

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202490666 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2024.06.28

(51) Int. Cl. C25D 3/56 (2006.01)  
C25D 7/00 (2006.01)  
C25D 5/36 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
2022.10.06

(54) РЕЗЬБОВОЙ КОНЕЦ ТРУБНОГО КОМПОНЕНТА, СНАБЖЕННЫЙ ПОКРЫТИЕМ, СОДЕРЖАЩИМ ЦИНК-ХРОМОВЫЙ СПЛАВ

(31) FR2110615

(72) Изобретатель:

(32) 2021.10.07

Антуан Александр (FR)

(33) FR

(74) Представитель:

(86) PCT/EP2022/077856

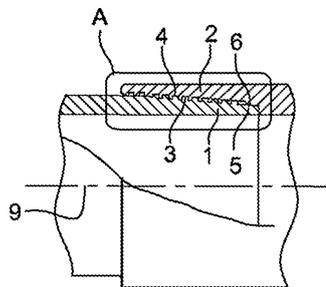
Кузнецова С.А. (RU)

(87) WO 2023/057594 2023.04.13

(71) Заявитель:

ВАЛЛУРЕК ОЙЛ ЭНД ГЕС  
ФРАНС (FR); НИППОН СТИЛ  
КОРПОРЕЙШН (JP)

(57) Настоящее изобретение относится, в частности, к резьбовому концу (1, 2) трубного компонента для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, транспортировки нефти и газа, транспортировки или хранения водорода, улавливания диоксида углерода или геотермальной энергетики, содержащему по меньшей мере одну резьбу (3, 4), проходящую по его внешней или внутренней периферийной поверхности, при этом резьба покрыта слоем (15), содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, в котором цинк (Zn) является преобладающим элементом по весу относительно общего веса сплава. Настоящее изобретение также относится к способу получения резьбового конца (1, 2), определенного выше, трубного компонента, предназначенного для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, транспортировки нефти и газа, транспортировки или хранения водорода, улавливания диоксида углерода или геотермальной энергетики, включающему по меньшей мере одно осаждение электролитическим способом на поверхности резьбы (3, 4) конца водной композиции, содержащей одну или более солей цинка, одну или более солей хрома, один или более электролитов и одно или более поверхностно-активных веществ.



A1

202490666

202490666

A1

## **РЕЗЬБОВОЙ КОНЕЦ ТРУБНОГО КОМПОНЕНТА, СНАБЖЕННЫЙ ПОКРЫТИЕМ, СОДЕРЖАЩИМ ЦИНК-ХРОМОВЫЙ СПЛАВ**

Настоящее изобретение относится к резьбовому концу трубного компонента для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, транспортировки нефти и газа, транспортировки или хранения водорода, улавливания диоксида углерода или геотермальной энергетики, содержащему по меньшей мере одну резьбу, поверхность которой снабжена покрытием на основе цинка и хрома, как описано ниже.

Настоящее изобретение также относится к способу получения резьбового конца трубного компонента, включающему по меньшей мере одно осаждение электролитическим способом водной композиции на основе одной или более солей цинка, одной или более солей хрома, одного или более поверхностно-активных веществ и одного или более электролитов на поверхности резьбы указанного конца.

Настоящее изобретение также относится к трубному резьбовому соединению, содержащему по меньшей мере один резьбовой конец трубного компонента, для которого поверхность резьбы покрыта покрытием на основе цинка и хрома, как описано ниже.

Для целей настоящего изобретения под трубным компонентом понимается любой элемент или приспособление, имеющее по существу трубную форму, способное соединяться с другим элементом, необязательно того же типа, который предназначен для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, для транспортировки нефти и газа, для транспортировки и/или хранения водорода и для улавливания диоксида углерода или улавливания геотермальной энергии.

Для целей настоящего изобретения под резьбовым концом трубного компонента понимается любой концевой элемент трубного компонента, определенного выше, поверхность которого снабжена по меньшей мере одной резьбовой частью, т. е. резьбой, которая позволяет соединять или объединять трубный компонент с другим компонентом, необязательно того же типа, для образования соединения или объединения.

Таким образом, как понимается в настоящем изобретении, резьбовой конец трубного компонента соответствует любому концевому элементу трубного компонента, содержащему по меньшей мере одну резьбовую поверхность и участвующему в соединении трубного компонента с другим аналогичным или отличным компонентом.

Каждый трубный компонент имеет конец, снабженный по меньшей мере одной охватываемой резьбовой зоной, т. е. его резьба проходит по внешней периферийной поверхности, и/или конец, снабженный по меньшей мере одной охватывающей резьбовой зоной, т. е. его резьба проходит по внутренней периферийной поверхности, каждый из которых предназначен для соединения путем свинчивания с соответствующим концом аналогичного или отличного компонента с образованием соединения или объединения.

Резьбовые трубные компоненты объединения обычно соединяют с определенными ограничениями с целью соответствия требованиям по натяжению и герметичности, накладываемым условиями применения; более конкретно, предназначены для определенного крутящего момента. Кроме того, резьбовые трубные компоненты могут быть подвергнуты нескольким циклам свинчивания и отвинчивания, в частности, при эксплуатации.

Условия использования этих резьбовых трубных компонентов обуславливают различные типы напряжения, которые могут быть уменьшены или даже сведены к минимуму, в частности, за счет использования пленок или смазок на чувствительных частях, используемых для соединения этих компонентов, таких как резьбовые зоны, стыковые зоны или уплотняющие поверхности типа металл/металл.

Возникающие напряжения включают, в частности, напряжения стабильности при хранении, требующие применения смазок для хранения (отличных от смазок для свинчивания, наносимых перед вводом в эксплуатацию). Однако существуют другие решения, которые состоят в использовании органических или металлических покрытий.

Операции свинчивания и отвинчивания обычно осуществляют при высокой осевой нагрузке, например, под весом трубы длиной несколько метров, обычно от 10 до 13 метров, которая должна быть соединена резьбовым соединением вертикально, возможно, усугубляемой небольшим несовпадением осей резьбовых элементов,

подлежащих соединению. Это приводит к рискам образования задиров в соединительных элементах трубы, а именно в резьбовых зонах, но также в стыковых зонах и/или на уплотняющих поверхностях типа металл/металл. Следовательно, важно защитить эти соединительные элементы, в частности, резьбовые зоны, от образования задиров, покрыв их в значительной мере смазочными материалами.

Кроме того, резьбовые трубные компоненты часто хранят, а затем свинчивают вместе в суровой среде. Это особенно имеет место, например, в «прибрежной» ситуации в присутствии соленой влаги или в «береговой» ситуации в присутствии песка, пыли и/или других загрязнителей, приводящих к рискам коррозии. Следовательно, обычно используют различные типы антикоррозионного покрытия на поверхностях, подвергаемых свинчиванию, что характерно для резьбовых зон, или же на поверхностях, находящихся в плотном контакте, что характерно для уплотняющих поверхностей типа металл/металл и стыковых зон.

Однако, с учетом экологических стандартов, похоже, что использование смазок, соответствующих стандарту API (*American Petroleum Institute (Американского института нефти)*) RP 5A3, не является жизнеспособным долговременным решением, поскольку такие смазки выдавливаются из трубных компонентов и выделяются в окружающую среду или, например, в скважину, что приводит к образованию пробок, которые требуют особых технологических очистных операций.

Для решения проблем долговременной стойкости к коррозии и образованию задиров, а также для прерогатив окружающей среды в предшествующем уровне техники уже использовались альтернативы смазкам.

Для этой цели было разработано металлическое покрытие на основе цинка (Zn) и никеля (Ni) для защиты соединительных элементов, а именно резьбовых зон, трубного компонента от коррозии и образования задиров.

Однако, несмотря на хорошие характеристики с точки зрения стойкости к коррозии и образованию задиров, это металлическое покрытие имеет основной недостаток, заключающийся в том, что оно изготовлено из солей никеля, которые являются химическими веществами, оказывающими вредные воздействия на здоровье человека. В частности, соли никеля классифицируются как вещества «CMR», т. е. вещества,

которые считаются канцерогенными, мутагенными и токсичными для репродуктивной системы.

Таким образом, металлическое покрытие на основе цинка и никеля широко используется в промышленности благодаря своим свойствам от коррозии и образования задиров, но в то же время его токсичность приводит к тому, что очень большое число операторов регулярно подвергаются рискам для здоровья, которые в долгосрочной перспективе могут оказаться серьезными.

Также были разработаны другие металлические покрытия на основе цинка для защиты от коррозии и образования задиров соединительных элементов трубного компонента.

Однако было замечено, что предусмотренные таким образом металлические покрытия не являются жизнеспособным решением по различным причинам.

В качестве примера, цинковые (Zn) и кобальтовые (Co) покрытия, обычно с содержанием приблизительно 1 % по весу кобальта, также токсичны, поскольку способ их получения основан на использовании солей кобальта, которые сами по себе также классифицируются как вещества «CMR».

Подобным образом, цинковые (Zn) и кадмиевые (Cd) покрытия имеют недостаток, что их получают с использованием солей кадмия, которые также являются веществами, токсичными для здоровья человека.

Покрyтия на основе олова (Sn) и цинка (Zn), в частности, содержащие от 70 % до 80 % по весу олова и от 20 % до 30 % по весу цинка, обеспечивают преимущественную защиту от коррозии, но обладают низкой термической стойкостью, в частности, к высоким температурам, а также высокими производственными затратами. Эти недостатки, в частности, связаны с высоким содержанием олова, используемого для получения покрытий этого типа.

Покрyтия на основе цинка (Zn) и магния (Mg) в значительной мере сами по себе получаютcя осаждением электролитическим способом солей цинка и солей магния в присутствии растворителей при повышенных температурах, обычно при температурах приблизительно 100 °C, что затрудняет реализацию способа получения в промышленном масштабе.

Покрытия на основе цинка (Zn) и железа (Fe), в частности, с содержанием более 10 % по весу железа, имеют недостаток окисления с образованием красной ржавчины, которую можно спутать с красным окислением железа подложки.

Обычно покрытия из цинка (Zn) и магния (Mg), цинка (Zn) и железа (Fe) или же цинка (Zn) и марганца (Mn) обеспечивают более низкую катодную защиту подложки, чем покрытие на основе цинка (Zn) и никеля (Ni), следовательно, более низкая защита от коррозии из-за того, что легирующие элементы (магний, марганец и железо) имеют стандартные окислительно-восстановительные потенциалы, которые ниже, чем у никеля.

Таким образом, существует реальная потребность в предоставлении покрытия, способного преодолеть вышеупомянутые недостатки, то есть обладающего пониженной или даже сведенной к минимуму токсичностью, при этом способного эффективно защищать резьбовые концы трубного компонента, предназначенного для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, транспортировки нефти и газа, транспортировки и/или хранения водорода, улавливания диоксида углерода или геотермальной энергетики, от коррозии и образования задиров.

Таким образом, одной из целей настоящего изобретения является предоставление покрытия, которое обладает пониженной токсичностью или является нетоксичным, и на антикоррозионные и противозадирные характеристики которого природа легирующих элементов не оказывает отрицательного влияния, чтобы эффективно защищать резьбовые элементы трубного компонента, используемого для соединения его с другим аналогичным или отличным трубным компонентом.

Следовательно, настоящее изобретение относится, в частности, к резьбовому концу трубного компонента для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, транспортировки нефти и газа, транспортировки или хранения водорода, улавливания диоксида углерода или геотермальной энергетики, содержащему по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внешней или внутренней периферийной поверхности, причем его резьба покрыта слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, в котором цинк (Zn) является преобладающим элементом по весу относительно общего веса сплава.

Другими словами, покрытие, содержащее цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, в котором цинк (Zn) является преобладающим металлическим элементом по весу относительно общего веса сплава, покрывает по меньшей мере одну резьбу резьбового конца трубного компонента, определенного выше.

Предпочтительно резьбовой конец трубного компонента, который определен выше, содержит по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внешней или внутренней периферийной поверхности, и по меньшей мере одну нерезьбовую часть, предпочтительно содержащую упор и/или уплотняющую опорную поверхность; причем резьба и нерезьбовая часть покрыты покрытием, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, в котором цинк (Zn) является преобладающим металлическим элементом по весу относительно общего веса сплава.

Другими словами, цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие согласно настоящему изобретению покрывает по меньшей мере одну резьбу резьбового конца трубного компонента, определенного выше, и предпочтительно по меньшей мере указанную резьбу и по меньшей мере одну нерезьбовую часть, предпочтительно содержащую упор и/или уплотняющую опорную поверхность, резьбового конца трубного компонента.

Как понимается в настоящем изобретении, в остальной части текста слой, содержащий цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, соответствует как покрытию, содержащему цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, так и цинк-хромовому (Zn-Cr) покрытию. Таким образом, в описании термины «слой» и «покрытие» могут использоваться взаимозаменяемо для обозначения осаждения цинк-хромового сплава, определенного согласно настоящему изобретению, покрывающего по меньшей мере резьбу резьбового конца трубного компонента.

В соответствии с настоящим изобретением слой, содержащий цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, отличается от наложения цинкового (Zn) слоя и хромового (Cr) слоя.

Для целей настоящего изобретения под «цинк-хромовым (Zn-Cr)» сплавом понимается смесь, содержащая цинк и хром, в которой цинк представляет основной металл, т. е. металлический элемент, который присутствует преобладающим образом в смеси, а хром представляет легирующий металлический элемент, т. е. металлический элемент, который намеренно присутствует в смеси или добавляется к ней.

Другими словами, хром в цинк-хромовом (Zn-Cr) сплаве не является примесью или нежелательным металлическим элементом в сплаве.

Еще другими словами, хром представляет преобладающий легирующий металлический элемент по весу среди всех легирующих металлических элементов, которые, вероятно, присутствуют в смеси.

Цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие согласно настоящему изобретению имеет преимущество в нетоксичности, поскольку соли хрома, используемые в способе получения, не классифицируются как вещества «CMR», что снижает подверженность операторов серьезным рискам для здоровья.

Хром, присутствующий в цинк-хромовом (Zn-Cr) сплаве, соответствует трехвалентному хрому Cr(III) / является им.

Более того, цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие в соответствии с настоящим изобретением позволяет гарантировать эффективную защиту от коррозии и образования задигов резьбового конца трубного компонента, в том числе в очень суровых средах, таких как морские и промышленные среды, а также среды, подверженные сильным осадкам и/или испытывающие высокие температурные диапазоны.

Таким образом, цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие, используемое согласно настоящему изобретению, обеспечивает хороший уровень коррозионной стойкости, обеспечивая эффективную катодную защиту подложки.

В частности, хром, содержащийся в цинк-хромовом металлическом покрытии согласно настоящему изобретению, пассивируется естественным образом, образуя оксид хрома, что позволяет гарантировать эффективную защиту от коррозии. Таким образом, естественное образование оксида хрома позволяет обойтись без реализации дополнительного этапа пассивации, направленного на усиление защиты подложки от коррозии, обеспечивая экономию времени с промышленной точки зрения.

Цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие также обладает превосходными смазывающими свойствами, гарантирующими эффективную защиту резьбового конца от образования задигов во время последовательных операций свинчивания и отвинчивания трубного компонента.

Цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие, используемое согласно настоящему изобретению, также обладает преимуществом стойкости к износу во время последовательных операций свинчивания, что позволяет продолжать гарантировать антикоррозийные и противозадирные характеристики даже после нескольких циклов свинчивания/отвинчивания, не требуя дополнительной антикоррозийной и противозадирной защиты.

Другими словами, цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие согласно настоящему изобретению способно обеспечивать защиту от коррозии и образования задиров в течение длительного времени, в том числе после нескольких операций свинчивания и отвинчивания трубного компонента в суровой среде.

Устойчивость к износу в значительной мере может быть определена посредством испытания на твердость вдавливанием, такого как испытание на твердость царапанием. Это испытание в значительной мере заключается в приложении нагрузки, в частности, шарика, который перемещают с возрастающим давлением по поверхности покрытия до тех пор, пока не произойдет отслаивание, т. е. адгезионное разрушение покрытия. В частности, измеряют критическую нагрузку, при которой происходит адгезионное разрушение.

Таким образом, резьбовой конец согласно настоящему изобретению демонстрирует повышенную стойкостью к коррозии и образованию задиров, в том числе после нескольких циклов свинчивания и отвинчивания трубного компонента, снабженного указанным концом, даже в суровых средах, упомянутых выше.

Более того, цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие согласно настоящему изобретению обладает по меньшей мере такими же хорошими характеристиками, как у цинк-никелевого (Zn-Ni) покрытия, в отношении появления красной ржавчины.

Более того, цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие согласно настоящему изобретению обладает лучшими характеристиками, чем цинк-никелевое (Zn-Ni) покрытие, в отношении появления белой ржавчины.

В частности, испытания в соляном тумане, осуществленные без пассивации покрытия, выявляют быстрое появление белой ржавчины на цинк-никелевых (Zn-Ni) покрытиях и

гораздо более медленное появление этой белой ржавчины для цинк-хромового (Zn-Cr) покрытия согласно настоящему изобретению, даже при уменьшенной вдвое толщине.

Как понимается в настоящем изобретении, выражение «цинк (Zn) является преобладающим элементом по весу относительно общего веса сплава» означает, что цинк имеет самое высокое содержание по весу среди элементов сплава.

Согласно одному варианту осуществления резьба покрыта слоем, состоящим из бинарного цинк-хромового (Zn-Cr) сплава, в котором цинк (Zn) является преобладающим элементом по весу относительно общего веса сплава.

В соответствии с настоящим изобретением термин «содержание» соответствует концентрации по весу рассматриваемого металлического элемента относительно концентрации всех элементов, присутствующих в сплаве.

Другими словами, «содержание» – это концентрация по весу рассматриваемого металлического элемента относительно общей концентрации смеси.

Согласно одному варианту осуществления содержание цинка (Zn) превышает 50 % по весу, предпочтительно превышает или равно 60 % по весу, более предпочтительно превышает или равно 65 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава.

Предпочтительно содержание цинка (Zn) варьируется от 70 % до 80 % по весу, более предпочтительно от 70 % до 75 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава.

Согласно предпочтительному варианту осуществления содержание хрома (Cr) превышает или равно 3 % по весу, предпочтительно превышает или равно 20 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава.

Предпочтительно хром является единственным легирующим металлическим элементом, присутствующим в цинк-хромовом (Zn-Cr) сплаве.

Предпочтительно цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав представляет собой смесь, содержащую цинк, представляющий преобладающий металлический элемент по весу относительно общего веса сплава, хром, который является легирующим металлическим

элементом, предпочтительно единственным легирующим металлическим элементом, и необязательно одну или более металлических или неметаллических примесей.

Для целей настоящего изобретения под «легирующим металлическим элементом» понимается легирующий элемент, намеренно присутствующий в сплаве или добавленный к нему.

Другими словами, легирующий металлический элемент не является примесью.

Еще другими словами, хром, присутствующий в сплаве согласно настоящему изобретению, не является примесью.

В частности, цинк-хромовые (Zn-Cr) покрытия согласно настоящему изобретению, имеющие содержание хрома, превышающее или равное 3 % по весу, содержат по меньшей мере одну кристаллическую фазу типа фазы Cr-Zn-17, которая в значительной мере обладает повышенной коррозионной стойкостью по сравнению с покрытием, состоящим исключительно из цинка.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения содержание хрома (Cr) варьируется от 20 % до 30 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава.

Цинк-хромовые покрытия согласно настоящему изобретению имеют содержание хрома в диапазоне от 20 % до 30 % по весу относительно общего веса цинк-хромового (Zn-Cr) сплава, обладают преимуществом особого прилипания к поверхности, когерентности и однородности, обладая при этом превосходными антикоррозийными свойствами, в частности, антикоррозийными свойствами, равными или превосходящими свойства покрытий на основе цинка, в частности, покрытий на основе цинка и никеля.

Таким образом, качество покрытия согласно настоящему изобретению значительно улучшается, в частности, с точки зрения прилипания, когерентности и устойчивости к износу, при содержаниях хрома в диапазоне от 20 % до 30 % по весу относительно общего веса сплава, по сравнению с покрытиями на основе цинка и хрома, имеющими содержание хрома строго менее 20 % по весу (<20 % по весу) или строго более 30 % по весу (>30 % по весу).

В частности, цинк-хромовые (Zn-Cr) покрытия, имеющие содержание хрома в диапазоне от 20 до 30 % по весу, содержат по меньшей мере одну кристаллическую фазу типа гамма-фазы, придающую антикоррозионные свойства, которые в пять раз больше, чем у покрытия, состоящего исключительно из цинка (т. е. покрытия, содержание цинка в котором составляет 100 % по весу относительно общего веса покрытия).

Преимущество этой кристаллической фазы заключается в том, что она имеет центрированную кубическую конструкцию и, таким образом, обладает определенными элементами симметрии, общими с кристаллической решеткой аустенита определенных сталей, используемых в качестве подложки, что способствует эпитаксиальному росту и приводит к лучшей адгезии покрытия к подложке.

Таким образом, цинк-хромовые покрытия согласно настоящему изобретению, имеющие содержание хрома в диапазоне от 20 % до 30 % по весу, демонстрируют лучшую адгезию к подложке, чем покрытия на основе цинка и хрома, имеющие содержание хрома строго менее 20 % по весу (<20 % по весу) или строго более 30 % по весу (>30 % по весу).

Другими словами, цинк-хромовые (Zn-Cr) покрытия согласно настоящему изобретению, имеющие содержание хрома в диапазоне от 20 % до 30 % по весу, имеют структуру лучшего качества и повышенную прочность.

Более того, цинк-хромовые (Zn-Cr) покрытия с содержанием хрома в диапазоне от 20 % до 30 % по весу относительно общего веса сплава обладают антикоррозионными свойствами, которые в 14 раз лучше, чем у цинк-никелевого (Zn-Ni) покрытия, при белой ржавчине.

Согласно одному варианту осуществления настоящего изобретения содержание хрома (Cr) варьируется от 25 % до 30 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава.

Цинк-хромовые (Zn-Cr) покрытия согласно настоящему изобретению, имеющие содержание хрома в диапазоне от 25 % до 30 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава, выдерживают по меньшей мере такие же высокие нагрузки,

как покрытия на основе цинка и никеля, обладая при этом отличными антикоррозийными свойствами, особенно в суровых средах.

Цинк-хромовые покрытия согласно настоящему изобретению, имеющие содержание хрома в диапазоне от 25 % до 30 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава, обладают лучшей долговременной стойкостью к истиранию, чем покрытия на основе цинка и никеля, обладая при этом отличными антикоррозийными свойствами.

Преимущественно содержание хрома (Cr) составляет 27 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава.

Согласно предпочтительному варианту осуществления содержание цинка (Zn) варьируется от 70 % до 80 % по весу, и содержание хрома (Cr) варьируется от 20 % до 30 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава.

Согласно предпочтительному варианту осуществления слой, содержащий цинк-хромовый сплав, определенный выше, представляет собой слой, состоящий из бинарного цинк-хромового сплава.

Согласно предпочтительному варианту осуществления резьба покрыта слоем, состоящим из бинарного цинк-хромового (Zn-Cr) сплава, в котором цинк (Zn) является преобладающим элементом по весу относительно общего веса сплава, и содержание хрома (Cr) варьируется от 20 % до 30 % по весу относительно общего веса сплава.

Согласно предпочтительному варианту осуществления слой, содержащий цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, осаждают электролитическим способом.

Преимущественно осаждение электролитическим способом или нанесение гальваническим способом позволяет осаждать цинк и хром на подложке при очень высоких значениях плотности тока, в частности, при скорости осаждения порядка 7 мкм/мин. Эта скорость осаждения в три раза выше, чем при осаждении слоя, изготовленного из цинк-никелевого сплава.

Согласно одному варианту осуществления слой, содержащий цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, имеет толщину в диапазоне от 4 до 20 мкм. Такая толщина позволяет более оптимально наносить цинк-хромовый слой на по меньшей мере резьбу резьбового конца трубного компонента. Другими словами, осаждение цинк-хромового (Zn-Cr) слоя

согласно настоящему изобретению лучше распределяется по резьбе толщиной в диапазоне от 4 до 20 мкм, обеспечивая улучшенную защиту от коррозии и образования задиров. Таким образом, такая толщина позволяет оптимально соответствовать геометрии витков резьбы конца трубного компонента.

Преимущественно от 4 мкм достигается полная защита от коррозии, а вплоть до 20 мкм слой остается плотным, не допуская какой-либо хрупкости. Свыше 20 мкм существует риск образования слоя, который может оказаться слишком толстым для зазора при механической обработке соединения.

Преимущественно слой, содержащий цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, имеет содержание хрома в диапазоне от 20 % до 30 % по весу, предпочтительно в диапазоне от 25 % до 30 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава и толщину в диапазоне от 4 до 20 мкм, предпочтительно в диапазоне от 10 до 20 мкм.

Цинк-хромовые (Zn-Cr) покрытия, имеющие содержание хрома в диапазоне от 20 % до 30 % по весу, предпочтительно в диапазоне от 25 % до 30 % по весу на основе общего веса сплава и имеющие толщину в диапазоне от 4 до 20 мкм, предпочтительно в диапазоне от 10 до 20 мкм, обладают преимуществом оптимального распределения по резьбе и особого прилипания, обладают преимуществом особого прилипания, однородности, когерентности и устойчивости к износу, обладая при этом отличными антикоррозийными свойствами.

Преимущественно слой, содержащий цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, не покрыт пассивирующим слоем, содержащим трехвалентный хром (Cr(III)).

В частности, естественное образование оксида хрома из хрома, содержащегося в покрытии, позволяет обойтись без дополнительного этапа пассивации, направленного на усиление защиты от коррозии.

Таким образом, цинк-хромовое покрытие преимущественно не покрыто пассивирующим слоем, содержащим трехвалентный хром (Cr(III)).

Предпочтительно резьбовой конец трубного компонента дополнительно содержит по меньшей мере одну нерезьбовую часть, покрытую слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав согласно настоящему изобретению.

Предпочтительно нерезьбовая часть содержит упор.

Предпочтительно нерезьбовая часть содержит уплотняющую опорную поверхность.

Согласно предпочтительному варианту осуществления нерезьбовая часть, покрытая слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав согласно настоящему изобретению, содержит упор и/или уплотняющую опорную поверхность.

Предпочтительно резьбовой конец трубного компонента изготовлен из стали.

Предпочтительно резьбовой стальной конец трубного компонента, как описано выше, содержит по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внешней или внутренней периферийной поверхности, причем его резьба покрыта по меньшей мере одним слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, имеющий содержание хрома в диапазоне от 20 % до 30 % по весу, предпочтительно в диапазоне от 25 % до 30 % по весу относительно общего веса цинк-хромового (Zn-Cr) сплава.

Предпочтительно резьбовой стальной конец трубного компонента, как описано выше, содержит по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внешней или внутренней периферийной поверхности, причем его резьба покрыта по меньшей мере одним слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, имеющий содержание хрома в диапазоне от 20 % до 30 % по весу, предпочтительно в диапазоне от 25 % до 30 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава и толщину в диапазоне от 4 до 20 мкм.

Согласно одному варианту осуществления поверхность резьбы и необязательно нерезьбовой части, определенной выше, покрытая цинк-хромовым (Zn-Cr) покрытием согласно настоящему изобретению, может иметь шероховатость поверхности, в частности, шероховатость поверхности (Ra) в диапазоне от 1,6 до 3,2 мкм.

Согласно одному варианту осуществления поверхность резьбы и нерезьбовой части, предпочтительно содержащей упор и/или уплотняющую опорную поверхность, покрытая цинк-хромовым (Zn-Cr) покрытием согласно настоящему изобретению, может иметь шероховатость поверхности, в частности, шероховатость поверхности (Ra) в диапазоне от 1,6 до 3,2 мкм.

Шероховатость поверхности может быть получена посредством процесса пескоструйной обработки.

Другими словами, поверхность резьбы и, возможно, поверхность нерезьбовой части могут быть предварительно обработаны путем механической обработки, предпочтительно посредством процесса пескоструйной обработки.

Шероховатость поверхности позволяет улучшить адгезию цинк-хромового (Zn-Cr) покрытия и его устойчивость к износу.

Согласно предпочтительному варианту осуществления поверхность резьбы и необязательно нерезьбовой части, предпочтительно содержащей упор и/или уплотняющую опорную поверхность, предварительно обработана посредством процесса пескоструйной обработки, и цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие имеет содержание хрома в диапазоне от 20 % до 30 % по весу и предпочтительно толщину в диапазоне от 4 до 20 мкм.

Настоящее изобретение также относится к применению слоя, содержащего цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, определенный выше, для защиты по меньшей мере одного резьбового конца трубного компонента, определенного выше, от коррозии и образования задиров.

Настоящее изобретение также относится к способу получения резьбового конца, определенного выше, трубного компонента, предназначенного для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, транспортировки нефти и газа, транспортировки или хранения водорода, улавливания диоксида углерода или геотермальной энергетики, включающему по меньшей мере одно осаждение электролитическим способом на по меньшей мере поверхности резьбы указанного конца водной композиции, содержащей одну или более солей цинка, одну или более солей хрома, один или более электролитов и одно или более поверхностно-активных веществ, предпочтительно неионогенных поверхностно-активных веществ.

Способ согласно настоящему изобретению позволяет осаждать слой, содержащий по меньшей мере один цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, определенный выше, который является однородным, компактным и способным равномерно распределяться по виткам резьбы резьбового конца.

Согласно одному варианту осуществления способ согласно настоящему изобретению может также включать подготовку поверхности к покрытию предпочтительно путем механической обработки, более предпочтительно посредством процесса пескоструйной обработки.

Подготовка поверхности к покрытию путем механической обработки, предпочтительно посредством процесса пескоструйной обработки позволяет улучшить адгезию цинк-хромового (Zn-Cr) покрытия и сводит к минимуму риски охрупчивания покрытия.

Согласно одному варианту осуществления способ согласно настоящему изобретению может включать подготовку поверхности резьбы и нерезьбовой части, предпочтительно содержащей упор и/или уплотняющую опорную поверхность, путем механической обработки, предпочтительно посредством процесса пескоструйной обработки.

Согласно одному варианту осуществления способ согласно настоящему изобретению может включать пескоструйную обработку поверхности, подлежащей покрытию, резьбового конца, предпочтительно пескоструйную обработку поверхности резьбы и нерезьбовой части, содержащей упор и/или уплотняющую опорную поверхность.

Согласно одному варианту осуществления способ согласно настоящему изобретению включает пескоструйную обработку поверхности, подлежащей покрытию, и осаждение электролитическим способом водной композиции, определенной выше, на по меньшей мере обработанной пескоструйной обработкой поверхности резьбы, предпочтительно обработанной пескоструйной обработкой поверхности резьбы и нерезьбовой части, предпочтительно содержащей упор и/или уплотняющую опорную поверхность.

Более того, полученное цинк-хромовое покрытие имеет поверхность с однородным эстетичным внешним видом.

Согласно предпочтительному варианту осуществления скорость осаждения водной композиции на поверхности, подлежащей покрытию, составляет от 4 до 20 мкм/мин, предпочтительно от 5 до 7 мкм/мин.

Соли цинка и соли хрома являются растворимыми в водной композиции.

В соответствии с настоящим изобретением соль(соли) хрома (Cr) представляет(представляют) собой соли трехвалентного хрома Cr(III).

Предпочтительно осаждение электролитическим способом осуществляют при плотности тока, превышающей по меньшей мере 30 ампер/дм<sup>2</sup>.

В частности, достаточная скорость перемешивания водной композиции, например, скорость 0,23 м/с на катоде, позволяет преимущественно увеличить плотность тока без риска образования следов ожога, которые, вероятно, приведут к ухудшению внешнего вида цинк-хромового (Zn-Cr) покрытия согласно настоящему изобретению.

Более предпочтительно осаждение электролитическим способом осуществляют при плотности тока в диапазоне от 30 ампер/дм<sup>2</sup> до 50 ампер/дм<sup>2</sup>.

Ниже 30 ампер/дм<sup>2</sup> включение хрома уменьшается или даже подавляется, а полученное покрытие имеет темно-серые пятна, представляющие зоны, свободные от хрома.

Согласно одному варианту осуществления весовое соотношение соли(солей) хрома к соли(солям) цинка варьируется от 0,8 до 1,4.

Предпочтительно поверхностно-активное вещество(поверхностно-активные вещества) выбрано(выбраны) из группы, состоящей из неионогенных поверхностно-активных веществ.

Предпочтительно неионогенное поверхностно-активное вещество выбрано из группы, состоящей из (поли)алкоксилированных жирных спиртов, а именно (поли)алкоксилированных C<sub>8</sub>-C<sub>40</sub> жирных спиртов, в частности, простого октилового эфира поли(этиленгликоля), и сополимера 2-метилоксирана и простого моно-2-нафтонильного эфира оксирана.

Присутствие поверхностно-активного вещества в водной композиции позволяет осаждать хром вместе с цинком.

Действительно, было замечено, что в отсутствие поверхностно-активного вещества полученное осаждение не содержит хрома. Это связано, в частности, с образованием гидроксидов цинка, возникающих в результате повышения pH на катоде из-за выделения дигидрогена, который может блокировать диффузию хрома к катоду. Это отсутствие осаждения хрома также может быть объяснено существованием смещения в потенциалах восстановления (хром становится ниже, чем потенциал восстановления цинка и/или потенциал восстановления воды).

Присутствие по меньшей мере одного поверхностно-активного вещества, таким образом, позволяет облегчить диффузию хрома в диффузионном слое и/или снизить катодное перенапряжение хрома и/или увеличить катодное перенапряжение электролиза воды, что позволяет свести к минимуму выделение дигидрогена и образование гидроксидов цинка.

Предпочтительно поверхностно-активное вещество присутствует в концентрации в диапазоне от 0,3 до 3 ммоль/л.

Концентрация поверхностно-активного вещества позволяет регулировать блеск цинк-хромового (Zn-Cr) покрытия согласно настоящему изобретению.

Предпочтительно увеличение концентрации поверхностно-активного вещества позволяет увеличить блеск цинк-хромового (Zn-Cr) покрытия согласно настоящему изобретению.

Предпочтительно соли цинка могут быть выбраны из сульфата цинка, хлорида цинка и сульфамата цинка, предпочтительно солью цинка будет сульфат цинка.

Предпочтительно соли хрома могут быть выбраны на основании природы соли цинка. Если предпочтителен сульфат цинка, тогда будет предпочтительно выбран сульфат хрома.

Проводящие соли / соли-носители могут быть выбраны из группы, состоящей из сульфата натрия, сульфата калия, и сульфата аммония, и их смесей, предпочтительно сульфата натрия. Проводящие соли / соли-носители позволяют обеспечивать электропроводность во время способа.

Предпочтительно водная композиция дополнительно содержит одну или более аминокислот, предпочтительно глицин.

Глицин позволяет получать в результате блестящие, полублестящие или матовые цинк-хромовые (Zn-Cr) покрытия согласно настоящему изобретению.

Содержание глицина в водной композиции может варьироваться от 50 до 75 г/л относительно общей концентрации композиции.

Содержание глицина позволяет регулировать матовый внешний вид цинк-хромового (Zn-Cr) покрытия согласно настоящему изобретению.

Предпочтительно, когда содержание глицина увеличивается, а содержание поверхностно-активного вещества уменьшается, цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие имеет матовый внешний вид.

Предпочтительно, когда содержание глицина уменьшается, а содержание поверхностно-активного вещества увеличивается, цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие имеет блестящий внешний вид.

Когда цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие является блестящим на поверхности, не обработанной пескоструйной обработкой, или полублестящим на поверхности, обработанной пескоструйной обработкой, механические свойства цинк-хромового (Zn-Cr) покрытия лучше, чем у цинк-хромового (Zr-Cr) покрытия с матовым внешним видом.

Значение pH водной композиции может варьироваться от 1,5 до 3,5, предпочтительно от 2 до 2,5.

Фактически, когда pH водной композиции, в частности, превышает 3,5, повышаются риски осаждения солей хрома в ванне, таким образом, между pH 1,5 и pH 3,5 риски сводятся к минимуму.

Способ согласно настоящему изобретению осуществляют при температуре в диапазоне от 35 °C до 45 °C. Ниже 35 °C эффективность композиции может быть недостаточной, а свыше 45 °C химические компоненты могут быть ухудшены.

Предпочтительно водная композиция содержит:

- одну или более солей цинка,
- одну или более солей хрома,
- одну или более проводящих солей / солей-носителей, предпочтительно сульфат натрия,

- одно или более поверхностно-активных веществ, предпочтительно неионогенных поверхностно-активных веществ, и

- необязательно одну или более аминокислот, предпочтительно глицин.

Предпочтительно способ согласно настоящему изобретению не включает дополнительный этап образования пассивирующего антикоррозионного преобразованного слоя, содержащего трехвалентный хром (Cr(III)).

Другими словами, преимущественно способ согласно настоящему изобретению не включает этап образования пассивирующего антикоррозионного преобразованного слоя, содержащего трехвалентный хром (Cr(III)), после осаждения слоя, содержащего цинк-хромовый сплав.

Другим объектом настоящего изобретения является трубный компонент для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, транспортировки нефти и газа, транспортировки или хранения водорода, улавливания диоксида углерода или геотермальной энергетики, содержащий резьбовой конец согласно настоящему изобретению, содержащий по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внешней или внутренней периферийной поверхности, которая покрыта слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав в соответствии с настоящим изобретением, в котором цинк (Zn) является преобладающим элементом по весу относительно общего веса сплава.

Резьбовой конец является таким, как определено выше.

Слой, содержащий цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, является таким, как определено выше.

Трубный компонент демонстрирует улучшенную коррозионную стойкость и стойкость к образованию задиров.

Предпочтительно трубный компонент относится к охватываемому типу и имеет по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внешней периферийной поверхности.

Более предпочтительно трубный компонент относится к охватываемому типу и имеет по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внешней периферийной

поверхности, и по меньшей мере одну нерезьбовую часть, предпочтительно выбранную из упора и/или уплотняющей опорной поверхности.

Предпочтительно трубный компонент относится к охватываемому типу и имеет по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внутренней периферийной поверхности, относящейся к нему.

Более предпочтительно трубный компонент относится к охватываемому типу и имеет по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внутренней периферийной поверхности, и по меньшей мере одну нерезьбовую часть, предпочтительно выбранную из упора и/или уплотняющей опорной поверхности.

Согласно настоящему изобретению трубный компонент снабжен осью вращения.

Трубный компонент согласно настоящему изобретению, в частности, изготовлен из стали, а более конкретно сталей, описанных в стандартах API 5CT, например, тех, которые содержат углерод в пропорции менее 0,25 %, и/или предпочтительно сталей, имеющих марку, определенную согласно стандартам ISO11960 и ISO13680, и/или же углеродистой стали H40, J55, K55, M65, L80, C90, C95, T95, P110 или Q125, или же мартенситной стали 13Cr или S13Cr, или стали Duplex 22Cr+25Cr, или стали Super-Duplex 25Cr, или аустенитной стали Fe 27Cr.

Настоящее изобретение также относится к применению трубного компонента, определенного выше, для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, транспортировки нефти и газа, транспортировки или хранения водорода, улавливания диоксида углерода или геотермальной энергетики.

Предпочтительно настоящее изобретение относится к применению трубного компонента, определенного выше, для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины.

Настоящее изобретение также относится к трубному резьбовому соединению для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, транспортировки нефти и газа, транспортировки или хранения водорода, улавливания диоксида углерода или геотермальной энергетики, содержащему резьбовой конец трубного компонента охватываемого типа, имеющий по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внешней периферийной поверхности, и резьбовой конец трубного компонента

охватывающего типа, имеющий по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внутренней периферийной поверхности, которые ввинчены друг в друга, причем по меньшей мере один из указанных концов является таким, как определено выше, в частности, его резьба покрыта слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, определенный выше.

Трубное резьбовое соединение согласно настоящему изобретению в значительной мере обладает лучшей стойкостью к коррозии и к образованию задиров, в том числе в суровых средах, определенных выше.

Предпочтительно два резьбовых конца являются такими, как определено выше.

Согласно одному аспекту настоящего изобретения резьбовой конец трубного компонента охватываемого типа имеет по меньшей мере одну резьбу, которая проходит по его внешней периферийной поверхности, которая покрыта слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав согласно настоящему изобретению, описанный выше.

Согласно одному аспекту настоящего изобретения резьбовой конец трубного компонента охватывающего типа имеет по меньшей мере одну резьбу, которая проходит по его внутренней периферийной поверхности, которая покрыта слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав согласно настоящему изобретению, описанный выше.

Согласно еще другому аспекту настоящего изобретения резьбовой конец трубного компонента охватываемого типа имеет по меньшей мере одну резьбу, которая проходит по его внешней периферийной поверхности, которая покрыта слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав согласно настоящему изобретению, и резьбовой конец трубного компонента охватывающего типа имеет по меньшей мере одну резьбу, которая проходит по его внутренней периферийной поверхности, которая покрыта слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав согласно настоящему изобретению.

Предпочтительно трубное резьбовое соединение содержит резьбовой конец трубного компонента охватываемого типа, имеющий по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внешней периферийной поверхности, и по меньшей мере одну нерезьбовую часть с взаимодействием типа металл/металл, и резьбовой конец трубного компонента охватывающего типа, имеющий по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его

внутренней периферийной поверхности, и по меньшей мере одну нерезьбовую часть, выбранную из упора и/или уплотняющей опорной поверхности с взаимодействием типа металл/металл; резьба и нерезьбовая часть покрыты слоем, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав согласно настоящему изобретению, описанный выше.

В тексте описания, а также если не указано иное, ограничения диапазона значений включены в этот диапазон, в частности, в выражениях «между» и «в диапазоне от ... до ...».

Более того, выражение «по меньшей мере один», используемое в данном описании, эквивалентно выражению «один или более».

Признаки настоящего изобретения более подробно объяснены в следующем описании со ссылкой на прилагаемые графические материалы.

На фиг. 1 представлен схематический вид соединения, полученного в результате соединения путем свинчивания двух трубных компонентов вместе.

На фиг. 2 представлен увеличенный вид зоны А в рамке по фиг. 1.

На фиг. 3 представлен подробный вид взаимодействия между резьбами двух собранных трубных компонентов.

На фиг. 4 представлен подробный вид соединительного элемента (резьбы) согласно настоящему изобретению, покрытого цинк-хромовым покрытием в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 5 представлен график, сравнивающий время появления слоя белой ржавчины с интенсивностью 2 и с интенсивностью 3 после подвергания испытанию в соляном тумане на поверхности цинк-никелевого (Zn-Ni) покрытия и поверхности цинк-хромового (Zn-Cr) покрытия в соответствии с настоящим изобретением.

На фиг. 6 представлен график, сравнивающий время полного покрытия слоем белой ржавчины с интенсивностью 2 после подвергания испытанию в соляном тумане поверхности цинк-никелевого (Zn-Ni) покрытия и поверхности цинк-хромового (Zn-Cr) покрытия в соответствии с настоящим изобретением.

Резьбовое соединение, показанное на фиг. 1, содержит первый трубный компонент с осью 9 вращения и охватываемым концом 1 и второй трубный компонент с осью 9 вращения и охватывающим концом 2. Оба из двух концов 1 и 2 оканчиваются концевой поверхностью, ориентированной радиально по отношению к оси 9 резьбового соединения, и соответственно снабжены резьбовыми частями 3 и 4, которые взаимодействуют друг с другом для взаимной сборки путем свинчивания двух компонентов вместе. Резьбовые части 3 и 4 могут относиться к трапециевидному типу или другому типу резьбы. В показанном примере резьбовые части имеют резьбы с сужающимися профилями на соответствующих концах резьбовых частей. Данные сужающиеся профили проходят через часть осевого участка резьбовой части. В частности, часть резьбовой части с сужающимся профилем 10 не взаимодействует с комплементарной резьбой.

Более того, как показано на фиг. 2, уплотняющие поверхности (опорные поверхности) 5, 6 типа металл/металл, предназначенные для герметичного плотного контакта друг с другом после сборки путем свинчивания двух резьбовых компонентов вместе, образованы соответственно на охватываемом и охватывающем концах вблизи резьбовых частей 3, 4. Наконец, охватываемый конец 1 оканчивается концевой поверхностью 7, которая упирается в соответствующую поверхность 8, образованную на охватывающем конце 2, когда два конца ввинчены друг в друга, причем поверхности 7 и 8 называются упорами.

На фиг. 3 показана деталь резьбы резьбовой части. Таким образом, каждая резьба содержит опорную боковую сторону 11, образующую угол 12 от  $-5^\circ$  до  $+5^\circ$  относительно нормали N соединительной оси 10. Опорная боковая сторона соединена посредством вершины 13 со сборной боковой стороной 14. В частности, показанное соединение является таковым, что в конечном положении сборки опорные боковые стороны охватываемой резьбовой части 3 находятся в контакте с соответствующими опорными боковыми сторонами охватывающей резьбовой части 4.

На фиг. 4 показан охватываемый конец 1 трубного компонента, резьбовая часть 3 и уплотняющая поверхность (опорная поверхность) 5 которого покрыты покрытием 15, определенным в настоящем изобретении, то есть цинк-хромовым покрытием, содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, в котором цинк (Zn) является преобладающим элементом по весу относительно общего веса сплава.

Предпочтительно покрытие 15 имеет содержание хрома в диапазоне от 20 % до 30 % по весу, более предпочтительно в диапазоне от 25 % до 30 % по весу и содержание цинка в диапазоне от 70 % до 80 % по весу, более предпочтительно в диапазоне от 70 % до 75 % по весу относительно общего веса сплава.

#### Приведенный для примера вариант осуществления

На резьбу, изготовленную из углеродистой стали марки L80, нанесено гальваническим способом, описанным выше, полублестящее металлическое покрытие, содержащее цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, имеющий содержание хрома 27 % по весу относительно общего веса сплава.

Полублестящее цинк-хромовое покрытие было получено из водной композиции, содержащей 75 г/л глицина.

Цинк-хромовое покрытие сравнивают с цинк-никелевыми (Zn-Ni) покрытиями, в которых цинк является преобладающим элементом по весу, имеющими различные весовые содержания никеля в диапазоне от 10 % до 18 % по весу. Процентное соотношение по весу рассчитывают относительно общего веса сплава.

Покрытия были подвергнуты испытаниям на трение и износ (испытанию на твердость царапанием и испытанию Боудена) для определения критической нагрузки, при которой наблюдается отслаивание покрытий (пластическая деформация), начального коэффициента трения и количества циклов, которые покрытия способны выдержать.

Покрытия также были подвергнуты испытанию в соляном тумане для определения их антикоррозийных характеристик.

#### Испытание на твердость царапанием

В экспериментальных условиях используют шарик из карбида вольфрама, который прикладывают к покрытиям и перемещают с возрастающей нагрузкой в диапазоне от 10 Н до 260 Н, со скоростью перемещения шарика 4,20 мм/с, продолжительностью 2,38 секунды, размером шарика 5 мм и длиной дорожки 10 мм.

Результаты испытания на твердость царапанием показаны в таблице 1

#### Результаты

Таблица 1

% по весу металлического элемента X в сплаве (Zn-X)	Критическая нагрузка (Н)	
	Zn-Ni	ZnCr (полублестящее)
10	250	
14	209	
18	149	
27		170

Результаты испытаний на твердость царапанием, описанные в таблице 1, показывают, что полублестящее цинк-хромовое покрытие выдерживает по меньшей мере такие же высокие нагрузки, как те, которые выдерживают цинк-никелевые покрытия, имеющие содержание никеля в диапазоне от 10 % до 18 % по весу относительно общего веса сплава.

#### Испытание Боудена

Для оценки смазывающих свойств (коэффициента трения) поверхности покрытия использовали доступный на рынке прибор для испытания трения по Боудену Bowden friction tester (Shinko Engineering Co., Ltd.). В приборе Bowden friction tester шарик из карбида вольфрама возвратно-поступательно перемещали по прямой линии по покрытию, образованному на стальном листе, одновременно с приложением к шарикю нагрузки.

Коэффициент трения измеряли, исходя из силы трения и сжимающей нагрузки в этот момент времени.

#### Процедура

Шарик из карбида вольфрама прикладывают к покрытиям и перемещают со сжимающей нагрузкой 30 Н и 100 Н, со скоростью перемещения шарика 4,20 мм/с, продолжительностью 2,38 секунды, размером шарика 5 мм и длиной дорожки 10 мм.

Начальный коэффициент трения был определен для оценки смазывающих свойств покрытия.

Для каждого покрытия было измерено количество циклов (количество проходов шарика по поверхности) для оценки их стойкости к истиранию.

Результаты указаны в таблицах 2 и 3 ниже.

Испытание Боудена – результат при нагрузке 30 Н

Таблица 2

% по весу металлического элемента X в сплаве (Zn-X)	Начальный коэффициент трения		Сопротивляемость изнашиванию (количество циклов)	
	Zn-Ni	ZnCr (полублестящее)	Zn-Ni	ZnCr (полублестящее)
10	-			
14	0,5–0,6		300	
18	0,4–0,5		500	
27		0,3–0,4		500

Испытание Боудена, описанное в таблице 2, показывает, что при нагрузке 30 Н начальные коэффициенты трения ниже для цинк-хромового покрытия согласно настоящему изобретению, чем для цинк-никелевых покрытий.

Кроме того, цинк-хромовое покрытие демонстрирует по меньшей мере такую же высокую сопротивляемость изнашиванию, как и цинк-никелевые покрытия, при нагрузке 30 Н.

Испытание Боудена – результат при нагрузке 100 Н

Таблица 3

% по весу металлического элемента X в сплаве (Zn-X)	Сопротивляемость изнашиванию (количество циклов)	
	Zn-Ni	ZnCr (полублестящее)
10	<100	
14	<100	
18	100–150	
27		250

Испытание Боудена, осуществленное при нагрузке 100 Н, описанное в таблице 3, показывает, что цинк-хромовое покрытие согласно настоящему изобретению обладает более высокой сопротивляемостью изнашиванию, чем цинк-никелевые покрытия.

В результате цинк-хромовое покрытие согласно настоящему изобретению обладает лучшей устойчивостью к износу, чем цинк-никелевые покрытия, в которых содержание никеля варьируется от 10 % до 18 % по весу.

В результате, чем больше увеличивается нагрузка, тем больше цинк-хромовое (Zn-Cr) покрытие согласно настоящему изобретению демонстрирует улучшенную сопротивляемость изнашиванию, а именно, следовательно, более высокую устойчивость к износу по сравнению с цинк-никелевым (Zn-Ni) покрытием.

#### Испытание в соляном тумане

Испытания на коррозию состоят из испытания в нейтральном соляном тумане, осуществляемого в климатической камере при следующих условиях: 35 °C с 50 г/л солевого раствора, имеющего плотность от 1,029 до 1,036 при 25 °C, pH от 6,5 до 7,2 при 25 °C и собранного со средней скоростью 1,5 мл/ч.

Во время этого испытания оценивали появление красной ржавчины и белой ржавчины.

#### Антикоррозийные характеристики – появление красной ржавчины

Появление красной ржавчины оценивают путем определения в порядке возрастания степени покрытия ржавчиной Re, которая соответствует процентному соотношению площади ржавой поверхности относительно общей площади поверхности.

Интактные образцы без красной ржавчины должны тогда соответствовать классу Re0 стандарта ISO 9227 после подвергания.

Результаты указаны в таблице 4 ниже.

Таблица 4

Покрытие	Красная ржавчина после испытания в соляном тумане в течение периода 504 часов
Zn-Ni с 14 % никеля – 10 мкм	Re1
Zn-Cr (1) с 27 % хрома – 5 мкм	Re0
Zn-Cr (1) с 27 % хрома – 10 мкм	Re1
Zn-Cr (1) с 27 % хрома – 15 мкм	Re1

Степень покрытия ржавчиной в порядке возрастания от Re0 до Re2 после подвергания соответствует площади ржавой поверхности относительно общей площади поверхности.

В соответствии с этой степенью покрытия ржавчиной:

Re0 – 0 % покрытия ржавчиной от общей площади поверхности,

Re1 – 0,05 % покрытия ржавчиной от общей площади поверхности,

Re2 – 0,5 % покрытия ржавчиной от общей площади поверхности,

Re6 – 40 % – 50 % покрытия ржавчиной от общей площади поверхности.

Таким образом, таблица 4 показывает, что цинк-хромовые (Zn-Cr) покрытия по меньшей мере так же хорошо защищают от появления красной ржавчины, как цинк-никелевое покрытие.

#### Антикоррозийные характеристики – появление белой ржавчины

Присутствие белой ржавчины соответствует окислению покрытия, в частности, окислению цинка, и оценивается путем измерения после подвергания соляному туману времени ее появления и времени полного покрытия ею поверхности покрытия.

После подвергания соляному туману интенсивность слоя белой ржавчины, покрывающего покрытия, классифицируется в следующем порядке возрастания:

- белая ржавчина с интенсивностью 1, соответствующая тонкому и светлому слою белой ржавчины, который также можно назвать налетом,

- белая ржавчина с интенсивностью 2, соответствующая слою белой ржавчины в виде кристаллов,

- белая ржавчина с интенсивностью 3, соответствующая слою белой ржавчины, который является очень плотным.

#### Время появления белой ржавчины

На фиг. 5 сравнивается время появления слоя белой ржавчины с интенсивностью 2 и с интенсивностью 3 после подвергания испытанию в соляном тумане на поверхности

цинк-никелевого покрытия [Zn-Ni с 14 % по весу никеля и толщиной 10 мкм] и на поверхности цинк-хромового покрытия [Zn-Cr с 27 % по весу хрома и толщиной 5 мкм].

На фиг. 5 показано быстрое появление слоя белой ржавчины с интенсивностью 2 на поверхности цинк-никелевого покрытия [Zn-Ni с 14 % по весу никеля и толщиной 10 мкм], начиная с 24 часов, тогда как слой белой ржавчины с интенсивностью 2 появляется только после 170 часов на поверхности цинк-хромового покрытия [Zn-Cr с 27 % по весу хрома и толщиной 5 мкм].

На фиг. 5 также показано быстрое появление слоя белой ржавчины с интенсивностью 3 на цинк-никелевом покрытии [Zn-Ni с 14 % по весу никеля и толщиной 10 мкм], начиная с 24 часов, тогда как слой белой ржавчины с интенсивностью 3 появляется только после 336 часов на цинк-хромовом покрытии [Zn-Cr с 27 % по весу хрома и толщиной 5 мкм].

#### Время для полного покрытия поверхности покрытия белой ржавчиной

На фиг. 6 сравнивается время для полного покрытия поверхности цинк-никелевого покрытия [Zn-Ni с 14 % по весу никеля и толщиной 10 мкм] и цинк-хромового покрытия [Zn-Cr с 27 % по весу хрома и толщиной 5 мкм] слоем белого налета с интенсивностью 2.

На фиг. 6 показано, что время для полного покрытия поверхности цинк-никелевого покрытия [Zn-Ni с 14 % по весу никеля и толщиной 10 мкм] слоем белой ржавчины с интенсивностью 2 составляет 24 часа, тогда как это время для покрытия этим же слоем составляет 336 часов для цинк-хромового покрытия [Zn-Cr с 27 % по весу хрома и толщиной 5 мкм].

#### Заключение

Результаты показывают, что цинк-хромовые (Zn-Cr) покрытия согласно настоящему изобретению обладают лучшими характеристиками с точки зрения появления белой ржавчины по сравнению с цинк-никелевым (Zn-Ni) покрытием.

Это приводит к лучшей адгезии слоев, осаждаемых впоследствии на цинк-хромовых покрытиях.

**ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

1. Резьбовой конец (1, 2) трубного компонента для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, транспортировки нефти и газа, транспортировки или хранения водорода, улавливания диоксида углерода или геотермальной энергетики, содержащий по меньшей мере одну резьбу (3, 4), проходящую по его внешней или внутренней периферийной поверхности, отличающийся тем, что резьба (3, 4) покрыта слоем (15), содержащим цинк-хромовый (Zn-Cr) сплав, в котором цинк (Zn) является преобладающим элементом по весу относительно общего веса сплава.

2. Резьбовой конец (1, 2) трубного компонента по п. 1, отличающийся тем, что содержание цинка (Zn) превышает 50 % по весу, предпочтительно превышает или равно 60 % по весу, более предпочтительно превышает или равно 65 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава.

3. Резьбовой конец (1, 2) трубного компонента по п. 1 или п. 2, отличающийся тем, что содержание хрома (Cr) превышает или равно 3 % по весу, предпочтительно превышает или равно 20 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава.

4. Резьбовой конец (1, 2) трубного компонента по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что содержание хрома (Cr) варьируется от 20 % до 30 % по весу, предпочтительно от 25 % до 30 % по весу относительно общего веса цинк-хромового сплава.

5. Резьбовой конец (1, 2) трубного компонента по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что слой (15) осажден электролитическим способом.

6. Резьбовой конец (1, 2) трубного компонента по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что слой (15) имеет толщину в диапазоне от 4 до 20 мкм, предпочтительно в диапазоне от 10 до 20 мкм.

7. Резьбовой конец (1, 2) трубного компонента по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что он дополнительно содержит по меньшей мере одну нерезьбовую часть, покрытую слоем (15), определенным в любом из пп. 1–6.

8. Резьбовой конец (1, 2) трубного компонента по п. 7, отличающийся тем, что нерезьбовая часть содержит упор (7, 8) и/или уплотняющую опорную поверхность (5, 6).

9. Резьбовой конец (1, 2) трубного компонента по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что он изготовлен из стали.

10. Способ получения резьбового конца (1, 2) трубного компонента по любому из предыдущих пунктов, отличающийся тем, что он включает по меньшей мере одно осаждение электролитическим способом на поверхности резьбы (3, 4) указанного конца водной композиции, содержащей одну или более солей цинка, одну или более солей хрома, один или более электролитов и одно или более поверхностно-активных веществ, предпочтительно одно или более неионогенных поверхностно-активных веществ.

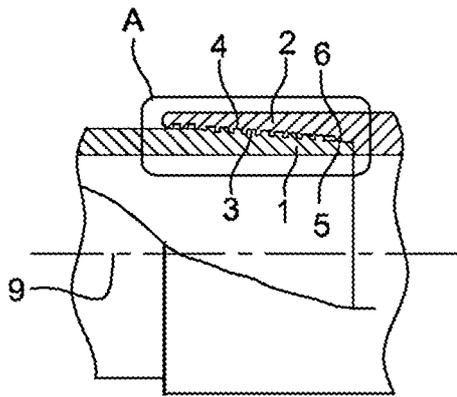
11. Способ по п. 10, отличающийся тем, что он включает подготовку поверхности к покрытию предпочтительно путем механической обработки, более предпочтительно посредством процесса пескоструйной обработки.

12. Трубный компонент для бурения и/или эксплуатации углеводородной скважины, транспортировки нефти и газа, транспортировки или хранения водорода, улавливания диоксида углерода или геотермальной энергетики, содержащий резьбовой конец (1, 2) по любому из пп. 1–9.

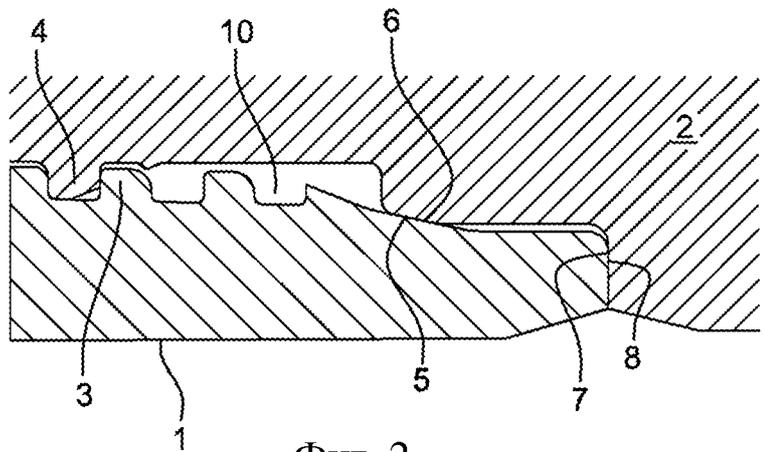
13. Трубный компонент по п. 12, отличающийся тем, что он относится к охватываемому типу и имеет по меньшей мере одну резьбу (3), проходящую по его внешней периферийной поверхности.

14. Трубный компонент по п. 12, отличающийся тем, что он относится к охватываемому типу и имеет по меньшей мере одну резьбу (4), проходящую по его внутренней периферийной поверхности.

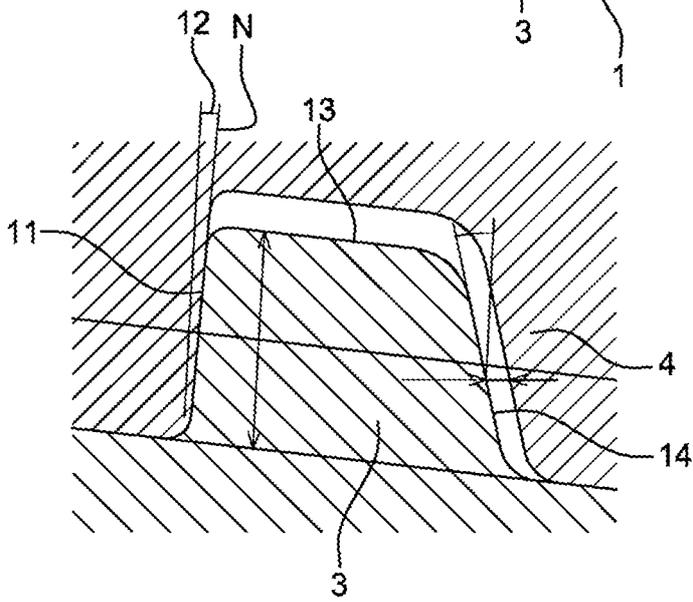
15. Трубное резьбовое соединение, содержащее резьбовой конец (1) трубного компонента охватываемого типа, имеющий резьбу, проходящую по его внешней периферийной поверхности, и резьбовой конец (2) трубного компонента охватываемого типа, имеющий по меньшей мере одну резьбу, проходящую по его внутренней периферийной поверхности, ввинченные друг в друга, отличающееся тем, что по меньшей мере один из концов является таким, как определено в любом из пп. 1–9.



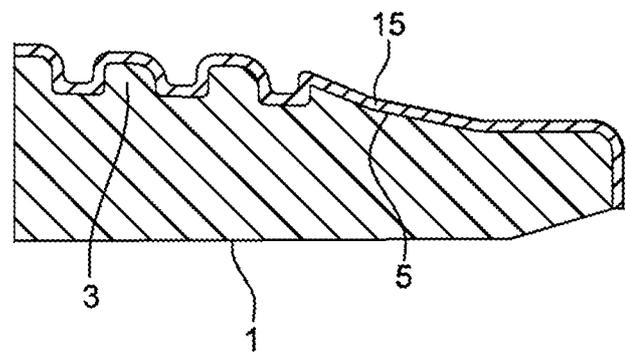
Фиг. 1



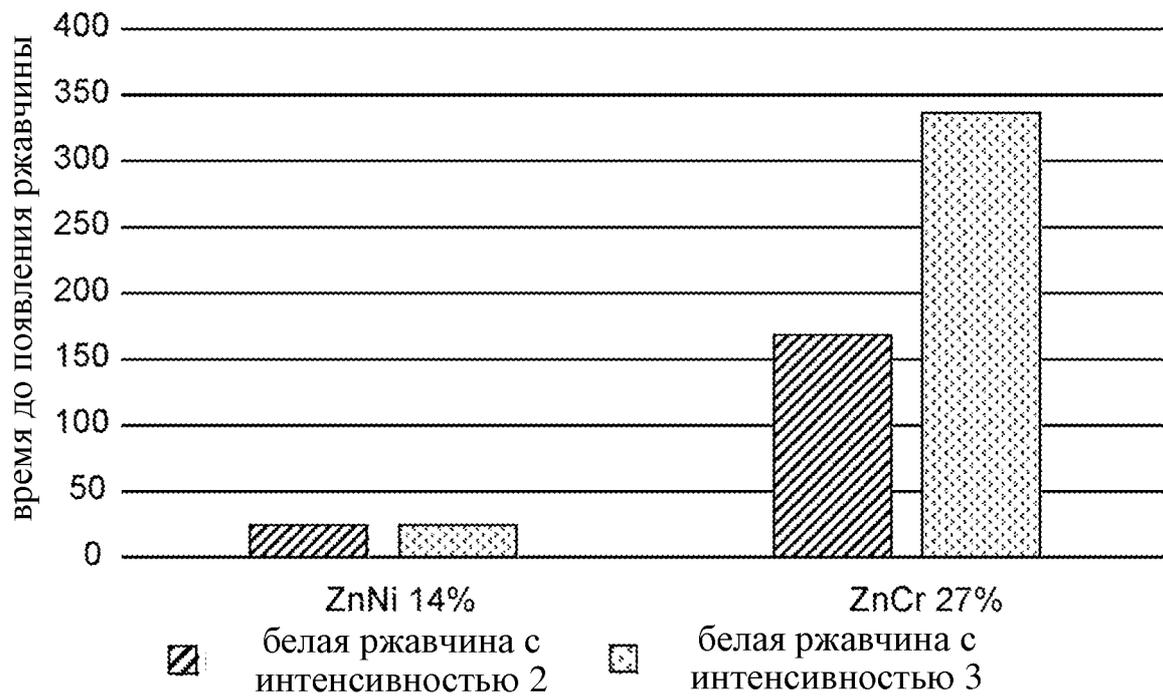
Фиг. 2



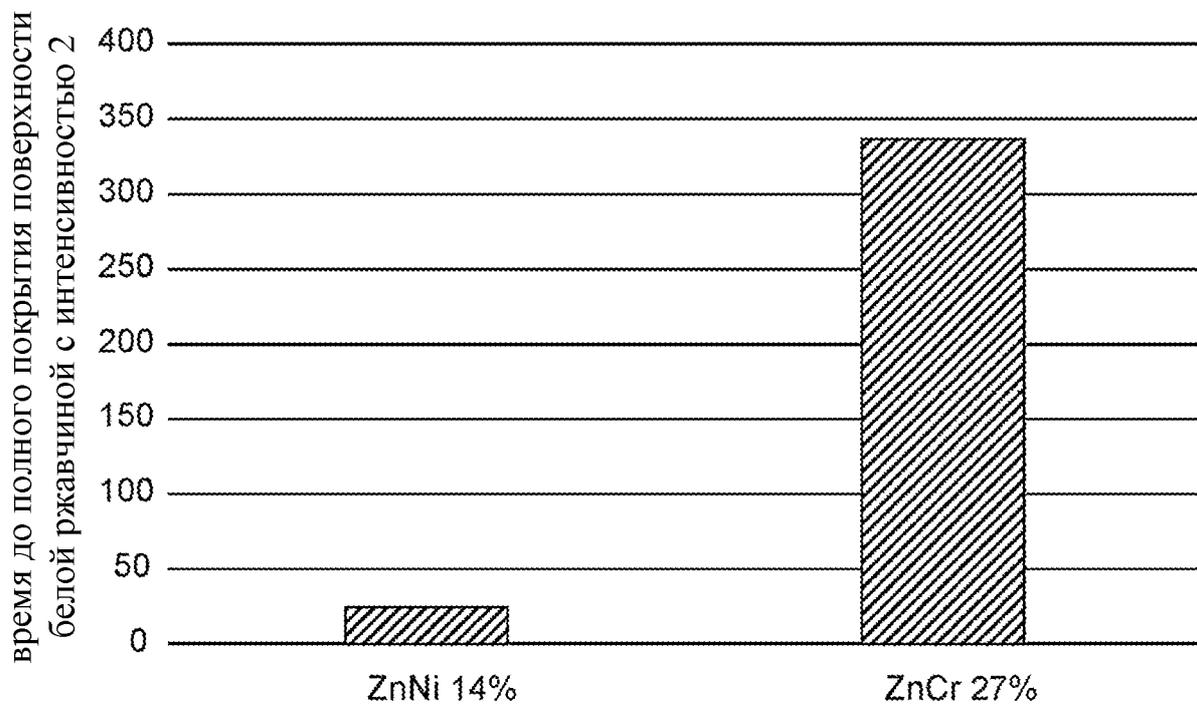
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6