



Рис. 2. Влияние различных борсодержащих компонентов в порошковой проволоке на микротвердость наплавленного чугуна: 1 — B_4C ; 2 — B ; 3 — BN ; 4 — B_2O_3 ; 5 — $Fe-Cr-B$

лавленном металле (рис. 1, з, д). На основании проведенного металлографического анализа можно утверждать, что по степени влияния на полноту протекания мартенситного превращения легирующие борсодержащие добавки могут быть расположены в следующем порядке: ФХБ- B_4C -аморфный B - B_2O_3 - BN . В зоне сплавления исследованных наплавленных образцов имеются участки мартенсита игольчатого строения. Однако в случае использования B_4C и лигатуры ФХБ образуется не крупноигольчатый мартенсит, а дисперсный, с отдельными

Results are given of experimental investigations of the influence of various powder-like boron-containing materials (amorphous boron, boron nitride, boron trioxide, boron carbide and iron-chromium-boron master alloy) in the composition of self-shielding flux-cored wire on the structure, hardness and crack resistance of high-carbon deposited metal. It is shown that the deposited metal alloyed with boron, using iron-chromium-boron maser alloy, has the most favourable physico-mechanical properties.

участками бейнита, что возможно также препятствует зарождению и развитию микротрещин.

Столь существенные различия во влиянии борсодержащих шихтовых материалов в порошковой проволоке на трещиностойкость и микроструктуру при одной и той же концентрации бора в наплавленном металле возможно связано с воздействием на условия кристаллизации металла сварочной ванны других химических элементов, входящих в состав исследованных легирующих добавок.

Установлено (рис. 2), что изменение твердости наплавленного металла происходит в относительно узком (0,05...0,15 %) интервале концентрации бора и мало зависит от типа борсодержащего материала сердечника порошковой проволоки за исключением лигатуры ФХБ. В последнем случае с увеличением содержания лигатуры ФХБ в порошковой проволоке (а следовательно, рост концентрации бора в наплавленном металле) изменение твердости происходит более плавно по сравнению с вариантами использования других исследованных борсодержащих материалов. При этом положительным фактором является то, что колебания значений коэффициента заполнения порошковой проволоки, имеющие место при ее изготовлении, не будут оказывать существенного влияния на твердость наплавленного металла. С этой точки зрения, а также учитывая благоприятное воздействие лигатуры ФХБ на структуру и трещиностойкость наплавленного металла, ее использование в качестве источника микролегирования бором следует считать более предпочтительным по отношению к другим исследованным борсодержащим компонентам.

1. Бор, кальций, ниобий и цирконий в чугунах и сталях / Под ред. С. М. Винарова. — М.: Металлургиздат, 1961. — 460 с.
2. Кривчиков С. Ю. Разработка технологии износостойкой наплавки чугунных коленчатых валов двигателей внутреннего сгорания самозащитной порошковой проволокой: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Киев, 1990. — 16 с.

Поступила в редакцию 08.01.2004

ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины



Г. В. Жук (ИЭС) 25 февраля 2004 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Основные закономерности влияния теплофизических условий кристаллизации металла при электронно-лучевой плавке на структуру и свойства слитков».

Диссертация посвящена определению теплофизических закономерностей формирования

структуры слитка при электронно-лучевой плавке с промежуточной емкостью (ЭЛПЕ) в условиях высоких скоростей охлаждения при кристаллизации расплава и разработке на этой основе оптимизированных режимов выплавки слитков.

Установлены закономерности формирования кристаллического строения слитков титановых и никелевых сплавов при ЭЛПЕ с учетом скоростей охлаждения и кристаллизации расплава в кристаллизаторе, градиента температуры на фронте затвердевания.

Методами математического моделирования определены зависимости теплофизических условий затвердевания металла слитков титановых сплавов в кристаллизаторе от технологических параметров ЭЛПЕ: производительности процесса, час-

тоты технологического цикла, мощности и распределения электронно-лучевого нагрева. Установлено, что снижение мощности электронно-лучевого нагрева и смещение его максимума на периферию слитка позволяет повысить скорость охлаждения расплава более чем в 10 раз, скорость кристаллизации — в 30 раз. Определены технологические режимы ЭЛПЕ титановых сплавов с удельной мощностью нагрева металла в кристаллизаторе $(1,5...2) \cdot 10^5$ Вт/м², обеспечивающие твердожидкое состояние поверхности слитка в кристаллизаторе и максимальные скорости охлаждения расплава.

Экспериментально установлено, что рассчитанные технологические условия позволяют получать в слитках титанового сплава $Ti-6Al-4V$ как круглого, так и прямоугольного сечений равноосную структуру по всему сечению слитка при гомогенном распределении легирующих элементов, структурных и фазовых составляющих. Установлено также, что гомогенная структура в слитках-слябах титанового сплава обеспечивает высокий уровень и изотропность механических свойств.

Определены пути дальнейшего повышения скорости охлаждения металла в процессе ЭЛПЕ — кристаллизация расплава в микрообъемах. Предложен новый метод диспергирования расплава из промежуточной емкости с помощью вращающегося с частотой до 2500 об/мин барабана-диспергатора (ЭЛДРЕ). Разработана математическая модель формирования слитка из диспергированного расплава с использованием принудительного охлаждения слитка. Установлено, что в процессе



ЭЛДРЕ достигаются скорости охлаждения расплава при кристаллизации до 10^3 К/с. Высокие скорости охлаждения, характерные для ЭЛДРЕ, позволяют получать слитки жаропрочных сплавов с ультрамелкой структурой, волокнистые композиционные материалы с минимальной толщиной прослойки на границе волокно – матрица, соединять слитки титановых сплавов без плавления кромок.

Проведенные исследования структурообразования слитков в широком диапазоне скоростей охлаждения расплава при электронно-лучевых процессах с применением промежуточной емкости позволили оптимизировать технологические параметры плавки. Разработана и принята в производство технология выплавки методом ЭЛПЕ слитков-слябов титанового сплава Ti-6Al-4V с равноосной структурой и изотропными механическими свойствами. Структура является оптимальной для последующей прокатки слябов и получения листа.

Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины



В. А. Бродовой (ИЭС) 18 февраля 2004 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Определение циклической долговечности элементов сварных конструкций в условиях торможения трещины усталости».

Диссертация посвящена решению научной проблемы обеспечения работоспособности сварных конструкций с преждевременно возникшими трещинами усталости. Показано, что одним из возможных путей увеличения циклической долговечности материалов и несущих элементов конструкции служит торможение трещины усталости за счет наведения перед ее вершиной поля остаточных напряжений сжатия. Экспериментально показано, что остаточные напряжения, которые устанавливаются под воздействием циклического нагружения в зонах концентратора или трещины усталости, взаимодействуют с искусственно наведенными и формируют новое поле напряжений, ответ-

ственное за дальнейшее развитие трещины. Исследования полей остаточных напряжений осуществляли усовершенствованным акустическим неразрушающим методом.

С целью определения эффективности торможения трещины усталости искусственным наведением полей сжимающих напряжений перед ее вершиной проведены соответствующие испытания образцов на циклическую трещиностойкость. Испытывали плоские образцы из стали СтЗсп и алюминиевого сплава Д16АТ с предварительно выращенной усталостной трещиной. Перед вершиной трещины усталости наводили сжимающие остаточные напряжения локальными обработками взрывом, точечным нагревом или точечной наплавкой. По результатам таких экспериментов построены кинетические диаграммы усталостного разрушения (КДУР), которые состоят из двух частей. Первая ветвь отображает кинетику усталостного разрушения при развитии трещины без ее торможения. Вторая ветвь диаграммы имеет иной угол наклона и отображает кинетику усталостного разрушения с момента торможения. Из КДУР также видно, что наведение в зоне вершины трещины сжимающих остаточных напряжений существенно снижает скорость роста трещины.

Введено понятие коэффициента эффективности торможения усталостной трещины. Установлена корреляционная зависимость этого коэффициента от значения и характера распределения наведенных остаточных напряжений сжатия. На этой основе предложен экспериментально-расчетный метод определения долговечности элементов конструкций с трещиной усталости, которая развивается в поле остаточных напряжений сжатия, наведенных для ее торможения. Разработан ряд оригинальных программ для обеспечения соответствующего алгоритма, что позволяет выполнять необходимые расчеты на ПК.

Предложенный метод апробирован на базе экспериментальных исследований циклической трещиностойкости крупномасштабных образцов из стали СтЗсп и алюминиевого сплава Д16АТ при торможении трещины остаточными напряжениями сжатия, которые наводились за счет локальных упрочняющих обработок.

УДК 621.79(088.8)

ПАТЕНТЫ В ОБЛАСТИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА*

Многофункциональное устройство к сварочному аппарату, включающее блок питания и блок управления со схемой ограничения напряжения холостого хода, отличающееся тем, что в его компоновочную схему введено два блока силовых тиристоров. Приведены и другие отличительные признаки. Патент Украины 44659. В. М. Коломиец [8].

Установка для дуговой сварки и наплавки порошковым электродом, отличающаяся тем, что она дополнительно оснащена роликами бочкообразной формы, которые установлены на вылете порошковой ленты ниже зоны подогрева, причем ширина ролика составляет $B = h - e$, где B – ширина ролика, мм; h – ширина порошковой ленты, мм; e – эмпирический коэффициент, зависящий от размеров замков ленты. Патент Украины 58855А. В. Д. Кассов, В. В. Чигарев, А. П. Литвинов, И. В. Валенко (Приазовский ГТУ) [8].

Способ восстановления зубчатых колес, отличающийся тем, что механическое удаление слоя металла, находящегося под зубьями, проводят на глубину, составляющую 0,45...0,50 модуля зуба, потом обеспечивают предварительный подогрев наплавляемой поверхности вала до температуры 250 °С, послонно по винтовой линии наплавляют поверхность до необходимого диаметра вала с учетом технологического припуска и термически обрабатывают наплавленный вал путем нагрева до тем-

пературы 750...800 °С, выдержки 24 ч в печи и охлаждения с печью в течение 24 ч. Патент Украины 59110А. Э. А. Кузнецов, А. И. Гедрович [8].

Устройство для регулирования мощности в зоне наплавки, отличающееся тем, что оно оснащено двумя сжимающими плитами – нижней неподвижной и верхней вертикально перемещающейся относительно индуктора, а в торце диска установлены одновременно тепловой и регулируемый по мощности электромагнитного поля в зоне наплавки электромагнитные экраны. Приведены и другие отличительные признаки. Патент Украины 58943А. О. Н. Шаблій, Ч. В. Пулька (Тернопольский ГТУ им. И. Пулюя) [8].

Состав электродного покрытия для наплавки изделий из высокомарганцевистой стали, отличающийся тем, что дополнительно содержит карбоксилметилцеллюлозу, ферроитрий, доломит, ильменитовый концентрат при следующем соотношении компонентов, мас. %: 7,0...10,7 плавикового шпата; 1,0...1,5 графита; 38,0...40,3 марганца; 3,0...4,0 слюды; 11,0...13,0 мрамора; 21,25...26,0 высокоуглеродистого феррохрома; 1,0...2,0 клея; 0,15...0,25 ферроитрия; 3,0...5,0 доломита; 5,0...6,5 ильменитового концентрата. Патент Украины 59395. В. В. Рюмин, Л. А. Солнцев, Г. В. Рюмин и др. (Харьковский ГАДТУ) [9].

Порошковая электродная проволока для сварки и наплавки стальных изделий, отличающаяся тем, что в состав шихты

*Приведены сведения о патентах Украины, опубликованных в бюллетенях «Промислова власність», № 8-12, 2003 г., в квадратных скобках указан номер бюллетеня.