

## ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИИ РКУП НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАГНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

И.Н. ПЬЯНКОВ\*, В.М. ПИНЮГЖАНИН\*, П.В. РОМАНОВ\*,  
Д. ФРУШАР\*\*

\*Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, Букирева, 15

\*\*Институт Нееля 38042, Гренобль, Франция, Мартирс, 25

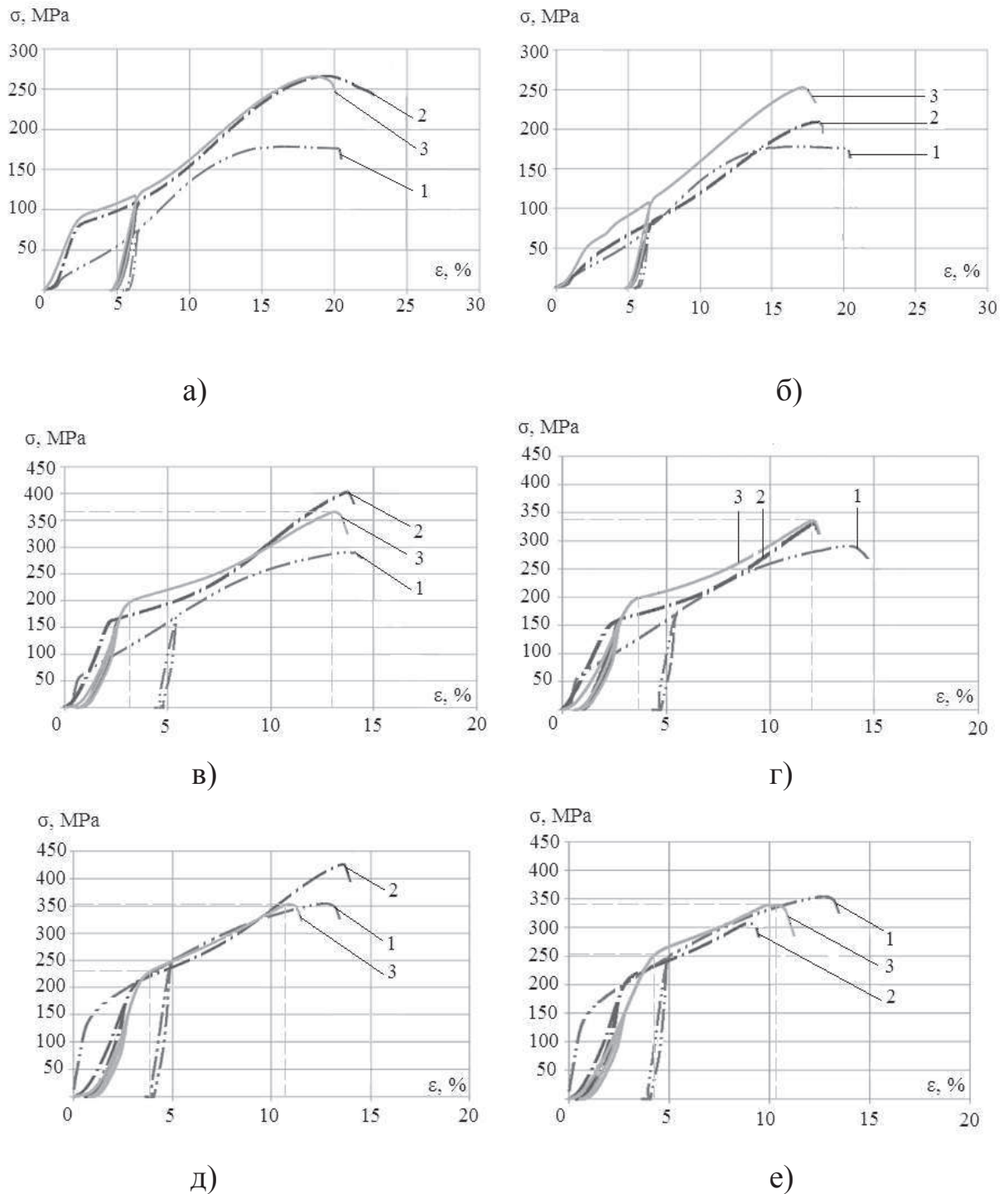
В настоящее время магний и сплавы на его основе применяются в качестве материалов – накопителей водорода с целью его последующего извлечения для получения энергии или химических производств. Водород, взаимодействуя с магнием, образует гидрид  $MgH_2$ . Для ускорения реакции образования гидрида обычно используют измельченный материал в виде порошка, стружки, гранул. В силу высокой химической активности магния по отношению к кислороду, его измельчение целесообразно производить непосредственно перед введением водорода или непосредственно в среде водорода. Для оптимизации процесса получения гидрида важно знать механические характеристики магния и его сплавов. Именно это и явилось предметом настоящего исследования

Образцы для проведения механических испытаний вырезали из средней части деформированных посредством равноканального углового прессования (РКУП) и недеформированных заготовок размером  $10 \times 10 \times 50$  мм, изготовленных из Mg (99,99 вес. %) и промышленных сплавов – AZ31 (96% Mg, 3% Al, 1%Zn, вес. %) и ZK60 (94% Mg, 5,5% Zn, 0,5% Zr, вес. %). Полученные образцы размером  $10 \times 10 \times 10$  мм подвергали одноосному сжатию по схеме *A* и *B* (рис.1) до полного разрушения на универсальной испытательной машине Zwick/Roell Z-250 с преднагрузкой 1 МПа и постоянной скоростью перемещения траверсы 10 мм/мин.



**Рис. 1.** Схемы приложения нагрузки к образцу при механическом испытании одноосным сжатием: а – схема *A*, б – схема *B*

На рис. 2 приведены результаты механических испытаний образцов магния и его сплавов.



**Рис. 2.** Серийные кривые зависимости приложенного напряжения от относительной деформации (сжатием) для образцов Mg (а,б); AZ31 (в,г) и ZK60 (д,е): 1 – исходный; 2 – РКУП, один проход при температуре  $T = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 3 – РКУП, два прохода по маршруту  $V_C$  при температуре  $T = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Схема А: а, в, д; схема В: б, г, е

Из данных представленных на рис.2 видно, что для всех исследованных материалов деформация РКУП привела к увеличению условных пределов текучести ( $\sigma_{0,2}$ ) и прочности ( $\sigma_B$ ). Данные результаты хорошо со-

гласуются с оптическими исследованиями, которые показали, что во всех без исключения случаях, наблюдается измельчение зеренной структуры образцов. Тем не менее, если бы изменение механических свойств было бы обусловлено лишь увеличением протяженности большеугловых границ, приложение нагрузки при сжатии по схеме *A* или схеме *B* не должно сказаться на результатах эксперимента в той степени, как это следует из полученных результатов.

Сравнение сериальных кривых для образцов, деформированных по различным схемам, позволяет утверждать, что по мимо абсолютных значений  $\sigma_{0,2}$  и  $\sigma_b$ , изменяется и характер упрочнения, при переходе от схеме *A* к схеме *B* приложения нагрузки, что хорошо видно по форме кривых. Данное обстоятельство на наш взгляд, напрямую связано с вовлечением различных механизмов упрочнения в процесс пластической деформации.

Как известно магний и его сплавы, имеющие гексагональную кристаллическую решетку (ГПУ), при комнатной температуре мало пластичны, поскольку сдвиг происходит только по плоскостям (001). Принято считать, что вовлечение иных систем скольжения дислокаций, по плоскостям (101) и (112) возможно лишь при повышении температуры деформации до 200 – 300 °С. В нашем случае, сложный вид кривых упрочнения, по видимому, свидетельствует о том, что предварительно сформированная в процессе деформации РКУП текстура создает кристаллографические ориентировки в зернах, способствующие вовлечению в процесс деформации дополнительных систем скольжения. Косвенное свидетельство этому мы видим в результатах работы [1], проведенной на титане, который также является металлом с ГПУ структурой.

Авторы выражают свою благодарность профессору, зав. кафедрой фундаментальной математики Аптукову В. Н. за помощь в организации проведения механических испытаний и Министерству Образования Пермского края за финансовую поддержку (Соглашение С-26/211).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров И.В., Ситдигов В.Д., Бонарски Я.Т. Эволюция кристаллографической текстуры в технически чистом титане, подвергнутом равноканально-угловому прессованию // Вестник УГАТУ. 2009. Т. 12, № 2 (31). С.76–82.