

УДК 621.564.27:621.565.9:664

# Использование азота для ликвидации последствий нефтяных загрязнений и пожаротушения

*Д-р техн. наук К. П. ВЕНГЕР, Н. В. МИНАШКИН,*

*канд. техн. наук О. А. ФЕСЬКОВ*

*Московский государственный университет пищевых производств*

*125080, г. Москва, Волоколамское ш., 11*

**Developed the technology and device, allowing for fast and efficient local quenching of fires in any territory, as well as freezing soil contaminated with petroleum products, explosive, toxic and chemically aggressive substances and its subsequent removal and disposal, as well as shorten the time and cost of localization of such emergencies.**

**Key words:** liquid nitrogen, oil pollution, quick freezing, cryogenic module, firefighting, backpack extinguisher.

**Ключевые слова:** жидкий азот, нефтяные загрязнения, быстрое замораживание, криогенный модуль, пожаротушение, ранцевый огнетушитель.

Развитие промышленного производства обусловило появление неконтролируемых выбросов твердых, жидких и газообразных промышленных отходов, приводящих к техногенному загрязнению различных природных сред. К данной проблеме относятся также случаи аварийного разлива нефти и нефтепродуктов из емкостей при транспортировке, в процессе добычи и переработки. Угроза таких разливов существует на нефтеперерабатывающих заводах, вышках, нефтепроводах. Жидкие нефтепродукты могут просочиться внутрь почвы и отравить грунтовые воды, подвергая опасности заражения водоснабжение населенных пунктов.

В отечественной практике для удаления нефтяных загрязнений из различных природных сред используются следующие способы: химический (с помощью поверхностно-активного вещества — абсорбента); механический (с использованием приспособлений, выполняющих функцию скребков); термический (путем выжигания).

Основными недостатками данных способов являются: значительная трудоемкость, высокая стоимость, недостаточная эффективность и ограниченность применения каждого отдельного способа в связи с различными физико-химическими свойствами загрязняющих жидкостей. В случае использования третьего способа — выжигания — необходим строгий контроль за распространением огня, так как он губителен для флоры и фауны не только в выжигаемой зоне, но и в ее окрестностях, к тому же огонь и продукты горения сами по себе наносят экологический вред.

В этом плане перспективно применение криогенного способа на базе жидкого азота, предусматривающего быстрое замораживание загрязненного слоя с последующей его утилизацией.

На кафедре холодильной техники МГУ прикладной биотехнологии (МГУПБ) более 20 лет проводятся исследования по использованию жидкого азота для быстрого замораживания пищевых продуктов. Разработан азотный скороморозильный туннельный аппарат (АСТА) для широкого ассортимента пищевых продуктов, в котором используется трехзонная проточная система хладоснабжения. Такая система обеспечивает сокращение расхода жидкого азота за счет использования холодильного потенциала газообразного криоагента, полученного

в результате испарения жидкого криоагента. Применяемая в аппарате проточная система хладоснабжения предусматривает одноразовое использование жидкого азота [1].

Разработанная конструкция аппарата АСТА может использоваться не только для быстрого замораживания пищевых продуктов, но и грунта, загрязненного жидкими токсичными веществами, в том числе нефтью, мазутом и т. п.

Специалистами МГУПБ совместно с ЗАО «Экология. Космонавтика. Авиация» разработан проект «ЭКА-Криоген — создание криогенных установок для быстрого замораживания пищевых продуктов и защитного слоя грунта для очистки от техногенных загрязнений». Проект удостоен серебряной и золотой медалей на V (февраль 2005 г.) и VI (февраль 2006 г.) Московских международных салонах инноваций и инвестиций [2].

В процессе реализации данного проекта на базе аппарата АСТА разработано устройство для замораживания загрязненного грунта, на которое получен патент РФ [3].

Преимуществами криогенного способа очистки грунта от нефтяных загрязнений являются: экологическая безопасность; значительное повышение эффективности процесса очистки; создание взрывобезопасной атмосферы над местом разлива, образованной в результате испарения жидкого криоагента.

Кроме того, устройства, использующие криогенный способ, компактны, обладают малым энергопотреблением, просты в эксплуатации и поэтому позволяют создать мобильную систему замораживания на базе автомобильного транспорта, которую можно доставить в любые нужные места.

Разработанное устройство включает в себя тягач 1 с размещенной на нем цистерной с жидким азотом 10 и аппарат, состоящий из нескольких криогенных модулей 6, соединенных с тягачом специальными тросами 2 (рис. 1). Криогенный модуль 6 представляет собой теплоизолированную камеру, обращенную открытой частью к замораживаемой поверхности; при этом нижняя часть корпуса модуля не контактирует с замораживаемой поверхностью за счет наличия колесных пар 4, позволяющих обеспечить перемещение модуля, уменьшить механический износ и исключить его примерзание к обрабатываемой поверхности.

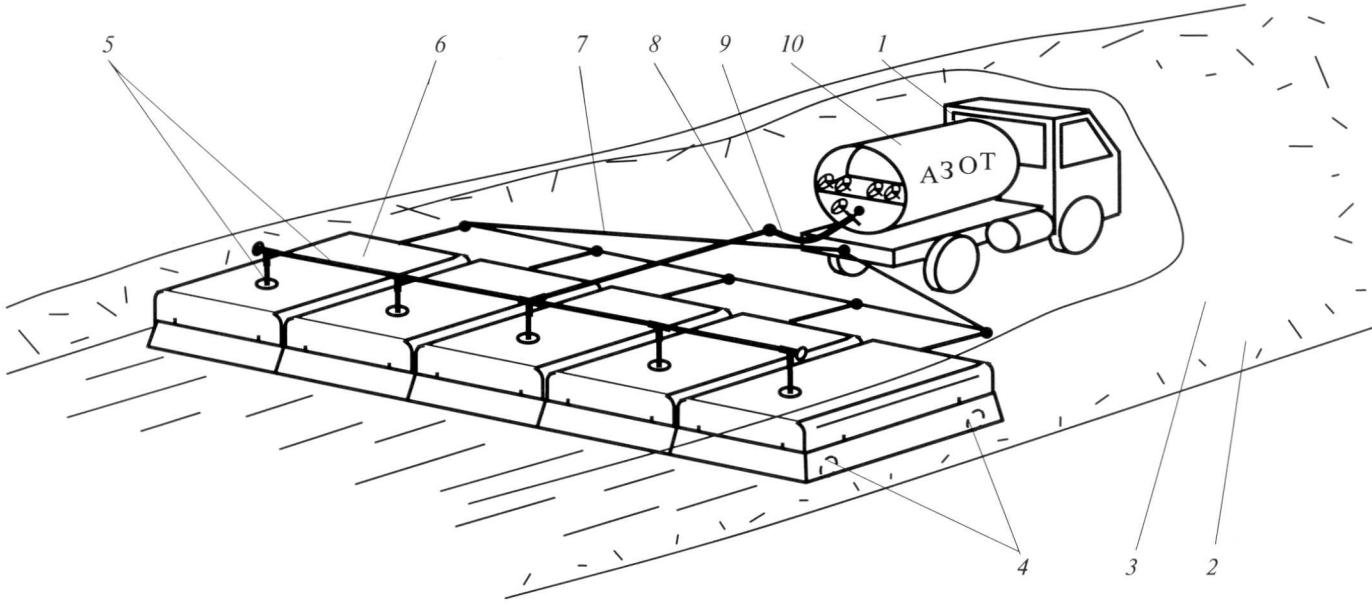


Рис. 1 Схема устройства для криогенного замораживания загрязненного грунта:

1 — тягач; 2 — грунт; 3 — нефтяное загрязнение; 4 — колесные пары; 5 — разъемные ответвления; 6 — криогенный модуль; 7 — тросы; 8 — Т-образный коллектор; 9 — гибкий трубопровод; 10 — цистерна с жидким азотом

Для подачи криоагента в конструкции устройства предусмотрена Т-образный коллектор 8, соединенный с цистерной 10 гибким трубопроводом 9 и содержащий разъемные ответвления 5, каждое из которых обеспечивает равномерное распределение криоагента по модулюм. Количество криогенных модулей 6 в составе аппарата определяет ширину обрабатываемой поверхности 8.

На рис. 2 показаны разрезы модуля с указанием рабочих зон, соответствующих различным температурным уровням процесса криогенного замораживания нефтяного загрязнения.

В зоне 1 распыления жидкого азота через форсунки коллектора нефтяное загрязнение под каждым модулем орошается жидким азотом ( $t_{аз. ж} = -196^{\circ}\text{C}$ ). Распыление жидкого азота осуществляется с углом факела  $60^{\circ}$ . Образующийся при испарении жидкого азота газообразный азот циркулирует в зоне предварительного охлаждения, включающей в себя теплоизолированную 2-а и нетеплоизолированную 2-б части. Зона 2-а находится в свободном от распылительного коллектора внутреннем пространстве модуля, а зона 2-б представляет собой замкнутый объем, образованный съемными боковыми, торцевыми и дополнительными жестко смонтированными стыковыми бортами, размещенными с внешних сторон модулей. Зоны 2-а и 2-б разделены нижним перфорированным нетеплоизолированным ограждением. Такая конструкция модуля позволяет максимально продолжительно удерживать газообразный азот внутри аппарата с целью продления его контакта с обрабатываемой поверхностью.

Использование в устройстве наружных бортов, а также теплоизоляции трубопроводов, по которым осуществляется подача хладагента, позволяет обеспечить значительное сокращение расхода дорогостоящего хладагента за счет более полного использования его холодильного потенциала.

После замораживания осуществляется процесс утилизации загрязненного слоя, для которого возможно ис-

пользование техники и технологий механизированного снятия старого слоя асфальта с дорожного покрытия.

На кафедре холодильной техники МГУПБ разработан проект использования жидкого азота для пожаротушения. Криогенный метод пожаротушения имеет такие преимущества, как экологическая лояльность жидкого азота, а также отсутствие вреда оборудованию в отличие от водяных и пенных систем пожаротушения; происходит объемное тушение пожара и эффективность не зависит от труднодоступности очага возгорания. Также разработан ранцевый огнетушитель, схема которого представлена на рис. 3 [4].

Криогенный огнетушитель содержит: емкость с жидким азотом в виде теплоизолированного ранца; распылительное устройство пистолетного типа; соединительный трубопровод и насадки различной формы.

Устройство работает следующим образом: во внутренний резервуар ранцевого огнетушителя через верхний патрубок 1 подается жидкий азот 4, после чего патрубок закрывается предохранительной крышкой-клапаном 2. Крышка-клапан завинчивается до упора с целью поднятия давления во внутреннем резервуаре. Величина давления и уровень заправленной жидкости отображаются на манометре и указателе уровня 5. Для переноса огнетушителя используется ручка 3 или он крепится на плечи человека с помощью ремней.

Для обеспечения подачи жидкого азота 4 к обрабатываемому объекту открывают вентиль на выходном фланце 7, и криоагент, самотеком по гибкому трубопроводу 8, поступает в распылительное устройство.

С помощью рукоятки распылительное устройство направляют в сторону обрабатываемого объекта. Путем нажатия специального курка с помощью шестеренки 10 и зубчатой направляющей производится перемещение запорного поршня 11; жидкий азот поступает по стволу 12 к насадке 13 и распыляется в нужном направлении.

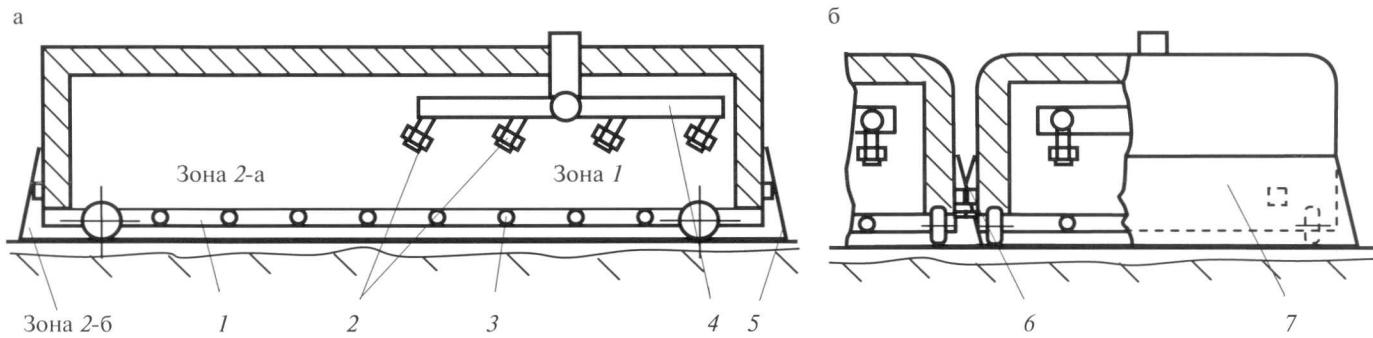


Рис. 2. Разрезы криогенного модуля:

а — продольный; б — поперечный; зона 1 — распыление жидкого азота;  
 зоны 2-а и 2-б — теплоизолированная и нетеплоизолированная части зоны предварительного охлаждения;  
 1 — нетеплоизолированное ограждение; 2 — форсунки; 3 — отверстия в нетеплоизолированном ограждении;  
 4 — распылительный коллектор; 5 — боковой борт; 6 — герметизирующие борта; 7 — торцевой борт

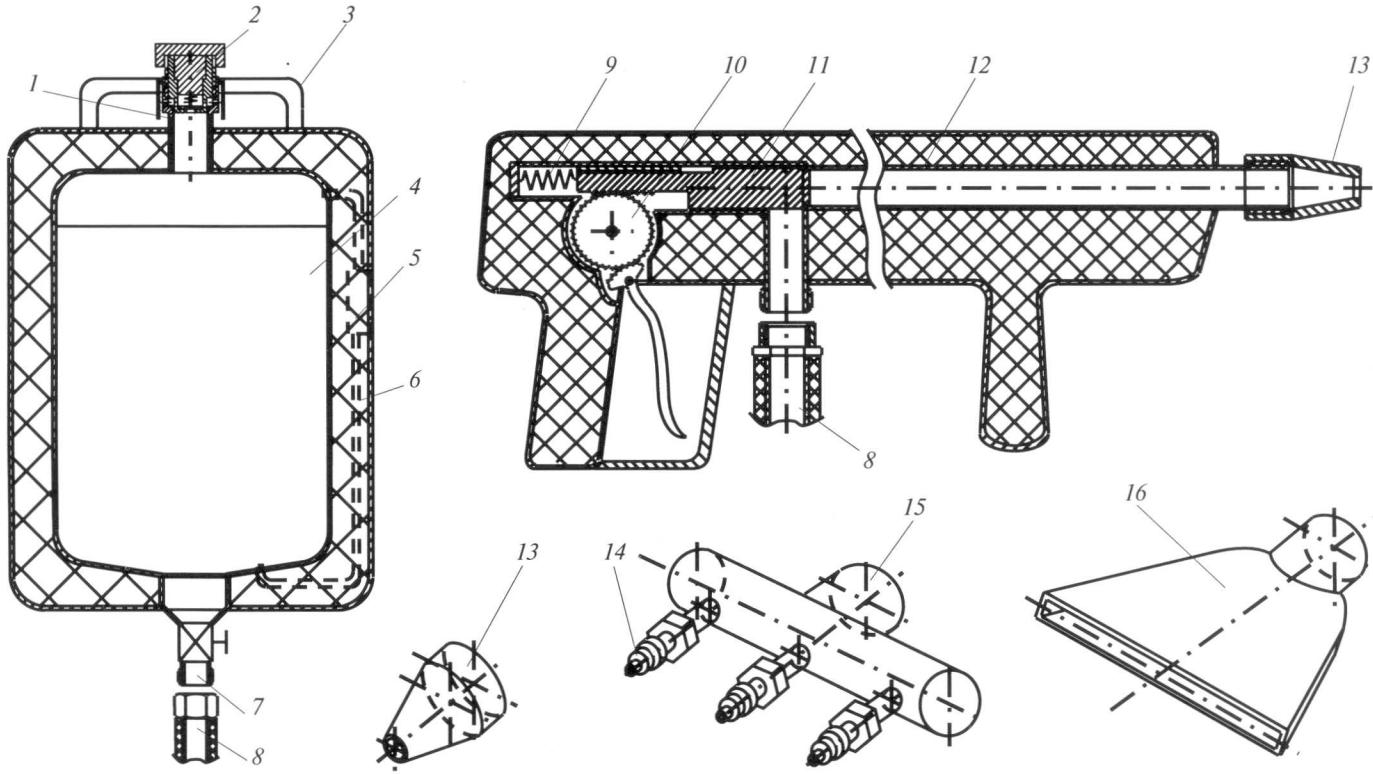


Рис. 3. Ранцевый криогенный огнетушитель:

1 — патрубок для заправки; 2 — предохранительная крышка-клапан; 3 — ручка для переноса; 4 — жидкий криоагент (азот);  
 5 — манометр и указатель уровня; 6 — теплоизоляция; 7 — выходной фланец; 8 — теплоизолированный трубопровод;  
 9 — отжимная пружина; 10 — зубчатая шестеренка; 11 — поршень; 12 — ствол; 13 — конический насадок; 14 — форсунка;  
 15 — коллекторный насадок; 16 — насадок (щелевое сопло)

При обработке небольших очагов возгорания можно использовать насадок в форме конуса с круглым отверстием 13, обеспечивающим факел распыла жидкости. При обработке больших очагов возгорания насадок в форме Т-образного коллектора 15 с форсунками 14 обеспечивает несколько факелов распыла и большую площадь обработки.

При необходимости использования газообразного азота используют насадок в форме щелевого сопла 16 с прямоугольным отверстием для равномерной подачи огнесящего газа.

Рассмотренное устройство позволяет быстро и эффективно обеспечить локальное тушение очагов пожара на любой территории, а также замораживание грунта, загрязненного нефтепродуктами, взрывоопасными,

ядовитыми и химически агрессивными веществами с последующим его съемом и утилизацией, а также сократить продолжительность и затраты на локализацию таких аварийных ситуаций.

Перспективность для отечественной практики предлагаемых криогенных технологий и оборудования подтверждается тем фактом, что в России производством жидкого азота занимаются более 1200 предприятий, расположенных от Калининграда до Дальнего Востока, т. е. данный криопродукт доступен практически любому потребителю.

### Список литературы

1. Антонов А. А., Венгер К. П. Азотные системы хладоснабжения для производства быстрозамороженных пищевых продуктов. — Рязань: Узоречье, 2002.

2. Криогенные установки для быстрого замораживания пищевых продуктов и защитного слоя грунта для очистки его от техногенных загрязнений / К. П. Венгер, О. А. Феськов, Д. Е. Орловский, В. Е. Ширшов, В. И. Кузнецов. В сб. докладов семинара «Технологический прорыв России: стратегическое партнерство государства и бизнеса» на VI Московском межд. салоне инноваций и инвестиций. — М.: ВВЦ, ФГУ НИИ РИНКЦЭ, 2006.

3. Пат. РФ на изобретение № 2286857. Устройство для криогенного промораживания грунта / К. П. Венгер, Д. Е. Орловский, О. А. Феськов, В. Е. Ширшов; Опубл. 10.11.2006. БИ № 31.

4. Пат. РФ на изобретение № 2414269. Ранцевый огнетушитель / К. П. Венгер, Н. В. Минашкин, О. А. Феськов; Опубл. 20.03.2011. БИ № 8.