

ПУТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО ИПРИТА В ВОДНОЙ СРЕДЕ

*Е.В. Азаренко, Ю.Ю. Гончаренко,
Д.Г. Гончаренко*

Севастопольский национальный
университет ядерной энергии
и промышленности
г. Севастополь, ул. Курчатова, 7

На основе систематизации ранее выполненных исследований предполагается генеральная гипотеза возможных путей распространения дисперсионного иприта в морской водной среде. Показано, что поражение морского дна может быть на удалении единиц километров от мест захоронения.

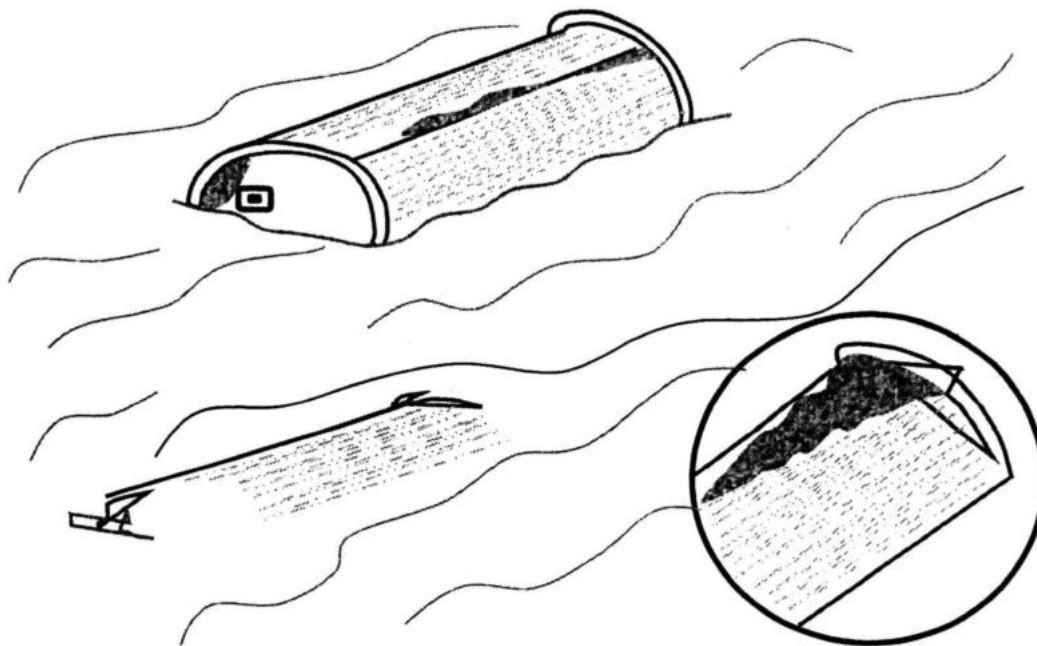
Введение. Экологическая безопасность – одна из составляющих частей национальной безопасности. Это положение закреплено законодательно [1] и обязательно для исполнения всеми государственными и общественными структурами. Одним из направлений реализации экологической безопасности является экологический мониторинг прибрежных вод [2], где, наряду с различными антропогенными загрязнениями, большую потенциальную опасность представляют морские захоронения боевых отравляющих веществ, главным образом, иприта. Металлические бочки, в которых он содержится, находятся на морском дне более семидесяти лет, вследствие чего корродируют и разгерметизируются. Коррозия в первую очередь поражает сварные швы, которые располагаются у обоих оснований и на корпусе, чем создает коррозионные щели и способствует выходу иприта в окружающую водную среду. Долгое время считалось, что при температуре ниже 14°C иприт находится в твердом агрегатном состоянии и не представляет опасности. Действительность опровергла это. Взять процесс распространения иприта под контроль возможно с использованием мобильных и стационарных систем мониторинга. Однако разрабатывать и создавать эффективные системы мониторинга с целью контроля состояния мест захоронения боевых отравляющих

веществ можно в том случае, если известны закономерности распространения дисперсионного иприта в водной среде.

Постановка цели научного исследования. Цель данной работы состоит в обобщении результатов ранее выполненных исследований и разработке генеральной гипотезы распространения дисперсионного иприта в морской водной среде. Для достижения поставленной цели необходимо решить главную задачу – рассмотреть возможные пути распространения дисперсионного иприта в водной среде.

Возможные пути распространения дисперсионного иприта в водной среде. Обследование морских захоронений отравляющих веществ показывает, что емкости с ипритом располагаются, как правило, лежа на боку и полностью или частично занесены илом. Коррозионное разрушение металлических бочек происходит в основном в местах сварных швов и участках, которые, по всей видимости, подверглись механическому воздействию (ударам о дно, соударением и т.д.). В результате коррозии нарушается герметичность металлических емкостей, и иприт начинает соприкасаться с морской водой, что приводит к его деструкции или разрушению, как показано на рис 2.

Эксперименты, проводимые в лабораторных условиях с другими твердыми аморфными веществами, показали, что они также подвержены деструкции. Несмотря на то, что температура плавления воска, сливочного масла и маргарина составляет 50–60 °C, парафина и смальца (свиного жира) около 100°C, при температуре 18–20 °C в морской воде происходило разрушение первоначально-поверхностных плоскостей, а затем прямоугольный кубик каждого из выше указанных аморфных веществ превращался в горку из мелких частиц. Если на первых этапах деструкции их размеры составили 10^{-6} – 10^{-5} м, то с течением времени их размеры уменьшались до 10^{-9} – 10^{-8} м. Исходя из вышесказанного, можно заключить, что аналогичные деструктивные процессы морская вода будет производить и с ипритом, находящимся в твердом агрегатном состоянии.



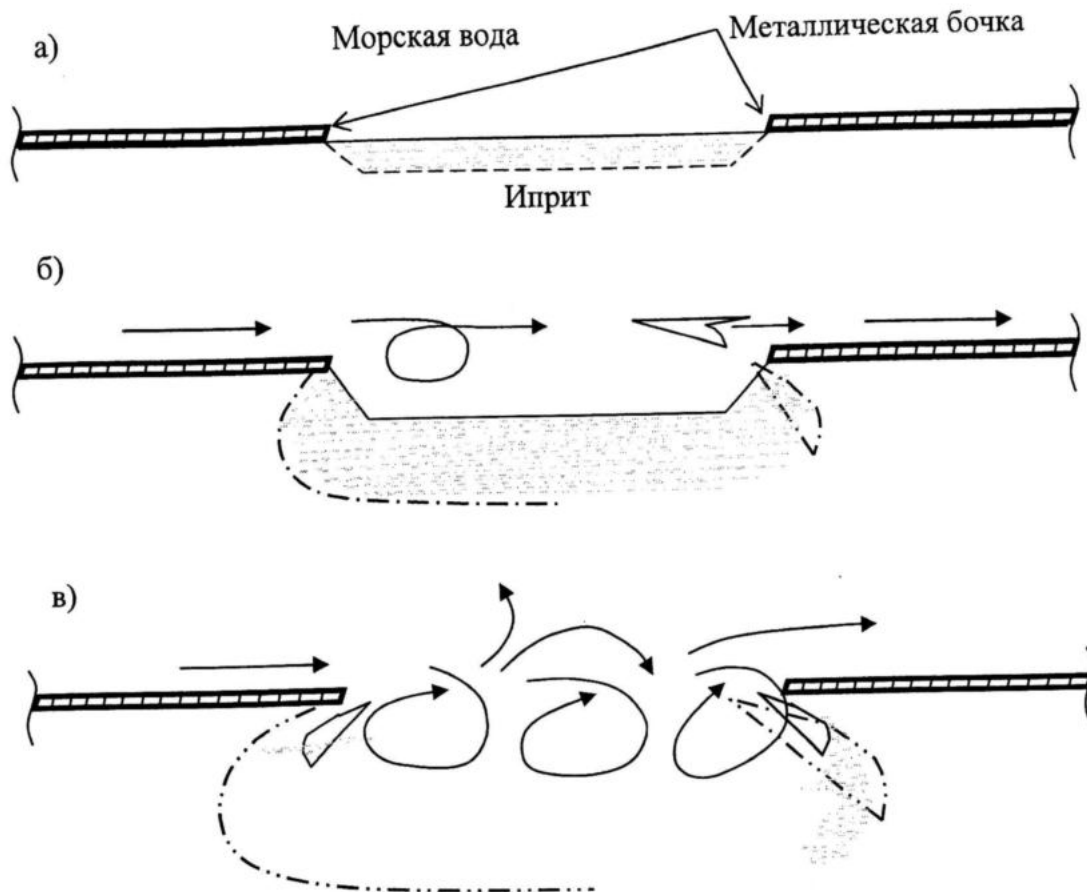
Р и с. 1. Схема расположения бочек с ипритом на морском дне

Появившаяся в металлической бочке коррозионная щель обеспечивает доступ морской воды к иприту. Первоначально их взаимодействие приводит к образованию небольшого участка мелкодисперсного иприта, который относительно небольшой промежуток времени сохраняется на поверхности, а затем вымывается потоком морской воды (рис. 2а). Даже если движение морских придонных вод минимально, и обтекающий металлическую емкость с ипритом водный поток имеет строго ламинарный характер, то с увеличением впадины в сплошном теле аморфного иприта за счет его деструкции и вымывания в водном потоке начинают появляться завихрения (рис. 2б), что не только повышает интенсивность деструкции твердого иприта, но и увеличивает площадь его соприкосновения с морской водой. Теперь в районе коррозионной щели характер движения водного потока становится турбулентным, что в свою очередь также усиливает процесс механической деструкции твердого иприта, а его частицы разносятся за пределы металлической емкости движением водного потока (рис. 2в). Необходимо заметить, что чем меньше геометрические размеры дисперсионного (измельченного) иприта, тем больше их невесомость и, соответственно, на большие расстояния они могут переноситься током придонных слоев воды. Этот про-

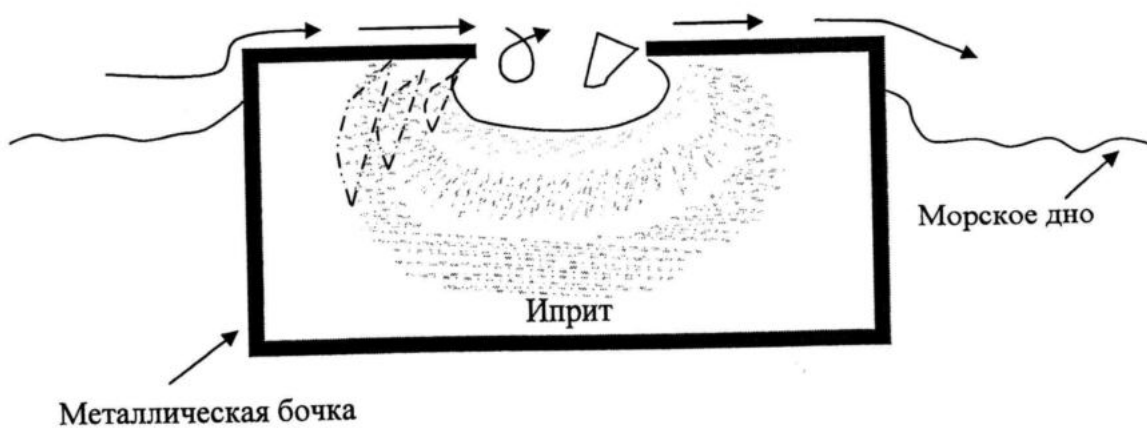
цесс условно можно назвать первой фазой вымывания иприта из поврежденной емкости.

Развиваясь, этот процесс достигает своего апогея, а затем его интенсивность начинает уменьшаться вследствие того, что образующийся у коррозионной щели турбулентный поток остается в стороне и уже не достает поверхности твердого тела, как показано на рис. 3. Эту фазу можно назвать второй или фазой равновесия при деструкции иприта. Равновесие объясняется тем, что в силу равновесия ламинарного и турбулентного потока, не достающих поверхность твердого иприта, выбросов (выноса) дисперсионного иприта за пределы разгерметизированной металлической бочки не происходит. Разрушение иприта идет внутри металлической емкости, причем по характеру деструкции можно выделить три слоя. Первый — нано или дисперсионный слой с размером частиц от 10^{-9} до 10^{-8} м. Второй — средне дисперсионный с размером частиц от 10^{-8} до 10^{-6} м. Третий — крупно дисперсионный, где размер частиц более 10^{-6} м.

Вторая фаза может продолжаться сравнительно долгий промежуток времени. Третья фаза — распространение дисперсионного иприта, является результатом динамического воздействия на разгерметизированную емкость.



Р и с. 2. Схема развития деструкции иприта на коррозионной щели



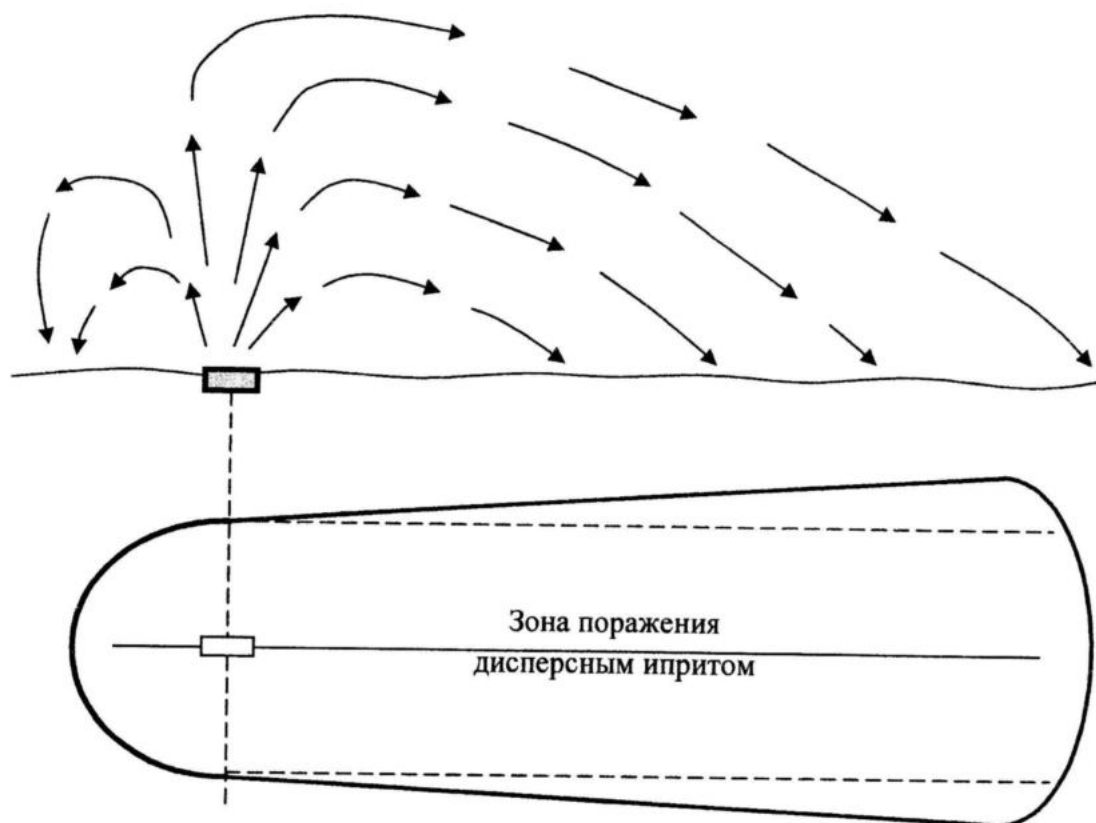
Р и с. 3. Схема равновесия при деструкции иприта

Это воздействие может быть результатом интенсивных шумов судоходства, звуков взрывов и сигналов работающих гидролокаторов, гидродинамического воздействия проходящего над захоронениями водного транспортного средства

большого водоизмещения, а также резкого изменения погоды, например, шторма. Результатом такого динамического воздействия является выброс дисперсионного иприта (рис. 4). Высота выброса частиц зависит от их размера и

величины воздействующей силы. В ряде случаев она может составлять полтора десятка метров. Подхваченные водным потоком частицы дисперсного иприта распространяются в направлении движения водного потока, расширяя область дисперсного распространения иприта, обусловленную неравномерностью водного потока. В зависимости от характера

динамического воздействия, выброс вверх дисперсионного иприта может быть однократным или многократным до тех пор, пока дисперсный иприт из металлических емкостей не будет полностью вытеснен. После этого весь процесс распространения дисперсного эмульгированного иприта повторяется.



Р и с. 4. Схема распространения дисперсного иприта.

Необходимо также отметить, что при обследовании мест захоронения отравляющих веществ после непосредственного выброса эмульгированного иприта шлейфы на морском дне из мертвой рыбы шириной от пяти до пятидесяти метров тянулись на километры.

Вывод. Распространение эмульгированного (дисперсного) иприта из поврежденных металлических емкостей условно можно разделить на три фазы: первая – вымывание иприта из поврежденной емкости, вторая – равновесие, когда деструкция иприта происходит внутри емкости без выхода в окружающую водную среду, третья – распространение дисперсного иприта под водой

вследствие динамического воздействия, когда его поражающие токсичные свойства распространяются на несколько километров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон України «Про основи національної безпеки України». – www.nbuv.gov.ua.
2. Азаренко Е.В., Гончаренко Ю.Ю., Дивизинюк М.М. Проблема управления экологической безопасностью прибрежных вод и пути её решения // Зб. наук. пр. «Системи обробки інформації» – Харків: ХУПС, 2012. – Вып. 2(100). – С. 271–275.