

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **035802**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2020.08.13

(21) Номер заявки
201791504

(22) Дата подачи заявки
2015.12.28

(51) Int. Cl. **B63B 5/00** (2006.01)
B63B 9/06 (2006.01)
B63B 38/00 (2006.01)
B63B 69/00 (2013.01)
E04C 1/40 (2006.01)
F17C 1/08 (2006.01)
F17C 11/00 (2006.01)

(54) ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ ГИДРАТОВ ГАЗОВ - СИСТЕМА И СПОСОБ

(31) 62/097,101

(32) 2014.12.28

(33) US

(43) 2017.10.31

(86) PCT/IB2015/060015

(87) WO 2016/108177 2016.07.07

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и
патентовладелец:

ФИШЛЕР ЙЕХОШУА (IL)

(74) Представитель:

**Буре Н.Н., Харин А.В., Стойко Г.В.
(RU)**

(56) US-A1-20050194299
US-B1-6170425
US-A-3593354
KR-A-1020140063261
WO-A1-2003006308
US-A1-20140203471
US-A1-20100062094
KR-A-20110072523
US-A1-20100205859
US-A-5058357

(57) В изобретении представлено морское судно для транспортировки гидратов природного газа (NGH). Морское судно включает корпус, образованный из твердого NGH, и скелетную конструкцию, поддерживающую корпус. Дополнительно описывается контейнер для транспортировки NGH, включающий блок твердого NGH и скелетную структуру для поддержки одного блока. Также описан метод изготовления морского судна для транспортировки и хранения гидратов природного газа (NGH). Данный метод включает в себя подготовку формы, размещение охватывающего слоя при сборке скелетной конструкции в пресс-форме, приготовление суспензии NGH и заливку суспензии NGH в форму.

B1

035802

035802

B1

Отсылки к родственным заявкам

Эта заявка истребует приоритет из предварительной заявки на патент США № 62/097101, поданной 28 декабря 2014 года, полное содержание которой представлено далее с полной ссылкой на нее.

Область техники, к которой относится изобретение

Существующее изобретение в некоторых вариантах его осуществления относится к газообразным средам в общем и более конкретно, но не исключительно, к системе и способу транспортировки и хранения газовых гидратов.

На протяжении десятилетий хранение и транспортировка природного газа были проблематичными, дорогостоящими и тем самым препятствующими разработке и эксплуатации многих малых и средних месторождений природного газа. Как правило, газ транспортируется по трубопроводам на перерабатывающий завод, где он сжижается и хранится в виде сжиженного природного газа (LNG) или сжимается и хранится в виде сжатого природного газа (GNG).

Распределение LNG и GNG из обрабатывающего пункта осуществляется, как правило, морскими судами и/или наземными транспортными средствами, приспособленными для содержания газа в соответствующей форме.

В попытке преодолеть высокие издержки и трудности с транспортировкой, связанные с транспортировкой и хранением природного газа, а также содействовать использованию малых и средних месторождений природного газа, относительно недавняя тенденция заключается в использовании технологии клатратов. Эта технология предполагает преобразование природного газа в его гидрат (NGH), который может быть обработан в виде водной смеси гидрата или дополнительно переработан в другие формы, включая гранулы гидрата, и может обеспечить экономичный вариант для хранения и транспортировки природного газа и других газов в качестве альтернативы сжижению или сжатию.

Клатраты представляют собой нестехиометрические кристаллические соединения, состоящие по меньшей мере из двух видов молекул, где один вид физически наподобие клетки захватывает другой вид в полости кристаллической решетки. Виды молекул, образующие захватывающую конструкцию, обычно называются Хозяин (Host), в то время как включенный компонент обычно называется как Гость (Guest).

Образующиеся кристаллические образования, состоящие из молекул воды, связанных между собой в виде клеткоподобных конструкций, известны как "клатраты" или "гидраты газов".

В гидратах газов решетка-хозяин создается молекулами воды, связанными посредством водородных связей. Молекула-гость удерживается на месте внутри полостей образуемых молекулами воды, и в дополнение вся решетка стабилизирована силами Ван-Дер-Ваальса, действующими между молекулами-хозяевами и молекулами-гостями без образования химических связей между решеткой-хозяином и молекулой гостя. Решетка-хозяин в отсутствие гостевой молекулы в ее полости термодинамически нестабильна и без поддержки захваченными молекулами конструкции решетки гидратов газов коллапсирует в форму обычного льда.

Большинство газов с низкой молекулярной массой, как то O_2 , H_2 , N_2 , CO_2 , CH_4 , H_2S , Ar , Kr и Xe , а также некоторые высшие углеводороды и фреоны, образуют гидраты при соответствующих температурах и давлениях.

Использование NGH в качестве замены LNG и CNG обычно включает три этапа: производство, транспортировку и регазификацию.

Некоторые примеры систем и способов получения газовых гидратов и водной смеси газовых гидратов и их регазификации раскрыты в публикации заявки на патент США № US 2011/0217210 на имя Katoh et al., Международная публикация WIPO WO 2015/087268, Sangwai, патент США № 8334418 Osegovic et al. и в патенте США № 8354565 на имя Brown et al.

Некоторые примеры систем и способов транспортировки гидрата газа в морских судах раскрыты в "Frozen Hydrate for Transport of Natural Gas", Gudmundsson, J.S and Borrehaug, A., Proceedings, 2nd International Conference Natural Gas Hydrates, June 2-6, 1996, Toulouse, pp. 415-422; Japanese Patent Application № 2004-070249, "Gas-Hydrate Transportation Vessel", to Ichiji et al. and Japanese Patent Application № 2002-089098, "Gas Hydrate Pellet Transport Ship", to Ichiji et al.

Необходимо также отметить, что разрушение конструкций на воздухе может быть предотвращено за счет "эффекта самосохранения" (англ. "self-preservation effect"), сведения о котором содержатся, например, в статье "Methane Hydrate Pellet Transport Using the Self-Preservation Effect: A Techno-Economic Analysis" (опубл. 16.07.2012). В статье отмечено, что эффект самосохранения позволяет предотвратить растворение и разрушение в природных условиях окружающей среды. Эффект самосохранения проявляется сильнее в условиях северного климата, характеризующегося низкими температурами воды или воздуха. В частности, в статье указано, что экранирующий слой льда позволяет предотвращать разложение твердого NGH вследствие пассивного охлаждения, которое имеет место в NGH из-за эндотермического эффекта, возникающего в результате диссоциации газа из клатрата в пограничном слое между клатратом и экранирующим слоем льда, и изолирующего эффекта самого льда.

Раскрытие сущности изобретения

Предлагается конструкция в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Морское судно для транспортировки гидратов природного газа (NGH) включает корпус, образованный

из твердого NGH, и скелетную конструкцию для поддержки корпуса.

Далее в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения предлагается контейнер для транспортировки гидратов природного газа (NGH), включающий твердый блок NGH и скелетную конструкцию для поддержки одного блока.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения твердый NGH включает добавки, как то песок, глина, дерево, пенка и другие материалы, могущие менять его агрегатное состояние.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения судно включает в себя охватывающий слой с целью охвата корпуса.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения охватывающий слой гидрофобен.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения охватывающий слой герметично изолирован от газов и жидкостей.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения охватывающий слой представляет собой теплоизоляционный слой.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения корпус судна полностью интегрально сформирован из твердого NGH.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения корпус сформирован из секций твердого NGH.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения корпус сформирован из множества контейнеров, включая твердый NGH.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения скелетная конструкция включена во множество контейнеров.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения судно является одним из видов самоходного или буксируемого судна.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения скелетная конструкция обеспечивает возможность движения охлаждающей жидкости через твердый NGH.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения твердый NGH заморожен.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения предусмотрен способ построения морского судна для транспортировки и хранения гидратов природного газа (NGH). Способ включает приготовление формы, размещение охватывающего слоя в сборке скелетной конструкции в пресс-форме, приготовление водной смеси NGH и заливания водной смеси NGH в форму.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения способ включает подмешивание добавки в водную смесь NGH.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения способ включает отвердевание водной смеси NGH.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения способ включает отвердевание водной смеси NGH в секции корпуса морского судна.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения способ включает формовку водной смеси NGH в замороженный твердый блок.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения способ включает погружение формы в воду.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения способ включает хранение твердого NGH, погруженного в воду.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения способ включает демонтаж скелетной конструкции после регазификации твердого NGH.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения способ включает барьер для охвата внешней части твердого блока NGH.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения барьер гидрофобен.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения барьер герметично изолирует газы и жидкости.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения барьер является теплоизоляционным.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения контейнер является транспортабельным на морском судне.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения контейнер соответствует форме корпуса морского судна.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения контейнер является транспортабельным на коммерческом наземном транспортном средстве.

В соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения скелетная конструкция обеспечивает возможность движения охлаждающей жидкости через блок твердого NGH.

Краткое описание чертежей

Некоторые варианты осуществления изобретения описаны здесь только в качестве примера со ссылкой на прилагаемые чертежи. Детали также показаны с целью примера и служат для обсуждения вариантов осуществления изобретения.

Описание и чертежи могут быть очевидны для специалистов в данной области техники как варианты осуществления изобретения на практике.

На фиг. 1 изображена примерная схема морского судна NGH, включающего сплошной корпус NGH, согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 2 схематично изображена примерная схема морского судна NGH, включающего сплошной корпус контейнера NGH, согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 3 схематично показано поперечное сечение примера твердого корпуса NGH согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 4 схематично показано поперечное сечение примера твердого корпуса NGH согласно некоторым вариантам осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 5A схематично показано поперечное сечение корпуса NGH, собранного из твердых контейнеров NGH и включающего охватывающий слой, в соответствие с вариантом осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 5B схематично показан в перспективе вид типичного прямоугольного твердого контейнера NGH согласно вариантам осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 5C схематично показан поперечный разрез прямоугольной формы твердого NGH-контейнера в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 5D схематично показано поперечное сечение твердого NGH контейнера, сформированного в соответствии с формой стороны корпуса контейнера NGH, согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 5E схематично показан поперечный разрез твердого NGH контейнера, сформированного для формирования дуги твердого корпуса контейнера NGH, согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 6 показана блок-схема примерного способа получения твердого NGH корпуса и морского судна NGH, предназначенного для транспортировки и хранения твердого NGH, согласно варианту осуществления настоящего изобретения;

на фиг. 7 показана блок-схема примерного способа получения твердого NGH контейнера для сборки корпуса контейнера NGH и морского судна NGH, предназначенного для транспортировки и хранения NGH, согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Осуществление изобретения

Прежде чем подробно пояснить по меньшей мере один вариант осуществления изобретения, проясним, что изобретение не обязательно ограничено в его применении деталями конструкции и расположением компонентов и/или способов, изложенных в следующем описании и/или проиллюстрированных на чертежах. Изобретение допускает также другие варианты осуществления или практику выполнения различными способами.

Основная стоимость, связанная с транспортировкой NGH, - это покупка и эксплуатация морских судов, самоходных или буксируемых, используемых для перевозки NGH. Недостатком при транспортировке NGH по сравнению с LNG является то, что NGH содержит примерно 5-7 т воды на тонну газа, тогда как LNG содержит только натуральный газ. Дополнительный вес, связанный с NGH, требует больших морских судов и больше расходов на топливо для транспорта по сравнению с LNG. Следовательно, судам NGH потребуется транспортировать от 6 до 8 раз больше веса в сравнение с LNG для такой же поставки.

Таким образом, повышенный вес транспортировки NGH может потребовать использования более крупных судов и/или большего количества судов для транспортировки того же количества газа, которое перевозится на судах LNG, что может негативно повлиять на экономическую рентабельность по сравнению с LNG.

Заявитель понял, что существующая система и способы транспортировки NGH страдают от некоторых недостатков, среди которых ранее упомянутый недостаток, требующий либо более крупных транспортных судов, и/или большее количество судов по сравнению с необходимым для перевозки LNG. Другие недостатки включают экономический эффект от необходимости возврата пустых транспортных судов на объект производства NGH после поставки NGH.

Заявитель осознал, что данная система и способ транспортировки NGH могут быть преодолены с помощью морского судна, частично изготовленного из NGH, который должен быть транспортирован и который может быть собран на объекте, производящем NGH.

Это судно NGH может быть спроектировано так, чтобы после регазификации NGH на регазификационном объекте оставшиеся не-NGH части судна могли бы быть демонтированы и отправлены с объекта регазификации на производственный объект для повторного использования в новом судне. Как может быть понятно, это новое судно NGH обладает существенными преимуществами по сравнению с существ-

вующими судами NGH, поскольку размер судна может быть меньше по сравнению с известными в настоящее время в данной области техники, поскольку транспортируемый NGH образует часть судна.

Кроме того, демонтированные детали, не содержащие NGH, могут отправляться обратно на производственный объект, в том числе с использованием различных типов транспортных средств, как то внутри морских транспортных контейнеров, обеспечивая существенную экономию по сравнению с возвратом пустого судна NGH.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения корпус морского судна может быть изготовлен из твердого NGH, армированного не-NGH-конструкционными элементами и покрытого слоем, герметично закрытым от жидкостей и газов, а также может быть теплоизоляционным. Конструкционные элементы, не относящиеся к NGH, могут служить для обеспечения конструктивной жесткости корпуса. Они могут также служить для транспортировки охлаждающей жидкости и/или сжатого газа, используемого для поддержания NGH в твердом/замороженном состоянии. Охватывающий слой служит для сохранения NGH в твердом состоянии и для предотвращения испарения и увеличения объема газа и его высвобождения при строительстве судна и во время транспортировки. Этот слой может также служить в качестве оболочки, содержащей природный газ, получаемый в процессе регазификации. Как вариант, твердый NGH корпус и/или твердые контейнеры NGH, включая компоненты, не являющиеся NGH, и наружный слой, могут быть плавучими в воде, включая морскую воду.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения твердый корпус NGH может быть интегрально сформирован на производственном объекте в виде единого компонента, соответствующего форме внутри корпуса судна, или может быть собран из ряда сплошных секций корпуса, которые могут соединяться вместе, образуя сплошной корпус NGH. В некоторых вариантах осуществления твердый NGH контейнерный корпус может быть собран из множества твердых контейнеров NGH, соединяемых между собой. Эти твердые контейнеры NGH могут быть отдельно сформированы на производственном объекте внутри контейнеров, образующих формы, которые могут включать в себя форму части корпуса, в соответствии с занимаемым местом.

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения заливочная форма может быть объединена и собрана вместе с не-NGH элементами конструкции, которые могут образовывать часть твердого корпуса NGH или твердых контейнеров NGH. Форма также может быть выложена слоем материала, который будет использоваться для покрытия внешней поверхности твердого корпуса или площади внешней поверхности твердых контейнеров NGH. Как вариант, этот слой может также использоваться для покрытия площади внутренней поверхности твердого корпуса NGH. Для удобства в дальнейшем формующая форма, собранная с элементами конструкции и оболочкой, может упоминаться как "собранная форма".

В некоторых вариантах осуществления настоящего изобретения твердый корпус NGH или твердое тело контейнера NGH могут быть сформированы под водой на производственном объекте, например погружая собранную форму в морскую воду и заполняя ее морской водой. Погружение формы в морскую воду может быть выгодным, поскольку подводное гидростатическое давление может быть использовано для получения или сохранения твердого NGH. Природный газ может вводиться в собранную форму для образования водной смеси NGH, которая затем может быть подвергнута охлаждению и/или сжатию под водой с целью превращения его в твердый NGH. Как вариант, добавки, такие как песок, глина, древесина (например, древесные волокна, опилки и т.д.), пенька или другие материалы, пригодные, среди прочего, для понижения скорости теплопередачи и повышения тепловой инерции твердого NGH, а также для увеличения его структурных характеристик, таких как структурная жесткость формы, могут быть введены в данные водные смеси. Добавки могут вводиться в виде гранул, хотя и не ограничены только использованием гранул, а могут также включать использование материалов с изменяющейся фазой (PCM). Сформированный твердый корпус NGH или твердые контейнеры NGH могут храниться под водой посредством якорения к морскому дну или добавления весов к затопляемому телу для создания отрицательной плавучести, пока морское судно не будет готово к сборке или после сборки, до тех пор пока твердый NGH не будет готов к регазификации. В момент использования твердого корпуса NGH или твердых контейнеров NGH они могут быть отсоединены от формы и всплывать на поверхность воды. Как вариант, собранная форма может находиться над землей и твердый корпус NGH и/или также твердые контейнеры NGH могут быть сформированы над землей.

В некоторых вариантах осуществления твердый корпус NGH и твердый корпус контейнера NGH пригодны для использования на любом морском судне, предназначенном для транспортировки NGH. Это могут быть самоходные морские суда, а также буксируемые морские суда, включая корабли и баржи. Корпуса могут быть оснащены соответствующими системами, оборудованием и аксессуарами для обеспечения надлежащего функционирования судна, включая двигатели и навигационное оборудование и системы, в случае если судно самоходно, а также охлаждающее оборудование и/или оборудование для создания высокого давления и поддержания NGH в его твердом состоянии. Предпочтительно эти системы, оборудование, машины и аксессуары будут демонтируемыми до компонентов, могущими быть транспортируемыми на коммерческих грузовиках и других сухопутных транспортных средствах, включая тракторные прицепы и транспортные средства, соответствующие правилам и/или рекомендациям

Инкотермс.

Теперь делается ссылка на фиг. 1, которая схематически иллюстрирует примерное морское судно 100 NGH, включающее в себя твердый корпус 102 NGH, согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Твердый корпус 102 NGH может быть интегрально выполнен как единый компонент в форме, соответствующей форме корпуса судна (не показана), либо может быть изготовлен как отдельные секции, соединяемые вместе.

Морское судно 100 NGH может включать самоходное судно, как показано на фигуре, в другом случае может включать любой другой тип самоходных морских судов или буксируемого судна, такого как, например, баржа или судно с буксируемым грузом. Корпус 102 NGH может проходить от носа судна 106 до кормы 108, которые могут быть сформированы из твердого NGH 104. Корпус 102 NGH также может включать твердый NGH 104 вдоль части его длины, тогда как нос 106 и/или корма 108 изготовлены из материала, не относящегося к NGH, например из стали, что является обычной практикой в большинстве морских судов.

Корпус 102 NGH может включать охватывающую оболочку 110, которая может помочь в сохранении NGH 104 в его твердом состоянии и которая также может служить для предотвращения испарения газа и его расширения и высвобождения из твердого NGH 104. Слой 110 также может служить для предотвращения контакта воды с твердым NGH 104 и обеспечения теплоизоляции. Слой 110 может дополнительно служить в качестве контейнера для предотвращения утечки газа во время регазификации твердого NGH 104. Слой 110 может включать материалы, известные в данной области техники, может включать в себя один материал, подходящий для обеспечения требуемой герметизации и теплоизоляции жидкости и газа или может сочетать ряд слоев и/или материалов, комбинация которых может обеспечивать требуемые характеристики. Слой 110 может включать относительно гладкую отделку или обрабатываться сглаживанием, чтобы уменьшить трение между судном и морем во время транспортировки.

NHG-судно 100 может быть оснащено оборудованием, машинами, принадлежностями и компонентами, которые могут быть установлены на корпусе 102 NGH после изготовления корпуса в рамках процесса сборки судна в производстве NGH и которые могут быть демонтированы с судна до или после регазификации твердого NGH 104. Они могут включать элементы конструкции, используемые для обеспечения структурной целостности корпуса NGH 102, системы, которые могут использоваться для перемещения и навигации судна, системы, которые могут использоваться для поддержания NGH 104 в его твердом состоянии, а также другие системы, такие, как например, жилые помещения в числе прочего.

Теперь делается ссылка на фиг. 2, которая схематически иллюстрирует образец морского судна 200 NGH, включающего корпус 202 NGH с твердым корпусом. Согласно варианту осуществления настоящего изобретения твердый корпус контейнера NGH 202 может быть собран из контейнеров 205 NGH с твердым NGH 204. Каждый контейнер сформирован внутри соответственной формовочной формы (не показано).

Подобно морскому судну 100 NGH морское судно 200 NGH может включать любые типы самоходного морского судна или буксируемого судна. Твердый корпус контейнера NGH 502 может простирается от носа 206 до кормы 208 и может включать твердые контейнеры NGH 205, соединенные друг с другом, причем каждый контейнер может иметь форму, соответствующую контуру корпуса в соответствии с его положением в корпусе. Каждый контейнер 205 NGH может включать в себя элементы конструкции (не показаны) для обеспечения жесткости конструкции самого контейнера и в общем случае контейнера 202 NGH. Аналогично морскому судну 100 NGH в альтернативном варианте осуществления контейнеры 205 NGH могут использоваться как составляющие длины корпуса с носом 206 и/или кормой 208, изготовленными из не-NGH материалов, таких как сталь. Более полное описание контейнера 205 для NGH дано ниже со ссылкой на фиг. 5A-5E. Аналогично NGH судну 100 корпус 202 NGH может включать в себя наружный слой 210, функционально подобный слою 110.

Аналогично судну 100 NGH судно NGH 200 может быть оснащено оборудованием, механизмами, аксессуарами и компонентами, которые могут быть установлены на корпус контейнера NGH 202 после сборки корпуса как часть процесса сборки судна во время производства NGH и которые могут быть демонтированы из судна до или после регазификации твердого NGH 204. Они могут включать конструктивные элементы, используемые для обеспечения структурной целостности твердого контейнера 205 NGH, системы, которые могут использоваться для перемещения и навигации судна, а также системы, могущие использоваться для поддержания твердого NGH 204 в его твердом состоянии, демонтируемые конструкции (например, жилые помещения) и т.п.

Теперь обратимся к фиг. 3, которая схематически иллюстрирует поперечное сечение примерного твердого корпуса 302 NGH в морском судне 100 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Корпус 302 NGH может быть сформирован как отдельные секции, соединяемые вместе. Корпус 302 NGH может содержать твердый NGH 304, скелетную конструкцию 313, присадки 316 NGH и наружный слой 310.

Твердый NGH 304 может занимать весь внутренний объем корпуса 302 NGH или, как вариант, основную часть объема и может быть получен путем отвердевания водной смеси NGH с использованием способов, известных в данной области для образования водной смеси, и для дальнейшего преобразова-

ния водной смеси в твердое вещество. Твердое вещество может находиться в замороженном состоянии. В составе твердого NGH 304 могут быть добавки 316, которые могут быть добавлены к водной смеси заранее и которые могут служить для увеличения, среди прочих качеств, устойчивости к теплопроводности и тепловой инерции твердого NGH, а также для повышения его структурных характеристик, в том числе его структурной жесткости формы. Добавки 316 могут включать любое сочетание песка, глины, дерева, пеньки или других материалов, включая PCM, и могут быть предоставлены в виде крупинки или любой другой.

Корпус 302 NGH может быть охвачен слоем 310, который может быть похож на слой 110, ранее описанный со ссылкой на фиг. 1. Скелетная конструкция 313 может обеспечивать структурную жесткость корпуса 302 NGH и может включать любую комбинацию не-NGH вертикальных элементов конструкции 312, не-NGH диагональных элементов конструкции 312A и горизонтальных не-NGH элементов конструкции 314A и 314B. Скелетная конструкция 313 может быть исполнена в виде фермы, которая может быть полностью или частично встроена в твердый NGH 304 с элементами конструкции 312, 312A, 314A и/или 314B, выступая в качестве элементов конструкции, поддерживающих ферму. Элементы конструкции 312, 312A, 314A и/или 314B могут включать трубы (сталь или другой подходящий металл или материал) подходящего диаметра и толщины стенки для обеспечения требуемой структурной жесткости, часть которых или все они могут включать полый сердечник, через который охлаждающая жидкость может циркулировать вдоль длины труб, с целью поддержки NGH в твердом состоянии в случае необходимости охлаждения. Элементы конструкции 312, 312A, 314A и 314B могут быть взаимосвязаны, чтобы позволить охлаждающей жидкости циркулировать через некоторые или через все трубы, в случае, если требуется охлаждение. Альтернативно, элементы конструкции 312, 312A, 314A и/или 314B могут включать любой другой тип подходящих элементов конструкции, которые могут служить для обеспечения требуемой структурной жесткости и которые могут быть установлены с целью транспортировки охлаждающей жидкости в случае необходимости охлаждения. Скелетная конструкция 313 может быть разборной, так чтобы конструктивные элементы 312, 312A, 314A и 314B могли быть удалены из корпуса 302 NGH после регазификации. Отдельные элементы конструкции могут быть отправлены с использованием сухопутных и/или морских коммерческих транспортных средств в пункт назначения, отличный от объекта регазификации, и могут включать пересылку обратно на производственный объект для использования в строительстве нового морского судна.

Теперь обратимся к фиг. 4, которая схематически иллюстрирует поперечное сечение примерного твердого корпуса 402 NGH в морском судне 100 в соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения. Сплошной корпус 402 NGH может быть образован из отдельных участков, соединенных вместе. Корпус 402 NGH может включать твердый NGH 404, скелетную конструкцию 413, добавки NGH 416, слой 410 и внутренний слой 410A.

Твердый корпус 402 NGH может напоминать корпус 302 NGH, модифицированный так, что твердый NGH 404 не занимает большую часть (или целое) внутреннего объема корпуса, как в корпусе 302 NGH, а скорее являет полосу или полосу, расположенную вблизи корпуса, как показано на фиг. 4. Следовательно, скелетная конструкция 413, которая может включать любую комбинацию не-NGH вертикальных элементов конструкции 412, не-NGH диагональных элементов конструкции 412A и не-NGH горизонтальных элементов конструкции 414A и 414B, которые могут быть функционально подобными скелетной конструкции 313, могут иметь ограниченное число элементов конструкций, встроенных в твердый NGH 404. Дополнительно или возможно не входящие в конструкцию фермы охлаждающие трубы могут быть включены в твердый NGH 404 для содействия охлаждению твердого NGH 15 в соответствии с требованиями. Подобно скелетной конструкции 313 скелетная конструкция 413 может быть демонтируемой, а элементы конструкции 412, 412A, 414A и 414B повторно используемыми в новом морском судне.

Слой 410 может быть функционально подобен слою 310 на фиг. 3.

Слой 410A может покрывать твердый NGH 404 в полости твердого NGH корпуса 402 и может быть функционально подобен слою 410 с тем исключением, что гидрофобные и фрикционно-восстановительные характеристики наружной изолирующей оболочки могут не обязательно требоваться в слое 410A.

Теперь обратимся к фиг. 5A, которая схематически иллюстрирует поперечное сечение примерного сплошного корпуса 502 контейнера NGH в морском судне 200, включающем в себя твердые NGH-контейнеры 505, 507 и 509 и слой 510 в соответствии с вариантом осуществления настоящего изобретения. Ссылка также приведена на фиг. 5B и 5C, которые схематически иллюстрируют перспективный вид и вид в поперечном разрезе типичного прямоугольного твердого контейнера 505 NGH, а также фиг. 5D-5E, которые схематически иллюстрируют поперечные сечения контурных твердых контейнеров 507 и 509, соответствующих форме твердого корпуса 502 контейнера NGH согласно вариантам осуществления настоящего изобретения.

Контейнеры 505, 507 и 509 NGH могут содержать твердую NGH 504, скелетную конструкцию 513, добавки 516 и барьерный слой 511, охватывающий контейнеры NGH. Контейнеры 505, 507 и 509 NGH могут быть установлены один поверх другого, а также один рядом с другим внутри корпуса NGH 502,

чтобы сформировать жесткую конструкцию, которая может поддерживать корпус.

Эта монтажная конструкция может напоминать конструкция коммерческих контейнеров, смонтированных на морских судах. Контейнер 505 NGH может иметь размеры для транспортировки с твердым NGH 504, используя известные коммерческие наземные транспортные средства, контейнеры и транспортные платформы, и может включать те из них, которые соответствуют правилам и/или рекомендациям Инкотермс, в числе прочего.

Твердый NGH 504 может быть получен в виде прямоугольного твердого NGH-блока с использованием технологий, известных в данной области техники, как описано выше со ссылкой на твердый NGH 304. NGH 504 может включать добавки 516, которые могут быть похожими на добавки 316. Барьерный слой 511 может быть функционально подобен слою 510.

Скелетная конструкция 513, аналогично скелетной конструкции 313, может включать конструкция в виде фермы, которая может быть встроена в твердый NGH и/или может быть периферически расположена вдоль краев твердого блока NGH, и может служить для поддержки блока и обеспечения структурной жесткости контейнера корпуса NGH 502 в момент сборки контейнеров NGH внутри корпуса. В твердом контейнере NGH 505 не-NGH вертикальные элементы конструкции 512, не-NGH-диагональные элементы конструкции 512A и горизонтальные элементы конструкции 514A и 514B не-NGH могут быть функционально подобными элементам конструкции 312, 314A и 314B соответственно и могут включать в себя трубы, через которые охлаждающая жидкость может проходить через все или некоторые конструктивные элементы.

На фиг. 5B показана схематически труба 514B с полым сердечником 515, через которую может циркулировать охлаждающая жидкость. В твердом контейнере 507 NGH неконструкционный элемент 517 имеет форму, соответствующую контуру стороне корпуса контейнера NGH 502 в секции корпуса, где должен быть установлен контейнер. Аналогично в контейнере 509 NGH неконструкционные элементы 519 имеют форму, соответствующую контуру нижней части корпуса 502 контейнера NGH.

Теперь делается ссылка на фиг. 6, которая представляет собой блок-схему примерного способа изготовления твердого корпуса NGH и морского судна NGH, предназначенного для транспортировки и хранения твердого NGH, согласно варианту осуществления настоящего изобретения.

Корпус NGH может быть сформирован как отдельные секции, которые соединены вместе.

Специалист в данной области может оценить, что примеры способов, описанные ниже, могут быть осуществлены с изменениями, которые могут включать в себя больше или меньше шагов и/или другой последовательности шагов. Для удобства способ описан со ссылкой на вариант осуществления настоящего изобретения, показанный на фиг. 3, хотя специалист в данной области может с легкостью оценить, что способ может быть аналогичным образом практикован с другими вариантами осуществления настоящего изобретения.

На этапе 600 готовят форму, соответствующую форме твердого корпуса 302 NGH.

Возможно, несколько форм, очерченных формой различных участков твердого корпуса NGH 302, различные секции, которые должны быть соединены вместе на более позднем этапе, чтобы сформировать единый корпус.

На этапе 602 слой 310 помещается внутри формы после контура корпуса NGH 302. Изоляционный слой 310 слоя может служить в качестве оболочки, содержащей NGH при вливании в форму, как описано на следующих стадиях.

На этапе 604 скелетная конструкция 313 и другие требуемые конструкционные элементы, собранные внутри формы, окутанной изолирующим слоем 310. Собранная форма может быть погружена в воду, например в морскую. В качестве альтернативы собранная форма может быть частично погружена в воду или оставлена на суше. В воде форма может удерживаться на месте путем якорения или использования весов.

На этапе 606 получают водную смесь NGH с использованием известных способов. Добавки 316 добавляются в водную смесь.

На этапе 608 водную смесь NGH с добавками заливают в изолирующий слой 310 внутри формы в требуемом количестве в соответствии с объемом NGH до транспортировки.

На этапе 610 водная смесь затвердевает с образованием твердого NGH 304 в форме корпуса NGH 302. Как вариант, твердый NGH 304 имеет форму различных секций NGH корпуса 302, которые сформированы и должны быть соединены вместе, образуя единый корпус. Известные способы могут быть использованы для образования твердого NGH 304 и могут включать использование давления и/или охлаждения, включая замораживание. Герметизация может включать использование давления и/или давления воды при погружении в воду и может варьироваться от 0 до 100 бар, но не ограничиваться ими. Охлаждение может включать использование охлаждающего оборудования, и температура охлаждения могут варьироваться от 0 до -50°C.

Корпус 302 NGH может быть оставлен погруженным в воду, сохраняемый внутри формы после того как он сформирован, пока не потребуются. Также форма может быть удалена под водой и корпус 302 NGH может храниться под водой по мере необходимости. В качестве альтернативы корпус NGH может быть оставлен на суше как внутри, так и вне формы. Давление и/или охлаждение могут поддерживаться

под водой и на суше.

На этапе 612 корпус NGH 302 выпускается для использования. Возможен выпуск корпуса 302 NGH в секциях, если он образован в виде разных секций, которые должны быть соединены вместе, чтобы сформировать единый корпус. При погружении в воду плавучесть корпуса заставит его всплывать к поверхности воды будучи отпущенным. Корпус 302 NGH затем может перемещаться в сухую док-станцию для сборки морского судна NGH 100. По суше NGH 100 корпус 302 может транспортироваться в сухой док для сборки морского судна. Сборка на суше возможна и без использования сухого дока.

На этапе 614 собирается морской резервуар NGH 100. Опционально различные секции корпуса могут быть объединены вместе, будучи сформированными отдельно. Морское судно 100 может быть самоходным морским судном или буксируемым судном. Демонтируемые двигательные и навигационные системы, демонтируемые конструкции и другое съемное оборудование, аксессуары и составные зависят от того, является ли судно самоходным или буксируемым и могут быть установлены на корпусе 302 NGH. Возможно, нос 106 и корма 108 (см. фиг. 1) могут быть закреплены на корпусе 302 NGH.

На этапе 616 морское судно 100 NGH отправляется в пункт назначения, который может быть местом регазификации. Опционально морское судно 100 NGH может перемещаться в NGH склад хранения. Возможно, хранилище может быть расположено на регазификационном объекте.

На этапе 618 (необязательном) корпус 302 NGH должен храниться в хранилище пока не потребуются регазификация. Перед хранением корпуса 302 NGH демонтируемые системы и конструкции, съемное оборудование, аксессуары и компоненты, каждый из которых может быть закреплен на корпусе во время сборки морского судна 100 на этапе 614, могут быть удалены. Место хранения может находиться под водой, где корпус 302 NGH может быть погружен в воду (например, морская вода), а твердый NGH 304 можно поддерживать в твердом состоянии с использованием давления и/или охлаждения, как описано выше на этапе 610, как принято. Опционально подводное хранилище может находиться на морском дне. Корпус NG 302 может удерживаться на месте в подводном хранилище с помощью якорения или с использованием весов. В качестве альтернативы подводное хранилище может быть заменено наземным.

На этапе 620 корпус 302 NGH может быть регазифицирован в установке для регазификации.

Если продолжать со стадии 618, корпус может быть выпущен из-под воды и перевозиться на объект регазификации плавающим на поверхности воды (если подводное хранилище само не находится на объекте регазификации).

Если продолжать со стадии 616, процесс демонтажа, описанный на этапе 618, может выполняться на объекте регазификации. Могут использоваться известные способы регазификации.

На этапе 622 газ, полученный при регазификации и содержащийся внутри охватывающего наружного изолирующего слоя 310, извлекается для распределения.

На этапе 624 после удаления всего газа все компоненты, не содержащие NGH, включая скелетную конструкцию 313 и другие элементы конструкции, могут быть разобраны, а элементы конструкции (312, 314A и 314B) по отдельности подготовлены к транспортировке. Некоторые или все компоненты не-GH могут быть возвращены на производственный объект с целью изготовления нового корпуса 302 NGH и нового морского судна NGH 100. Перевозка может быть опционально осуществлена с использованием коммерчески доступных сухопутных и морских транспортных средств.

Теперь делается ссылка на фиг. 7, которая является блок-схемой примерного способа изготовления контейнера NGH для сборки корпуса контейнера NGH и морского судна NGH, предназначенного для транспортировки и хранения NGH, согласно варианту осуществления настоящего изобретения. Специалист в данной области может понять, что примерный способ, показанный и описанный ниже, может быть осуществлен и с помощью модификаций, которые могут включать в себя большее или меньшее количество шагов и/или различную их последовательность. Для удобства способ описан со ссылкой на вариант осуществления настоящего изобретения, показанный на фиг. 5A-5E, хотя специалист в данной области может легко понять, что способ может быть аналогичным образом использован в других вариантах осуществления настоящего изобретения.

На этапе 700 готовят форму по форме твердого контейнера 505 NGH. Опционально готовятся также формы для контейнеров 507 и 509 NGH по форме контейнеров NGH.

На этапе 702 барьер 511 помещают внутри формы вдоль контура твердого NGH-контейнера 505 (опционально 507 и 509). Барьер 511 может служить оболочкой, содержащей водную смесь NGH при вливании в форму, как описано ниже.

На этапе 704 скелетная конструкция 513 и другие требуемые конструкционные элементы собираются внутри формы, внутри барьера 511. Сформированная форма может быть погружена в воду, например морскую. Собранный форма также может быть частично погружена в воду или оставлена на суше.

На этапе 706 водную смесь NGH получают с использованием известных способов. Добавки 516 добавляются в водную смесь.

На этапе 708 водную смесь NGH с добавками выливают в барьер 511 внутри формы в требуемом количестве в соответствии с объемом транспортируемого NGH внутри контейнера 505 NGH (опционально также контейнеры 507 и 509).

На этапе 710 водная смесь затвердевает с образованием твердого NGH 504. Известные способы мо-

гут быть использованы для образования твердого NGH 504 и могут включать использование давления и/или охлаждения. Сжатие может включать использование оборудования для повышения давления и/или глубинное давление воды при погружении и может варьироваться от 0, но не ограничиваться 0-100 бар. Охлаждение может включать использование охлаждающего оборудования и температура охлаждения может варьироваться от 0 до -50°C, но не ограничиваться ими. Контейнер NGH 505 (возможно также контейнеры 507 и 509) могут быть оставлены погруженными в воду, хранящимися внутри формы, сформированной ранее, пока она не понадобится. Форма также может быть удалена из воды и контейнеры NGH могут храниться под водой по мере необходимости.

Контейнеры NGH также могут быть оставлены на суше как внутри, так и снаружи формы. Независимо от того, погружен ли контейнер или находится вне воды, охлаждение поддерживается.

На этапе 712 контейнер 505 NGH (необязательно контейнеры 507 и 509) высвобождается для использования. При погружении в воду плавучесть контейнера заставит его всплывать к поверхности воды при отпуске. Контейнер NGH затем может быть перемещен в сухую док-станцию для сборки корпуса контейнера NGH 502 и морского судна NGH 200. На суше контейнер 505 НГГ (опционально также контейнеры 507 и 509) можно транспортировать в сухой док для сборки морского судна. Сборку также можно выполнить без использования сухого дока.

На этапе 714 собирают корпус NGH контейнера 502 и NGH морского судна 200.

Морское судно 200 может быть самоходным или буксируемым.

Демонтируемые двигательные и навигационные системы, разборные конструкции и другое съемное оборудование, аксессуары и компоненты, если это применимо в зависимости типа судна, могут быть установлены на корпусе контейнера NGH 502 после сборки.

Корпус 502 контейнера NGH может быть собран путем размещения контейнеров NGH один поверх другого и бок о бок и обертыванием штабелированной конструкции в охватывающий слой 510.

Нос 206 и корма 208 (см. фиг. 2) могут быть прикреплены к корпусу 502 контейнера NGH.

Способы, известные в данной области техники, могут быть использованы для механического прикрепления контейнера 505 NGH (либо контейнеров 507 и 509) один к другому.

На этапе 716 морское судно 200 NGH отправляется в пункт назначения, который может быть объектом регазификации. Морское судно 200 NGH также может перемещаться в склад хранения NGH. Склад может быть расположен на самом объекте регазификации.

На этапе 718 (необязательно) контейнер 505 NGH (как вариант - 507, 509) хранится на складе до тех пор, пока не потребуется регазификация. До начала хранения контейнеры NGH, демонтируемые системы и конструкции, съемное оборудование, принадлежности и компоненты, которые, возможно, были закреплены на корпусе при сборке корпуса 502 NGH и морского судна 200 на этапе 714, могут быть демонтированы. Корпус 502 контейнера NGH также может быть демонтирован для обеспечения индивидуального доступа к каждому контейнеру. Склад может находиться под водой, где контейнеры NGH могут быть под водой (например, морская вода), а твердый NGH 504 может поддерживаться в его состоянии с использованием давления и/или охлаждения, как описано выше на этапе 710. В качестве альтернативы подводный склад может быть заменен наземным.

Как вариант, корпус 502 контейнера NGH не демонтируется, и все NGH контейнеры хранятся вместе в корпусе.

На этапе 720 контейнер 505 NGH (возможно также контейнеры 507 и 509) может быть регазифицирован на регазификационном объекте. Если продолжать с этапа 718, контейнер (опционально корпус) может всплывать до поверхности и транспортироваться на объект регазификации (в случае если подводный склад не находится на объекте регазификации).

Если продолжать с этапа 716, процесс демонтажа, описанный на этапе 618, может быть выполнен на объекте регазификации. Могут быть использованы известные способы регазификации.

На этапе 722 газ, полученный при регазификации и содержащийся внутри изоляционного слоя 511, извлекается для распределения.

На этапе 724 после удаления всего газа все компоненты, не относящиеся к NGH, включая скелетную конструкцию 513 и другие элементы конструкции, могут быть разобраны, а элементы конструкции (512, 514A и 514B) по отдельности подготовлены к транспортировке.

Некоторые (и возможно все) компоненты не-NGH могут быть пересланы на производственный объект с целью изготовления новых контейнеров NGH, нового корпуса 502 NGH и нового NGH морского судна 200. Отгрузка может быть осуществлена с использованием имеющихся наземных и морских транспортных средств.

Вышеизложенное описание и иллюстрации вариантов осуществления изобретения были представлены в целях иллюстрации. Они не должны являться исчерпывающими или ограничивать изобретение вышеуказанным описанием в любой форме.

Любой термин, который был определен выше и использован в формуле изобретения, должен интерпретироваться в соответствии с этим определением.

Номера ссылок в формуле изобретения не являются частью формулы изобретения, а используются для облегчения прочтения. Эти номера не должны быть интерпретированы как ограничивающие заявку в любой форме.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Морское судно для транспортировки гидратов природного газа (NGH), содержащее корпус, образованный из твердого NGH, и скелетную структуру для поддержки указанного корпуса.

2. Морское судно по п.1, причем корпус содержит газообразные или жидкие добавки, содержащие NGH;

и/или NGH содержит твердые добавки, такие как любое из перечисленного: песок, глина, дерево, пенька, или другие добавки, способные влиять на агрегатное состояние вещества;

и/или имеется футеровка, охватывающая внутреннюю или наружную поверхность корпуса с целью обеспечения одной или нескольких из следующих функций: герметизация газа, герметизация воды, теплоизоляция;

и/или корпус образован из участков твердого NGH;

и/или корпус образован из структуры, подходящей для сжатия NGH.

3. Морское судно, по любому из пп.1 и 2, причем скелетная структура выполнена с возможностью охлаждения и циркуляции охлаждающей жидкости через указанный твердый NGH.

4. Морское судно по п.1, которое содержит множество контейнеров, содержащих указанный твердый NGH.

5. Морское судно по любому из пп.1-4, причем судно является самоходным либо буксируемым судном.

6. Контейнер для транспортировки гидратов природного газа (NGH), содержащий блок, образованный из твердого NGH, и скелетную структуру для поддержки указанного блока.

7. Контейнер по п.6, причем блок содержит газообразные или жидкие добавки, содержащие NGH;

и/или NGH содержит твердые добавки, такие как любое из перечисленного: песок, глина, дерево, пенька, или другие добавки, способные влиять на агрегатное состояние вещества;

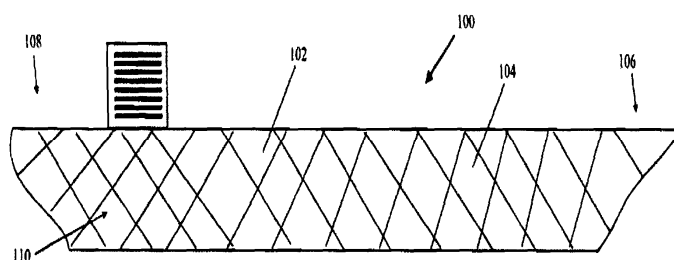
и/или имеется герметизирующий слой, охватывающий внутреннюю или наружную поверхность корпуса с целью обеспечения одной или нескольких из следующих функций: герметизация газа, герметизация воды, теплоизоляция.

8. Контейнер по п.6, причем блок образован из участков твердого NGH; и/или скелетная структура выполнена с возможностью охлаждения и циркуляции охлаждающей текучей среды через указанный твердый NGH; и/или контейнер образован из структуры, подходящей для сжатия NGH.

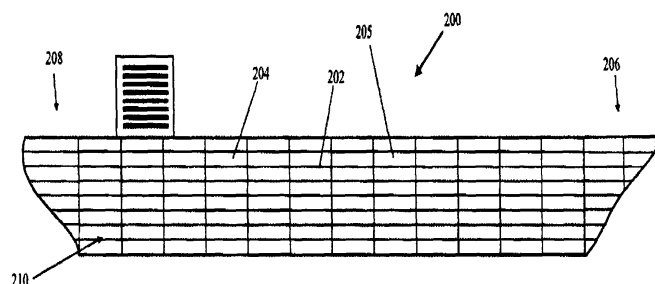
9. Контейнер по п.6, причем контейнер выполнен с возможностью транспортировки на морском судне, и/или транспортировки на коммерческом наземном транспортном средстве, и/или использования в комплексе с подобными контейнерами для образования корпуса морского судна.

10. Способ изготовления морского судна по п.1 или контейнера по п.6, включающий получение формы; размещение охватывающего слоя в указанной форме; сборку скелетной структуры в указанной форме; приготовление суспензии NGH; заливку указанной суспензии NGH в указанную форму и затвердевание указанной суспензии NGH.

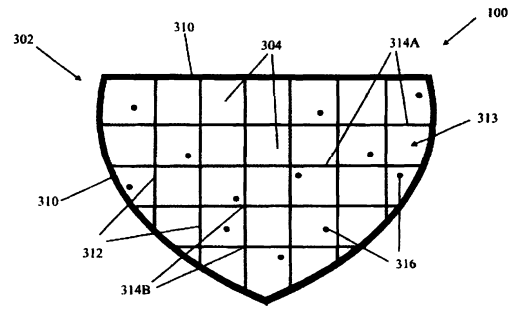
11. Способ по п.10, дополнительно содержащий погружение указанной формы в воду.



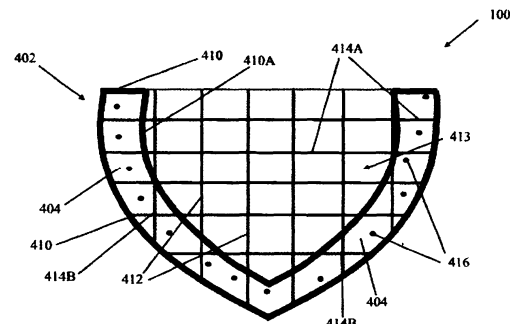
Фиг. 1



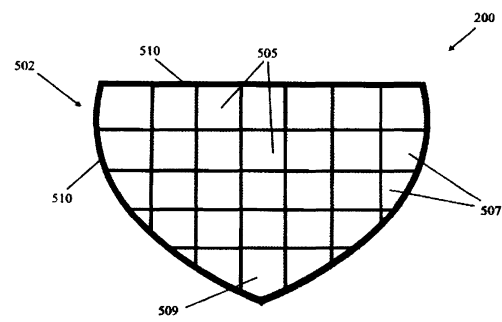
Фиг. 2



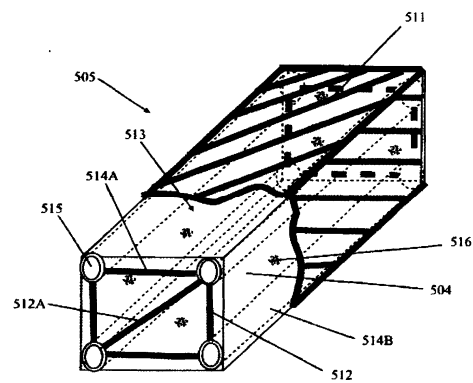
Фиг. 3



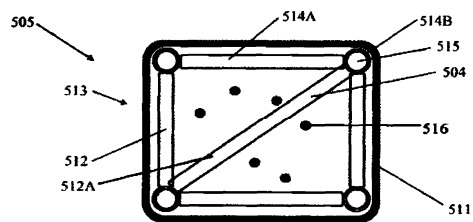
Фиг. 4



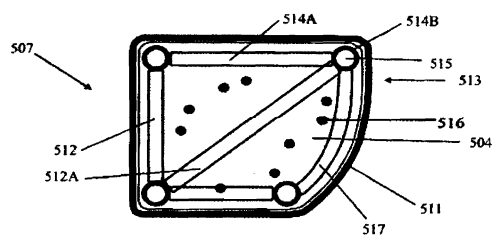
Фиг. 5А



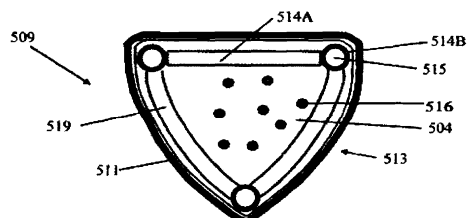
Фиг. 5В



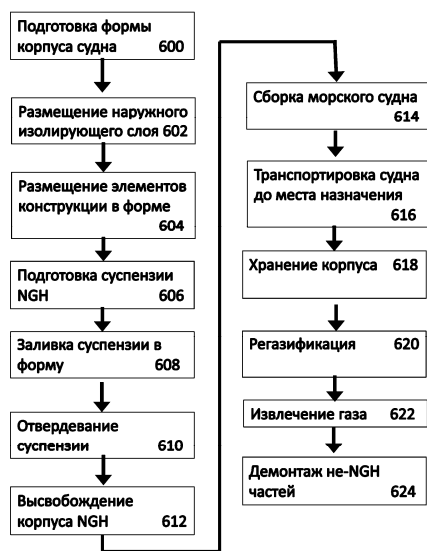
Фиг. 5С



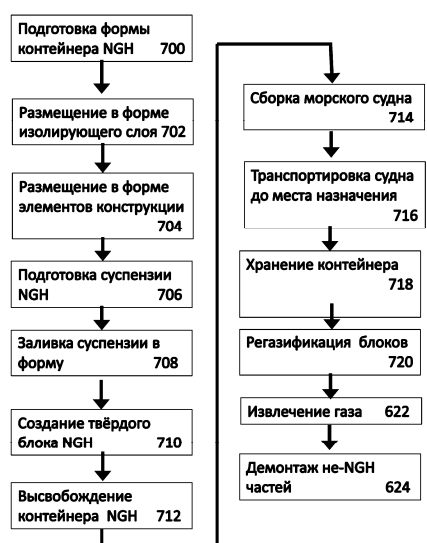
Фиг. 5D



Фиг. 5E



Фиг. 6



Фиг. 7

