

# МОНИТОРИНГ, КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

---

УДК 621.771

## АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ВЫТЯГИВАНИЯ СЛИТКА НА МНЛЗ №5 ОАО «ММК»

*С.И. Лукьянов\**, *Н.В. Фомин\**, *Б.Б. Бузыкаев\**,  
*А.И. Хлыстов\*\**

*\*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г. И. Носова», Россия, г. Магнитогорск  
ntc@magtu.ru*

*\*\* ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», Россия,  
г. Магнитогорск*

### **Аннотация**

Качество слитка, отливаемого на машинах непрерывного литья заготовок, зависит от продольных усилий в слитке. Актуальной задачей является расчет усилий в слитке МНЛЗ и формирование требуемых моментов вытягивания электроприводом тянущих роликов.

**Ключевые слова:** машина непрерывного литья заготовок, зона вторичного охлаждения, момент вытягивания, электропривод тянущих роликов

## THE ANALYSIS OF PARAMETERS OF THE PULLING OF THE INGOT ON MNLZ №5 OF JSC MMK

*S.I. Luk'janov\**, *N.V. Fomin\**, *B.B. Buzykaev\**,  
*A.I. Hlystov\*\**

*\* Nosov Magnitogorsk State Technical University, Russia, Magnitogorsk  
ntc@magtu.ru*

*\*\* JSC Magnitogorsk Iron & Steel Works, Russia, Magnitogorsk*

### **Abstract**

Quality of the ingot cast by cars of continuous molding of preparations, depends on longitudinal efforts in an ingot. Actual task is calculation of efforts in an ingot of MNLZ and formation of the demanded moments of a pulling by the electric drive of pulling rollers.

**Key words:** continuous casting machine, secondary cooling zone, pulling torque, electric drive of pulling rollers.

При производстве слябовых заготовок на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) вытягивание слитка из кристаллизатора осуществляется электроприводом тянущих роликов зоны вторичного охлаждения (ЗВО). Возникающие при этом продольные растягивающие усилия отрицательно влияют на качество литых заготовок [1]. Поэтому в настоящее время актуальной задачей является расчет значений реальных усилий, формируемых в слитке, расчет требуемых по технологии усилий для минимизации растягивающих усилий в слитке и формирование требуемого технологического распределения моментов по электроприводам тянущих роликов.

Опыт, накопленный в МГТУ при работе на МНЛЗ в ККЦ ОАО «ММК», позволил разработать и апробировать методики расчета усилий в слитке и вытягивающих моментов электродвигателей тянущих роликов ЗВО [2,3]. Однако, МНЛЗ№5, установленная в ЭСПЦ ОАО «ММК», значительно отличается от предыдущих МНЛЗ, как конструктивно, так и применением для тянущих роликов индивидуального электропривода переменного тока. Отличительными особенностями данной МНЛЗ являются: применение вертикального кристаллизатора, наличие вертикального участка и участка загиба заготовки, уменьшение числа секций на горизонтальном участке с пяти до трех, применение в последней секции горизонтального участка механических устройств прижима роликов к слитку. Все это вызвало необходимость разработки новой модели расчета усилий и вытягивающих моментов электропривода тянущих роликов ЗВО [4].

Возникновение поверхностных и внутренних дефектов в заготовке зависит от многих факторов металлургического, теплотехнического и механического характера.

Основным источником разрушающих напряжений и деформаций в заготовках являются механические воздействия на не полностью затвердевшую оболочку слитка, а именно: выпучивание и последующее обжатие роликами корки заготовки; изгибание или выпрямление заготовки в ЗВО; обжатие или изгибание слитка неправильно настроенной роликовой проводкой; обжатие заготовки деформированными роликами; наличие растягивающих напряжений в слитке, вызванных значительными усилиями вытягивания заготовки в роликовой проводке; стабильность технологических режимов разливки. При определенных условиях каждый из вышеперечисленных факторов может оказать решающее влияние на качество заготовки и привести к деформации в опасных слоях затвердевающего слитка, превышающей предельно допустимую. Поэтому, имея информацию о распределении тянущих усилий вдоль линии ЗВО можно прогнозировать качество макрострук-

туры слитка и формировать требуемое по технологии распределение моментов вытягивания по роликам ЗВО.

На основании разработанных методик был выполнен анализ изменения моментов вытягивания слитка в пределах межремонтного периода ЗВО МНЛЗ №5 для различных условий работы машины.

На рис. 1 представлены распределения моментов вытягивания слитка марки Ст3сп сечением 2050x250 мм при различных скоростях вытягивания слитка 0,47; 0,52 и 0,72 м/мин. При увеличении скорости вытягивания слитка заметно возрастание величин моментов вытягивания, причем изменение момента вытягивания на одних двигателях происходит подобно друг другу (например, у двигателей 1, 2, 3), у других же двигателей изменение моментов происходит произвольным образом.

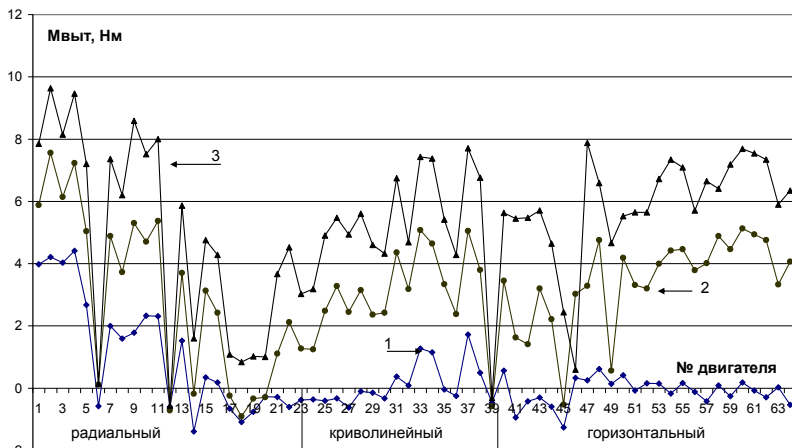


Рис. 1. Распределение моментов вытягивания слитка Ст3сп сечением 2050x250 мм при различных скоростях вытягивания слитка: 1-  $V=0,47$  м/мин; 2-  $V=0,52$  м/мин; 3-  $V=0,72$  м/мин

На рис. 2 представлены распределения моментов вытягивания слитка марки 17ГС сечением 2500x250 мм при различных скоростях разливки стали 0,52, 0,62 и 0,72 м/мин.

На основании рис. 1 и рис. 2, можно сделать вывод о том, что прямой зависимости между изменениями моментов вытягивания на отдельных электродвигателях и скоростью вытягивания слитка не существует.

Анализ влияния марок сталей и сечения заготовки на распределение моментов вытягивания по электродвигателям тянущих роликов также не выявил прямых взаимосвязей.

Распределение моментов холостого хода и моментов вытягивания при равных условиях до и после ремонта МНЛЗ происходит произвольным образом и никакой взаимосвязи между равномерными моментами до и после ремонта не наблюдаются.

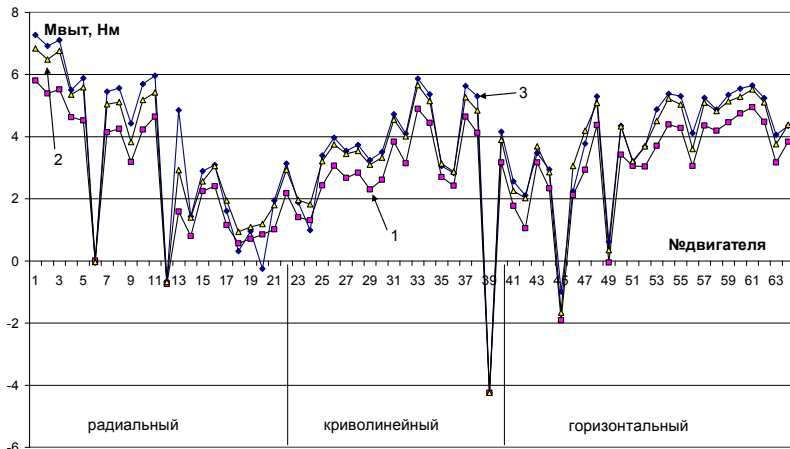


Рис. 2. Распределение моментов вытягивания слитка 17ГС сечением 2050x250 мм при различных скоростях вытягивания слитка: 1-  $V=0,52$  м/мин; 2-  $V=0,62$  м/мин; 3-  $V=0,72$  м/мин

Поэтому можно с уверенностью утверждать, что распределение моментов вытягивания слитка по электроприводам тянущих роликов носит весьма неравномерный характер и, при изменении таких технологических факторов, как скорость разливки стали, сечение отливаемой заготовки и марки стали, наблюдается произвольное перераспределение значений моментов по электродвигателям тянущих роликов. В пределах межремонтного цикла вид распределения моментов холостого хода и вытягивания изменяется произвольным и непредсказуемым образом.

Следовательно, можно сделать вывод о том, что система управления индивидуальным электроприводом тянущих роликов в настоящее время не выполняет основного технологического требования: формирования заданного распределения моментов вытягивания с целью минимизации растягивающих усилий в слитке.

На основании анализа работы МНЛЗ№5, сформулированы требования к системе управления электроприводом тянущих роликов ЗВО [5], разработан алгоритм управления электроприводом и функциональная схема системы управления электроприводом тянущих роликов [6,7], позволяющая формировать требуемое по технологии распреде-

ление моментов вытягивания, которая предложена к внедрению на МНЛЗ №5 ОАО «ММК».

### *Список литературы*

1. Лукьянов С.И. Электропривод тянущее – правильного устройства МНЛЗ: Монография.- Магнитогорск: МГТУ, 2002. - 100 с.

2. Лукьянов С.И., Васильев А.Е., Лукьянов Д.С. Автоматизированный электропривод тянущее – правильного устройства МНЛЗ: Монография.- Магнитогорск: МГТУ, 2004.-179 с.

3. Девятов Д.Х., Лукьянов С.И., Логунова О.С., Суспицын Е.С., Тутарова В.Д., Швидченко Д.В. Автоматизированная система контроля и управления МНЛЗ: Монография.- Магнитогорск: МГТУ, 2009. – 640 с.

4. Лукьянов С.И., Фомин Н.В., Хлыстов А.И. Расчет продольных усилий в слитке МНЛЗ // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах: междунар. сб. науч. трудов. – Магнитогорск: Изд-во: Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2011. – Ч. II.- 245 с.

5. Лукьянов С.И. Фомин Н.В., Демкин Д.М., Хлыстов А.И., Лукьянов Е.С. Разработка системы управления электроприводом тянущих роликов криволинейной МНЛЗ с вертикальным участком // Известия ТулГУ. Технические науки. Вып.3: в 5 ч. Тула: Изд-во ТулГУ, 2010. – Ч 3. - 244 с.

6. Лукьянов С.И. Многодвигательный электропривод тянущих роликов машины непрерывного литья заготовок. Электроприводы переменного тока / С. И. Лукьянов, Н. В. Фомин, А. И. Хлыстов. // Труды международной пятнадцатой научно - технической конференции. Екатеринбург: Изд-во УМЦ УПИ, 2012. -323 с.

С. И. Лукьянов, Н. В. Фомин, А. И. Хлыстов, Е. С. Лукьянов. Система управления электроприводом тянущих роликов машины непрерывного литья заготовок // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. Вып. 6. Иваново, 2012. – С.104-109