

УДК 622.276.04:551.326.6/7:005

Ф. Д. Кукуи, И. А. Кулезнев

Об общих принципах обеспечения безопасной эксплуатации морских объектов нефтегазового комплекса Российской Федерации в ледовых условиях

При разработке нефтегазовых месторождений и транспортировке углеводородов на акватории арктического шельфа ледяной покров оказывает силовое воздействие на гидротехнические сооружения и суда, что заставляет усиливать их конструкции и/или предусматривать дополнительные меры борьбы с ледовыми нагрузками. Риск ледовых воздействий на объекты обустройства морских нефтегазовых месторождений Арктического региона предопределяет наличие проблемы обеспечения устойчивости функционирования указанных объектов в условиях айсберговой опасности и ледовых образований. Снижение указанных рисков предполагает разработку организационных и технических мер повышения устойчивости функционирования объектов в условиях айсберговой опасности на основе использования мирового опыта и разработки прогрессивных технологий предотвращения опасных воздействий ледовых образований. Исходя из того что ледовый менеджмент является специфическим видом деятельности, требует специальных сил и средств, которые в составе сил аварийно-спасательного обеспечения (АСО) на море отсутствуют, а также исходя из того что на систему АСО на море не возложена функция предотвращения аварий и обеспечения бесперебойной работы морских объектов, ледовый менеджмент рассматривается как самостоятельный вид обеспечения нормального функционирования объектов разведки, добычи и морской транспортировки углеводородов (ОРДМТУ). В статье проведены анализ и обобщение отечественного и зарубежного опыта ледового и айсбергового менеджмента. Разработана система мер обеспечения безопасности функционирования морских объектов нефтегазовых месторождений в ледовых условиях на основе технологий предотвращения опасных воздействий ледовых образований. Показано, что система ледового и айсбергового менеджмента морских объектов добычи и морской транспортировки углеводородов должна представлять собой практический механизм снижения рисков эксплуатации месторождения в ледовых условиях. Работа относится к сфере обеспечения безопасной эксплуатации добычных платформ в Арктическом регионе; представлены средства и способы воздействия на айсберги с целью предотвращения их столкновений с плавающими или стационарными добычными системами.

Ключевые слова: объект разведки, добычи или транспортировки углеводородов, ледовый и айсберговый менеджмент, нефтегазодобыча, нефтегазовое месторождение, ледовые условия, меры обеспечения безопасности, механизм снижения риска.

Введение

Комплекс мер, направленных на борьбу с айсбергами, за рубежом получил название Ice/Iceberg Management (ледовый и айсберговый менеджмент).

Ледовый и айсберговый менеджмент – комплекс взаимосвязанных организационных и технических мер обеспечения безопасности функционирования морских объектов разведки, добычи и морской транспортировки углеводородов, предотвращения угроз критического воздействия на них ледовых образований в условиях ледовой обстановки, направленных на снижение рисков морской деятельности.

При разработке проектов по освоению морских нефтегазовых месторождений ледовый менеджмент необходим:

- для обеспечения безопасного функционирования объектов инфраструктуры месторождений на шельфе в условиях опасных ледовых воздействий;
- уменьшения рисков, связанных с персоналом, и риска загрязнения окружающей среды при сверхнормативных ледовых нагрузках;
- минимизации перерывов при разведке, добыче и погрузке углеводородов, вызываемых ледовыми воздействиями.

Материалы и методы

Основными методами достижения поставленных задач являются:

- 1) анализ ледового и айсбергового менеджмента объектов нефтегазодобывающих компаний Российской Федерации;
- 2) обобщение зарубежного опыта ледового и айсбергового менеджмента;
- 3) оценка рисков ледовых воздействий на объекты морских нефтегазовых месторождений Арктического региона.

В соответствии с требованиями ст. 10 Федерального закона № 116-ФЗ от 1997 г. "О промышленной безопасности производственных объектов" ОРДМТУ относятся к категории опасных производственных объектов, и организация, эксплуатирующая опасный объект, обязана заключать договоры на обслуживание с профессиональными аварийно-спасательными службами. По аналогии с этим требованием для организации и проведения ледового менеджмента ОРДМТУ должны заключаться договоры с организациями, обладающими ледоколами с соответствующим палубным оборудованием, оснасткой, мощностью и имеющими опыт ледового менеджмента.

Результаты и обсуждение

Исходя из анализа зарубежного опыта, в качестве критериев опасности объектов ледового менеджмента в первом приближении могут быть приняты:

- айсберги любых размеров, включая куски и обломки айсбергов;
- ледяные поля с толщиной льда более 70 см;
- ледяные поля диаметром более 5 км и с толщиной льда более 50 см;
- гряды торосов длиной более 1 км;
- отдельные группы торосов и стамухи.

Состояние ледового и айсбергового менеджмента объектов нефтегазодобывающих компаний России

В настоящее время в Российской Федерации не разработана целостная система ледового и айсбергового менеджмента. Ответственность за организацию мониторинга окружающей природной среды в нашей стране лежит на Росгидромете, в функции которого входит:

1) своевременное и качественное обеспечение органов государственной власти, населения, Вооруженных сил РФ и отраслей экономики гидрометеорологической, гелиогеофизической информацией и данными о загрязнении окружающей среды;

2) развитие государственной системы наблюдения, оценки и прогноза состояния и загрязнения атмосферы, поверхностных вод суши, территориального моря, шельфа и околоземного космического пространства.

Исходя из этого, организация и осуществление ледового мониторинга как элементов системы ледового менеджмента объектов разведки и добычи углеводородов должны быть возложены на договорной основе на одно из подразделений Росгидромета.

При проектировании системы ледового и айсбергового мониторинга необходимо учитывать следующие обстоятельства.

Отечественные системы спутникового мониторинга подстилающей поверхности не пригодны для слежения за айсбергами. В Российской Федерации отсутствуют спутниковые системы, основанные на использовании наиболее эффективных современных средств слежения за айсбергами – радиолокаторов с синтезированной апертурой. Возможность получения зарубежной спутниковой информации высокого разрешения, необходимой для выявления и отслеживания айсбергов и других опасных ледовых объектов, на коммерческой основе имеется.

Существовавшая ранее отечественная система воздушной ледовой разведки в высоких широтах, основанная на визуальных наблюдениях и наблюдениях с помощью радиолокаторов бокового обзора, прекратила свое существование. Возможности возрождения системы воздушной ледовой разведки на новой технической основе имеются.

Возможность использования радиолокационных станций для организации локального мониторинга айсбергов и опасных ледовых объектов имеется.

В Концепции аварийно-спасательного обеспечения (АСО) на море объектов РДМТУ отечественных компаний в число требований к системе АСО на море вошла задача буксировки айсберга массой до 4 млн т. Ледовый менеджмент, являясь средством снижения рисков при освоении ресурсов арктического шельфа, непосредственно направлен на предотвращение аварий и катастроф, что дает основание рассматривать ледовый менеджмент как элемент системы АСО на море ОРДМТУ.

Нормативно-правовая основа АСО на море развита в должной степени. В настоящее время АСО на море осуществляется на основе взаимодействия существующих ведомственных аварийно-спасательных служб (АСС) Министерства обороны, Министерства транспорта, Министерства по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, Государственного комитета по рыболовству, Пограничной службы ФСБ России, Министерства природных ресурсов, Российской академии наук.

В составе сил перечисленных министерств и ведомств имеются буксиры, специальным образом оборудованные суда для ликвидации аварийных разливов нефти, вертолеты и другие силы. Ледоколы, пригодные для осуществления мероприятий по ледовому менеджменту, пока отсутствуют.

Отечественный опыт буксировки айсбергов и снижения рисков опасных ледовых воздействий на объекты разведки, добычи и погрузки углеводородов за счет применения активных методов борьбы со льдом практически отсутствует. Опыт разрушения крупных ледяных полей, ледяных полей с грядами торосов имеется и широко используется при проводке караванов судов в арктических морях.

В настоящей работе, исходя из того, что ледовый менеджмент является специфическим видом деятельности, требует специальных сил и средств, которые в составе сил АСО на море отсутствуют, а также исходя из того, что на систему АСО на море не возложена функция предотвращения аварий и обеспечения бесперебойной работы морских объектов, ледовый менеджмент рассматривается как самостоятельный вид обеспечения нормального функционирования ОРДМТУ.

Требования к ледовому менеджменту

Ледовый менеджмент ОРДМТУ представляет собой самостоятельный вид деятельности органов управления отечественных нефтегазодобывающих компаний, операторов проектов, руководителей объектов и специализированных организаций по мониторингу опасных ледовых объектов и физической борьбе с ними.

В число задач ледового менеджмента входят:

1) задачи ледового мониторинга:

- распознавание, отслеживание и классификация ледовых объектов;
- сбор и управление данными, необходимыми для прогноза перемещения опасных ледовых объектов;
- прогноз ледовых условий и перемещения опасных ледовых объектов;
- контроль результатов борьбы с опасными ледовыми объектами;

2) задачи собственно ледового (физического) менеджмента:

– оценка угрозы воздействия ледовых объектов и принятие решений по применению сил борьбы с ледовыми объектами;

– активная борьба с опасными ледовыми объектами (физический менеджмент);

– постоянный контроль технического состояния защищаемого объекта, на основании анализа которого можно сделать вывод о необходимости использования технологий управления ледовой обстановкой [1; 2].

В качестве объектов ледового менеджмента могут быть айсберги, поля многолетнего льда и другие ледовые объекты, в том числе ледяные поля, гряды торосов, стамухи.

При изменении объекта ледового менеджмента его схема в целом не меняется, однако силы, средства и методы ледового менеджмента при изменениях объекта менеджмента могут изменяться.

Ледовый менеджмент в общем случае не гарантирует предотвращение опасных воздействий ледовых объектов и поэтому обычно является дополнительным, но весьма эффективным средством обеспечения безопасности функционирования морских ОРДМТУ. В случае неудачных усилий по ледовому менеджменту должны быть предусмотрены меры из арсенала АСО на море, в том числе меры по эвакуации личного состава, прекращению работы объектов нефтегазодобычи и их перемещению из опасной зоны или другие заранее предусмотренные действия.

Основными принципами построения и функционирования системы ледового менеджмента ОРДМТУ являются:

– высокий приоритет задач ледового менеджмента ввиду его нацеленности на предотвращение угрозы жизни и здоровью персонала;

– оперативность доведения информации об опасных ледовых объектах, принятия решений по борьбе с опасными объектами и начало борьбы;

– единоначалие руководства операциями по ледовому менеджменту;

– применение апробированных, эффективных и безопасных для жизни экипажа и окружающей среды технологий борьбы с опасными ледовыми объектами;

– сбалансированность системы ледового менеджмента;

– возможность наращивания системы ледового менеджмента при появлении групп опасных ледовых объектов за счет применения сил ледового менеджмента других объектов, сил и средств других министерств, ведомств и организаций;

– устойчивость системы ледового менеджмента – способность решать поставленные задачи в широком диапазоне внешних природных условий.

В соответствии с этими принципами организация ледового менеджмента ОРДМТУ должна быть направлена:

1) на поддержание постоянного мониторинга и отслеживания опасных ледовых объектов в заранее определенных акваториях;

2) повышение заблаговременности и точности прогноза перемещения опасных ледовых объектов, а также обеспечение своевременности доведения предупреждений и оповещений об опасных ледовых объектах;

3) поддержание постоянной готовности сил ледового менеджмента к борьбе с опасными ледовыми объектами;

4) обеспечение применения эффективных и безопасных методов ледового менеджмента;
5) заблаговременное создание сил и резерва средств ледового менеджмента, их целенаправленное использование и пополнение;

6) организацию взаимодействия с родственными силами, обучения персонала работе со средствами локального мониторинга и обучения команд ледоколов методам ледового менеджмента.

Ледовый и айсберговый менеджмент должен обеспечить снижение частоты и/или интенсивности опасных ледовых воздействий на ОРДМТУ.

Требования к системе ледового менеджмента определяются составом охраняемых от ледовых воздействий объектов инфраструктуры месторождений углеводородов, типом их конструкций, допустимыми проектными нагрузками, особенностями ледовых и гидрометеорологических условий.

Даже при одинаковых типах конструкций объектов инфраструктуры в разных районах арктических морей могут потребоваться разные силы и средства ледового менеджмента. Поэтому требования к ледовому менеджменту специфичны для обеспечиваемых объектов и зависят от их нормативных ограничений и наблюдающихся условий среды.

Результаты работ по ледовому менеджменту на защищаемом объекте, включая сведения об обнаруженных опасных ледовых объектах, должны обобщаться в сводном годовом отчете о результатах работ по ледовому менеджменту.

При проектировании системы ледового менеджмента предварительно следует тщательно проанализировать имеющиеся варианты построения системы, с тем чтобы спроектировать систему, наилучшим образом подходящую для защиты конкретных объектов от опасных ледовых объектов. При этом важно:

– проанализировать сведения о типе, конструкциях и допустимых ледовых условиях функционирования ОРДМТУ;

– сформулировать требования к системе мониторинга ледовой обстановки;

– сформулировать требования к процедурам штормового предупреждения о ледовой опасности;

– оценить ледовые условия в районе установки защищаемых объектов, включая вероятность появления айсбергов, их характеристики, толщину льда, размеры полей, сплоченность льда, скорость и направление дрейфа льда, степень изменчивости этих факторов;

– оценить погодные условия, особенно повторяемость явлений, снижающих эффективность ледового менеджмента (сильного ветра, низкой видимости, осадков, волнения);

– оценить частоту и надежность ледовых сообщений и прогнозов;

– выработать требования к числу, мощности, ледопроеходимости и оснащению судов ледового менеджмента;

– выработать требования к расположению мест базирования судов ледового менеджмента.

Обоснование необходимости системы ледового менеджмента целесообразно выполнять в комплексе с проектированием ОРДМТУ.

Рекомендуемый порядок обоснования необходимости системы ледового менеджмента:

а) анализ ледовых условий района работ;

б) определение характеристик (критериев), опасных для разведки, добычи и транспортировки углеводородов ледовых объектов (исходя из принятых проектных решений для объектов разведки и добычи углеводородов и результатов анализа ледовых условий);

в) оценка частоты и интенсивности опасных ледовых условий;

г) оценка эффективности ледового менеджмента (исходя из степени потенциального ущерба от ледовых воздействий и затрат на создание и эксплуатацию системы ледового менеджмента);

д) принятие решения по созданию системы ледового менеджмента.

Исходя из зарубежных оценок, считается, что для гравитационных стальных слабодостойких платформ, а также для полупогружных плавучих буровых установок (ППБУ) степень полезности операций по айсберговому менеджменту оценивается как очень высокая.

Для гравитационных железобетонных ледостойких платформ типа канадской Hibernia степень полезности ниже. Но для бесперебойного обеспечения морской деятельности, в том числе для погрузки углеводородов на танкеры, операции по ледовому менеджменту выполняются регулярно и независимо от размера айсбергов.

Определение характеристик (критериев), опасных для разведки, добычи и транспортировки углеводородов, ледовых объектов должно выполняться на основе принятых проектных решений для объектов разведки и добычи углеводородов и результатов анализа ледовых условий.

Идеальным представляется комплексное проектирование систем добычи углеводородов, ледового менеджмента и мониторинга. В этом случае определение критериев опасных ледовых условий является связующим звеном при оценке эффективности различных вариантов проектных решений.

Обобщение зарубежного опыта ледового и айсбергового менеджмента

Анализ зарубежных публикаций по ледовому и айсберговому менеджменту при добыче углеводородов не выявил между этими понятиями принципиальных отличий. Термин "ледовый менеджмент" включает и понятие "айсберговый менеджмент", что естественно, поскольку айсберги являются элементом ледовой обстановки.

Термин "ice management" широко используется за рубежом. Этим термином называют борьбу с обледенением самолетов, очистку дорог и взлетных полос от наледи или гололеда и т. п. В рассматриваемой нами предметной области ледовый менеджмент в широком смысле слова является средством снижения рисков при выполнении морской деятельности в ледовых условиях посредством уменьшения частоты и/или интенсивности воздействия льда на заякоренные или стационарные морские объекты добычи углеводородов и их инфраструктуру.

В зависимости от особенностей ледовых условий в тех или иных районах видоизменяется и содержание работ в области ледового менеджмента. В этом широком смысле ледовый менеджмент включает в себя задачи, каждая из которых направлена на увеличение безопасности и эффективности операций на "неподвижно" расположенных ОРДМТУ в арктических морях, а именно:

- мониторинг льда и прогнозирование;
- оценка рисков от воздействия льда и отслеживание ледовых объектов;
- создание систем оповещения о ледовой угрозе;
- разрушение льда и/или очищение (включая буксировку айсбергов) с целью уменьшения угрозы от потенциально опасных ледовых объектов.

Последнюю задачу можно рассматривать как цель собственно ледового менеджмента – в узком смысле этого слова. Некоторые специалисты, например, инновационной компании C-Core (Канада), работающей в области ледоведения и ледотехники, к понятию ледового менеджмента в узком смысле слова относят:

- использование ледоколов и других средств для продления сроков работ плавучих буровых платформ, снижения рисков при добыче и погрузке углеводородов путем разрушения опасных ледовых объектов (крупных полей льда, гряд торосов) или удаления льда (айсбергов) из защищаемых районов;
- конструктивные и проектные решения по платформам и подводной инфраструктуре, обеспечивающие сохранность конструкции в заданных ледовых условиях.

Отметим, что в настоящей работе учет ледовых условий при проектировании объектов инфраструктуры месторождений углеводородов к области ледового менеджмента мы относить не будем.

В работе специалистов компании PAL (Provincial Aerospace Ltd.) был выполнен анализ 30-летних работ по айсберговому менеджменту на восточном побережье Канады.

Всего было проанализировано 1 505 операций по борьбе с айсбергами за период с 1971 по 2004 гг. Было принято два критерия:

- 1) операционный – предотвращение остановок добычи углеводородов по причине ледовых воздействий;
- 2) технический – отклонение айсберга от курса на величину, превышающую его естественное меандрирование.

Оказалось, что из 1 505 случаев борьбы с айсбергами в 1 492 случаях не пришлось останавливать работу платформ, т. е. успешность по первому критерию составила 99,1 %.

Однако из тех же 1 505 случаев борьбы отклонить айсберг на заданную величину удалось только в 1 287 случаях, т. е. успешность работ по второму критерию составила 85,5 %.

Приведенные сведения об успешности борьбы с айсбергами за рубежом свидетельствуют о том, что:

- а) эффективность работ по ледовому менеджменту может быть весьма высока;
- б) выполнение работ по ледовому менеджменту не гарантирует безопасность объектов добычи углеводородов.

Последнее обстоятельство подчеркивает тот факт, что необходимо предусмотреть и иные меры по предотвращению опасных воздействий льда.

На рисунке приведена упрощенная схема ледового и айсбергового менеджмента, предложенная авторитетным канадским ледотехником Р. Фрименом [3].

- Ледовый менеджмент включает в себя:
- распознавание, отслеживание и классификацию ледовых объектов, в том числе и айсбергов (detection, tracking and classification);
 - сбор и управление данными, необходимыми для прогноза перемещения айсберга (data management);
 - прогноз перемещения айсбергов (forecasting);
 - оценку угрозы айсберга и принятие решений по применению сил борьбы с айсбергом (threat evaluation and decision making);
 - активную борьбу с айсбергами (physical management).

В качестве объекта борьбы могут быть не только айсберги, но и другие ледовые объекты, в том числе ледяные поля, торосы, стамухи.

При изменении объекта ледового менеджмента его схема в целом не меняется, однако ледовый менеджмент в айсберговых водах и, например, в районах с паковым льдом отличаются.



Рис. Схема ледового и айсбергового менеджмента
Fig. Ice/Iceberg management scheme

Так, в море Бофорта, в отличие от района Большой Ньюфаундлендской банки, айсберги не являются основной опасностью. Специалисты Horizon Systems Group (Канада) в летний период, когда работают плавучие буровые платформы, в качестве основного объекта ледового менеджмента рассматривают отдельные ледовые поля. Зимой объектом мониторинга и менеджмента является состояние ледового покрова и в целом гидрометеорологические условия, поскольку в этот период большое значение приобретает строительство ледовых дорог, взлетно-посадочных полос, укрытий, хранилищ и других сооружений. В нашей стране деятельность по созданию ледовых дорог, переправ, искусственных ледовых островов относят к области ледотехники, а за рубежом эту деятельность называют Ice Engineering.

Некоторые способы борьбы с айсберговой опасностью

Способ перемещения айсберга с помощью двух судов, развивающих значительную тягу, заключается в следующем: судно А находится в непосредственной близости от айсберга и направлено в сторону буксировки; судно Б тащит к первому судну и подает на него секцию буксирного каната; судно А закрепляет ее к своему буксировочному тросу; судно Б заходит вокруг айсберга; затем суда начинают буксировку айсберга в установленном направлении. При применении данного способа используют проволочный канат вместо синтетического и два стальных троса. Этот способ предполагает дополнительные сложности, заключающиеся в синхронизации "рывка" судов и сбалансированности тяговых усилий судов (нагрузок), что выражается в колебательных перемещениях судов вокруг айсберга в период буксировки, а также трудности контроля глубины нахождения буксировочного каната.

Существует другой способ буксирования с использованием двойного обматывания айсберга [4], который используется в основном для буксирования небольших неустойчивых округлых айсбергов, имеющих склонность к переворачиванию. В воду стравливается свободный конец буксировочного троса, закрепленного на судне, затем судно совершает полтора оборота вокруг айсберга. Далее из воды вылавливается свободный конец буксира (буксировочного троса) и получается "двойная петля", таким образом происходит равномерное распределение тягового усилия по всему периметру айсберга. Этот способ наиболее предпочтителен к использованию, однако в условиях плохой видимости при повторном обходе айсберга существует вероятность наматывания буксира на винты.

Известен способ, при котором отрезается некоторая часть айсберга горячим проводом для уменьшения его осадки [5]. В выбранном направлении на поверхность айсберга укладывается нагреваемый электрический провод, он плавит лед с верхней поверхности айсберга до его дна под действием силы тяжести. При использовании этого способа при низких температурах существует возможность повторного замерзания воды в растапливаемой щели. Поэтому для компенсации указанного недостатка используют трубы с малым диаметром, через которые прогоняется жидкость под давлением для распределения тепла вдоль трубы и предотвращения образования частичных элементов нагрева и последующего выгорания сегментов трубы. При буксировке данным способом необходимо иметь судно, провод (трубку), источник тепла, насос, антифриз и систему контроля коррозии. Для разреза льда толщиной 100 м необходимо около 16 ч, а поскольку судно находится вблизи айсберга во время выполнения работы, существует опасность неожиданного переворачивания ледяного массива.

Возможен способ буксировки с помощью судов, одно из которых толкает айсберг струей от движителей [6]. Для осуществления этого способа требуются два судна: одно судно – для буксировки айсберга, находящегося в петле, образуемой буксиром (длина каждой стороны петли равна приблизительно 400 м) на стандартном буксирном конце; другое – для присоединения своего буксирного конца к петле с другой стороны айсберга и толкания айсберга струей своих винтов либо для контроля глубины нахождения буксира, в котором находится айсберг, с помощью вытравливания своего буксирного конца. При этом способе буксировки необходимы два стальных буксировочных троса и два плавучих каната. Для выполнения такой операции требуется большое количество времени; нужно соблюдать повышенную осторожность, чтобы избежать запутывания винтов синтетическим канатом, так как происходит работа двух судов на небольшом расстоянии как от айсберга, так и друг от друга.

Известен способ управления айсбергом с помощью плавучего синтетического каната [7]. При сближении с айсбергом судно стравливает плавучий полипропиленовый канат длиной 1200 м и диаметром 15–20 см, выдерживающий нагрузки в 60 т. Далее судно заходит вокруг айсберга и подбирает конец, отмеченный бум. Закрепив образовавшуюся петлю, с судна стравливают приблизительно 100 м стального троса для утяжеления (притопления) синтетического каната. Затем судно плавно увеличивает ход и следует заранее выбранным курсом. В случае работы с айсбергами больших размеров задачей айсбергового менеджмента является изменение курса дрейфа айсберга на незначительное количество градусов от его первоначального направления. Установка всей системы занимает в среднем от получаса до двух часов. А процесс самой буксировки может занимать до нескольких десятков часов – пока не появится уверенность, что угроза столкновения с платформой миновала. К возможным недостаткам этого способа относятся соскальзывание каната и переворачивание айсберга; имеется также ограничение по его использованию из-за погодных условий (высота волны не более 4 м, наличие дрейфующего льда, плохая видимость) во избежание опасности пересечения каната и его наматывания на винты.

Способ отклонения небольших айсбергов струями гребных винтов судна [8] заключается в следующем: судно медленно движется кормой вперед по направлению к блоку льда, затем резко ускоряет движение вперед, в результате чего течение воды отбрасывает лед в обратном направлении. Необходимое отклонение айсберга или его обломков достигается посредством повторения этих операций. Способ эффективен только для льда, находящегося рядом с платформой, так как значительное отклонение на большое расстояние потребует многих часов работы. Способ также требует ювелирной точности, которой трудно достичь при наличии волнения, способствующего быстрой диссипации струи винтов, что существенно снижает эффективность его применения.

Для осуществления способа отклонения айсбергов водяными пушками [9] необходимо вспомогательное судно, оборудованное мощными насосами, специальной водяной пушкой и системой стабилизации при качке платформы, на которой установлена пушка. При реализации этого способа отрицательными воздействиями являются наличие дрейфующего льда, а также отрицательные температуры, которые могут вызвать брызговое обледенение судна.

Известен способ буксирования айсбергов с применением насадок (скоб) с шипами [10]: звездообразные насадки с шипами, надеваемые через интервалы на канат, используются для уменьшения его скольжения по льду. В данном случае могут возникать проблемы, связанные с притоплением утяжеленного каната, а также с закреплением насадок на канат.

Заключение

Возможность появления айсбергов и существенные ледовые затруднения в районах обустройства объектов нефтегазовых месторождений на арктическом шельфе России обуславливают необходимость разработки комплекса мер по мониторингу ледовой обстановки и борьбе с ледовыми опасностями.

Комплексные исследования систем ледового менеджмента в нашей стране практически не проводились, нормативная основа ледового менеджмента не развита.

За рубежом накоплен значительный опыт в области ледового менеджмента, который необходимо использовать в процессе создания отечественных систем ледового менеджмента в арктических морях с учетом особенностей производственной деятельности и существующей организации взаимодействия отдельных элементов рассматриваемых систем.

Библиографический список

1. Апполонов Е. М., Нестеров А. Б., Тимофеев О. Я. Обеспечение ледовой прочности и безопасной эксплуатации судов в российских и замерзающих морях на основе комплексной системы формирования принципиальных инженерных решений // Труды ЦНИИ им. акад. А. Н. Крылова. 2008. Вып. 39 (323). С. 69–89.
2. Апполонов Е. М., Сазонов К. Е., Тимофеев О. Я. Безопасность эксплуатации крупнотоннажных судов в арктической транспортной системе // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2010. № 1 (80). С. 149–153.
3. Freeman R. Ice management and impact oil and gas developments on the Grand Banks : 1st Annual Atlantic Petroleum R&D Forum // C-Core Ice Management Framework. 8th May, 2007. URL: http://pr-ac.ca/files/files/99_Ralph%20_PPT_R%26DForum07.pdf.
4. An assessment of current iceberg management capabilities / G. Crocker [et al.] // Contract Report for National Research Council Canada, Prepared by C-CORE & B. Wright and Associated Ltd. C-CORE Publications 98-C26, 1998. P. 105.
5. Weeks W. F., Mellor M. Some elements of iceberg technology // Iceberg Utilization / Ed. A. A. Husseiny. New York : Pergamon Press, 1977. P. 45–98.
6. Bishop G. Assessment of iceberg management for the Grand-Banks area: Analysis of detection and detection techniques, Mobil Oil Canada Properties // Property Development Department. 1989.
7. Bruneau A., Dempster R., Peters R. Iceberg towing for oil rig avoidance // Iceberg Utilization. New York : Pergamon Press, 1977. P. 379–388.
8. Anderson K., McDonald D., Mitten P. Management of small ice masses // ESRF Report. 1986. № 042.
9. Warbanski G., Banke E. Evaluation of a modified water cannon system to control small iceberg masses // ESRF Report. 1987. № 081.
10. Бузин И. В. Обзор методов активной борьбы с айсберговой опасностью в применении к защите платформы на Штокмановском газоконденсатном месторождении // Комплексные исследования и изыскания ледовых и гидрометеорологических явлений и процессов на арктическом шельфе. СПб. : Труды ААНИИ, 2004. Т. 449. С. 158.

References

1. Appolonov E. M., Nesterov A. B., Timofeev O. Ya. Obespechenie ledovoy prochnosti i bezopasnoy ekspluatatsii sudov v rossiyskih i zamerzayuschih moryah na osnove kompleksnoy sistemy formirovaniya printsipialnykh inzhenernykh resheniy [Providing ice strength and safe operation of ships in Russian and freezing seas on the basis of the comprehensive system of formation of fundamental engineering solutions] // Trudy TsNII im. akad. A. N. Krylova. 2008. Vyp. 39 (323). P. 69–89.
2. Appolonov E. M., Sazonov K. E., Timofeev O. Ya. Bezopasnost ekspluatatsii krupnotonnazhnykh sudov v arkticheskoy transportnoy sisteme [Safe operation of large vessels in the Arctic transport system] // Trudy NGTU im. R. E. Alekseeva. 2010. N 1 (80). P. 149–153.
3. Freeman R. Ice management and impact oil and gas developments on the Grand Banks : 1st Annual Atlantic Petroleum R&D Forum // C-Core Ice Management Framework. 8th May, 2007. URL: http://pr-ac.ca/files/files/99_Ralph%20_PPT_R%26DForum07.pdf.
4. An assessment of current iceberg management capabilities / G. Crocker [et al.] // Contract Report for National Research Council Canada, Prepared by C-CORE & B. Wright and Associated Ltd. C-CORE Publications 98-C26, 1998. P. 105.
5. Weeks W. F., Mellor M. Some elements of iceberg technology // Iceberg Utilization / Ed. A. A. Husseiny. New York : Pergamon Press, 1977. P. 45–98.
6. Bishop G. Assessment of iceberg management for the Grand-Banks area: Analysis of detection and detection techniques, Mobil Oil Canada Properties // Property Development Department. 1989.
7. Bruneau A., Dempster R., Peters R. Iceberg towing for oil rig avoidance // Iceberg Utilization. New York : Pergamon Press, 1977. P. 379–388.
8. Anderson K., McDonald D., Mitten P. Management of small ice masses // ESRF Report. 1986. N 042.
9. Warbanski G., Banke E. Evaluation of a modified water cannon system to control small iceberg masses // ESRF Report. 1987. N 081.
10. Buzin I. V. Obzor metodov aktivnoy borby s aysbergovoy opasnostyu v primenenii k zaschite platformy na Shtokmanovskom gazokondensatnom mestorozhdenii [Review of the methods of active struggle with iceberg danger when applied to protect the platform on the Shtokman gas condensate field] // Kompleksnye issledovaniya i izyskaniya ledovykh i gidrometeorologicheskikh yavleniy i protsessov na arkticheskoy shelfe. SPb. : Trudy AANII, 2004. V. 449. P. 158.

Сведения об авторах

Кукуи Фирмин Дживо – ул. Карла Маркса, 36, г. Мурманск, Россия, 183025; ОАО "Газпром нефть шельф", канд. техн. наук, вед. инженер; e-mail: fd_kukui@shelf-neft.gazprom.ru

Kukui Firmin Jeevo – 36, Karla Marksa Str., Murmansk, Russia, 183025; Gazprom Neft Shelf, Cand. of Tech. Sci., Leading Engineer; e-mail: fd_kukui@shelf-neft.gazprom.ru

Кулезнев Игорь Александрович – ул. Спортивная, 13, г. Мурманск, Россия, 183010; Мурманский государственный технический университет, Морской институт, кафедра судовождения, ст. преподаватель; e-mail: kuleznevia@mstu.edu.ru

Kuleznev I. A. – 13, Sportivnaya Str., Murmansk, Russia, 183010; Murmansk State Technical University, Marine Institute, Navigation Department, Senior Lecturer; e-mail: kuleznevia@mstu.edu.ru

F. D. Kukui, I. A. Kuleznev

On general principles of supplying safe operation of sea objects of Russian Federation oil and gas complex in ice conditions

Ice sheet exerts a force on the hydraulic structures and vessels with developing and transporting hydrocarbons in the offshore waters of the Arctic causing to strengthen their design and/or provide additional measures against ice loads. The risk of ice impacts on objects of offshore oil and gas fields of the Arctic region determines the existence of the problem of ensuring the sustainability of these objects in terms of iceberg danger and ice formations. Reducing these risks involves the development of organizational and technical measures for improving the sustainability of the facilities in terms of iceberg danger through the use of international experience and development of advanced technologies to prevent dangerous effects of ice formations. Based on the fact that ice management is a specific activity that requires special effort and funds which as part of the rescue security (RS) forces at sea are missing, as well as on the basis of the fact that the system of RS at sea is not assigned to prevent accidents and to ensure the smooth operation of offshore facilities, an ice management is seen as an independent kind of ensuring the proper functioning objects of hydrocarbons production and marine transportation. The paper considers the analysis and synthesis of domestic and foreign experience of ice and iceberg management. A system of security measures for functioning marine oil and gas facilities in icy conditions on the basis of technology of preventing dangerous effects of ice formations has been worked out. It has been shown that the system of ice and iceberg management of marine objects of hydrocarbon production and marine transportation should be a practical mechanism for reducing deposits' operation risks in ice conditions. The work relates to the safe operation of mining platforms in the Arctic seas, and more particularly, to methods and means of influence on the icebergs in order to prevent collisions with fixed or floating production units.

Key words: objects of exploration, mining and marine transportation of hydrocarbons, ice and iceberg management, oil and gas production, oil and gas fields, ice conditions, safety providing measures, risk reducing mechanism.