность исследования обусловлена тем, что единственная используемая в настоящее время в России система подводной добычи спроектирована и изготовлена за рубежом. Выполнение всех намеченных этапов работы позволит снизить риски, связанные с экономическими санкциями. Спроектирован манифольд с рабочим давлением 34,5 МПа; вес образцов 350 т, габариты 25,5 × 12,5 × 19,5 м. Учтена возможность технической совместимости с оборудованием зарубежных производителей. В качестве основания для манифольда выбрана донная опорная плита с фундаментом свайного типа. Требование по горизонтированию в 1° достигается только за счет конструкции основания. Предусмотрено точное позиционирование манифольда на финальном этапе спуска на фундамент.

Рассмотрены актуальные задачи для каждого этапа жизненного цикла оборудования – от изготовления до демонтажа. Планируется освоение новых технологий и материалов, подходящих для эксплуатации в условиях подводной добычи. В частности, запланировано изготовление оборудования из стали марки Super Duplex 25Cr. В программу испытаний манифольда и донного основания включены гидростатические испытания до 105 МПа. При установке на месторождении системы подводной добычи предусмотрено снижение капитальных затрат за счет уменьшения стоимости проектирования и производства оборудования. Для выполнения задачи предложены стандартизация принимаемых решений и технологий, а также применение модульных конструкций.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ, СИСТЕМА ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ, СИСТЕМА СБОРА ГАЗА, МАНИФОЛЬД, ДОННАЯ ОПОРНАЯ ПЛИТА, ШЕЛЬФ.

Согласно Государственной программе Российской Федерации «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013–2030 гг.» одним из приоритетных направлений является эффективное и экологически безопасное освоение морских месторождений углеводородов на континентальном шельфе в Арктической зоне Российской Федерации. Основной технической проблемой, которая должна быть

решена в ближайшие десятилетия, являются производство и доставка конечного продукта переработки углеводородного сырья по конкурентным ценам. Один из вариантов решения этой задачи – создание системы подводной добычи (СПД). В настоящий момент на шельфе Российской Федерации функционирует единственная СПД, установленная на Киринском газоконденсатном месторождении (шельф о. Сахалин) в рамках про-

екта «Сахалин-3». Данная система была спроектирована и изготовлена зарубежной компанией, что накладывает определенные ограничения в связи с санкционными рисками. Для минимизации рисков необходимо спроектировать и изготовить отечественную СПД. В ПАО «Газпром» организована специальная программа, решающая задачи по технологическому развитию и замещению импортируемой продукции. Создание

**Krylov P.V.**, Candidate of Sciences (Engineering), Gazprom 335 LLC (Saint Petersburg, Russian Federation)  
**Sharokhin V.Yu.**, Gazprom 335 LLC  
**Vydra A.A.**, Gazprom 335 LLC  
**Kudryashova E.S.**, Gazprom 335 LLC

### Experience in designing a domestic gas gathering system as a part of the import substitution strategy in the field of equipment manufacturing for subsea hydrocarbon production systems

The article presents the Russian experience of creating a project of manifold and subsea template for gas gathering system that is a part of subsea production complex. The assigned task is being solved for the first time within the framework of an import substitution program of Gazprom PJSC. The relevance of the research is due to the fact that the only subsea production system currently in use in Russia was designed and manufactured abroad. The implementation of all planned stages of work will reduce the risks associated with economic sanctions.

A manifold with operating pressure of 34.5 MPa is designed; the weight of samples is 350 t and the dimensions are 25.5 × 12.5 × 19.5 m. The possibility of technical compatibility with equipment of foreign manufacturers is taken into consideration. Subsea template with pile type foundation was selected as a basis for the manifold. The requirement for 1 degree leveling is achieved only due to the design of the basis. The precise positioning of the manifold is provided at the final stage of its descent to the foundation.

The relevant issues for each stage of the life cycle of the equipment, from manufacturing to dismantling, are considered. It is projected to acquire new technologies and materials necessary for operation in conditions of subsea production. In particular, it is planned to manufacture equipment designed of 25 Cr Super Duplex steel. It is decided to include hydrostatic tests (up to 105 MPa) in the testing program of the manifold and subsea template.

Installation of the subsea production system at the field will save the capital costs by reducing the development and manufacturing costs of the equipment. For the fulfillment of the task, it is proposed to standardize decisions and technologies, as well as the use of modular structures.

**KEYWORDS:** IMPORT SUBSTITUTION, SUBSEA PRODUCTION SYSTEM, GAS GATHERING SYSTEM, MANIFOLD, SUBSEA TEMPLATE, SHELF.

отечественной СПД является комплексной задачей на стыке дисциплин. Освоение производства разделяется на технологическую и опытно-конструкторскую составляющие. В рамках матричной структуры проекта выделена система сбора газа как неотъемлемая часть общего комплекса подводной добычи. Задачи, этапы и стадии работ, связанные с изучением и освоением новых технологий обустройства месторождений на континентальном шельфе, рассмотрены на примере разработки проекта системы сбора газа.

### МИРОВОЙ ОПЫТ РЕШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ОСВОЕНИЯ АРКТИЧЕСКОГО ШЕЛЬФА

Разработка и эксплуатация шельфовых месторождений связаны с решением ряда технических проблем, главными из которых являются удаленность месторождений от береговой линии, отсутствие транспортных коммуникаций, сложная ледовая обстановка.



Рис. 1. Морская ледостойкая стационарная платформа «Приразломная»  
 Fig. 1. Offshore ice-resistant stationary platform "Prirazlomnaya"

Обустройство месторождений на континентальном шельфе может осуществляться с помощью ледостойких платформ (рис. 1), искусственных островов, подводных добычных комплексов. Основным недостатком надводного способа освоения для применения в Арктике – это технико-экономическая нецелесообразность использо-

вания надводных конструкций объектов обустройства в сложных ледовых условиях. Опыт эксплуатации искусственных островов в мелководной части Канадской Арктики показал, что их главной проблемой, которая до сих пор не решена, является сложность обеспечения защиты откосов от волновой и ледовой эрозии.

© ПАО «Газпром нефть»

# ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ СБОРА ГАЗА В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ УГЛЕВОДОРОДОВ

УДК 622.279.3.04

П.В. Крылов, к.т.н., 000 «Газпром 335» (Санкт-Петербург, РФ)

В.Ю. Шарохин, 000 «Газпром 335»

А.А. Выдра, 000 «Газпром 335», vydraaa@gazprom335.ru

Е.С. Кудряшова, 000 «Газпром 335»

В статье представлен российский опыт создания проекта манифольда и донной опорной плиты для системы сбора газа, входящей в состав комплекса подводной добычи. Поставленная задача решается впервые в рамках Программы импортозамещения ПАО «Газпром». Актуальность исследования обусловлена тем, что единственная используемая в настоящее время в России система подводной добычи спроектирована и изготовлена за рубежом. Выполнение всех намеченных этапов работы позволит снизить риски, связанные с экономическими санкциями. Спроектирован манифольд с рабочим давлением 34,5 МПа; вес образцов 350 т, габариты 25,5 × 12,5 × 19,5 м. Учтена возможность технической совместимости с оборудованием зарубежных производителей. В качестве основания для манифольда выбрана донная опорная плита с фундаментом свайного типа. Требование по горизонтированию в 1° достигается только за счет конструкции основания. Предусмотрено точное позиционирование манифольда на финальном этапе спуска на фундамент.

Рассмотрены актуальные задачи для каждого этапа жизненного цикла оборудования – от изготовления до демонтажа. Планируется освоение новых технологий и материалов, подходящих для эксплуатации в условиях подводной добычи. В частности, запланировано изготовление оборудования из стали марки Super Duplex 25Cr. В программу испытаний манифольда и донного основания включены гидростатические испытания до 105 МПа. При установке на месторождении системы подводной добычи предусмотрено снижение капитальных затрат за счет уменьшения стоимости проектирования и производства оборудования. Для выполнения задачи предложены стандартизация принимаемых решений и технологий, а также применение модульных конструкций.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ, СИСТЕМА ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ, СИСТЕМА СБОРА ГАЗА, МАНИФОЛЬД, ДОННАЯ ОПОРНАЯ ПЛИТА, ШЕЛЬФ.

Согласно Государственной программе Российской Федерации «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013–2030 гг.» одним из приоритетных направлений является эффективное и экологически безопасное освоение морских месторождений углеводородов на континентальном шельфе в Арктической зоне Российской Федерации. Основной технической проблемой, которая должна быть

решена в ближайшие десятилетия, являются производство и доставка конечного продукта переработки углеводородного сырья по конкурентным ценам. Один из вариантов решения этой задачи – создание системы подводной добычи (СПД). В настоящий момент на шельфе Российской Федерации функционирует единственная СПД, установленная на Киринском газоконденсатном месторождении (шельф о. Сахалин) в рамках про-

екта «Сахалин-3». Данная система была спроектирована и изготовлена зарубежной компанией, что накладывает определенные ограничения в связи с санкционными рисками. Для минимизации рисков необходимо спроектировать и изготовить отечественную СПД. В ПАО «Газпром» организована специальная программа, решающая задачи по технологическому развитию и замещению импортируемой продукции. Создание





Рис. 2. Общий вид 3D-модели сборного манифольда (38 × 33 × 6 м)  
Fig. 2. General view of the 3D model gathering manifold (38 × 33 × 6 m)

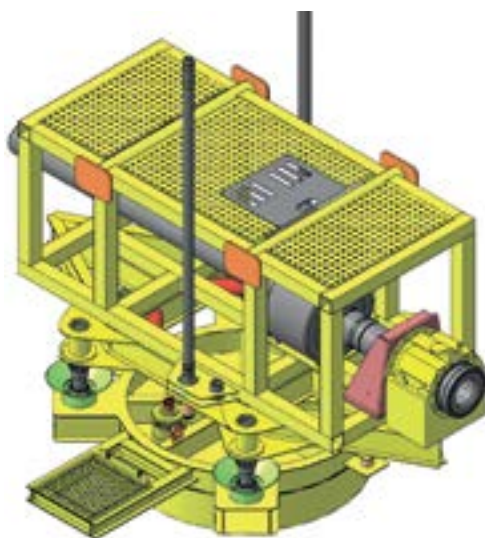


Рис. 3. Общий вид 3D-модели оконечного устройства трубопровода (15 × 6 × 2,5 м)  
Fig. 3. General view of the 3D pipeline terminal model (15 × 6 × 2.5 m)

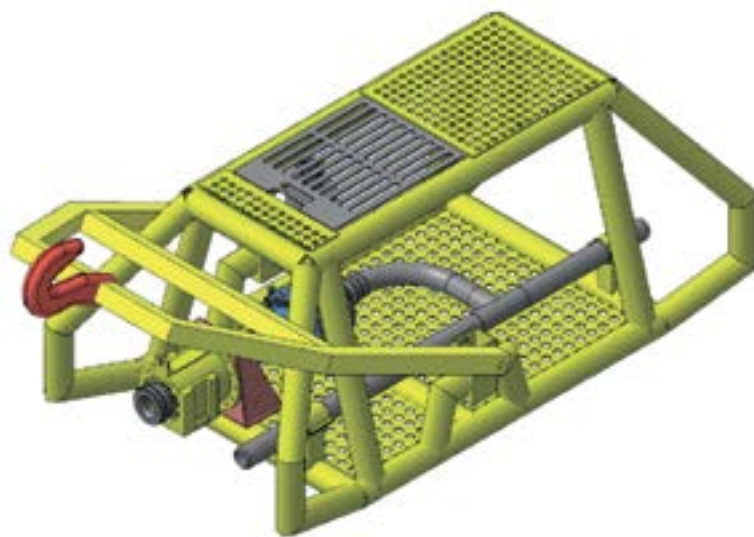


Рис. 4. Общий вид 3D-модели линейного тройника трубопровода (6 × 2 × 2,5 м)  
Fig. 4. General view of the 3D linear pipeline tee model (6 × 2 × 2.5 m)

Анализ тенденций развития технологий и оборудования для освоения месторождений на шельфе Норвегии показывает, что снижение капитальных и эксплуатационных затрат на обустройство месторождений достигается за счет использования системы подводной добычи, позволяющей осуществлять сбор пластового продукта в условиях постоянного нахождения оборудования под водой. Обширным опытом в проектировании и производстве оборудования СПД обладают такие компании, как TechnipFMC, GE Oil&Gas, Aker Solutions [1].

С учетом экономических санкций и опыта последних лет взаимодействия с иностранными по-

ставщиками в ПАО «Газпром» организована Программа импортозамещения оборудования для шельфовых проектов. В 2016 г. ПАО «Газпром» создало ООО «Газпром 335», специализирующееся на разработке комплексных решений задач по оборудованию СПД [2].

#### ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ПОДВОДНОЙ ДОБЫЧИ

В составе СПД можно выделить несколько групп оборудования, таких как устьевое оборудование, система управления, система сбора газа, оборудование для ремонта и заканчивания скважин.

Система сбора газа включает:

- манифольд (рис. 2) – систему приемных/распределительных

коллекторов и трубопроводов с разветвлениями, используемых для сбора пластовой продукции из скважин, распределения реагентов/инжектируемого газа для поддержания пластового давления, а также газлифтного газа по скважинам [3];

- оконечное устройство (рис. 3) – начало или точку присоединения подводного трубопровода к основному оборудованию системы подводной добычи;

- линейный тройник (рис. 4) – устройство, необходимое для присоединения вновь прокладываемых магистральных труб или отводов к существующим магистральным трубам с учетом перспектив развития месторождения и необходимости создания более разветвленной сети;

- донную опорную плиту (фундамент) (рис. 5) – конструкцию, обеспечивающую монтаж оборудования на грунте с заданным положением и передающую нагрузку от него на грунт;

- подводную дожимную компрессорную станцию (рис. 6) – систему, обеспечивающую стабильный и бесперебойный поток продукции скважин за счет нагнетания необходимого давления



Рис. 5. Общий вид 3D-модели донной опорной плиты манифольда (12,5 × 12,5 × 10 м)  
Fig. 5. General view of the 3D subsea template manifold model (12.5 × 12.5 × 10 m)



Рис. 6. Компрессор в подводном исполнении  
Fig. 6. Subsea compressor

газа для его транспортировки на береговую станцию в условиях падения внутрискважинного добычного давления;

- защитные конструкции, интегрированные в основное оборудование или отдельно монтируемые (рис. 7), обеспечивающие защиту оборудования системы подводной добычи от внешних воздействий.

Рассмотрим на примере манифольда и его фундамента задачи, которые оборудование должно выполнять на всех этапах своего жизненного цикла, включающих проектирование, изготовление, испытание, транспортировку и монтаж, сервисное обслуживание, демонтаж.

Проектирование оборудования выполнено с учетом следующих исходных данных:

- планируемый дебет и скорость потока флюида;
- давление на устье скважины;
- состав и температура флюида (газового конденсата);
- глубина месторождения;
- схема обустройства месторождения;
- грунты на площадках под оборудование;
- сейсмическая активность региона;
- требования по защите оборудования от случайных поврежде-

ний, таких как падающие объекты, трение;

- нормативы и стандарты.

Манифольд представляет собой нестандартное изделие, компоновка которого напрямую зависит от схемы обустройства месторождения. Тем не менее можно выделить следующие основные элементы этого оборудования:

- трубопровод газосборный;
- трубопроводная арматура;
- система управления;
- элементы системы соединения;
- рамные конструкции;
- защитные конструкции;
- система выравнивания.

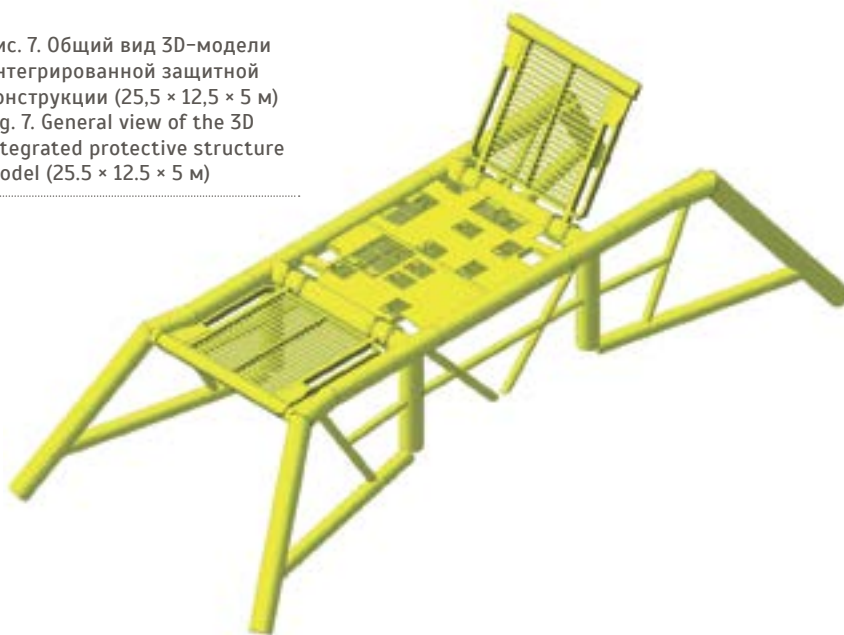
Компоновка донной опорной плиты, в свою очередь, напрямую зависит от манифольда, вариантов установки, сейсмической активности региона и грунта. Выделяется четыре основных варианта донных опорных плит:

- с фундаментом свайного типа;
- с юбочным фундаментом;
- с центральной сваей;
- интегрированные в конструкцию.

#### ПРОЕКТИРОВАНИЕ

В рамках опытно-конструкторской работы (ОКР) «Манифольд» по Государственной программе Российской Феде-

Рис. 7. Общий вид 3D-модели интегрированной защитной конструкции (25,5 × 12,5 × 5 м)  
Fig. 7. General view of the 3D integrated protective structure model (25.5 × 12.5 × 5 m)



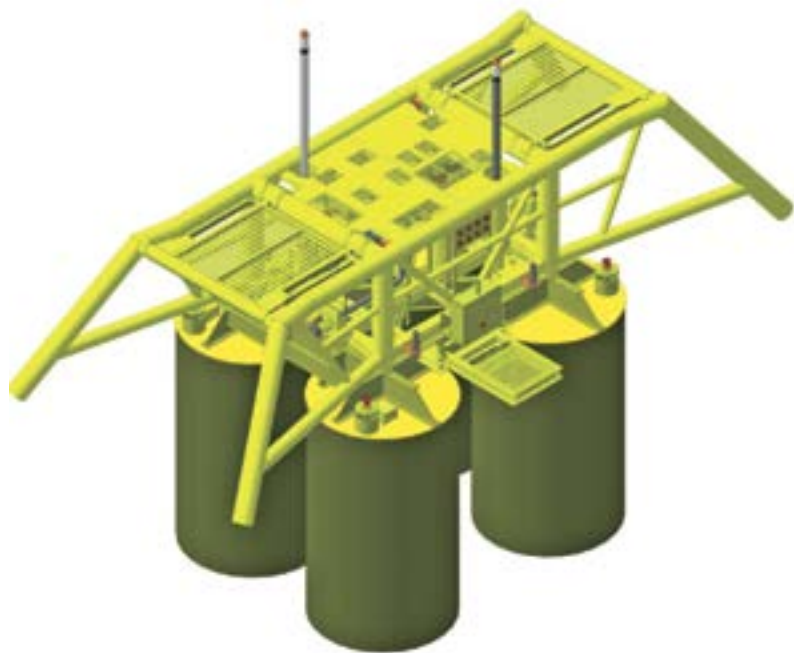


Рис. 8. Общий вид 3D-модели опытного образца кустового манифольда и донного основания (25,5 × 12,5 × 19,5 м)  
Fig. 8. General view of the 3D cluster manifold and guide base prototype model (25.5 × 12.5 × 19.5 m)

рации «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013–2030 гг.» [4] ООО «Газпром 335» совместно с АО «СПМБМ «Малахит» ведет проектирование и расчеты для манифольда и донной опорной плиты. Дополнительно для расчетов взаимодействия конструкций с грунтом и на сейсмическую устойчивость привлечено АО «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники имени Б.Е. Веденеева». Поскольку задачей ОКР является отработка конструкции, максимально близкой к перспективным месторождениям российского шельфа, исходные данные для проектирования взяты на основе Южно-Кириного газоконденсатного месторождения.

На рис. 8 представлен общий вид спроектированного манифольда и донного основания. Рабочее давление манифольда – 34,5 МПа, вес образцов – 350 т, габариты 25,5 × 12,5 × 19,5 м.

Спроектированная конструкция манифольда отвечает требованиям по количеству подключений фонтанных арматур, имеет оптимальный диаметр газосборного коллектора, интегрированную

защитную конструкцию, выдерживающую нагрузки от троса и падающих объектов.

После проработки концептуальных решений донной опорной плиты по данным предварительных расчетов в качестве основания для манифольда была выбрана донная опорная плита с фундаментом свайного типа. Спроектированное донное основание позволяет добиться соответствия требованиям по горизонтированию в 1° только за счет самой конструкции, так как подготовительные работы с грунтом на глубине 200 м – очень дорогой и трудоемкий процесс. Также она предусматривает точное позиционирование манифольда на финальном этапе спуска на фундамент.

#### ИЗГОТОВЛЕНИЕ

Следующей задачей ООО «Газпром 335» будет совместная работа с заводом-строителем по изготовлению опытного образца и проведению приемо-сдаточных испытаний.

В ходе проведения ОКР по разработке манифольда и донной опорной плиты было определе-

но, что для реализации проекта российским производителям необходимо освоить такие технологии, как:

- наплавка коррозионноустойчивых сплавов на внутренние поверхности сложного профиля;
  - сварка трубопроводов большого диаметра из двухфазных нержавеющих сталей марки Super Duplex;
  - разнородная сварка трубопроводов большого диаметра из двухфазных сталей марки Super Duplex и изделий из низколегированной стали;
  - изготовление деталей трубопровода сложного профиля из порошковых материалов марки Super Duplex методом горячего изостатического прессования;
  - изготовление съемных элементов защиты манифольда больших габаритов из армированного стеклопластика;
  - нанесение фторполимерных покрытий (Xylan™) на крупногабаритные (размером до 1 м) детали;
  - изготовление бесшовных труб малого диаметра (до 25,4 мм) из никелевых сплавов (Inconel 625);
  - изготовление бесшовных труб большого диаметра из материалов из двухфазных нержавеющих сталей марки Super Duplex;
  - технология выравнивания крупногабаритного оборудования на грунте под водой.
- Сложные условия функционирования оборудования для подводной добычи обуславливают особые требования к материалам, полуфабрикатам, изделиям и производству для изготовления оборудования СПД. ООО «Газпром 335» активно взаимодействует с крупнейшими металлургическими предприятиями РФ, производящими необходимый сортамент для производства манифольдов. Важным направлением работы является производство специальных материалов, таких как двухфазные нержавеющие аустенитно-ферритные стали с содержанием хрома 25 %, известные на мировом рынке как Super Duplex



25Cr. Эта сталь обладает рядом особенностей, характерных для легированных материалов, в том числе высоким уровнем сопротивляемости питтинговой коррозии (эквивалентное число сопротивления питтинговой коррозии  $PREN > 40$ ), высокими прочностными характеристиками, которые сохраняются при работе при температуре до 90 °С, пределом текучести при нормальных условиях 550 МПа. В настоящее время в России идет освоение производства этого материала при непосредственном участии ООО «Газпром 335». Конечное изделие будет соответствовать классификации UNS 32750/32760 с  $PREN > 40$ .

Ввиду нагрузок, испытываемых трубопроводной обвязкой манифольда в ходе грузоподъемных операций, монтажных работ, эксплуатационного периода, в системах трубопроводов предполагается использовать изделия, изготовленные из порошковых материалов Super Duplex методом горячего изостатического прессования для нестандартного типоразмера с геометрией и прочностными характеристиками, рассчитанными под конкретные условия. Такие изделия требуют особого контроля, технологии изготовления и производственных мощностей. В настоящее время ООО «Газпром 335» проводит работы по поиску потенциальных изготовителей данной продукции.

В рамках ОКР также налаживается производство из специальных сплавов двойного назначения (никелевых) высокоточных изделий, предназначенных для соединения оборудования, работающего под давлением до 69 МПа.

#### ПРИЕМО-СДАТОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

После изготовления системы запланировано проведение приемо-сдаточных испытаний. При этом, учитывая специфику конструкции, необходимо также провести промежуточные испытания на этапе сборки и, дополнительно,

расширенные испытания элементов системы с учетом того, что назначенный срок ее службы составляет 30 лет, а срок службы ряда стандартных компонентов – 25 лет.

В настоящее время ООО «Газпром 335» разрабатывает программу испытаний манифольда и донного основания, включающую гидростатические испытания до 105 МПа, функциональные испытания совместно с оборудованием смежных ОКР, испытания сопряжения манифольда и донного основания. Проведение полного комплекса испытаний требует от завода-изготовителя наличия гидравлических стендов, грузоподъемного оборудования, площадки необходимого размера, защитных экранов и монтажных стендов. Одним из главных условий является обеспечение безопасности при проведении испытаний с учетом дистанционного управления арматурой, гарантии сброса давления после каждого испытания. Все эти требования учтены при составлении программы испытаний.

#### ТРАНСПОРТИРОВКА И МОНТАЖ

Поскольку натурные испытания на открытой воде не входят в рамки отдельного ОКР, одной из задач при проектировании являются учет и расчет нагрузок при транспортировке и монтаже. Предполагается транспортировка конструкции водным транспортом, что требует учета следующих параметров: ветровая нагрузка – до 30 м/с; угол бортовой качки – 20°, период до 10 с; угол килевой качки – 12°, период до 10 с; вертикальная качка – 1,96 м/с<sup>2</sup>.

При спускоподъемных и установочных операциях рассчитываются такие фазы, как нахождение в воздухе, прохождение зоны всплеска, нахождение в морской воде, установка донного основания в грунт, установка манифольда на донное основание.

Манифольд оборудован системой мягкой посадки для обеспечения гарантированного и безо-

пасного для систем манифольда спуска на донную опорную плиту. Основным элементом системы мягкой посадки является гидроцилиндр, принцип работы которого аналогичен принципу работы амортизатора.

Для обеспечения точного монтажа оборудования предусмотрена система направления манифольда на донную опорную плиту. С этой целью используются две съемные направляющие разной высоты для упрощения операции установки и позиционирования устанавливаемого оборудования. По мере установки система направления за счет конструктивных особенностей уменьшает поле допуска.

Фундамент донной опорной плиты рассчитан на оптимальное по времени погружение в грунт до проектной отметки, выдерживание сейсмических нагрузок без выхода за критический угол горизонта (расчет на устойчивость).

В дополнение к основному оборудованию предусматривается проработка вопросов позиционирования оборудования при установке. Если угол к горизонту обеспечивается конструкцией фундамента, то угол по азимуту и местоположение – применением дополнительного навесного оборудования. Навесное гидроакустическое и контрольно-измерительное оборудование должно быть расположено таким образом, чтобы обеспечивать снятие показаний без погрешностей, предоставлять свободный доступ манипулятору телеуправляемого подводного аппарата как к штатным, так и к внештатным устройствам управления, а также с учетом дистанционного демонтажа навесного оборудования с манифольда. Для решения этих задач ООО «Газпром 335» взаимодействует с несколькими организациями, специализирующимися на разработке гидроакустических навигационных систем.

Отдельным направлением проектирования является проработка

вариантов установки оконечных устройств и линейных тройников. Монтаж должен производиться путем приварки к линейному трубопроводу и размещения на морском дне с помощью стингера трубоукладочного судна или вспомогательного оборудования при укладке трубопровода. Для установки оконечных устройств и линейных тройников должен быть выполнен статический анализ с учетом и без учета течений. При этом поперечные течения являются неблагоприятным фактором для процедуры установки.

При проектировании оборудования учтена возможность технической совместимости с оборудованием зарубежных производителей, подключения к текущим или перспективным объектам обустройства месторождения через трубную и кабельную продукцию посредством сварных, муфтовых и других видов соединений. Все элементы сопряжения, такие как ответные элементы соединения, разъемы, переходники, изготовлены в соответствии с международными стандартами.

#### СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ДЕМОНТАЖ

В области сервисного обслуживания оборудования систем сбора газа ООО «Газпром 335» ведется работа по формированию требований по временным интервалам обслуживания. Конструкция

манифольда и донной опорной плиты должна предусматривать полный доступ телеуправляемого необитаемого подводного аппарата ко всем устройствам управления, как штатным, так и нештатным. Проверка областей доступа проводится еще на этапе проектирования.

Расчеты по демонтажу конструкции проводятся для вариантов демонтажа через непродолжительное время после установки и через 30 лет эксплуатации. С учетом износа оборудования после всего срока эксплуатации необходимо рассчитать нагрузки при выемке донной опорной плиты из грунта. Конструкция манифольда и донной опорной плиты должна обеспечивать наименьшее время демонтажа.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

Еще одним направлением работы являются определение и проработка дополнительного или перспективного оборудования, входящего в систему сбора газа. В качестве примера можно привести подводную дожимную компрессорную станцию и элементы инфраструктуры для автономных необитаемых подводных аппаратов. Данные вопросы актуальны, в том числе, для применения систем сбора газа на арктических месторождениях, для которых характерны удаленность от берега и сложная ледовая обстановка.

Также необходимо упомянуть о задаче снижения капитальных затрат при обустройстве месторождения с помощью СПД. Обеспечить ее решение можно за счет снижения стоимости проектирования и производства оборудования, что достигается максимальной стандартизацией применяемых решений и технологий. Так, применительно к манифольду необходимо предусматривать модульность конструкции, т. е. в зависимости от схемы освоения компоновать манифольд оборудованием в составе уже спроектированных подборок единиц.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На примере манифольда и его донной опоры рассмотрены этапы жизненного цикла оборудования для системы подводной добычи: проектирование, изготовление, испытание, транспортировка и монтаж, сервисное обслуживание, демонтаж.

Планируется, что выполнение всех перечисленных работ в комплексе позволит обеспечить импортозамещение системы подводной добычи на шельфе Российской Федерации. Начатый проект станет основой для выполнения работ по освоению морских месторождений с привлечением российских компаний на всех этапах жизненного цикла оборудования. ■

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инновационные технологии подводной добычи углеводородов на шельфе Арктики [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://neftegaz.ru/science/view/933-Innovatsionnye-tehnologii-podvodnoy-dobychi-uglevodorodov-na-shelfe-Arktiki> (дата обращения: 25.01.2018).
2. Крылов П.В. Промежуточные итоги и перспективы реализации стратегии импортозамещения продукции и технологий на объектах ПАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2017. № 1. С. 86–93.
3. Правила классификации и постройки подводных добычных комплексов. СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2017. С. 7.
4. Об утверждении Государственной программы Российской Федерации «Развитие судостроения и техники для освоения шельфовых месторождений на 2013–2030 годы» (с изм. на 31 марта 2017 г.) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420396569> (дата обращения: 25.01.2018).

#### REFERENCES

1. Innovative Technologies of Subsea Hydrocarbon Production at the Arctic Shelf [Electronic source]. Access mode: <https://neftegaz.ru/science/view/933-Innovatsionnye-tehnologii-podvodnoy-dobychi-uglevodorodov-na-shelfe-Arktiki> (access date: January 25, 2018). (In Russian)
2. Krylov P.V. Interim Results and Prospects of Implementing the Product and Technology Import Phase-Out Technology at Gazprom PJSC's Facilities. *Gazovaya promishlennost' = Gas Industry*, 2017, No. 1, P. 86–93. (In Russian)
3. Rules for Classification and Construction of Subsea Production Complexes. Saint Petersburg, Research Bulletin by Russian Maritime Register of Shipping, 2017, P. 7. (In Russian)
4. On Approval of the State Program of the Russian Federation «Development of Shipbuilding and Technology for the Acquisition of Shelf Deposits for 2013–2030 (as Amended on March 31, 2017) [Electronic source]. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/420396569> (access date: January 25, 2018). (In Russian)