

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ЗАГОТОВОК ИЗ СПЛАВА ОТ4-1

*Петров П.А., Во Фан Тхань Дат, Бурлаков И.А.
Московский политехнический университет, Москва*

Ключевые слова: титановый сплав ОТ4-1, микроструктура, скорость деформации, температура деформации, осадка с кручением, гибридная заготовка.

Аннотация. В статье приведены результаты исследований по влиянию температурно-скоростных режимов и граничных условий осадки заготовок с кручением на формирование структуры. Указана зависимость эксплуатационных свойств от структурного состояния металла, указаны параметры, которые необходимо учитывать при разработке технологических процессов. Приведены, полученные на основе изучения влияния температурно-скоростных режимов на структурообразование, результаты, обеспечивающие изготовление гибридных заготовок методом осадки с кручением из псевдо- α -титана ОТ4-1.

THE STUDY OF STRUCTURE CHANGES IN FORMING OF PREFORMS MADE OF ALLOY OT4-1

*Petrov P.A., Vo Phan Thanh Dat, Burlakov I.A.
Moscow polytechnic university, Moscow*

Keywords: titanium alloy OT4-1, microstructure, strain velocity, deformation temperature, twisted upsetting, hybrid preform.

Abstract. The report contains the research results of temperature, velocity and surface conditions influence on metal structure formation after twisted preforms upsetting. The correlation between metal structure conditions and its performance properties is shown. It indicated parameters needed to take into account for design the new production process. The information regarding the study of structure of preforms subjected deformation under various temperature and velocity conditions is given. The results of research provided the joining by forging with torsion of the preform made of pseudo- α -titanium OT4-1.

Промышленность в больших количествах потребляет заготовки из титановых сплавов, в том числе из ОТ4-1, которые, как правило, получают с применением методов горячей и холодной пластической деформации – прокатки,ковки, штамповки, ротационных методов и т.п. [1]. В процессе пластического формообразования структура сплава претерпевает изменения, преимущественно зависящие от температуры металла в процессе обработки, скорости и величины деформации. Учитывая высокую зависимость между структурным состоянием металла и эксплуатационными свойствами [2] указанные параметры должны учитываться при разработке технологических процессов и выборе режимов обработки.

Несмотря на большой объем опубликованных материалов, отсутствуют систематизированные данные о структурных изменениях в процессе горячей и холодной деформации данного сплава.

Целью настоящей работы является изучение влияния температурно-скоростных режимов пластической деформации на структурообразование титанового сплава ОТ4-1, который нашел широкое применение благодаря

повышенной пластичности в отожженном состоянии. Учитывая, что псевдо- α -титан ОТ4-1 обладает хорошей свариваемостью (способностью образовать неразъемное соединение при соединении двух заготовок посредством установления прочных химических связей при сохранении механических и физико-химических свойств на уровне соединения материалов), заготовки из него могут быть использованы для изготовления гибридных заготовок из однородных либо разнородных материалов, например, из титана ОТ4-1 и алюминиевого сплава системы Al-Mg. Причем, в нашей работе важной особенностью гибридной заготовки является то, что их соединение обеспечивается в твердом состоянии при комнатной температуре за счет приложения внешней нагрузки (сила и крутящий момент), т.е. за счет реализации процесса обработки давлением.

Заготовки для проведения лабораторных исследований представляли собой цилиндры диаметром и высотой 10 мм, полученные электроэрозионной резкой. Испытание на сжатие проводили на машине модели мод. LFM250 со скоростями деформации $\dot{\epsilon} = 4 \cdot 10^{-1}$, 10^{-2} и 10^{-3} с^{-1} при температурах 20, 400, 600 и 800°C. Металлографические исследования осуществляли на бинокулярном микроскопе Olympus Delta с увеличениями 500 и 1000.

Как показывает анализ микроструктуры (рис. 1) после холодной осадки (20 и 400°C) в структуре псевдо- α -сплава почти не наблюдаются признаки деформации, что свидетельствует о внутризеренном механизме деформации.

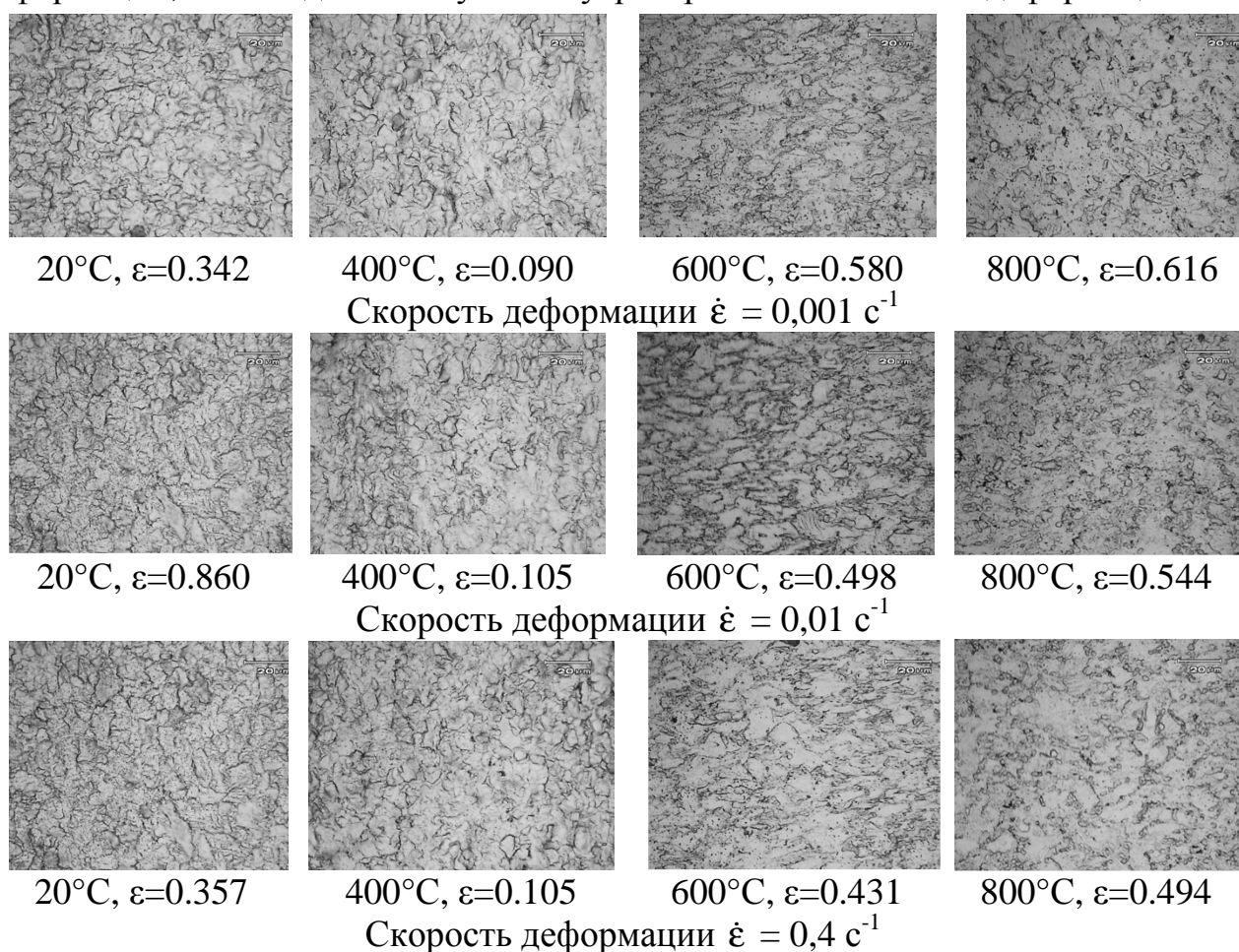


Рис. 1. Изменение микроструктуры в образцах сплава ОТ4-1 после деформации, увеличение x1000

При повышении температуры формоизменения до 600°C происходит течение металла вдоль границ зерен и их вытягивание вдоль направления течения. Однако при скорости деформации $0,4\text{ с}^{-1}$ удлинение зерен выражено менее заметно, что, по всей видимости, связано с повышением температуры и началом рекристаллизации. При температуре деформации 800°C в связи с завершением рекристаллизации образуется равноосная структура, благоприятная для формообразования гибридных заготовок.

Полученные результаты изучения влияния температурно-скоростных режимов на микроструктуру позволили определить рациональные режимы изготовления и получить гибридные заготовки осадкой с кручением [3] (рис. 2).

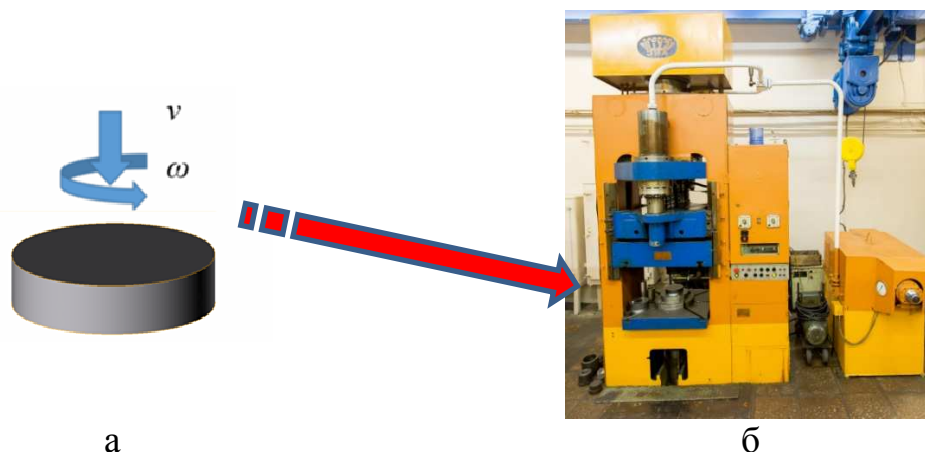


Рис. 2. Схема получения гибридной заготовки: а – схема процесса, б – оборудование для реализации процесса

Вывод

Полученные результаты изучения влияния температурно-скоростных режимов на структурообразование позволили получить гибридные заготовки из псевдо- α -титана ОТ4-1 методом осадки с кручением.

Список литературы

1. Агарков Г.Д., Каганович И.Н., Полькин И.С., Тулянкин Ф.В. Полуфабрикаты из титановых сплавов. – М.: Металлургия, 1979. – 243 с.
2. Аношкин Н.Ф. и др. Металлография титановых сплавов. – М.: Металлургия, 1980. – 464 с.
3. Субич В.Н. и др. Штамповка с кручением: Монография. – М.: МГИУ, 2008. – 389с.

Сведения об авторах:

Петров Павел Александрович – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии»;

Во Фан Тхань Дат – аспирант;

Бурлаков Игорь Андреевич – д.т.н., профессор, профессор кафедры «Обработка материалов давлением и аддитивные технологии».