

## ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ В ЧАСТИЦАХ АЛЮМИНИЕВОЙ ПУДРЫ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ БРИКЕТИРОВАНИИ

А.И.Литвинцев, А.П.Богданов,  
О.В.Роман, М.С.Носов

Одной из основных операций получения качественных полуфабрикатов из САПа (спеченной алюминиевой пудры) является брикетирование алюминиевых пудр, требующее применения дорогостоящего прессового оборудования и технологической оснастки. Именно в процессе брикетирования закладываются предпосылки получения изделий с необходимыми физико-механическими свойствами.

Существенное изменение механизма уплотнения, имеющее место при высокоскоростном брикетировании по сравнению с брикетированием на гидравлических прессах, оказывает влияние на свойства получаемых изделий. Так, заготовки высокоскоростного брикетирования имеют более высокую и достаточно однородную по высоте плотность, хорошо обрабатываются на металлорежущих станках. Большой интерес представляют вопросы газосодержания и особенностей изменения структуры в частицах алюминиевой пудры при высокоскоростном брикетировании.

В исходных алюминиевых пудрах содержится огромное количество водорода за счет развитой удельной поверхности и образования тригидратной окисной пленки  $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$  на поверхности алюминиевых частиц /5-8/. Холодное брикетирование алюминиевых пудр фиксирует их исходное газосодержание.

Большое газосодержание в полуфабрикатах из спеченной алюминиевой пудры (САПа) при нагревах до  $500-700^{\circ}$  вызывает их растрескивание, появление пузырей /9-10/ и делает невозможной их сварку /11/.

В настоящей работе проведен газовый анализ и рентгенографические исследования образцов, полученных методом высокоскоростного брикетирования алюминиевой пудры АПС-2. Основная цель исследования - установление особенностей формирования тонкой структуры алюминиевой матрицы в процессе высокоскоростного брикетирования.

### Методика исследования

Общее газосодержание полученных высокоскоростным брикетированием образцов определялось методом горячей вакуумной экстракции при температуре  $700^{\circ}\text{C}^{\text{I}}$ . Для определения газосодержания в образцах САПа в установке газового анализа был специально увеличен объем аналитической части до 6 л. Анализ газосодержания образцов проводился после установления натекания  $0,001-0,002$  л.мк/сек.

Изменение тонкой структуры тех же образцов, полученных при различных режимах высокоскоростного брикетирования, изучалось методом полного гармонического анализа интерференционных линий (002) и (004) по известной методике /12-13/. Съемка образцов проводилась на рентгеновской установке УРС-50ИМ с использованием Fe-излучения.

### Результаты эксперимента

В таблице I приведены результаты газового анализа образцов, спрессованных при различных степенях высокоскоростного нагружения.

Т а б л и ц а I  
Газосодержание образцов высокоскоростного  
брикетирования

Номер образца	1	2	3	4	5
Газосодержание, $\text{см}^3/100\text{г}$	930	950	920	1200	1100

Высокоскоростной процесс брикетирования фиксирует большое газосодержание исходной алюминиевой пудры (образцы 4 и 5). В связи с этим при последующих технологических нагревах возможно появление трещин и лузг вследствие давления газов, выделяющихся при нагреве за счет реакции взаимодействия влаги гидроокиси с алюминием /10/. Однако с увеличением силовых параметров высокоскоростного прессования наблюдается уменьшение газосодержания брикетов (образцы 1-3) за счет увеличения степени нагрева прессуемого материала.

Скорости процесса деформации алюминиевой матрицы при размоле

<sup>I</sup> В проведении газовых анализов принимала участие техник Куденко Л.Т.

алюминиевого порошка в шаровой мельнице и при высокоскоростном брикетировании отличаются на несколько порядков. Очевидно, повышение скорости деформации отразится на изменении тонкой структуры алюминиевой матрицы частиц алюминиевой пудры и на величине микроискажений. В таблице 2 приведены значения размеров областей когерентного рассеяния и величины микроискажений образцов, полученных при различных режимах высокоскоростного брикетирования.

Т а б л и ц а   2  
Изменение размеров блоков и микроискажений  
образцов высокоскоростного брикетирования

Исходный материал и № образцов	Размер блоков, $D \times 10^{-6} \text{ см}$	Величина микроискажений, $\varepsilon \times 10^{-8}$
Пудра АПС-2	4,0	0,9
1	3,0	0,6
2	3,5	0,6
3	3,0	0,7
4	3,5	1,0
5	3,5	1,0

Полученные результаты показывают, что блочность алюминиевой матрицы исходной пудры не претерпевает заметных изменений в результате высокоскоростной деформации. Постоянство размеров областей когерентного рассеяния при высокоскоростном брикетировании определяет особенности динамического характера деформаций частиц порошка. По-видимому, при высокоскоростном брикетировании происходит процесс некоторого разрушения частиц. При этом размеры блоков по сравнению с исходными в алюминиевой пудре не изменяются.

Высокоскоростное брикетирование в отдельных случаях обуславливает увеличение микроискажений (образцы 4 и 5, таблица 2) по сравнению с микроискажениями, имеющими место в исходной пудре. Увеличение же силовых параметров высокоскоростного брикетирования обуславливает более высокую степень нагрева прессуемого материала. Это, в свою очередь, приводит к релаксации микроискажений (образцы 1-3, таблица 2), что также специфично для высокоскоростного брикетирования.

Повышение температуры в процессе высокоскоростного брикетирования приводит к релаксации микроискажений, но при этом не наблюдается роста блоков, что можно объяснить блокирующим действием

частиц окисной фазы, диспергирующих алюминиевую пудру.

Брикеты, полученные высокоскоростным прессованием, имеют высокие механические свойства. Так, например, при плотности брикета  $2,5 \text{ г/см}^3$  ударная вязкость  $d_k$  достигает величины  $6 \text{ кгсм/см}^2$ , а предел прочности на сжатие  $\sigma_{сж} = 25 \text{ кг/мм}^2$ . Брикеты легко поддаются механической обработке точением, строганием, фрезерованием. Повышение механических свойств объясняется увеличением доли металлических связей между частицами, чему способствуют высокие контактные давления и температуры при высокоскоростном брикетировании.

## В ы в о д ы

1. С увеличением силовых параметров высокоскоростного брикетирования возникающие тепловые эффекты приводят к некоторому снижению газосодержания и к уменьшению микроискажений.

2. Процесс высокоскоростного брикетирования не изменяет размеров областей когерентного рассеяния в зависимости от режимов брикетирования.

3. Высокоскоростное брикетирование создает благоприятные условия для схватывания частиц и получения высоких механических свойств брикетов.

## Л и т е р а т у р а

1. М а т в е е в Б.И., Н о м о ф и л о в С.И., Ш е л а м о в В.А. Прессование полуфабрикатов из САПа. Сб. "Теплопрочный материал из спеченной алюминиевой пудры САП". Оборонгиз, М., 1961, стр. 36-49.

2. М а т в е е в Б.И., Д а в ы д о в а Н.А., Х а н о в а И.Р. Исследование влияния степени деформации на свойства и структуру прессовочных полуфабрикатов и холоднокатаных листов из САПа. Сб. Теплопрочный материал из спеченной алюминиевой пудры САП", Оборонгиз, М., 1961, стр. 59-65.

3. З а х а р о в М.Ф., Ж у р а в л е в Ф.В., Н о м о ф и л о в С.И., Ш е л а м о в В.А. Прокатка листов из САПа. Сб. "Алюминиевые сплавы", вып. 2 "Спеченные сплавы". Оборонгиз, М., 1963, стр. 48-54.

4. К у з н е ц о в а Е.А., Г е л ь м а н А.А. Усовершенствование технологии получения заготовок из САПа. Сб. "Алюминиевые сплавы", вып.2, Спеченные сплавы. Оборонгиз, М., 1963, стр.64-70.

5. Литвинцев А.И., Белова Э.П. Рентгено-структурное исследование окисной фазы в САПе. Сб. "Теплопрочный материал из спеченной алюминиевой пудры САП", Оборонгиз, М., 1961, стр. 77-87.

6. *E.M. Modl-Onitsh. Aluminium, N11, 1961.*

7. Паисов А.И., Колпашников А.И., Котиева Л.У., Сербиновская Е.Л., Шеламов В.А. Превращения при нагреве пудры для САПа. В сб. "Обработка давлением легких сплавов. Труды МАТИ, № 62, "Машиностроение", М., 1965, стр. 30-37.

8. Паисов А.И., Колпашников А.И., Котиева Л.У., Сербиновская Е.Л., Шеламов В.А. Сб. научно-технической информации по литью, обработке цветных металлов и сплавов, вып. 5, М., 1966.

9. *W.E. Cremens, E. J. Bryan, N. J. Grant. ASTM, Preprint, N84, 1958.*

10. Литвинцев А.И., Полянский В.М.. О природе и механизме образования пузырей в САПе. Сб. "Теплопрочный материал из спеченной алюминиевой пудры САП", Оборонгиз, М., 1961, стр. 100-107.

11. Никифоров Г.Д., Живняков С.И. Сварочное производство, № 6, 1964.

12. Рентгенография в физическом металловедении. Под ред. А.Ю.Багарацкого. Металлургиздат, М., 1961.

13. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов, ФМ, М., 1963.