

УДК 656.61.052.08 : 662.692.2(268)

## Проблемы обеспечения безопасности судождения при транспортировке нефтепродуктов в районах Арктического шельфа России

Ю.И. Юдин, А.Н. Гололобов, А.Г. Степахо, А.В. Барахта

Судоводительский факультет МА МГТУ, кафедра судождения

**Аннотация.** Приводится анализ вероятных проблем, связанных с освоением запасов углеводородного сырья на шельфе арктических морей Российской Федерации с учётом их географических и природных особенностей. В частности, рассмотрены проблемы обеспечения безопасности судождения при выполнении грузовых и транспортных операций по перевозке нефти и нефтепродуктов танкерным флотом.

**Abstract.** Some likely problems of hydrocarbon reserves' development on continental platform of the Arctic seas of the Russian Federation accounting their geographical and natural peculiarities have been analyzed in the paper. In particular, protection of safety navigation during loading and transport operations while transiting oil by tanker fleet has been considered.

### 1. Введение

Континентальный шельф Российской Федерации является крупнейшим в мире. Потенциальные запасы углеводородного сырья шельфовой зоны морей, омывающих побережье нашего государства, составляют более 30 % начальных суммарных ресурсов (НСР) углеводородов, содержащихся в недрах Мирового океана. Основная часть российского шельфа приходится на арктические и дальневосточные моря.

Недра российского шельфа арктических морей (за исключением Восточно-Сибирского и Чукотского) содержат более 75 % от НСР углеводородов, оцененных на шельфе всех морей страны.

Как в замерзающих, так и в незамерзающих морях России весьма значительная и достаточно хорошо исследованная часть НСР углеводородов сосредоточена на участках шельфа с глубинами моря до 50 м. Перспективная площадь таких мелководных участков (исключая Охотское и Берингово моря) составляет 544 тыс. км<sup>2</sup>, в том числе 491,7 тыс. км<sup>2</sup> в арктических морях (Захаров, 1995).

Таблица

Море	Перспективная площадь шельфа (тыс. км <sup>2</sup> ) до глубины моря 50 м
Баренцево	27,0
Печорское	80,7
Карское	217,9
Лаптевых	166,1
<i>Итого по арктическим морям</i>	<b>491,7</b>
Балтийское	11,0
Черное	2,4
Азовское	13,6
Каспийское	25,3
<i>Итого по внутренним морям</i>	<b>52,3</b>
<b>Всего</b>	<b>544,0</b>

Эксплуатационные работы по добыче и транспортировке нефти в условиях континентального шельфа зависят от наличия специальных технических средств, технологий и сооружений. Для добычи и доставки потребителю нефти и газа в этих условиях необходимо создать принципиально новые технологии и технические средства, отвечающие сложнейшим природно-климатическим условиям ведения работ.

## 2. Технологии транспортировки

Одной из важнейших задач обеспечения промышленной разработки нефтяных месторождений в шельфовой зоне является создание технологии транспортировки углеводородного сырья как в техническом, так и в организационном плане. В этом направлении уже сделаны определенные шаги, в частности, построена серия танкеров ледового класса среднего тоннажа (водоизмещением до 40 тыс. т), которые успешно эксплуатируются на линиях Печорское море – Мурманск, Печорское море – Роттердам (Куликов, 2003). В ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова и ЦКБ "Балтсудопроект" был разработан проект специализированного нефтеналивного судна, способного обеспечить круглогодичную транспортировку сырой нефти из района Приразломного месторождения – одного из крупнейших месторождений Арктического шельфа (Зотова, 2003). Построен и введен в эксплуатацию в п. Варандей арктический грузовой терминал. Для обеспечения погрузки танкеры оборудуются специальными погрузочными устройствами, которые устанавливаются в носовой части танкера.

Географические особенности береговых и шельфовых районов арктических морей Российской Федерации делают весьма сложной, опасной, неэффективной и дорогостоящей перекачку нефти по трубопроводу, поэтому предпочтение здесь отдается танкерному флоту.

Около 50 % нефти, транспортируемой морем, приходится на нефть, добытую на континентальном шельфе. Таким образом, танкерный флот, по сути, является структурной единицей в едином технологическом процессе добычи и переработки углеводородного сырья. При существующих в настоящее время способах добычи нефти и газа в прибрежных районах арктических морей танкерные перевозки можно считать главным, а порой и единственным способом доставки нефти из района промысла на перерабатывающие предприятия и береговые терминалы.

## 3. Анализ аварийности при транспортировке нефти

Использование танкерного флота для транспортировки нефти в сложных гидрометеорологических условиях создает определенный риск возникновения аварий и, как следствие, экологических катастроф, так как авария на танкере или в районе погрузки танкера может привести к необратимым изменениям в северной природе, которая весьма чувствительна к любым агрессивным воздействиям со стороны человека.

О вероятности возникновения аварий танкеров свидетельствуют статистические данные, характеризующие общее состояние аварийности российских судов, плавающих под российским флагом: за десятилетний период (1993-2003 гг.) количество аварий увеличилось в четыре раза (Состояние..., 2003). По классификации Морского регистра судоходства Российской Федерации основными причинами аварий и аварийных случаев являются недостаточное знание судоводителями маневренных характеристик и правил плавания в сложных навигационных и гидрометеорологических условиях.

Экологические последствия танкерных перевозок нефти, риск и статистика аварий подробно рассмотрены в известных публикациях (Нельсон-Смит, 1977; ИМО. *Petroleum...*, 1993). В них, в частности, отмечается, что вероятность аварий танкеров с водоизмещением более 10 тыс. т составляет 2,3 % на каждые 10 млн т дедвейта, а по данным ИМО удельная аварийность танкеров водоизмещением более 6 тыс. т в конце 90-х годов – 2 %.

Доминирующими причинами аварийности танкерного флота, занятого перевозкой углеводородного сырья (преимущественно сырой нефти), являются посадки танкеров на мель и столкновения с другими судами. Каждый второй случай посадки на мель или столкновения является следствием неучёта или неправильного учёта влияния внешних факторов на маневренные характеристики судна.

Известны случаи аварий танкеров непосредственно в зоне эксплуатации нефтяных месторождений. Такие аварии еще более опасны, так как происходят в районе большого скопления нефти (нефтехранилища, нефтепроводы и т.п.). Показательна в этом отношении авария, произошедшая в 1978 г. у берегов Шетландских островов, когда танкер "Esso Bernica" получил пробоину во время швартовки. На ликвидацию последствий аварии ушло более шести месяцев (Monk, Cormack, 1992).

Более катастрофичными по своим последствиям могут быть аварии в особо чувствительных и ранимых по своим природным особенностям районах, к которым в первую очередь относятся арктические районы. Так, в марте 1989 г. на мелководье в одном из проливов у южного побережья Аляски потерпел крушение нефтяной танкер "Exxon Valdez" с грузом 170 тыс. т нефти, добытой на Арктическом шельфе моря Бофорта. В общей сложности было пролито около 40 тыс. т нефти; при этом прибрежная полоса протяженностью несколько сотен миль, уникальная по чистоте и природным богатствам, превратилась в зону экологического бедствия. Общие расходы на ликвидацию последствий экологической катастрофы с учетом всех сопутствующих затрат составили 15 млрд долларов (Anonymus, 1994). Данный случай заставляет задуматься о той опасности, которая создается при развитии промышленной добычи нефти на шельфе Баренцева и Карского морей. Последствия от

возможных аварий могут быть непредсказуемыми, если транспортировка добытых углеводородов на указанных месторождениях и за их пределы будет происходить в основном танкерным флотом, состоящим из танкеров ледового класса водоизмещением от 25 тыс. т до 120 тыс. т и более.

На фоне общей статистической информации об аварийности танкерного флота аварии танкеров в Баренцевом море в процентном отношении не столь значительны, однако высокий риск возникновения аварийной ситуации и катастрофичность прогнозируемых последствий заставляют серьезно относиться к обеспечению безопасности судовождения при выполнении грузовых и транспортных операций с нефтью в арктических морях.

#### **4. Обеспечение безопасности судовождения при транспортировке нефти**

Обеспечение безопасности судовождения при выполнении транспортных операций по перевозке нефтепродуктов из районов Арктического шельфа России требует решения ряда сложных задач как научно-технического, так и организационного плана. Одной из главных задач является специальная подготовка членов экипажей танкерного флота, прежде всего судоводительского состава. Тактика выполнения ряда сложных манёвров должна быть отработана до совершенства, чтобы в реальных условиях ее можно было только незначительно корректировать с учетом объективно складывающейся обстановки в районе грузовой операции. Для оценки масштаба и глубины научно-технических задач, решение которых должно быть положено в основу тактики маневрирования, кратко рассмотрим некоторые особенности наиболее опасного, с точки зрения аварийности, маневрирования, а именно швартовой операции в районе грузового нефтяного терминала.

Процесс маневрирования танкера при выходе в точку подключения к трубопроводу грузового нефтяного терминала в какой-то мере можно сравнить с выходом судна к месту якорной стоянки, однако цель манёвра и, самое главное, параметры движения судна в конечной точке маневрирования могут существенно отличаться. Кроме того, известно, что для места якорной стоянки выбирается акватория, на которой вероятность наихудшего сочетания внешних факторов минимальная. В данном случае под внешними факторами понимаются ветер, течение, волнение и мелководье. Если нет необходимости срочной постановки на якорь, судоводитель может выбрать место якорной стоянки, которое полностью или частично, но в достаточной для безопасности степени, закрыто от сильного ветро-волнового воздействия и имеет достаточную глубину. Все это в свою очередь упрощает процесс управления судном, маневрирующим с целью постановки на якорь.

Точечная швартовка к приемному устройству нефтепровода осуществляется, как правило, в условиях открытого моря и далеко не всегда в благоприятных гидрометеорологических условиях. Остановить судно большого тоннажа в заданной точке, в заданном положении даже в маловетрие, при отсутствии волнения, минимальном течении, – непростая задача, требующая от судоводителя большого мастерства и профессиональных навыков. Если же в районе выполнения маневра складываются неблагоприятные гидрометеорологические условия, успешное его завершение маловероятно, тем более, когда судоводитель не в достаточной степени знает последствия воздействия внешних факторов на маневренные характеристики судна. Без прогнозирования поведения судна при предпринимаемых управляющих воздействиях во время выполнения манёвра в заданных гидрометеорологических условиях невозможно целенаправленно им управлять. Следствием нарушения этого принципа будут частые прерывания уже начавшегося движения и постоянная корректировка траектории. В итоге в лучшем случае возникают непроизводительные затраты времени, а в худшем случае – аварийная ситуация, что, как мы знаем, очень опасно, если речь идет о судне, перевозящем нефтепродукты или работающем в районе сосредоточения большого количества нефтепродуктов.

При решении задачи выхода в заданную точку с заданными параметрами в конце маневра судоводителю необходимо спланировать весь маневр, начиная с выбора точки начала маневра, траектории движения к месту швартовки, узловых точек траектории (точек, где меняется режим движения за счёт манипуляций средствами управления судном). На всех этапах маневрирования должно учитываться внешнее воздействие на судно. Так как швартовка выполняется на малых скоростях, влияние внешних факторов существенно сказывается на маневренных элементах судна и во многом определяет тактику маневрирования. В данном случае желательно выбрать такой способ сближения с объектом швартовки, чтобы свести к минимуму количество информации, учитываемой судоводителем при выборе управляющего воздействия средствами управления судном. Весь ход швартовки и ее отдельные детали должны быть относительно просты и понятны всем участникам швартовой команды. Только в этом случае может быть достигнут желаемый результат при минимальных затратах времени и максимальной безопасности, которая является приоритетной при работе с нефтепродуктами.

Районы Арктического шельфа, где уже проводятся, а также будут проводиться погрузочные операции с углеводородным сырьем, существенно отличаются друг от друга гидрометеорологическими и

морфологическими условиями плавания. Однако, учитывая географическое положение крупных месторождений нефти и газа, а также нахождение специализированных погрузочных комплексов в непосредственной близости к району добычи, следует полагать, что может быть создана общая модель района выполнения грузовой операции, в частности швартовной, как одной из её важнейших составных частей. В этой модели должны быть отражены такие факторы, как течение, ветер, волнение, мелководье и ледовое покрытие. Учитывая сложный и недостаточно изученный характер воздействия льда на маневренные характеристики судна, следует обратить особое внимание на исследования с целью выявления особенностей влияния ледовой обстановки на характер маневрирования при выполнении швартовной операции. Швартовка в ледовых условиях – это проблема, требующая глубокого изучения.

## 5. Заключение

Обеспечение безопасности грузовых и транспортных операций, связанных с перевозкой нефти и нефтепродуктов из шельфовых районов арктических морей Российской Федерации, является сложной научно-технической задачей, решение которой требует проведения научных исследований в области безопасности судовождения и, как следствие, разработки новых способов и методов управления судном. Целый ряд географических и природных особенностей вновь осваиваемых морских районов добычи нефти определяет направленность и характер необходимых исследований.

## Литература

- Anonymous.** Exxon under attack again. *Mar. Pollut. Bull.*, v.28, N 5, p.272, 1994.
- IMO. Petroleum in the marine environment. Document MEPS 30/INF. 13 submitted by the United States. GESAMP. Impact of oil and related chemicals and wastes on the marine environment. *GESAMP Reports and Studies N 50, London IMO*, 180 p., 1993.
- Monk D.C., Cormack D.** The management of acute risks. Oil spill contingency planning and response. North Sea oil and the environment. Developing oil and gas resources, environmental impacts and responses. London – New-York, Elsevier Applied Science, p.619-642, 1992.
- Захаров Е.В.** Состояние и перспективы выявления ресурсов УВ на мелководных шельфах арктических морей России. Технические решения для круглогодичного бурения разведочных и эксплуатационных скважин на мелководье арктических морей. М., ИРЦ РАО "Газпром", с.3-10, 1995.
- Зотова В.** Отечественные судостроители готовы реализовать проект первого российского танкера ледового плавания. *Морская биржа*, № 2, с.36-37, 2003.
- Куликов Н.В.** Погрузка танкеров в условиях Крайнего Севера позволяет ускорить освоение нефтяных месторождений северных регионов России. *Морские порты России*, № 1, с.66, 2003.
- Нельсон-Смит А.** Нефть и экология моря. М., Прогресс, 302 с., 1977.
- Состояние аварийности на флоте и меры ее профилактики. *Морской флот*, № 1, с.14-15, 2003.