

УДК 621. 547

В.Ю. Костыря, Ю.Н. Ушаков

ПРОБЛЕМАТИКА СВС–МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ С ПОВЫШЕННЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ АБРАЗИВНОМУ ИЗНОСУ

У статті подано результати аналізу оцінки можливості використання СВС– матеріалів, отриманих за допомогою литва, для виготовлення труб спеціального призначення, для використання в якості пульпометів або пожежних моніторів. За допомогою моделі неявних знань подано ймовірність заміни з крапки зору інформаційної єдності

В данной статье проведен комплексный анализ возможности применения литых СВС–материалов для изготовления труб специального назначения, использующихся в качестве пульпомётов и пожарных мониторов. При помощи модели неявных знаний показана преимуществом такой замены с позиций единого информационного пространства.

This text about a new SHS–material for the special rolling guns.

Введение

Немаловажную роль в техническом развитии играют так называемые высокотехнологичные объекты при изготовлении которых используются материалы с особыми свойствами. Так, отсутствие в нашей стране месторождений ряда легирующих и упрочняющих сталь элементов (вольфрама, хрома, молибдена) создает острую необходимость в разработке современного и узкоспециализированного металлопродукта, сбалансированного по критерию “стоимость–эффективность”.

Анализ проблемы и постановка целей статьи. Одной из важнейших проблем, отечественных машин и механизмов является выбор материала способного при незначительной себестоимости успешно противостоять сосредоточенному абразивному нагружению и пульсационным нагрузкам.

В настоящее время отечественное материаловедение материалов для труб специального назначения (пульпомётов, мониторов, стволов артиллерийских и метеорологических орудий) развивается по трем основным направлениям: сплавы (стали и чугуны); стали специального назначения; композиционные материалы.

Специфика рассматриваемых технических объектов заключается в том, что они, в процессе эксплуатации подвергаются многократных

чередующимися теплосмена, 1100°С–20°С, и значительного абразивного воздействия.

Первые две группы создавались последовательно в течение двух прошлых веков, и имеют схожие свойства и области использования. Следует отметить, что оптимально сконструированный технический объект, и материал эффективен в среднем 10–15 лет за это время он устаревает морально, а при правильной эксплуатации и физически, после чего необходимо разрабатывать новое, а не утилизировать или совершенствовать то, что зачастую давно устарело.

Потребность в системе повышения качества и надёжности привела к развитию “умных” материалов (“Smart” mat), которая являлась предметом интенсивных исследований в Западных странах. Для реализации системы «получение нового материала–профессионализм–неявные знания– реализация новых материалов» необходимо: чёткое сопоставление критериев технологичности и надёжности и их логическая обработка, распознавание угрозы и управление соответствующими механизмами структурной оценки. Как один из вариантов материалов для изготовления труб специального назначения можно рассматривать литые металлокомпозиционные материалы, полученные по методу СВС. Применение самораспространяющегося высокотемпературного синтеза даёт возможность получить материал на основе таких «классических» конструкционных материалов как алюминий, титан или сталь, а высокие температуры СВС позволяют в качестве противабразивного упрочнителя различные рекомбинации высокоизносостойких керамических соединений от шпинелей и корундов до монокристаллов.

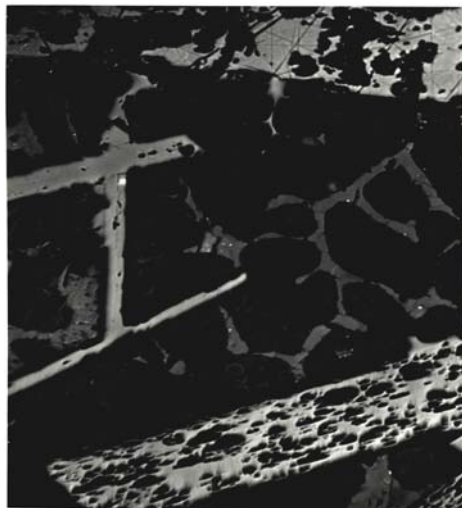


Рисунок 2 – Микроструктура литого СВС–композита с железной, упрочнение монокристаллами оксида алюминия

Кроме того СВС материалам не требуется термообработка.

Каждый СВС – композит, по своей природе, не может считаться гомогенной системой, из-за присутствия как минимум трех фаз,.

Поэтому, в отличии от стали и сплавов, подобные материалы целесообразно рассматривать как интегральную систему двух дискретных факторов: физико-механического взаимодействия матрицы и упрочняющей фазы; физико-химического или химического взаимодействия тех же фаз.

Для СВС-композитов – материалов со структурой колониально-игольчатого типа – характерны существенная хаотичность на всех уровнях структурной гетерогенности, структурная самоорганизация и слабая зависимость от диффузионных процессов. Кроме того, возможность получения в матрице различных структурных рекомбинаций (различной морфологии и состава упрочняющей фазы, послойного фазораспределения и направленной дефектонасыщенности) позволяет, без существенных затрат, ”индивидуализировать” СВС-металлокомпозиты под конкретное изделие. Кроме того, градиент размеров первичных зерен матрицы композита будет эффективно препятствовать зарождению и распространению трещин. Кроме того, частицы фазы-упрочнителя, распределяясь в матрице, позволяют повысить запас конструктивной прочности изделий и их износостойкости.

Экспериментальные данные показывают следующий факт: упрочнение СВС – металлокомпозитов при отжиге происходит более интенсивно, чем при закалке, термоулучшении и изотермической закалке – классических упрочняющих видах термической обработки металлов и сплавов. Это можно объяснить сочетанием (в различных степенях вариации) двух факторов термического воздействия:

- релаксацией гаммы термических напряжений и их нивелировкой по объему СВС-металлокомпозита в процессе стабилизирующей термической обработки, сопровождающейся замедленным охлаждением материала, и накоплением термонапряжений во время ускоренного охлаждения при обработке по ”упрочняющим” режимам

- термической, термодинамической и структурной стабилизацией элементов фазы-связки на микро- и мезоструктурных уровнях, осуществляющейся в процессе отжига за счет протекания локальных диффузионных процессов, и дискретизацией СВС-металлокомпозита на локальные микрообъемы.

Если рассматривать изнашивание СВС композитов как комплексный процесс, включающий механо-химическое легирование, деструкцию и абразивно-деформационное упрочнение, то становится ясно,

что основной вклад в износостойкость СВС-металлокомпозитов будут вносить наличие (отсутствие) фазы-связки и величина площади трибоконтакта у частиц-упрочнителей.

Это можно объяснить тем, что в первом случае преобладает износ собственно матрицы металлокомпозита, а во втором – ее деструктуризация. При этом основной вклад в повышение износостойкости, запаса конструктивной прочности вносит большая протяженность границ межфазных поверхностей раздела, способствующая формированию большего количества фазы-связки.

Таблица 1

Комплекс свойств предлагаемых СВС-металлокомпозитов

МАТРИЦА	Упрочняющая фаза/система (форма)	Показатель ресурсоценки
Fe	α -Al ₂ O ₃ (монокристаллы)	HV _μ = 4800 МПа; σв = 1050 МПа; износ = 0,02 г/см ² ; KCU = 22 Дж/см ²
Fe	Al ₂ O ₃ -ZrO ₂ (зерно)	HV _μ = 4200 МПа; σв = 650 МПа; износ = 0,029 г/см ² ; KCU = 13 Дж/см ²
Fe	Al ₂ O ₃ -MgO-Cr ₂ O ₃ -ZrO ₂ (зерно)	HV _μ = 4470 МПа; σв = 720 МПа; износ = 0,018 г/см ² ; KCU = 10 Дж/см ²

Данный факт можно объяснить с точки зрения структурной стабильности как функцию износостойкости СВС-металлокомпозитов. На макроуровне структура в исследуемых материалах различается только морфологией частиц упрочняющей фазы. Однако при этом меняется количество фазы-связки из-за меньшей величины протяженности межфазных поверхностей раздела – в СВС-металлокомпозитах, упрочненных зернами, ее меньше, чем у композитов с монокристаллами. Это является главным фактором, определяющим запас конструктивной прочности СВС-металлокомпозитов. Следует отметить, что, несмотря на невысокие значения ударной вязкости, требуемый запас конструктивной прочности СВС-металлокомпозитам, упрочненным оксидной фазой, обеспечивает структурная стабильность, невосприимчивость к разупрочняющему действию эксплуатационных температур и когерентная взаимосвязь структурных ингредиентов в единый конгломерат посредством фазы-связки.

Выводы

На основании вышеизложенного можно отметить, как один из вариантов материалов для изготовления трубных изделий, работающих на износ, можно рассматривать металлокомпозиционные мате-

риалы, полученные по методу СВС. Высокая твердость, износостойкость и структурная стабильность с достаточно высоким значением ударной вязкости позволяют предположить возможность использования разработанных СВС-материалов в качестве деталей машин и механизмов, работающих в условиях интенсивных истирающих и абразивных нагрузок, в возможном контакте с агрессивной средой, при локальном разогреве поверхности. В разработанных материалах возможные структурные изменения будут сведены к минимуму. Во-первых, из-за отсутствия в составе композита термодинамически активного углерода и закрепления атомов железа оксидной фазой-упрочнителем. Во-вторых, из-за наличия у СВС-металлокомпозита остаточного энергетического потенциала, соответствующего высокотемпературной области СВС – реакции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Developments in electric and explosive reactive armor. Jane's International Defense Review, 1997, May, p. 50-51
2. J. Brown, P.C. Endersby Electric Armour Research in the UK. All Electric Combat Vehicle (AECV). Second International Conference, 8-th – 12-th June 1997, p. 333-343
3. Патент 1547528 (Великобритания). Бронеплита / Оpubл. 20.06.79, N 4708, МКИ F3x Изобретения в СССР и за рубежом. Вып. 97 (МКИ F41), 1979, N 12, с. 7.
4. Защита танка - анахронизм или жизненная необходимость? (журнал "Военный парад", 5(53), 2002, стр. 82-84) В. А. Григорян.
5. Материалы глобальной сети - <http://www.bvtv.narod.ru/4/armor.htm>,
[http://www.bvtv.narod.ru/4/kontakt5,](http://www.bvtv.narod.ru/4/kontakt5.htm)
http://www.bvtv.narod.ru/4/era_defeat.htm