



(51) МПК
B63B 35/44 (2006.01)
E21B 43/01 (2006.01)
F25J 1/00 (2006.01)
E02D 29/09 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК

B63B 35/44 (2019.02); *E21B 43/01* (2019.02); *F25J 1/00* (2019.02)

(21) (22) Заявка: 2018133131, 19.09.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 19.09.2018

Дата регистрации:
 30.04.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.09.2018

(43) Дата публикации заявки: 10.01.2019 Бюл. № 1

(45) Опубликовано: 30.04.2019 Бюл. № 13

Адрес для переписки:

194021, Санкт-Петербург, пр-кт Мориса
 Тореза, 30, кв. 124, Абрамов В.А.

(72) Автор(ы):

Абрамов Валентин Алексеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Абрамов Валентин Алексеевич (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2632598 C1, 06.10.2017. RU
 2604887 C1, 20.12.2016. RU 2180305 C2,
 10.03.2002. US 2015020541 A1, 22.01.2015. US
 8490562 B1, 23.07.2013. DE 3200958 A1,
 21.07.1983.

(54) **Комплекс производства сжиженного природного газа (СПГ) с уменьшенным выбросом метана в атмосферу Земли В.А. Абрамова**

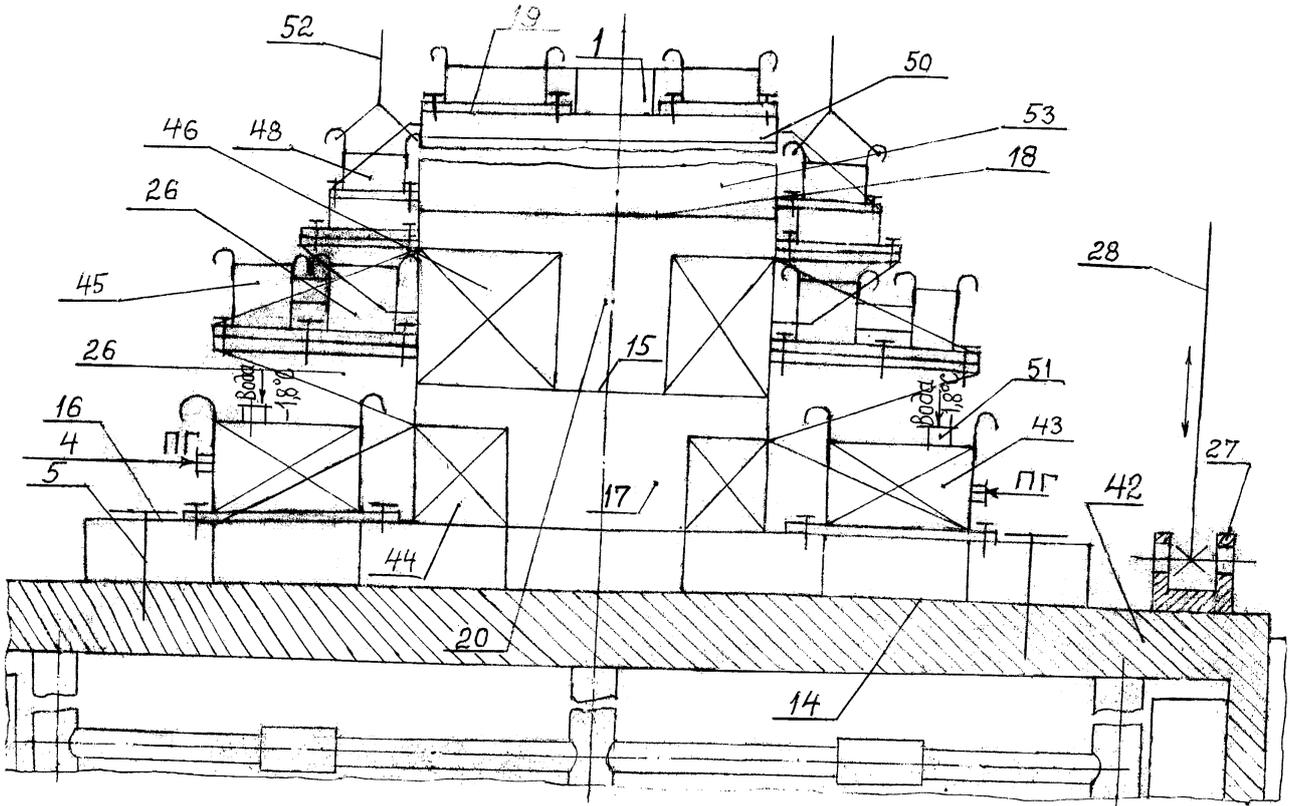
(57) Реферат:

Изобретение относится к разработке глубоководных морских месторождений природного газа, в частности арктического Штокмановского газоконденсатного месторождения. Предложен комплекс производства сжиженного природного газа (СПГ) с уменьшенным выбросом метана в атмосферу Земли, повторного сжижения испарившегося в рейсе, в мембранных танках метановоза, природного газа (ПГ), включающий плавучую морскую платформу ТЛР добычи, осушки, очистки ПГ вплоть до требований ГОСТ 5542 и концентрации влаги выше требований ГОСТ 27577 - 0,009 г/м³, морскую систему транспорта цеха завода на платформу эстакады, систему транспорта ПГ газопроводом на подводный завод и систему охлаждения ПГ в цехе завода до низких и криогенных температур, причем система охлаждения до низких и криогенных температур ПГ комплекса выполнена последовательным соединением теплообменников, установленных на фундаментах цехов завода или платформы

ТЛР, трехпоточных вихревых труб (ТВТ), установленных на фундаментах цехов завода, турбодетандеров цехов завода с детандер-генераторными агрегатами (ДГА), с выработкой электроэнергии на заводе с передачей ее по электрокабелям на метановоз для функционирования электроприводов криогенно-газовых машин (КГМ) Стирлинга при сжижении, загрузке СПГ в танки, при этом уменьшение выброса метана в атмосферу Земли осуществляют сокращением времени выхода на рабочий режим, преимущественно КГМ Стирлинга сжижения ПГ, путем переключения КГМ Стирлинга сжижения ПГ на ее захолаживание азотом, предварительно, до температуры сжижения ПГ или ниже, повторное сжижение испарившегося СПГ в рейсе на метановозе осуществляют КГМ Стирлинга и посредством электроприводов и электроэнергии, вырабатываемой в рейсе газотурбинной электростанцией с паровым циклом, сопряжение КГМ Стирлинга сжижения ПГ, охлаждающих ПГ до криогенных температур, размещенных в

коффердаме, с танками метановоза и с турбодетандерами, размещенными на заводе,

осуществляют посредством гибкой сборной конструкции «труба в трубе». 9 з.п. ф-лы, 11 ил.



Фиг. 18

RU 2686773 C2

RU 2686773 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(19) **RU** (11)**2 686 773**⁽¹³⁾ **C2**

(51) Int. Cl.
B63B 35/44 (2006.01)
E21B 43/01 (2006.01)
F25J 1/00 (2006.01)
E02D 29/09 (2006.01)

(52) CPC

B63B 35/44 (2019.02); *E21B 43/01* (2019.02); *F25J 1/00* (2019.02)(21) (22) Application: **2018133131, 19.09.2018**(24) Effective date for property rights:
19.09.2018Registration date:
30.04.2019

Priority:

(22) Date of filing: **19.09.2018**(43) Application published: **10.01.2019** Bull. № 1(45) Date of publication: **30.04.2019** Bull. № 13

Mail address:

**194021, Sankt-Peterburg, pr-kt Morisa Toreza, 30,
kv. 124, Abramov V.A.**

(72) Inventor(s):

Abramov Valentin Alekseevich (RU)

(73) Proprietor(s):

Abramov Valentin Alekseevich (RU)(54) **ABRAMOV COMPLEX FOR PRODUCTION OF LIQUEFIED NATURAL GAS (LNG) WITH REDUCED EMISSION OF METHANE INTO EARTH ATMOSPHERE**

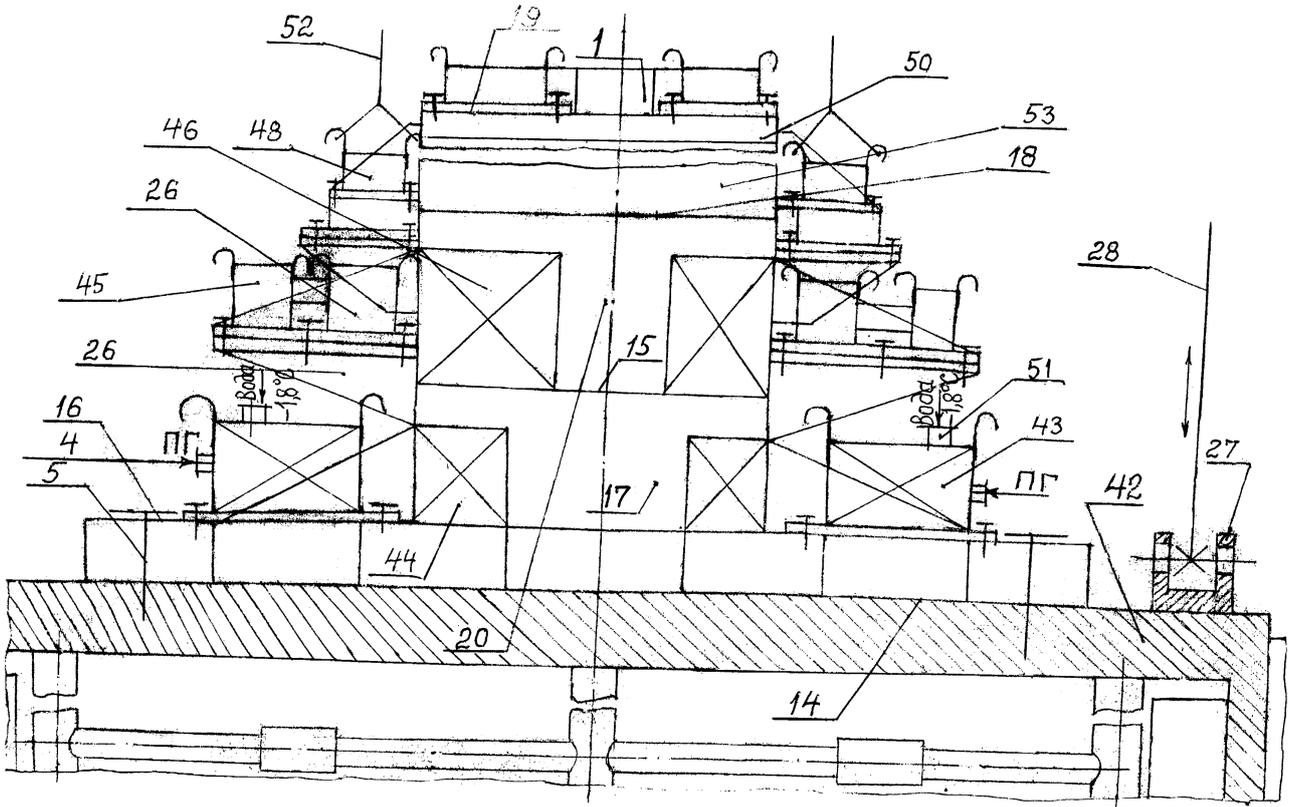
(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to development of deep-sea offshore natural gas fields, in particular Arctic Shtokman gas-condensate field. Disclosed is a complex for production of liquefied natural gas (LNG) with reduced emission of methane into atmosphere of the Earth, repeated liquefaction evaporated in flight, in membrane tanks of methane gas, natural gas (NG), including floating offshore platform TLP extraction, drying, cleaning of NG until requirements of GOST 5542 and concentration of moisture above requirements GOST 27577 – 0.009 g/m³, marine system for transporting shop floor to ramp platform, system for transporting NG by gas pipeline to underwater plant and cooling system of NG in shop of plant to low and cryogenic temperatures, wherein cooling system to low and cryogenic temperatures of NG complex is made by series connection of heat exchangers installed on the foundations of shops of plant or platform TLP, three-flow vortex tubes (TWT) installed on the foundations of shops of plant, turbine expander plants of plant with expander-generator sets (EGS), with electric power

generation at the plant with its transmission via electric cables to the methane carrier for operation of Stirling cryogenic-gas machines (CGM) electric drives during liquefaction, LNG loading into tanks, wherein reduction of methane emission to the Earth's atmosphere is carried out by reducing the time for reaching the operating mode, primarily, of the CGM Stirling NG liquefaction, by switching the CGM Stirling liquefaction of NG to its nitrogen cooling, beforehand, to the liquefaction temperature of the NG or lower, re-liquefaction of evaporated LNG in voyage on methane carrier is carried out by CGM Stirling and by means of electric drives and electric power generated in flight by gas turbine power plant with steam cycle, mixing of CGS Stirling NG liquefaction, cooling PG to cryogenic temperatures arranged in a cofferdam, with methane carrier tanks and with turbo-expander plants arranged at the plant is performed by means of flexible "pipe-in-pipe" assembly structure.

EFFECT: disclosed is a Abramov complex for production of liquefied natural gas (LNG) with reduced emission of methane into Earth atmosphere.



Фиг. 18

RU 2686773 C2

RU 2686773 C2

Изобретение может быть применено при добыче и сжижении природного газа при освоении Штокмановского газоконденсатного месторождения (ШГКМ) и при добыче полезных ископаемых на глубине океанов, в частности руды.

Промышленная осуществимость изобретения может быть подтверждена двумя мировыми рекордами мировой фирмы Redaelli Tecna (market@severstal-metiz.com; г.Череповец), которая изготовила стальной канат-рекордсмен Flexpack весом 420 тонн.

«Север-сталь метиз» владеет 100% активов Redaelli Tecna, которая может выполнить заказ на изготовление спирального каната Ø102 мм, длиной 400 м, весом 8 тонн и разрывным усилением 884 тыс. кгс. Разработанная морская платформа добычи природного газа 33 ЦКБМТ «Рубин» производительностью добычи природного газа ШГКМ составляет 22 млрд. м³/год и осуществляет осушку, очистку природного газа вплоть до соответствия природного газа ГОСТ 5542 и поставки его по газопроводу 4 на стационарный завод сжижения природного газа и переохлаждения, выполненному из секции со сферическими шарнирами с уплотнением по сферическим поверхностям шарниров. В соответствии с письмом ООПУ/ГСП-653 от 10.11.2017 зам. генерального директора по качеству ЦКБ МТ «Рубин» С.А. Соколова по вопросу о перспективах разработки проекта освоения Штокмановского месторождения авторов проекта Абрамова В.А. и Абрамовой М.В. АО ЦКБМТ «Рубин» примет решение об участии в конкурсной процедуре в случае объявления ПАО «Газпром» таковой по теме выполнения работ по разработке проекта освоения Штокмановского ГК месторождения после рассмотрения АО ЦКБМТ «Рубин» требований ПАО «Газпром». Известны также письма ДО7-1106 от 20.08.2010 Минэкономразвития РФ по проекту Абрамова «Освоение ГКМ «Штокмановское» посредством подводных плавучих заводов СПГ и метановозов» от 13 мая 2010 №190/133-183-115, который направлен на создание мощных 10 т спг/час криогенно-газовых машин Стирлинга для производства СПГ и систем предотвращения потерь СПГ и его выбросов в атмосферу, а также письмо Заявителя заявки №14215 от 09.08.2017 «О проекте Штокмановского месторождения», в котором руководство «Объединенной судостроительной корпорации» (АО «ОСК») ставится в известность о завершении этапа параметризации каскада установок производства СПГ и его переохлаждения и 100% изготовлением каскада установок Россией, а со стороны АО «ОСК» извещается в ответе Первым вице-президентом Л.В. Струговым 21-03-10680 от 20.08.2017, что инвестиционное решение о разработке Штокмановского ГКМ ПАО «Газпром» еще не принято. В данном предполагаемом изобретение решаются следующие задачи:

Задача 1 - исключение выброса метана в атмосферу Земли: сохранение экологии и экономии природного газа при освоение Штокмановского месторождения (ШГКМ), существенная экономия ПГ при охлаждении, ожижении ПГ и переохлаждении сжиженного природного газа (СПГ) установками цехов завода и быстрый выход на рабочий режим химико-технологических агрегатов (ХТА) установок СПГ путем их захолаживания азотом.

Задача 2 - снижение рисков катастроф при длительной около 3-х суток транспортировке, 650 км и сильном волнении моря, до 27 м, транспортного подводного судна, цеха в сборе с камерой, подвешенных на канатах, в сравнении с рисками транспортировки цеха в сборе с камерой самоходной баржи к свайной платформе в экстремальных условиях.

Задача 3 - простота реализации выхода цеха на водную поверхность или горизонт в толще моря при вахтово-экспедиционном методе работы и смене персонала и осуществление замены и ремонта оборудования.

Задача 4 - регулирование скорости привода лебедок цифровой системой управления при постоянном вращающем моменте пьезопривода, посредством реализации задатчика интенсивности цифрового управления.

5 Задача 5 - создание герметичного гибкого газопровода природного газа 34 давления 18...20 МПа из составных труб со сферическими шарнирами, уплотненными по сферическим поверхностям, покрытых дисульфидом молибдена шарниров газопровода для транспорта ПГ с морской платформы добычи ПГ в цех; тоже для трубопровода удаления морской воды из камеры при эвакуации цеха и всплытии его до глубины 50 метров.

10 Задачи 6 - креативное выравнивание сил тяжести сборочной единицы герметичных цеха и камеры, и выталкивающей силы, погруженной в воду сборочной единицы цеха с камерой.

15 Задача 7 - технологическое обеспечение необходимого количества сортамента из титана: для изготовления корпусных конструкций цеха, камеры, свайной конструкции эстакады и платформы, герметичных конструкций размещения элементов ХТА, баржи, подводного герметичного судна, самотормозящих лебедок, стальных канатов с покрытием на морскую воду.

20 Задача 8 - все поставленные задачи с 1 по 7 и 9 могут быть успешно решены отечественной промышленностью, т.к. имеется задел в судотехнике, судотехнологии, криогенной технике, в производстве титанового проката (лист Пт-ЗВТУ1-5-357 1600×1600×25 ООО «ТД Корпорация ВСМПО - АВИСМА»), письмом №ТД-М/2434 от 28.11.17, td-info@vsmpo-avisma.ru.

25 Задача 9 - электрообеспечение электропроводов криогенно-газовых машин (КГМ) Стирлинга сжижения ПГ, переохлаждения СПГ, сжижения азота КГМ Стирлинга для захлаживания КГМ Стирлинга ПГ посредством детандер-генераторных агрегатов (ДГА), размещенных в цехах завода.

30 Задача 10 - создание заводов сжижения природного газа без накопительных криогенных резервуаров СПГ путем одновременного запуска двух линии производства СПГ, размещенные в коффердаме 54 метановоза 32, завода 1, заправки танков 35 переохлажденным до -170°С СПГ давлением ~2 атм. вместо 20 атм. при размещении КГМ Стирлинга на глубине 300 метров в цехе завода.

35 Задача 11 - обеспечение безболтового надежного прижатия цеха с камерой с учетом изменчивости морского течения относительно платформы эстакады, разгерметизации камеры, заполнения ее морской водой, гелием или газообразным азотом.

40 Заявитель представляет в заявке размещение установок и их ХТА (химико-технологических агрегатов) охлаждения природного газа, сжижения ПГ как предел наибольшей возможной производительности 10 ТСПГ/час КГМ Стирлинга, предполагаемой к изготовлению ОАО «Арсенал», Санкт-Петербург, определяющей единичные производительности входящих в состав других ХТА (химико-технологических агрегатов) охлаждения природного газа, соединенных последовательно (письмо ген. директора ОАО «Арсенал», Санкт-Петербург, С.Ю. Шарагина Первому зам. н-ка Департамента по добыче газа, газового конденсата и нефти Н.И. Кабанову, исх. №003-001 от 12.01.11 ПАО «Газпром») (письмо главного инженера ОАО «МЗ «Арсенал» С.А. Куракина, №183/282-102 от 22.03.13):

45 Теплообменников, разработчик ЗАО «ИЦ Технохим», начальник Проектного отдела И.А.Арсеньев, к.т.н., +7 (812) 612-1161 (доб. 214);

Трехпоточных вихревых труб (ТВТ), разработчик НТЦ «Вихревые технологии», директор НТЦ М.А.Жидков; ЗАО НИИ «Импульс», №13/015 от 13.02.2013,

grena_der@mail.ru; (495) 5417414;

Криогенный турбодетандер, разработчик Калужский турбинный завод, Костюков И.С., Сербин И.С.; техн. директор, факс (4842) 562290 Л.А. Мамонов.

При этом достигается снижение температуры природного газа от +60°C на выходе из скважин до минус 165°C СПГ на выходе из КГМ Стирлинга, охлажденной жидким азотом, и давления от 200 атм до 1,5...2 атм на входе в КГМ Стирлинга. Принимая во внимание грузовместимость современных метановозов 200 тыс. м³ СПГ и время загрузки продолжительностью 16 часов можно определить необходимое количество установок ХТА цеха завода. Для удобства замены (выгрузки) указанных выше ХТА, а также электроприводов КГМ Стирлинга посредством детандер-генераторных агрегатов (ДГА) 60, агрегаты размещаются в герметичных корпусах 25 и устанавливаются на технологические балконы 26, прикрепленные к корпусу цеха и размещенные на верхней палубе 19. При описании фиг. 1в приняты следующие аббревиатуры, обозначения и позиции:

15 ПГ - природный газ, патрубок входа ПГ, поз. 4 в теплообменник 43,
СПГ - сжиженный природный газ, патрубок выхода СПГ, поз. 34,
БУТ - блок управления теплообменниками 44,
ТВТ - трехпоточные вихревые трубы 45,
ТВТ БУ - блок управления трехпоточными вихревыми трубами 46,
20 ЭГ ТД - электрогенераторы 48 турбодетандеров 47,
КГМС СПГА - криогенногазовая машина Стирлинга сжиженных природного газа и азота 49; опорняемый отсек морской воды 53,

БУКГМС СПГ и А - блок 50 управления криогенногазовыми машинами Стирлинга сжиженного природного газа и азота. На фигурах 1а, 1б, 1в, 1г, 1д, и на фиг. 1е представлена конструктивная схема освоения ШГКМ и комплекса производства СПГ, установленного по течению 1-4 см/с на дне 12 Баренцева моря, на глубине - 50 м, на подводной платформе 2 эстакады, на сваях 3 с герметичной камерой 42. Созданная креативная сборочная единица, состоящая из герметичных цеха 1 и камеры 42, скрепленных болтовым соединением 5, и помещенная в воду 6, сильно снижает вес цеха 30 благодаря выталкивающей силе камеры 42, помещенной в воду, патрубок входа морской воды (-1,8°C) 51 в теплообменник 43, канаты 52 подъема блоков ХТА.

Жесткость камеры 42 обеспечивается ребрами жесткости 7, 8, установленными внутри камеры и снаружи, а также жесткостью труб 9 и посредством соединительных муфт 10 и поперечин 11.

35 Положение торцов свай эстакады выравнивают в пределах ±2 мм посредством фланцев 13 со ступицами, устанавливаемых на торцы концов свай 3.

Каждый цех 1 завода и камер 42 выполняют обтекаемой формы, а установочные поверхности 14 выполняют плоскими. Цех разделяют герметичными поперечными переборками 20 из титана пополам на носовые части и кормовые части нижней палубы 40 15 и дно 16 трюма 17 выполняют выступающими за пределы средней 18 палубы, а части носовые (см. фиг. 2 на которой изображена конструктивная схема палуб цеха завода, его шлюзов и люков) и кормовые средней 18 палубы выполняют выступающими за пределы частей верхней 19 палубы, в выступающих частях палуб 18, 19, в бортах трюма 17 цеха 1, в поперечных переборках 21 шлюзов выполняют герметичные люки 22 с 45 входом в цех для загрузки/выгрузки оборудования через люки 23 в палубах 19, 18, 15, бортовые люки 24 захода батискафа с экипажем, а также герметичные двери 22 в поперечных переборках 21 из цехов в шлюзы.

К камере 42 прикреплены проушины 27, посредством которых присоединяются

канаты 28 к лебедкам 29, установленных на кронштейнах 30, прикрепленных к внешней стороне баржи 31 или подводного танкера (пат. РФ №2380274).

5 Схема на фиг. 1 включает морскую платформу 33 добычи природного газа, которая подсоединяется к устьям 35 скважин посредством райзеров (гибких газопроводов) 36. В случае опасности столкновения с айсбергом 37 или необходимостью передислокации платформы, верхняя плавучая часть 38 платформы отсоединяется от нижней части 39 и отводится на безопасное расстояние буксиром 40. Химико-технологическая схема (ХТС) агрегатов подготовки (промысловой переработки) ПГ 41 состоит из множества функционально-структурных единиц и предназначена для реализации отношений между
10 входными и выходными потоками.

Прототипом предполагаемого изобретения является «Комплекс Абрамова для промышленной разработки месторождений природного газа», патент РФ 2180305, В63В 35/44, авторы Абрамов В.А., Абрамова М.В., опубликован 20.02.1999, заявлен 23.01.1997.

✓ Главным недостатком прототипа является сконцентрированность массы
15 комплекса, в частности, на цехе завода: это размещение на нем теплообменников ПГ, трехпоточных вихревых труб (ТВТ), турбодетандеров с детандер-генераторными агрегатами (ДГА) выработки электроэнергии, для электроприводных КГМ Стирлинга сжижения ПГ, в то же время часть их предпочтительнее разместить на метановозе, например, КГМ сжижения ПГ Стирлинга (~2 шт), а теплообменники - на морской
20 платформе TLP, что может обеспечить более оперативное манипулирование со сборочной единицей цеха завода с камерой в части изготовления, уменьшаются натяжения канатов лебедок; вес канатов длиной 380 м, крутящий момент привода лебедок, водоизмещение и стоимость транспортирующего средства;

✓ применение титана позволяет снизить вес завода или цеха завода и нагрузку на
25 сваи и грунт в два раза;

✓ протяженность технологических линий, криогенных, СПГ-высокая, не проработана принципиальная конструкция гибкой из секций сборной трубы для сред: вакуума, морской воды, СПГ, ПГ, секционированной с индиевыми, резиновыми кольцами с фторопластовым покрытием, уплотнениями по параметрам температур и давлений
30 сред;

✓ в необходимости криогенных накопительных резервуаров СПГ нет: моно заправлять танки метановоза запуском двух КГМ СПГ Стирлинга производительностью 20 м³ СПГ/час, размещенных в коффердаме метановоза;

35 ✓ грунт моря в комплексе использован нерационально;

✓ отсутствует конструктивная проработка шлюза и внутрицехового транспорта объектов в шлюз и обратно.

В предполагаемом изобретении на мембранном метановозе 32 мембранные танки 35 расположены в два ряда, параллельно, в продольном направлении, между стенками
40 танков 35 образуют коффердам 54 - не проницаемый для газов отсек на судне (англ. cofferdam) (см. Толково-энциклопедический словарь, Санкт-Петербург «Норинт», 2006, стр. 865), в котором на фундаментах размещены 2 КГМ Стирлинга, осуществляющие электропотребление от ДГА, для производства охладителя КГМ ПГ, затем сжижение, переохлаждение ПГ после захлаживания КГМ азотом до температуры кипения ПГ
45 КГМ Стирлинга производительностью 10 тонн СПГ/час, а также сжижение испарившегося в танках СПГ в рейсе.

Захлаживание КГМ Стирлинга азотом сокращает время выхода ее на рабочий режим на один час и выброс метана в атмосферу Земли в количестве 10 тонн/час одной

КГМ Стирлинга, и значительно меньше другими аппаратами цеха завода охлаждения ПГ.

Использование коффердама 54 сокращает на десятки метров путь СПГ в танки 35 метановоза 32 от КГМ Стирлинга и нагрев СПГ в криопроводе. В комплексе подъем завода до глубины 50 метров осуществляют посредством жестко установленных самотормозящих приводов 57 лебедок 59, например, лебедки Абрамова, пат. РФ №2094362, расположенных на фланце 61 корпуса завода 1, снаружи, и прикрепленных жестко концов 55 канатов 56 бухт 58 самотормозящих приводных лебедок 59 к свайной платформе 2 эстакады, причем подъем завода на глубину 50 метров считают от верхней 19 палубы завода 1 и осуществляют запуск подъема цеха завода путем суммарного, последовательного набора выталкивающей силы, погруженных в морскую воду 6, цеха 1, опорожняемого отсека 53 цеха завода, и камеры 42, при этом спуско-подъемные приводы 57 лебедок 59 функционируют по сигналам отклонений от горизонтальности верхней 19 палубы цеха свыше предела от 3° до 5°, при этом в составе приводов могут быть применены патент РФ Абрамова В.А. №2654690 и патент РФ №2667214, выданный по решению ФИПС от 24.08.2018 по заявке 2016127905/06 от 17.07.2016 «Волновой электродвигатель Абрамова В.А.». Подвод электроэнергии от ДГА 60 осуществляют посредством электрогермовводов 62 к электроприводам 57 КГМ Стирлинга, расположенных в коффердаме 54 метановоза через линию 63.

В комплексе с целью предотвращения разжижения застенного грунта 12 свай 3 эстакады, сваи 3 выполняют из труб с повышенными теплоизоляционными свойствами ТЛТ, межтрубное пространство которых заполняют экранной изоляцией и вакууммируется для уменьшения теплопотерь ТУ14-16-236-2010 и ТУ14-161-239-2012 «Трубы теплоизолированные насоснокомпрессорные в хладостойком исполнении с герметичными резьбовыми соединениями для ПАО «Газпром».» Очевидно, что в комплексе технический эффект и работоспособность возможны лишь при замене самотормозящих приводных лебедок доставки цехов завода морским транспортным средством на свайную платформу на группу самотормозящих приводных лебедок, установленных на фланце цеха завода и прикрепления концов канатов 56 к свайной платформе 2 винтами 55, к примеру, описанное изображено на фиг. 1г часть левая.

Комплекс содержит систему охлаждения до низких и криогенных температур ПГ, выполненную последовательным соединением теплообменников, установленных на фундаментах цехов завода или морской платформе ТЛР, трехпоточных вихревых труб (ТВТ), установленных на фундаментах цехов завода, турбодетандеров цеха завода с детандер-генераторными агрегатами (ДГА) с выработкой электроэнергии на заводе с передачей ее по электрокабелям 63 на метановоз 32. Путем предварительной замены криоагента в КГМ Стирлинга ПГ на азот для захолаживания ее конструкции до -170°С, установленных на коффердаме 54 и сокращения на десятки метров пути СПГ в танки 35 метановоза 32 и нагрева СПГ в криопроводе, выход КГМ ПГ на рабочий режим может быть сокращен на один час, а выброс ПГ в атмосферу Земли на 10 тонн одной КГМ ПГ Стирлинга, см. задачу 10. Демонтаж лебедок, их замену, ремонт, обслуживание, установленных на фланце 61 цеха завода, осуществляют при установленной сборочной единицей цеха завода с разгерметизированной камерой, т.е. заполненной морской водой на платформу 2 эстакады.

В связи с разнесением функций производства СПГ по объектам комплекса следует ожидать и узкой специализации объектов комплекса при их изготовлении предприятиями в промышленности и привлечения малого и среднего бизнеса (МСБ) в РФ.

Графическое изображение гибкого газопровода на фиг. 3 представлено симметричной

половиной и тремя частями: левой, средней и правой. Параметры ПГ и морской среды приведены на частях фиг. 3.

Гибкость сборного газопровода ПГ достигается множественностью секций, сочлененных сферическими шарнирами и покрытых их поверхностей дисульфидом молибдена для снижения трения. Уплотнения выполнены посредством резиновых 64 с фторопластовым покрытием колец ТУ2513-013-34724672-2010 на обеих сферических поверхностях шарниров. Дополнительные элементы 65, 66, 67 в соединениях защищают шарнирное соединение и ограничивают угол поворота до 15°, проходной диаметр газопровода не ограничен.

(57) Формула изобретения

1. Комплекс производства сжиженного природного газа (СПГ) с уменьшенным выбросом метана в атмосферу Земли, повторного сжижения испарившегося в рейсе, в мембранных танках метановоза, природного газа (ПГ), включающий плавучую морскую платформу ТЛР добычи, осушки, очистки ПГ вплоть до требований ГОСТ 5542 и концентрации влаги выше требований ГОСТ 27577 - 0,009 г/м³, морскую систему транспорта цеха завода на платформу эстакады, систему транспорта ПГ газопроводом на подводный завод и систему охлаждения ПГ в цехе завода до низких и криогенных температур, отличающийся тем, что система охлаждения до низких и криогенных температур ПГ комплекса выполнена последовательным соединением теплообменников, установленных на фундаментах цехов завода или платформы ТЛР, трехпоточных вихревых труб (ТВТ), установленных на фундаментах цехов завода, турбодетандеров цехов завода с детандер-генераторными агрегатами (ДГА), с выработкой электроэнергии на заводе с передачей ее по электрокабелям на метановоз для функционирования электроприводов криогенно-газовых машин (КГМ) Стирлинга при сжижении, загрузке СПГ в танки, при этом уменьшение выброса метана в атмосферу Земли осуществляют сокращением времени выхода на рабочий режим, преимущественно КГМ Стирлинга сжижения ПГ, путем переключения КГМ Стирлинга сжижения ПГ на ее захлаживание азотом, предварительно, до температуры сжижения ПГ или ниже, повторное сжижение испарившегося СПГ в рейсе на метановозе осуществляют КГМ Стирлинга и посредством электроприводов и электроэнергии, вырабатываемой в рейсе газотурбинной электростанцией с паровым циклом, сопряжение КГМ Стирлинга сжижения ПГ, охлаждающих ПГ до криогенных температур, размещенных в коффердаме, с танками метановоза и с турбодетандерами, размещенными на заводе, осуществляют посредством гибкой сборной конструкции «труба в трубе», труба меньшего диаметра выполнена в виде криогенного шланга с многослойной экранно-вакуумной теплоизоляцией, сцентрирована относительно трубы большего диаметра, а шланг транспортирует переохлажденный до -170°С СПГ, при этом межтрубное пространство сцентрированных труб меньшего и большего диаметров вакуумируют.

2. Комплекс по п. 1, отличающийся тем, что транспорт ПГ давлением 18...20 МПа и температурой 59...63°С по гибкому газопроводу длиной в пределах 50...300 м, проходящему в толще морской воды давлением в пределах от 5 до 30 атм и температуры -1,8°С, с параметрами ПГ по ГОСТ 5542 и с концентрацией влаги 0,009 г/м³ по ГОСТ 27577, на стационарный завод охлаждения ПГ до низких и криогенных температур с морской плавучей платформы ТЛР осуществляют по гибкому газопроводу, выполненному из трубных секций, сочлененных сферическими шарнирами, поверхности которых покрыты дисульфидом молибдена, а уплотнения в секциях газопровода осуществляют по сферическим поверхностям шарниров и резиновыми кольцами по

ГОСТ 9833-73, установленными в канавках, в оболочке из фторопласта, в виде сборных деталей по ТУ2513-013-34724672-2010, торцевые уплотнения фланцев секций осуществляют посредством резиновых колец по ГОСТ 9833-73, установленных в канавках, в оболочке из фторопласта, в виде сборных деталей по ТУ2513-013-34724672-2010.

5

3. Комплекс по п. 1, отличающийся тем, что транспорт ПГ от турбодетандеров цехов завода к КГМ Стирлинга, размещенным в коффердаме мембранного метановоза, при криогенных температурах и давлении до 3 атм осуществляют посредством гибких криогенных металлорукавов для транспортировки криогенных жидкостей, предназначенных для температур в интервале от -200 до +600°С из нержавеющей стали, установленных внутри гибких подводных трубопроводов, в пределах 50...30 м, проходящих в толще морской воды давления в пределах от 5 до 30 атм и температуре - 1,8°С, выполненных из трубных секций, сочлененных сферическими шарнирами, поверхности которых покрыты дисульфидом молибдена, а уплотнения в секциях трубопровода осуществляют по сферическим поверхностям шарниров и резиновыми кольцами, установленными в канавках, в оболочке из фторопласта, в виде сборных деталей по ТУ2513-013-34724672-2010, торцевые уплотнения фланцев секций осуществляют посредством резиновых колец по ГОСТ 9833-73, установленных в канавках, в оболочке из фторопласта, в виде сборных деталей по ТУ2513-013-34724672-2010.

10

15

20

4. Комплекс по п. 1, отличающийся тем, что подъем завода до глубины 50 м контролируют посредством жестко установленных самотормозящих приводных лебедок, расположенных снаружи на фланце корпуса завода, и прикрепленных жестко концов канатов бухт самотормозящих приводных лебедок к свайной платформе эстакады.

25

5. Комплекс по п. 1, отличающийся тем, что КГМ Стирлинга получения и переохлаждения СПГ на метановозе размещены в коффердаме между мембранных расположенных в два ряда продольных танков хранения СПГ.

30

6. Комплекс по п. 1, отличающийся тем, что подъем завода на глубину 50 м исчисляют от верхней палубы завода и включают запуск подъема завода путем суммарного последовательного набора выталкивающей силы погруженных в морскую воду цеха завода, опорожняемого отсека цеха и камеры, при этом спуско-подъемные приводы лебедок функционируют по сигналам отклонений от горизонтальности верхней палубы цеха свыше предела от 3 до 5°.

35

7. Комплекс по п. 1, отличающийся тем, что с целью предотвращения разжижения застенного грунта свай эстакады сваи выполняют из труб с повышенными теплоизоляционными свойствами ТЛТ по ТУ 14-16-236-2010 и ТУ 14-161-239-2012, межтрубное пространство которых заполняют экранной изоляцией и вакуумируют для уменьшения теплопотерь.

40

8. Комплекс по п. 1, отличающийся тем, что демонтаж лебедок, установленных на фланце цеха завода, их замену, ремонт, обслуживание осуществляют при установленной сборочной единице цеха завода с камерой на платформу эстакады.

45

9. Комплекс по п. 1, отличающийся тем, что завод или цех завода снабжены прикрепленной к их нижней части герметичной камерой или камера с цехом выполнены в виде однокорпусной детали, например, из титана с открытыми с двух сторон полостями с возможностью заполнения и опорожнения морской водой или гелием или газообразным азотом под давлением в пределах от 5 до 40 атм соответственно, при этом цех завода на платформу эстакады устанавливают посредством самотормозящих электроприводных лебедок надводного или подводного транспортирующего средства,

самотормозящие электроприводные лебедки устанавливают на фланце цеха завода для вывода его на поверхность морской воды, а смотанные канаты на барабаны лебедок в бухты, или лебедки, установленные на транспортном средстве, вывозят из комплекса.

5 10. Комплекс по п. 1, отличающийся тем, что газопровод ПГ, технологический для транспорта ПГ в толще морской воды на глубине моря 400 м и температуре минус 1,8°C, давлением ПГ до 200 атм, соответствующего ГОСТ 5542 и ГОСТ 27577, температура ПГ 59...63°C, выполняют из отдельных секций сборной конструкции, сочлененных сферическими шарнирами, поверхности которых покрыты дисульфидом молибдена.

10

15

20

25

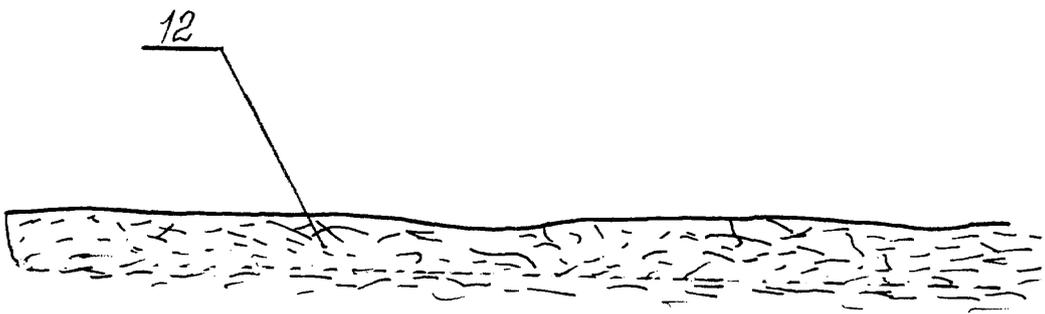
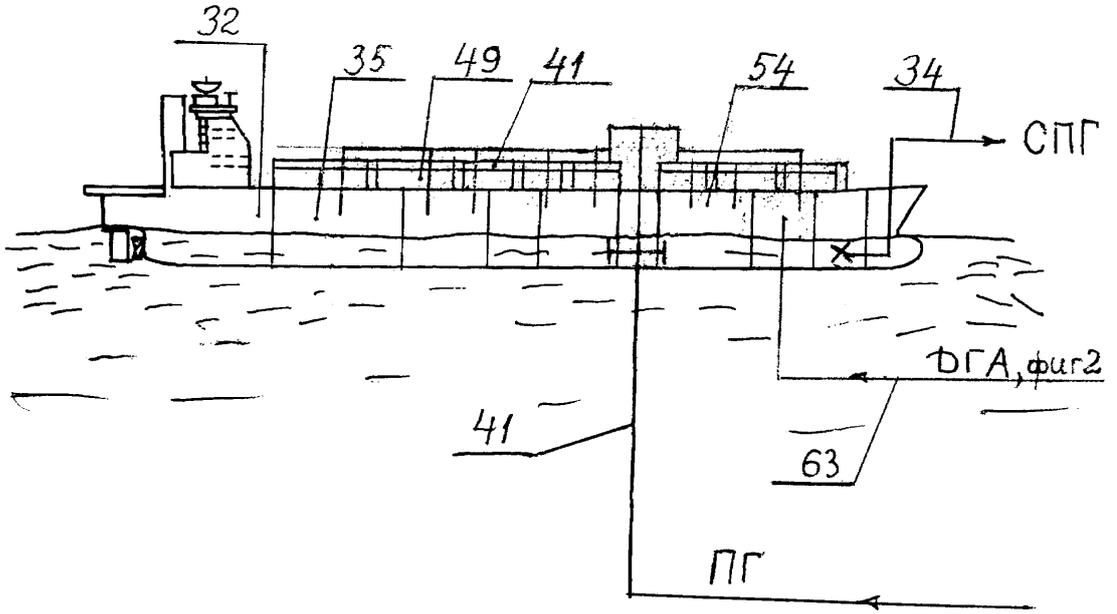
30

35

40

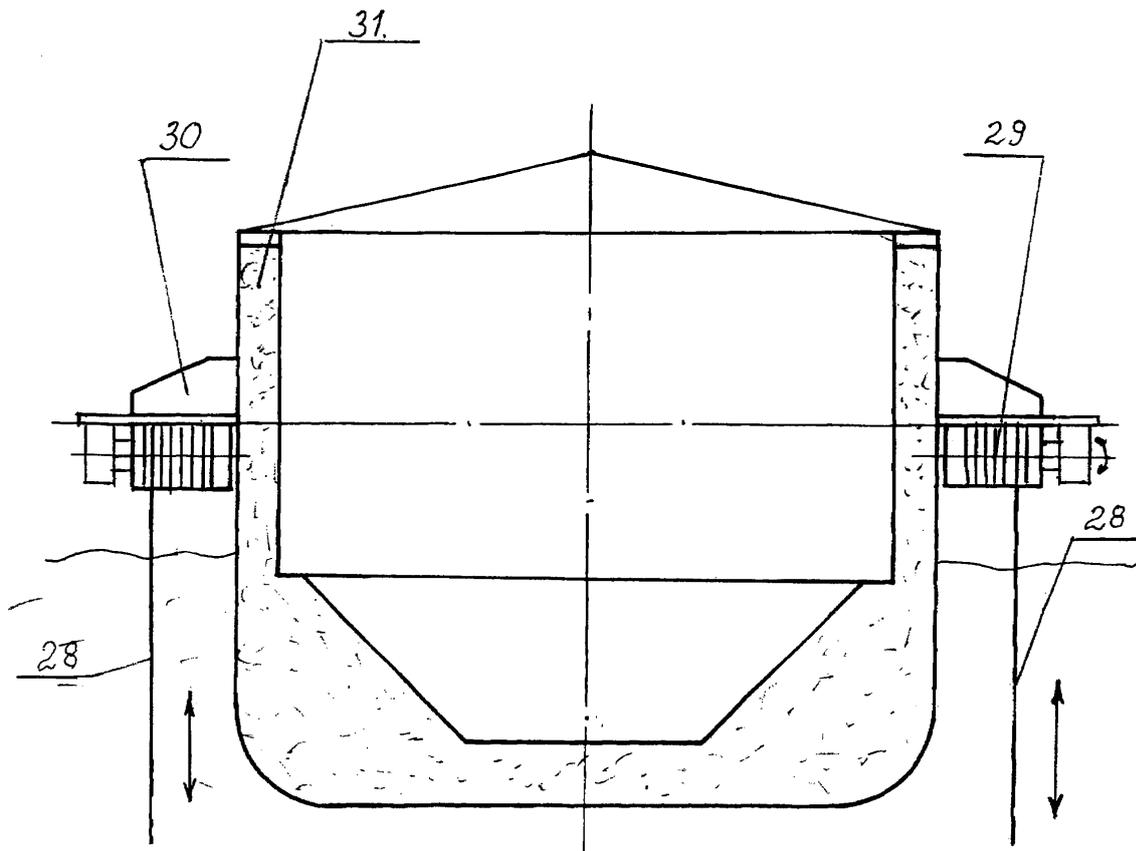
45

1

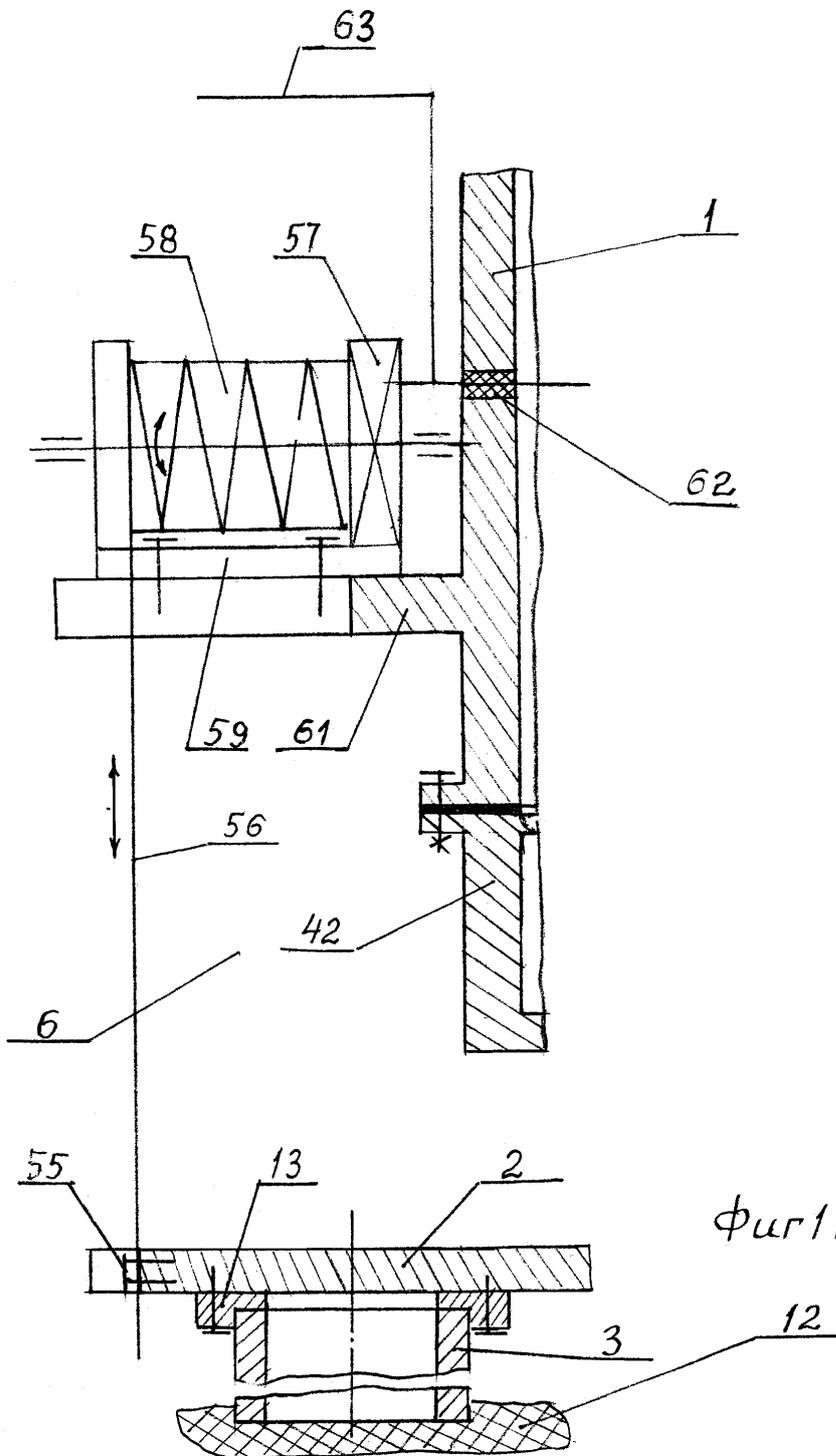


фиг. 1а

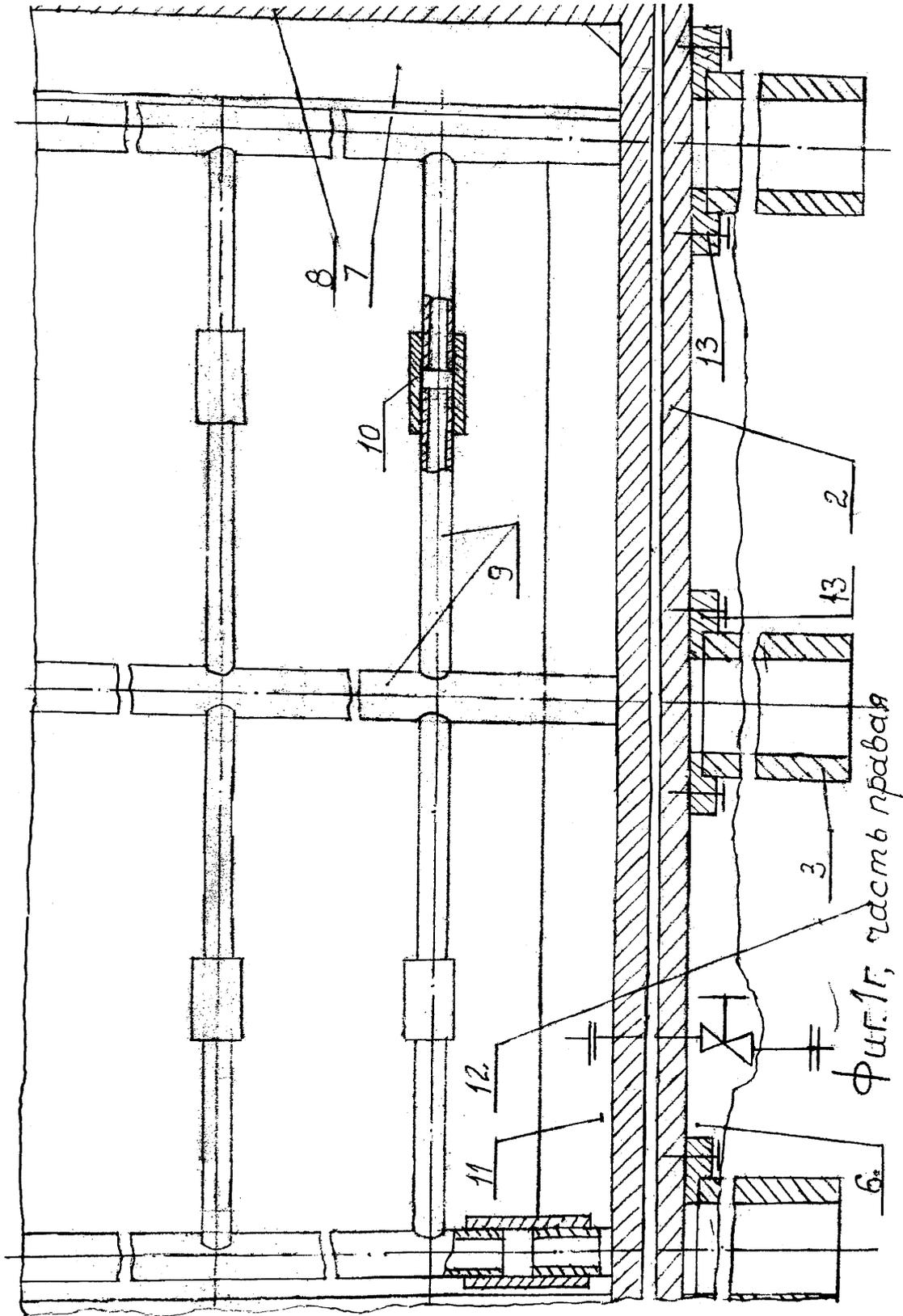
2

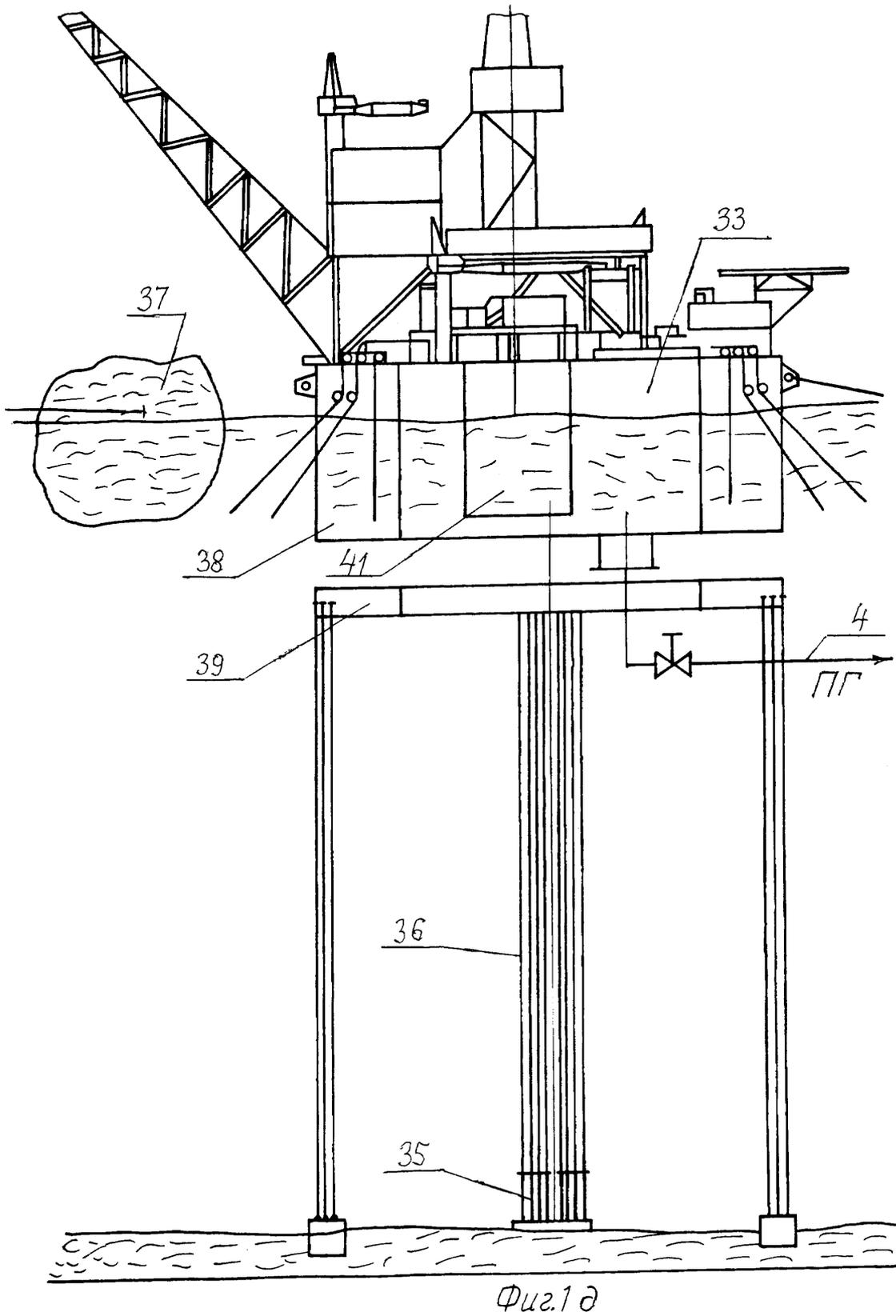


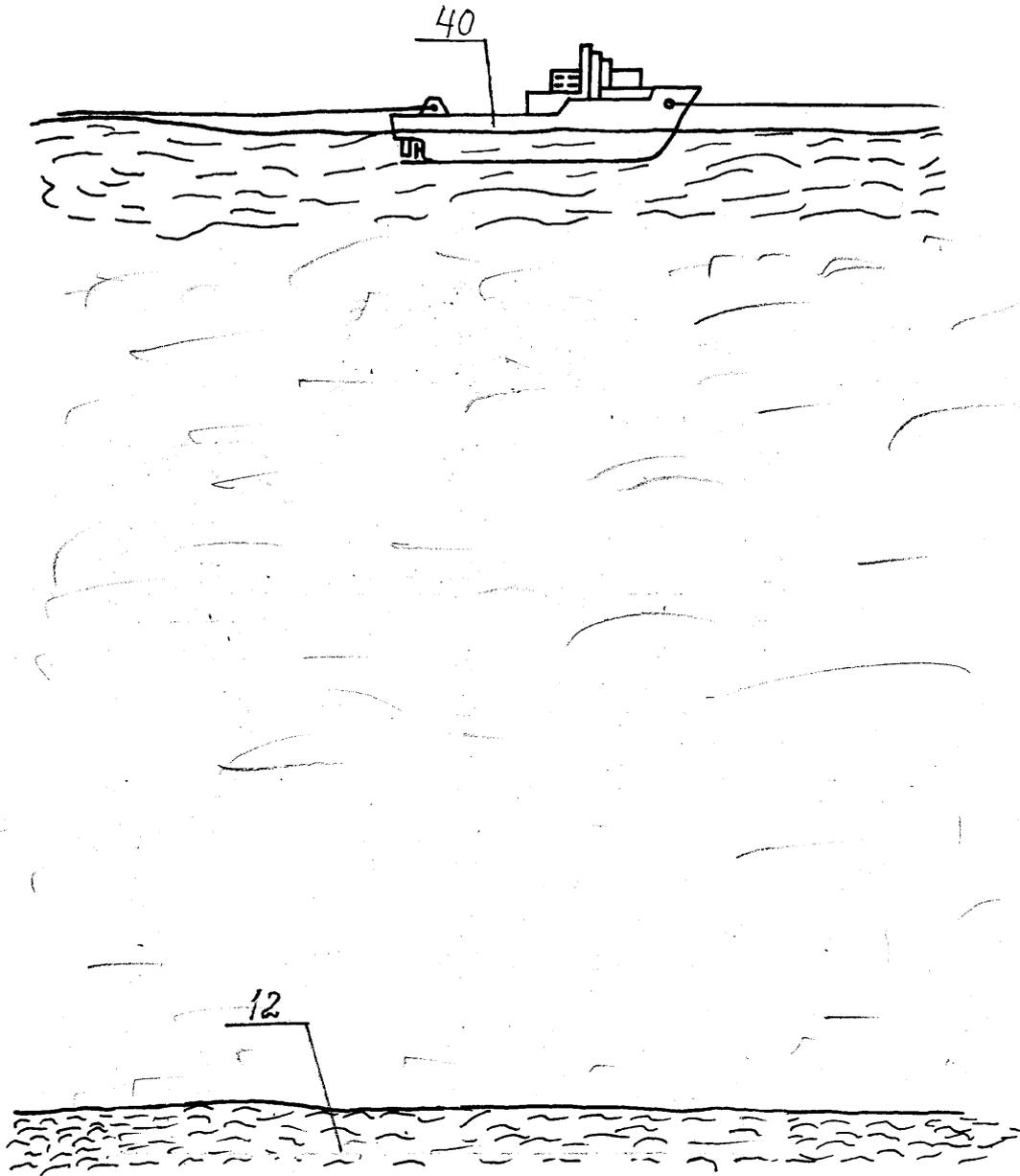
Фиг. 15



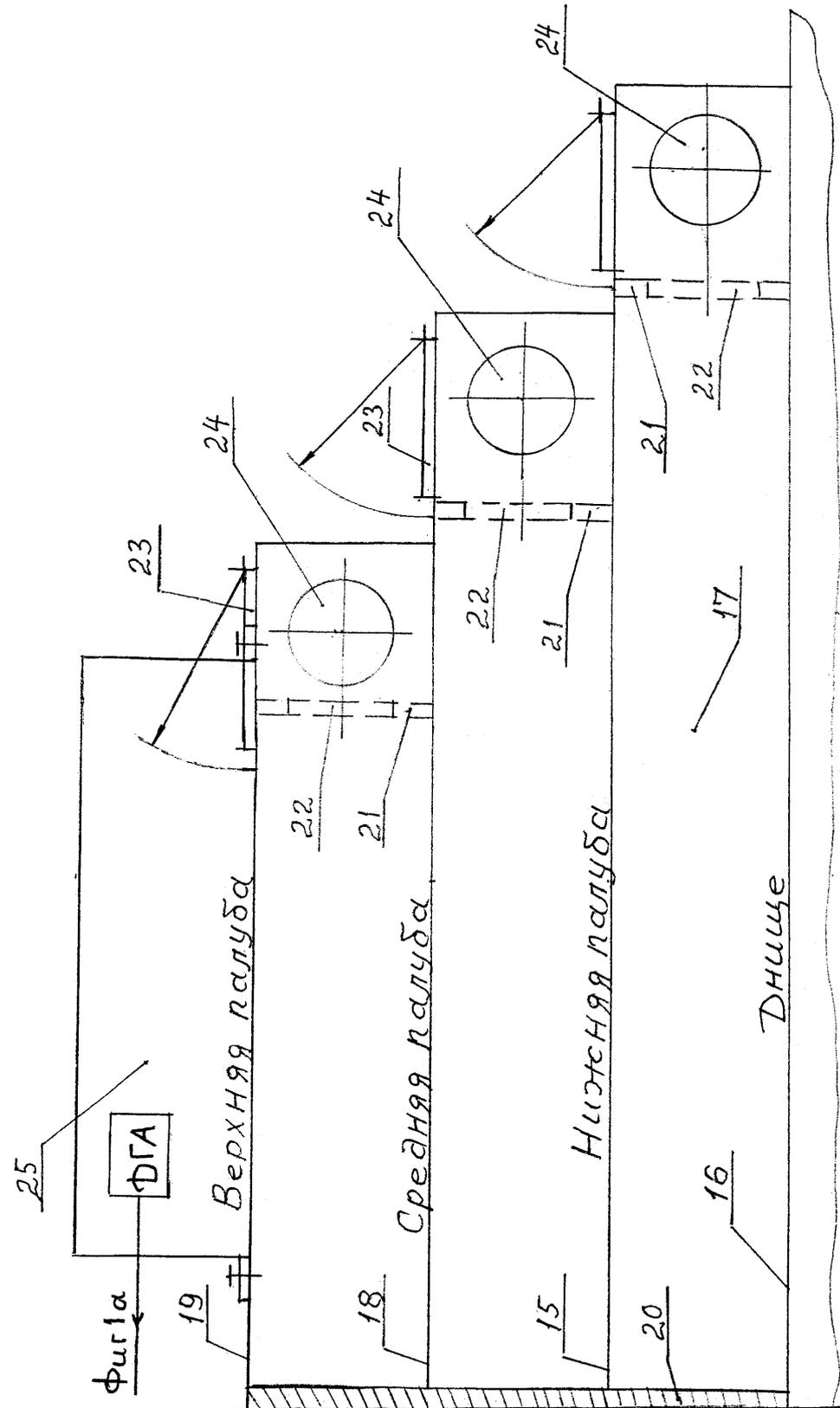
Фиг 1 г, часть левая



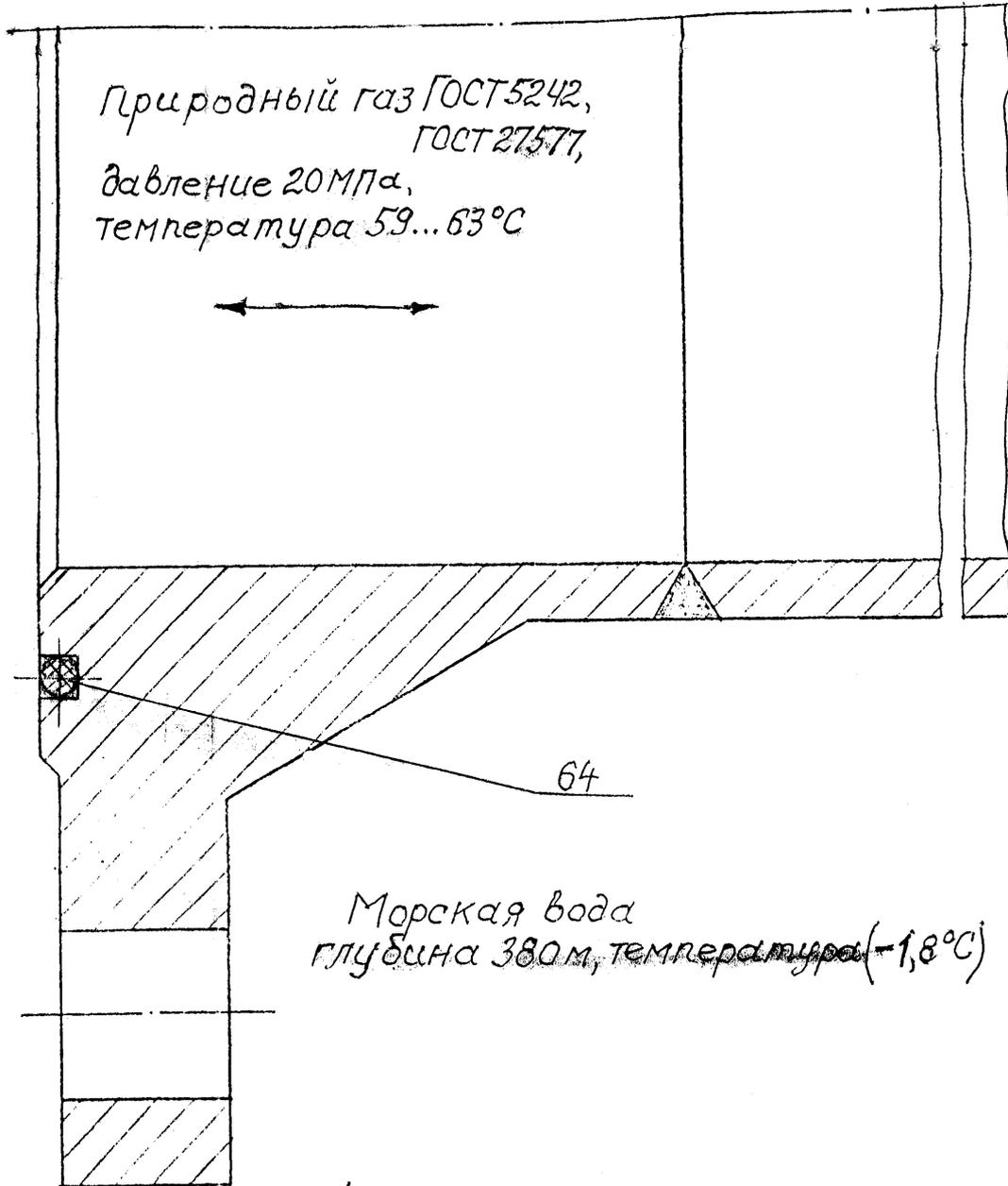




фиг.1е



Фиг. 2



фиг.3, часть левая

