

Открытое акционерное общество «Северсталь»

Снижение удельного расхода огнеупорных
материалов на качающихся желобах доменных печей
ОАО «Северсталь»

Разработчики: Вербих С.А.,
Синицын В.А.
Прудникова Л.М.

г. Череповец
2002 год

1. Общие положения

Одним из основных элементов в комплексе оборудования разливки чугуна на доменной печи является качающийся желоб. Со времени своего изобретения и до сего дня он мало изменился как конструктивно, так и в части технологии огнеупорной защиты. Качающийся желоб незаслуженно обойден вниманием и конструкторов и технологов. До сих пор в технической литературе очень мало внимания уделено повышению стойкости качающихся желобов. Однако, увеличивая стойкость качающихся желобов, мы решаем одновременно несколько задач, которые, в конечном счете, сводятся к одной – снижению себестоимости чугуна (см. рис.1).

Рис. 1



2. Влияние технологии футеровки на стойкость качающихся желобов

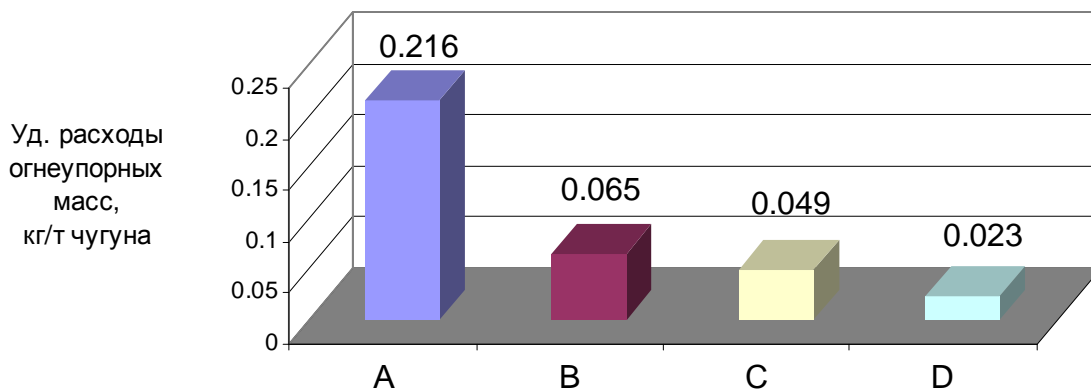
В доменном цехе ОАО «Северсталь» при футеровке качающихся желобов применяют две технологии:

- набивка качающихся желобов огнеупорными массами,
- наливка качающихся желобов огнеупорными бетонами.

Набивку производят огнеупорной массой собственного производства при помощи вибротрамбовки, протрамбовывая каждый слой. Наливку производят жидкими бетонами с установкой шаблона. Удельные расходы желобных масс по каждой технологии представлены на рис. № 2:

- А – набивной желоб, масса собственного производства;
- В, С – наливные желоба, бетоны российских производителей;
- Д – наливные желоба, бетоны европейских производителей.

Зависимость удельного расхода огнеупорных масс от технологии футеровки и марки массы



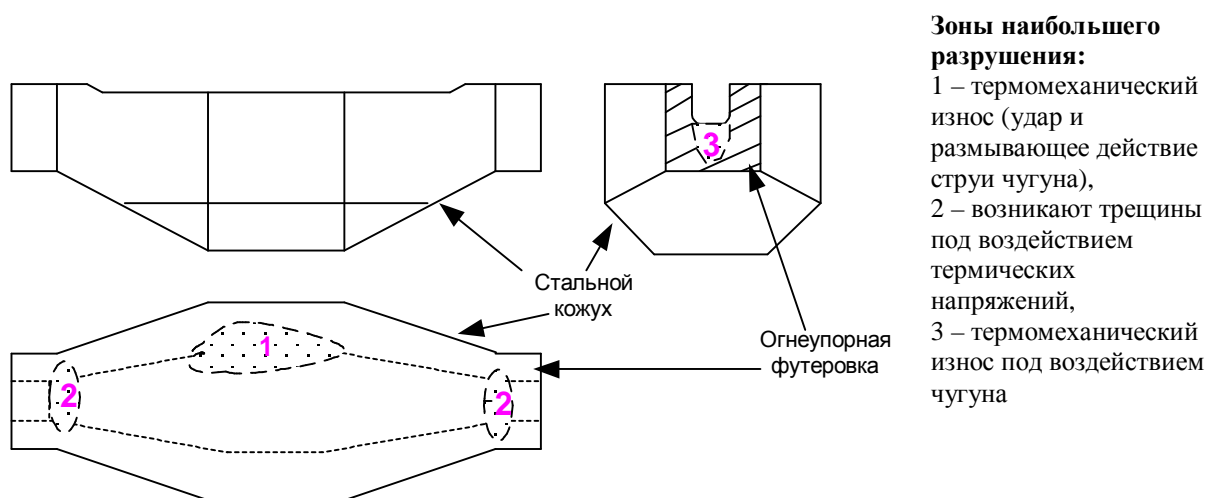
Как видно из рисунка № 2 наливные качающиеся желоба имеют значительно большие стойкости по сравнению с обычными набивными. Однако детальные исследования, проведённые в доменном цехе ОАО «Северсталь» показали что, изменение только технологии футеровки без изменения конструкции самого качающегося желоба и изучения причин и зон разгара футеровки не позволяют в полной мере реализовать потенциал огнеупорных бетонов.

Первое на что обратили внимание – это то, что наливные желоба оказались тяжелее набивных, при этом возникла опасность выхода из строя привода качающегося желоба. Для решения проблемы были изучены теплотехнические и физико-химические свойства бетонов. При этом выяснили, что бетоны имеют повышенные теплотехнические свойства, что позволяет снизить толщину подины желоба с 600 мм (набивные желоба) до 400 мм, а это в свою очередь позволит уменьшить массу всей огнеупорной футеровки примерно на 15-20 % без изменения стойкости по жидкому чугуну.

Дальнейшее изучение причин выхода качающихся желобов из строя, показали, что износ футеровки, лимитирующий длительность кампании, как у набивных, так и у наливных желобов возникает в одних и тех же местах и по одним и тем же причинам. На рис. № 3 обозначены зоны, по износу которых определяют выводить желоб в ремонт или нет.

Качающийся жёлоб (существующий)

Рис. № 3

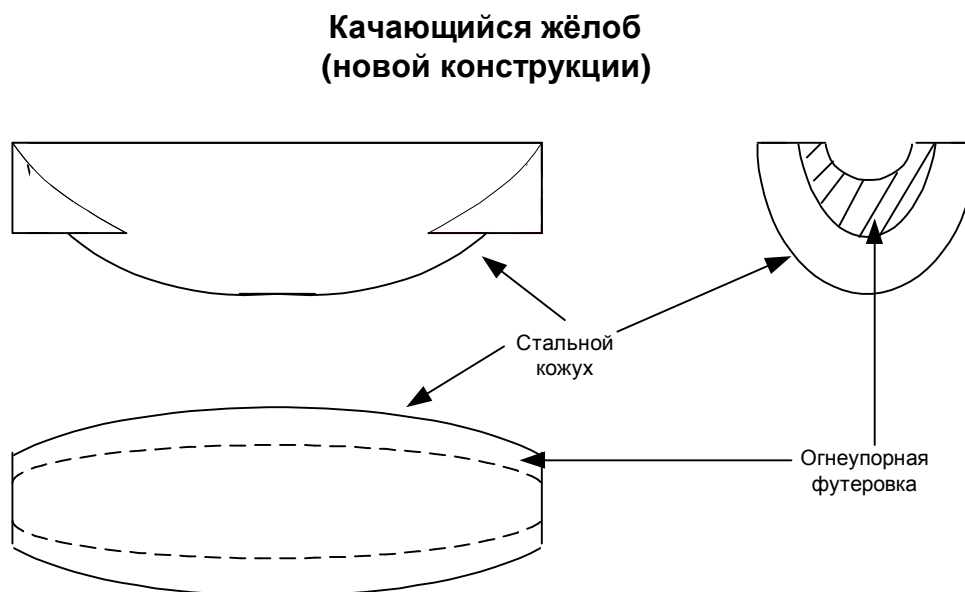


Как показала практика, в основном жёлоб на ремонт ставят по причине износа в зонах 1 и 3, и лишь иногда из-за трещин в зоне 2. Если износ в зонах 1 и 3 исключить вообще при современных технологиях невозможно (но можно несколько снизить), то образование

трещин в зоне 2 можно вообще исключить, «убрав» термические напряжения, изменяя геометрию носка качающегося жёлоба.

Учитывая всё выше изложенное, была разработана новая конструкция качающегося жёлоба, рис № 4.

Рис. № 4



Основные отличия конструкции нового жёлоба от традиционного представлены в таблице № 1.

Таблица № 1

№	Изменение	Что даёт
1	Изменена геометрия соединения сливного носка с самим жёлобом.	Устранение зоны 2, рис № 3.
2	Изменена геометрия самого сливного носка.	Уплотнение струи жидкого чугуна, и как следствие замедление развития зоны 3, рис № 3.
3	Стена со стороны зоны 1, рис № 3, делается толще на 20 мм.	Замедление развития зоны 1, рис. № 3.
4	Уменьшение общей высоты на 200 мм (изменение толщины дна).	Уменьшение массы футеровки примерно на 15 %.

3. Экономический эффект

Затраты на тонну чугуна рассчитывались по четырём вариантам:

1. Набивная масса собственного производства;
2. Огнеупорные бетоны российского производства;
3. Огнеупорные бетоны европейского производства.
4. Огнеупорные бетоны европейского производства (жёлоб новой конструкции).

Длительность кампании по 4 варианту принимается такой же, как по 3, снижение удельного расхода происходит за счёт увеличения длительности периодов между промежуточными ремонтами и уменьшения общей массы огнеупоров, в связи с уменьшением высоты жёлоба. Данные по затратам представлены в таблице № 2. Масса отходов (колонка 8, таб. № 2) бралась из расчёта, что жёлоба (по каждому варианту) пропустили 1540800 т чугуна. Удельные затраты (колонка 9, таб. № 2) рассчитывались исходя из следующего:

- перевозка тонны отходов на свалку стоит – 7,85 руб.,
- размещение одной тонны отходов четвёртого класса опасности на территории ОАО «Северсталь» стоит – 112 руб.

Расчёт экономии производился на годовую производительность доменного цеха – 7,5 млн. т. В расчёте не учитывались следующие факторы:

- экономия при снижении трудозатрат при ремонтах в 3-5 раз [1],
- экономия рабочего времени от уменьшения продолжительности кладки футеровки примерно в 5 раз,
- экономия энергоносителей при сушке отремонтированного жёлоба.

Таблица № 2

№ вар-та	Цена, руб/т	Кампания по чугуну, тонн	Кол-во ремонтов		Уд. расх. кг/т чугу.	Уд. затраты руб/т чугу.	Образов. отходов, тонн	Уд. затраты на перевозку и размещ. отходов руб/т чугу.	Суммарные уд. затраты руб/т чугу.
			кап.	промежут.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6400	23210	33	33	0.216	1.3824	250	0.0194	1.4018
2	35000	455600	4	8	0.049	1.715	60	0.0047	1.7197
3	39000	1540800	1	8	0.023	0.897	30	0.0023	0.8993
4	39000	1540800	1	7	0.021	0.819	27	0.0021	0.8211

При переводе всех качающихся желобов (по чугуну) с набивной на наливную футеровку получаем экономию в размере:

$$7,5 * 1,7197 = 12,898 \text{ млн. руб. (затраты на набивную футеровку)}$$

$$7,5 * 0,8993 = 6,745 \text{ млн. руб. (затраты на наливную футеровку)}$$

$$12,898 - 6,745 = 6,153 \text{ млн. руб.}$$

При применении желобов новой конструкции, появляется возможность дополнительно получить ещё:

$$7,5 * 0,8211 = 6,158 \text{ млн. руб. (затраты на наливную футеровку жёлоба новой конструкции)}$$

$$6,745 - 6,158 = 0,592 \text{ млн. руб.}$$

5. Выводы

Применение в качестве огнеупорной футеровки качающихся желобов, огнеупорных бетонов, вместо технологии их набивки, является очень перспективным решением. Однако следует принять во внимание, что не все огнеупорные бетоны имеют приемлемое соотношение цена-качество, что наглядно видно из таб. № 2, варианты 2, 3. Поэтому прежде чем принять решение о применении, какого либо бетона, необходимо провести испытания и экономический анализ.

При переводе всех качающихся желобов доменного цеха на новую технологию, экономический эффект составит 6,153 млн.руб./год. Однако простое перенесение новой технологии на существующие конструкции, не позволяет в полной мере реализовать весь потенциал огнеупорных бетонов. Поэтому была разработана новая конструкция качающегося жёлоба под технологию заливки огнеупорными бетонами. При использовании желобов новой конструкции теоретический экономический эффект составит 6,745 млн.руб./год.

Список литературы

1. Замятин С.Р. и др.// Огнеупорные бетоны. М.: Металлургия, 1982. 190 с.