

Методика построения поля скоростей течения твердожидкого металла при прямом прессовании тиксозаготовок из алюминиевых сплавов

77-30569/224547

08, август 2011

авторы: Семенов Б. И., Нго Т. Б.

УДК 669.2.017:620.18

МГТУ им. Н.Э. Баумана

semenovbi@bmstu.ru

binh01@mail.ru

В работах [1-4] описаны условия проявления эффекта сверхпластичности твердой фазы тиксозаготовок, обнаруженного при прямом прессовании литейных и деформируемых сплавов, позволившие получить прутки диаметром 5 мм и 7 мм с волокнистой структурой α -фазы из всех типов исследованных алюминиевых сплавов. Тиксозаготовки были изготовлены методом водоохлаждаемого желоба [5]. Температура начала прессования соответствует условиям твердожидкого состояния обрабатываемого сплава с высокой (до 80 %) долей твердой фазы.

Объектом исследования является прессостаток, где одновременно присутствуют и исходные (верхняя часть прессостатка), и сильно деформированные в процессе твердые частицы (рис. 1, нижняя часть прессостатка и прутки).

Известно, что основными параметрами морфологии твердой α -фазы тиксозаготовки являются средняя площадь, средний диаметр и фактор формы частиц этой фазы, близкий к 1 (единице равен фактор формы сферической частицы). При прессовании двухфазное течение суспензии в контейнере принципиально изменяет как первоначальную морфологию твердой α -фазы заготовки, так и строение кристаллизующейся в этих условиях эвтектики, существенно влияя на механические свойства продукта.

Актуальной является задача моделирования двухфазного течения суспензии в контейнере. Однако до настоящего времени не существует ни одной программы, пригодной для моделирования структурообразования в процессе штамповки или

прессования твердожидкого металла. При моделировании течения твердого металла через клиновидную или коническую матрицу принято представлять скорость перемещения пуансона вектором с модулем, равным единице, направленным вдоль оси пуансона. При отсутствии трения деформируемой заготовки о цилиндрическую стенку контейнера большая часть заготовки, примыкающая к пуансону, приобретает ту же скорость и перемещается как «жесткий материал». Изменение скорости течения происходит лишь в клиновидной части оснастки. Изменение геометрии частиц твердой α -фазы отражает структурные преобразования, происходящие в деформируемом материале. Таким образом, фактор формы твердых частиц суспензии, близкий до прессования к единице, может быть выбран в качестве естественного свидетеля скорости пластического течения при деформировании твердых объектов перемещаемой пуансоном суспензии.

Чтобы создать программу, которая позволит моделировать двухфазное течение в очаге интенсивной пластической деформации твердой фазы, нужно локально и более подробно с указанием ориентаций описать морфологию частиц не расплавляемой составляющей затвердевшего материала, которые стали естественными свидетелями протекающей деформации. Дополнительная информация о течении жидкой составляющей суспензии может быть получена на основе изучения морфологии кремниевой составляющей затвердевшей эвтектики. Таким образом, в данной работе методика исследования течения тиксозаготовок из алюминиевых сплавов при прямом прессовании строится на переходе к локальному описанию фактора формы изучаемых объектов до и после прессования и построении на этой основе поля скоростей двухфазного течения твердожидкого металла.

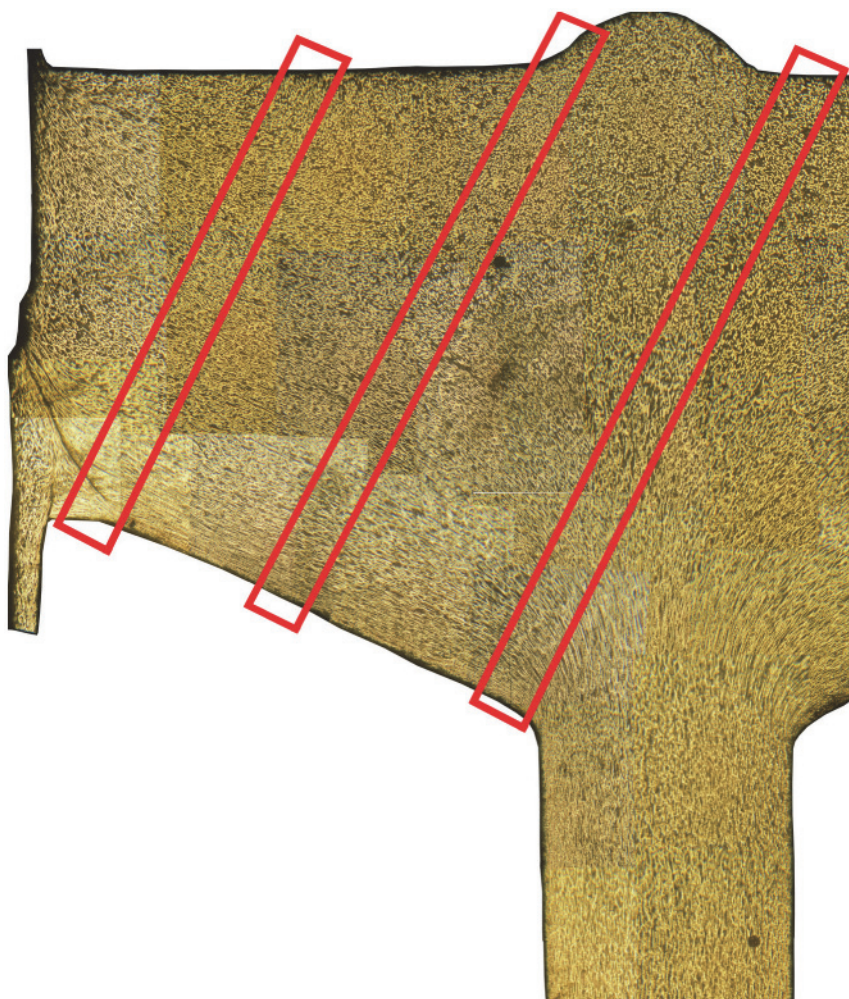


Рис.1. Микроструктура прессостатка, сформированного прямым прессованием тиксозаготовки из сплава АК7.

Порядок обработки информации:

1. Подготовка изображений микроструктуры материала в программе Adobe Photoshop CS5:
 - Сшивание нескольких изображений для расширения поля информации (рис. 2 а).
 - Выделение на изображении интересующих фаз (на рис. 2 б α -фаза).
 - Удаление остальных фаз (рис. 2 в).
2. Перенесение готовых изображений в компьютерную расчетную программу ImageJ для обработки информации.
3. Использование программы ImageJ для оценки геометрических размеров, объемной доли, угла наклона частиц α -фазы, моделируемых эллипсами.

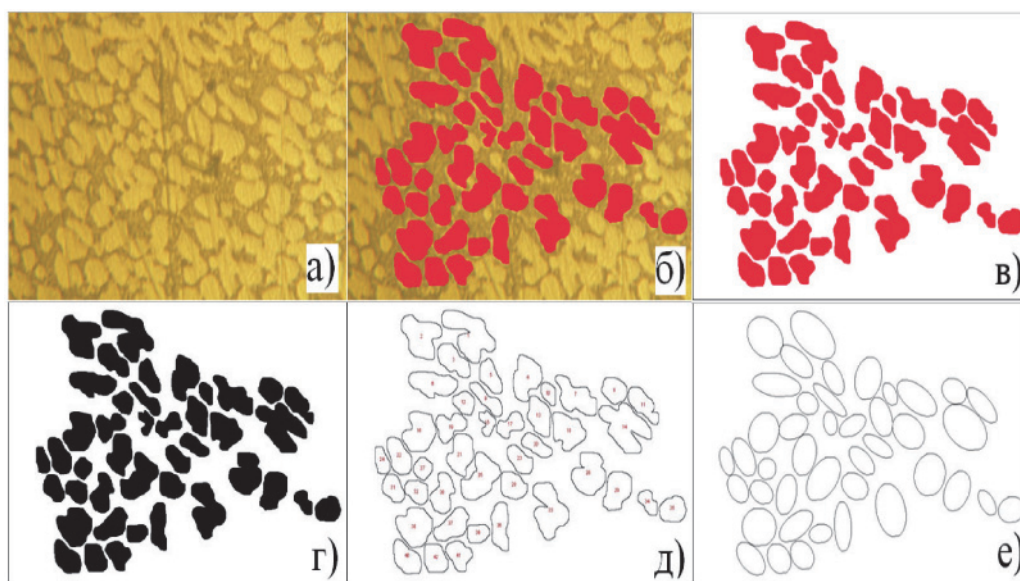


Рис. 2. Порядок обработки информации на локальных объектах изображения.

Данная процедура позволяет провести анализ интенсивностей деформаций твердой фазы в объеме прессуемой заготовки (для прессостатка представлены векторами на рис. 3), и построить модель поля скоростей течения двухфазной суспензии. При выбранных условиях прессования (заготовка $H=100$ мм, $D=30$ мм, $V_{пр}=8,5$ мм/с; $T_{осн}=300$ °С; $\lambda=17$) скорость истечения металла прутка составила 144,5 мм/с. При использовании конической (рис. 1) геометрии инструмента скорость деформации частиц твердого металла в клиновидной части контейнера, определенная по формуле $d\varepsilon/dt = (V_{пр} \cdot \ln \lambda) / L$, должна для однофазной среды составить примерно $1,4 \text{ с}^{-1}$ (здесь L – длина образующей конической части фильеры). Однако, как видно на рис. 3, начало деформирования твердых частиц тиксозаготовки может происходить с разной интенсивностью до достижения ими конической зоны контейнера, что иллюстрирует сложный характер течения данной двухфазной среды при тиксопрессовании (тиксоекструзии). Поле скоростей течения, характеризуемое единичным вектором, направленным вдоль оси пуансона, сохранилось неизменным только в верхней центральной части прессостатка, прилегающей к пуансону, т.е. зона «жесткого материала» при протекании прессования занимала лишь незначительную часть прессостатка.

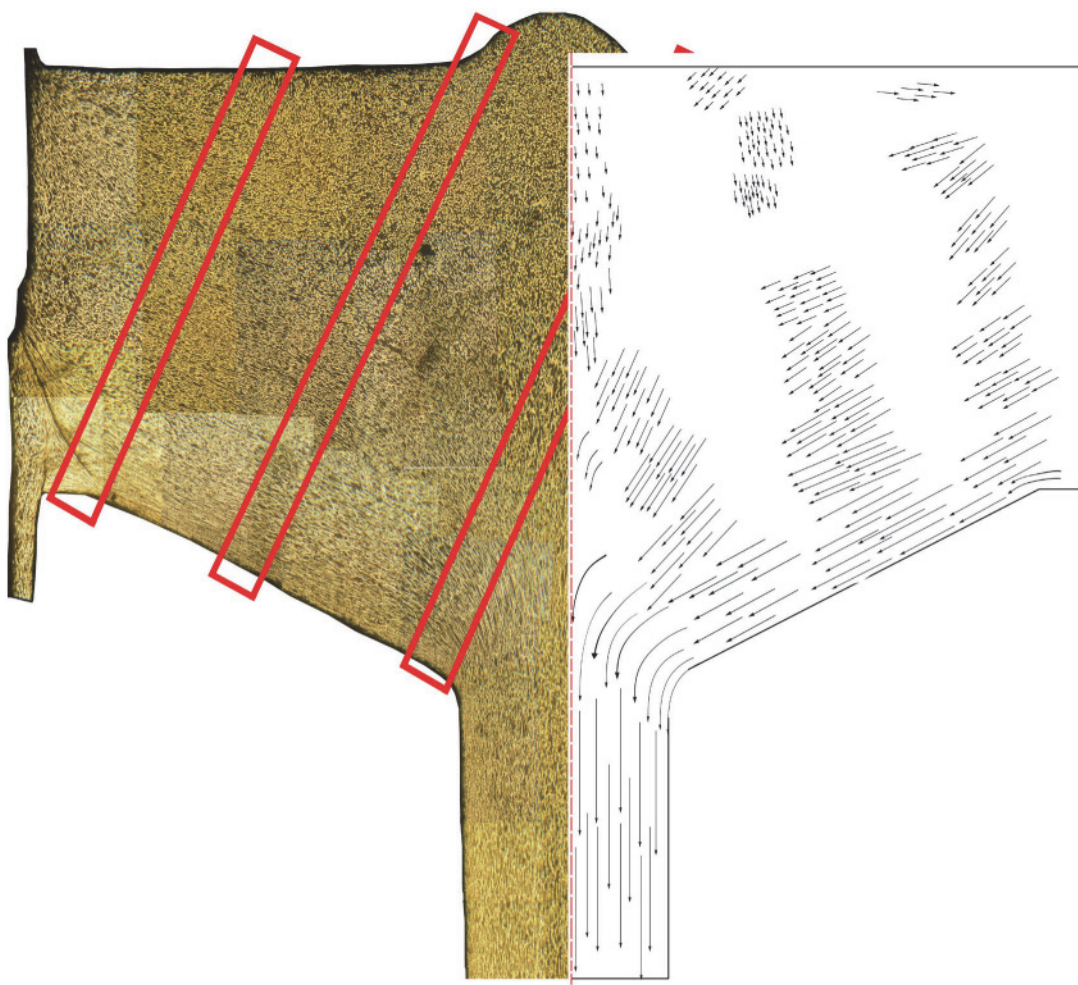


Рис. 3. Поле деформаций твердых частиц при прямом прессовании тиксозаготовки из сплава АК7

Литература

1. Заявка на патент 2010137827 от 13/09/2010 «Способ тиксопрессования цилиндрической тиксозаготовки в режиме сверхпластичности ее твердой фазы». М.М., ЦЗИС МГТУ им. Н.Э. Баумана.
2. Семенов Б.И, Куштаров К.М., Джиндо Н. А., Нго Т.Б., Часть 1. Тиксоштамповка и тиксопрессование суспензированных сплавов // Заготовительные производства в машиностроении. - 2011. - №2. С. 21-23.
3. Семенов Б.И, Куштаров К.М., Джиндо Н. А., Нго Т.Б., Часть 2. Гидродинамика двухфазного течения и микроструктура детали // Заготовительные производства в машиностроении. - 2011. - №3. С. 17-19.
4. Семенов Б.И, Куштаров К.М., Джиндо Н. А., Нго Т.Б., Часть 3. Структура и механические свойства тиксоштампованных сплавов // Заготовительные производства в машиностроении. - 2011. - №4. С. 10-13.

5. Нго Т.Б., Исследование возможности тиксоштамповки деформируемых сплавов // Студенческий научный вестник. Сборник статей Четвертой студенческой научно-инженерной выставки «Политехника» 30 ноября – 3 декабря 2009г., МГТУ им. Н.Э.Баумана Том IX. С. 112-119.