

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ СОВМЕЩЕННОГО ЛИТЬЯ, ПРОКАТКИ И ПРЕССОВАНИЯ

Заикин И.С., Беспалов В.М., Сидельников А.С.

**Научные руководители – д.т.н., профессор Сидельников С.Б.,
д.т.н., доцент Беляев С.В.**

Сибирский федеральный университет

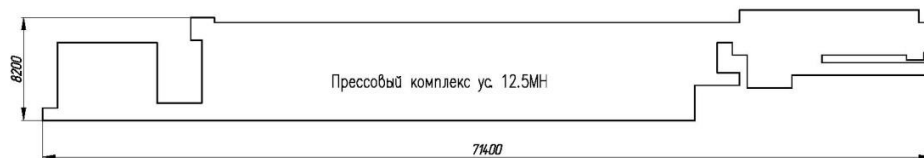
Одной из главных тенденций повышения эффективности производства длинномерных изделий из цветных металлов и сплавов является создание интегрированных производств на основе применения агрегатов совмещенной обработки цветных металлов и сплавов. За рубежом для них используются методы непрерывного литья и прессования (Кастекс), а также непрерывного литья и прокатки с использованием литейно-прокатных агрегатов (ЛПА). Возможно также реализация совмещенного литья, прокатки и прессования (СЛИПП) в одном агрегате. При внедрении таких быстропереналаживаемых мини-производств и реализации современных технологий получения таких изделий (прутков, катанки и др.) с небольшими размерами поперечного сечения для достижения технико-экономических преимуществ необходимо иметь комплекс следующих характеристик.

1. Непрерывность. Оборудование и процесс обработки металла для достижения максимальной производительности должны обеспечивать непрерывность технологической цепочки от получения расплава до смотки готового изделия.
2. Габариты оборудования. Должны быть минимальными и обеспечивать все технологические операции. Для прессового оборудования и литейно-прокатных агрегатов длина линии оборудования составляет 50-70 метров (см. рис.1).
3. Максимальные степени деформации за один этап обработки. Практически все виды обработки металла давлением (кроме прессования) характеризуются многопереходностью, то есть для достижения суммарных деформаций при получении конечных изделий небольшого поперечного сечения необходимо дробить деформацию. При производстве прутков методами сортовой прокатки, в том числе и в составе ЛПА, степени деформации за один переход по сравнению с прессованием бывают настолько низки, что количество клетей и проходов при прокатке даже на непрерывных станах достигает 15–20 и более. Кроме того, производство катанки из сплавов затруднительно по причине невысокой стойкости инструмента при прокатке.
4. Низкая энергоемкость процесса обработки. Практически все металлообрабатывающее оборудование характеризуется высокой энергоемкостью. Это касается и гидравлических горизонтальных прессов, для привода которых используются насосно-аккумуляторные станции, и многоклетевых прокатных станов с групповым или индивидуальным приводом (в составе ЛПА). Предложенная схема прокатки – прессования с использованием активных сил трения [1] делает энергетические затраты минимальными, так как мощность привода установок совмещенной обработки не превышает 50–75 кВт. Совмещение же операций литья с использованием тепла жидкого металла и предлагаемых малозатратных видов обработки ведет к достижению минимума энергетических затрат.
5. Гибкость перехода от одного типа профиля к другому. Высокопроизводительные методы получения продукции небольшого поперечного сечения из алюминиевых сплавов с использованием литейно-прокатных агрегатов, казалось бы, в свое время решили все проблемы по созданию интегрированных линий обработки. Однако для мини-производств установка ЛПА может дать экономически выгодный результат только при больших объемах производства. При этом незначительное изменение

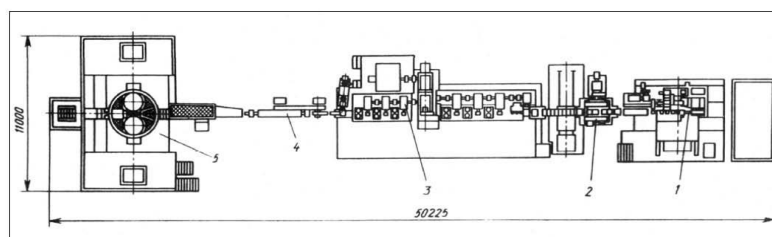
формы профиля приводит к необходимости изменения калибровки валков и изготовления нового инструмента (валков) с другой калибровкой.

6. Выход годного. Должен быть максимальным, при этом, чем больше технологических переделов, тем больше потери годного металла.

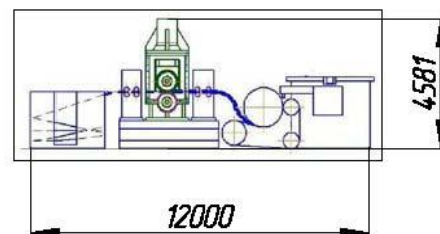
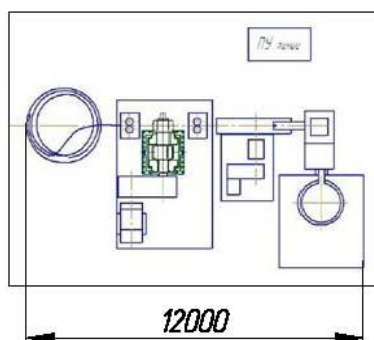
7. Возможность обработки алюминиевых сплавов. Практически все литейно-прокатные агрегаты, работающие в настоящее время, рассчитаны на получение катанки из алюминия А5Е, А7Е.



а



б



в

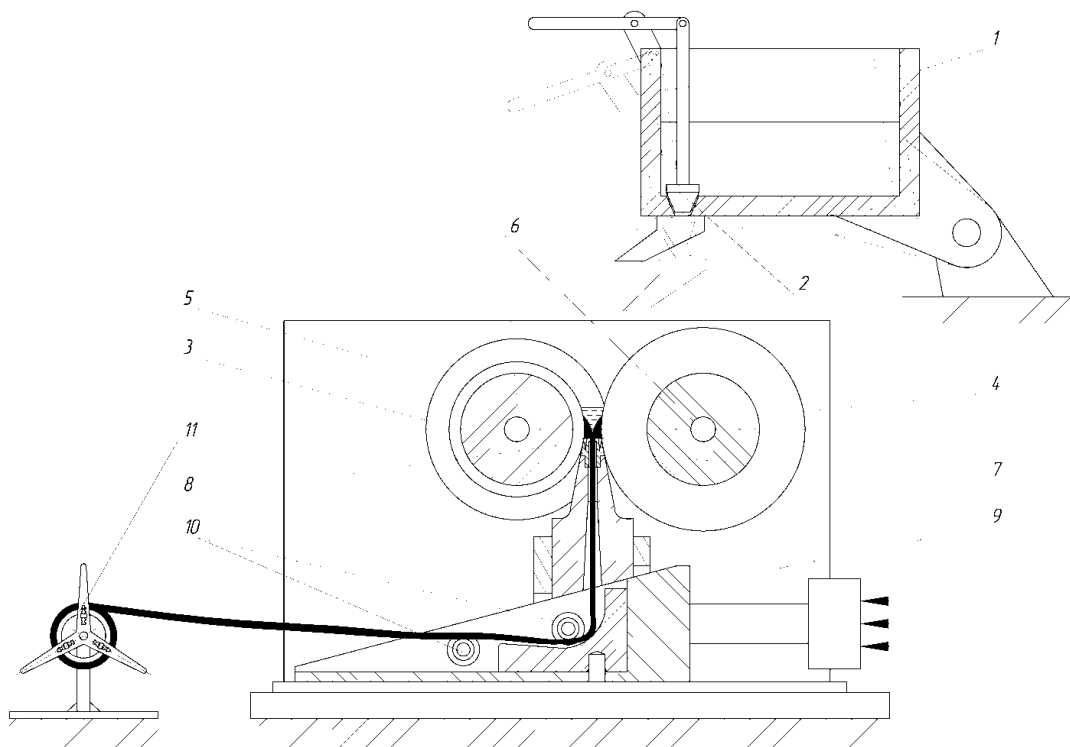
Рисунок 1 - Схемы расположения и состав оборудования для производства длинномерных изделий из алюминиевых сплавов:

- а – гидропрессовая установка;
- б – литейно-прокатный агрегат;
- в – линия СЛИПП (вид сверху и фронтальный вид)

С учетом вышеизложенного ставилась задача выбора такой схемы и оборудования, которые давали бы максимальные показатели по перечисленным выше характеристикам и обеспечивали расширение технологических возможностей процесса обработки алюминиевых сплавов с повышенными механическими и электрофизическими свойствами, используемые для изготовления электротехнических изделий.

На основании выполненного анализа предложена установка совмещенного литья и прокатки-прессования, разработанная коллективом ученых института цветных металлов и материаловедения [1], на устройство которой получен патент РФ №

Устройство работает следующим образом. Металл, расплавленный с помощью печи-миксера 1, захватывается валками 3 и 4. В процессе работы регулятор 2 дозирует количество металла, подаваемого в калибр валков, уменьшая или увеличивая поток расплава. При этом на поверхностях водоохлаждаемых валков 3,4 начинается кристаллизация металла. Далее закристаллизовавшийся в виде заготовки металл обжимается в закрытом калибре, распрессовывается перед матрицей 7 и выдавливается в калибрующее отверстие матрицы с образованием пресс-изделия заданной формы и размеров. Выходной конец движущегося пресс-изделия попадает в направляющие ролики 10, которые изменяют его направление движения на 90 градусов и передают на моталку 11, где производится смотка в бухту.



1 – печь-миксер, 2 – регулятор, 3 – валок с ручьем, 4 – валок с выступом, 5 – станина,
6 – полости для охлаждения валков, 7 – матрица, 8 – клиновидные полости,
9 – клиновой механизм, 10 – направляющие ролики, 11 - моталка

Рисунок 2 – Устройство для непрерывного литья, прокатки и прессования

Реализация данного технического решения позволило создать модельную конструкцию установки СЛИПП, которая в настоящее время изготовлена и установлена в лаборатории кафедры ОМД ИЦМиМ.

Деформирующий узел установки показан на рис. 3., а ее общий вид – на рис. 4.

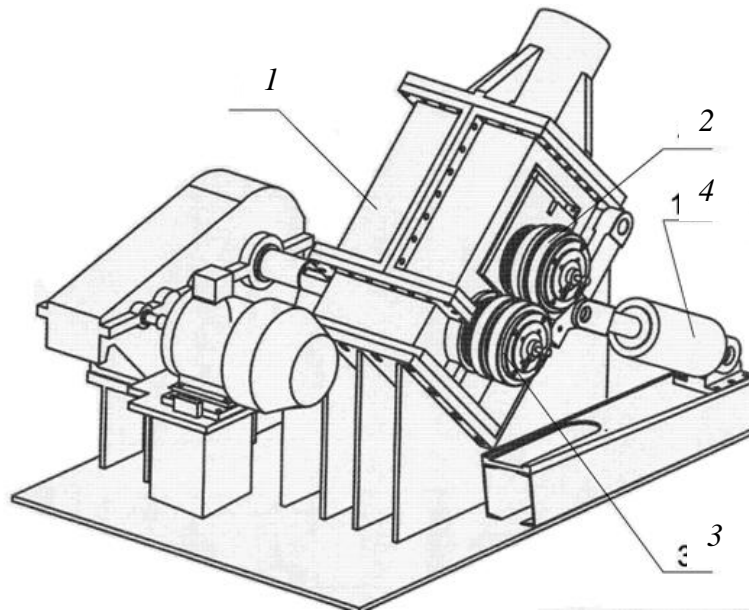


Рисунок 3 – Модель экспериментальной установки СЛИПП-2,5: 1 – корпус; 2,3 – валок с выступом и с кольцевой канавкой, соответственно; 4 – гидроприжим матрицы

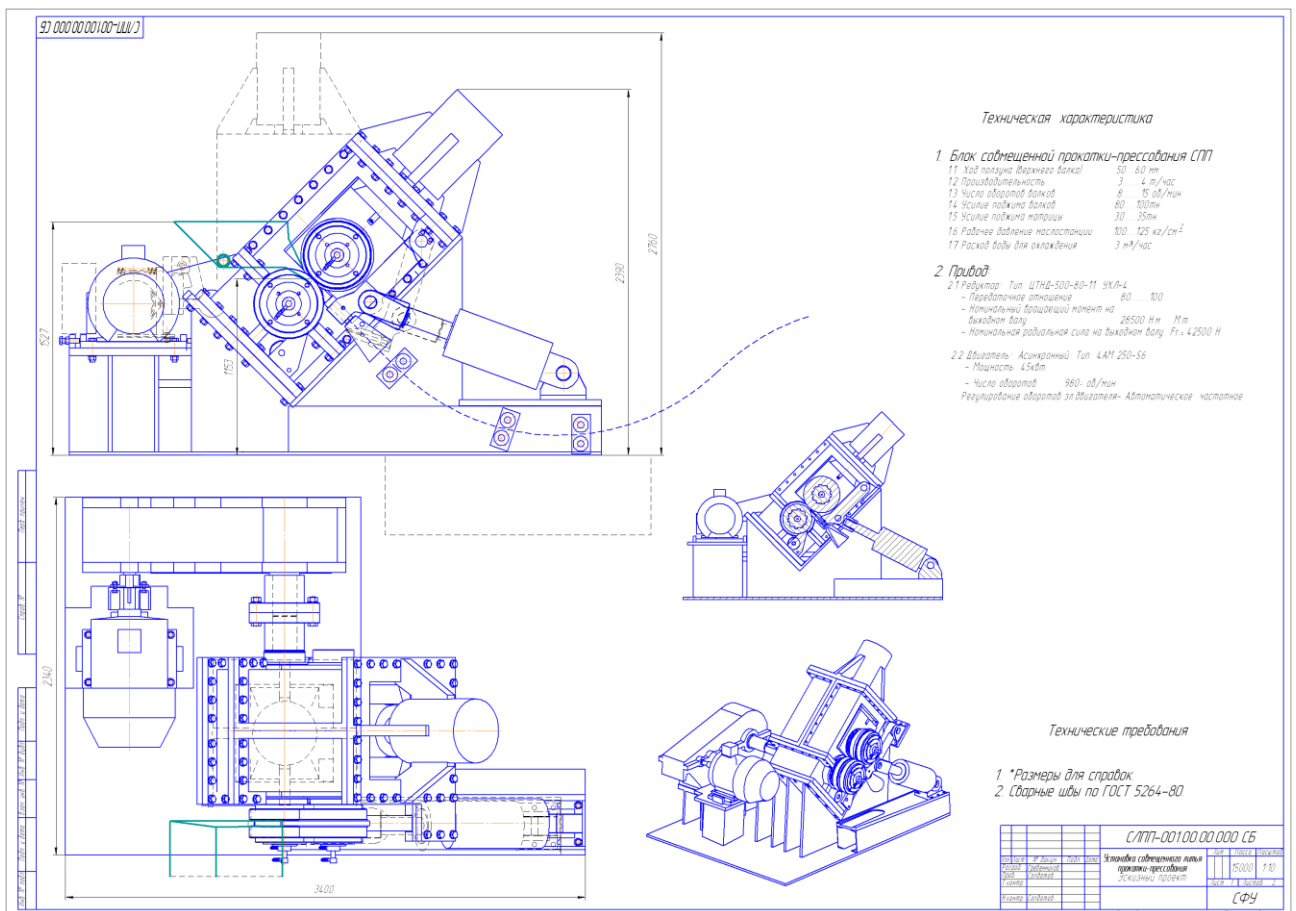


Рисунок 4 – Рабочий чертеж установки СЛИПП-2,5

Таблица 2 – Технические характеристики

Параметры	Значения
Начальный диаметр валка, мм	400
Длина бочки валка, мм	350
Количество оборотов валка: – минимальное	1
– максимальное	15
Передаточное число редуктора	40
Мощность электродвигателя, кВт	45
Рабочее давление гидростанции, МПа	200
Производительность, т/час	2,5
Габариты, мм	3400x2350x627

Установка работает следующим образом. В случае применения схемы СЛИПП расплав металла получают в индукционной печи емкостью 350 кг. Далее он через литейную систему поступает в закрытый калибр валков, где кристаллизуется, обжимается валками со степенью деформации 50% и выдавливается через калибрующее отверстие матрицы с заданной вытяжкой. Размеры калибра могут изменяться на двух уровнях, и предназначены для деформации заготовок с размерами 20x20 и 40x40 мм, либо кристаллизации-деформации расплава металла.

Работа проводилась в рамках договора Министерства образования и науки России №13.G25.31.0083 по выполнению комплексного проекта по созданию высокотехнологичного производства по теме «Разработка технологии получения алюминиевых сплавов с редкоземельными, переходными металлами и высокоэффективного оборудования для производства электротехнической катанки».