

вирулентный возбудитель туберкулеза бычьего вида. Некоторые скотопомещения были сожжены. В одном из скотопомещений, где содержали животных крестьянского хозяйства, через 2 года, в 1998 году, был повторно зарегистрирован туберкулез.

В 2001 году туберкулез крупного рогатого скота установлен в личном подворье. У 14 голов (из 15) найдены туберкулезные изменения в паренхиматозных органах и лимфоузлах, у большинства животных обнаружена генерализованная форма туберкулеза, включая теленка текущего года рождения, т.о. инфекция имела распространенный и острый характер. Для выяснения причин повторной вспышки туберкулеза животных нами изучена эпизоотическая и эпидемиологическая ситуация в улусе. Эпизоотологический анализ позволил сделать вывод, что инфекция распространялась вертикальным и горизонтальным путем.

Полученные культуры были подвергнуты комплексному лабораторному исследованию всеми доступными методами: бактериоскопия (световая и люминесцентная), бактериология с биологической пробой, изучение биохимических свойств, постановка полимеразной цепной реакции.

При бактериоскопии обнаружены неоднородные микобактерии. По результатам биопробы возбудитель отнесен к бычьему виду. По данным ПЦР, по биохимическим и культуральным свойствам в материале выявлены два вида микобактерий туберкулеза - *M. Bovis* и *M.tuberculosis*.

При совместном исследовании с сотрудниками института туберкулеза в семьях владельцев этих животных были выявлены больные туберкулезом, также имелись лица, состоящие на учете туберкулезного диспансера.

В 1998 году в Намском улусе республики от крупного рогатого скота нами впервые был выделен

возбудитель туберкулеза человеческого вида.

Исходя из вышеизложенного можно сделать вывод, что основной причиной повторной вспышки туберкулеза крупного рогатого скота в ранее оздоровленных хозяйствах республики являются инфицированные животные, которые остались в хозяйствах при проведении оздоровительных мероприятий. Второй причиной повторного появления туберкулеза крупного рогатого скота можно считать больных туберкулезом людей, ухудшение эпидемической обстановки по туберкулезу в республике.

В данной ситуации, анализируя работу ветеринарной службы по профилактике и ликвидации туберкулеза животных, необходимо обратить внимание на следующие звенья проводимой профилактической работы: движение скота (особенно в частном секторе); качество дезинфекции при проведении оздоровительных мероприятий; качество проведения лабораторных исследований.

В целях объективной оценки и прогнозирования обстановки по туберкулезу крупного рогатого скота необходим системный анализ данных эпизоотологического и эпидемического мониторинга, выявление современных закономерностей и региональных особенностей проявления эпизоотологического процесса.

Случаи заболевания животных с выделением туберкулеза человеческого вида и, наоборот, выделение туберкулеза бычьего вида от людей, в период относительного благополучия сельскохозяйственных животных по туберкулезу, является неблагоприятным фактором, представляющим определенную опасность для человека и личного хозяйства, и требуют со стороны медицинской и ветеринарной службы постоянного жесткого мониторинга за эпизоотическим состоянием ранее оздоровленных от туберкулеза хозяйств.

### *Новые технологии, методы обработки и упрочнения деталей*

#### **ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ЛИТЬЯ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ И МЕХАНИЗМ РАЗРУШЕНИЯ ОБРАЗЦОВ ИЗ ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ**

Клевцов Г.В., Фролова О.А., Клевцова Н.А.  
*Оренбургский государственный университет,  
Оренбург*

В настоящей работе изучали влияние различных способов литья (литье в песчаные формы, литье в кокиль, жидкая штамповка) на усталостную прочность и механизмы разрушения высокопрочных литейных алюминиевых сплавов ВАЛ8, ВАЛ12 и ВАЛ16. С этой целью цилиндрические образцы диаметром в рабочей части  $7,25 \cdot 10^{-3}$  м, изготовленные из данных сплавов подвергали циклическому нагружению на изгиб с вращением при симметричном цикле ( $R = -1$ ). Полученные изломы изучали методами макро- и микрофрактографии, а также рентгеноструктурного анализа.

Анализ кривых усталости исследуемых сплавов показал, что наилучшим сопротивлением усталостно-

му разрушению обладает сплав ВАЛ8; наихудшим - сплав ВАЛ16. Большое значение на сопротивление усталостному разрушению оказывает способ литья сплавов. Наилучшими усталостными характеристиками обладают сплавы, полученные жидкой штамповкой; наихудшими - полученные литьем в песчаные формы.

Все полученные изломы усталостных образцов, независимо от марки сплава и способа литья, имели на своей поверхности характерные макрзоны: зону усталостного развития трещины  $l_f$  и зону долома. Зона усталостного развития трещины на вид более темная, блестящая; зона долома - светлая, почти белая. На изломах сплавов ВАЛ8 и ВАЛ12 это выражено более четко. На изломах сплава ВАЛ16 зоны по окраске отличались слабо. С увеличением напряжения цикла длина зоны усталостного развития трещины  $l_f$  на поверхности всех изломов уменьшается. Причем, для всех видов сплавов и способов литья данная зависимость описывается единой прямой и аппроксимируется уравнением:  $l_{f= -1,6 \cdot 10^{-5} \sigma_{-1} + 6,3 \cdot 10^{-3}}$ .

С увеличением долговечности образцов, длина зоны  $l_f$  на поверхности изломов всех образцов возрастает. Минимальная длина данной зоны имеет место на изломах образцов сплава ВАЛ16, полученного литьем в песчаную форму и кокиль; максимальная - на изломах образцов сплава ВАЛ8, полученного жидкой штамповкой.

Большая длина зоны усталостного развития трещины на поверхности изломов образцов из сплава ВАЛ16, полученных литьем в песчаную форму и кокиль, еще не свидетельствует о высокой циклической трещиностойкости данного сплава, так как, помимо длины усталостной трещины, необходимо учитывать и напряжение цикла, вызвавшее разрушение. Наибольшие напряжения цикла выдерживают сплавы ВАЛ8 и ВАЛ12, полученные жидкой штамповкой.

Микрофрактографический анализ показал, что на изломах образцов сплава, полученного жидкой штамповкой, вблизи очага разрушения имеет место малорельефная область. С дальнейшим ростом трещины на поверхности изломов доминирует ямочный микрорельеф с участками циклического скола. Вблизи зоны долома микрорельеф полностью ямочный. В самой зоне долома микрорельеф вязкий; при большом увеличении видно «сотовое» строение.

Вблизи очага разрушения образцов из сплава ВАЛ8, полученных литьем в кокиль, расположена малорельефная область с небольшими фасетками циклического скола; встречаются поры с округлыми образованиями - ветвями дендритов. Зона усталостного развития трещины состоит в основном из участков с ямочным микрорельефом и участков циклического

скола; встречаются поры различных размеров. При больших увеличениях на фасетках циклического скола можно наблюдать микрорельеф, напоминающий усталостные бороздки. Микрорельеф зоны долома имеет ямочный микрорельеф со вскрытыми порами.

Микрорельеф усталостных образцов из сплава ВАЛ12, полученного жидкой штамповкой, вблизи очага разрушения состоит из малорельефной области; видны фасетки циклического скола. В зоне усталостного развития трещины видны квазибороздки, порой напоминая «сотовый» микрорельеф, окруженные вязкими гребнями. Дендритных образований не видно на всей поверхности излома: как в зоне усталостного развития трещины, так и в зоне долома.

Вблизи очага разрушения образцов из сплава ВАЛ12, полученного литьем в кокиль, можно наблюдать область с относительно бесструктурным рельефом. На некотором расстоянии от очага разрушения появляются первые участки циклического скола. В зоне усталостного развития трещины вся поверхность излома покрыта участками циклического скола, на которых видны усталостные бороздки, окруженные вязкими гребнями. При переходе к зоне долома количество вязких гребней увеличивается; встречаются участки с межзерненным разрушением. Долом образца произошел по межзеренному механизму.

Различие в микромеханизмах усталостного разрушения образцов из сплавов ВАЛ8 и ВАЛ12 наглядно иллюстрирует данные рентгеноструктурного анализа поверхности изломов образцов из сплавов, полученных литьем в кокиль (см. таблицу 1).

**Таблица 1.** Значение ширины дифракционной линии  $(311)K_{\alpha 1}$  при рентгенографировании поверхности образцов из сплава ВАЛ8 и ВАЛ12, полученных литьем в кокиль

Материал	Зона усталостного развития	Зона долома
ВАЛ8	$6,76 \cdot 10^{-3}$ рад	$8,12 \cdot 10^{-3}$ рад
ВАЛ12	$5,56 \cdot 10^{-3}$ рад	$7,57 \cdot 10^{-3}$ рад

Видно, что значение ширины дифракционной линии, полученной с поверхности усталостного излома образца из сплава ВАЛ8, больше чем сплава ВАЛ12. Это свидетельствует о большей пластической деформации на соответствующих участках поверхности изломов сплава ВАЛ8, а, следовательно, о лучшем сопротивлении данного сплава развитию трещины по сравнению со сплавом ВАЛ12.

В очаге разрушения образцов из сплава ВАЛ16, полученного литьем в кокиль можно наблюдать плоскую область с характерным микрорельефом, напоминающим мелкие растресканные пластинки; хорошо видны поры. В зоне усталостного развития трещины видны участки, напоминающий «сотовый» микрорельеф. Микрорельеф изломов образцов из сплава ВАЛ16, полученного литьем в песчаные формы, вблизи очага разрушения состоит из малорельефной области; видно большое количество пор с дендритными образованиями и вторичные трещины. В области усталостного разрушения видны участки циклического скола, однако большую часть площади занимает междендритная сетка кристаллизационной пористости.

#### Выводы.

1. Усталостная прочность образцов из литейных алюминиевых сплавов в значительной степени зависит от способа литья сплава. Максимальной усталостной прочностью обладают сплавы, полученные жидкой штамповкой (ВАЛ8, ВАЛ12); минимальной - сплавы, полученные литьем в песчаные формы (ВАЛ16).

2. Установлена связь длины зоны усталостного развития трещины на поверхности изломов  $l_f$  с напряжением цикла нагружения и долговечностью образцов. Показано, что зависимость длины зоны  $l_f$  от напряжения цикла нагружения не зависит ни от марки сплава, ни от способа литья и описывается единым уравнением  $l_f = -1,6 \cdot 10^{-5} \sigma_{-1} + 6,3 \cdot 10^{-3}$ .

3. Микрофрактографический анализ усталостных изломов сплавов ВАЛ8, ВАЛ12 и ВАЛ16 показал, что в образцах из сплавов, полученных жидкой штамповкой, в зоне усталостного развития трещины доминируют фасетки циклического скола с ямочным микрорельефом; в образцах из сплавов, полученных литьем в кокиль, фасетки циклического скола, а в образцах из сплавов, полученных литьем в песчаную форму, фа-

сетки циклического скола с участками дендритного образования от первичных пор.

### **ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ НА МИКРОРЕЛЬЕФ И СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МАТЕРИАЛА В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ**

Клевцов Г.В., Фролова О.А., Клевцова Н.А.  
*Оренбургский государственный университет,  
Оренбург*

Известно, что зарождение усталостной трещины происходит преимущественно на поверхности или вблизи поверхности изделия. Поэтому состояние поверхностных слоев изделий оказывают существенное влияние на механические свойства материалов и, в первую очередь, на сопротивление усталостному разрушению.

В работе рассмотрено влияние различных видов упрочняющей поверхностной обработки (обработка стальными и стеклянными шариками, а также корундовым песком) на микрорельеф и структурные изменения материала в поверхностных слоях образцов из литейного алюминиевого сплава ВАЛ8.

Микрорельеф поверхности образцов в исходном состоянии относительно гладкий. Максимальная шероховатость поверхности составляет  $(5-8) \cdot 10^{-6}$  м. При небольшом увеличении хорошо видны следы механической обработки и несплошности металла. При больших увеличениях видна тонкая структура от воздействия механической обработки.

Обработка стальными шариками приводит к появлению на поверхности образцов развитого микрорельефа. При большом увеличении микрорельеф выглядит в виде округлых впадин и вытянутых гребней - следы от ударов отдельных шариков. Максимальная шероховатость такой поверхности составляет  $(1,5 - 2,0) \cdot 10^{-5}$  м.

Поверхность образцов после обработки стеклянными шариками имеет относительно крупный микрорельеф. Максимальная шероховатость составляет  $(3,0 - 3,5) \cdot 10^{-5}$  м. Микрорельеф состоит из впадин - следов ударов более крупных стеклянных шариков и вытянутых гребней. Дно впадин имеет относительно гладкую поверхность, что подтверждает вышеуказанную природу их образования.

Обработка корундовым песком приводит к тому, что на поверхности образцов формируется сильно испещренный рисками микрорельеф. Такой микрорельеф образуется, по-видимому, вследствие нарушения поверхности образца путем среза мелкодисперсными частицами корундового песка. Это хорошо видно при большом увеличении. Нарушения поверхности довольно глубокие. Максимальная шероховатость составляет  $(2,0 - 2,5) \cdot 10^{-5}$  м.

Таким образом электронномикроскопические исследования и профилирование поверхности образцов показали, что обработке стальными и стеклянными шариками на поверхности образцов формируются схожие микрорельефы, обусловленные многократными ударами шариков о поверхность образцов. Однако, при обработке стеклянными шариками рельеф более

крупный, чем в случае обработке стальными шариками, что связано с большим диаметром стеклянных шариков. При обработке корундовым песком поверхность образцов сильно испещрена (разупрочнена) многочисленными рисками от воздействия корунда.

Для определения глубины наклепа и степени искаженности кристаллической структуры материала в упрочненном слое металла при различных видах обработки поверхность образцов подвергали послойному травливанью и рентгеноструктурному анализу. Максимальная глубина наклепанного слоя металла  $(2,2 \cdot 10^{-4}$  м) достигается при обработке поверхности образцов стеклянными шариками; минимальная  $(1,5 \cdot 10^{-4}$  м) - при обработки стальными шариками. Степень искаженности кристаллической структуры материала (оцененная по ширине дифракционной линии) на поверхности образцов в случае обработки стальными и стеклянными шариками практически одинаковая. При обработке образцов корундовым песком, степень искаженности материала па поверхности образцов выше, чем в случае обработки стальными и стеклянными шариками, что связано, по-видимому, с интенсивным разрыхлением поверхностных слоев металла глубиной  $(2-5) \cdot 10^{-5}$  м корундовым песком.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НАНЕСЕНИЯ ИОННО - ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО, ШТАМПОВОГО ИНСТРУМЕНТА И ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Ильичев Л.Л., Клевцов Г.В.,  
Рудаков В.И., Насыров Ш. Г., Клевцова Н.А.  
*Оренбургский государственный университет,  
Оренбург*

Известно, что нанесения покрытий является очень эффективным и технологичным методом повышения стойкости режущих инструментов. Однако, с расширением технологических возможностей существующих промышленных установок, появилась возможность наносить многослойно-композиционные покрытия с переменными свойствами и химическим составом. К таким системам можно отнести некоторые оксиды и бориды, которые способны сохранять высокую твердость при больших температурах, иметь повышенную пассивность по отношению к обрабатываемым материалам. Значительный интерес в качестве покрытий представляют также двойные и тройные системы карбидов, нитридов и карбонитридов.

Несмотря на достигнутые успехи в области разработки таких покрытий, механизм их формирования и влияния на изнашивание и разрушение режущего инструмента до конца не раскрыт. Отсутствуют данные о характере и механизме разрушения, не выявлены требования, предъявляемые к покрытиям для обеспечения максимальной эффективности режущего инструмента. Остаются нерешенными вопросы, связанные с определением количеством слоев и физико-механических свойств, их взаимного расположения и соотношения толщин.