

## ЛИТЕЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА ДЕТАЛЯХ МАШИН

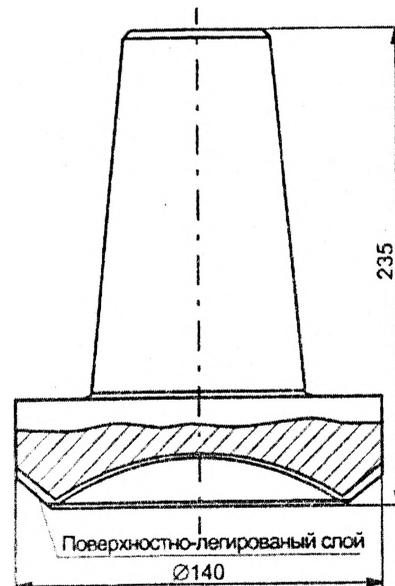
Г. Г. КРУШЕНКО, д. т. н., *Институт вычислительного моделирования СО РАН, Красноярск*  
Ю. А. ТАЛДЫКИН, к. т. н., *Красноярская государственная академия цветных металлов и золота*  
Г. М. ЗЕБР, к. т. н., *Красноярский государственный технический университет*

Традиционно применяемые способы увеличения срока службы деталей, работающих в условиях повышенных трибологических нагрузок, обеспечивают высокую износостойкость за счет наплавки на рабочую поверхность слоя с повышенными физико-механическими характеристиками. Достаточно часто они реализуются "вручную". С использованием литейной технологии разработан менее трудоемкий способ [1, 2] получения наплавленного упрочненного поверхностного слоя. Сущность способа заключается в том, что в то место литейной формы, где формируется изнашиваемая поверхность, устанавливается заранее изготовленная из наплавочных порошков вставка, которая при заливке в форму металла расплавляется, образуя на поверхности отливки легированный высокопрочный слой с повышенной по сравнению с основным металлом износостойкостью.

По одной из технологий при получении деталей из стали 35Л, работающих в условиях высокого изнашивания, вставки готовили прессованием легирующей композиции, состоящей из наплавочного порошкового сплава ПГ-СР4 (60-70 %), синтетической смолы СФП-011Л (2,0-5,0 %), ультрадисперсного порошка (УДП) карбонитрида титана TiCN (до 0,06 %), полученного методом плазмохимического синтеза, и ацетона (остальное). В процессе заливки металла в форму на поверхности отливки в результате расплавления порошкового сплава и последующего его затвердевания формировался упрочненный слой толщиной порядка 5-7 мм. В результате введения в легирующую композицию УДП TiCN, частицы которого, во-первых, служат центрами кристаллизации, что приводит к измельчению структуры формирующегося слоя, и, во-вторых, работают как дисперсионные упрочнители [1], твердость (по Роквеллу) легированного слоя повысилась на 36,9 % по сравнению с композицией без УДП, составляющей 32,5-44,5 HRC. Одновременно повысилась и микротвердость у твердого раствора слоя от 2750 до 39500 МПа (на 41,8 %). При этом относительная износостойкость (стойкость при газоабразивном износе, угле атаки 90°, абразив - кварцевый песок; износостойкость стали 35Л принята за единицу) возрастает на 45,8 % по сравнению с легированным слоем, сформировавшимся из композиции, не содержащей УДП.

Полученные результаты использовали при литье стальных кернов (см. рис.) - рабочих органов коловцевого крана (длина 235 мм, диаметр рабочей части 140 мм, масса 10 кг, по 2 шт. на кран), которые служат для выемки стальных слитков массой 9 т из сталеразливочных изложниц, транспортировки их к коловцевым нагревательным печам, последующей выемки и транспортировки нагретых слитков к прокатному стану.

Помимо силового (масса слитков до 9 т) и температурного (слиток нагревается до 1273 К) воздействия в процессе эксплуатации керна испытывает изнашивающие воздействия. При выемке из изложниц и транспортировке к нагревательным печам холодных слитков, литейная корочка которых имеет высокую твердость, рабочая кромка керна подвергается смятию. В результате контакта с поверхностью нагретого слитка керна испытывает высокотемпературное воздействие. При интенсивном режиме работы керны перегреваются и их периодически охлаждают, погружая клеветину, в которой закреплены керны, в резервуары с холодной водой. Керна при этом подвергается резким теплосменам, что ведет к растрескиванию его рабочей поверхности и выходу из строя.



Керна коловцевого крана

Обычно на металлургическом комбинате используют керны, отштампованные из углеродистой стали или полученные литьем по выплавляемым моделям из сложнолегированного сплава 30X25H10TCL, с последующей наплавкой рабочей поверхности электродом из стали Э-70ХЗСМТ. Однако такие керны удовлетворительно работают с холодными слитками, но при контакте с нагретыми у них охрупчиваются рабочие кромки. Поскольку основой обоих сплавов является железо, на рабочих поверхностях кернов появляется

железная окалина, в связи с чем износ носит коррозионный характер. При этом также по причине идентичности химического состава окалины керны и слитка происходит их схватывание, что ведет к залипанию рабочей поверхности керны железной окалиной и снижению надежности захвата холодного слитка. Поэтому материал рабочей поверхности керны помимо высоких прочностных характеристик должен обладать и высокими жаропрочностью и антикоррозионными свойствами. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают сплавы на основе никеля, но они дорогие и дефицитные. Тем не менее использование таких сплавов возможно в случае применения технологии поверхностного легирования. Для получения кернов, рабочая поверхность которых должна противостоять указанным воздействиям, выбрали легирующий наполнитель упрочняющего состава, содержащий 96,54 % порошкового никелевого сплава ПГ-СР4 (основа), 0,40 % наплавочного порошка ПН70ЮЗО, 0,06 % УДП TiCN и 3,0 % жидкого стекла. Из этой композиции путем прессования и последующего отверждения углекислым газом готовили вставки, которые устанавливали в разовую литейную форму. Затем заливали ее сталью 35Л. Отлитые керны подвергали нормализации для снятия литейных напряжений. Исследование макрошлифа головки керны, т.е. его рабочей части, показало, что толщина поверхностного легированного слоя в среднем составляет 10 мм, а его твердость достигает 43 HRC.

Отлитыми кернами оснащены выпускаемые на Красноярском заводе "Сибтяжмаш" колодцевые краны, которые эксплуатировались на Днепровском металлургическом комбинате. Срок службы керны легированным слоем составлял не менее 25 ч, тогда как серийного ковального с наплавкой электродом Э-70ХЗСМТ - только 16ч (в 1,56 раза меньше).

Результаты исследования микроструктуры поверхностно-легированного слоя показали, что в расплавленном порошковым материале полностью отсутствуют какие-либо дефекты, этот слой характеризуется мелкокристаллическим однородным строением и меж-

ду слоем, сформировавшимся из порошка, и основным металлом, имеется диффузионная зона. Эти особенности и объясняют повышенную износостойкость поверхностно-легированного слоя. Согласно оценочным расчетам, при реализации разработанной технологии расход электроэнергии не превышает расхода при газопорошковой наплавке. Металл плавят в дуговой сталеплавильной печи сразу для заливки нескольких сотен деталей (в данном случае кернов) в заранее изготовленные формы, что, кстати, снижает и трудоемкость. Расход порошка можно считать практически одинаковым в обеих технологиях. К тому же изготовление деталей литьем в разовые песчаные формы является практически самым недорогим видом производства.

По такой же технологии из стали 35Л отливали била (габаритные размеры 124x305 мм, толщина рабочей части 44 мм, масса 14,3 кг) углеразомольных агрегатов. Твердость поверхностно-легированного слоя (общей площадью 124x160 мм, толщиной 8 мм) при этом составила 48-50 HRC, а срок службы при эксплуатации на Алма-Атинской ТЭЦ увеличился в 1,5 раза по сравнению с билами, отлитыми из такой же стали, с поверхностью, наплавленной сормайтотом (слой 10-12 мм). С применением разработанной технологии можно формировать износостойкий слой на рабочих поверхностях зубьев ковша экскаватора, буровых коронок, забурников, гусеничных траков и др.

#### Литература

1. А. с. 1407653, 1437128 (СССР).
  2. Крушенко Г.Г. Нанопорошки химических соединений - средство повышения качества металлоизделий и конструкционной прочности // Заводская лаборатория. 1999. Т. 65. № 11. С.42—50.
- Журнал "Технология машиностроения", № 5, 2001.*

*По мнению редакции журнала "Инженер-механик" данная технология заслуживает внимания специалистов УПО "Беларуськалий" для изготовления резцов горнопроходческих комбайнов.*

## ЗНАМЕНАТЕЛЬНЫЕ ДАТЫ

### ИЮНЬ

**8.06.** 470 лет назад скончался пророк Мухаммед (Магомет), основатель ислама.

**9.06.1931** - между Москвой и Петербургом начал курсировать первый в стране фирменный поезд "Красная стрела".

**10.06.** 170 лет назад родился Николаус Август Отто (ум. 1891), немецкий конструктор, создавший 4-тактный двигатель внутреннего сгорания.

**11.06.** 35 лет назад родился Шарль Фабри (ум. 1945), французский физик, член Парижской АН.

Открыл в стратосфере слой озона.

**14.06.1871** - родился Федор Васильевич Токарев (ум. 1968), конструктор стрелкового оружия (пистолет ТТ и др.), Герой Социалистического Труда, лауреат Государственной премии СССР.

**22.06.** 190 лет назад полчища Наполеона вторглись в Россию.

**22.06.** 115 лет со дня рождения Густава Людвиг Герца (ум. 1975), немецкого физика, лауреата Нобелевской премии.

**23.06.** 90 лет назад родился Алан Тьюринг (ум. 1954), английский

математик, работы которого послужили основой для создания современных ЭВМ.

**26.06.1836** - в ночь с 26 на 27 июня умер французский военный инженер, поэт и композитор Клод Жозеф Руже де Лиль (род. 1760), автор "Марсельезы". Писал гимны, песни, романсы, оперные либретто.

**27.06.** 125 лет назад родился Чарльз Гловер Баркла (ум. 1944), английский физик, осуществивший поляризацию рентгеновских лучей, лауреат Нобелевской премии.