

УДК 669.18

© Тарасюк Л.И.<sup>1</sup>, Морнева В.В.<sup>2</sup>, Казачков Е.А.<sup>3</sup>**СПОСОБ ВВЕДЕНИЯ ПРОВОЛОКИ, ЛЕНТЫ В ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫЙ РАСПЛАВ**

Усовершенствован способ введения проволоки, ленты в жидкий железоуглеродистый расплав, при котором за счет дополнительного воздействия на проволоку, ленту достигается повышение скорости и интенсивности ввода, что обеспечивает увеличение степени усвоения вводимого материала.

**Ключевые слова:** проволока, лента, железоуглеродистый расплав, внепечная обработка.

*Тарасюк Л.И., Морнева В.В., Казачков Е.А. Спосіб введення дроту, стрічки в залізовуглецевий розплав. Удосконалено спосіб введення дроту, стрічки в рідкий залізовуглецевих розплав, при якому за рахунок додаткового впливу на дрот, стрічку досягається підвищення швидкості та інтенсивності введення, що забезпечує збільшення ступеня засвоєння вводиться матеріалу.*

**Ключові слова:** дрот, стрічка, залізовуглецевий розплав, позапічна обробка.

*L.I. Tarasyuk, V.V. Morneva, E.O. Kazachkov. The method of introduction of wire, stripe e into iron-carbon melt. Improved was method for introducing wire, stripe tape in liquid iron-carbon melt, by which the additional impact on the wire, stripe it is possible to increase the rate and intensity of the input, which provides an increase in the degree of assimilation of the input material.*

**Keywords:** wire, tape, iron-carbon melt, furnace treatment.

**Постановка проблемы.** Сегодня к качеству стали и металлических конструкций предъявляются достаточно высокие требования. Известно, что в сталеплавильных агрегатах ограниченные возможности регулирования физических и физико-химических условий протекания процессов плавки стали, поэтому операции направленные на улучшение качества металла переносятся в ковш.

Осуществление технологических операций за пределами плавильного агрегата называется внепечной обработкой. Основной целью, которой, является проведение определенных технологических операций эффективнее и быстрее в сравнении с решением тех же задач в стандартных сталеплавильных агрегатах.

Сегодня внепечная металлургия обрабатывает много миллионов тонн стали, установки для такой обработки есть на всех предприятиях качественной металлургии. Внепечная обработка расплава позволяет существенно улучшить качество стали и получать сталь с принципиально новыми свойствами. Технология внепечной обработки быстро распространилась. Основными причинами послужили: высокая производительность машин непрерывной разливки стали, постоянно расширяющиеся масштабы изготовления сплавов ответственного назначения, а также сталей и сплавов с очень низким содержанием углерода.

Одним из основных методов внепечной обработки железоуглеродистых расплавов является введение реагентов вглубь металла, на сегодняшний день широко используют введение порошковых проволок (лент) с различными наполнителями. В связи с этим ведется ряд исследований направленных на усовершенствование способа ввода проволок (лент), изменение их конструкции, состава наполнителей и т.д., с целью повышения скорости и интенсивности ввода проволок (лент) для обеспечения увеличения степени усвоения вводимого материала [1-5].

**Анализ последних исследований и публикаций.** Известно много способов обработки

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>2</sup> аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

<sup>3</sup> д-р техн. наук, профессор, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

железоуглеродистых расплавов в ковше проволоками. Одним из них является способ введения легирующих материалов в жидкий металл в виде проволоки, по которому проволока вводится в ковш с жидким металлом с помощью подающего устройства путем разматывания с барабана [6]. Недостатком этого способа является то, что подача легирующих материалов в виде проволоки не обеспечивает достаточно высокой интенсивности ввода, так как интенсивность ограничена двумя параметрами - диаметром и скоростью подачи проволоки, при увеличении которых увеличивается глубина проникновения легирующего материала в твердом состоянии, которая в свою очередь ограничена высотой жидкой ванны.

Еще есть способ обработки чугуна магнием, по которому магний в виде порошковой проволоки вводится в расплав чугуна со скоростью 1,8-2,2 м/с и интенсивностью подачи магния 90-140 г/с [7]. Недостатком этого способа является то, что подача проволоки происходит с определенной скоростью ввода, поскольку скорость ограничена несколькими параметрами - уровнем металла в ковше, температурой расплава и диаметром проволоки (или толщиной оболочки и изменением температуры стальной оболочки во времени, если это порошковая проволока), поэтому при их изменении, возможно, увеличить скорость ввода проволоки, но как показывает практика не всегда достигается необходимая интенсивность ввода и степень усвоения материала.

Наиболее распространенным способ введения легирующих материалов в жидкий металл, является способ, при котором проволока диаметром 3 - 20 мм вводится в объем металла со скоростью 2,5 - 50 м/с, путем размотки её с барабана специальным устройством, а расплав в ковше перемешивается или инертным газом, подаваемым через пробку в днище ковша или через погруженный в расплав стопор, или индукционным методом [8]. При этом скорость введения проволоки ограничена теми же параметрами, что и в предыдущих способах, поскольку для получения оптимальных результатов расплавления проволоки (или оболочки проволоки и высвобождение наполнителя, если это порошковая проволока) должно проходить при движении проволоки вниз прямо у днища ковша. Изменение какого-либо параметра без соответствующего изменения другого, приводит либо к тому, что проволока упирается в днище ковша, что приводит к изменению его траектории и движения вверх под влиянием выталкивающей силы, либо к уменьшению глубины проникновения материала в твердом состоянии, что отрицательно сказывается на усвоении вводимого материала.

Как видно из литературного обзора введение проволоки в железоуглеродистый расплав требует новых, усовершенствованных способов её ввода.

**Цель статьи.** Усовершенствовать способ введения проволоки, ленты в жидкий железоуглеродистый расплав.

**Изложение основного материала.** Для усовершенствования способа ввода проволоки или ленты в железоуглеродистый расплав, с одновременным его перемешиванием, перед вводом проволоки (ленты) в расплав её деформируют. При этом деформацию осуществляют пережатием проволоки (ленты) до толщины в местах её деформации около 4-6 мм (рисунок 1).

Деформация проволоки (ленты) позволяет повысить её скорость ввода, поскольку в данном случае она определяется такими параметрами, как: диаметр проволоки (толщина ленты или толщина оболочки, если это порошковая проволока), температура и уровень расплава в ковше. Оставляя неизменными температуру и высоту расплава, которые определяют время расплавления проволоки (ленты) (или оболочки проволоки (ленты), если это порошковая проволока (лента)) и место высвобождения наполнителя, соответственно, скорость введения проволоки (ленты) в металлический расплав повышают за счет уменьшения толщины проволоки (ленты) в местах деформации.

Если деформацию осуществляют пережатием проволоки (ленты), то места пережатия проволоки (ленты) расплавляются быстрее, благодаря чему проволока (лента) распадается на определенные «капсулы», которые распространяются во всем объеме расплава, что обеспечивает увеличение степени усвоения вводимого материала.

Толщина мест пережатия проволоки (ленты) позволяет регулировать скорость расплавления мест пережатия и максимальную глубину введения проволоки (ленты) в расплав, от которых зависит скорость введения проволоки (ленты).

На рисунке 2 показана схема реализации предлагаемого способа введения проволоки (ленты) в металлический расплав.

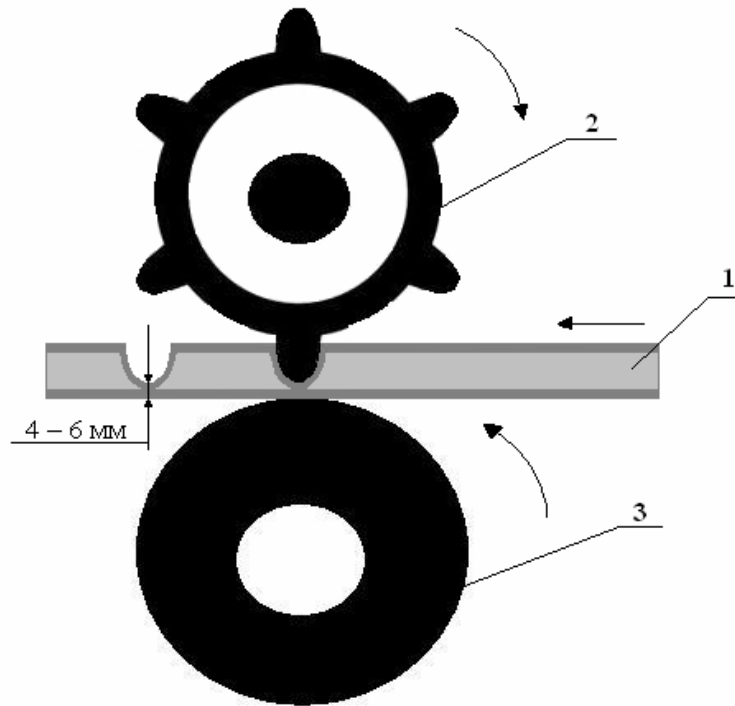


Рис. 1 – Принципиальная схема пережатия проволоки: 1 – проволока; 2 – зубчатое колесо; 3 – вал

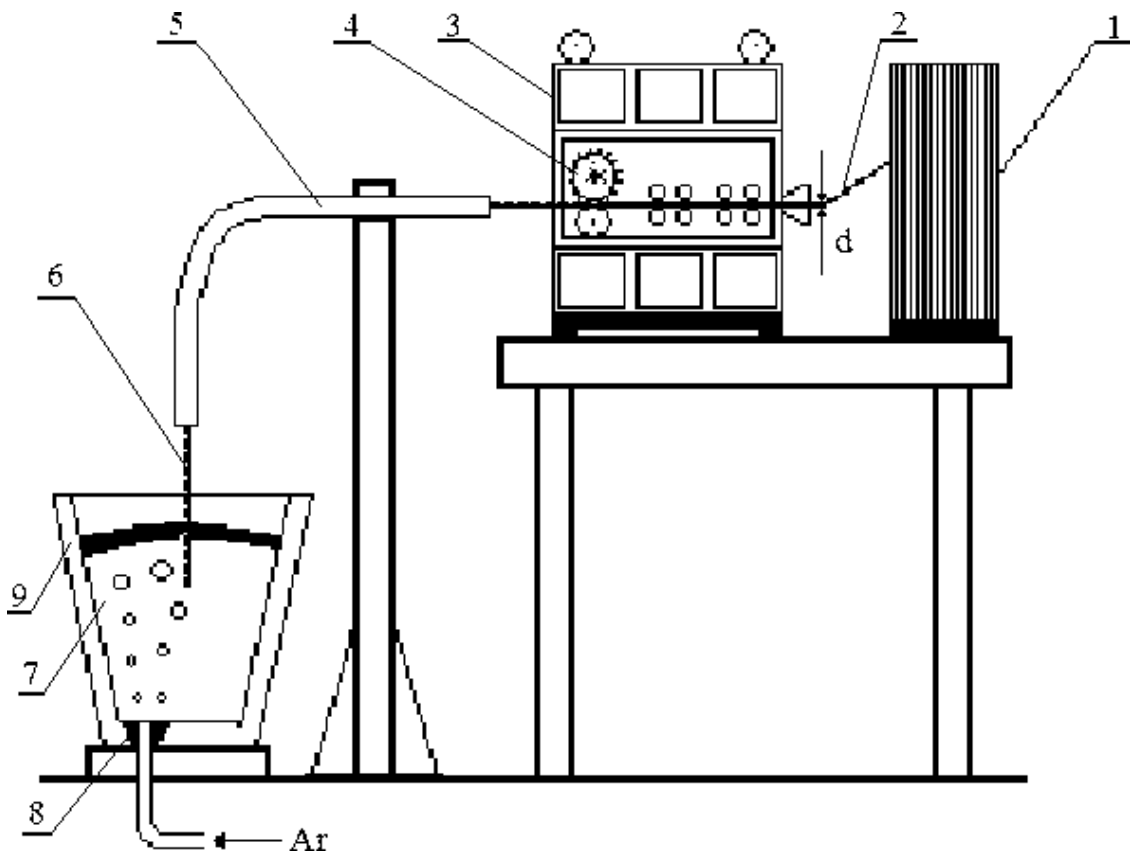


Рис. 2 – Схема реализации способа введения проволоки (ленты) в металлический расплав

Предлагаемый усовершенствованный способ внепечной обработки расплавов осуществляется таким образом: в сталеплавильном агрегате выплавляют сталь нужной марки и выпускают её в ковш, выполняя раскисление и другие необходимые технологические операции. Введение проволоки (ленты) в металл производят путем размотки из бунта 1 проволоки (ленты) 2 диаметром  $d = 0,014$  м (толщина  $h$ ) и подают её через трайб-аппарат 3, со встроенным сменным зубчатым колесом 4 (перед выходом проволоки (ленты) с трайб-аппарта) в направляющую трубку 5, с которой деформированная проволока (лента) 6 подается в объем жидкого металла 7. Одновременно с подачей проволоки (ленты) в металл, его перемешивают, например, инертным газом через пористую пробку 8 в днище ковша 9.

Зубчатое колесо, с высотой зубьев 8 - 10 мм, обеспечивает пережатия проволоки (ленты) необходимое для скорости введения проволоки 10 - 30 м/с соответственно.

Сравнение результатов полученных известным способом [8] и предлагаемым показаны в таблице.

Таблица

Сравнение результатов известным способом [8] и предлагаемым

Способ	Скорость введения проволоки, м/с	Диаметр проволоки, м	Толщина мест пережатия проволоки, м	Интенсивность ввода, м <sup>3</sup> /с
Известный	10	0,005	-	0,0002
Предлагаемый	10	0,014	0,006	0,0015
	20	0,014	0,005	0,0031
	30	0,014	0,004	0,0046

Интенсивность ввода проволоки (ленты) повышается за счет увеличения скорости ввода проволоки (ленты), благодаря сокращению времени расплавления деформированных мест проволоки (ленты), и рассредоточение «капсул» в железоуглеродистых расплаве.

Введение проволоки (ленты) в жидкое железоуглеродистых расплав предлагаемым способом по отношению к известному позволяет увеличить скорость ввода в 2-3 раза, а интенсивность ввода - на порядок.

Применение способа позволит достичь значительного экономического эффекта благодаря повышению скорости и интенсивности ввода проволоки (ленты) в железоуглеродистый расплав, а также увеличению степени усвоения вводимого материала за счет расплавления проволоки непосредственно у дна ковша.

#### Выводы

1. Разработанный способ ввода проволоки (ленты) в железоуглеродистый расплав запатентован в Украине Патент на изобретение № 98579 от 25.05.2012г.
2. Применение способа позволяет повысить скорость ввода в 2-3 раза, а интенсивность ввода проволоки (ленты) в железоуглеродистый расплав – на порядок.
3. Использование усовершенствованного способа ввода проволоки (ленты) в расплав позволяет увеличить степень усвоения вводимого материала за счет расплавления проволоки непосредственно у дна ковша, за счет чего достигается значительная экономия вводимого материала.

#### Список использованных источников:

1. Современные методы ввода модификаторов в расплавы чугуна и стали / В.И. Жучков [и др.] // Сб. докладов Литейного консилиума №1 «Модифицирование как эффективный метод повышения качества чугунов и сталей». – Челябинск, 2006. – С. 52-57.
2. Прецизионная обработка металлургических расплавов / Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко, И.А. Павлюченков, В. Ю. Болотов. – М.: Теплотехник, 2007. – 424 с.
3. Дюдкин Д.А. Особенности усвоения кальция из порошковой проволоки с комплексным наполнителем СК40 / Д.А. Дюдкин, В.В. Кисиленко // Металл и литье Украины. – 2009. –

№ 1-2. – С. 20-23.

4. Пат. 67016 Україна, МПК С21С 7/00. Дріт для позапічної обробки металургійних розплавів / Д.О. Дюдкін, С.Ю. Бать, В.В. Кисіленко, В.П. Оніщук, Ю.Т. Шевченко; ВАТ «Завод «Універсальне обладнання». – 2003043858; заявка 25.04.2003; опубл. 16.05.2005, Бюл. № 5.
5. Пат. 44822 Україна, МПК С21С 7/00. Дріт для обробки рідких металів кальцієм / Д.О. Дюдкін, С.Ю., Кисіленко; Дюдкін Д.О. та Кисіленко В.В. – u200905905; заявка 09.06.2009; опубл. 12.10.2009, Бюл. № 19.
6. Patent JP51114692 Japan, (IPC1-7): H01R5/04. Cable conductor same-radius connecting process / Kasahara, Toshio; SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO LTD. - JP1975000038784; application 31.03.1975; publ. 08.10.1976.
7. Пат. 6710 Україна, МПК С21С 1/00. Спосіб позапічної обробки чавуну магнієм / М.А. Овчинніков [та інш.]; Донецький науково-дослідницький інститут чорної металургії. – 93080837; заявка 26.01.1993; опубл. 29.12.1994, Бюл. № 8-I.
8. Patent 3729309 United States, IPC C22C 1/06, 33/00. Method for adding alloying elements to molten metal's / Takaho Kawawa; Nippon Kohan Kabushiki Kaisha. – 15339; application 02.03.1970; publ. 24.04.1973.

**Bibliography:**

1. Modern methods of entry modifiers to melt iron and steel / V.I. Juchkov [etc.] // Proceedings of the Foundry consultation number 1, "Modifying an effective method of improving the quality of cast iron and steel". – Chelyabinsk, 2006. – S. 52 – 57. (Rus.)
2. Precision machining of steel melts / D.A. Dyudkin, V.V. Kisilenko, I.A. Pavlyuchenko, V.Y. Bolotov. – М: Teplotekhnik, 2007. – 424 p. (Rus.)
3. Dyudkin D.A. Features of the absorption of calcium cored wire filled with complex SK40 / D.A. Dyudkin, V.V. Kisilenko // Metal and Casting of Ukraine. – 2009. – № 1-2. – S. 20-23. (Rus.)
4. Patent 67016 Ukraine, IPC C21C 7/00. Wire for ladle treatment of metallurgical melts / D.O. Dyudkin, S.Y. Bat, V.V. Kysilenko, V.P. Onischuk, Y.T. Shevchenko, JSC "Plant" Universal Equipment. "- 2003043858, application 25.04.2003, publ. 16.05.2005, Bull. number 5. (Ukr.)
5. Patent 44822 Ukraine, IPC C21C 7/00. Дріт для обробки рідких металів кальцієм / Д.О. Дюдкін, В.В. Кисіленко; Dyudkin D.O. and Kysilenko V.V. – u200905905; application 09.06.2009; publ. 12.10.2009, Bull. number 19. (Ukr.)
6. Patent JP51114692 Japan, (IPC1-7): H01R5/04. Cable conductor same-radius connecting process / Kasahara, Toshio; SHOWA ELECTRIC WIRE & CABLE CO LTD. - JP1975000038784; application 31.03.1975; publ. 08.10.1976.
7. Patent 6710 Ukraine, IPC C21C 1/00. Method ladle treatment of iron magnesium / М.А. Овчинніков [and others]; Donetsk Scientific-Research Institute of Ferrous Metallurgy. – 93080837, application 26.01.1993, publ. 29.12.1994, Bull. number 8-I. (Ukr.)
8. Patent 3729309 United States, IPC C22C 1/06, 33/00. Method for adding alloying elements to molten metal's / Takaho Kawawa; Nippon Kohan Kabushiki Kaisha. – 15339; application 02.03.1970; publ. 24.04.1973.

Рецензент: С.Л. Макуров  
д-р техн. наук, проф., ГВУЗ «ЛПТУ»

Статья поступила 17.05.2013