

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **033700**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента  
**2019.11.18**

(51) Int. Cl. *E21B 17/042* (2006.01)

(21) Номер заявки  
**201791583**

(22) Дата подачи заявки  
**2015.12.29**

---

(54) **РАЗЪЕМНОЕ РЕЗЬБОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ И СПОСОБ ОБРАБОТКИ РЕЗЬБЫ  
РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ**

---

(31) **A 16/2015**

(32) **2015.01.13**

(33) **AT**

(43) **2018.03.30**

(86) **PCT/AT2015/000165**

(87) **WO 2016/112415 2016.07.21**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:  
**ФЁСТАЛЬПИНЕ ТУБУЛАРС ГМБХ  
УНД КО КГ (AT)**

(56) **US-A1-2009033087**

**US-A1-2003066641**

**DE-A1-102012023349**

**ROBERT W. SCHWARTZ ET AL.:** "Chemical solution deposition of electronic oxide films", **COMPTEs RENDUS - CHIMIE, ELSEVIER, PARIS, FR, vol. 7, 1 January 2004 (2004-01-01), pages 433-461, XP009087280, ISSN: 1631-0748, DOI: 10.1016/J.CRCI.2004.01.007**

(72) Изобретатель:  
**Шаффер Маркус, Винклер Петер,  
Ляйтнер Райнхард, Шалькхаммер  
Томас (AT)**

(74) Представитель:  
**Силаева А.А., Фелицына С.Б. (RU)**

---

(57) Резьбовое соединение с внутренней резьбой (7) и наружной резьбой (6), причем обе резьбы оснащены в качестве первого покрытия фосфатным покрытием (8, 9) и причем внутренняя резьба содержит в качестве второго покрытия керамический материал (11) со снижающим трение эффектом, а наружная резьба содержит в качестве второго покрытия лаковое покрытие (10) с пленкообразующим средством из органического полимера, в котором распределены твердые частицы смазочного материала.

**B1**

**033700**

**033700**

**B1**

### Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к болтовому соединению, содержащему оснащенный внутренней резьбой трубообразный элемент и оснащенный наружной резьбой трубообразный элемент, причем наружная резьба и внутренняя резьба содержат взаимодействующие друг с другом первые контактные поверхности и трубообразные элементы предпочтительно содержат вторые, соседние с внутренней или наружной резьбой контактные поверхности, причем первые контактные поверхности и по мере необходимости вторые контактные поверхности соответственно оснащены покрытием, которое содержит по меньшей мере одно первое и одно второе покрытия, причем первое покрытие выполнено соответственно в качестве конверсионного покрытия.

Изобретение относится также к способу обработки поверхности резьб резьбового соединения трубообразных элементов, содержащему нанесение покрытия на взаимодействующие друг с другом первые контактные поверхности внутренней резьбы и наружной резьбы резьбового соединения и предпочтительно нанесение покрытия на соседние с внутренней резьбой или наружной резьбой, взаимодействующие друг с другом вторые контактные поверхности трубообразных элементов, причем покрытие включает в себя нанесение по меньшей мере одного первого покрытия и нанесение одного второго покрытия на первое покрытие, причем в качестве первого покрытия на контактные поверхности наносят соответственно конверсионное покрытие.

В частности, изобретение относится к резьбовым соединениям, которые необходимы для соединений свинчиванием, которые необходимы для свинчивания стальных труб для индустрии добычи и транспортировки природного газа.

### Уровень техники

Известно, что резьбовые соединения для промышленности добычи и транспортировки природного газа подвержены весьма высоким напряжениям смятия в результате свинчивания и полезной нагрузки. Многие из этих соединений необходимо многократно свинчивать и вновь разъединять. Трубы для индустрии транспортировки нефти и газа (называемые в целом OCTG-трубами Oil Country Tubular Goods - трубы нефтяного сортамента) используют, в частности, в качестве обсадных и нагнетательных труб для освоения газовых и нефтяных месторождений.

Документ US 2009/033087 A1 раскрывает резьбовое соединение, причем первая контактная поверхность содержит слой нитрида бора, а вторая контактная поверхность - коррозионно-защитный слой, например из обогащенной цинком эпоксидной смолы.

Документ US 2003/066641 A1 раскрывает резьбовое соединение, причем оба элемента содержат конверсионный слой из меди. На одной стороне на медный слой наносится смесь из алкоксида титана и дисульфата молибдена и обдувается увлажненным воздухом с температурой 150°C.

Документ DE 102012023349 A1 раскрывает способы химического осаждения.

Документ Robert Schwarz et al. ("Chemical solution deposition of electronic oxide films", Comptes Rendus - Chimie, Elsevier, Paris, FR, vol. 7, 01.01.2004, стр. 433-461) раскрывает способ нанесения составов, например с помощью напыления и погружения.

Документ US 5545489 A раскрывает в связи с подшипниками, что фосфат марганца имеет меньший коэффициент трения, чем другие виды фосфатов.

Документ US 2003/160446 A1 раскрывает резьбовое соединение, у которого конверсионный слой из фосфата марганца комбинируется со слоем органической смолы.

Документ WO 2006/104251 A1 раскрывает смазочный слой из воска и щелочноземельных металлов, расположенный на слое фосфата марганца.

Документ DE 69527625 T3 раскрывает способ удаления воска с покрытий из воскоподобного масла.

К резьбовому соединению названных труб предъявляют высокие требования. Поскольку резьбы вследствие высокого давления прижима взаимодействующих друг с другом поверхностей резьбы имеют склонность к коррозии, необходимо принятие мер, направленных на предотвращение коррозии и в целом обоюдного повреждения. Далее должна быть обеспечена достаточная коррозионная стойкость. Кроме того, действующие нормы предписывают, что резьбовое соединение должно быть пригодно для многократного (до 10 раз) свинчивания и разъединения резьбового соединения. Другие нормы в сфере буровых труб требуют даже возможности 100-кратного повторного свинчивания.

В простейшем случае избежать повреждения резьбы пытаются путем нанесения резьбовой пасты. Конечно, по возможности следует избегать необходимости нанесения смазки, так как в результате этого возникают большие расходы, в частности если в ходе многократных свинчиваний необходимо дополнительное нанесение смазки.

Кроме того, известно химическое поверхностное преобразование материала поверхностей резьбы или нанесение чужеродного материала, в результате чего получают конверсионное покрытие. Конверсионные покрытия получают, как правило, с помощью химических реакций водного обрабатывающего раствора с металлической основой, и они образуют весьма хорошую подложку для адгезии последующих покрытий и существенно повышают коррозионную устойчивость материала по сравнению с необработанными поверхностями материала. Сюда причисляют фосфатирование поверхностей резьбы. Далее в уровне техники описано нанесение покрытия на поверхности резьбы с использованием самых

различных материалов, которые призваны улучшить характеристики резьбового соединения. Однако известные покрытия недостаточны для выполнения всех требований в достаточной мере.

### **Раскрытие изобретения**

По этой причине настоящее изобретение нацелено на улучшение резьбового соединения исходя из того, что можно избежать нанесения смазки на резьбовое соединение (в частности, нитки резьбы, металлическую уплотнительную поверхность и поверхность плечей) труб также при многократном соединении звеньев трубопровода. Склонность к коррозии должна быть существенно снижена. Далее должно быть увеличено число многократных резьбовых соединений при остающейся приблизительно неизменной характеристике крутящего момента для свинчивания и развинчивания, причем должна быть обеспечена надежная герметичность резьбового соединения.

Для решения этой задачи при резьбовом соединении названного выше типа заключается главным образом в том, что одна из взаимодействующих друг с другом первых и по мере надобности вторых контактных поверхностей содержит в качестве второго покрытия покрытие из керамического материала с уменьшающим трение эффектом, а другая из взаимодействующих друг с другом контактных поверхностей содержит в качестве второго покрытия лаковое покрытие с пленкообразующим материалом из органического полимера, в котором распределены твердые частицы смазочного материала. Тем самым, обе взаимодействующие друг с другом контактные поверхности содержат в общей сложности по меньшей мере два покрытия, причем покрытие, названное в рамках изобретения как "второе покрытие" предпочтительно представляет собой соответственно самое наружное покрытие, на котором контактируют между собой наружная и внутренняя резьбы. Второе покрытие внутренней резьбы выполнено из материала, отличного от материала второго покрытия наружной резьбы, а именно из керамического материала со снижающим трение эффектом с одной стороны и лака с пленкообразующим средством из органического полимера с другой стороны, причем материал соответственно выбран таким образом, что вторые покрытия не соединены между собой в химическом отношении, то есть никакие химические соединения не вступают в реакцию друг с другом. За счет этого можно в значительной мере уменьшить склонность к коррозии и достичь возможности многократного развинчивания соединения.

Предпочтительно предусмотрено, что второе покрытие из керамического материала выполнено на оснащенной внутренней резьбой трубообразном элементе, а выполненное в качестве лакового покрытия второе покрытие выполнено на оснащенной наружной резьбой трубообразном элементе.

Второе покрытие из керамического материала существенно повышает коррозионную защиту свободных от лака поверхностей резьбы. Далее это покрытие в комбинации с первым покрытием, в частности если оно в соответствии с предпочтительным исполнением выполнено в виде покрытия из фосфата марганца, обладает действием, особо хорошо снижающим трение.

Предпочтительно первое покрытие выполнено в качестве покрытия из фосфата, причем оно состоит предпочтительно из фосфата марганца, фосфата железа и/или фосфата цинка с добавлением в случае необходимости солей никеля, особо предпочтительно из фосфата марганца и фосфата цинка и, в частности, предпочтительно из фосфата марганца.

На контактной поверхности между состоящим из керамического материала, уменьшающим трение покрытием и оснащенный твердыми частицами смазочного материала лаковым покрытием в соответствии с изобретением достигают весьма малого трения скольжения без необходимости нанесения смазки. При этом низкое трение скольжение поддерживается на протяжении длительного времени и обеспечивается, в частности, также после многократных свинчиваний без существенного ухудшения характеристик скольжения.

Предпочтительно предусмотрено, что толщина лакового покрытия и доля смазочного средства выбраны таким образом, что они в случае использования труб для транспортировки нефти без холодной сварки материала обеспечивают возможность более чем 10-кратного, а при бурильных трубах на нефтяных скважинах даже предпочтительно более чем 100-кратного свинчивания и развинчивания без нарушения смазочного эффекта лакового слоя.

Для того чтобы геометрия резьбы с нанесенным покрытием оставалась неизменной по сравнению с исполнением без нанесения покрытий, стремятся к поддержанию толщины нанесенных покрытий на предельно малой величине. В этой взаимосвязи предпочтительное исполнение предусматривает, что толщина покрытий взаимодействующих друг с другом первых контактных поверхностей составляет менее 120 мкм, предпочтительно менее 70 мкм.

В рамках изобретения керамическое покрытие может быть выполнено особенно тонким без ухудшения его свойств снижения трения и коррозионной защиты. В частности, это покрытие может быть выполнено в виде нанопокрyтия, причем предпочтительно предусмотрено, что толщина керамического покрытия составляет менее 1 мкм, предпочтительно менее 200 нм, в частности 10-100 нм.

Столь тонкое покрытие предпочтительно удается получить за счет того, что керамическое покрытие состоит из химически влажного, самоосаждаемого преципитата или из нанесенного в соответствии с техникой лакирования керамического полимера с органическими составными частями.

Предпочтительно предусмотрено, что керамическое покрытие содержит смолу, например меламиновую смолу, или гидрофобизирующее средство, в частности, пропитано им для повышения коррозион-

ной стойкости.

Смола или гидрофобизирующее средство для пропитывания нанослоев служит для временной защиты от коррозии, однако также на длительный срок уплотняет пористое нанопокрывтие и повышает его пластичность (за счет этого целенаправленно снижают хрупкие свойства керамики).

Для предотвращения проникновения воды возможно нанесение различных смол и известных в технике гидрофобизирующих средств. В качестве смолы возможно использование всех смол с достаточной стабильностью, например хорошо зарекомендовавших себя в техническом отношении меламинах смол или силоксанов (например, на базе PDMS (полиметилоксана)). Для достижения достаточной стабильности их часто приходится обжигать. В качестве гидрофобизирующих средств известны адкоксиланы с гидрофобными боковыми группами или их олигополимеры или полимеры, например органфункциональные силаны для композитных материалов типов F8815 или F8261.

Керамическое покрытие содержит предпочтительно оксиды титана, циркония, ниобия, тантала, молибдена, хрома, кремния и/или германия. В частности, керамическое покрытие состоит из оксида, выбранного из группы, включающей в себя оксиды титана, циркония, ниобия, тантала, молибдена, хрома, кремния, ванадия, вольфрама и германия и их смесей. Особо предпочтительно керамическое покрытие состоит из оксида кремния, а именно кварца.

Как уже упоминалось, первое покрытие представляет собой предпочтительно покрытие, полученное путем фосфатирования контактных поверхностей. При этом речь идет, в частности, о покрытии из фосфата марганца, причем как выполненное на наружной резьбе первое покрытие, так и также выполненное на внутренней резьбе первое покрытие выработаны путем фосфатирования, в частности выполнены в качестве покрытий из фосфата марганца. Покрытие из фосфата марганца вырабатывают предпочтительно в процессе погружения в горячую ванну, и в качестве альтернативы возможно гальваническое осаждение.

Лаковое покрытие служит, с одной стороны, для повышения защиты от коррозии и, с другой стороны, в качестве носителя распределенных в нем твердых частиц смазочного материала. Во избежание ухудшения геометрии резьбы толщина лакового покрытия составляет в области первых контактных поверхностей предпочтительно 5-80 мкм, особо предпочтительно 1-40 мкм.

Соответствующее изобретению покрытие может быть дополнительно нанесено также на соседние с резьбой вторые контактные поверхности обоих трубообразных элементов. При этом речь идет предпочтительно об исполнении плотной посадки взаимодействующих друг с другом уплотнительных поверхностей и при необходимости о взаимодействующих друг с другом поверхностях плечей, причем уплотнительные поверхности выполнены предпочтительно коническими и предпочтительно расположены в направлении ввинчивания с прилеганием к внутренней или наружной резьбе. Толщина покрытия, в частности лакового покрытия, может быть выбрана на вторых уплотнительных поверхностях большей, нежели на поверхностях резьбы, то есть первых контактных поверхностях. При этом предпочтительная форма исполнения предусматривает, что толщина лакового покрытия в области вторых контактных поверхностей составляет 10-500 мкм, предпочтительно 40-300 мкм. В частности, может быть предусмотрено, что толщина лакового покрытия составляет в области уплотнительных поверхностей 10-300 мкм, предпочтительно 4-150 мкм. В области поверхностей плечей толщина лакового покрытия может составлять 50-500 мкм, предпочтительно 150-300 мкм.

В отношении исполнения общей толщины покрытия предпочтительными являются следующие формы исполнения. Толщина покрытия взаимодействующих друг с другом вторых контактных поверхностей в области уплотнительных поверхностей может составлять менее 340 мкм, предпочтительно менее 180 мкм. Толщина покрытия взаимодействующих друг с другом вторых контактных поверхностей в области поверхностей плечей может составлять менее 540 мкм, предпочтительно менее 330 мкм.

В соответствии с предпочтительным усовершенствованием изобретения органический полимер пленкообразующего материала лакового покрытия представляет собой полимер с трехмерным отверждением. В частности, лаковое покрытие состоит из прошедшего обжиг лака с пленкообразующим материалом на основе синтетической смолы или содержит в качестве пленкообразующего материала двухкомпонентную систему из синтетической смолы и отвердителя. Синтетическая смола представляет собой предпочтительно алкидную смолу, в частности модифицированную до эпоксидной смолы алкидную смолу. Например, возможно использование лака типа SW SILVATHERM 2312-3009-90 с подмешанным воском (полипропиленовый воск).

Твердые частицы смазочного материала предпочтительно базируются на полимере, в частности они состоят из синтетического воска, предпочтительно полеолефинового, или полиамидного, или фторполимерного, в частности полипропиленового воска. Весовая доля твердых частиц смазочного материала в лаковом покрытии может составлять 1-50%, предпочтительно 1-20%, еще более предпочтительно 1-10%, в частности 5%. Такое количество частиц воска отчетливо уменьшает трение скольжения и улучшает в течение длительного времени характеристику скольжения.

Предпочтительно предусмотрено, что первое и второе покрытие из керамического материала выполнены вместе в качестве конверсионного покрытия, выработанного предпочтительно путем фосфатирования.

Далее предпочтительно предусмотрено, что частицы смазочного материала состоят из некристаллических фторуглеродородов или не высокополимерных, дериватизированных по мере необходимости углеводородов или силиконов.

Предпочтительно предусмотрено, что для использования при температурах ниже точки замерзания лаковое покрытие структурировано в меньшей степени.

В соответствии со следующим аспектом изобретения при способе названного выше типа действуют таким образом, что на одну из взаимодействующих друг с другом контактных поверхностей в качестве второго покрытия наносят покрытие из керамического материала со снижающим трение действием, а на другую из взаимодействующих друг с другом контактных поверхностей в качестве второго покрытия наносят лаковое покрытие с пленкообразующим материалом из органического полимера, в котором распределены твердые частицы смазочного материала.

Предпочтительным порядком действий предусмотрено, что покрытие из керамического материала наносят в качестве второго покрытия на контактную поверхность внутренней резьбы, а лаковое покрытие наносят в качестве второго покрытия на контактную поверхность наружной резьбы.

Следующим предпочтительным порядком действий предусмотрено, что керамическое покрытие наносят с толщиной покрытия менее 1 мкм, предпочтительно менее 200 нм, в частности с толщиной 10-100 нм. В частности, керамическое покрытие может быть успешно выполнено посредством влажного химического осаждения наночастиц, в частности наночастиц двуокиси кремния из раствора. При этом раствор может состоять из этилдигликоля или химически активного этанола, аммиака и тетраэтоксилана (TEOS) и воды. Для этого трубообразный элемент с в основном вертикальной осью трубы можно опустить в ванну с раствором, причем предпочтительно за счет размещения вытесняющего тела уровень ванны повышается внутри трубообразного элемента. Альтернативно можно действовать таким образом, что трубообразный элемент с в основном горизонтальной осью трубы с достаточным по периметру участком погружают в ванну с раствором и вращают вокруг оси трубы.

Предпочтительно лаковое покрытие может быть нанесено напылением. Предпочтительно лак наносят с помощью пульверизатора и после этого в течение 7-20 мин подвергают сушке при 130-180°C. Испытания показали, что лаковые покрытия толщиной менее 5 мкм имеют склонность к преждевременному истиранию, а лаковые покрытия толщиной свыше 80 мкм вызывают аномалии момента при свинчивании. Благоприятные величины толщины лаковых покрытий, в частности покрытий для области первых контактных поверхностей, составляют 10-40 мкм.

Оснащенный внутренней резьбой трубообразный элемент и оснащенный наружной резьбой трубообразный элемент могут представлять собой, например, две трубы или одну трубу и одну муфту.

#### **Краткое описание чертежей**

В последующем изобретение поясняется более подробно на основании схематически изображенного на чертежах примера исполнения. На этих чертежах фиг. 1 показывает отдельные покрытия внутренней и наружной резьбы, фиг. 2 и 3 показывают характеристику крутящего момента, измеренного при свинчивании и отвинчивании резьбового соединения, в качестве функции оборотов и фиг. 4 показывает в сечении резьбовое соединение в свинченном состоянии.

#### **Осуществление изобретения**

На фиг. 1 изображены оснащенный наружной резьбой 6 участок 1 трубы и оснащенный в качестве муфты внутренней резьбой 7 участок 2 трубы. Участок 1 трубы содержит ось 3 трубы, причем стенка обозначена ссылочным обозначением 4. Стенка участка 2 трубы обозначена ссылочным обозначением 5. Наружная резьба 6 и внутренняя резьба 7 выполнены с взаимодействующими друг с другом контактными поверхностями, так что участок 1 трубы может быть ввинчен в выполненный в виде муфты участок 2 трубы для обеспечения резьбового соединения между обоими участками трубы.

На контактную поверхность наружной резьбы 6 и контактную поверхность внутренней резьбы 7 соответственно непосредственно нанесено первое покрытие 8 или 9, которое соответственно представляет собой слой фосфата марганца. Покрытия 8 и 9 из фосфата марганца имеют толщину от 5 до 20 мкм, предпочтительно 10-15 мкм.

На покрытии 8 из фосфата марганца участка 1 трубы расположено лаковое покрытие 10, в котором диспергированы частицы воска. Лаковое покрытие 10 выполнено предпочтительно с помощью лака с фирменным обозначением SILVATHERM 2312-3009-90. При этом речь идет об обожженном лаке на базе акриловой смолы, модифицированной к виду эпоксидной смолы. В случае частиц воска речь идет предпочтительно о частицах из полипропиленового воска, причем предпочтителен диаметр частиц, который меньше 20 мкм, в частности, 2-10 мкм. Лак наносят на металлическую плотную посадку, поверхности плечей и наружную резьбу 10 и после этого отверждают в термической камере при температуре 130-180°C в течение 7-20 мин. Лаковое покрытие имеет толщину 5-80 мкм, в частности 10-40 мкм. Обожженный лак на базе акриловой смолы, модифицированной к виду эпоксидной смолы, не обуславливает существенного ухудшения трибологических свойств также при низких температурах вплоть до -40°C.

На покрытии 9 из фосфата марганца участка 2 трубы расположено нанокварцевое покрытие 11 с толщиной покрытия менее 1 мкм.

Испытания с такими парами материалов на контактных поверхностях резьбового соединения пока-

зали, что обеспечивался постоянный коэффициент трения около 0,06 на протяжении длительности испытания в 400 циклов.

На фиг. 2 показаны измерения характеристики крутящего момента при свинчивании (фиг. 2) и развинчивании (фиг. 3) резьбового соединения по фиг. 4 в зависимости от оборотов. На оси x соответственно изображены обороты, а на оси y показан крутящий момент в Н·м. Изображены измерения для десяти поочередно проводимых процессов свинчивания и развинчивания, причем величины измерения в соответствии с последовательностью процессов свинчивания и развинчивания пронумерованы цифрами с 1 до 10.

Видно, что неизменный крутящий момент обеспечивается без дополнительной смазки также при 10 поочередных свинчиваниях.

На фиг. 4 показана форма исполнения изобретения, причем оба участка 1 и 2 трубы изображены в свинченном друг с другом состоянии. Наружная резьба 6 и внутренняя резьба 7 выполнены коническими и содержат взаимодействующие первые контактные поверхности. В присоединении к внешней и наружной резьбе 6, 7 участки 1, 2 трубы содержат соответственно взаимодействующие друг с другом вторые контактные поверхности, а именно плоско наложенные друг на друга взаимодействующие уплотнительные поверхности 12 и 13, а также плоско наложенные друг на друга взаимодействующие поверхности 14 и 15 плечей. Уплотнительные поверхности 12, 13 предпочтительно выполнены коническими. Поверхности 14, 15 проходят преимущественно под наклоном к оси 3, в результате чего оба участка 1, 2 трубы при затягивании резьбового соединения взаимно прижимаются к поверхностям 14, 15 плечей, а также, однако, и к уплотнительным поверхностям 12, 13.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Резьбовое соединение, содержащее снабженный внутренней резьбой трубообразный элемент и снабженный наружной резьбой трубообразный элемент, причем наружная резьба и внутренняя резьба содержат взаимодействующие друг с другом первые контактные поверхности и трубообразные элементы содержат соседние с внутренней или наружной резьбой вторые контактные поверхности, причем первые контактные поверхности и вторые контактные поверхности соответственно снабжены покрытием, которое содержит по меньшей мере одно первое и одно второе покрытия, причем первое покрытие выполнено соответственно в виде конверсионного покрытия, отличающееся тем, что одна из взаимодействующих друг с другом первой и второй контактных поверхностей несет в качестве второго покрытия покрытие (11) из керамического материала со снижающим трение эффектом, а другие из взаимодействующих друг с другом контактных поверхностей несут в качестве второго покрытия лаковое покрытие (10) с пленкообразующим средством из органического полимера, в котором распределены твердые частицы смазочного материала, причем первое покрытие (8, 9) состоит из фосфата магния с добавлением при необходимости солей никеля и толщина керамического покрытия (11) составляет менее 1 мкм, причем вторые контактные поверхности содержат для достижения плотной посадки взаимодействующие друг с другом уплотнительные поверхности (12, 13) и далее взаимодействующие друг с другом поверхности (14, 15) плечей.

2. Резьбовое соединение по п. 1, отличающееся тем, что второе покрытие из керамического материала (11) выполнено на снабженном внутренней резьбой (7) трубообразном элементе (2), а выполненное в качестве лакового покрытия (10) второе покрытие выполнено на снабженном наружной резьбой (6) трубообразном элементе (1).

3. Резьбовое соединение по п.1 или 2, отличающееся тем, что толщина керамического покрытия (11) составляет менее 200 нм, в частности 10-100 нм.

4. Резьбовое соединение по п.1, 2 или 3, отличающееся тем, что керамическое покрытие (11) содержит смолу, например меламиновую смолу, или гидрофобизирующее средство, в частности пропитано им для повышения коррозионной стойкости.

5. Резьбовое соединение по одному из пп.1-4, отличающееся тем, что керамическое покрытие (11) содержит оксиды титана, циркония, ниобия, тантала, молибдена, хрома, кремния, ванадия, вольфрама, германия и/или их смеси.

6. Резьбовое соединение по одному из пп.1-5, отличающееся тем, что керамическое покрытие (11) состоит из полученного влажным химическим способом самоосаждаемого приципитата или из нанесенного в соответствии с техникой лакирования керамического полимера с органическими компонентами.

7. Резьбовое соединение по одному из пп.1-6, отличающееся тем, что уплотнительные поверхности (12, 13) выполнены коническими и расположены предпочтительно в направлении ввинчивания с примыканием к внутренней или наружной резьбе (7, 6).

8. Резьбовое соединение по одному из пп.1-7, отличающееся тем, что толщина лакового покрытия (10) в области первых контактных поверхностей составляет 5-80 мкм, предпочтительно 10-40 мкм.

9. Резьбовое соединение по одному из пп.1-8, отличающееся тем, что толщина лакового покрытия (10) в области вторых контактных поверхностей составляет 10-500 мкм, предпочтительно 40-300 мкм.

10. Резьбовое соединение по одному из пп.1-9, отличающееся тем, что толщина лакового покрытия (10) в области первых контактных поверхностей выбрана меньшей, чем в области вторых контактных поверхностей.

11. Резьбовое соединение по одному из пп.7-10, отличающееся тем, что толщина лакового покрытия (10) в области уплотнительных поверхностей (12, 13) составляет 10-300 мкм, предпочтительно 40-150 мкм.

12. Резьбовое соединение по одному из пп.7-11, отличающееся тем, что толщина лакового покрытия (10) в области поверхностей (14, 15) плечей составляет 50-500 мкм, предпочтительно 150-300 мкм.

13. Резьбовое соединение по одному из пп.1-12, отличающееся тем, что органический полимер пленкообразующего средства лакового покрытия представляет собой трехмерно отверждаемый полимер.

14. Резьбовое соединение по одному из пп.1-13, отличающееся тем, что лаковое покрытие (10) состоит из обожженного лака с пленкообразующим средством синтетической смолы или содержит в качестве пленкообразующего средства двухкомпонентную систему из синтетической смолы и отвердителя.

15. Резьбовое соединение по п.14, отличающееся тем, что синтетическая смола представляет собой алкидную смолу, в частности модифицированную до эпоксидной смолы алкидную смолу.

16. Резьбовое соединение по одному из пп.1-15, отличающееся тем, что твердые частицы смазочного материала базируются на полимере, в частности состоят из синтетического воска, предпочтительно полиолефинового, или полиамидного, или фторполимера, в частности из полипропиленового воска.

17. Резьбовое соединение по одному из пп.1-16, отличающееся тем, что весовая доля твердых частиц смазочного материала в лаковом покрытии (10) составляет 1-50%, предпочтительно 1-20%, еще более предпочтительнее 1-10%, в частности 5%.

18. Резьбовое соединение по одному из пп.1-17, отличающееся тем, что толщина покрытия взаимодействующих друг с другом первых контактных поверхностей составляет менее 120 мкм, предпочтительно менее 70 мкм.

19. Резьбовое соединение по одному из пп.7-18, отличающееся тем, что толщина покрытия взаимодействующих друг с другом вторых контактных поверхностей в области уплотнительных поверхностей (12, 13) составляет менее 340 мкм, предпочтительно менее 180 мкм.

20. Резьбовое соединение по одному из пп.7-19, отличающееся тем, что толщина покрытия взаимодействующих друг с другом вторых контактных поверхностей в области поверхностей (14, 15) плечей составляет менее 540 мкм, предпочтительно менее 330 мкм.

21. Резьбовое соединение по одному из пп.1-20, отличающееся тем, что первое и второе покрытие выполнены вместе в виде конверсионного покрытия, предпочтительно выработанного посредством фосфатирования.

22. Резьбовое соединение по одному из пп.1-21, отличающееся тем, что частицы смазочного материала состоят из некристаллических фторуглеводородов или невысокополимерных, дериватизированных по мере необходимости углеводородов или силиконов.

23. Способ обработки поверхностей резьб резьбового соединения трубообразных элементов, включающий нанесение покрытия на взаимодействующие друг с другом первые контактные поверхности внутренней резьбы и наружной резьбы резьбового соединения и нанесение покрытия на соседние с внутренней или наружной резьбой, взаимодействующие друг с другом вторые контактные поверхности трубообразных элементов, причем покрытие включает нанесение по меньшей мере одного первого покрытия и нанесение одного второго покрытия на первом покрытии, причем в качестве первого покрытия на контактные поверхности наносят конверсионное покрытие, отличающийся тем, что на одну из взаимодействующих друг с другом первых и вторых контактных поверхностей в качестве второго покрытия наносят покрытие (11) из керамического материала со снижающим трение эффектом, а на другие из взаимодействующих друг с другом контактных поверхностей в качестве второго покрытия наносят лаковое покрытие (10) с пленкообразующим средством из органического полимера, в котором распределены твердые частицы смазочного материала, причем первое покрытие (8, 9) состоит из фосфата марганца с добавлением по мере необходимости солей никеля и керамическое покрытие (11) наносят с толщиной покрытия менее 1 мкм, причем вторые контактные поверхности для исполнения плотной посадки содержат взаимодействующие друг с другом уплотнительные поверхности (12, 13) и далее взаимодействующие друг с другом поверхности (14, 15) плечей.

24. Способ по п.23, отличающийся тем, что покрытие (11) из керамического материала наносят в качестве второго покрытия на контактные поверхности внутренней резьбы (7), а лаковое покрытие (10) наносят в качестве второго покрытия на контактные поверхности наружной резьбы (6).

25. Способ по п.23 или 24, отличающийся тем, что керамическое покрытие (11) наносят с толщиной покрытия менее 200 нм, в частности 10-100 нм.

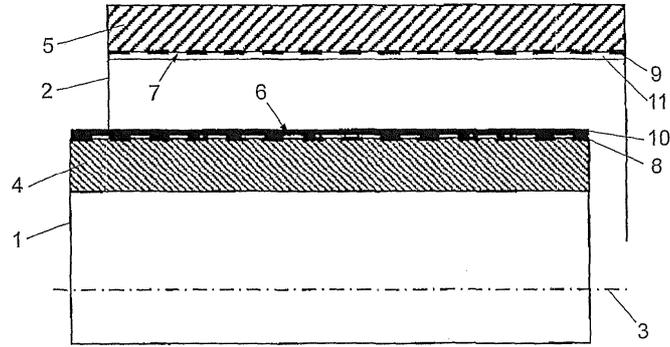
26. Способ по п.23, 24 или 25, отличающийся тем, что керамическое покрытие (11) вырабатывают путем влажного химического осаждения из раствора наночастиц, в частности наночастиц двуокиси кремния.

27. Способ по п.26, отличающийся тем, что трубообразный элемент (2) в основном вертикальной осью трубы с его резьбой (7) погружают в ванну с раствором, причем предпочтительно происходит повышение уровня ванны внутри трубообразного элемента вследствие помещения вытесняющего тела.

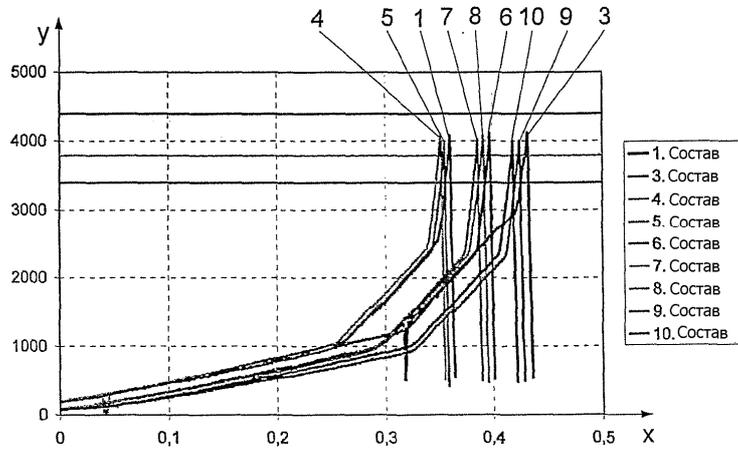
28. Способ по п.26, отличающийся тем, что трубообразный элемент (2) в основном с горизонтальной осью трубы погружают периферическим участком в ванну с раствором и вращают вокруг оси трубы.

29. Способ по одному из пп.23-28, отличающийся тем, что лаковое покрытие (10) в области первых контактных поверхностей наносит с толщиной покрытия 5-80 мкм, предпочтительно 10-40 мкм.

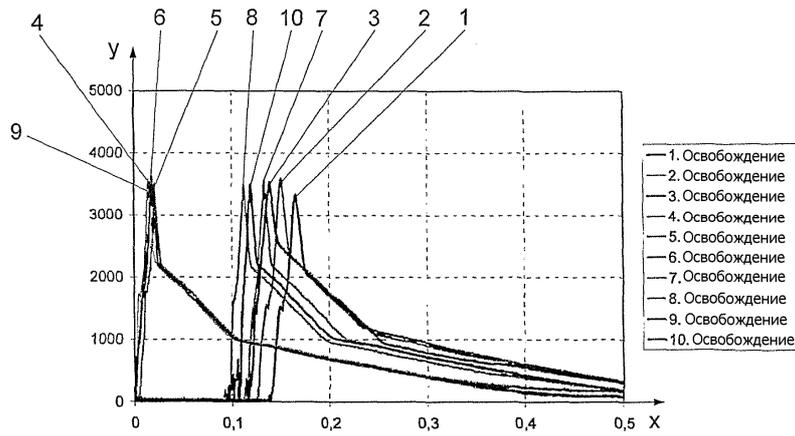
30. Способ по одному из пп.23-29, отличающийся тем, что лаковое покрытие (10) наносят путем напыления.



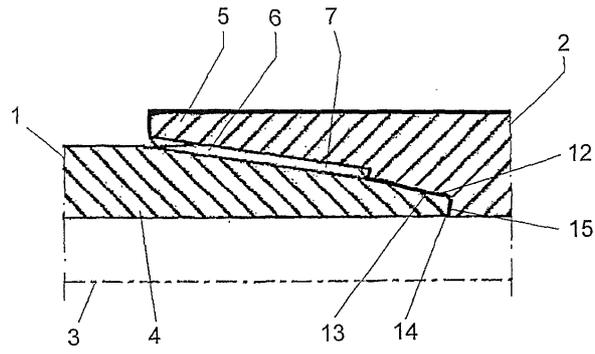
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

