

УДК 620.178.4/6

## МАШИНА МОДЕЛИ ФТИ5-695 ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛОВ И ИХ СПЛАВОВ

Жукова А.А., Суша Н.В.

Государственное научное учреждение

«Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси»

г. Минск, Республика Беларусь

*Разработана испытательная машина ФТИ5-695, которая позволяет определить способность металла к пластическому деформированию методом прокатки при различных температурах нагрева, различных скоростях и величинах деформации.*

Требования к повышенной надежности промышленного оборудования, снижение материальных затрат при его изготовлении и эксплуатации, повышение его производительности вынуждают машиностроителей искать новые материалы с высокими технологическими и прочностными свойствами. При изготовлении деталей из таких материалов, производителей в первую очередь интересует возможность применения наиболее эффективного и недорогого способа изготовления деталей или заготовок с минимальным расходом материала-пластического деформирования.

В связи с этим часто возникает потребность в получении новых материалов с заданными характеристиками. Во многих случаях с этой целью было использовано существующее технологическое оборудование и инструмент, что не давало возможности более точно определить характеристики материала, так как требовалось изменение технологической оснастки, режимов обработки и большого количества исследуемого материала.

В лаборатории предельной деформируемости ГНУ «Физико-технический институт Национальной академии наук Беларуси» для определения технологических свойств новых материалов разработана испытательная машина ФТИ 5-695, которая позволяет определить пластические свойства материалов методом прокатки образцов при различных режимах нагрева, различных скоростях и величинах деформации. При этом она выдает величину усилия прокатки образца.

Испытательная машина (рис. 1), состоит из

двух широких брусов (2,11), соединенных между собой четырьмя боковыми плитами (1,6), стянутыми между собой шпильками (16). Таким образом, эта конструкция представляет собой жесткую корпусную коробку. На брусах располагаются рельсовые направляющие, по которым при помощи шариковой винтовой передачи (7) на шариковых блоках линейного движения передвигаются навстречу друг другу два ползуна (3,12). На ползунах установлены столы (5, 12), на которых размещаются комплекты оснастки, используемые для испытаний образца. Столы имеют возможность изменять свою высоту, при этом меняется расстояние между установочными поверхностями столов. Это позволяет изменять глубину силового воздействия на образец при испытании его методом прокатки. Размер закрытой высоты «А» (рис. 1) равен  $100 \pm 4$  мм.

Привод ползунов производится от асинхронного электродвигателя 4А100L4ЕУЗ мощностью 4 кВт с частотным регулированием числа оборотов. Он обеспечивает скорость передвижения ползунов от 0,3 м/с до 0,8 м/с. Рабочий ход нижнего ползуна может выключаться раздаточной коробкой (8), и тогда скорость прокатки образца уменьшается вдвое. Установка ползунов в исходное положение производится поворотом вала механизма датчика оборотов ходового винта и перемещением верхнего ползуна при неподвижном нижнем ползуне. Вся информация о скорости и усилиях прокатки передается на экран пульта управления. Датчик оборотов винта на рис. 1 не показан. Он установлен на раздаточной коробке.

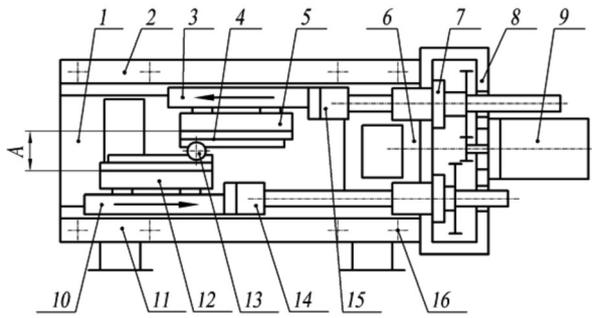


Рис. 1. Схема испытательной машины:  
 1 – боковая стенка; 2 – брус верхний; 3 – ползун;  
 4 – технологический комплект; 5 – стол; 6 – боковая стенка; 7 – шариковая винтовая пара; 8 – коробка раздаточная; 9 – электродвигатель; 10 – ползун;  
 11 – брус нижний; 12 – стол; 13 – испытываемый образец; 14 и 15 – датчики усилия; 16 – шпильки

Привод машины развивает осевое усилие более 10000 Н. Соединение ползунов с винтами силового привода включает силовые датчики (14,15), которые непосредственно показывают величину усилия, препятствующего перемещению ползуна по шариковым направляющим, и вносят небольшую погрешность при замере воздействия на испытываемый образец.

### 1. Способность металла к пластическому деформированию

На рис. 1 показана испытательная машина с установленным комплектом для определения пластичности материала методом прокатки. Изменяя температуру нагрева заготовки, скорости прокатки, глубину внедрения клина в образец можно определить возможность обработки заготовок из этого материала методами пластической деформации или резанием, а также наилучшие режимы обработки. Испытания можно проводить и на плоских образцах. В качестве пластичности принимается относительное обжатие, при котором на боковых кромках полосы появляются первые трещины.

### 2. Определение коэффициента трения

Сила трения  $T$  на контактных поверхностях при воздействии на испытываемый образец нормального давления  $P$  (рис. 2) вычисляется по формуле  $T = \mu \cdot P$ .

При достижении силой  $Q$  и, следовательно, силой  $T$  критического значения тело начнет двигаться по плоскости. В случае равномерного прямолинейного движения  $Q = T = \mu \cdot P$ , где  $\mu$  – коэф-

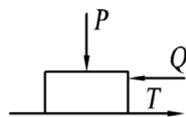


Рис. 2. Схема возникновения силы  $T$  под действием сил  $P$  и  $Q$

фициент трения скольжения. При помощи комплекта трения на испытательной машине можно производить замер силы трения в зависимости от нормального давления на образец. Схема испытаний показана на рис. 3.

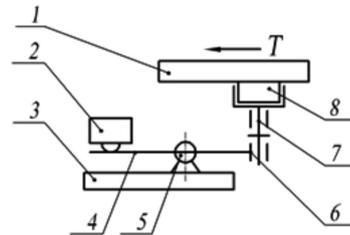


Рис. 3. Схема определения силы трения  $T$

Образец (8) устанавливается на регулируемый столик (7), поворотом эксцентричной оси (5) поджимается к подвижной испытательной паре, установленной на подвижном верхнем ползуне, и путем регулировки винтовой пары (6) через рычаг (4) образец настраивается на силу нормального давления, определяемого датчиком усилия (2). Начало движения верхнего ползуна (1) относительно неподвижного ползуна (3) приводит к возникновению силы трения  $T$ , которая фиксируется датчиком усилия верхнего ползуна.

### 3. Определение угла захвата заготовки валками

Угол захвата заготовки валками определяется по формуле  $\text{tg} \alpha \leq \mu$ , где  $\alpha$  – угол захвата,  $\mu$  – коэффициент трения между металлом и валками. Одним из способов определения коэффициента трения является сжатие образца между двумя наклонными плитами с изменяемым углом наклона. Плиты должны иметь высокую твердость и чистоту поверхности. Образец, помещенный между двумя раскрытыми на большой угол плитами, при уменьшении этого угла начинает выдавливаться, и когда угол становится равным или несколько меньшим двойного угла трения, образец останавливается, уменьшение угла прекращается. Измерением угла между двумя плитами и делением его пополам можно определить угол трения, тангенс которого равен коэффициенту трения.

На этом принципе основано действие комплекта по определению угла захвата валками образца испытываемого материала. Его конструкция схематически показана на рис. 4.

Комплект с неподвижной плитой (6), поворотной плитой (3) и лимбом (5), смонтированный на установочной плите (1), устанавливается на неподвижном нижнем ползуне, а верхний ползун посредством тяги (4) при своем движении совер-

шает поворот поворотной плиты (3) и, помещенный между плитами образец (2) выдавливается до достижения между плитами угла, равного углу трения.

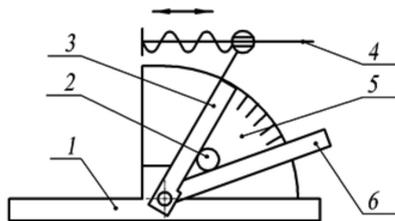


Рис. 4. Схема определения угла захвата

#### 4. Определение предельной пластичности материала

Испытание образца на предельную пластичность производится на испытательной машине прокаткой цилиндрического образца (соотношение толщины образца к его диаметру – 0,2–0,5) между двумя параллельными пластинами, закрытыми с боков на величину 5...7 мм, которые обеспечивают плоскопараллельное качение образца. Прокатка производится с различной степенью обжатия образца до появления трещины на его боковой поверхности, так как при такой толщине образца начало разрушения начинается на боковой поверхности и определяется визуально. Пластичность металла образца оценивается количеством циклов нагружения образца (1 оборот соответствует 2 циклам нагружения).

Величина обжатия заготовки вычисляется по формуле  $\sigma = A/d$ . Этот метод особенно подходит для проведения испытаний сравнительной пластичности материала, так как он дает цифровое значение для сравнения предельной пластичности (рис. 5).

Для определения этих характеристик металла испытательная машина снабжается комплектами технологической оснастки и методикой проведения испытаний.

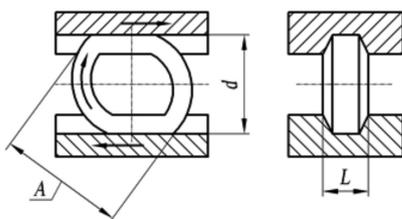


Рис. 5. Схема испытания образца на предельную пластичность

Машина имеет возможность выключать движение одного ползуна. При этом скорость прокатки уменьшается вдвое, т.е. равна скорости движения ползуна, а усилие, с которым может передвигаться ползун, увеличивается вдвое и достигает 1,5 м/сек. На машине можно определять удельное усилие прокатки на единицу поперечной площади перемещаемого металла, по величине деформации балок прокатной клетки, при их градуировке, определять распорное усилие прокатки и проводить другие испытания металла. Весь процесс деформации металла при прокатке происходит перед глазами исследователя и может быть зафиксирован видеоаппаратурой.

При оснащении испытательной машины пирометром, фотокамерой, лабораторной нагревательной печью она позволяет производить широкий спектр испытаний образцов металла. Данная испытательная машина, ввиду своей компактности (габариты  $L \times B \times H = 1325 \times 320 \times 465$  мм, масса около 400), может быть расположена в лаборатории, мобильна в перемещении, а также для демонстрации на выставочных площадках. Процесс деформации металла происходит в открытом пространстве, в связи с этим, она может быть наглядным пособием в студенческой лаборатории, а также источником экспериментального уточнения технологической характеристики металла в заводской лаборатории, или инструментом для определения характеристик какого-то сплава в руках научного исследователя.

Кроме этого, в силу своих технологических возможностей данная машина позволяет производить дополнительные испытания. Использование машины позволяет выбрать наиболее оптимальные методы изготовления деталей и на ранних стадиях определить необходимость изменения качества материала.

#### Выводы:

На основании потребности в измерениях пластических свойств материалов методом прокатки образцов при различных режимах нагрева, различных скоростях и величинах деформации, была спроектирована и разработана испытательная машина ФТИ 5-695, которая развивает тяговое усилие более 10000 Н, имеет широкую регулировку скорости, обладает компактными габаритами  $1325 \times 320 \times 465$  мм, что позволяет использовать ее в испытательных и учебных лабораториях, а также в качестве модели прокатного стана на выставочных площадках.