
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И МЕТАЛЛООБРАБОТКА

УДК 621.74

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ ОТЛИВОК ИЗ СТАЛИ 110Г13Л

Н.М. Мулякко

e-mail: dev@mgma.mgn.ru

Магнитогорский государственный технический университет, г. Магнитогорск, Россия

Статья поступила 15 января 2001 г.

Постоянно повышающиеся требования потребителей к качеству выпускаемой металлопродукции вызывают необходимость совершенствования существующих и поиска новых научно-технических и технологических решений. Коренное повышение качества и конкурентоспособности выпускаемых оборудования и машин напрямую связано с необходимостью улучшения качества металла и экономии его в машиностроении, а также с созданием новых конструкционных материалов. Не менее важным является повышение свойств, служебных и эксплуатационных характеристик известных и широко используемых в настоящее время сталей.

Особенно остро это касается высокомарганцевых аустенитных сталей, широко применяемых в машиностроении для изготовления деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания. Это обусловлено уникальными свойствами высокомарганцевых аустенитных сталей типа 110Г13Л, в частности, высоким сопротивлением поверхностей в деформированном состоянии абразивному износу в сочетании с высокими пластичностью и прочностью.

В зависимости от условий работы деталей из стали 110Г13Л, к ее химическому составу и механическим свойствам (табл. 1), а также к способам производства предъявляются различные требования. Однако широкие пределы концентраций углерода и марганца при прочих равных условиях не гарантируют постоянства свойств даже для деталей одного и того же назначения.

Таблица 1

**Химический состав и механические свойства стали 110Г13Л
в соответствии с назначением**

Назначение	Содержание элементов, %					σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	Ψ , %	δ , %	КСУ, МДж/м ²	Документ
	C	Mn	Si	P	S						
Крестовины и сердечники стрелочных переводов	1,0—1,3	11,5 —16,5	0,3—0,9	не более		720	353	20	20	1,8	ГОСТ 7370—86
Детали горно-добывающего и дробильно-размольного оборудования, дорожных, строительных, сельскохозяйственных машин и т. п.	0,9—1,4	11,5—15,0	0,3—1,0	0,12	0,05	Устанавливаются по соглашению потребителя с изготовителем				ГОСТ 977—88, 21357—87	

Сложившаяся многолетняя практика литья из высокомарганцевой стали на различных заводах показывает целесообразность регулирования содержания углерода и марганца в зависимости от условий работы отливки. Для деталей, работающих при абразивном изнашивании с небольшими ударными нагрузками, можно рекомендовать соотношение $Mn/C \leq 10$. При высоких ударных нагрузках, многократном циклическом нагружении это соотношение должно быть более 12.

Анализ эксплуатации износостойких отливок из стали 110Г13Л показывает, что главной причиной износа является истирание в результате недостаточной стойкости их поверхности при действии абразивного материала. Для повышения стойкости поверхностных слоев необходимо увеличить их твердость. Причем, повышение твердости должно происходить в результате приложения нагрузок. Для достижения этого целесообразно использовать метастабильные аустенитные стали, способные к деформационным мартенситным превращениям. Сталь 110Г13Л относится к стабильным аустенитным сталям. Деформационные мартенситные превращения в ней не имеют заметного развития и существенное упрочнение достигается после относительно большой деформации (нагружение взрывом и т. п.). Поэтому, эксплуатационная стойкость деталей из этой стали, особенно в условиях преобладания абразивного износа, недостаточна.

Повышение абразивной износостойкости аустенитных сталей без заметного снижения основных свойств существенно повысит ресурс работы оборудования, машин, механизмов.

Основная часть износостойких отливок на ОАО «ММК» отливается из стали 110Г13Л в фасоннолитейном цехе ЗАО «Механо–ремонтный комплекс». Эта высокомарганцевая сталь аустенитного класса сочетает в себе низкую теплопроводность, достаточно большую линейную скорость кристаллизации и усадку, обладает повышенной склонностью к столбчатой кристаллизации, имеет крупнозернистое строение с карбидами, расположенными преимущественно по границам зерен металла. Измельчить структуру последующей термической обработкой практически не возможно, так как сталь не претерпевает фазовых превращений. Существенного улучшения первичной литой структуры сталей данного типа можно достичь за счет операций комплексного раскисления и модифицирования.

Для выбора рациональных путей увеличения износостойкости отливок из этой стали был проведен анализ причин выхода их из строя. В таблице 2 показаны номенклатура отливок, получаемых горнообогатительным производством ОАО «ММК» из ФЛЦ, срок их службы, причины поломки. Условия работы этих отливок весьма различны в зависимости от типа агрегатов. При этом наблюдался чисто абразивный износ (шнек пыли), ударно–абразивный износ со значительными ударными нагрузками (конусные и щековые дробилки, шаровые мельницы), абразивно–ударный износ с малыми ударными нагрузками (ножи бульдозера, желоба под щековыми дробилками, скрубберы). Несмотря на различные условия работы отливок, основной причиной выхода их из строя является изнашивание в процессе истирания при соприкосновении с абразивным материалом. В некоторых случаях происходит разрушение тела отливки, что связано с высокими ударными нагрузками. Но разрушение ряда отливок (плиты желобов под щековыми дробилками) нельзя объяснить этой причиной. Вероятно, их разрушение связано с низкими значениями служебных свойств исходной стали.

С целью определения износостойкости отливок из рядовой стали были проведены следующие исследования. Из отливки, прошедшей промышленные испытания, вырезались опытные образцы, на которых по ГОСТ 23.208–78 определяли износостойкость. В качестве эталона принимали сталь 45 с твердостью HB 190...200. Кроме этого изучали структуру и механические свойства отливок. Результаты исследований приведены в табл. 3. Химический состав стали 110Г13Л был следующим, %: 1,15 C; 0,43 Si; 12,3 Mn; 0,012 S; 0,098 P.

Видно, что свойства стали 110Г13Л в отливке значительно ниже регламентируемых. Здесь нет противоречия, так как условия кристаллизации реальных отливок существенно отличаются от кристаллизации пробных брусков, на которых определяли свойства для внесения в ГОСТ. Важно другое: существенное загрязнение стали неметаллическими включениями, крупнозернистое строение и довольно низкая абразивная износостойкость. Общий индекс загрязненности стали неметаллическими включениями, определенный по ГОСТ 1778–70, метод Л, составил 0,026. Причем на долю простых и сложных оксидов приходится — 0,013, сульфидов — 0,008, силикатов — 0,005. Многие включения располагаются по границам аустенитных зерен, загрязняя их и снижая межзеренную прочность.

Таблица 2

Срок службы и причины выхода из строя некоторых отливок из стали 110Г13Л горно-обогажительного производства АО ММК

№ п/п	Наименование агрегата, отливки	Масса отливок, кг	Срок службы, месяцы	Причины выхода из строя
1	Щековая дробилка: бронь средняя нижней щеки бронь крайняя нижней щеки	1145 690	6...8 6...8	истирание, излом истирание, излом
2	Желоб под щековой дробилкой: плита подовая плита подовая	1295 1554	8...12 8...12	то же »
3	Шаровая мельница: d 3,2×3,1 футеровка № 2 № 3 № 4	290 250 250	12 12 12	истирание » »
4	Конусная дробилка КСД: d 1200 бронь конуса бронь неподвижная d 1750 бронь неподвижная бронь конуса d 2100 бронь подвижная бронь неподвижная d 1650 бронь конуса бронь неподвижная	890 900 1850 1700 2700 3560 1600 6000	12 12 12 12 8 8 6 6	» » » » » » » »
5	ЩДП уз ТМ: бронь крайняя бронь средняя	1035 910	6 6	истирание, излом истирание, излом
6	Щековая дробилка «Трайлор»: плита неподвижной щеки плита неподвижной щеки плита подвижной щеки	1350 1700 1875	8 8 8	то же » »
7	Скруббер: полоса полоса облицовка облицовка	43 39 130 165	10 10 10 10	» » » »

Таблица 3

Свойства стали 110Г13Л в отливках и согласно ГОСТ 977–88*

σв, МПа	σ _{0,2} , МПа	ψ, %	δ, %	КСУ ₂ , МДж/м ²	Балл зерна	Общий индекс загрязненности	Относительная износостойкость
810	305	37	34	1,6	1	0,026	1,2
900	325	45	40	2,5	1	–	–

Это приводит в ряде случаев к образованию горячих трещин и разрушению отливок при кристаллизации в форме, во время термической обработки или в начальный период их работы, вызывая такой порок, как излом. Качество стали 110Г13Л является низким и требует совершенствования процесса ее выплавки, в первую очередь, конечных операций раскисления и модифицирования с целью улучшения свойств жидкого металла за счет снижения количества неметаллических включений, изменения их формы и размеров.

Заключение

Установлено, что эксплуатационная стойкость отливок из стали 110Г13Л напрямую связана с ее качеством, улучшить которое можно внепечным комплексным раскислением, рафинированием, модифицированием.

* Числитель — свойства в образцах, вырезанных из отливки, знаменатель — рекомендованы ГОСТ 977–88 (средние значения).