

Список использованных источников

1. Попок, Н. Н. Практическое приложение теории базирования для синтеза универсально-сборных приспособлений / Н. Н. Попок, Н. В. Беляков, Ю. Е. Махаринский, Д. Г. Латушкин // Вестник ПГУ. – 2020. – №11, Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – С. 21–31.
2. Беляков, Н. В. Основы автоматизированного проектного базирования в субтрактивном и аддитивном машиностроительных производствах : монография / Н. В. Беляков, Н. Н. Попок ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2023. – 183 с.

УДК 677.05-52:539.51

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Салманович С. И., студ., Станкевич А. П., студ., Москалёв Г. И., к.т.н., доц.,
Буткевич В. Г., к.т.н., доц., Мачихо Т. А., к.т.н., доц.
Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье проведен обзор и анализ автоматизированного оборудования для определения механических характеристик твердых материалов, рассмотрены принципы его работы, обосновано его значение для оптимизации временных затрат производства.

Ключевые слова: испытательная машина, механические характеристики, твердость, прочность, износостойкость, вязкость, твердомер, ультразвуковой контактный импеданс.

В современном мире наука и техника играют ключевую роль в развитии промышленности, производства и исследований. Одной из важнейших задач, стоящих перед инженерами, учеными и специалистами, является определение механических характеристик твердых материалов. Эти характеристики включают прочность, твердость, упругость, пластичность и другие параметры, которые позволяют оценивать качество материалов, их пригодность для использования в различных условиях и прогнозировать поведение под нагрузкой.

Традиционно измерение механических характеристик выполнялось с использованием ручных методов и оборудования, что нередко сопровождалось человеческими ошибками, снижением точности и значительными временными затратами. Однако с развитием автоматизации и компьютерных технологий произошел качественный скачок в методах испытаний. Автоматизированные системы для определения механических характеристик твердых материалов позволяют проводить более точные, надежные и оперативные измерения, что существенно повышает производительность и качество исследований.

Актуальность этой темы обусловлена тем, что в условиях нарастающего спроса на высокотехнологичные и инновационные материалы автоматизация процессов испытаний становится неотъемлемой частью современной научно-технической и производственной деятельности. Такие системы находят применение в промышленности, научных лабораториях и на этапах контроля качества продукции.

Классификация автоматизированного оборудования может быть выполнена по различным критериям, в зависимости от их назначения, принципа работы, степени автоматизации и типов тестируемых характеристик. Ниже приведена детальная классификация:

1. По назначению:
 - Универсальные испытательные машины (Instron 5982). Предназначены для измерения нескольких механических характеристик, таких как растяжение, сжатие и изгиб. Отличаются высокой универсальностью и широким спектром применения.
 - Специализированное оборудование:
 - твердомеры для измерения твердости (TKM-459, NOVOTEST T-УДЗ, Mitutoyo HR-530);
 - установки для испытаний на ударную вязкость (XP-05, Zwick/Roell HIT);
 - машины для испытаний на износ или усталость материалов (МУИ-6000).
2. По степени автоматизации:

- Полностью автоматизированные системы (Zwick Roell). Управляются специальным программным обеспечением. Минимизируют участие человека в процессе испытаний. Обеспечивают максимальную точность и надежность измерений.

- Полуавтоматические системы. Требуют участия оператора на отдельных этапах испытаний. Частично облегчают ручной труд, но сохраняют элементы ручного управления.

- Ручные системы с элементами автоматизации. Имеют автоматизированные функции для повышения эффективности, но требуют значительного участия оператора.

3. По принципу измерения:

- Контактные системы. Производят измерения механических характеристик через прямое физическое воздействие на материал. Примеры: стандартные твердомеры, машины для испытаний на разрыв и сжатие.

- Бесконтактные системы (оптическая измерительная система GOM ARAMIS). Используют оптические, лазерные или акустические методы измерения. Подходят для деликатных материалов или образцов с высокой точностью обработки.

4. По типу тестируемых материалов:

- Оборудование для металлических материалов. Приспособлено для испытаний стали, алюминия, титана и других металлических сплавов.

- Оборудование для неметаллических материалов. Подходит для испытаний пластмасс, композитов, керамики.

- Универсальные установки. Могут тестировать широкий спектр материалов, включая металлы и неметаллы.

5. По использованию программного обеспечения:

- Оборудование с базовыми функциями имеет минимальное программное обеспечение для выполнения стандартных задач.

- Интеллектуальные системы (Siemens SIMATIC) оснащены сложными алгоритмами анализа данных, функциями прогнозирования и удаленного управления. Позволяют интегрироваться в системы управления производством.

Эта классификация помогает систематизировать разнообразие автоматизированного оборудования, подбирая подходящий инструмент под конкретные задачи и условия испытаний.

Принципы работы автоматизированного оборудования.

Автоматизированное оборудование для определения механических характеристик твердых материалов работает по ряду ключевых принципов. Во-первых, используется программное управление, которое исключает влияние человеческого фактора, минимизируя вероятность ошибок и обеспечивая высокую точность измерений. Система оснащена датчиками, которые передают данные в режиме реального времени, что позволяет оперативно корректировать параметры испытаний. Точность оборудования поддерживается за счет регулярной калибровки и использования высокоточных измерительных приборов.

Большинство современных машин способны выполнять широкий спектр испытаний благодаря сменным насадкам и адаптерам, что делает их универсальными. Некоторые системы применяют бесконтактные методы измерений, такие как лазерные, оптические или акустические технологии, что особенно полезно для деликатных материалов. Программное обеспечение анализирует результаты, генерирует отчеты и обеспечивает их сохранение для последующего использования. Кроме того, конструкции таких устройств зачастую модульны, что позволяет их модернизировать и добавлять новые функции.

Автоматизированные установки адаптируются к различным требованиям и условиям, обеспечивая гибкость в проведении тестов. Они также ориентированы на энергоэффективность, оптимизируя энергопотребление во время длительных испытаний. Безопасность оборудования достигается благодаря встроенным защитным механизмам и автоматической остановке при сбоях, что предотвращает повреждение материалов и оборудования.

Применение автоматизированного оборудования.

Автоматизированное оборудование для определения механических характеристик твердых материалов используется в различных отраслях благодаря своей высокой точности, скорости и надежности. В промышленности его применение охватывает металлургию, машиностроение, авиакосмическую отрасль и электронную промышленность. В металлургии и машиностроении такие системы обеспечивают контроль качества материалов, измеряя их прочность, твердость и устойчивость к износу. В авиакосмической индустрии испытания направлены на проверку композитных материалов, используемых в конструкциях самолетов и космических аппаратов, где особенно важно выявить их ударную вязкость и долговечность.

Научные исследования активно используют универсальные испытательные машины для изучения свойств экспериментальных сплавов, полимеров и керамики, а также для анализа поведения материалов под длительными нагрузками. Эти системы помогают ускорить разработку инновационных материалов и создавать новые технологии. Лаборатории контроля качества на производственных предприятиях проверяют строительные материалы и продукцию на соответствие стандартам и техническим нормам, что особенно важно для строительства и других отраслей, требующих высокой надежности материалов.

В энергетике автоматизированные системы находят применение как в традиционных областях, таких как проверка материалов для ядерных реакторов, так и в новых направлениях, таких как тестирование компонентов солнечных панелей и конструкций ветрогенераторов. Благодаря высокой точности такие системы могут работать в экстремальных условиях и тестировать материалы, устойчивые к радиации и высоким температурам.

Рассмотрим принцип действия самых распространенных машин и приборов.

– Твердомер Brinell Wilson B200

Brinell Wilson B200 измеряет твердость материалов по методу Бринелля, который основан на вдавливании стального или карбидного шарика в поверхность образца. Оборудование использует гидравлический или пневматический привод для создания равномерного давления на образец. Это позволяет точно контролировать нагрузку, исключая колебания и неточности. Система оснащена датчиками, которые измеряют фактическую приложенную силу. Если значение выходит за допустимые пределы, механизм корректирует его автоматически. Перед началом испытания оператор задает необходимое значение нагрузки через цифровой интерфейс. Машина автоматически регулирует силу, обеспечивая точное вдавливание индентора.

– Ультразвуковой твердомер TKM 459C

Принцип действия твердомера основан на методе измерения ультразвукового контактного импеданса (UCI – ultrasonic contact impedance). Основными составляющими твердомера являются датчик и электронный блок преобразования сигналов с датчика и обработки результатов измерений. На конце металлического стержня, входящего в состав датчика твердомера, закреплен алмазный наконечник. Стержень колеблется на собственной резонансной частоте. При создании нагрузки рукой пользователя, алмазный наконечник внедряется в материал и изменяет резонансную частоту стержня. Изменение собственной резонансной частоты стержня пропорционально глубине внедрения наконечника в материал. Поскольку глубина внедрения наконечника в материал является показателем твердости, то существует зависимость между изменением резонансной частоты стержня F и твердостью материала.

– Электромеханическая испытательная машина Instron 5982

Instron 5982 применяется для одноосных статических испытаний на растяжение и сжатие. Она использует электромеханический привод, который обеспечивает точное управление нагрузкой и деформацией образца. Испытания основаны на законе Гука. Машина определяет предел текучести, прочности, упругую деформацию и прочие характеристики.