

## **ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СОВМЕЩЕННОЙ ОБРАБОТКИ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ**

**Сидельников С.Б., Довженко Н.Н., Загиров Н.Н.**  
(г. Красноярск, Сибирский федеральный университет)

*Приведено описание новых технологий производства изделий небольшого поперечного сечения из цветных металлов и сплавов с применением совмещенных методов литья и обработки металлов давлением. Изложены технические и технологические решения, позволяющие получать полуфабрикаты из компактных и некомпактных заготовок различных цветных металлов и сплавов, в том числе и труднодеформируемых.*

В мировом производстве полуфабрикатов из цветных металлов и сплавов особенно быстро развивается производство пресс-изделий небольшого поперечного сечения (катанка, электротехническая и сварочная проволока, сплошные профили мелкого сечения, лигатурные прутки и т.д.) для таких отраслей производства, как строительная и электротехническая промышленность, производство профилей для отделки, тары и упаковки, ювелирная промышленность и др. При этом применяемые для изготовления таких изделий сплавы характеризуются достаточно большим разбросом механических свойств, а некоторые из них тяжело обрабатываются методами пластической деформации (труднодеформируемые сплавы) и могут характеризоваться, только как литейные. Новые технологии, основанные на совмещении различных операций [1] и применении современных технологий литья, например, с использованием электромагнитного кристаллизатора (ЭМК), дают возможность расширить номенклатуру обрабатываемых сплавов и получать полуфабрикаты с заданным уровнем пластических и прочностных свойств. Кроме того, научный интерес представляют результаты исследований по привлечению для их производства вторичных металлов и сплавов в виде стружки, порошков, гранул и т.д.

Технология получения таких изделий, в особенности длинномерных, является многоцикловой и включает множество промежуточных технологических операций с использованием энерго- и металлоемкого формообразующего оборудования, основным видом которого являются гидравлические прессы и волочильные станы. Эти факторы приводят к высокой себестоимости продукции и низкой конкурентоспособности.

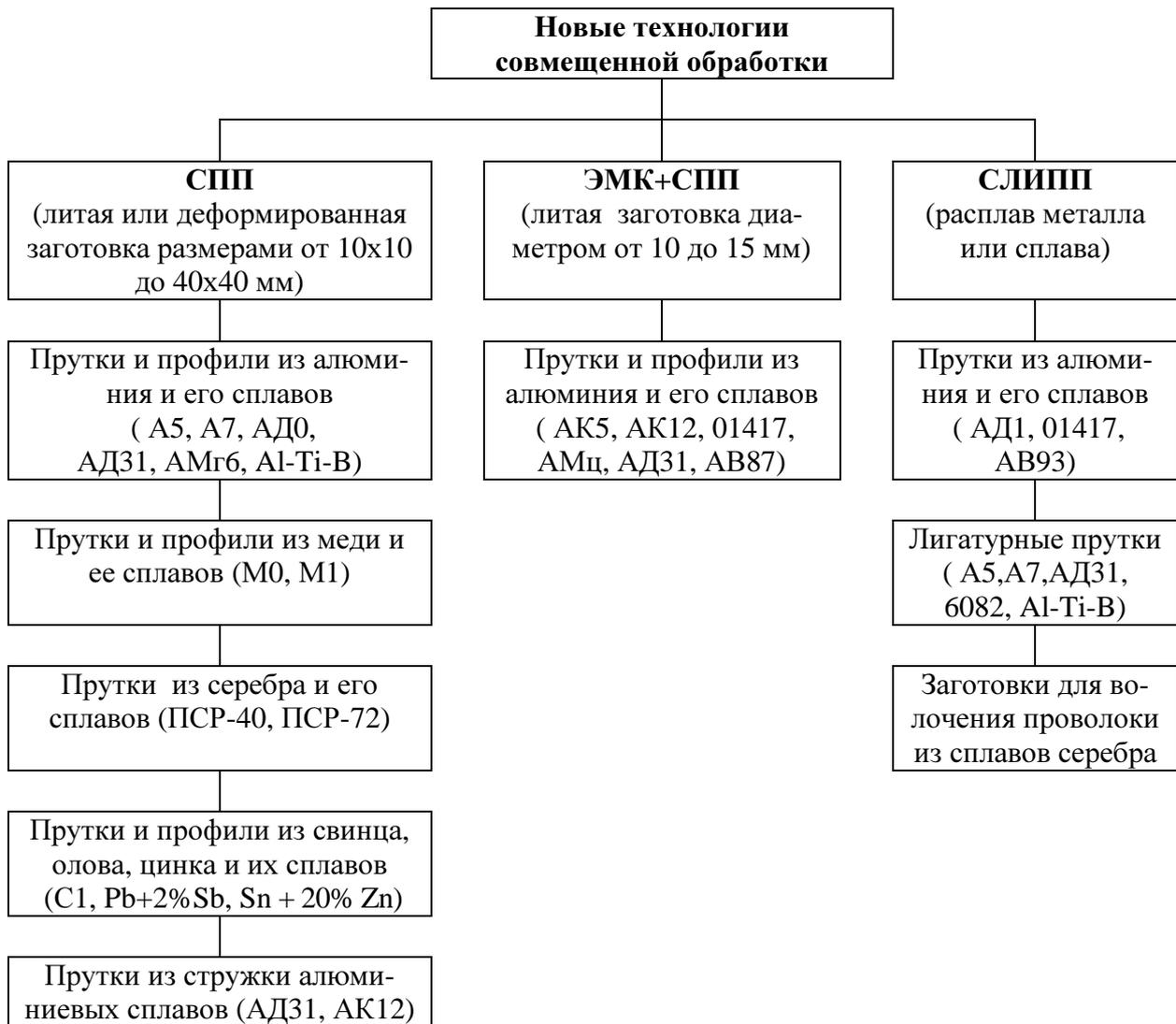
В мировой практике металлообработки в последнее время наблюдается тенденция создания интегрированных мини-производств с реализацией технологий получения изделий из цветных металлов и сплавов по схеме обработки в одной непрерывной линии расплав-кристаллизация-

формоизменение. При этом практически во всех схемах используются процессы продольной прокатки, как одного из самых распространенных видов непрерывной обработки металла давлением. За рубежом при получении профилей небольшого сечения из алюминиевых и медных сплавов для мини-производств используются технологии нового поколения, названные технологиями непрерывного прессования (Конформ, Экстроллинг, Лайнекс) и непрерывного литья, прокатки, прессования (Кастекс, Кастер). Модульное оборудование, предназначенное для их реализации, характеризуется высокой мобильностью, гибкостью перехода от одного типоразмера к другому, а также сравнительно высокой производительностью и может служить базой для создания мини-производств.

В этом направлении уже в течение многих лет ведутся исследования учеными кафедры обработки металлов давлением Красноярского института цветных металлов (в настоящее время входящего в состав Сибирского федерального университета). Первыми разработками были исследования процесса непрерывного прессования Конформ и процессов непрерывного литья-прессования на базе применения этого способа, заключающиеся в создании новых устройств и разработке технологии получения пресс-изделий из алюминиевых сплавов, результаты которых изложены в монографии [2]. Несколько позже появилось направление, связанное с созданием новых устройств и технологий непрерывного литья и прессования на базе метода совмещенной прокатки-прессования (СПП), имеющего несомненные преимущества по сравнению с известными методами обработки цветных металлов и сплавов, а также характеризующегося низкой трудо- и энергоемкостью [1]. Так, например, энергосиловые затраты при прессовании одних и тех же пресс-изделий в десятки раз ниже по сравнению с методами прямого прессования на горизонтальных гидравлических прессах и в 4-5 раз ниже при прессовании методом Конформ. Если же перейти на бесслитковый способ производства пресс-изделий методом совмещенного литья, прокатки и прессования (СЛИПП), эти затраты окажутся еще ниже.

В качестве технических решений для реализации методов непрерывного литья и совмещенной прокатки-прессования предложены различные варианты устройств и установок, защищенные патентами и авторскими свидетельствами (патенты РФ № 1667979, 1801040, 2100113, 2100136, 2200644, 29675, 67492, 68387, 70828). При этом определены проектные и технологические параметры оборудования, проведены необходимые комплексные экспериментальные и теоретические исследования нового процесса для различных сплавов цветных металлов (рис.), созданы опытно-промышленные установки, на которых опробованы предлагаемые технологические схемы получения пресс-изделий из алюминиевых сплавов. Запатентованы также способы получения прессовой продукции специального назначения с помощью предложенных методов, например, лигатурных

прутков для модифіцирования алюмінієвих расплавов (Патент РФ №2257419).



**Рисунок** – Схемы получения продукции из цветных металлов и сплавов

Наиболее изученным можно считать процесс совмещенной прокатки-прессования (СПП), так как с его помощью на лабораторных и опытно-промышленных установках опробованы режимы получения прутков и профилей не только из сплошных заготовок цветных металлов и сплавов, но и из заготовок, полученных из стружки методом брикетирования (см. рис). Результаты экспериментальных исследований на установке СПП-200 с начальным диаметром валков 200 мм представлены в таблице.

Таблиця – Результати експериментів по дослідванню енергосилових параметрів процесу СТП

Діаметр (розміри) изделия, мм	Сплав	Сечення заготовки, мм	Сечення, мм	Сечення, мм	Калибра, мм	Радіуси валков, мм		Коефіцієнт в'ягкки при пресованні	Обжатие при прокатке, мм	Температура заготовки, °С	Сила, кН		Моменти, кН·м	
						верх него	нижн его				на валках матрице	на верхнем валке	на нижнем валке	
Ø4	Pb+2%Sb	22×22	14×22	110	80	80	43,8	8	20	145,0	91,0	4,0	6,4	
Ø6	Pb+2%Sb	22×22	14×22	110	80	80	19,5	8	20	138,0	83,0	3,5	6,1	
Ø8	Pb+2%Sb	22×22	14×22	110	80	80	11,0	8	20	119,0	77,0	2,8	5,9	
уголок 7×7	Pb+2%Sb	20×22	14×22	110	80	80	16,7	6	20	98,0	85,0	2,5	5,6	
тавр 8×8	Pb+2%Sb	20×22	14×22	110	80	80	13,4	6	20	90,0	81,0	2,2	5,3	
Ø7	Pb+2%Sb	10×9	6×10	120	100	100	3,4	4	20	21,0	12,0	0,7	1,6	
Ø6	AД31	20×20	14×22	110	80	80	19,5	6	480	211,2	138,3	7,5	13,2	
Ø8	AД31	20×20	14×22	110	80	80	11,0	6	480	179,2	117,1	6,9	14,0	
Ø10	AД31	20×20	14×22	110	80	80	7,0	6	480	136,3	98,2	5,3	14,9	
Ø5	AД31	14×14	11×15	110	80	80	16,8	3	480	82,7	63,3	3,3	6,8	
Ø7	AД31	14×14	11×15	110	80	80	8,2	3	480	78,6	43,2	2,4	4,9	
Ø9	AД31	14×14	11×15	110	80	80	5,0	3	480	68,5	32,3	1,6	3,3	
Ø8	A7	20×20	13×22	110	80	80	11,0	7	470	105,0	65,0	5,8	8,0	
Ø9,5	A7	20×20	13×22	110	80	80	7,8	7	470	90,0	55,0	5,3	7,2	
Ø11	A7	20×20	13×22	110	80	80	5,8	7	470	72,0	47,0	4,9	6,5	
Ø5	A7	14×14	11×15	110	80	80	16,8	3	470	59,7	40,7	2,2	4,6	
Ø7	A7	14×14	11×15	110	80	80	8,2	3	470	45,2	30,5	1,6	3,4	
Ø9	A7	14×14	11×15	110	80	80	5,0	3	470	42,7	28,9	1,3	3,0	
уголок 8×8	AД10	20×20	14×22	110	80	80	11,5	6	520	153,0	100,0	5,1	13,0	
2 x Ø2	Sn+20%Zn	20×20	14×22	110	80	80	87,6	6	100	79,0	119,0	6,7	14,0	
Ø7,5	M1	10×9	6×10	120	100	100	2,5	4	950	17,2	2,75	4,1	8,3	
Ø7,5	M1	14×14	11×15	120	100	100	5	3	950	75,0	13,5	5,5	10,2	
Ø7,5	M1	21×20	14×20	120	100	100	10,3	7	940	135,0	91,0	6,9	13,8	

Для труднодеформируемых сплавов цветных металлов целесообразно использовать технологическую схему с использованием для получения литой заготовки электромагнитного кристаллизатора (ЭМК). При этом установлено, что такая схема позволяет получать, например, сварочную проволоку из сплава АК12 с высоким уровнем пластических свойств, необходимых для деформации волочением с целью получения тонких размеров. Применение метода совмещенного литья, прокатки и прессования (СЛИПП) наиболее выгодно, так как снижается не только количество металлургических переделов, но и энергозатраты, необходимые для получения литой заготовки. Такой метод может стать базовым для создания инновационных разработок в области производства небольших партий продукции на неспециализированных предприятиях.

Практическая реализация технологических режимов получения прутков из алюминия и его сплавов проведена на ОАО «ВСМПО» (г. Верхняя Салда) и ООО «ТК «Сегал» (г. Красноярск) [3]. Проведенные в промышленных условиях исследования позволили утверждать, что предложенные технологические режимы обеспечивают при заданных температурно-скоростных и деформационных параметрах процесса регламентированную структуру и свойства пресс-изделий по ГОСТ.

Таким образом, проведенные исследования показали, что предлагаемые технологические схемы эффективны, как по сравнению с традиционными методами прессования, так и по сравнению с используемыми в промышленности установками Конформ, при этом максимальная экономия при производстве прутков из алюминия марки АД1 по новым технологиям составляет 1749 руб. за тонну, а для прутков из сплава АМгб себестоимость продукции снижается в 1,8-2 раза.

#### Литература

1. Сидельников С.Б. Комбинированные и совмещенные методы обработки цветных металлов и сплавов: монография [Текст] / С.Б. Сидельников, Н.Н. Довженко, Н.Н. Загиров. - М.: МАКС Пресс, 2005.- 344 с.
2. Сергеев, В.М. Непрерывное литье-прессование цветных металлов [Текст] / В.М. Сергеев, Ю.В. Горохов, В.В. Соболев, Н.А. Нестеров. - М.: Металлургия, 1990. - 85 с.
3. Сидельников, С.Б. Проектирование и освоение опытно-промышленной установки совмещенной прокатки-прессования [Текст] / С.Б. Сидельников, А.И. Гришечкин, Н.Н. Довженко // Технология легких сплавов. - 2002. - № 5-6. - С. 41 - 44.

© Сидельников С.Б., Довженко Н.Н.,  
Загиров Н.Н. 2008