



УДК 629.563.3

БУРОВЫЕ СУДА ДЛЯ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ**DRILLING SHIPS FOR RUSSIAN ARCTIC****Рахматуллин Дамир Валериевич**

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Уфимский Государственный Нефтяной
Технический Университет
rdv@yandex.ru

Елисеев Сергей Юрьевич

студент,
Уфимский Государственный Нефтяной
Технический Университет
sergeim941@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассмотрено текущее состояние разработок и проведен анализ существующих конструкций буровых судов ледового класса. Рассмотрены способы защиты от плавучих льдов, как корпуса бурового судна, так и водоотделяющей колонны.

Ключевые слова: разведка арктических месторождений, буровое судно, буровая шахта, защитная турель, двойная система удержания судна.

Rakhmatullin Damir Valeriyevich

Candidate of Technical Sciences,
associate professor,
associate professor «Drilling of oil
and gas wells»,
Ufa State Oil Technical University
rdv@yandex.ru

Yeliseyev Sergey Yuryevich

Student,
Ufa State Oil Technical University
sergeim941@gmail.com

Annotation. This article discusses current status of development and the analysis of existing designs of ice-class drill ships. The methods of protection from floating ice, both the ship's hull and the riser are also given in this article.

Keywords: exploration of arctic oil and gas fields, drill ship, moon pool, protective and mooring turret, drill ship double retention system.

Российская Федерация обладает уникальными запасами нефти и газа, расположенными на арктическом шельфе и акваториях северных и дальневосточных морей. С постепенным удалением разведываемых месторождений от берега и мелководья встает вопрос об отсутствии техники и технологий для разведочного и эксплуатационного бурения на море в условиях Арктики. Тяжелая ледовая и климатическая обстановка не позволяет обычным полупогружным плавучим буровым установкам (ППБУ) и буровым судам осуществлять бурение и испытание скважин вне «бурового окна», которое составляет 2–3 месяца в арктических морях и 4,5 месяца в дальневосточных морях, т.к. льды вне этого периода представляют опасность для существующих буровых платформ.

В настоящее время Россия обладает двумя ППБУ: «Северное сияние» и «Полярная звезда», которые способны работать в легких ледовых условиях (битый однолетний лед толщиной до 0,7 м). Однако, как показал анализ существующих конструкций, ни одна страна в мире не обладает буровыми установками и буровыми судами, способными выдержать эксплуатацию в условиях дрейфующего битого льда толщиной 1,1–1,4 м, а также к самостоятельному плаванию во льдах за ледокольным судном. [4]

Все разрабатываемые перспективные проекты буровых установок направлены лишь на *повышение защиты водоотделяющей колонны* от ледовой нагрузки и на удержание позиции во время работы в сплоченном льду.

В связи с изложенным выше, необходима проработка проекта бурового судна, которое выгодно отличается от ППБУ следующими свойствами:

1. Наличие ледового класса не ниже Arc6, что позволит *осуществлять самостоятельное плавание за ледокольным судном* при смене позиции.
2. Наличие *защитной буровой турели с якорным устройством*, что позволит надежно защитить водоотделяющую колонну от плавучего льда.
3. Полное утепление, «винтеризация» буровой установки, что позволит экипажу производить работы при низких температурах.

В настоящий момент за границей уже существует буровое судно ледового класса Stena IceMAX. (рис. 1). Данное судно построено в Южной Кореи на верях «Samsung Heavy Industries» в 2012 г. и спроектировано с учетом требований [2] по ледовому классу PC-4, который соответствует классу Arc6 по российскому реестру судоходства. Полное наименование класса – DNV: +1A1 PC-4 Winterized Cold (–20 °C) (–30 °C) Ship-shaped Drilling Unit (N) HELDK-SH CRANE E0 F-AM DYNPOS-AUTRO DRILL(N).

Как следует из описания и конструкции бурового судна «Stena IceMAX», оно предназначено для работы в арктических морях, хотя и не имеет системы защиты водоотделяющей колонны от плавучих льдов. Согласно данным [1], на данном судне реализована защита буровой шахты от обмерзания путем орошения подогретой морской водой. По данным [3], а также по расшифровке наименования класса, можно сделать вывод, что это буровое судно имеет только динамическую систему удержания, а турель, проходящая через буровую шахту, отсутствует, соответственно, нет и якорной системы пассивного удержания.



Рисунок 1 – Буровое судно «Stena IceMAX» [3]

Серия экспериментов проведенных в ледовом бассейне и направленных на имитацию нагрузки на корпус судна от движущегося льда показали, что динамическая система удержания способна противостоять натиску плавучих льдов на корпус. Производилась имитация следующей ледовой обстановки: дрейфующий лед толщиной 0,7–1,3 м (при сплоченности 8/10), скорость приближения льдов: 0,3–1,0 узел. Далее, после окружения судна льдами производился поворот корпуса на 180° с помощью винторулевых колонок (ВРК). Результаты эксперимента убедительно показали, что динамическая система удержания способная противостоять сдвигу судна с точки бурения и также способна поворачивать корпус в разряженном льду.



Рисунок 2 – Модель судна в ледовом бассейне [1]

Однако постоянная работа ВРК приводит к повышенной нагрузке на генераторы, и, следовательно, к высокому потреблению топлива судовой энергоустановкой, что приводит к снижению автономности судна по топливу, удорожанию работ.

Обоснование безопасности работ бурового судна без защитной турели приведено в источнике [10]. Основой безопасности работ иностранные исследователи считают наличие комплекса мониторинга ледовой обстановки, в который включены как суда поддержки, так и воздушные и подводные беспилотные аппараты. Наличие данных о движении льдов, об их толщине и сплоченности позволяет заблаговременно остановить работы, отсоединиться от скважины и перейти на безопасное место.

Ведущими мировыми технологическими компаниями (Aker Solutions и Aker Arctic) ведется проработка проектов буровых судов для работы в Арктике. Особое внимание уделяется разработке ледостойкого корпуса судна, и в связи с этим, производились исследования прочностных свойств корпусов на масштабных моделях при заморозке в бассейнах. Аналогичные работы также были выполнены в Крыловском государственном научном центре в рамках проекта бурового судна «БС034». Следует отметить, что конструкции корпусов судов достаточно хорошо проработаны кораблестроительными компаниями, а современные марки сталей позволяют построить корпус практически любого ледового класса.

Помимо обеспечения прочности корпуса судна, который является опорным основанием для бурового оборудования также необходимо обеспечить защиту водоотделяющей колонны от плавучих



льдов. Актуальность этой проблемы подтверждается тем, что в этом направлении ведутся разработки и уже подано несколько заявок на патенты. Примечательно, что и российскими и зарубежными исследователями оптимальной признана конструкция ледовой защиты турельного типа.

Отечественный исследователь Таровик В.И. в своей работе [6], которая посвящена буровому судну для российской Арктики приводит следующие наработки по защитной турели: Встроенная турель диаметром 17 метров совмещена с буровой шахтой, а якорные цепи системы пассивного удержания проходят через стопорное устройство в корпусе турели и после этого закрепляются на корпусе судна. (см. рис. 3.) Таким образом достигаются сразу несколько целей: во-первых, реализуется двойная система удержания бурового судна, так как якорная система работает одновременно с системой динамического позиционирования, что снижает нагрузку на винторулевые колонки и снижает энергопотребление, во-вторых, способность бурового судна поворачиваться вокруг турели позволяет капитану сориентировать корпус корабля наиболее выгодным образом при шторме и при встрече с полями плавучего льда. Также следует отметить, что разработан и способ защиты водоотделяющей колонны от плавучего льда, попадающего под корпус бурового судна путем применения турели с затопляемым отсеком [7].

Принцип защиты от плавучего льда состоит в том, что затопляемый отсек турели опускается ниже основной плоскости бурового судна и тем самым препятствует попаданию льда в буровую шахту.

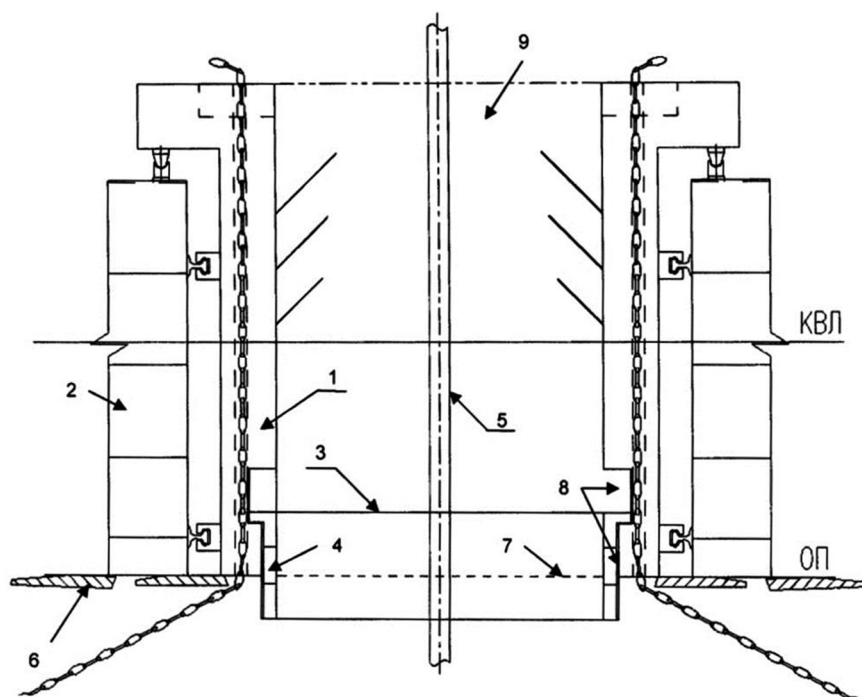


Рисунок 3 – Защитная турель с затопляемым отсеком

Для обеспечения безопасности буровых работ в Арктике крайне необходимо обеспечить быстрое отсоединение бурового судна и отход его на безопасное расстояние от ледовых полей. Для судов, которые используют только динамическую систему позиционирования, уход с точки бурения не представляет трудностей, так как для этого необходимо лишь разъединить нижний присоединительный узел водоотделяющей колонны, и далее поднять ее на несколько метров над подводным противовыбросовым оборудованием, после чего судно может самостоятельно двигаться в любом направлении. При активации аварийных систем разъединения данный процесс занимает от 15 секунд до нескольких минут.

При использовании двойной системы удержания, помимо отсоединения водоотделяющей колонны, также необходимо и отсоединение якорной удерживающей системы. При работе с турелью, описанной в патенте [7] для перемещения судна необходимо отделить якорные цепи от корпуса, и, следовательно, осуществить их сброс. Обратное присоединение якорных цепей предполагается произвести методом, описанным в патенте [8], то есть с использованием дистанционно управляемых подводных аппаратов. Так как подавляющее большинство подводных аппаратов требуют наличия кабеля для управления и спускоподъемных операций, то процесс обратного присоединения якорных цепей будет сильно осложнен плавучими льдами, которые могут перебить кабели управления.

Исследования [1] и [5] привели к разработке конструкции бурового судна, которая в целом повторяет российскую, но отличается применением уже отработанной на существующих плавучих комплексах добычи и отгрузки турели с отделяемым бумом. Цепи якорной удерживающей системы соединены с нижней частью турели, которая представляет собой отделяемый и затопляемый буй. При необходимости ухода с места бурения и сброса якорей происходит разъединение удерживающего устройства и практически мгновенно



венное затопление буя, который после этого опускается на некоторую глубину. Обратное соединение верхней части турели и буя не составляет трудностей и описано в патенте [9].

Турель с отделяемым буюм имеет неоспоримое преимущество перед турелью, через которую проходят цепи якорной системы. Процесс отсоединения и присоединения буя с якорной системой может происходить без участия вспомогательных судов.

Общими недостатками обеих конструкций являются:

1. Сложность при подъеме подводного противовыбросного оборудования: после подъема ПВО для обслуживания или ремонта необходимо переместить его от центра буровой шахты к рабочей зоне на борту судна, но так как в буровой шахте расположена турель, то данная операция невозможна. Корни этих сложностей лежат в том, что изначально турели предназначались для установки на плавучие комплексы добычи, где нет необходимости поднимать ПВО на борт судна. Для решения этой проблемы необходима кардинальная переработка компоновки буровой шахты.

2. Высокая вероятность обмерзания как пространства внутри турели, так и между ней и корпусом судна, что приведет в случае с отечественной разработкой к невозможности поворота судна вокруг оси турели, а в случае с иностранной разработкой – к невозможности сброса затапливаемого буя. Данную проблему можно решить как путем орошения подогретой морской водой, так и с помощью постоянного обогрева механизмов с целью недопущения нарастания льда.

Отечественными и зарубежными компаниями уже накоплено большое количество наработок по проектам буровых судов для Арктики. Для успешной их реализации необходим интерес инвесторов, которыми будут являться крупные государственные структуры, либо ведущие компании-операторы морских буровых платформ.

Литература:

1. MTS Dynamic Positioning Conference, DP Ice Model Test of Arctic Drillship, Torbjørn Hals (Kongsberg Maritime, Kongsberg), Norway Fredrik Efraimsson (Stena Rederi, Gothenburg, Sweden), October 11–12, 2011.
2. IMO Guidelines, 2002 (IACS Polar Ship Rules, 2006).
3. Сайт компании «Stena Drilling». URL : <http://www.stena-drilling.com/our-fleet/stena-icemax/>
4. Kryzhevich G.B. Design Problems and development prospects for ice-resistant semisubmersible floating drilling units. *The Arctic: ecology and economy*. – 2017. – № 4(28), P. 108–117. DOI: 10.25283/2223-4594-2017-4-108-117.
5. Henric Hannus. Aker Solutions Arctic Drillship. – Norway, 2012.
6. Tarovik V.I. The concept of Drillship for Russian Arctic Shelf / Arctic Regional Oil&Gas Conference. Stavanger, Norway. 26 of February, 2013.
7. Патент РФ № 2012125990/11, 22.06.2012. ТУРЕЛЬ БУРОВОГО СУДНА // Патент России № 2508223. 27.02.2014 Бюл. № 6. / Таровик В.И., Вальдман В.А., Карелин Т.А., Фомичев Э.Н.
8. Патент РФ № 2012122344/11, 31.05.2012. Способ постановки бурового судна с турелью на систему якорного удержания в ледовых условиях // Патент России № 2508220. 27.02.2014 Бюл. № 6. / Таровик В.И., Вальдман В.А., Карелин Т.А., Фомичев Э.Н.
9. Патент РФ № 2010131829/11, 18.03.2009. Плавучая платформа с турелью, оснащенной отсоединяемым буюм для крепления соединительных труб, проходящих от дна к поверхности // Патент России № 2492101. 27.04.2012 Бюл. № 12/БАЙЛО Мишель (FR), ДЕНИЗ Жан-Поль (FR), МАРТИ Тома (FR).
10. Roger Skjetne, Lars Imsland, Sveinung Loset. The Arctic DP Research Project: Effective Station keeping in Ice. Modeling, Identification and Control. – 2014. – Vol. 35. – № 4. – P. 191–210. – ISSN 1890-1328.

References:

1. MTS Dynamic Positioning Conference, DP Ice Model Test of Arctic Drillship, Torbjørn Hals (Kongsberg Maritime, Kongsberg), Norway Fredrik Efraimsson (Stena Rederi, Gothenburg, Sweden), October 11–12, 2011.
2. IMO Guidelines, 2002 (IACS Polar Ship Rules, 2006).
3. Website of the company «Stena Drilling». URL : <http://www.stena-drilling.com/our-fleet/stena-icemax/>
4. Kryzhevich G.B. Design Problems and development prospects for ice-resistant semisubmersible floating drilling units. *The Arctic: ecology and economy*. – 2017. – № 4(28), P. 108–117. DOI: 10.25283/2223-4594-2017-4-108-117.
5. Henric Hannus. Aker Solutions Arctic Drillship. – Norway, 2012.
6. Tarovik V.I. The concept of Drillship for Russian Arctic Shelf / Arctic Regional Oil&Gas Conference. Stavanger, Norway. 26 of February, 2013.
7. Patent of the Russian Federation № 2012125990/11, 6/22/2012. TOURIST'S FIR-TREE of the BORING VESSEL // Patent of Russia No. 2508223. 2/27/2014 Bulletin № 6. / Tarovik V.I., Valdman V. A., Karelin T.A., Fomichev E.N.
8. Patent of the Russian Federation № 2012122344/11, 5/31/2012. A way of statement of the boring vessel with a tourist's fir-tree on the system of anchor deduction in ice conditions//the Patent of Russia № 2508220. 2/27/2014 Bulletin № 6. / Tarovik V.I., Valdman V. A., Karelin T.A., Fomichev E.N.
9. Patent of the Russian Federation No. 2010131829/11, 3/18/2009. Floating platform with the tourist's fir-tree equipped with the disconnected buoy for fastening of the connecting pipes passing from a bottom to a surface // Patent of Russia № 2492101. 4/27/2012 Bulletin № 12/BAYLO of Michele (FR), DENISE Jean Paul (FR), MARTIE FR.
10. Roger Skjetne, Lars Imsland, Sveinung Loset. The Arctic DP Research Project: Effective Station keeping in Ice. Modeling, Identification and Control. – 2014. – Vol. 35. – № 4. – P. 191–210. – ISSN 1890-1328.