

## **О достоверности результатов механических испытаний строительных материалов, полученных на устаревших моделях испытательной техники**

<http://www.stroinauka.ru/biblio.asp?d=12&dc=12&dr=4619>

В ряду причин техногенных катастроф, разрушений зданий и сооружений, в том числе и во время строительства, стоят игнорирование механических испытаний в строительстве или неквалифицированное их проведение на устаревшем испытательном оборудовании. По известным причинам технологическое оборудование и средства контроля качества выпускаемой продукции на российских предприятиях, в том числе и стройиндустрии, в последние годы практически не обновлялись и их возраст в несколько раз превышает нормативные сроки службы. К числу таких относятся разрывные машины типа ГМС, ГРМ, УММ, Р, МР (производство "Точмашприбор", г. Армавир), ЦД, ЦДМ, ЭДЦ (производство WPM, Германия) и испытательные прессы типов 2ПГ, ПСУ, П, МС (производство "Точмашприбор", г. Армавир). Это испытательное оборудование оснащено механическими силоизмерителями и ручными системами управления нагружением. При применении указанных типов испытательных машин не представляется возможным получить достоверные результаты испытаний в соответствии с современными требованиями.

Известно, что к числу факторов, определяющих достоверность результатов испытаний, относятся: точность измерения и регистрации нагрузки, деформации и перемещений, точность воспроизведения заданных режимов нагружения (в частности, скорости роста нагрузки или деформации), степень центричности приложения нагрузки к образцу, возможность субъективного влияния оператора на результаты испытаний, степень соответствия требованиям НТД на методы и средства испытаний.

Точность измерения нагрузки для всех типов разрывных машин характеризуется допустимой погрешностью, не превышающей  $\pm 1\%$ . Однако эта точность на разрывных машинах с инерционным маятниковым силоизмерителем (ГМС, ГРМ, УММ) может быть обеспечена в диапазоне низких скоростей нагружения. Погрешность измерения нагрузки испытательных прессов типа ПСУ, 2ПГ, П составляет  $\pm 2\%$  и превышает давно достигнутую на современных моделях испытательного оборудования величину ( $\pm 1\%$ ).

Точность измерения нагрузки испытательной машиной - это единственный показатель, который периодически контролируется территориальными центрами стандартизации и метрологии Госстандарта РФ. Но, как будет показано далее, точность измерения нагрузки не является достаточным условием получения достоверных результатов испытаний. Силоизмерительные устройства устаревших моделей разрывных машин и прессов имеют относительно узкий диапазон измерения, в котором гарантируется заданная точность измерения нагрузок. Измерение перемещения активного захвата на испытательных машинах ГМС, ГРМ, УММ, Р производится с помощью линейки, закрепленной на колонне, а регистрация - на механическом самописце. Измеренная и зарегистрированная на самописцах величина перемещения активного захвата на этих испытательных машинах значительно отличается от действительного удлинения образца из-за конструкции клиновых захватов, в которых зажимные элементы перемещаются относительно корпуса в вертикальном направлении ввиду сплющивания хвостовых частей образца и раскрытия зева в результате деформации корпуса клиновых захватов. При этом погрешность определения удлинения образца по перемещению захвата может достигать до 20 и более процентов, в зависимости от длины рабочей части образца.

В качестве самопишущих приборов на испытательных машинах ГМС, ГРМ, УММ, Р и МР используются механические самописцы, имеющие низкую точность записи, малые масштабы записи перемещений, ручное управление. Они ненадежны и неудобны в работе и обслуживании из-за необходимости частой заправки пишущего устройства чернилами. Эти испытательные машины не оснащены тензометрами для измерения деформации образца на определенной базе. Испытательные машины ГРМ, ГМС, УММ, Р и испытательные прессы 2 ПГ, ПСУ, П оснащены примитивными устройствами для регулирования скорости нагружения. Каких-либо измерителей или индикаторов скорости нагружения или скорости перемещения на данных испытательных машинах нет. Поэтому воспроизвести режим нагружения образца

в соответствии с требованиями стандартов на методы испытаний строительных материалов практически невозможно.

По степени влияния на достоверность результатов механических испытаний центричность приложения нагрузки и равномерность распределения напряжений по сечению образца являются преобладающими факторами по отношению к перечисленным выше. Исследования, проведенные автором совместно со специалистами Института проблем прочности и Института проблем материаловедения АН Украины, на разрывных машинах как отечественного, так и зарубежного производства прежних лет выпуска, показали, что дополнительные напряжения от нецентрального приложения нагрузки в точке, составляющей 10% от наибольшей нагрузки, могут составлять от 20 до 90 и более процентов от усилия растяжения.

При выпуске из производства и в процессе эксплуатации этот показатель не контролировался. В результате при испытаниях на этих испытательных машинах получают заниженные характеристики механических свойств. На испытательных прессах 2ПГ, ПСУ, П, имеющих практически одинаковую конструкцию нагружающего устройства, не обеспечивается равномерное приложение нагрузки по сечению образца, например, бетонного кубика.

Об этом свидетельствуют результаты испытаний прессов типа П на равномерность приложения нагрузки к образцу, проведенные автором совместно со специалистами ЦНИИСК. Равномерность распределения нагрузки оценивалась по глубине отпечатка шарика в условиях строго центральной установки приспособления и при смещенной на величину, соответствующую возможной ошибке оператора при установке образца (до 4 мм). Испытания проводились на прессах П-10, П-50, П-125, П-250 и П-500. Значительная неравномерность распределения нагрузки (до 30%) наблюдалась при центральной установке приспособления и еще большая (до 50%) при смещении.

Это объясняется недостатками конструкции нагружающего устройства. Элементы рамы: основание, траверса и колонны не образуют жесткую конструкцию, на прессах П-10 и П-50 верхняя плита закреплена на винте, с помощью которого регулируется высота рабочего пространства, и который сопрягается с гайкой в траверсе с большим зазором, и имеет возможность смещаться относительно нижней плиты в горизонтальном направлении в процессе нагружения. Крепление колонны в основании и траверсе не является жестким, так как после некоторого числа нагружений усилие натяжения гаек, созданное вручную, уменьшается до нуля. Опорные плиты имеют недостаточную толщину. Кроме того, они состоят из двух частей, одна из которых (наружная) имеет необходимую твердость для обеспечения износостойкости - Однако эта плита имеет относительно небольшую толщину, а сопряжение плит не всегда обеспечивается с требуемой точностью и поэтому наружные плиты прогибаются, не обеспечивая равномерное нагружение образца по сечению.

Другой причиной неравномерности распределения напряжений на образце является несовершенство конструкции шарнира верхней плиты. Одним из недостатков шарнирного узла является неравномерность прилегающих сопрягаемых поверхностей или недостаточная площадь сопряжения. Кроме того, возможна несоосность нижней и верхней плит. Указанные типы прессов не оснащены устройствами для центрирования образцов при их установке.

Перечисленные причины неравномерности нагружения образцов возможны и имеют место в связи с тем, что при выпуске из производства устаревших моделей испытательной техники и в процессе их эксплуатации не контролировались показатели, определяющие центричность приложения нагрузки, из-за того, что они не нормированы в ТУ и в другой документации на эти испытательные машины. Вследствие указанных недостатков по результатам исследований, проведенных фирмой "Цвик" (Германия), ошибка при определении предела прочности бетона может достигать до 20%.

Известно, что характеристики механических свойств материалов, получаемых на испытательных машинах, существенно зависят от скорости нагружения. На испытательных машинах устаревших моделей регулирование скоростей нагружения осуществляется вручную, без возможности контроля. При этом установленная нормативными документами скорость нагружения (деформирования) не может быть задана и воспроизведена на этих испытательных машинах с требуемой точностью. Низкая продольная жесткость силовой рамы нагружающих устройств испытательных прессов, особенно на предельные нагрузки 100 и

500 кН, вносит существенные погрешности в результаты испытаний в связи с тем, что потенциальная энергия, накопленная рамой, оказывает значительное влияние на процесс разрушения образца.

Указанные типы испытательных машин используются для испытания широкой номенклатуры строительных материалов, например, испытательные машины сжатия используются для испытания бетонов, кирпича, цемента, асфальтобетона. Однако требования к методам испытаний различных материалов и испытательному оборудованию, регламентированные стандартами, существенно отличаются. Отсутствие функциональной специализации нагружающих, управляющих и измерительных систем устаревших моделей испытательного практически не позволяет выполнить требования НТД на методы испытаний конкретных материалов.

Возможность субъективного влияния лаборанта на результаты испытаний при работе на старых испытательных машинах имеется на всех этапах процесса испытания. Во-первых, при задании и поддержании режимов нагружения вручную, во-вторых, при снятии показаний отсчетного устройства шкалы нагрузок в результате ошибки, в-третьих, при обработке регистрируемых диаграмм и вычислении характеристик, в-четвёртых, при установке образцов, когда не обеспечивается совпадение осей образца и силовой рамы.

Вопрос "О техническом состоянии парка машин для механических испытаний строительных материалов и металлов" рассматривался на заседании Научно-технической комиссии по метрологии и измерительной технике Госстандарта России (протокол № 20 от 13.12.94 г.). На этом заседании было рекомендовано потребителям произвести в течение 1995-1997 годов замену машин ГМС, П, ПСУ, ГРМ, УММ и Р на более совершенные. На подавляющем большинстве предприятий эти рекомендации не выполнены. В результате механические испытания проводятся на устаревшем оборудовании с нарушением государственных стандартов, не обеспечивается получение достоверных результатов и принцип единства измерений.

Если до 1995 года у потребителей испытательной техники не было возможности приобрести российскую испытательную технику требуемого технического уровня, то, после активизации работы научно-производственной ассоциации НИКЦИМ и ФГУП "Точмашприбор" (г. Армавир) по созданию испытательных машин нового поколения ситуация значительно изменилась.

За последние годы разработаны и освоены в производстве специализированные испытательные машины, предназначенные для проведения испытаний определённых материалов и изделий, в соответствии с требованиями отечественных и зарубежных стандартов. Новые испытательные машины отличаются от ранее выпускаемых специализацией по назначению, оснащением микропроцессорными автоматизированными компьютерными системами измерения и управления, представлением результатов испытаний в виде протокола и графического изображения зависимостей. Практически исключено субъективное влияние оператора на результаты испытаний.

Современные испытательные машины, в отличие от прежних, имеют модификации в зависимости от назначения: для испытания бетона, для испытания цемента, для испытания кирпича, для испытания асфальтобетона и т.д. Модификации испытательной машины могут отличаться комплектом приспособлений и программным обеспечением, а также конструкцией нагружающего устройства и размерами рабочего пространства.

По сравнению с разрывными машинами ГМС, ЦДМ, Р новые разрывные машины оснащены захватами, обеспечивающими принудительный надёжный зажим образцов, исключая проскальзывание. Исключено вертикальное перемещение зажимных элементов (губок), связанное с поперечной деформацией корпуса захвата и зажимаемой части образца. Значительное внимание при выпуске разрывных машин уделяется обеспечению контроля одноосного напряжённого состояния нагружаемых образцов. Для испытания образцов с головками разрывные машины комплектуются специальными захватами с чувствительными шарнирными устройствами, обеспечивающими высокую степень центричности приложенной разрывной машиной нагрузки, что особенно важно при испытании хрупких образцов. На новых разрывных машинах типа МИРИ, МИР обеспечено управление по нагрузке, перемещению и измерения нагрузки, перемещения и деформации (на базе 25,50 и 100).

Разрывные машины могут комплектоваться дополнительным нагружающим устройством для испытания на сжатие и изгиб. При этом обеспечивается переход с одного вида испытаний на другой без переналадки.

Нагружающие устройства машин сжатия типа МИС, выпускаемые взамен всех предшествующих моделей прессов, имеют жесткую в продольном и поперечном направлении силовую раму, монолитные опорные плиты значительной толщины и чувствительную сферическую верхнюю опору, обеспечивающую сопряжение рабочей поверхности плиты с образцом в начале нагружения и замыкание в этом положении при дальнейшем нагружении образца. Машины обеспечивают проведение испытаний в соответствии с требованиями ГОСТ, DIN, EN и ASTM в части методов испытаний.

Применение испытательных машин нового поколения в лабораториях НИИ и предприятий стройиндустрии позволит получить достоверные результаты испытаний и в конечном итоге обеспечить безопасность жизнедеятельности человека в среде обитания.

Источник: [НИКЦИМ Точмашприбор](#)

С.М. Чиликов, ген. директор НИКЦИМ Точмашприбор, чл.-корр. РИА

[Концепция инновационной деятельности](#) »

[Методика \(методология\) научных исследований](#) »

[Технологии](#) »

21.06.2005