

УДК 620.1.051

**Е.И. Захарова, С.А. Пронин, М.А. Даниличев**

## **ОБОРУДОВАНИЕ MTS ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРОЧНОСТЬ**

*Представлено оборудование MTS Systems (MTS) для проведения испытаний горных пород, почв, дорожных покрытий и строительных материалов.*

*Ключевые слова: испытательные системы, сервогидравлика, стабилметр, дорожное покрытие, прикладное программное обеспечение.*

Основанная в 1966 г., корпорация MTS представляет широкий спектр передовых решений для испытаний материалов и конструкций. Одно из приоритетных направлений деятельности MTS — разработка систем для испытаний геоматериалов и строительных конструкций. Испытательные машины MTS спроектированы для обеспечения многолетнего надежного и качественного проведения испытаний геоматериалов в лабораторных условиях.

Испытательные системы. Стандартные сервогидравлические системы серий MTS 816 (рис. 1) и MTS 815 (рис. 2) предназначены для испытаний горных пород и строительных материалов на прямое и не прямое растяжение, сжатие, изгиб, объемное сжатие и прямой сдвиг со сжатием. Технические характеристики систем серии MTS 815 и MTS 816 представлена в табл. 1. Испытания слабых горных пород, грунтов и дорожных покрытий производятся с использованием сервогидравлических систем серии MTS Landmark (рис. 3) (оборудование представлено в начале 2008 г.) последнего поколения. Все системы оснащены быстродействующей сервогидравликой, передовыми цифровы-

ми контроллерами FlexTest и уникальным специализированным программным обеспечением.

Различные варианты исполнения систем MTS 815 и MTS 816: усилия от 490 кН до 4600 кН, возможность работы с несколькими моделями стабилметров, использование модуля для испытаний на сдвиг со сжатием, дополнительная оснастка, позволяют сконфигурировать систему, оптимальную для решения задач конкретной лаборатории. Системы допускают поэтапное дооснащение.



**Рис. 1. Система MTS 816**

## Техническая характеристика систем серии MTS 815 и MTS 816

Параметр	MTS 816					MTS 815				
	316.01	316.02	316.03	316.04		315.01	315.02	315.03	315.04	
Силовая рама MTS	490	1013	1459	1984		1600	2700	4600	4600	
Нагрузка при сжатии, кН	291	648	961	1334		1050	1350	2300	2300	
Нагрузка при растяжении, кН	1,1x10 <sup>9</sup>	2,6x10 <sup>9</sup>	2,6x10 <sup>9</sup>	3,0x10 <sup>9</sup>		7,0x10 <sup>9</sup>	9,0x10 <sup>9</sup>	11,0x10 <sup>9</sup>	10,5x10 <sup>9</sup>	
Жесткость рамы, Н/м	100									
Ход гидроцилиндра, мм	100									
Характеристики системы с использованием модуля для прямого сдвига										
Максимальная нормальная сила	Соответствует нагрузочной способности гидроцилиндра					Соответствует нагрузочной способности гидроцилиндра				
Максимальная сила сдвига, кН	250					250				
Вращение вокруг продольной оси	±3° либо зафиксированное положение					±3° либо зафиксированное положение				
Вращение вокруг поперечной оси	±3° либо зафиксированное положение					±3° либо зафиксированное положение				
Вращение вокруг вертикальной оси	Отсутствует					Отсутствует				
Размеры контейнера (длина × ширина × высота), мм	200x200x340					159x127x280				
Испытания в стабилометре										
Диаметр образца, мм*	До 54					До 54; 100				
Объемное давление, МПа*	70; 140					80; 140				
Поровое давление, МПа*	70; 140					80; 140				
Диапазон рабочих температур*	От 0°С до +175°С					От -23°С до +200°С				

\* в зависимости от модели стабилометра.



**Рис. 2. Система MTS 815**



**Рис. 3. Система MTS Landmark**

Универсальная сервогидравлическая испытательная система MTS Landmark представляет собой высокопроизводительную платформу, устанавливающую новые стандарты конфигурируемости, эргономики и обслуживания для испытательных систем на ближайшие десятилетия. Для испытаний почв и дорожных покрытий MTS представляет напольные силовые рамы с усилием до 100 кН и 250 кН, а также настольную модель с предельным усилием до 25 кН.

MTS представляет широкий спектр дополнительной оснастки.

Стабилметры позволяют имитировать и исследовать поведение горных пород и строительных материа-

лов в естественных условиях: напряжения, наличие в порах жидкости, климатическое воздействие. Испытания производятся на образцах диаметром до 100 мм, при давлениях (как в статическом, так и в динамическом режимах) до 140 МПа и температурах до 200°C (большие значения параметров эксперимента также возможны). Для контроля и определения параметров используются расположенные в стабилметре датчики силы, осевые и окружные экстензометры. Предусмотрена возможность исследований с использованием ультразвука, методов акустической эмиссии и компьютерной томографии.

Стабилметр для испытаний почв и дорожных покрытий (рис. 4) предназначен для широкого ряда испытаний (исследование при объемном статическом и динамическом сжатии определение модулей упругости почв, климатических испытаний в температурном диапазоне от -70 °C до +100 °C, исследование проницаемости материалов и т.д.). Исследования проводятся на образцах диаметром от 38 мм до 150 мм. В стабилметрах используются три различных уплотняющих среды: воздух для низкого статического всестороннего давления (200 кПа), вода для высокого статического (1000 кПа или 2100 кПа) или динамического контроля всестороннего давления, силиконовое масло для высокого статического, динамического всестороннего давления и испытаний при отрицательных температурах.

Приспособление для испытаний на прямой сдвиг (рис. 5) позволяет проводить испытания при одновременном воздействии на образец нормальной и сдвигающей силы. Этот модуль можно использовать со всеми силовыми рамами серий MTS 815 и MTS 816. Модуль для проведения испытаний на



**Рис. 4. Стабилометр для испытаний почв и дорожных покрытий MTS 655.05**

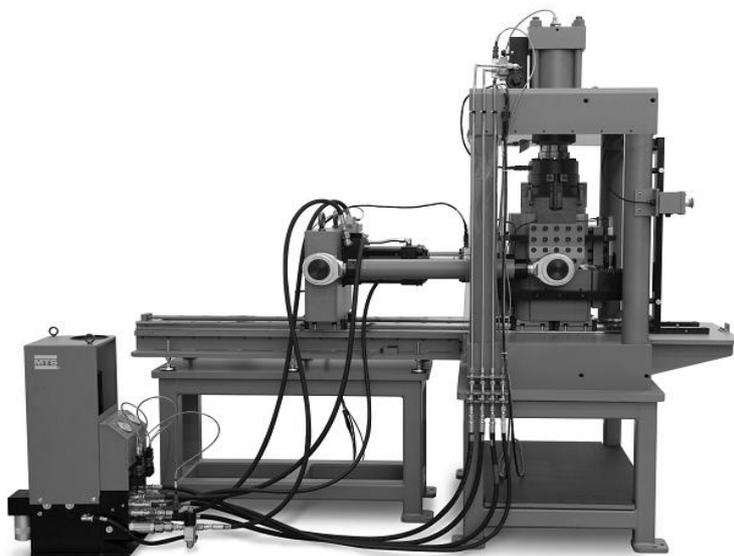
прямой сдвиг интегрируется непосредственно в испытательную систему. К его особенностям следует отнести: наличие жесткой компактной силовой рамы; датчик перемещения штока сдвигового гидроцилиндра обеспечивает точный контроль перемещений; низкопрофильный датчик силы повышенной жесткости реализует точный контроль усилия при сдвиге для различных циклов нагружения; контейнер для образца содержит 6

датчиков перемещения для контроля нормальных перемещений, наклона, вращения, перемещения при сдвиге, поворота вокруг вертикальной оси.

Длинные прецизионные горизонтальные направляющие обеспечивают: малый коэффициент трения; единственную степень свободы (поступательное движение); повышенное сопротивление опрокидывающим моментам; точность сбора данных о сдвиговых напряжениях в образце; отсутствие преждевременного разрушения образца от растяжения.

Надежный многофункциональный цифровой контроллер последнего поколения FlexTest обеспечивает высокоскоростное управление в реальном времени с обратной связью, сбор данных, генерацию функций и преобразование сигналов датчиков при испытаниях с одновременным управлением по нескольким каналам (один контроллер позволяет управлять несколькими рабочими станциями). Модульная архитектура контроллеров FlexTest позволяет изменять и ранжировать настройки проведения экспериментов в зависимости от задач испытания, управлять несколькими рабочими станциями от одного контроллера; предусматривает возможность обновления контроллера для дальнейшего развития лаборатории.

Базовое программное обеспечение MultiPurpose TestWare (МРТ) разработано для установки, поддержания и изменения условий эксперимента, генерации, сбора и обработки данных при стандартных и нестандартных методиках проведения испытаний. Пользователь может комбинировать базовые процессы, включающие генерацию функций, сбор данных, переключение режимов и т.д. для создания комплексных испытаний. МРТ позволяет использовать независимые пакеты для анализа, построения графиков и генерации отчетов.



**Рис. 5 Модуль для проведения испытаний на сдвиг со сжатием интегрирован в силовую раму MTS 316**

Прикладное программное обеспечение MTS включает в себя набор шаблонов для проведения испытаний в соответствии со стандартами ASTM, ISRM и другими, а также предусматривает возможность создания своих методик проведения экспериментов. Использование шаблонов, дружелюбный пользовательский интерфейс, возможность автоматической обработки данных, генерирование отчетов, экспорт данных с использованием пакета Microsoft Office — все это облегчает работу оператора.

Гидравлическая насосная станция SilentFlo представляет собой высокочувствительную, тихую (уровень шума 60 дБ), герметичную гидравлическую систему. Станция может быть установлена непосредственно в лаборатории, исключая потребность в спе-

циальных средствах обслуживания и размещения насоса, уменьшая при этом длину гидравлических линий и требования к свободному пространству. Так же как и контроллер, одна гидравлическая насосная станция позволяет управлять несколькими рабочими станциями (испытательными установками).

MTS оказывает профессиональные консультации, чтобы помочь Вам спроектировать наиболее эффективную и рентабельную лабораторию. Оборудование MTS соответствует требованиям стандартов ISO, ASTM, EN, DIN, BS, ГОСТ. Квалификация специалистов компании позволяют MTS принимать участие и играть ведущую роль в разработке новых и совершенствовании старых стандартов.

**ГИАБ**

#### **КОРОТКО ОБ АВТОРАХ**

---

*Захарова Е.И.* — генеральный директор;  
*Пронин С.А.* — начальник отдела испытательного оборудования,  
*Даниличев М.А.* — ведущий инженер,  
компания «SCAN», e-mail: office@scan.ru, <http://www.scan.ru>.