

хрупкости от размера зерна проверяли экспериментально. Было установлено, что увеличение размера зерна стали приводит к росту температуры хладноломкости. Сравнение расчетной и экспериментальной зависимости температуры хладноломкости от размера зерна указывает на возможность прогнозирования температуры хладноломкости стальных образцов по известному размеру ее зерна.

Разработанный подход к определению температуры хладноломкости образцов позволяет проводить расчет температуры хладноломкости деталей с учетом размера зерна стали. Для этого в формулу (4) вводится значение Q_{0T} определенное с помощью метода конечных элементов.

Таким образом, критическая температура хрупкости стального образца или детали с концентратором напряжений может быть оценена по заданному размеру зерна с одновременным учетом скорости, способа нагружения и геометрии образца или детали и концентраторов напряжений.

Список литературы

1. Нотт Д.Ф. Основы механики разрушения. – М.: Металлургия, 1978. – 256 с.
2. Мишин В.М., Сибилев А.Н. Критерий хладноломкости стальных деталей. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2011. – № 11. – С. 102–104.
3. Мишин В.М., Кислюк И.В., Саррак В.И. Анализ влияния легирования на порог хладноломкости железа в рамках схемы Иоффе-Орвана // Физика металлов и металловедение. – 1991. – № 7. – С. 188–192.
4. Сибилев А.Н., Мишин В.М. Влияние соотношения локальной прочности и текучести на температуру хладноломкости сталей // Физика прочности и пластичности материалов: научн. тр. XVIII Межд. конф. – Самара: СНЦ РАН, 2012.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРВАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Фролова Т.А., Туляков Д.С., Фролов С.В.

ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», Тамбов,
e-mail: frolova@mail.gaps.tstu.ru

При построении математических моделей нередко возникают случаи, когда некоторые входные величины не определены, и найти их численные значения не представляется возможным. Существует несколько подходов к раскрытию неопределенности.

Один подход связан с использованием теории нечетких множеств. Неопределенные параметры характеризуются функциями принадлежности, которые строятся на основе опросов экспертов. Модели, в которых неопределенные параметры характеризуются функциями принадлежности, получили название нечетких математических моделей. Недостатком этой методики является то, что для надежного построения функции принадлежности требуется мнение нескольких экспертов. Это не всегда возможно.

Другой подход – вероятностный, в котором неопределенные параметры характеризуются

функциями плотности распределения. Математические модели, в состав которых входят такие параметры, имеют названия вероятностных. В этом случае функции распределения строятся на основании накопленных статистических данных о поведении стохастических параметров. Трудность применяемой методики связана с необходимостью проведения большого числа экспериментов на объекте во время хода технологического процесса для определения параметров законов распределения стохастических величин.

Чаще всего информация о значении неопределенного параметра задается в виде интервального параметра.

Разработка интервальной модели реализована на примере переработки фосфогипса. Нами создана математическая модель процесса обжига фосфогипса во вращающейся печи. В математической модели есть неопределенные параметры, численные значения которых изначально неизвестны. Это степень черноты материала, теплоемкость материала и эмпирический коэффициент. Эти параметры предлагается задавать в виде интервальных значений. Таким образом, для решения математической модели процесса обжига во вращающейся печи необходимо решить интервальную математическую модель. Решение модели представляется в виде графика зависимости границ температуры материала по длине печи и дает возможность определить оптимальные технологические режимы процесса.

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОРОГОВЫХ НАГРУЗОК АВАРИЙНОЙ ДЕТАЛИ ИЗ МАРТЕНСИТНОЙ СТАЛИ ПРИ ЕЕ ЗАМЕДЛЕННОМ РАЗРУШЕНИИ

Шиховцов А.А., Мишин В.М.

Северо-Кавказский федеральный университет,
Пятигорск, e-mail: mishinvm@yandex.ru

Замедленное хрупкое разрушение (ЗХР) высокопрочных сталей и стальных деталей является наиболее опасным видом хрупкого разрушения. Особая опасность этого вида хрупкого разрушения связана с тем, что при разрушении деталей отсутствуют признаки пластической деформации. При замедленном хрупком разрушении зарождение и развитие микротрещины происходит по границам зерен мартенситной стали или стали содержащей мартенсит [1]. Физическая природа замедленного хрупкого разрушения изучена в ряде работ [1–2]. Авторами, ранее был разработан критерий замедленного хрупкого разрушения высокопрочных сталей [3]. Полагали, что применение критерия замедленного хрупкого разрушения возможно не только к образцам, но и к деталям. С помощью метода конечных элементов – метода математического моделирования напряженно-деформированного состояния в зоне зарождения микротрещины

существует возможность прогнозирования пороговых нагрузок для детали с концентраторами напряжений [4].

Целью работы является разработка метода оценки системы пороговых нагрузок для детали на основе применения метода конечных элементов (МКЭ) по результатам экспериментального определения пороговых локальных напряжений при испытании стандартных образцов на ЗХР.

Исследовали сталь 18X2H4BA (0,19 C; 1,5 Cr; 4,1 Ni; 0,2 Si; 0,37 Mn; 0,82 W; 0,003 S, вес. %). Термическую обработку проводили по режиму: нагрев до 1000 °С, выдержка 10 мин, закалка в воде. Испытания на замедленное разрушение проводили по методике [3].

Предлагаемая методика заключается в следующем:

1. Из аварийной детали вырезаются «ударные» образцы тип 4 с надрезом Шарпи.
2. Образцы помещаются в ампулы из кварцевого стекла и вакуумируются.
3. Проводится термообработка образцов по режиму аналогичному режиму термообработки детали.
4. Проводятся испытания образцов на замедленное разрушение.
5. Определяется значение характеристики замедленного хрупкого разрушения стали – пороговое локальное напряжение.
6. Осуществляется расчет аварийной детали методом конечных элементов на ЭВМ при шаговом увеличении системы нагрузок, т.е. рассчитываются тензоры напряжений во всех узлах решетки МКЭ.
7. Определяются места и уровень максимальных локальных растягивающих напряже-

ний при шаговом увеличении системы приложенных нагрузок к детали.

8. Устанавливается соответствие системы приложенных нагрузок к детали, для момента достижения порогового локального напряжения при замедленном разрушении образцов.

9. Определяется система пороговых нагрузок для детали, соответствующая достижению в зоне локального разрушения уровня порогового локального напряжения.

В результате, представляется возможным установить путем расчета с помощью метода конечных элементов систему пороговых нагрузок, ниже уровня которой замедленное разрушение не реализуется для данного структурного состояния стали.

Таким образом, разработан метод оценки системы пороговых нагрузок при замедленном разрушении детали на основе применения компьютерного метода конечных элементов и результатов экспериментального определения пороговых локальных напряжений при испытании стандартных образцов на замедленное хрупкое разрушение.

Список литературы

1. Саррак В.И., Филиппов Г.А. О природе явления задержанного разрушения закаленной стали // *Митом*. – 1976. – № 12. – С. 36–41.
2. Мишин В.М., Шиховцов А.Н. Разделение силовой и термоактивационной компонент разрушения // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2011. – № 11. – С. 104–105.
3. Мишин В.М., Филиппов Г.А. Критерий и физико-механическая характеристика сопротивления стали замедленному разрушению // *Деформация и разрушение материалов*. – 2007. – № 3. – С. 37–42.
4. Мишин В.М. Структурно-механические основы локального разрушения конструкционных сталей: монография. – *Пятигорск: Спецпечать*, 2006. – 226 с.

*«Лазеры в науке, технике, медицине»,
Андора, 9-16 марта 2013 г.*

Медицинские науки

МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНО-МЕТАБОЛИЧЕСКОГО СТАТУСА ФАГОЦИТИРУЮЩИХ КЛЕТОК ПОД ДЕЙСТВИЕМ КВАНТОВ СВЕТА, ГЕНЕРИРУЕМЫХ ЛАЗЕРОМ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ИК-ДИАПАЗОНА (850 НМ)

Гизингер О.А., Огнева О.И., Осиков М.В., Матвеев М.О.

ГБОУ ВПО «Челябинская государственная медицинская академия Росздрава РФ», Челябинск,
e-mail: ogizinger@gmail.com

Изучение биостимулирующих эффектов квантов света полученных в результате лазерного излучения низкой интенсивности ИК-диапазона (850 нм) открывает широкие перспективы применения лазеров почти во всех областях меди-

цины и расширяет понимание механизмов световых воздействий на микроорганизм. Известно, что воздействие НИЛИ на клетки сопровождается изменением их функциональной активности и стационарного состояния клеточного гомеостаза. Несмотря на имеющиеся в литературе данные об иммуномодулирующем действии квантов света, генерируемых НИЛИ на организм, в отношении влияния его на активность фагоцитирующих клеток, многие вопросы остаются неясными и требуют дальнейшего изучения. В связи с этим представляло интерес изучить влияние эффектов квантов света полученных в результате лазерного излучения низкой интенсивности ИК-диапазона с длиной волны 850 нм на функционально-метаболическую активность нейтрофилов периферической крови человека при фагоцитозе бактерий.