

Применение пластометра высокого давления для определения
сопротивления деформации

Р.С. Комаров
МАИ (НИУ), г. Москва, Россия

Аннотация: Представлены возможности новой методики и результаты испытаний по определению сопротивления деформации сплава 1201 на пластометре высокого давления. Достигнуты высокие однородные деформации при испытаниях на сжатие образца новой конструкции. Простота и надежность обеспечения постоянства скорости деформации на протяжении всего процесса, позволяет конструировать высокоточные реологические уравнения, благодаря чему удастся повысить качество математических моделей пластического формоизменения.

Ключевые слова: сопротивление деформации, степень деформации, температура, скорость деформации, пластометр высокого давления.

В систему уравнений описывающих математические модели процессов пластического формоизменения входит уравнение вида:

$$\sigma_s = \sigma_s(\theta, \varepsilon, \xi)$$

σ_s - сопротивление деформации; θ - температура; ε - степень деформации; ξ - скорость деформации;

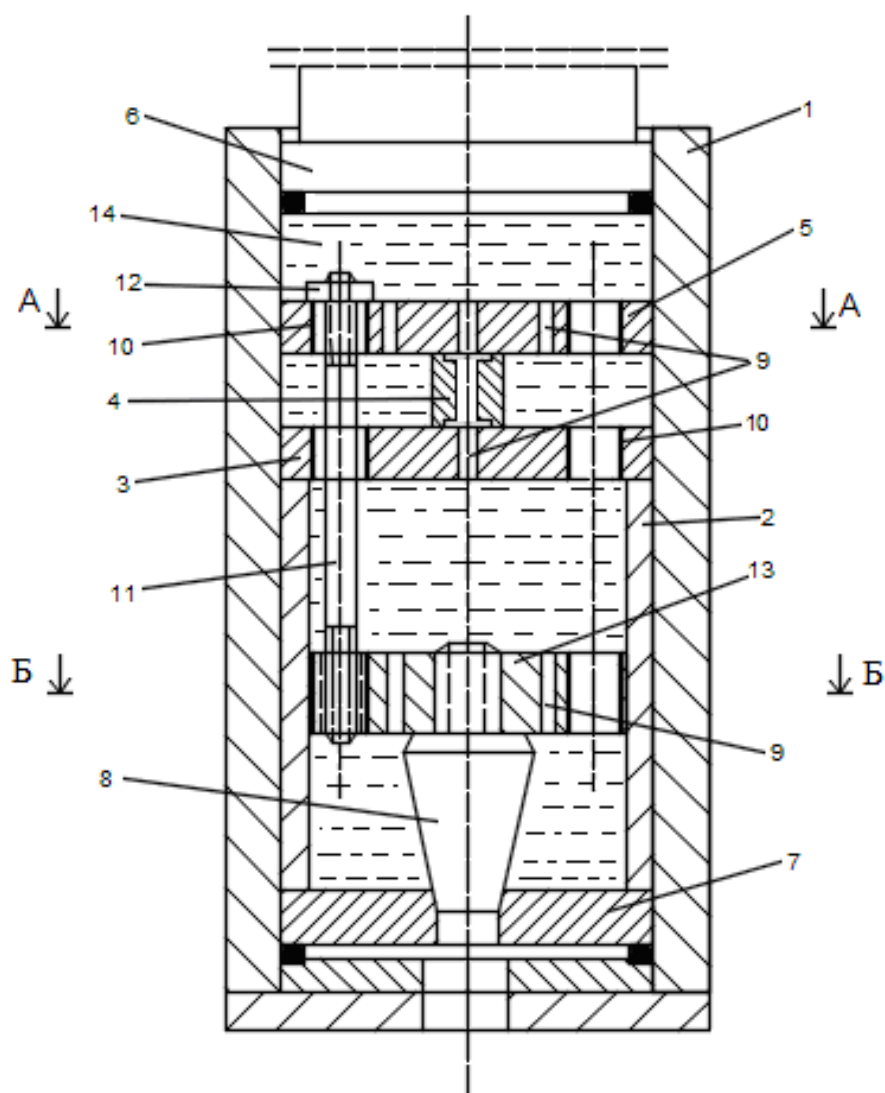
От качества этого уравнения зависит степень универсальности математических моделей. Они должны обеспечивать адекватность, точность и экономичность.

Применяемые в настоящее время пластометры позволяют определять сопротивление деформации в широком диапазоне скоростей деформаций при заданном развитии скорости деформации во времени, воспроизводя развитие температурно-деформационных режимов промышленных процессов формоизменения. Этот факт и послужил основой для создания нового пластометра высокого давления [1].

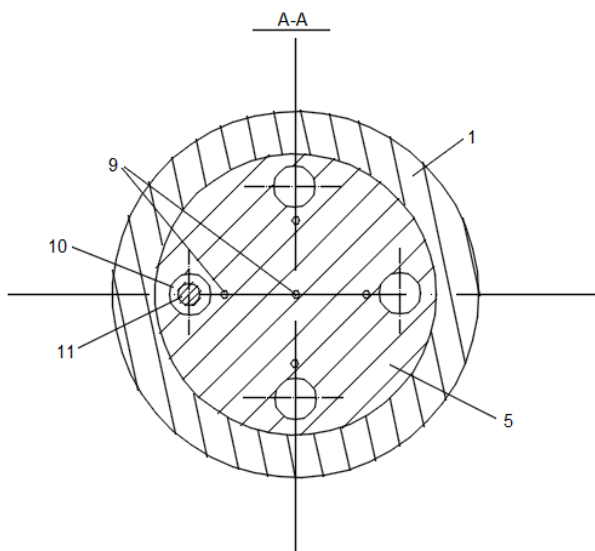
Пластометр работает следующим образом (Рис.1).

Вспомогательный образец 8 с предварительно закрепленной на нем специальной гайкой 13 с каналами 9 и ввернутыми в нее шпильками 11 размещают на матрице 7, после чего на матрицу 7 устанавливают опору 2 с плитой 3. Затем на плите 3 размещают испытуемый образец 4 и на его торцовую поверхность устанавливают верхнюю плиту 5, а на шпильки 11

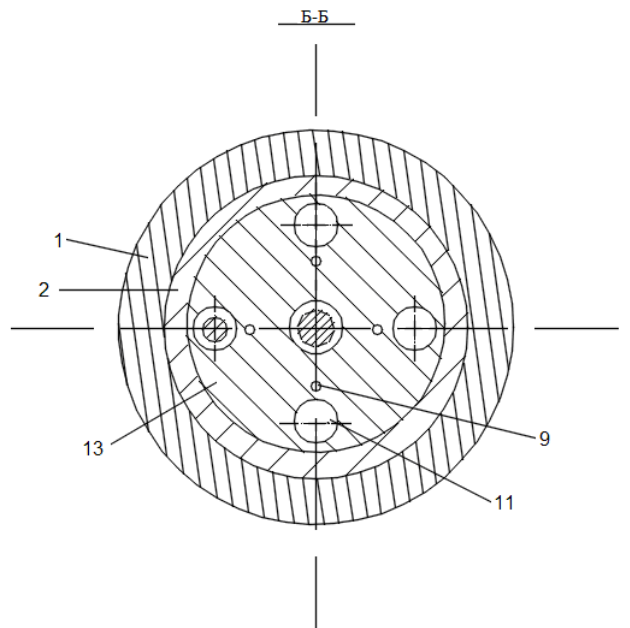
навертывают гайки 12 и заполняют полость контейнера 1 рабочей средой 14. После этого в контейнер 1 вводят плунжер 6, обеспечивая при его перемещении повышение гидростатического давления рабочей среды 14. При достижении необходимого гидростатического давления для деформации вспомогательного образца 8 начинается его выпрессовывание через коническое отверстие матрицы 7. Так как верхняя плита 5 соединена шпильками 11 со вспомогательным образцом 8, происходит их одновременное перемещение, что позволяет повысить надежность испытаний благодаря постоянству величины гидростатического давления во всем объеме полости контейнера 1, что обеспечивает синхронную деформацию испытуемого 4 и вспомогательного 8 образцов.



Фигура 1



Фигура 2



Фигура 3

Рисунок 1 - Пластометр высокого давления, общий вид: на фигуре 2 – сечение А-А на фигуре 1, на фигуре 3 – сечение Б-Б на фигуре 1 [1].

Испытания осуществляют с использованием образца новой конструкции (рис. 2) [2].

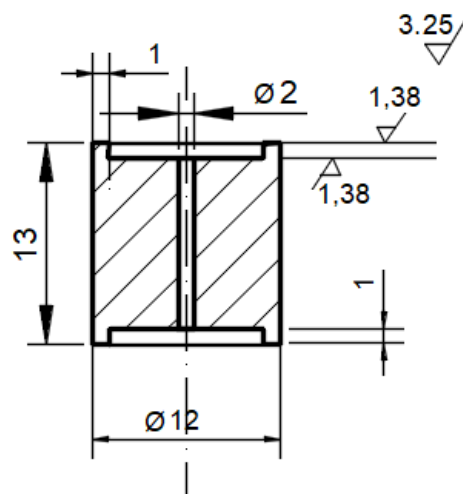


Рисунок 2 - Цилиндрический образец для испытания на сжатие [2].

В качестве примера использования пластометра высокого давления представлены объемные диаграммы сопротивления деформации сплава 1201 (рис. 3).

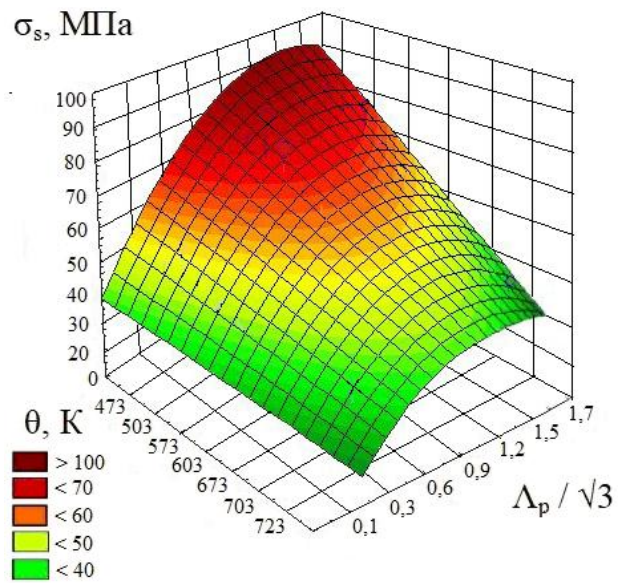
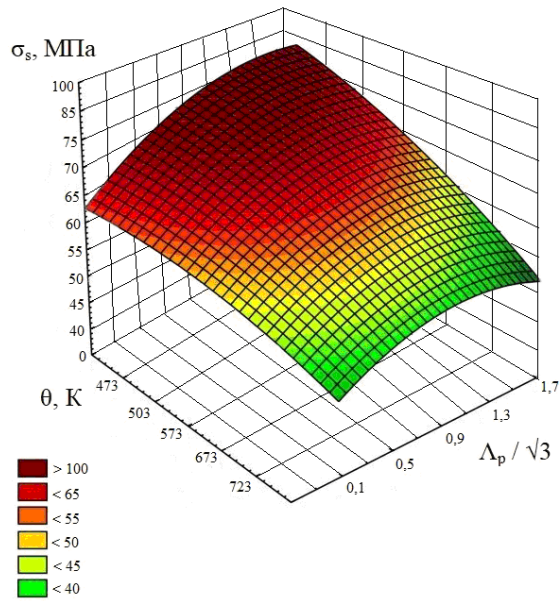
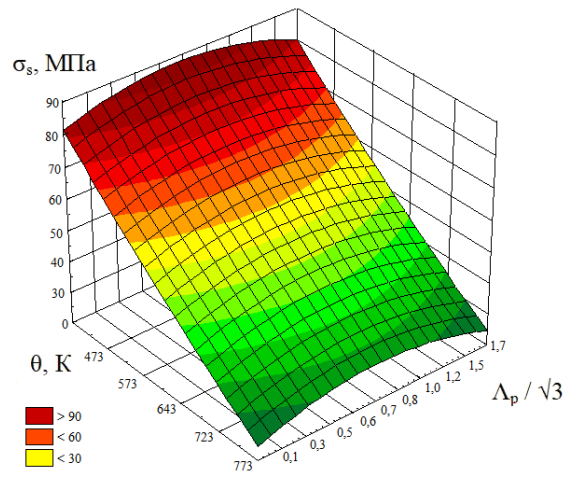


Рисунок 3 - Диаграммы $\sigma_s = \sigma_s \left(\theta; \frac{\Lambda_p}{\sqrt{3}}; \xi \right)$ сплава 1201: а) $\xi=0,01 \text{ c}^{-1}$;
 б) $\xi=1 \text{ c}^{-1}$; в) $\xi=10 \text{ c}^{-1}$

Диаграммы $\sigma_s = \sigma_s (\theta; \frac{\Lambda_p}{\sqrt{3}}; \xi)$ удовлетворительно аппроксимируются выражением: $\sigma_s = C_5 \frac{\Lambda_p^{C_2} \times \xi^{C_3}}{\sqrt{3}} \exp [C_4 (C_1 \theta + C_6)]$.

В табл. 1 приведены эмпирические коэффициенты уравнения.

Таблица 1

Эмпирические коэффициенты уравнения

Металл	$\Lambda_p/\sqrt{3}$	C1	C2	C3	C4	C5	C6
1201	0,1- 0,6	23,4375	0,411	0,1344	-0,0131	0,1344	123,437
	0,7-1,7	31,7187	-0,2931	0,0469	-0,0131	0,1119	91,7187

Изучая на пластометре высокого давления сопротивление деформации для целого ряда металлов и сплавов, нам удалось достичь высоких однородных деформаций при испытаниях на сжатие (до 67 – 71 %), что позволило определить простым экспериментом сопротивление деформации в практически важном диапазоне значений. Достаточно зафиксировать текущее значение усилия сжатия и текущее значение деформации образца.

Выводы:

- 1) Разработан пластометр высокого давления, который может эффективно применяться для испытаний на сжатие.
- 2) В процессе испытаний удается достичь высоких степеней однородной деформации (67-71%) что позволяет с высокой точностью конструировать реологические уравнения.

Библиографический список:

1. Патент РФ RU 2017117507 Решение о выдаче патента 03.04.18.
2. Цилиндрический образец для испытания на сжатие : а.с. 2627957 Рос. Федерация: МПК ⁵¹ G 01 N 1/28, G 01 N 3/08 / А.А. Федоров, А.П. Петров, А.В. Беспалов, В.А. Луговской, Р.С. Комаров; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». - № 2016138066; заявл. 26.09.2016; опубл. 14.08.2017, Бюл. №23. – 6 с.