

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **043400**

(13) **B1**

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

(45) Дата публикации и выдачи патента <b>2023.05.23</b>	(51) Int. Cl. <i>C21C 7/00</i> (2006.01) <i>C22C 29/02</i> (2006.01) <i>C22C 29/04</i> (2006.01) <i>C22C 29/10</i> (2006.01) <i>C22C 29/14</i> (2006.01) <i>C22C 29/16</i> (2006.01) <i>C22C 29/18</i> (2006.01) <i>C23C 24/10</i> (2006.01)
(21) Номер заявки <b>202290468</b>	
(22) Дата подачи заявки <b>2020.07.06</b>	

(54) **ПРОВОЛОКА С НАПОЛНИТЕЛЕМ ДЛЯ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКИ  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ**

(31) <b>RU2019124735</b>	(56) CN-A-109234492 EP-A1-1713941 CN-A-106636552 BE-A-831644 RU-C1-2104311 US-A1-2010007067 CN-A-107674938 CN-A-105463159 EP-A1-0281485 CN-A-109355460
(32) <b>2019.08.05</b>	
(33) <b>RU</b>	
(43) <b>2022.05.11</b>	
(86) <b>PCT/RU2020/050149</b>	
(87) <b>WO 2021/025596 2021.02.11</b>	
(71)(73) Заявитель и патентовладелец: <b>ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ "ЦЕНТР ИССЛЕДОВАНИЙ И РАЗРАБОТОК "НПП" (RU)</b>	
(72) Изобретатель: <b>Дынин Антон Яковлевич, Бакин Игорь Валерьевич, Новокрещенов Виктор Владимирович, Усманов Ринат Гилемович, Токарев Артем Андреевич, Рысс Олег Григорьевич (RU)</b>	
(74) Представитель: <b>Котлов Д.В., Яшмолкина М.Л., Равлина Е.А., Яремчук А.А. (RU)</b>	

(57) Проволока для внепечной обработки металлургических расплавов содержит металлическую оболочку, внутри которой заключен наполнитель, содержащий по крайней мере один элемент, выбранный из группы, состоящей из Ca, Ba, Sr, Mg, Si, Al, при этом на внутреннюю и/или наружную поверхность оболочки нанесен по крайней мере один слой композиционного покрытия, выполненного из лакокрасочного материала и содержащего тугоплавкие ультрадисперсные частицы, выбранные из соединений карбидов и/или нитридов, и/или карбонитридов, и/или силицидов, и/или боридов металлов. Композиционное покрытие содержит материал-протектор, в качестве которого использованы ферросплавы и/или флюсы. В качестве металлов, входящих в состав тугоплавких соединений, использованы титан и/или вольфрам, и/или кремний, и/или магний, и/или ниобий, и/или ванадий. Покрытие равномерно нанесено на поверхность оболочки.

**043400 B1**

**043400 B1**

Изобретение относится к области черной металлургии и может быть использовано для внепечной обработки расплавов чугуна или стали, в частности для раскисления, десульфурации и модифицирования железоуглеродистых сплавов порошковой проволокой с наполнителем.

Из уровня техники известно применение ультрадисперсных модификаторов для внепечной обработки металлургических расплавов.

Эффективность ультрадисперсных модификаторов в большой степени зависит от их морфологических параметров, химической активности и условий модифицирования расплава. Главным преимуществом таких модификаторов является большое количество частиц, приходящихся на единицу объема расплава, что в значительной степени определяет эффективность измельчения кристаллической структуры материала и, как следствие, значительное повышение прочностных и эксплуатационных свойств отливок.

Известен модификатор для металлургических расплавов (RU 2651514, МПК C21C 1/00, C21C 7/00, B82Y 30/0, опубл. 19.04.2018 г.), содержащий помещенный в металлическую герметично закрываемую оболочку многокомпонентный наполнитель в виде плакированной поверхностно-активными веществами (ПАВ) и доведенной до однородного состояния смеси, включающей, по меньшей мере, два ультра- и/или мелкодисперсных порошков металла размером до 10 мкм, выбранных из группы, включающей железо, никель и алюминий, по меньшей мере, одно соединение тугоплавких металлов, выбранное из карбидов, боридов, нитридов и силицидов, размером от 10 до 200 нм и по меньшей мере один из мелкодисперсных порошков, выбранных из группы, включающей фуллерен C<sub>n</sub>, карбидные кластеры, карбид кремния, медь, кальций, барий и PЗМ, при этом соединения тугоплавких металлов внедрены в порошки металлов. В качестве тугоплавких металлов использованы молибден, ванадий, вольфрам, цирконий, ниобий, тантал, хром или гафний.

Недостатком известного решения является заключение многокомпонентного наполнителя в металлическую герметично закрываемую оболочку, выполненную в виде металлических ампул или капсул, введение в расплав которых осуществляется посредством сэндвич-процесса, имолд методом, колокольчиком и другими общеизвестными методами. Форма выполнения модификатора в виде металлических ампул или капсул, а также способы его введения не позволяют равномерно распределиться модификатору в расплаве, проникнуть на всю глубину расплава, следствием чего является малоэффективное воздействие модификатора на расплав.

Известен модификатор для стали (RU 2447176, МПК C22C 35/00, опубл. 20.08.2011 г.), содержащий нанодисперсный порошок тугоплавкого материала и порошок протектора, в качестве протектора использован порошок одной или нескольких лигатур из группы, включающей ферросилиций, ферромарганец, ферросиликоалюминий, силикокальций, силикобарий, силикокальцийбарий.

Недостатком данного аналога является изготовление модификатора методом прессования равномерной по составу смеси порошков с получением брикета. Выполнение модификатора в виде брикетов не обеспечивает его введение на достаточную (необходимую) глубину в расплав, что в итоге приводит к неравномерности распределения модификатора в расплаве, и как следствие, малоэффективному воздействию модификатора на расплав.

Основными причинами, препятствующими широкому использованию ультрадисперсных модификаторов в литейном производстве промышленных предприятий, является необходимость применения дополнительных устройств и предварительная подготовка модификаторов перед введением их в расплав, нестабильность результатов, связанная с процессами коагуляции введенных частиц, растворения и распределения модификаторов в объеме расплава.

Как известно, при внепечной обработке расплавов наиболее технологичным и эффективным способом введения модификатора является введение его в виде наполнителя порошковой проволоки. Включение в качестве наполнителя порошковой проволоки ультрадисперсных материалов (наноматериалов) позволяет вводить их на заданную глубину в расплав, исключая вероятность их отработки (воздействия) в верхних слоях расплава.

Известна наноструктурированная порошковая проволока для подводной сварки (RU 2539284, МПК B23K35/368, B82B3/00, опубл. 20.01.2015 г.), состоящая из стальной оболочки и размещенной внутри нее шихты, содержащей рутиловый концентрат, гематит, железный порошок, ферромарганец, никель, двуокись кремния, карбонат щелочного металла и комплексный фторид щелочного металла. На поверхности оболочки размещено композиционное покрытие в виде медной матрицы с распределенными в ней наноразмерными частицами активирующего флюса, содержащего фторид щелочного металла.

Выполнение композиционного покрытия в виде медной матрицы значительно удорожает стоимость проволоки. Кроме того, нанесение медного покрытия на поверхность оболочки электролитическим способом является низкоэффективным, так как данный способ не обеспечивает равномерность распределения вещества по поверхности.

Проволока обеспечивает равномерное введение наноразмерных частиц в зону сварки, однако, состав проволоки не позволяет использовать для внепечной обработки расплавов.

Из уровня техники также известна проволока (RU 2381280, МПК C21C 7/00, опубл. 10.02.2010 г.), содержащая порошковый/гранулированный наполнитель, внутреннюю металлическую облицовку, охва-

тывающую упомянутый наполнитель, и по меньшей мере один теплобарьерный слой, охватывающий упомянутую внутреннюю металлическую облицовку. Теплобарьерный слой выполнен из материала, пиролизирующегося при контакте с ванной жидкого металла, и пропиточную жидкость, пропитавшуюся в упомянутый теплобарьерный слой. Теплобарьерный слой представляет собой крафт-бумагу, алюминированную бумагу или многослойную бумагу, содержащую, по меньшей мере, одну ленту крафт-бумаги и, по меньшей мере, один слой алюминированной бумаги. Пиролизирующийся материал покрыт тонким металлическим листом, который является отдельным от внутренней металлической облицовки. Наружная металлическая оболочка скреплена фальцевым швом. Порошок или гранулы наполнителя уплотнены или заделаны в смолу, а наполнитель содержит по меньшей мере один материал, выбранный из группы, состоящей из Ca, Bi, Nb, Mg, CaSi, C, Mn, Si, Cr, Ti, B, S, Se, Te, Pb, CaC<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, CaO, MgO и редкоземельных металлов.

Решение, описанное в патенте RU 2381280, выбрано в качестве ближайшего аналога (прототипа), как имеющее наиболее близкую совокупность существенных признаков.

В известной проволоке теплобарьерный слой выполняет только одну функцию: не позволяет наполнителю выйти в расплав ранее достижения проволокой необходимой глубины. Теплобарьерный слой не содержит веществ или материалов, которые бы оказывали модифицирующее воздействие на расплав.

Проволока характеризуется сложной технологией изготовления, связанной с выполнением оболочки проволоки многослойной, состоящей из двух металлических листов, разделенных слоем бумаги, которую необходимо увлажнить (пропитать жидкостью). Наличие двух металлических листов оболочки повышает жесткость проволоки и снижает технологичность ее наматывания на катушку.

Идеей создания настоящего изобретения является введение в проволоку дополнительного слоя, выполняющего не только теплобарьерную функцию, но и содержащего ультрадисперсные вещества, оказывающие модифицирующее воздействие на расплав.

Техническая задача, на решение которой направлено настоящее изобретение, заключается в создании проволоки с наполнителем, обеспечивающим ее погружение в расплав на необходимую глубину, обладающим регулируемым спектром свойств, позволяющим использовать ее для модифицирования и микролегирования при внепечной обработке металлургических расплавов.

Решение поставленной задачи достигается тем, что проволока для внепечной обработки металлургических расплавов содержит стальную оболочку, внутри которой заключен наполнитель, содержащий, по крайней мере, один элемент, выбранный из группы, состоящей из Ca, Ba, Sr, Mg, Si, Al, при этом на внутреннюю и/или наружную поверхность оболочки нанесен, по крайней мере, один слой композиционного покрытия, выполненного из лакокрасочного материала и содержащего тугоплавкие ультрадисперсные частицы, выбранные из соединений карбидов и/или нитридов, и/или карбонитридов, и/или силицидов, и/или боридов металлов.

При этом, лакокрасочный материал изготовлен на полимерной и/или спиртовой основе.

Композиционное покрытие содержит материал-протектор, в качестве которого использованы ферросплавы и/или флюсы.

В качестве металлов, входящих в состав тугоплавких соединений, использованы титан и/или вольфрам, и/или кремний, и/или магний, и/или ниобий, и/или ванадий.

Покрытие равномерно нанесено на поверхность оболочки.

Кроме того, наполнитель может дополнительно содержать по крайней мере один компонент, выбранный из группы: CaC<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Ca<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, SrCO<sub>3</sub>, CaO, MgO.

Нанесение композиционного покрытия на внутреннюю и/или наружную поверхность оболочки позволяет получить равномерное распределение ультрадисперсных веществ по всей длине порошковой проволоки, и, как следствие, по всему объему расплава, обеспечить более точный расчет необходимого количества вводимой порошковой проволоки; исключить коагуляции введенных частиц, увеличить удельную поверхность соприкосновения модификатора с расплавом металла, обеспечить максимальное усвоение модификатора расплавом и модифицирование структуры металла за счет создания дополнительных центров кристаллизации.

При попадании в расплав покрытие, нанесенное на внутреннюю и/или наружную поверхность оболочки, пиролизируется, поглощая энергию, и захлаживая жидкий металл в микрообъемах, в которых растворяется проволока, при этом процессе высвобождаются ультрадисперсные частицы. В свою очередь это увеличивает время, необходимое для расплавления проволоки в жидком металле, обеспечивая введение наполнителя проволоки, в том числе ультрадисперсных частиц покрытия, на большую глубину в расплав, что обеспечивает максимальную усвояемость наполнителя проволоки и, как следствие, снижает расход проволоки для модифицирования расплавов.

Использование в качестве ультрадисперсных частиц соединений карбидов, и/или боридов, и/или силицидов, и/или нитридов, и/или карбонитридов металлов, имеющих температуру плавления выше температуры плавления обрабатываемого металла, обеспечивает равномерное распределение частиц по всему объему обрабатываемого жидкого металла, и как следствие, позволяет осуществить измельчение зерна и предотвратить разнотерность структуры сплава, что позволяет получить металл со стабильно высокими, изотропными физикомеханическими свойствами.

Достижимый при реализации настоящего изобретения технический результат заключается в повышении степени использования модификатора проволоки, повышении качества обрабатываемого металла, расширении сферы применения проволоки.

Соотношение элементов наполнителя и ультрадисперсных частиц покрытия оболочки проволоки подбирают индивидуально в каждом конкретном случае в зависимости от состава модифицируемого расплава, вида обработки и заданных свойств получаемого сплава.

Проволока для внепечной обработки металлургических расплавов, согласно настоящему изобретению, содержит герметично закрытую металлическую оболочку, в преимущественном варианте выполненную из стали. Толщина металлической оболочки 0,2-0,6 мм. В преимущественном варианте металлическая оболочка должна быть толщиной 0,3-0,45 мм. Края металлической оболочки герметично соединены посредством фальцевого замка.

На внутреннюю и/или наружную поверхность оболочки нанесен по крайней мере один слой композиционного покрытия. Покрытие представляет собой матрицу-основу, выполняющую роль связующего вещества, содержащую ультрадисперсные частицы и материал-протектор. Введение в матрицу-основу материала-протектора позволяет исключить вероятность коагуляции ультрадисперсных частиц, обеспечивая равномерное распределение их в покрытии. Матрица-основа выполнена в виде лакокрасочного покрытия. Лакокрасочное покрытие изготовлено на полимерной и/или спиртовой основе. В качестве материала-протектора использованы ферросплавы и/или флюсы. В качестве ультрадисперсных частиц применены соединения карбидов, и/или боридов, и/или силицидов, и/или нитридов, и/или карбонитридов металлов, имеющие температуру плавления выше 1600°C; количественное содержание ультрадисперсных частиц в покрытии составляет 0,01-0,5% от массы обрабатываемого расплава. В качестве металлов, входящих в состав указанных соединений, могут быть использованы титан и/или вольфрам, и/или кремний, и/или магний, и/или ванадий. В предпочтительном варианте толщина покрытия должна быть не более 300 мкм, а размер ультрадисперсных частиц покрытия от 1 до 200 нм. В частных вариантах выполнения проволоки толщина нанесенного покрытия может быть более 300 мкм.

Композиционное покрытие, нанесенное на внутреннюю и/или наружную поверхность оболочки проволоки, представляет собой теплобарьерный слой, содержащий модифицирующие частицы.

Внутри металлической оболочки проволоки помещен многокомпонентный наполнитель, содержащий, по крайней мере, один элемент, выбранный из группы, состоящей из Ca, Ba, Sr, Mg, Si, Al.

В одном из частных случаев изготовления наполнителя он имеет следующий состав, мас. %: барий - 0,001-35, кальций - 0,001-35, стронций - 0,001-35, магний - 0,001-50, кремний - 25-75, TRE - 0,001-15, железо - остальное.

Кроме того, наполнитель может дополнительно содержать, по крайней мере, один компонент, выбранный из группы: CaC<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Ca<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, SrCO<sub>3</sub>, CaO, MgO.

Наполнитель представляет собой, например, порошки или гранулы указанных веществ с размером частиц не превышающим 3 мм.

Сущность настоящего изобретения поясняется описанием примеров реализации заявленного состава проволоки для внепечного модифицирования стали и чугуна.

#### Пример 1.

Осуществили выплавку в электропечи стали 20ГФЛ, имеющей базовый состав, мас. %: углерод - 0,16-0,25; кремний - 0,20-0,50; марганец - 0,90-1,40; ванадий - 0,06-0,12, фосфор - до 0,05; сера - до 0,05; железо - остальное,

расплав выпустили в два 10-тонных ковша.

В первом ковше рафинирование и модифицирование расплава осуществили проволокой с наполнителем, имеющей диаметр 14 мм с толщиной стальной оболочки 0,40 мм. Для обработки металла применили проволоку с наполнителем со следующим содержанием элементов, %: кремний - 43-51, кальций - 18-22, барий - 10-15, стронций - 10-15, с коэффициентом заполнения 0,55. На внутреннюю поверхность оболочки проволоки было нанесено покрытие на лакокрасочной основе, содержащее модифицирующий ультрадисперсный элемент TiC<sub>0,4</sub>N<sub>0,6</sub> (карбонитрид титана) с размерами частиц менее 5 нм - 20% и шлакообразующую смесь CaO+CaF<sub>2</sub> (оксид кальция + фторид кальция) с размером частиц менее 100 мкм - 80%. Толщина нанесенного покрытия 150-200 мкм. Количество нанесенного покрытия обеспечивает содержание карбонитрида титана из расчета не менее 10 г на 1 м проволоки. Расход проволоки составил 5 кг на тонну расплава.

Во втором ковше модифицирование расплава осуществили проволокой с силикокальцием СК40.

В результате сравнения характеристик расплава, обработанного проволокой заявляемого состава и проволокой с силикокальцием СК40, получены следующие данные.

Применение проволоки заявляемого состава позволило уменьшить размер зерна на 24%, увеличить микротвердость на 7,4% и ударную вязкость готового сплава KCV<sup>60</sup> на 49%. Также удалось снизить загрязненность металла по неметаллическим включениям.

Применение указанного состава проволоки позволило повысить прочность, пластичность и ударную вязкость готового сплава.

## Пример 2.

Осуществили выплавку в электропечи стали 20ГФЛ, имеющей базовый состав, мас. %: углерод - 0,16-0,25, кремний - 0,20-0,50, марганец - 0,90-1,40, ванадий - 0,06-0,12, фосфор - до 0,05, сера - до 0,05, железо - остальное,

расплав выпустили в два 10-тонных ковша.

В первом ковше рафинирование и модифицирование расплава осуществили проволокой с наполнителем, имеющей диаметр 14 мм с толщиной стальной оболочки 0,40 мм. Для обработки металла применили проволоку с наполнителем с содержанием элементов, %: кремний - 43-51, кальций - 18-22, барий - 10-15, стронций - 10-15, с коэффициентом заполнения 0,55. На внутреннюю поверхность оболочки проволоки было нанесено покрытие на лакокрасочной основе, содержащее модифицирующий элемент 70%TiC+30%VC (70% карбида титана + 30% карбида ванадия) с размерами частиц менее 5 нм - 20%, и молотый ферротитан ФТи70 с размером частиц менее 100 мкм - 30% в сочетании со шлакообразующей смесью CaO+CaF<sub>2</sub> (оксид кальция + фторид кальция) с размером частиц менее 100 мкм - 50%. Толщина нанесенного покрытия 150-200 мкм. Количество нанесенного покрытия обеспечивает содержание карбидов титана и ванадия из расчета не менее 15 г на 1 м проволоки. Расход проволоки составил 5 кг на тонну расплава.

Во втором ковше модифицирование расплава осуществили проволокой с силикокальцием СК40.

В результате сравнения характеристик расплава, обработанного проволокой заявляемого состава и проволокой с силикокальцием СК40, получены следующие данные.

Применение предлагаемой проволоки позволило уменьшить размер зерна на 29%, увеличить микротвердость на 8,1% и ударную вязкость KCV<sup>-60</sup> на 52%. Также удалось снизить загрязненность металла по неметаллическим включениям.

## Пример 3.

Осуществили выплавку в индукционной печи чугуна СЧ25, имеющей базовый состав, мас. %: углерод - 3,20-3,40, кремний - 1,40-2,20, марганец - 0,70-1,00, фосфор - до 0,20, сера - до 0,15, железо - остальное,

расплав выпустили в два 5-тонных ковша.

В первом ковше рафинирование и модифицирование расплава осуществили проволокой с наполнителем, имеющей диаметр 14 мм с толщиной стальной оболочки 0,40 мм. Для обработки металла применили проволоку с наполнителем с содержанием элементов, %: кремний - 65-75, кальций - 0,80-1,50, барий - 3,50-5,00, алюминий - 1,00-2,00, с коэффициентом заполнения 0,5. На внутреннюю поверхность оболочки проволоки было нанесено покрытие на спиртовой основе с содержанием модифицирующих элементов: SiC+Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (карбид кремния + нитрид кремния) с размерами частиц менее 5 нм - 20% и молотый мелкодисперсный ферросилиций с магнием и барием с размером частиц менее 100 мкм - 80%. Толщина нанесенного покрытия 150-200 мкм. Количество нанесенного покрытия обеспечивает содержание смеси карбидов и нитридов из расчета не менее 15 г на 1 м проволоки. Расход проволоки составил 5 кг на тонну расплава.

Во втором ковше модифицирование расплава осуществили проволокой с ферросилицием ФС75.

В результате сравнения характеристик расплава, обработанного проволокой заявляемого состава и проволокой с ферросилицием ФС75, получены следующие данные.

Применение проволоки заявленного состава позволило повысить предел текучести на 10,3% и прочность на растяжение на 12,1%. Также удалось повысить износостойкость отливки.

Изготовление проволоки с заявленным составом наполнителя может быть осуществлено следующим образом. Металлическую ленту толщиной от 0,2 до 0,6 мм профилируют в желобоподобную оболочку. Дозированными порциями из бункера заполняют оболочку готовым порошком наполнителя, который равномерно распределяют по желобу оболочки. Нанесение покрытия на внутреннюю и/или наружную поверхность оболочки проволоки осуществляют либо до формирования желоба на металлической ленте, либо после формирования желоба и до заполнения его наполнителем. Композиционное покрытие на внутреннюю и/или наружную поверхность оболочки проволоки наносят методом напыления, либо посредством валиков, либо капельным методом. После заполнения желоба наполнителем с помощью роликовых клетей обжимают оболочку и формируют фальцевый замок. Готовую проволоку наматывают на катушку.

Проволоку вводят в расплав с помощью трайбаппарата со скоростью, которая находится в пределах 35-300 м/мин. Расход проволоки составляет из расчета 1,5-7,0 кг/т наполнителя на тонну расплава.

Предлагаемая проволока для внепечной обработки металлургических расплавов обладает повышенной надежностью в эксплуатации, технологична в изготовлении, может быть произведена с использованием известного оборудования, материалов и технологий.

Использованные в этом описании термины и словосочетания "содержит", "содержащий", "в преимущественном варианте", "преимущественно", "в частности", "может быть" и их варианты не должны интерпретироваться как исключающие присутствие других материалов, частей, элементов конструкции, действий.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Проволока для внепечной обработки металлургических расплавов, характеризующаяся тем, что содержит стальную оболочку, внутри которой заключен наполнитель, содержащий по крайней мере один элемент, выбранный из группы, состоящей из Ca, Ba, Sr, Mg, Si, Al, при этом на внутреннюю и/или наружную поверхность оболочки нанесен по крайней мере один слой композиционного покрытия, выполненного из лакокрасочного материала и содержащего ультрадисперсные частицы с диапазоном размеров от 1 до 200 нм, выбранные из соединений карбидов и/или нитридов, и/или карбонитридов, и/или силицидов, и/или боридов металлов.

2. Проволока по п.1, отличающаяся тем, что лакокрасочный материал изготовлен на полимерной и/или спиртовой основе.

3. Проволока по п.1, отличающаяся тем, что композиционное покрытие содержит материал-протектор, в качестве которого использованы ферросплавы и/или флюсы.

4. Проволока по п.1, отличающаяся тем, что в качестве металлов, входящих в состав соединений, использованы титан и/или вольфрам, и/или кремний, и/или магний, и/или ниобий, и/или ванадий.

5. Проволока по п.1, отличающаяся тем, что покрытие равномерно нанесено на поверхность оболочки.

6. Проволока по п.1, отличающаяся тем, что наполнитель дополнительно содержит по крайней мере один компонент, выбранный из группы:  $\text{CaC}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ca}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{SrCO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ .

