

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛООВОГО ПРОЦЕССА В УСТАНОВКЕ СОВМЕЩЁННОГО ЛИТЬЯ И ПРЕССОВАНИЯ ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ

Потапенко А.С.,

научные руководители д-р техн. наук Скуратов А. П.;

канд. техн. наук Пьяных А.А.

Сибирский Федеральный университет

В настоящее время на заводах цветной металлургии для производства листовой металлопродукции широко применяют разнообразные агрегаты, реализующие совмещение процессов непрерывного литья и циклической деформации первично закристаллизованного металла. Однако большинство подобных установок, так называемой бесслитковой прокатки, имеют весьма низкую производительность, не обеспечивают стабильность технологического процесса, сложны в эксплуатации и управлении. Кроме того установки не позволяют достичь необходимого обжатия полосы с целью получения однородной структуры и приемлемого качества поверхности металла. В связи с этим повысить эффективность производства непрерывнолитых заготовок можно путем разработки новых приемов воздействия на жидкий и кристаллизирующийся металл за счет интенсификации процессов теплообмена и тепломассопереноса.

Среди разновидностей непрерывного прессования металлов особое место занимает способ Конформ. Способ Конформ (рисунок 1) основан на применении подвижного вращающегося инструмента в виде колеса с врезанной канавкой (ручьем) и примыкающего к нему неподвижного инструмента, называемого башмаком, причем в торце башмака установлена матрица, которая перекрывает канавку колеса. В качестве заготовки используется пруток 7, который задается в ручей 2, выполненный в рабочем колесе 1 в виде кольцевой канавки и с внешней стороны закрытый прижимным башмаком 3, на внутренней поверхности которого выполнен выступ 4, охватывающий заготовку 7. В башмаке 3 закреплен блок инструмента с прессовой матрицей 5.

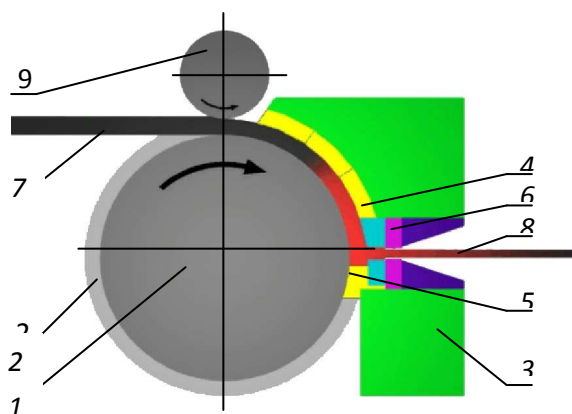


Рисунок 1 Принципиальная схема реализации процесса непрерывного прессования по способу Конформ: 1 - рабочее колесо; 2 - кольцевая канавка; 3 - башмак; 4 - кольцевая вставка; 5- вставка; 6 - матрица; 7 - заготовка; 8 - изделие; 9 - валок

Ныне внимание не только зарубежных, но и отечественных металлургов, направлено на совмещение операций литья и непрерывного прессования в одном

агрегате, что позволит существенно снизить металлоемкость производственных линий, повысить их гибкость и степень автоматизации. Первый такой агрегат был разработан с использованием машины Конформ, оснащенной элементами роторного кристаллизатора Д. Проперци. Этот способ изготовления пресс-изделий запатентован в Англии под названием Кастэкс. Установка для прессования данным способом включает систему непрерывной подачи металла в ручей колеса (рисунок 2).

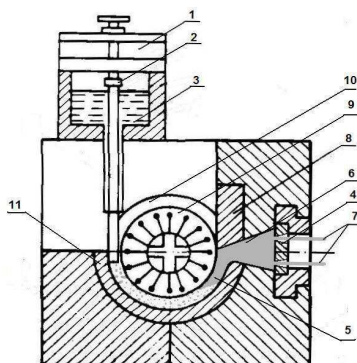


Рисунок 2 Схема процесса непрерывного прессования Конформ-Кастэкс полых профилей из жидкого металла: 1 – дозатор; 2 – устройство регулирования расхода жидкого металла; 3 – жидкий металл; 4 – матрица; 5 – фронт кристаллизации; 6 – камера сварки; 7 – полые профили; 8 – упор; 9 – колесо; 10 – кольцевая канавка; 11 – кольцевая вставка

Перед началом процесса металл должен отвердеть и накопиться в камере прессового башмака, закрывающего всю нижнюю половину колеса-кристаллизатора, где создастся достаточно высокое давление для выпрессовывания металла через матрицу. Расплавленный металл подводится через литейный ручей с регулятором наполнения и поступает в канавку колеса, имеющего интенсивное внутреннее охлаждение. В результате охлаждения происходит непрерывное затвердевание металла в нижней части и по бокам ручья. Твердый металл собирается перед упором, останавливается и отпрессовывается по способу Конформ. Очень важно, чтобы процесс затвердевания металла не захватил зону прессования, в противном случае установка выходит из строя.

Таким образом, на основании анализа зарубежной и отечественной научно-технической литературы о современном состоянии производства прессованных профилей из цветных металлов, следует, что наиболее эффективными и распространенными за рубежом способами производства длинномерных мелкосортных фасонных профилей из цветных металлов и сплавов являются Конформ и Кастэкс, на базе которых в мире действует более сотни разнообразных промышленных установок.

Внедрение данных процессов в отечественную промышленность сдерживается недостатком научно-технической информации по методикам технологического расчёта и проектирования, создание современного программного обеспечения.

Главной задачей настоящего исследования является разработка компьютерной модели установки непрерывного литья и прокатки цветных металлов с целью определения рациональных технологических режимов её работы. При этом ставилась задача достижения термостабильных условий работы оборудования для совмещённого литья и прессования цветных металлов. Компьютерная модель установки создана на основе программного продукта Ansys Workbench. На рисунке 3а показана модель рабочей области установки, разбитой на расчётные ячейки.

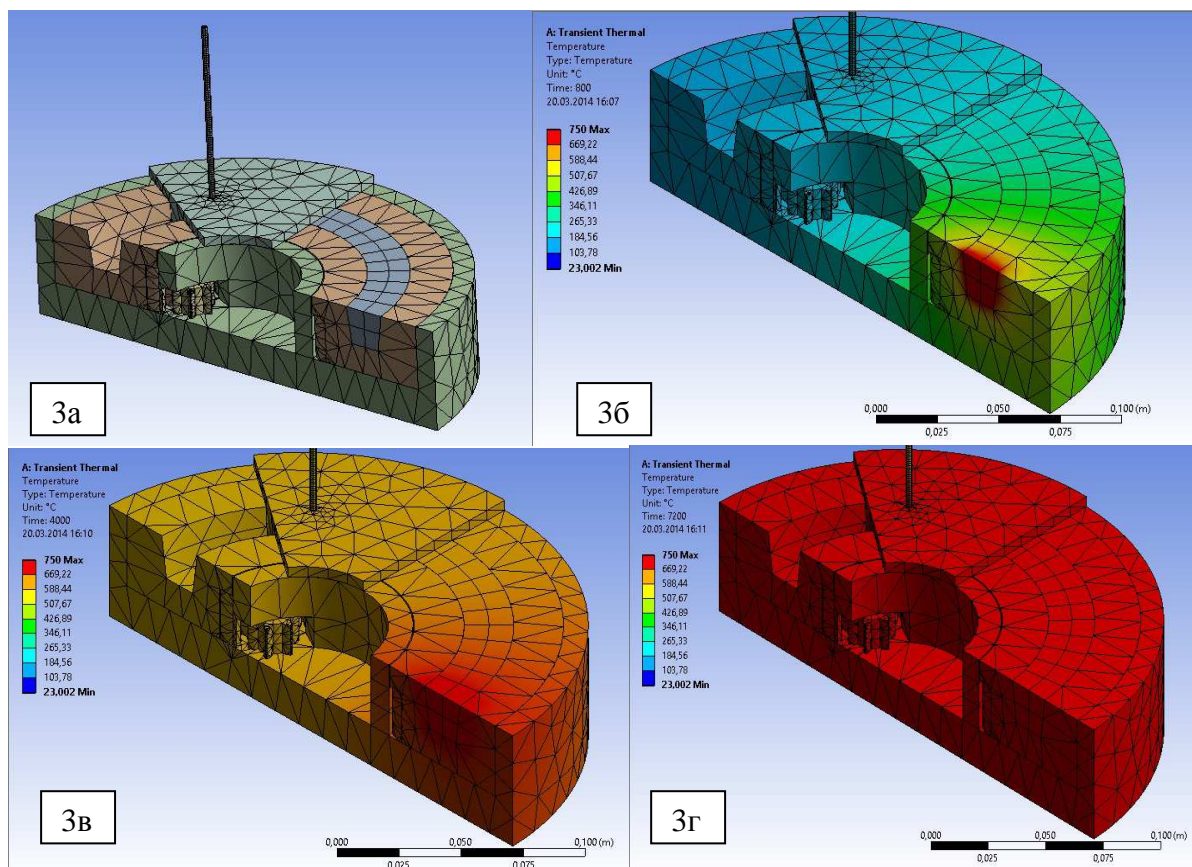


Рисунок 3 Компьютерная модель (а) и результаты расчёта (б, в, г)

В начальный момент времени температура всей установки задавалась равной 21 °С, температура заливаемого металла - 750 °С. Как видно из расчётного поля температур (рисунок 3б, в, г), в процессе работы установки непрерывного литья и прокатки металла, её вращающаяся часть очень быстро нагревается. Это обстоятельство приводит к нарушению технологического процесса и выходу из строя оборудования. Так, например, по истечении времени $\tau = 800$ с большая часть установки имеет температуру 320 °С (рисунок 3б), а при $\tau = 800$ с температура достигает 540 °С (рисунок 3в). При этом согласно технологического регламента обрабатываемый металл должен заходить под крышку, где происходит его прессование уже в твердой фазе с температурой около 450 °С. В противном случае происходит налипание жидкого металла на крышку. Дальнейший разогрев установки приводит к выходу её из строя. Установлено, что по истечению $\tau = 7200$ с работы установки, её температура достигает 750 °С (рисунок 3г).

Таким образом, результаты моделирования показывают, что нормальная эксплуатация установок этого типа требует определения рациональных технологических и тепловых режимов их работы. В частности, интерес вызывает оценка совместного влияния на технологический процесс интенсивности охлаждения установки, а также места, температуры разливки и скорости движения металла.