

Таким образом, переход на компьютерное проектирование позволяет сократить не только сроки разработки конструкторской и технологической документации, но и существенно повысить качество создаваемых изделий и выпускаемых документов. Для быстрого и качественного выполнения сложных чертежей недостаточно одного знания инструментальных средств, предоставляемых графическим редактором, так как создание изображения на чертеже – это не только процесс ввода графических примитивов. При вычерчивании сложных объектов необходимо владеть знаниями начертательной геометрии и инженерной графики.

#### Литература

1. Мурашко, О. П. Инженерная графика / О. П. Мурашко, Е. В. Иноземцева, О. А. Лапко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by/handle/220612/2064>. – Дата доступа: 02.09. 2011.
2. Справочник технолога-машиностроителя : в 2 т. / под ред. А. Г. Косиловой, Р. К. Мещерякова. – 4-е изд. – М. : Машиностроение, 1986. – Т. 1. – 656 с.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ИЗНОСОУСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ

М. О. Прядко

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

Научный руководитель С. А. Тюрин

*Рассмотрены современные тенденции развития оборудования для износоусталостных испытаний. Обоснована необходимость замены устаревших испытательных машин прошлого века на современное компактное, многофункциональное и удобное в применении оборудование. Представлены принципы создания нового класса испытательного оборудования и некоторые его модификации.*

**Ключевые слова:** износоусталостные испытания, машины, тенденции, эффективность.

Для отечественных университетских кафедр и лабораторий, где студенты изучают механику материалов и машин, материаловедение, трибологию, прикладную механику, трибофатику, механику разрушения и т. п., давно назрела проблема замены устаревших, изношенных морально и физически, как правило, громоздких, испытательных машин прошлого века на современное компактное, многофункциональное и удобное в применении оборудование [1]. И здесь возникают трудности, связанные с закупкой дорогостоящей импортной техники в условиях серьезных финансовых ограничений.

Как показал проведенный анализ, в мировой практике известны лишь машины для испытаний отдельно на механическую усталость, трение качения и трение скольжения. В этой связи требуется приобретать, как правило, несколько испытательных установок ввиду их узкого назначения, что неэффективно и неэкономично.

Развитие трибологии привело к созданию особого класса испытательного оборудования – машин для испытаний на трение и изнашивание. Развитие механики усталостного разрушения, в свою очередь, способствовало созданию другого класса испытательного оборудования – машин для усталостных испытаний.

Развитие раздела механики под названием «трибофатика» потребовало создания нового класса испытательного оборудования – машин для комплексных износоусталостных испытаний [2]. В рамках трибофатики изучают износоусталостные

повреждения и разрушение силовых (трибофатических) систем. В таких системах реализуется процесс трения в любых его проявлениях (при качении, скольжении, проскальзывании, ударе, эрозии и др.) и одновременно воспринимается и транзитно передается объемная повторно-переменная (в частности, циклическая) нагрузка. Трибофатика создана на стыке трибологии и механики усталостного повреждения и разрушения материалов и элементов конструкций.

На рис. 1 показан принцип формирования методов износоусталостных испытаний в случае, когда в качестве базового метода испытания на усталость принимают изгиб с вращением.

Вращательное движение наиболее характерно для современных машин, поэтому методы, представленные на рис. 1, являются практически важными.

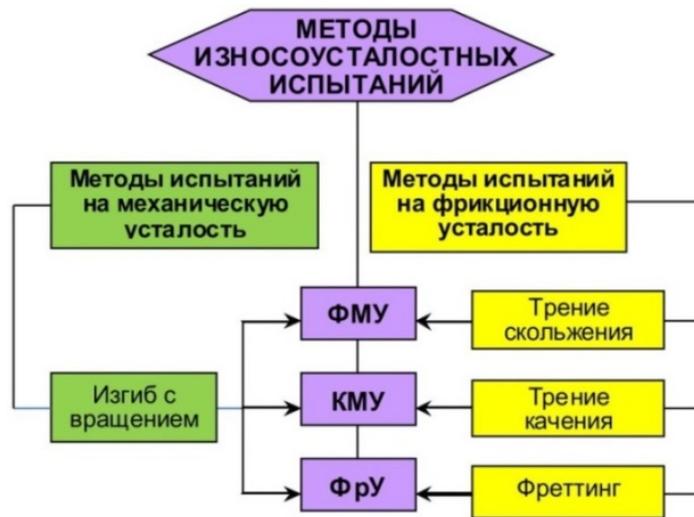


Рис. 1. Алгоритм создания нового класса испытательного оборудования:  
КМУ – контактно-механическая усталость; ФМУ – фрикционно-механическая усталость; ФрУ – фреттинг-усталость

В рамках трибофатики на базе ряда изобретений создан новый класс испытательного оборудования – машины серии СИ/SZ для износоусталостных испытаний материалов, моделей пар трения и силовых систем (рис. 2). Главной особенностью таких машин является использование унифицированных типоразмеров объектов испытаний. Это обеспечивает корректное сравнение результатов испытаний, проведенных в различных условиях.



Рис. 2. Испытательная машина SZ-01

Машинами серии СИ оснащены исследовательские лаборатории ОАО «Гомсельмаш», ОАО «Гомельтранснефть Дружба», Белорусско-Российского университета (г. Могилев), Белорусского государственного университета (г. Минск) и др. Технические характеристики машин серии СИ регламентируются требованиями межгосударственного стандарта ГОСТ 30755–2001 «Трибофатика. Машины для износосталостных испытаний. Общие технические требования». Основные методы испытаний стандартизованы.

Машины серии СИ оснащены информационно-управляющей системой, построенной на базе ПЭВМ. Программа позволяет полностью автоматизировать испытания, регистрацию измеряемых параметров и обработку статистических массивов экспериментальных данных.

В 2018 г. на базе машин серии СИ в результате их миниатюризации по Государственной программе Республики Беларусь был изготовлен опытный образец персонального испытательного центра настольного типа (Personal Test Center – PTC) [3]. Планируется, что такой центр может служить периферийным устройством для ПЭВМ в университетах (рис. 3). Данный испытательный комплекс предназначен для постановки современного лабораторного практикума для студентов и магистрантов в составе учебных дисциплин механического цикла, в том числе трибофатики.

Внедрение современного испытательного оборудования серии СИ/SZ/PTC позволит потребителям одинаково успешно проводить испытания и сравнивать их результаты практически для любых классов современных металлических и неметаллических материалов: чугуна и стали, чистых металлов и цветных сплавов, дерева, полимеров композитов и многих других. Таких уникальных возможностей не дает ни одна известная испытательная машина, что подтверждается широким информационным и патентным поиском.

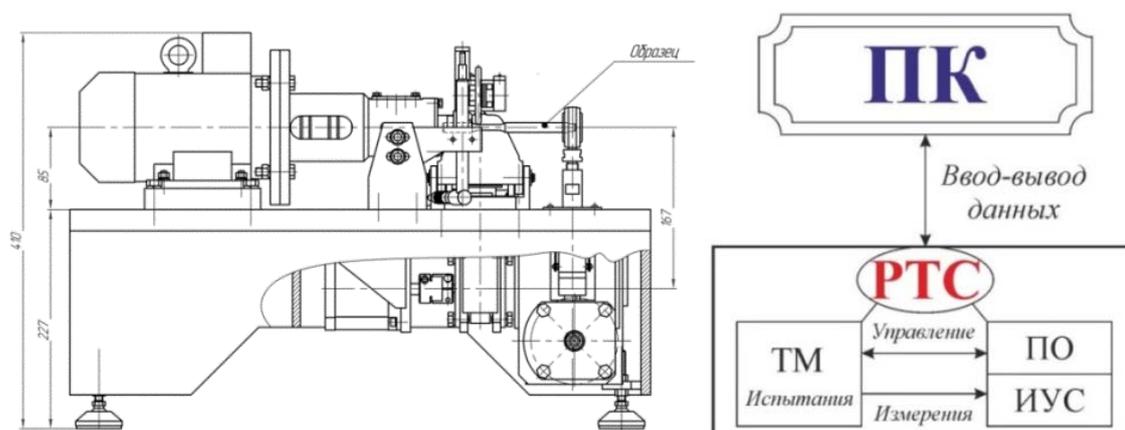


Рис. 3. Периферийное устройство PTC для ПК:

ТМ – малогабаритный модульный испытательный центр настольного исполнения;

ИУС – информационно-управляющая система; ПО – программное обеспечение

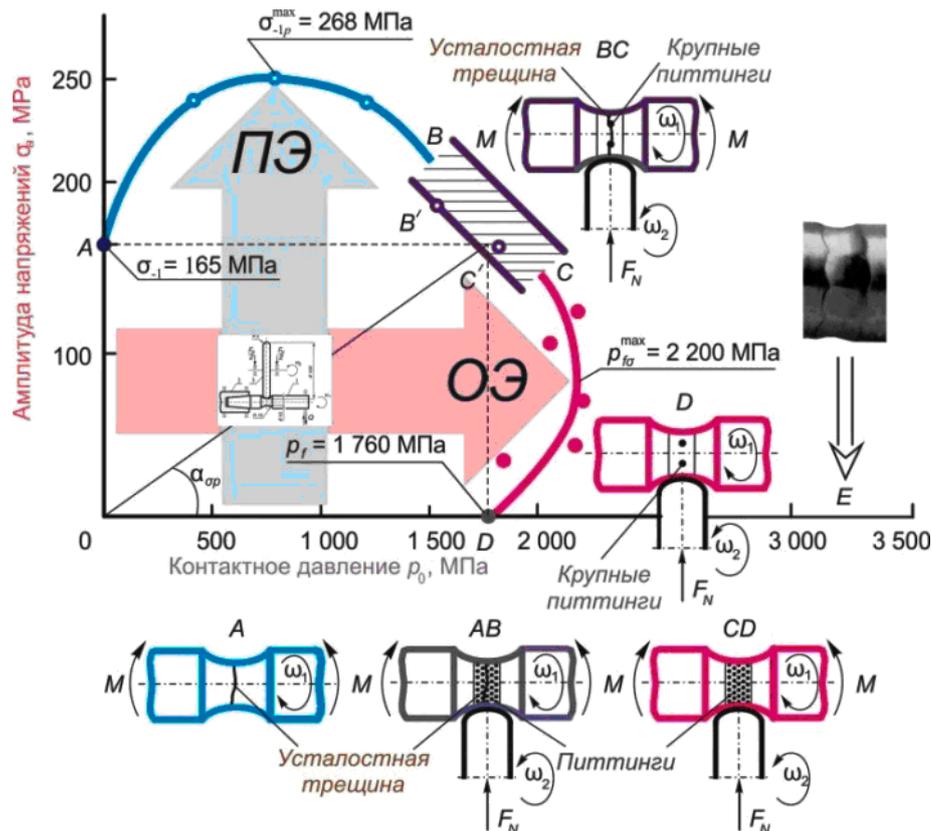


Рис. 4. Многокритериальная диаграмма предельных состояний трибофатигических систем при контактно-механической усталости

На рис. 4 представлена обобщенная многокритериальная диаграмма предельных состояний трибофатигических систем при контактно-механической усталости [4]. Приведенная диаграмма является одним из инновационных результатов, полученных в рамках трибофатики в результате длительных износоусталостных испытаний на машинах серии СИ/SZ. Тем самым подтверждается высокая эффективность и практическая значимость нового класса испытательного оборудования – машин для износоусталостных испытаний.

#### Литература

1. Басинюк, В. Л. Современные тенденции в развитии методов и средств экспериментальной механики. Часть 1 / В. Л. Басинюк, А. В. Богданович, О. М. Еловой // Механика машин, механизмов и материалов. – 2021. – № 4 (57). – С. 78–86.
2. Испытательный центр SZ: Hi-Tech / Л. А. Сосновский [и др.] // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / ОИМ НАН Беларуси. – Минск, 2012. – Вып. 1. – С. 276–278.
3. Персональный испытательный центр: инновационный подход в экспериментальной механике / А. В. Богданович [и др.] // Актуальные вопросы машиноведения: сб. науч. тр. / ОИМ НАН Беларуси. – Минск, 2018. – Вып. 7. – С. 12–17.
4. Сосновский, Л. А. Механика износоусталостного повреждения / Л. А. Сосновский. – Гомель: БелГУТ, 2007. – 434 с.