

ва в глобальные цепочки поставок. Китайско-Белорусский индустриальный парк демонстрирует потенциал международного сотрудничества и его влияние на развитие экономики.

Индустриальные парки представляют собой ключевой инструмент экономического развития. Проведенный анализ опыта ведущих индустриальных парков мира, таких как TEDA в Китае, Industriepark Höchst в Германии и Calvert Industrial Park в США, позволяет выделить универсальные факторы их успеха: развитая инфраструктура, налоговые льготы, упрощенные административные процедуры и ориентация на международное сотрудничество.

Для Республики Беларусь адаптация международного опыта, основанного на примерах успешных индустриальных парков, представляет значительный потенциал. Создание условий для активного привлечения инвесторов, развитие логистической инфраструктуры, внедрение экологических стандартов и формирование отраслевых кластеров способны повысить конкурентоспособность белорусских индустриальных парков, таких как «Великий камень».

Таким образом, комплексный подход, включающий государственную поддержку, интеграцию научных разработок и стратегическое расположение парков вблизи ключевых транспортных коридоров, обеспечит их устойчивое развитие. Это, в свою очередь, будет способствовать модернизации промышленности, увеличению экспорта и интеграции Беларуси в глобальные экономические процессы.

Л и т е р а т у р а

1. Стандарт индустриального парка Ассоциации индустриальных парков России от 30.03.2012. – URL: <https://indparks.ru/upload/files/Стандарт%20индустриального%20парка,%20Утвержден%20Правлением%20АИП%2030.03.2012.%20Редакция%20от%2018.12.2013.pdf> (дата обращения: 09.02.2025).
2. Tianjin Economic-Technological Development Area (TEDA). – URL: <https://invest.teda.gov.cn/> (date of access: 10.02.2025).
3. Industriepark Höchst. – URL: <https://www.industriepark-hoechst.com/en/stp/> (date of access: 10.02.2025).
4. Calvert County Industrial Park. – URL: <https://www.calvertcountymd.gov/3234/Calvert-County-Industrial-Park> (date of access: 10.02.2025).
5. Индустриальный парк «Великий камень». – URL: <https://industrialpark.by/> (дата обращения: 11.02.2025).

УДК 620.178.16:620.178.3

ОБЗОР СИСТЕМЫ СТАНДАРТОВ В ОБЛАСТИ ИЗНОСОУСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ

М. О. Прядко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель С. А. Тюрин

Отмечено, что развитие исследований в области износоусталостных повреждений в технике привело к необходимости разработки системы стандартов в этой области. Дан краткий анализ разработанных и введенных государственных стандартов, которые определяют методологию износоусталостных испытаний.

Ключевые слова: изнашивание, усталость, износоусталостное повреждение, испытания, метод, стандартизация.

OVERVIEW OF THE STANDARD SYSTEM FOR WEAR AND FATIGUE TESTS

M. O. Pryadko

Sukhoi State Technical University of Gomel, Republic of Belarus

Science supervisor S. A. Tyurin

The development of research in the field of wear-fatigue damage in technology has led to the need to develop a system of standards in this area. The article provides a brief analysis of the developed and introduced state standards that determine the methodology of wear-fatigue tests.

Keywords: wear, fatigue, wear-fatigue damage, testing, method, standardization.

Развитие исследований в области износоусталостных повреждений в технике привело к тому, что в этой области потребовалось создать свою, особую систему стандартов. Такая система формируется по четырем направлениям: 1) терминология; 2) методы износоусталостных испытаний; 3) машины для износоусталостных испытаний; 4) силовые системы. В данной работе дается краткий анализ состояния и перспектив разработки государственных стандартов в области методов износоусталостных испытаний.

Методы износоусталостных испытаний предназначены для экспериментальной оценки взаимного и совместного влияния процессов трения и механической усталости на работоспособность материалов и моделей силовых систем в сложных условиях нагружения. В результате износоусталостных испытаний определяют количественные характеристики сопротивления износоусталостным повреждениям. Эти характеристики могут быть использованы:

- при выборе конструкционных материалов для силовых систем и обосновании конструктивно-технологических решений;
- при контроле качества материалов;
- при расчетах на этапе проектирования силовых систем;
- при сертификации силовых систем по критерию износоусталостного повреждения;
- при конструировании и создании материалов с заданными физико-механическими свойствами для обеспечения требуемых характеристик сопротивления износоусталостным повреждениям.

Один из путей разработки методов комплексных (износоусталостных) испытаний – совмещение известных методов испытания на механическую усталость и методов испытания на трение и изнашивание. На рис. 1 в качестве примера показан принцип такого формирования в том случае, когда базовым методом испытания на усталость принимают изгиб с вращением. Заметим, что вращательное движение наиболее характерно для современных машин, поэтому методы, представленные на рис. 1, являются практически важными.

Используя подобный подход, достигают той цели, что на машинах, предназначенных для износоусталостных испытаний, можно проводить и обычные испытания либо на механическую усталость, либо на трение и изнашивание в определенных условиях.

Главное и принципиальное достоинство разрабатываемых методов износоусталостных испытаний – это использование во всех (без исключения) схемах испытаний единого образца стандартных размеров диаметром 10 мм (рис. 1). При этом устанавли-

ливается и стандартная частота испытаний 3000 мин^{-1} . Тем самым обеспечивается сравнимость экспериментальных результатов, получаемых в различных условиях испытаний.

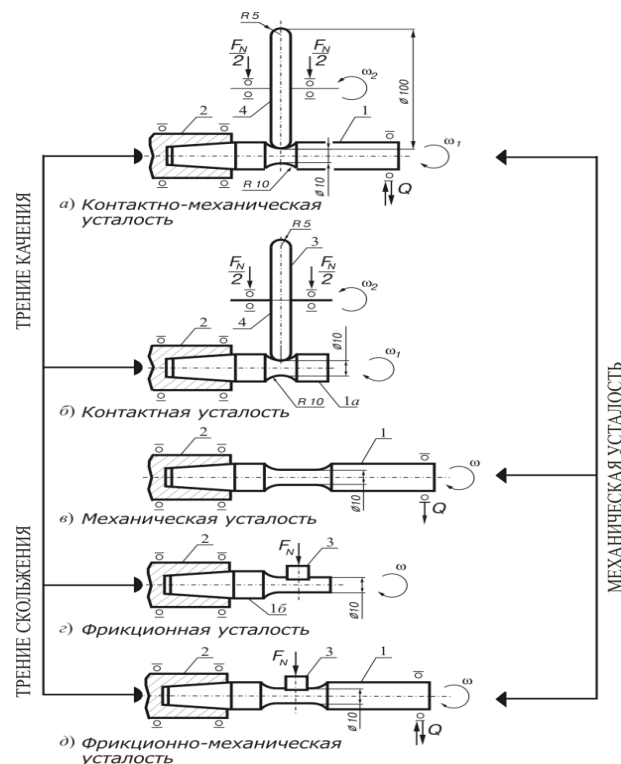


Рис. 1. Типичные схемы износоусталостных испытаний:
1, 1а, 1б – образец; 2 – шпиндель испытательной машины;
3, 4 – контролльеры; Q – изгибающая нагрузка; F_N – контактная нагрузка; ω_1 , ω_2 – скорость вращения образца, контролльера

К настоящему времени разработаны и введены в действие 3 стандарта Беларуси и один межгосударственный стандарт на методы износоусталостных испытаний [1–4].

Межгосударственный стандарт СНГ ГОСТ 30754-2001 «Методы износоусталостных испытаний. Испытания на контактно-механическую усталость» посвящен испытаниям на контактно-механическую усталость [1]. Конечной целью разрабатываемого стандарта является экспериментальное определение характеристик сопротивления износоусталостным повреждениям при контактно-механической усталости (механическая усталость при изгибе с вращением + трение качения).

Необходимость разработки ускоренного метода оценки характеристик сопротивления контактно-механической усталости диктуется тем, что использование обычных методов требует больших затрат времени и материалов. Ускоренный метод позволяет в предельно короткий срок получить ряд характеристик для сравнительной оценки работоспособности моделей силовых систем в сложных условиях нагружения. С этой целью был разработан и введен стандарт Беларуси СТБ 1233-2000 «Методы износоусталостных испытаний. Ускоренные испытания на контактно-механическую усталость» [2]. Стандарт устанавливает методы ускоренных испытаний на контактно-механическую усталость при многоступенчатом нагружении и обработки их результатов.

С целью стандартизации методов испытаний на фрикционно-механическую усталость (механическая усталость при изгибе с вращением + трение скольжения) разработан и введен стандарт Беларуси СТБ 1448-2004 «Методы износоусталостных испытаний. Испытания на фрикционно-механическую усталость» [3]. Стандарт устанавливает методы контрольных и исследовательских испытаний машиностроительных материалов на фрикционно-механическую усталость и обработки их результатов.

В стандарте предусматриваются контрольные и исследовательские испытания. Результаты контрольных испытаний при определенных условиях рекомендуется использовать для формирования банка экспериментальных данных. Тем самым обеспечивается сравнимость результатов испытаний, выполненных в различных организациях по идентичной программе.

Сопротивление изгибной и контактной усталости в значительной мере определяет эксплуатационную работоспособность зубчатых колес. В то же время существующие методы испытания зубчатых колес обладают рядом недостатков. В частности, в результате испытаний определяют сопротивление либо только контактной, либо только изгибной усталости, при этом для испытаний требуются разные стенды (и разные типоразмеры образцов).

В этой связи предложен оригинальный метод совмещенных испытаний материалов для зубчатых колес. Метод позволяет получить кривые изгибной и контактной усталости при испытаниях единой модели зубчатого зацепления при действии единой (в обоих случаях) контактной нагрузки – как в натурных условиях. Разработанный метод стандартизован (стандарт Беларуси СТБ 1758-2007 «Метод совмещенных испытаний на изгибную и контактную усталость материалов зубчатых колес» [4]).

Таким образом, количественные характеристики, определяемые в результате износоусталостных испытаний, дают наиболее полную и исчерпывающую информацию о сопротивлении материалов и моделей силовых систем износоусталостным повреждениям. Будучи введенными в соответствующие базы данных и справочники, они могут служить сравнительными показателями служебных свойств различных марок сталей, сплавов и других материалов. Следовательно, разработка системы стандартов в области износоусталостных испытаний отвечает запросам современного машиностроения.

Л и т е р а т у р а

1. Методы износоусталостных испытаний. Испытания на контактно-механическую усталость (Межгосударственный стандарт) : ГОСТ 30754-2001. – Введ. 01.07.2002. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2002. – 32 с.
2. Методы износоусталостных испытаний. Ускоренные испытания на контактно-механическую усталость (Стандарт Беларуси) : СТБ 1233-2000. – Введ. 01.01.2001. – Минск : Госстандарт, 2000. – 8 с.
3. Методы износоусталостных испытаний. Испытания на фрикционно-механическую усталость (Стандарт Беларуси) : СТБ 1448-2004. – Введ. 01.09.2004. – Минск : Госстандарт, 2004. – 14 с.
4. Метод совмещенных испытаний на изгибную и контактную усталость материалов зубчатых колес (Стандарт Беларуси) : СТБ 1758-2007. – Введ. 01.12.2007. – Минск : Госстандарт, 2007. – 45 с.