

ДЕФОРМАЦИОННОЕ УПРОЧНЕНИЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АД31 ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ

А.А.Юсупов, С.С.Худайбердиев

(Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова, г. Ташкент, Узбекистан)

В статье рассматривается задача повышения механических свойств алюминиевых сплавов. В частности, исследовано изменение коэффициента деформационного упрочнения в зависимости от варьирования температурных условий деформирования.

Ключевые слова: *алюминиевых сплавов, деформация, сплав алюминия АД31, деформационного упрочнения.*

Благодаря уникальному набору свойств изделия из алюминиевых сплавов широко применяются в различных областях промышленности, при этом значительная доля полуфабрикатов приходится на прессованную продукцию. С середины 60-х годов двадцатого века число работ, посвященных разработке новых деформируемых алюминиевых сплавов, несколько сократилось, поскольку создание новых сплавов, заметно превосходящих по свойствам уже освоенные, стало весьма затруднительным. Поэтому весь прогресс в области прессовых производств связан, в основном, с развитием и совершенствованием технологической подготовки, обеспечивающей повышение механических свойств.

Проведенные авторами работ исследования алюминиевого сплава показали, что при деформации растяжения в нем наблюдается ярко выраженный эффект деформационного упрочнения. Но в реальных условиях производства в процессе прессования профилей материал испытывает деформации сжатия. Поэтому, предстояло провести экспериментальные исследования в условиях максимально приближенных к рабочим.

С этой целью была подготовлена партия образцов, которая была испытана в условиях одноосного сжатия. Испытания на сжатие проводились на экспериментальной установке с использованием специального приспособления. Скорость движения активного захвата, определяющая скорость деформации сжатия, составляла 0,5 мм/мин. Эта серия экспериментов была проведена на цилиндрических образцах после их старения в течении 150 часов и последующей гомогенизации. При этом фиксировалась нагрузка при достижении заданной величины деформации, по которой определялись напряжения σ_i .

На рис. 1 показана зависимость напряжения от величины пластической деформации сжатия. Обозначим отношение $\Delta\sigma/\Delta\varepsilon = \lambda$, как коэффициент деформационного упрочнения при сжатии. Тогда величина λ будет

характеризовать изменение сопротивления деформации при прессовании. График «рис. 1» не линеен, по этой причине величина λ в каждой точке, соответствующей конкретному значению деформации, будет разной. Поскольку график имеет вид кривой насыщения, то она будет иметь большие значения на начальном участке и уменьшаться по мере накопления деформации.

Следует отметить, что все испытания данной партии образцов проводились при комнатной температуре, т.е. при 20°C. Известно, что с повышением температуры прочностные характеристики падают, а пластичность возрастает. Что касается деформационного упрочнения, то влияние на него температуры для алюминиевых деформируемых сплавов практически не изучено.

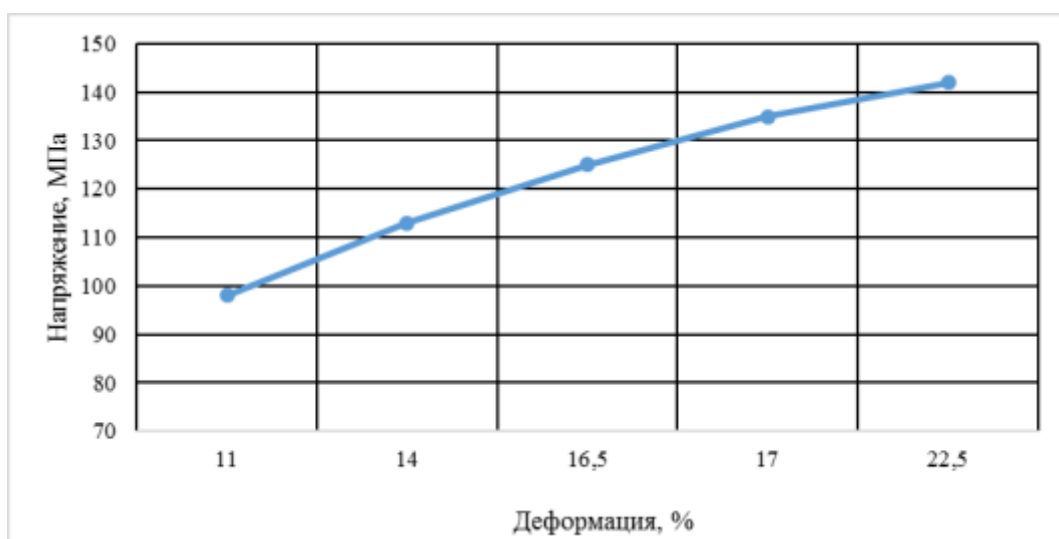


Рисунок 1 – Зависимость напряжения от величины деформации образцов из алюминиевого сплава АД31 (температура испытания 20°C)

Поэтому в дальнейшем были проведены исследования деформационного упрочнения при температуре 250°C и 480°C. Опытные данные, полученные при температуре 250°C, приведены на рисунке 2 в графическом виде.

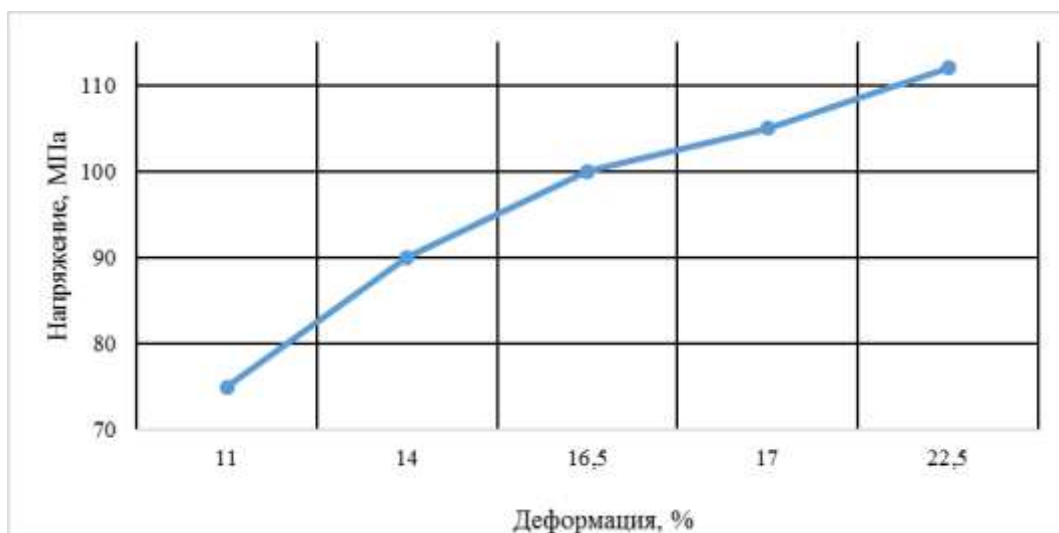


Рисунок 2 – Зависимость напряжения от величины деформации образцов из алюминиевого сплава АД31 (температура испытания 250°C)

Задаваемые величины пластической деформации здесь те же, что и в опытах, проведенных при 20°C. По внешнему виду этот график практически ничем не отличается от предыдущего. Он также не линеен в простых координатах. Наблюдается монотонный рост сопротивления деформации сжатия, что свидетельствует о деформационном упрочнении материала.

Следующая партия образцов исследовалась при температуре 480°C. Полученные опытные данные приведены на рис. 3.

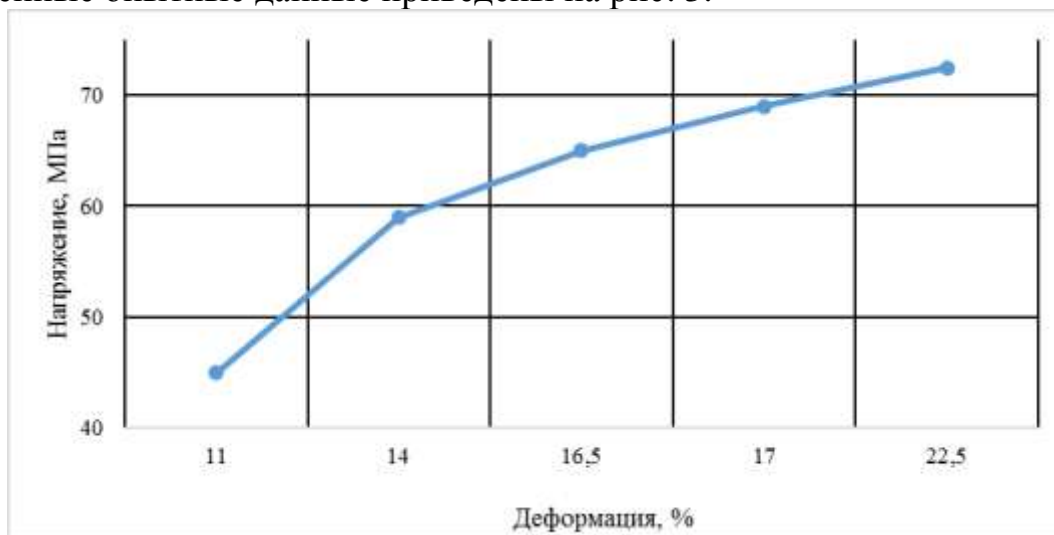


Рисунок 3 – Зависимость напряжения от величины деформации образцов из алюминиевого сплава АД31 (температура испытания 480°C)

И в этом случае качественный вид графика не претерпел каких-либо изменений. Для количественной оценки воспользуемся введенным выше в анализ коэффициентом λ .

$$\lambda = \Delta\sigma / \Delta\varepsilon = 3,88 \text{ МПа/\%} - \text{при температуре испытания } 20^\circ\text{C},$$

$$\lambda = \Delta\sigma / \Delta\varepsilon = 3,37 \text{ МПа/\%} - \text{при температуре испытания } 250^\circ\text{C},$$

$$\lambda = \Delta\sigma / \Delta\varepsilon = 2,31 \text{ (МПа/\%)} - \text{при температуре испытания } 480^\circ\text{C},$$

Полученные значения еще раз свидетельствуют о том, что с повышением температуры испытаний величина λ снижается. Это является свидетельством ослабления эффекта деформационного упрочнения с ростом температуры прессования.

Для большей наглядности на рисунке 4 представлен график зависимости среднего коэффициента деформационного упрочнения от температуры прессования.

График не линеен, но недостаточное количество точек не позволяет построить его с большей точностью. Следует также отметить, что численные значения λ усреднены для каждой температуры. Тем не менее, из рисунка 4 однозначно следует, что с ростом температуры прессования эффект деформационного упрочнения падает.

Из сказанного можно сделать вывод о том, что прессование следует вести при как можно больших температурах. Но, следует иметь в виду, что после

продавливания материала через матрицу, получаемое изделие быстро охлаждается, что ведет к его закалке и последующему старению. При этом эффект закалки тем выше, чем выше температура нагрева. С учетом этого следует искать оптимальную температуру прессования с учетом закалки и старения.

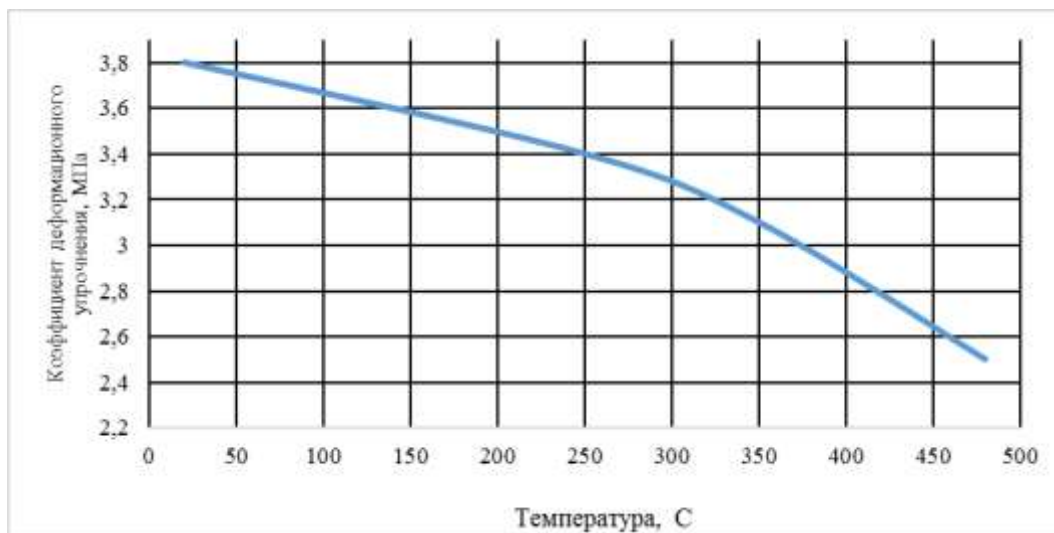


Рисунок 4– Зависимость коэффициента деформационного упрочнения от температуры прессования

После механических испытаний образцы подвергались визуальному осмотру для определения состояния материала. Визуальный осмотр показал, что при деформации равной 16,5% (при 20 °С) на поверхности образца наблюдается сетка, вероятно, свидетельствующая о появлении микротрещин. При больших деформациях целостность образцов нарушалась. При температуре 250 °С после деформации в 16,5% сетка микротрещин не наблюдалась, но после деформации равной 19,2% образец распадался на фрагменты. Несколько иная картина наблюдалась при 480 °С. Сетка микротрещин появилась при деформации 19,2%, но образцы не распапались на фрагменты даже после 22,5%. Данный факт свидетельствует об увеличении пластичности с ростом температуры, что не противоречит литературным данным.

Библиографический список:

Справочник по обработке металлов: справочное издание / Под ред. В.Т. Маматова; Сост. Г.Б. Волошин. - Киев : Радянська школа, 1986. - 166 с.

Афанасьев А.А. Технология конструкционных материалов: учебн. для вузов по направл. «Конструкторско-технолог. обеспеч. машиностр. пр-в», Машиностроение. / А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. - Старый Оскол: ТНТ, 2014. - 656 с.