



Continuous Billet Casting Without Flaws

In order to enhance the quality of a continuously-cast billet it is crucial to take into account the damageability of its tough part forming in the continuous caster crystallizer. The effort required to remove the billet from a stationary continuous caster crystallizer stretches its tough part and increases its damageability. Reciprocating motion while removing a billet can be achieved with the help of the designed automated gearless electric drive based on a motor with rolling rotor. By the use of reciprocating motion parameters calculated by the system billet damageability can be reduced to minimum

НЕПРЕРЫВНОЕ ЛИТЬЕ ЗАГОТОВОК БЕЗ ПОВРЕЖДЕНИЙ

При всех очевидных преимуществах непрерывного литья металлов необходимо уменьшать повреждаемость заготовки при ее извлечении из неподвижного кристаллизатора МНЛЗ. Для обеспечения оптимального режима извлечения заготовки необходимо использовать автоматизированный безредукторный электропривод на базе двигателя с ДКР совместно с разработанной программой. Режим извлечения, использующий рассчитанные оптимальные параметры, сводит повреждаемость заготовки к минимуму.

О.И. Пономаренко, д.т.н., профессор,
Д.В. Бреславский, д.т.н., профессор,
А.В. Кипенский, к.т.н., доцент,
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»,
О.Н. Хорошилов, к.т.н., профессор, Украинская
инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

Очевидны преимущества непрерывного литья металлов:

- ♦ увеличение выхода годной продукции на 10–15 %;
- ♦ снижение себестоимости продукции и эксплуатационных расходов, существенная экономия топливно-энергетических ресурсов;
- ♦ улучшение условий труда и повышение его производительности;
- ♦ сокращение капитальных затрат на строительство металлургических цехов и заводов, так как из их составов исключается все хозяйство, связанное с разливкой металлов в изложницы, обжимной стан, а в ряде случаев и непрерывный стан и машины центробежного литья, применяемые для производства полых заготовок.

Современная МНЛЗ представляет собой сложный многомашинный агрегат с большим числом автоматизированных электроприводов, систем автоматического регулирования и контроля, которые обеспечивают не только геометрические размеры заготовок и качество их поверхности, но и существенно влияют на качества металла по всему объему заготовки.

Высокая надежность систем автоматического регулирования и точность отработки электроприводами заданных параметров особенно важны при производстве на МНЛЗ заготовок из цветных металлов и сплавов. При этом незначительная неточность или неисправность в работе автоматизированных электроприводов могут привести к потере всей плавки, поскольку прочностные свойства у цветных металлов значительно ниже, чем у черных.

Разработана математическая модель, основанная на теории непрерывной повреждаемости, реализация которой обеспечивает высокое качество заготовок из медных сплавов путем определения параметров технологического процесса непрерывного литья.

В общем случае качество литых заготовок принято оценивать определенной совокупностью физико-механических характеристик. Однако для повышения качества непрерывно-литой заготовки следует дополнительно учитывать *параметр повреждаемости* ее вязкого участка, формируемого в кристаллизаторе МНЛЗ. Для его определения при различных режимах движения заготовки был разработан программный комплекс SCC.

ИСТОРИЧЕСКАЯ СПРАВКА

Первые упоминания о непрерывной разливке металлов и сплавов относятся к началу XIX в. В 1826 г. Дж. Лайнгу был выдан американский патент на машину для горизонтального непрерывного литья свинцовых труб. В течение последующих 55 лет был выдан еще целый ряд патентов, которые лишь частично усовершенствовали конструкцию Дж. Лайнга. В 1881 г. Мак Эльрой получает патент на способ и устройство для производства труб из стали и цветных металлов. В 1884 г. Пильштикер и Мюллер предложили машину для литья прямоугольных заготовок. В 1886 г. Б. Ата сделал сообщение о разливке металла в слитки, которые периодически вытягивались из кристаллизатора тянущими валками машины, за счет чего был стабилизирован технологический процесс. Такая машина находилась в эксплуатации до 1910 г. Другое решение, обеспечивающее периодический принцип вытягивания заготовки, было найдено в 1913 г. А.Г. Персоном — возвратно-поступательное движение кристаллизатора относительно металлоприемника и заготовки. Потребность промышленности в машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) в XIX и начале XX вв. была невелика, и идеи, заложенные во многие патенты того времени, не были апробированы. Но в них имеются ценные мысли и решения, которые нашли применение в машинах и технологических процессах XXI в.

Для движения заготовки в МНЛЗ с неподвижным кристаллизатором можно выделить два основных режима:

- 1) поступательное движение заготовки, чередующееся с паузами;
- 2) возвратно-поступательное движение заготовки, чередующееся с паузами.

На рис. 1 представлены циклограммы усилия в непрерывно-литой заготовке при различных режимах ее движения.

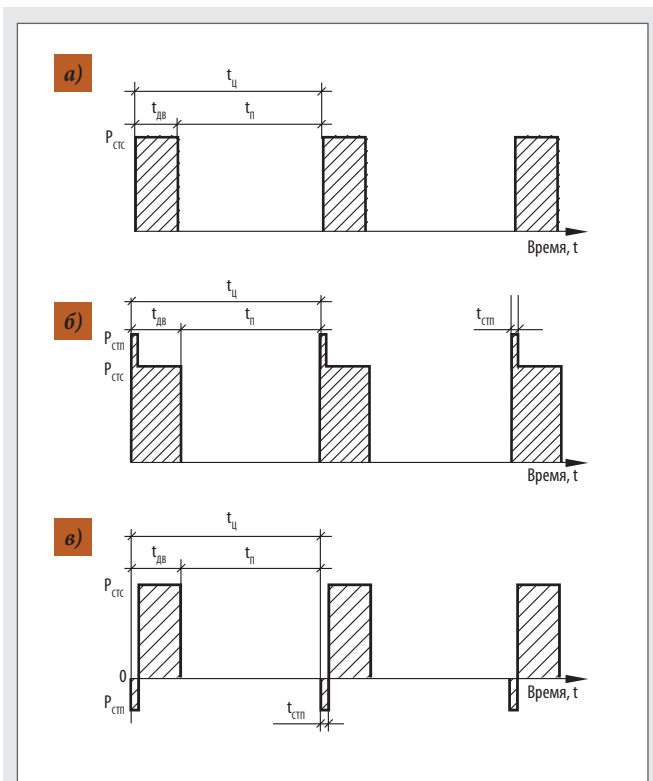


Рис. 1. Циклограммы усилия в непрерывно-литой заготовке при различных режимах ее движения: а) базовая циклограмма процесса с учетом только силы трения скольжения (СТС); б) циклограмма работы ГМЛЗ с учетом СТС и дополнительного усилия на преодоление СТП при прямом движении заготовки; в) циклограмма с учетом СТС и дополнительного усилия на преодоление СТП при обратном движении заготовки

При анализе первого режима движения заготовки до настоящего времени не было учтено дополнительное усилие РСТП, необходимое для преодоления силы трения-покоя (СТП) между заготовкой и графитовой втулкой кристаллизатора (рис. 1, а). В реальных условиях это усилие может достигать 1,25–1,3 от усилия РСТС, необходимого на преодоление силы трения-скольжения (СТС) между заготовкой и графитовой втулкой кристаллизатора (рис. 1, б). Усилие, необходимое на преодоление СТП, вызывает растяжение вязкого участка непрерывно-литой заготовки, что приводит к повышению параметра ее повреждаемости и снижению качества.

Проведенные исследования показали, что для снижения параметра повреждаемости во время преодоления СТП наиболее целесообразно использовать второй режим с возвратно-поступательным движением заготовки. Усилие, необходимое для преодоления СТП при обратном движении заготовки, может достигать 0,2–0,25 от усилия РСТС (рис. 1, в). Это усилие приводит к сжатию вязкого участка заготовки, способствует ее уплотнению и снижению параметра повреждаемости. Исходные данные для анализа параметра повреждаемости непрерывно-литой заготовки с помощью программного комплекса SCC приведены в табл. 1–3.

На основе расчетов, выполненных по исходным данным (табл. 1–3), были получены зависимости параметра повреждаемости заготовки от длительности цикла работы МНЛЗ для трех рассмотренных случаев (рис. 2).

Анализ зависимостей, приведенных на рис. 2, показывает, что расчеты, выполненные без учета усилий на преодоление СТП, позволяют определить параметр повреждаемости заготовки (прямая 1), обусловленный лишь наличием усилия на преодоление СТС. Однако это не соответствует действительности, поскольку начало движения заготовки после паузы всегда сопряжено с необходимостью преодоления СТП. Тем не менее целесообразность таких расчетов обусловлена возмож-

Таблица 1
Исходные данные для расчета параметра повреждаемости при первом режиме движения заготовки без учета дополнительного усилия Р_{СТП}

Длительность			Усилие в заготовке, Р _{СТС'} , МПа
цикла τ _{Ц'} , с	движения τ _{ДВ'} , с	паузы, τ _{П'} , с	
8	2	6	0,4
16	4	12	
24	6	18	

Таблица 2
Исходные данные для расчета параметра повреждаемости при первом режиме движения заготовки с учетом дополнительного усилия Р_{СТП}

Длительность СТП, τ _{СТП'} , с	Усилие в заготовке при прямом движении СТП Р _{СТП'} , МПа	Длительность			Усилие в заготовке при прямом движении, Р _{СТС'} , МПа
		цикла τ _{Ц'} , с	движения, τ _{ДВ'} , с	паузы, τ _{П'} , с	
0,5	0,5	8	2	6	0,4
		16	4	12	
		24	6	18	

Таблица 3
Исходные данные для расчета параметра повреждаемости при втором режиме движения заготовки с учетом дополнительного усилия Р_{СТП}

Длительность СТП, при обратном движении τ _{СТП'} , с	Усилие в заготовке при обратном движении СТП Р _{СТП'} , МПа	Длительность			Усилие в заготовке при прямом движении, Р _{СТС'} , МПа
		цикла τ _{Ц'} , с	движения, τ _{ДВ'} , с	паузы, τ _{П'} , с	
0,5	-0,5	8	2	6	0,4
		16	4	12	
		24	6	18	

ностью определения влияния усилия на преодоление СТС на повреждаемость заготовки, что позволяет оценить минимальное значение параметра повреждаемости.

Кривая 2 (рис. 2) показывает, что учет усилий на преодоление СТП при поступательном движении заготовки позволяет зафиксировать повышение параметра повреждаемости при уменьшении длительности цикла работы МНЛЗ. Параметр повреждаемости возрастает в 1,2 раза при уменьшении длительности цикла с 24 до 8 с.

Кривая 3 (рис. 2) показывает, что при возвратно-поступательном движении заготовки и при учете усилий на преодоление СТП расчетный па-

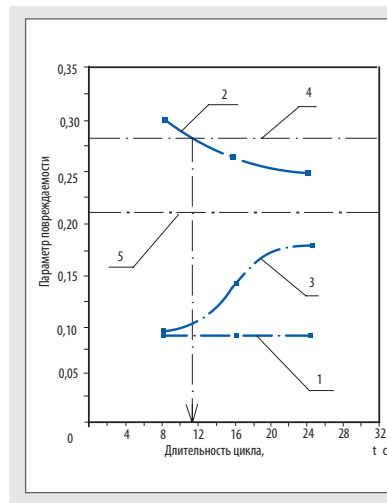


Рис. 2. Влияние длительности цикла работы МНЛЗ на параметр повреждаемости заготовки
Прямая 1 — параметр повреждаемости заготовки без учета усилий на преодоление СТП (рис. 1, а). Кривая 2 — параметр повреждаемости заготовки при ее поступательном движении и учете усилий на преодоление СТП (рис. 1, б). Кривая 3 — повреждаемость заготовки при ее возвратно-поступательном движении и учете усилий на преодоление СТП (рис. 1, в). Прямая 4 — предельное значение повреждаемости заготовки. Прямая 5 — асимптота, к которой стремятся кривые 2 и 3 при увеличении длительности цикла работы МНЛЗ

раметр повреждаемости снижается в 1,75 при уменьшении длительности цикла работы машины с 24 до 8 с. При длительности цикла, равной 8 с, параметр повреждаемости заготовки практически достигает своего минимального значения, обусловленного лишь усилием на преодоление СТС (рис. 2, прямая 1).

Для обеспечения возвратно-поступательного движения заготовки при ее извлечении из неподвижного кристаллизатора МНЛЗ был разработан автоматизированный безредукторный электропривод на базе двигателя с катящимся ротором (ДКР) (рис. 3, а). Система управления электроприводом автоматизирована с использованием персонального компьютера. Программа формирует замкнутое циклическое управление ДКР с несколькими интервалами на каждом цикле движения заготовки (рис. 3, б). На каждом интервале заданы такие параметры технологического процесса: конечное значение скорости и направление движения заготовки (в относительных единицах), длительность интервала, за которое двигатель должен выйти на заданную скорость. Еще одним параметром задания является количество циклов переходного интервала, т. е. то количество циклов, за которое параметры технологического процесса должны выводиться на заданные значения.

На рис. 3, б пунктирной линией показана циклограмма движения заготовки при заданных значениях параметров технологического процесса, а сплошной линией — на одном из циклов переходного интервала. Примеры сформированных программой режимов движения можно сохранять в файл для последующего использования.

Таким образом, проведенные исследования позволили установить, что при расчете параметра повреждаемости непрерывно-литой заготовки **необходимо учитывать усилие на преодоление СТП**. Снижение параметра повреждаемости возможно за счет использования возвратно-поступательного движения заготовки при ее извлечении из неподвижного кристаллизатора. При определенных параметрах возвратно-поступательного движения повреждаемость заготовки может быть сведена практически к своему минимальному значению. ☞

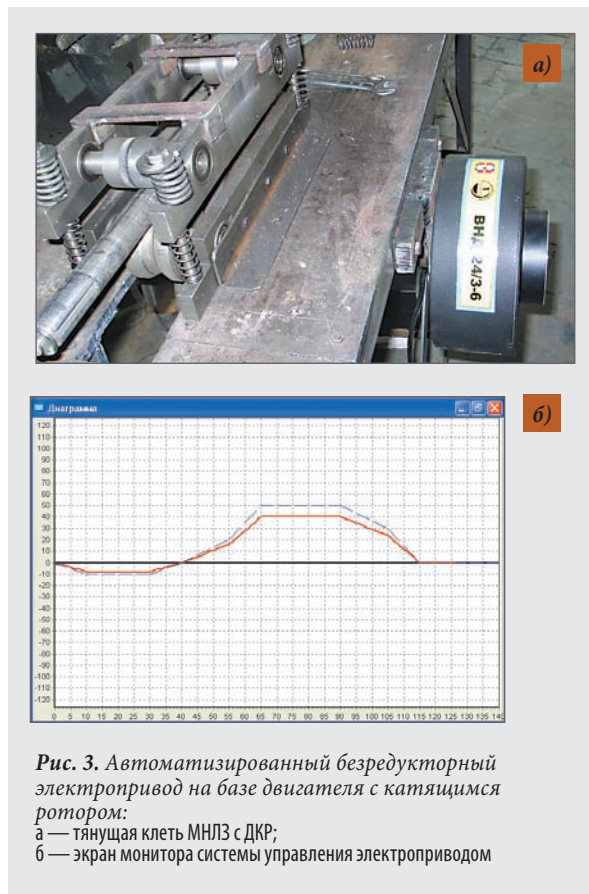


Рис. 3. Автоматизированный безредукторный электропривод на базе двигателя с катящимся ротором:
а — тянущая клеть МНЛЗ с ДКР;
б — экран монитора системы управления электроприводом



Метал
обладнання
інструмент

24-26 лютого 2010

друга спеціалізована **виставка**

Палац спорту «Україна» м. Львів, вул. Мельника, 18

Тематичні розділи виставки

- ☑ Металопрокат;
- ☑ Обладнання для обробки металу;
- ☑ Металорізальні верстати та оснастка;
- ☑ Металорізальні інструменти;
- ☑ Допоміжне металообробне обладнання;
- ☑ Ручний інструмент для слюсарних і монтажних робіт;
- ☑ Електроінструмент;
- ☑ Метизи, вироби для з'єднання та кріплення;
- ☑ Труби з чорних, кольорових металів та сплавів;
- ☑ З'єднувальні елементи труб;
- ☑ Арматура;
- ☑ Дріт, обробка дроту, вироби з дроту.

Генеральний інформаційний спонсор:



Інформаційні спонсори:



Expo Lviv
Організатор:

тел./факс: (032) 244-18-88
e-mail: expolviv@gmail.com
web: www.expolviv.ua