

сопровождается снижением величины Q примерно в 5 – 6 раз (с 260 до 50 Дж/моль для 293°K и с 334 до 50 Дж/моль для 393°K). Из полученных результатов следует, что при проскальзывании на уровне 20% и нормальном нагружении 20 кг, рост скорости вращения сопровождается снижением Q . Учитывая, что испытываемые образцы из стали железнодорожного колеса обладали структурой, подобной при формировании участка «белого слоя», полученные результаты подтверждаются поведением колес при эксплуатации. Для железнодорожных колес типа КП-Т, с повышенным содержанием углерода, обнаруживаются более частые случаи формирования поверхностных повреждений, по сравнению с колесами КП-2. Действительно, если процесс формирования ползуна при эксплуатации колеса связать с проскальзыванием, то величина снижения Q позволит хотя бы качественно подтвердить рассматриваемые положения. С этой целью, были проведены исследования по определению Q для стали 60 в состоянии близком колесам типа КП-2.

Для образцов из стали колеса КП-2 было обнаружено, что при температуре 293°K и проскальзывании 10%, возрастание v от 300 до 500 мин⁻¹, сопровождается снижением Q до 30% (с 534 до 364 Дж/моль). При проскальзывании 20%, величина снижения Q составляла те же 30%, хотя абсолютные значения несколько разнятся. Так, для скорости оборотов 300 мин⁻¹ увеличение проскальзывания с 10 до 20% приводит к снижению Q примерно на 6-7%, в то время как при 500 мин⁻¹ указанная характеристика достигает уже 2 раз.

Приведенное различие в характере изменения величины Q обусловлено, в действительности, особенностями поведения металла, с различным внутренним строением. Подтверждается это изменением поверхностной твердости образцов до и после накатывания. Так, после 600 циклов накатывания с проскальзыванием 10%, сохраняется снижение поверхностной твердости на 5 - 7%. Для образцов в состоянии после охлаждения на воздухе, независимо от величины проскальзывания, уже нескольких десятков циклов достаточно для монотонного прироста твердости.

Следовательно, наблюдаемый характер изменения твердости, в действительности определяется условиями нагружения металла и связанной с ними величиной Q .

ПОВЫШЕНИЕ ЛИТЕЙНЫХ, МЕХАНИЧЕСКИХ И СЛУЖЕБНЫХ СВОЙСТВ ВТОРИЧНЫХ СИЛУМИНОВ

Волчок И.П., Скуйбеда Е.Л., Лютова О.В., Широкобокова Н.В.
(Запорожский национальный технический университет)

Volchok I., Skuibida O., Lyutova O., Shirokobokova N. Improve of casting, mechanical and service properties of secondary silumins

Perspective technologies of refining-modifying, heat and laser treatments of secondary Al-Si alloys have been shown.

Основными недостатками вторичных алюминиевых сплавов являются повышенная пористость и значительная концентрация железа и других примесных элементов. Интерметаллиды на основе железа (Al_5SiFe , Al_4Si_2Fe , Al_8Fe_2Si и др.) имеют пластинчатую форму, что приводит к снижению литейных и механических свойств силуминов. Рафинирующе-модифицирующая обработка жидкого металла позволяет изменить форму железистых интерметаллидов на более компактную (без снижения их количества) и достичь существенного увеличения значений прочности и пластичности сплавов.

Повышенное содержание интерметаллидов снижает скорость диффузионных процессов при термической обработке, в связи с чем стандартные режимы закалки и старения для вторичных силуминов нельзя считать оптимальными. В ряде работ показана возможность повышения износостойкости, усталостной прочности, коррозионной и кавитационной стойкости Al-Si сплавов в результате поверхностной лазерной обработки. При этом можно предположить, что наличие фаз на основе железа повышает степень твёрдорастворного упрочнения и эффективность лазерной обработки вторичных силуминов.

Цель работы заключалась в совершенствовании модифицирующей, термической и лазерной обработок с учётом структурных особенностей Al-Si сплавов, изготовленных из вторичного сырья.

При обработке вторичных силуминов рафинирующе-модифицирующими комплексами происходит трансформация фазы Al_5SiFe , кристаллизующейся в виде тонких вытянутых пластин, в соединение $\text{Al}_{15}(\text{FeMn})_3\text{Si}_2$. Указанная фаза обладает скелетообразным строением либо в виде огранённых частиц. На примере сплавов АК5М2 и АК6М2 показано, что морфологические изменения структуры в результате модифицирования привели к повышению твёрдости НВ на 23...31 %, предела прочности на 11...12 % и относительного удлинения на 26...67 %. Одновременно с повышением уровня механических свойств наблюдается возрастание жидкотекучести, линейной усадки и уменьшение балла газовой пористости сплава. Аналогичное позитивное влияние отмечается и для сварных соединений. Металл в этом случае наследует однородность и дисперсность фазовых составляющих модификатора.

Количественный металлографический анализ показал, что после закалки и старения интерметаллиды на основе железа изменяли форму, размер и распределение в матрице. Развитие указанных процессов определяло соотношение прочностных и пластических свойств вторичных силуминов. Характер изменения механических свойств от времени выдержки имел вид экстремальной зависимости. С увеличением содержания железа в сплаве положение максимума на кривых сдвигалось в сторону больших по длительности выдержек. Анализ полученных зависимостей позволяет выбирать требуемое соотношение свойств в зависимости от концентрации железа. Так, при содержании железа 0,5 масс. % наиболее высокий результат был получен после старения при выдержке 7 ч. На каждую 0,1 масс. % железа, при его содержании в сплаве более 0,5 масс. % было необходимо увеличивать время выдержки при старении на 0,5 ч.

Использование адаптированного к содержанию железа режима термической обработки после предварительного модифицирования привело к благоприятным структурным изменениям. На основании этого, для вторичного силумина АК8М3 наблюдалось повышение пределов прочности и текучести в среднем на 7...8 %, твёрдости (НВ) на 9 % и относительного удлинения на 10 %. При усталостных испытаниях обнаружено возрастание предела выносливости на 12 %, в том числе в малоцикловом диапазоне ($\epsilon=0,3$ %) на 30%.

В результате лазерной обработки сплава АК8М3 получили повышение поверхностной микротвёрдости в среднем в 1,7 раз и предела прочности в 3 раза по сравнению с твёрдым раствором на основе алюминия. Износостойкость вторичных силуминов в условиях абразивного изнашивания и сухого трения «метал по металлу» увеличивалась в среднем в 1,5...2 раза по сравнению с исходными сплавами. Скорость коррозии вторичных Al-Si сплавов в средах 3 % NaCl + 0,1 % H_2O_2 была в 5...7 раз, а в среде 10 % HCl на 2...3 порядка ниже, чем скорость коррозии сплавов без поверхностной обработки. При этом присутствие интерметаллидов Al_5SiFe приводило к увеличению скорости коррозии. На основании этого следует считать, что для вторичных сплавов на основе алюминия модифицирование является обязательной операцией, которая не только улучшает свойства материала, но и повышает эффективность дальнейшей обработки в

твёрдом состоянии. Это подтверждается существенным повышением качества вторичных силуминов в результате использования рафинирующее-модифицирующих, термических и лазерных обработок с учётом содержания наиболее вредной примеси в таких сплавах – железа.

О РОЛИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СОВРЕМЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Гастрок Й.Ф.¹, Лебедь Т.Е.², Пройдак С.В.²

(¹Zwick GmbH&Co.KG, ООО, ¹«Днепротест», представительство «Zwick GmbH&Co.KG», ²Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна)

Gastrock J., Lebed T., Proydak S. About the role of proof-of-concept equipment for a modern engineer

The use of park of modern proof-of-concept machines allows with the required exactness to carry out the choice of construction material, intended for making of concrete good taking into account his external environments.

В современных условиях, независимо от сложности выпускаемой продукции, унификация отдельных составляющих элементов предстает собой одно из направлений экономически обоснованной интенсификации технологических процессов. Прогрессирующее повышение требований по точности геометрических размеров, воспроизводимости комплекса свойств изготавливаемых изделий невозможно осуществить без разработки новых методик и испытательного оборудования. На основании этого, изготовление экономичных испытательных машин для оценки свойств по известным методикам и методам все в большей мере дополняется разработкой специализированных систем для решения особых задач при изучении характера поведения материалов в условиях, приближенных к реальной работе изделий. Современная механика, высокоточная электроника и ориентированное на пользователя программное обеспечение составляют основу указанных новых разработок и изготовления большинства испытательных машин.

Подвижной состав железнодорожного транспорта в процессе эксплуатации подвергается многочисленным внешним воздействиям, которые определяют гарантированную длительность безаварийной работы отдельных узлов и агрегатов. К одним из наиболее жестких условий эксплуатации могут быть отнесены железнодорожные вагоны для перевозки кокса. Повышенная температура загрузки кокса сразу после завершения большинства химических реакций в коксовой батарее приводит к неизбежному нагреву кузовных элементов вагона до достаточно высоких температур при одновременно негативном влиянии продуктов химических реакций. Значительная масса загружаемого кокса обеспечивает длительную выдержку при указанных температурах, что неизбежно сопровождается структурными изменениями внутреннего строения металла кузова вагона и, как следствие этого, изменением комплекса свойств. На основании приведенных условий работы, например, боковых стенок кузова, выбор марки стали изготовителем должен осуществляться с учетом стабильности свойств при нагреве и выдержке металла в течение определенной длительности в указанном температурном интервале, с возможным учетом влияния агрессивной среды химических соединений. В этом случае вполне обосновано изготовителем вагонов будут формулироваться конкретные требования по структуре и свойствам проката.

Одним из требований, которые предъявляются к металлическим изделиям,