

**РОЛЬ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СТРУЖКИ СИЛУМИНА
НА ПОВЕДЕНИЕ МАТЕРИАЛА И УРОВЕНЬ СВОЙСТВ ПОЛУЧАЕМЫХ
ИЗ НЕЕ ПРЕСС- ИЗДЕЛИЙ И ПРОВОЛОКИ**

Юриков А.С., Голиков А.С., Радченко П.В.

**Научные руководители – доцент Загиров Н. Н., ст. преподаватель Иванов Е. В.
Сибирский федеральный университет**

Одной из задач, стоящих перед производственниками, которые связаны с производством литых дисков колес из сплава АК12, является рациональная переработка образующейся на отдельных технологических переделах стружки разных типа-размеров. Традиционный путь заключается в добавлении её в свободнонасыпанном виде в расплав и обеспечении особых специфических условий плавки. Однако при таком способе переработки часть стружки, особенно небольших размеров, просто сгорает, часть переходит в шлак, в результате чего выход годного будет относительно невысоким. Вместе с тем, объемы образующейся стружки остаются ежегодно на стабильно высоком уровне, поэтому поиск и реализация альтернативных вариантов вовлечения её в производственный оборот являются по-прежнему актуальной задачей. Логично предположить, что эти варианты подразумевают использование приемов, характерных для изготовления продукции методами порошковой металлургии.

Поскольку стружка силумина изначально характеризуется повышенными прочностными и достаточно низкими пластическими свойствами, прессуемость и деформируемость ее в холодном состоянии будут недостаточными для формирования относительно плотных брикетов. Отрицательно сказывается на этом и разветвленная форма частиц стружки. Располагаясь в пресс-форме при засыпке и контактируя в ходе компактирования между собой произвольным образом, при сжатии частицы стружки в совокупности создают, так называемый, эффект «пружинения», который препятствует передаче давления от верхних слоёв сыпучей массы к нижним и, как следствие этого, способствует неравномерному уплотнению стружки по высоте. Выходом из сложившейся ситуации является осуществление операции брикетирования при повышенных температурах, превышающих температуру начала рекристаллизации материала стружки. При этом по-прежнему остаётся не ясным вопрос, а следует ли проводить её предварительную обработку.

В работе объектом исследования была выбрана стружка силумина, образующаяся в результате токарной обработки (проточки) посадочного места под ступицу литых дисков колёс. Рассматривались три варианта использования её под последующую переработку в прутки и проволоку. За базовый был принят подход, по которому стружка специальной предварительной обработке, за исключением удаления различного рода инородных включений, не подвергалась. Так же не проводилась и промывка стружки в каком-либо растворе с целью удаления остаточных смазочно-охлаждающей жидкости, применяемой при обработке резанием. Из двух других вариантов в одном случае стружка подвергалась обработке в вибрационной мельнице, в другом – в шаровой мельнице. В процессе такой обработки происходил размол частиц стружки и некоторое округление их формы, после чего частицы стружки больше походили на гранулы.

Технологическая схема изготовления прутков и проволоки для всех трех случаев была идентичной и включала следующие операции.

1. Горячее брикетирование стружки в пресс-форме, нагретой до температуры $400 \pm 20^\circ\text{C}$. Давление брикетирования – 200 МПа, время выдержки под этим давлением – 5 мин.

2. Нагрев брикетов вместе с инструментальной оснасткой до температуры $450 \pm 20^\circ\text{C}$ и горячая экструзия прямым методом через коническую матрицу с коэффициентом вытяжки 56. Скорость экструзии – около 5 мм/с.
3. Холодное волочение со средним обжатием 15...20% без проведения промежуточных отжигов.

После экструзии и волочения из полученных прутков и проволоки по определенной схеме отбирались образцы, на которых изучались механические характеристики материала и микроструктура. Схема вырезки образцов варьировалась в зависимости от поставленной задачи, но при этом учитывалось, что передний и задний концы пресс-изделий представляют собой слабodeформированные участки с недостаточно проработанной структурой.

Для прутков и проволоки из стружки, не подвергавшейся предварительной обработке, обобщенные данные по временному сопротивлению разрыву, полученные в ходе испытаний на разрыв, приведены на рисунке 1.

Экспериментальные данные удовлетворительно аппроксимируются зависимостью:

$$\sigma_B = 169,15 - 0,0041\varepsilon^2 + 1,8681\varepsilon, \text{ МПа.}$$

(величина достоверности аппроксимации составляет $R^2=0,97$)

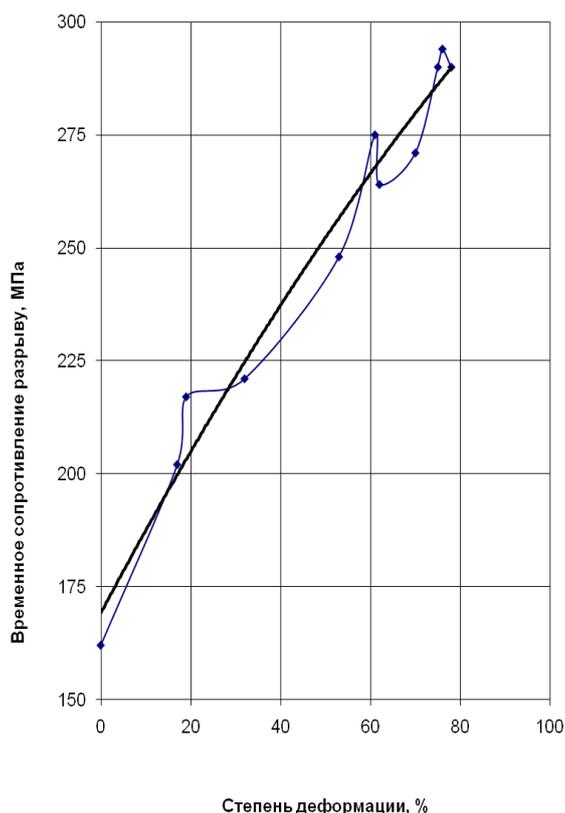


Рис. 1. Изменение временного сопротивления разрыву прутков и проволоки из стружки алюминиевого сплава АК12 после горячей экструзии и холодного волочения

Из рисунка видно, что с увеличением степени деформации прочностные свойства повышаются практически линейно, достигая при $\varepsilon = 90 \%$ значений $\sigma_B = 300-310$ МПа. При этом пластичность заметно снижается до значений $\delta = 2-4 \%$.

Если провести предварительную обработку стружки в вибрационном измельчителе или шаровой мельнице, прессуемость ее на стадии горячего брикетирования не-

сколько улучшается. Это проявляется в более компактной упаковке частиц стружки и, как следствие, большей плотности получаемых брикетов. Горячая экструзия также характеризуется достаточной устойчивостью протекания процесса, которая выражается в стабильном течении металла через матрицу и высоким качеством поверхности получаемых пресс-изделий. Последующее холодное волочение никаких отличительных черт за собой не несет, за исключением, пожалуй, характера формирования прочностных свойств проволоки по мере уменьшения ее диаметра, что видно из данных, приведенных в таблице 1.

Табл. 1. Сравнительная характеристика прочностных свойств проволоки из стружки, прошедшей или нет предварительную обработку.

Диаметр прутка после экструзии, мм	Диаметр проволоки после волочения, мм	Степень деформации при волочении, %	Временное сопротивление разрыву проволоки, МПа		
			Без предварительной обработки	Обработка в вибрационном измельчителе	Обработка в шаровой мельнице
6,0	3,9	58	360...270	265...270	240...250
	3,0	75	280...290	260...275	290...300
	2,0	89	300...310	260..280	310...320

Сопоставление значений σ_B для одного конкретного диаметра проволоки, полученной каждый раз из стружки разного типа, показывает, что при степенях деформации до 60 % предварительная обработка стружки никакого упрочняющего эффекта не дает. Значения σ_B для всех трех случаев находятся примерно на одном уровне. При увеличении степени деформации до 90 % наибольшую прочность имеет проволока из стружки, которая прошла обработку в шаровой мельнице. Однако рост σ_B не значителен, поэтому можно сделать вывод, что с точки зрения соотношения «цена-качество» проведение предварительной обработки стружки экономически нецелесообразно.