

УДК 621.74

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В КРИСТАЛЛИЗАТОРЕ
МАШИНЫ С ЦЕЛЬЮ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ РАЗЛИВКИ СПЛАВОВ И ПРОКАТКИ
ЗАГОТОВОК**

Зураб Абесаломович Цхадаиа

*Студент 6 курса, специалитет**кафедра «Оборудование и технологии прокатки»**Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана**Научный руководитель: Стулов Вячеслав Викторович,**доктор технических наук, профессор кафедры «Оборудование и технологии прокатки»*

Получение конкурентоспособных полых отливок из металлов и сплавов, в т.ч. из алюминиевых сплавов и сталей, и изготовление качественных полых трубных заготовок является актуальной задачей [1].

Из статьи [3] следует, что максимальное значение температур поверхности в верхней, средней и нижней части неохлаждаемого стального кокиля, соответственно, 230, 270 и 290°C достигается через 200 - 250 с. с момента разливки алюминиевого сплава. Причём максимальное значение перепада температур между точками установки термопар в средней части стенки $\Delta t = 10$ °C, что обеспечивает достижение плотности теплового потока $q = 46,7$ кВт/м². Прогрев стенок кокиля и сердечника перед разливкой сплава производится до температуры $t = (0,15 - 0,35)t_{пл}$ (где $t_{пл}$ -температура плавления разливаемого сплава).

Целью настоящей работы является получение полых цилиндрических заготовок из алюминиевых сплавов, исследование их структуры и пористости и определение времени подрыва дорна и раскрытия стенок кокиля.

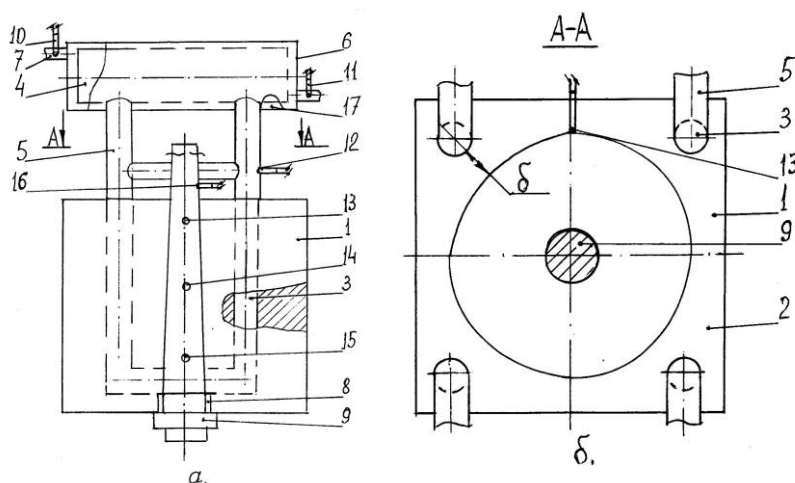


Рис. 1, а,б- охлаждаемая стенка и разборный кокиль с охлаждаемым сердечником для получения полых цилиндрической отливки.

Охлаждаемый кокиль на рис. 1 а,б состоит из двух стальных стенок 1 и 2 с отверстием 8 под сердечник 9, изготовленных по принципу охлаждения тепловой трубы, двумя каналами 3 в каждой стенке, объединенных с конденсатором 4 посредством двух паропроводов 5, кожуха 6 с патрубками 7 для подвода и отвода охлаждающей воды, установленного с кольцевым зазором 17 снаружи конденсатора, термопар 10 – 16, подключенных в систему автоматического управления работой кокиля.

Методика эксперимента и охлаждение кокиля. Предварительно перед разливкой расплава дорн устанавливается в кокиль, стенки кокиля и сердечника 9 прогреваются пламенем газовой горелки. При этом подача охлаждающей воды в кожух 6 отсутствует. После достижения заданной температуры металла стенок, фиксируемой по показаниям термопар 13 – 16, разогрев стенок кокиля и сердечника прекращается. После этого, одновременно включается подача охлаждающей воды в патрубок 7 кожуха 6 с охлаждением конденсатора 4 и выполняется заливка расплава на стенки 1 и 2 стального кокиля и сердечника 9.

Работа кокиля и технология получения поллой отливки заключается в следующем. После заливки расплава в кокиль осуществляется дальнейший разогрев стенок 1 и 2, сердечника 9 с находящимся в каналах 3 теплоносителем. Образующиеся пары по паропроводам 5 поступают в конденсатор 4, где конденсируются с передачей тепла конденсации воде, движущейся в кольцевом зазоре 17. Образующийся конденсат стекает в каналы 3 стенок 1 и 2 с последующим его испарением и кипением. Далее процесс повторяется. После формирования корочки отливки достаточной толщины осуществляется подрыв сердечника, раскрытие стенок кокиля и извлечение с сердечника поллой отливки.

Охлаждение дорна 9 осуществляется аналогично охлаждению стенок 1 и 2. Различие заключается в том, что труба сердечника (зона охлаждения), расположенная за пределами кокиля, охлаждается путем естественной конвекции воздухом.

Результаты исследований.

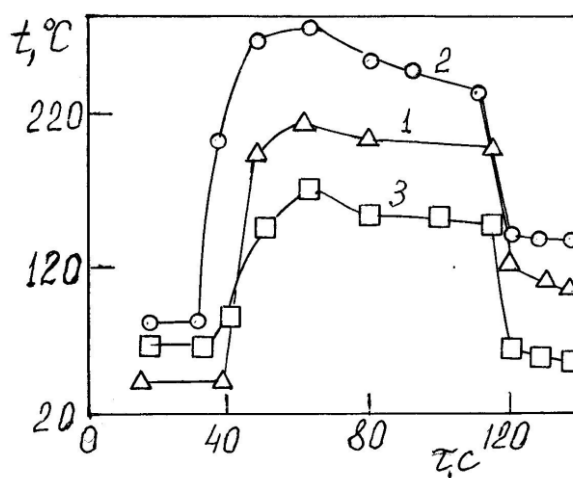


Рис. 2 Результаты распределения температур на поверхности охлаждаемой стальной стенки кокиля (в точках установки термопар) от времени после заливки в него алюминиевого сплава.

Из рис. 2 следует, что заливка расплава в кокиль осуществляется при средней температуре поверхности стальной стенки $60 - 80^{\circ}\text{C}$ в течение времени $\tau = 15 - 16$ с. За это время максимальное значение температуры поверхности стенки кокиля $t = 270 - 280^{\circ}\text{C}$, которое плавно снижается до $t = 230 - 250^{\circ}\text{C}$ за время $\tau = 50 - 55$ с. В момент времени $\tau = 110 - 120$ с после подрыва сердечника, раскрытия двух стенок кокиля и извлечения отливки температура поверхности стенки, контактирующей с отливкой, резко (за $\tau = 10$ с) уменьшается с температуры $t = 230 - 250^{\circ}\text{C}$ до $t = 150^{\circ}\text{C}$, то есть на $\Delta t = 90 - 100^{\circ}\text{C}$. Температуры стенок кокиля в других точках установки термопар уменьшаются, соответственно, с 200 и 160°C до 110 и 60°C , то есть на $\Delta t = 90 - 100^{\circ}\text{C}$.

Изменение условий заливки расплава в кокиль может привести к изменению показаний термопар в точках их установки на $50 - 60^{\circ}\text{C}$.

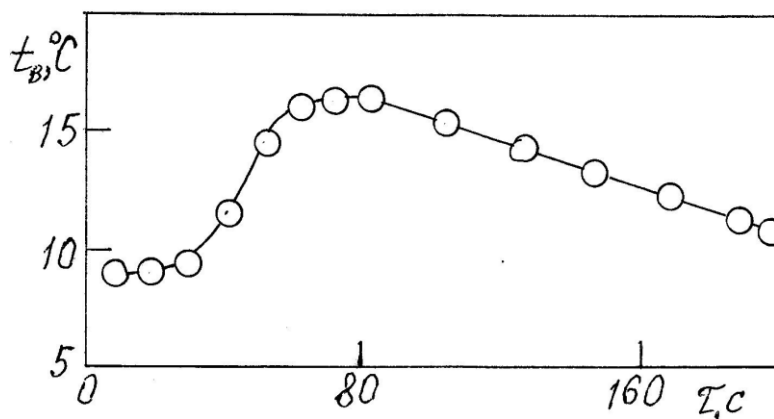


Рис. 3 Зависимость температуры охлаждающей воды на выходе из конденсатора тепловой трубы, установленной в стальной стенке

Из рис. 3 следует, что максимальное значение температуры охлаждающей воды на выходе из конденсатора $t_{в} = 170^{\circ}\text{C}$ наблюдается через время $\tau = 50 - 60$ с. с момента заливки в охлаждаемый кокиль алю -миниевого сплава.

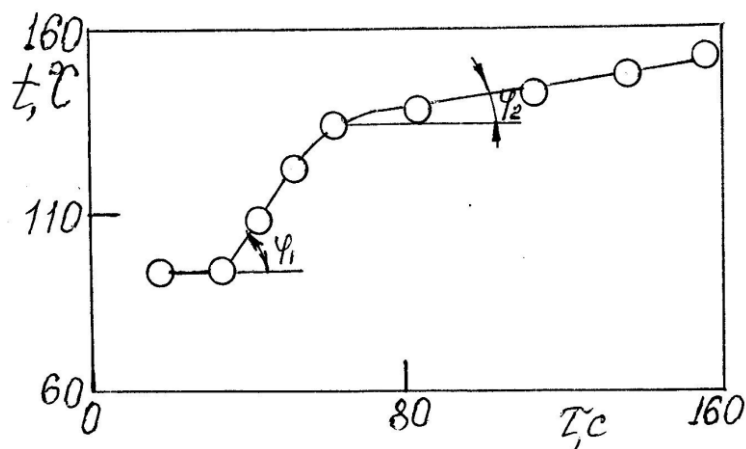


Рис. 4 Зависимость температуры поверхности паропровода от времени.

По рис. 4 видно, что перед разливкой в кокиль сплава температура поверхности паропровода системы охлаждения достигает 95°C , что свидетельствует о наличии

достаточного давления пара теплоносителя в каналах стенок кокиля и обеспечении возможности «мягкого» охлаждения при заливке расплава.

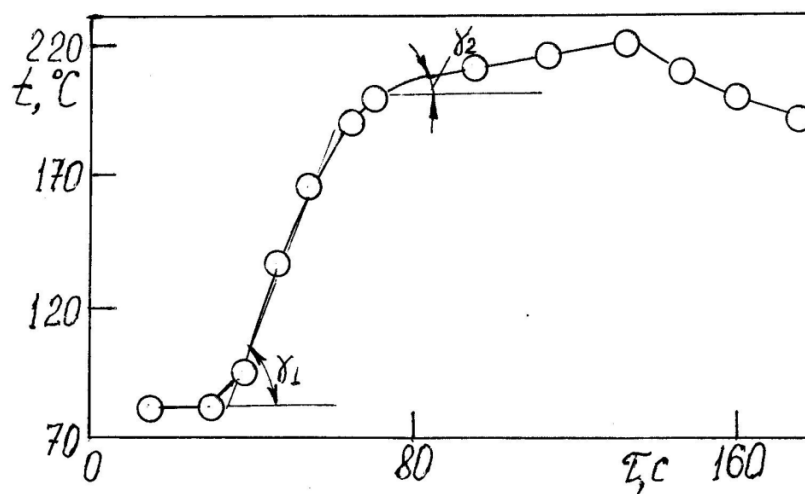


Рис. 5 Зависимость температуры поверхности зоны охлаждения сердечника, выполненного в виде тепловой трубы, от времени.

По рис. 5 видно, что перед разливкой расплава в кокиль температура поверхности зоны охлаждения достигает температуры $t = 85^{\circ}\text{C}$. После заливки в кокиль расплава ($\tau = 15 - 20$ с.) температура поверхности зоны охлаждения увеличивается до $t = 190 - 195^{\circ}\text{C}$.

Выводы. Исследование качества внутренней и наружной поверхностей полый отливки, в том числе после механической обработки, показывает, что трещины и микротрещины в металле отсутствуют и отливка может быть использована для последующей прокатки с целью получения трубной заготовки с определенной толщиной стенки. Полученные положительные результаты охлаждения стенок кокиля и сердечника будут использованы при разработке технологии получения полых стальных отливок в охлаждаемом кокиле, а также при разработке конструкции стального кристаллизатора для непрерывной разливки в него низкоуглеродистых и Cr – Ni – Mo сплавов.

Литература

1. Государственная программа Российской Федерации № 328 от 15.04.2014
2. «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности»: подпрограмма 10
3. «Металлургия».
4. Технология и оборудование трубного производства/ В.Я. Осадчий, А.С. Вавилин, В.Г. Зимовец, А.П. Коликов. М.: «Интернет Инжиниринг», 2007. 560 с.
5. Стулов В.В., Лукин В.А. Повышение эффективности получения полый отливки на кокильной машине // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2012. № 5. С. 70 –77.