

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2664604

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕГРИРУЕМЫЙ МОТОР-КОМПРЕССОР ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ФЛЮИДОВ ПО ПОДВОДНЫМ И КОНТИНЕНТАЛЬНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Васильев Богдан Юрьевич (RU), Григорьев Павел Сергеевич (RU), Демин Павел Валерьевич (RU)*

Заявка № 2017136953

Приоритет изобретения 19 октября 2017 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 21 августа 2018 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 19 октября 2037 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F04D 13/06 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017136953, 19.10.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.10.2017

Дата регистрации:
21.08.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.10.2017

(45) Опубликовано: 21.08.2018 Бюл. № 24

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Васильев Богдан Юрьевич (RU),
Григорьев Павел Сергеевич (RU),
Демин Павел Валерьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

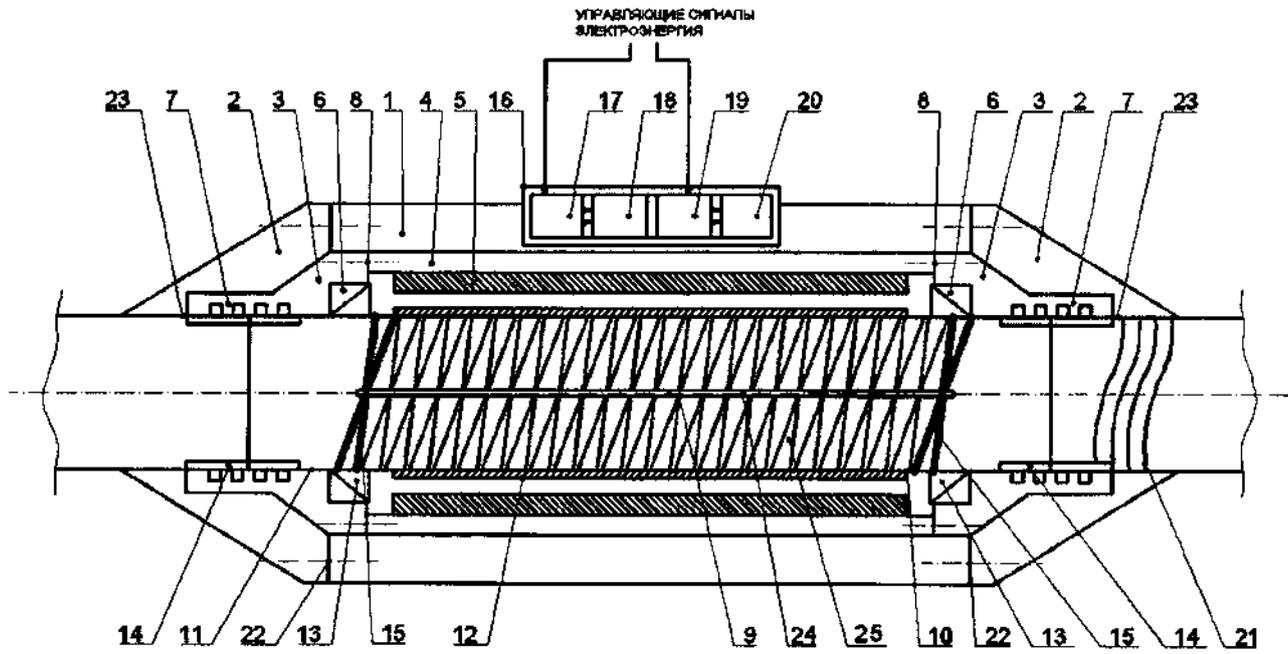
о поиске: RU 2272938 C1, 27.03.2006. RU
2613794 C1, 21.03.2017. US 4969803 A1,
13.11.1990. RU 2485353 C1, 20.06.2013.

(54) МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕГРИРУЕМЫЙ МОТОР-КОМПРЕССОР ДЛЯ
ТРАНСПОРТИРОВКИ ФЛЮИДОВ ПО ПОДВОДНЫМ И КОНТИНЕНТАЛЬНЫМ
ТРУБОПРОВОДАМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к транспортировке углеводородного и другого сырья по проложенным по морскому дну трубопроводам большой протяженности. Многофункциональный интегрируемый мотор-компрессор, содержащий охранный кожух, электродвигатель, магнитные подшипники, газодинамические уплотнения, отсек, в котором расположены система управления электродвигателем, система управления магнитными подшипниками, автономный инвертор и силовые элементы магнитных подшипников. Мотор-компрессор

снабжен корпусом, который состоит из основной части и крышек, ротор, состоящий из вращающегося основания, картриджа, креплений картриджа внутри вращающегося основания, причем картридж состоит из вала и рабочих лопаток, на выходе ротора установлены спрямляющие лопатки, основная часть кожуха и крышки кожуха соединены посредством болтовых соединений и уплотнений. Изобретение направлено на повышение надежности и улучшение эксплуатационных характеристик мотор-компрессора. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.



RU 2 6 6 4 6 0 4 C 1

RU 2 6 6 4 6 0 4 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F04D 13/06 (2006.01)

(21)(22) Application: **2017136953, 19.10.2017**

(24) Effective date for property rights:
19.10.2017

Registration date:
21.08.2018

Priority:

(22) Date of filing: **19.10.2017**

(45) Date of publication: **21.08.2018** Bull. № 24

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet", otdel intellektualnoj sobstvennosti i
transfera tekhnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Vasilev Bogdan Yurevich (RU),
Grigorev Pavel Sergeevich (RU),
Demin Pavel Valerevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) **MULTI-FUNCTION INTEGRATED MOTOR COMPRESSOR FOR FLUID TRANSPORTATION THROUGH UNDERWATER AND CONTINENTAL PIPELINES**

(57) Abstract:

FIELD: transportation.

SUBSTANCE: invention relates to the transportation of hydrocarbon and other raw materials along long-distance pipelines laid along the seabed. Multi-function integrated motor-compressor comprising a guard, an electric motor, magnetic bearings, gas-dynamic seals, a motor control system compartment, a magnetic bearing control system, an autonomous inverter and power elements of magnetic bearings. Motor-compressor is provided with a housing which

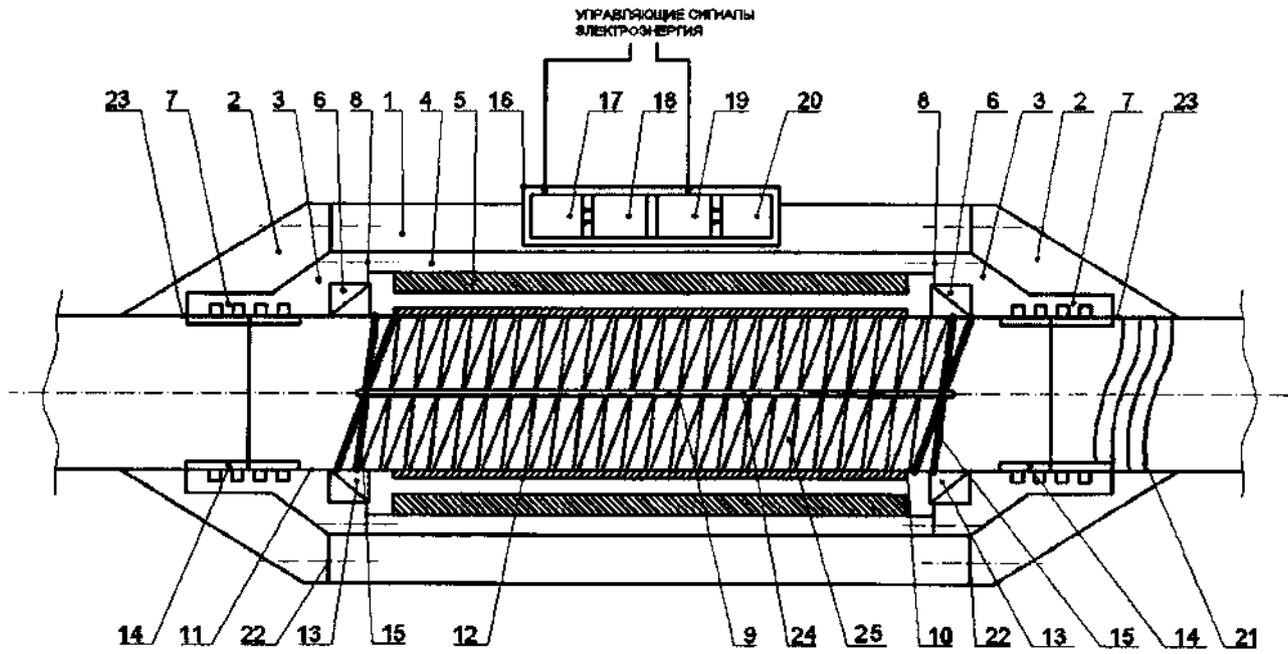
consists of a main part and covers Rotor consists of a rotating base, a cartridge, cartridge mounts within the rotating base, the cartridge consisting of a shaft and working blades. Rectifying blades are installed at the rotor output. Main part of the guard and the guard cover are connected by means of bolted connections and seals.

EFFECT: invention is aimed at improving the reliability and improving the performance of the motor-compressor.

1 cl, 1 dwg

RU 2 664 604 C1

RU 2 664 604 C1



RU 2664604 C1

RU 2664604 C1

Изобретение относится к транспортировке углеводородного (газа, нефти, пульпы) и другого сырья по проложенным по морскому дну трубопроводам большой протяженности.

5 Известна компрессорная станция магистральных газопроводов с электроприводными газоперекачивающими агрегатами (патент RU №2272938, опубл. 27.03.2006), которая содержит газоперекачивающие агрегаты с приводом от синхронных электродвигателей, внешнюю высоковольтную электрическую сеть, трансформаторы, шинопроводы, электрические выключатели, при этом компрессорная станция снабжена
10 дополнительными энергетическими газотурбинными установками, содержащими воздушные компрессоры, камеры сгорания, силовые газовые турбины, электрогенераторы; силовые газовые турбины дополнительных энергетических газотурбинных установок соединены общим валом с электрогенераторами; камеры сгорания дополнительных энергетических газотурбинных установок соединены
15 дополнительными трубопроводами топливного газа с магистральным газопроводом, которые подключены к нему по ходу газа перед газоперекачивающими агрегатами; компрессорная станция также снабжена дополнительными шинопроводами и электрическими выключателями, связывающими электрогенераторы дополнительных энергетических газотурбинных установок с электродвигателями газоперекачивающих агрегатов и трансформаторами.

20 Недостаток таких газоперекачивающих агрегатов, заключается в том, что они не могут быть применены для транспорта углеводородного сырья по магистральному газопроводу по морскому дну от места морской добычи газа на континент из-за невозможности их работы и обслуживания в подводном положении в условиях полной изоляции от атмосферного воздуха и большого давления окружающей среды - морской
25 воды.

Известна атомная подводная газоперекачивающая станция (патент RU №2154231, опубл. 10.08.2000), которая содержит легкий и прочный корпус, разделенный прочными переборками на герметичные отсеки. В среднем отсеке размещен водо-водяной атомный реактор, соединенный паропроводами с газовыми турбонагнетателями, которые
30 расположены на агрегатных рампах в смежных с реакторным отсеках, а приемные и напорные ветви газопроводов турбонагнетателей проходят по межтрубному пространству и соединены с выгородками стыковочных узлов, с помощью которых станция подключается к магистральному газопроводу.

Недостатками станции является наличие ядерного реактора, что существенно
35 усложняет структуру и снижает ее безопасность и экологичности. Сложная структура приводит к снижению ее надежности, что в условия подводной эксплуатации является наибольшей проблемой.

Известен подводный модуль компрессора (патент RU №2329405, опубл. 20.07.2008), который имеет охранный кожух, содержащий электродвигатель и компрессор,
40 приводным образом соединенные, по меньшей мере, одним валом, причем компрессор и электродвигатель изолированы друг от друга по меньшей мере одним уплотнением, в результате чего охранный кожух разделен на первый и второй отсеки, в которых расположены компрессор и электродвигатель, соответственно.

Недостаток изобретения заключается в том, что для использования агрегата
45 необходимо сооружать специальный фундамент для его установки в подводном положении.

Известен подводный газоперекачивающий агрегат для многониточного трубопровода (патент RU №2485353, опубл. 20.06.2013), который состоит из охранный кожуха,

разделенного уплотнениями на отсеки, и содержит в нем электродвигатель и компрессоры, приводным образом соединенные одним валом, который опирается на магнитные подшипники, а также дополнительно снабжен компрессорами в количестве не менее двух, имеющими единый с электродвигателем вал, преобразователем частоты, системой управления электродвигателем, при этом магнитные подшипники снабжены силовыми элементами и системой управления магнитными подшипниками, а охранный кожух разделен на отсеки не менее трех, при этом в первом отсеке расположены система управления электродвигателем и система управления магнитными подшипниками, во втором отсеке - преобразователь частоты и силовые элементы магнитных подшипников, в третьем - электродвигатель, в последующих отсеках - компрессоры, причем отсеки компрессоров изолированы друг от друга с помощью уплотнений.

Недостаток изобретения заключается в том, что для использования агрегата необходимо сооружать специальный фундамент для его установки в подводном положении, высокая металлоемкость, низкая надежность из-за наличия большого количества частей агрегат (трех магнитных подшипников - двух радиальных и одного осевого; большого количества сухих газодинамических уплотнений).

Известен интегрированный перекачивающий агрегат для транспортировки углеводородов по подводным и континентальным трубопроводам (патент RU №2613794, опубл. 21.03.2017), принятый за прототип, который состоит из охранный кожуха, электродвигателя, компрессора, магнитных подшипников, отсека, в котором расположены система управления магнитными подшипниками, система управления электродвигателем, преобразователь частоты и силовые элементы магнитных подшипников, при этом охранный кожух состоит из основной части кожуха и крышек кожуха, в основной части кожуха заложена обмотка статора электродвигателя, в крышки кожуха интегрированы статические части магнитных подшипников и статические части сухих газодинамических уплотнений, в ротор агрегата интегрирована короткозамкнутая обмотка, компрессор агрегата, вращающиеся части магнитных подшипников, и газодинамических уплотнений, вал компрессора, на котором размещены рабочие лопатки, закреплен в специальных кольцах с удерживающими входными лопатками, основная часть кожуха и крышки кожуха соединены посредством болтовых соединений.

Недостатки изобретения заключается в невозможности замены компрессора в сборке, использовании двух источников питания, что усложняет электрическую схему, невозможности отвода излишков тепла от сжимаемой (транспортируемой) среды, турбулентном режиме движения транспортируемой среды на выходе агрегата, что нарушает технологию транспорта углеводородов.

Техническим результатом является: упрощение конструкции, повышение надежности агрегата и улучшение эксплуатационных характеристик многофункционального интегрируемого мотор-компрессора для транспортировки флюидов по подводным и континентальным трубопроводам.

Технический результат достигается тем, что мотор-компрессор снабжен корпусом, который состоит из основной части и крышек, жестко соединенных между собой, ротор, состоящий из вращающегося основания, картриджа, креплений картриджа внутри вращающегося основания, причем картридж состоит из вала и рабочих лопаток, которые жестко закреплены на валу, на выходе ротора установлены спрямляющие лопатки, которые жестко закрепляются в крышке, основная часть кожуха и крышки кожуха соединены посредством болтовых соединений и уплотнений, крышки кожуха и патрубки трубопровода жестко соединены между собой. Крепления представляют собой

усиленные рабочие лопатки, установленные на входе и выходе картриджа, которые крепятся в пазах вращающегося основания.

Мотор-компрессор со сменными картриджами для транспортировки углеводородов по подводным и континентальным трубопроводам поясняется следующей фигурой:

5 фиг. 1 - общий вид устройства, где:

- 1 - основная часть кожуха;
- 2 - крышки кожуха;
- 3 - крышки корпуса;
- 4 - основная часть корпуса;
- 10 5 - обмотка статора;
- 6 - статические части магнитных подшипников;
- 7 - статические части газодинамических уплотнений;
- 8 - болтовые соединения;
- 9 - картридж;
- 15 10 - ротор;
- 11 - вращающееся основание;
- 12 - обмотка ротора;
- 13 - вращающиеся части магнитных подшипников;
- 14 - вращающиеся части газодинамических уплотнений;
- 20 15 - устройства крепления;
- 16 - отсек;
- 17 - система управления электродвигателем;
- 18 - автономный инвертор;
- 19 - система управления магнитными подшипниками;
- 25 20 - силовые элементы магнитных подшипников;
- 21 - спрямляющие лопатки;
- 22 - болтовые соединения и уплотнения;
- 23 - сварное соединение;
- 24 - вал картриджа;
- 30 25 - рабочие лопатки.

Мотор-компрессор содержит охранный кожух агрегата состоит из корпуса кожуха 1 и крышек кожуха 2. В корпусе кожуха 1 располагается электродвигатель. В крышки корпуса 3 электродвигателя интегрированы статические части магнитных подшипников 6 и статические части газодинамических уплотнений 7. Крышки кожуха 2 герметично
35 соединяются с основной частью кожуха 1 с помощью болтовых соединений и уплотнений 22.

Ротор 10 мотор-компрессора состоит из вращающегося основания 11 и короткозамкнутой обмотки 12. Внутри вращающегося основания 11 установлен картридж 9, на вращающемся основании 11 закреплены вращающиеся части магнитных
40 подшипников 13 и вращающиеся части газодинамических уплотнений 14, устройство крепления картриджа 15. Картридж 9 представляет собой вал картриджа 24 с закрепленными на нем рабочими лопатками 25. Устройством крепления 15 картриджа являются усиленные входные лопатки, которые крепятся в пазах вращающегося основания 11 - таким образом картридж 9 закреплен внутри ротора 10 и удерживается
45 магнитными подшипниками 6-13 в расточках крышек корпуса 3. В мотор-компрессоре используются магнитные подшипники 6-13 конического типа.

Система управления электродвигателем 17, автономный инвертор 18, система управления магнитными подшипниками 19, силовые элементы магнитных подшипников

20 расположены в отсеке 16.

Спрямяющие лопатки 21 устанавливаются на выходе мотор-компрессора в патрубке трубопровода.

Управление мотор-компрессором и его электроснабжение осуществляются с контролирующего объекта (не показано), например, расположенной вблизи плавучей платформы или береговой компрессорной станции, которая принимает углеводородное сырье от агрегата. На дне интегрированный мотор-компрессор укладывается в траншею вместе с трубопроводом и располагается вдоль трубопровода так, чтобы проточная часть вращающегося основания 11 напрямую соединялась с проточной частью трубопровода посредством сварного контакта патрубков трубопровода с крышками кожуха 2.

Устройство работает следующим образом. Пуск агрегата начинается с включения магнитных подшипников, состоящих из статических частей 6 и вращающихся частей 13. Система управления магнитными подшипниками 19 подает управляющие сигналы на силовые элементы магнитных подшипников 20, которые уже путем непосредственного электромагнитного воздействия обеспечивают центрирование ротора 10 мотор-компрессора в расточках крышек корпуса 3.

После этого начинают разгон ротора 10 с закрепленным в нем картриджем 9. Для регулирования частоты вращения ротора 10 используют систему управления электродвигателем 17. Регулировку скорости вращения осуществляют частотным способом. Разгон ротора 10 осуществляют изменением частоты напряжения обмотки статора 5 с помощью автономного инвертора 18. Автономный инвертор 18 выполнен на полностью управляемых полупроводниковых элементах.

Посредством изменения частоты и амплитуды напряжения обмотки статора 5 изменяется частота вращения ротора 10 и картриджа 9, на валу 24 которого размещены рабочие лопатки 25. При вращении картриджа 9 обеспечивается компримирование и транспортировка углеводородного сырья. Вал картриджа 10 при вращении удерживается во вращающемся основании 11 посредством устройств крепления 15.

Охранный кожух (основная часть - 1; крышки кожуха - 2) при нахождении агрегата в подводном положении обеспечивает полную герметизацию внутренних частей агрегата, а также исключает утечки транспортируемого флюида наружу. Крышки кожуха 2 соединяются с трубопроводом посредством сварного соединения 23 патрубков с торцевыми частями крышек кожуха 2.

Газодинамические уплотнения, состоящие из статических частей 7 и вращающихся частей 14, обеспечивают герметизацию электродвигателя от рабочей среды, таким образом, транспортируемое сырье не может проникнуть в расточку статора и нарушить работу агрегата.

Спрямяющие лопатки 21 устанавливаются на выходе мотор-компрессора в патрубке трубопровода и служат для снижения турбулентности потока флюида и выравнивания его скорости.

Отведение тепла в окружающую среду от транспортируемого флюида осуществляется через спрямяющие лопатки 21 и металлические элементы мотор-компрессора.

Таким образом, обеспечивается упрощение конструкции, повышение надежности агрегата и улучшение эксплуатационных характеристик мотор-компрессора со сменными картриджами для транспортировки углеводородов по подводным и континентальным трубопроводам.

(57) Формула изобретения

1. Многофункциональный интегрируемый мотор-компрессор для транспортировки флюидов по подводным и континентальным трубопроводам, содержащий охранный кожух, который состоит из основной части кожуха и крышек кожуха, электродвигатель, который имеет обмотку статора и обмотку ротора, магнитные подшипники, которые состоят из статических и вращающихся частей, газодинамические уплотнения, которые состоят из статических и вращающихся частей, отсек, в котором расположены система управления электродвигателем, система управления магнитными подшипниками, автономный инвертор и силовые элементы магнитных подшипников, отличающийся тем, что мотор-компрессор снабжен корпусом, который состоит из основной части и крышек, жестко соединенных между собой, ротор, состоящий из вращающегося основания, картриджа, креплений картриджа внутри вращающегося основания, причем картридж состоит из вала и рабочих лопаток, которые жестко закреплены на валу, на выходе ротора установлены спрямляющие лопатки, которые жестко закрепляются в крышке, основная часть кожуха и крышки кожуха соединены посредством болтовых соединений и уплотнений, крышки кожуха и патрубки трубопровода жестко соединены между собой.

2. Мотор-компрессор по п. 1, отличающийся тем, что крепления представляют собой усиленные рабочие лопатки, установленные на входе и выходе картриджа, которые крепятся в пазах вращающегося основания.

20

25

30

35

40

45

**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ИНТЕГРИРУЕМЫЙ МОТОР-КОМПРЕССОР ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ
ФЛЮИДОВ ПО ПОДВОДНЫМ И КОНТИНЕНТАЛЬНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ**

