

АНОМАЛИИ В СОПРОТИВЛЕНИИ ДЕФОРМАЦИИ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ПЛАТИНЫ

Для построения кривых упрочнения ПлРд-10 в координатах сопротивление деформации – степень деформации ($\sigma_s - \varepsilon$) проводили стандартные испытания образцов на растяжение по ГОСТ 10446-80. Исследование выполняли в лаборатории механических испытаний ОАО «Екатеринбургский завод ОЦМ» на испытательной машине Instron модели 3365. Образцами для испытания являлись отрезки проволоки, полученные методом холодного волочения, предварительный отжиг на размере 0,490 мм проводился в воздушной среде в течение 30 мин при температуре 1000 °С, охлаждение проходило также на воздухе. Рабочая длина образцов 200 мм, начальная расчетная (базовая) длина образца 100 мм.

С помощью специализированного программного обеспечения Bluehill Lite для каждого образца построили диаграмму растяжения в координатах нагрузка P – удлинение Δl определили условный предел текучести $\sigma_{0,2}$, временное сопротивление разрыву σ_B , относительное удлинение и модуль Юнга. Полученную диаграмму растяжения обрабатывали в программе Microsoft Office Excel, где дополнительно были рассчитаны относительное обжатие по площади, логарифмическая степень деформации, степень деформации сдвига.

Построение кривых упрочнения вели по двум методикам. Первая заключается в обработке диаграмм растяжения образцов, испытанных в отожженном состоянии. При использовании данной методики трудно получить значительные степени деформации из-за раннего образования шейки и, следовательно, нарушения основного условия определения сопротивления деформации – одноосного напряженного состояния. Полученную диаграмму перестраивали в координаты «истинное напряжение σ – логарифмическая степень деформации ε » с учетом выполнения закона Гука, при этом $\sigma = P_i / F_i$, где P_i – сила растяжения в i -й момент времени. Кривые упрочнения сплава приведены на рис. 1. Они представлены в виде линий, соединяющих экспериментальные точки, которые не показаны на рисунке для более наглядного отображения.

Полученные кривые упрочнения аппроксимировали методом наименьших квадратов с помощью программы Mathcad. Линии регрессии описывали степенной зависимостью Людвики, которая устанавливает связь

между сопротивлением деформации σ_s и логарифмической степенью деформации ε в виде $\sigma_s = 203 + 247 \cdot \varepsilon^{0,354}$.

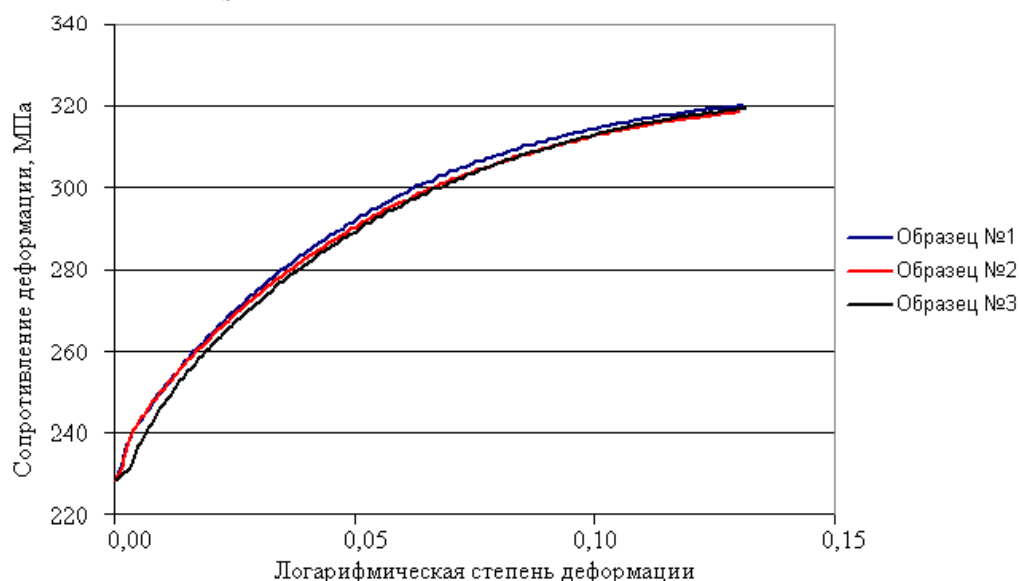


Рис. 1. Кривые упрочнения сплава ПЛРд-10

Недостаток данного метода построения кривых упрочнения по результатам испытания на растяжение состоит в невозможности непосредственно определить сопротивление деформации при деформациях выше, чем они определены образованием шейки. Таким образом, следует признать, что данные зависимости дают надежные результаты для определения σ_s при ε до 0,2.

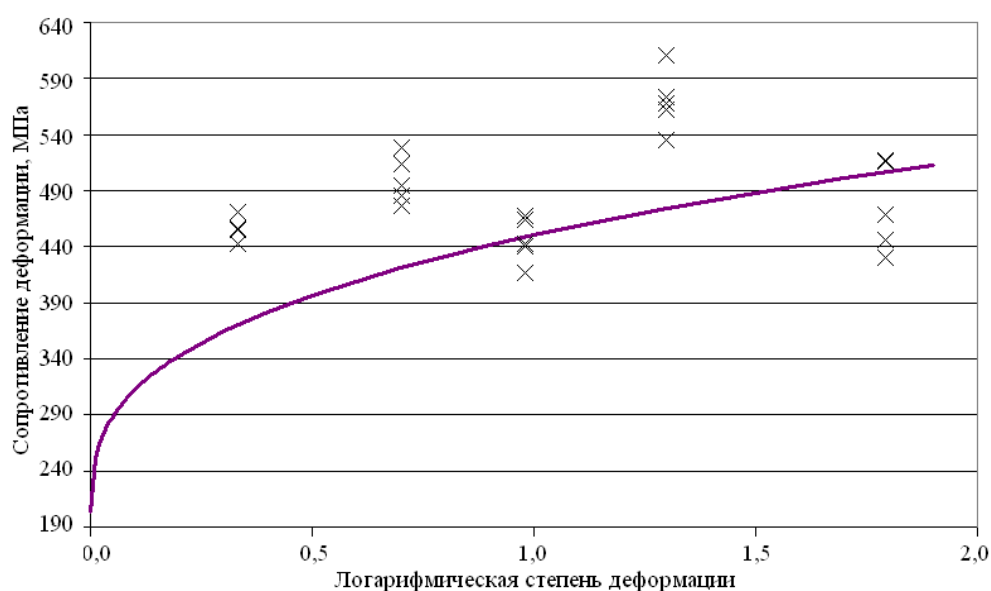


Рис. 2. Зависимость сопротивления деформации сплава ПЛРд-10 от логарифмической степени деформации (точки – экспериментальные данные, полученные по второй методике, линия – по уравнению регрессии, полученному по первой методике)

Дальнейшее исследование было направлено на увеличение показателей деформации в область повышенных значений. Это делалось путем отбора образцов по маршруту волочения и измерением свойств после некоторых проходов волочения. В данной методике сопротивление деформации оценивается величиной условного предела текучести. В итоге для каждого сплава было получено еще по пять значений сопротивления деформации, приравненного условному пределу текучести, для пяти разных значений логарифмической деформации, достигающей $\epsilon = 1,8$. Полученные данные показаны на рис. 2.

Полученные данные можно сравнить с показателями твердости в зависимости от относительного обжатия, приведенные на сайте всемирно известной компании Johnson Matthey, специализирующейся на обработке платиновых сплавов.

И в том, и в другом случае сплав отличается аномальным упрочнением. В области деформации на уровне 70 % относительного обжатия наступает разупрочнение, сопровождающееся дальнейшим упрочнением. Причины такого явления оказались не выяснены, не удалось найти сведения, объясняющие это явление и в мировой литературе. Поэтому крайне желательно проведение дополнительных исследований, направленных на изучение явления с позиции материаловедения.

Пересчет значения относительного обжатия, равного 70 % на значение логарифмической степени деформации показывает, что оно равно 1,2, это именно то критическое значение, при котором в опытах наблюдалось снижение сопротивления деформации.

Следует отметить, что с производственной точки зрения в технологии волочения проволоки разупрочнение является крайне нежелательным явлением, поскольку оно ослабляет передний конец заготовки. В результате возможно проявление повышенной обрывности при волочении. Поэтому полученные данные о немоности процесса нагартовки платины могут объяснить причины повышенной обрывности и могут быть предприняты меры по ее снижению, например, за счет корректировки режима обжатий по проходам волочения.