

Рис. Модель дизайна рабочего слоя высокостойкой футеровки кислородного конвертера с использованием композиционных огнеупоров

В соответствии с ней менее склонные к износу днище и участки футеровки нижнего конуса выполняются из традиционных периклазоуглеродистых огнеупоров, а участки, более склонные к разрушению, предлагается футеровать композиционными огнеупорными материалами, содержащими BN.

УДК 621.746.5

**В. Т. Вышинский**

Национальная металлургическая академия Украины, Днепропетровск

## **ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМА КАЧАНИЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРА СОРТОВОЙ МНЛЗ**

Основное требование к кристаллизатору – обеспечивая необходимый теплоотвод получить на выходе из зоны его работы прочную оболочку, способную сохранять свою форму как под действием тепла жидкой фазы, ферростатического давления, так и от взаимодействия с ведомым звеном механизма качания кристаллизатора (МКК) и элементами направляющего аппарата зоны вторичного охлаждения. С учётом того, что подавляющее число поверхностных дефектов слитков зарождается в кристаллизаторе [1], требования к конструктивным параметрам кристаллизаторов,

кинематическим и динамическим особенностям функционирования МКК достаточно высоки. Особенно жесткие требования к кристаллизаторам для отливки сортовых заготовок. Так допуск на прямолинейность рабочей полости сечением  $0,15 \times 0,15$  м составляет  $\pm 0,15$  мм [2]. Разливка стали производится с более высокими скоростями вытягивания, обуславливая необходимость реализации частот колебаний кристаллизатора в диапазоне 130 ... 290 кол/мин.

В анализе статистики замен МКК сортовой МНЛЗ конверторного цеха Енакиевского металлургического завода при их эксплуатации за период 2011...2013 годы показано, что 80% случаев необходимости замены вызвана неудовлетворительным состоянием элементов кинематических пар [3], обусловленных конструктивными, эксплуатационными и силовыми факторами. Анализ силового нагружения МКК показал, что его звенья в процессе работы находятся под воздействием сложного комплекса сил, из которых только силы тяжести имеют постоянные значения. При дальнейших исследованиях [4] выполнена попытка учета влияния податливости отдельных звеньев МКК, показавшая особенности проявления их силового взаимодействия на исполняемые кинематические параметры движения кристаллизатора. Однако эти исследования, выполненные на базе использования плоской модели МКК, нуждаются в дальнейшем развитии, так как дополнительные перемещения обусловлены не только проявлением упругих свойств пространственных конструктивных элементов, но и дополнительными воздействиями, обусловленными статической неопределимостью. Это приводит к искажению траектории движения кристаллизатора в виде рыскания и верчения относительно заданной.

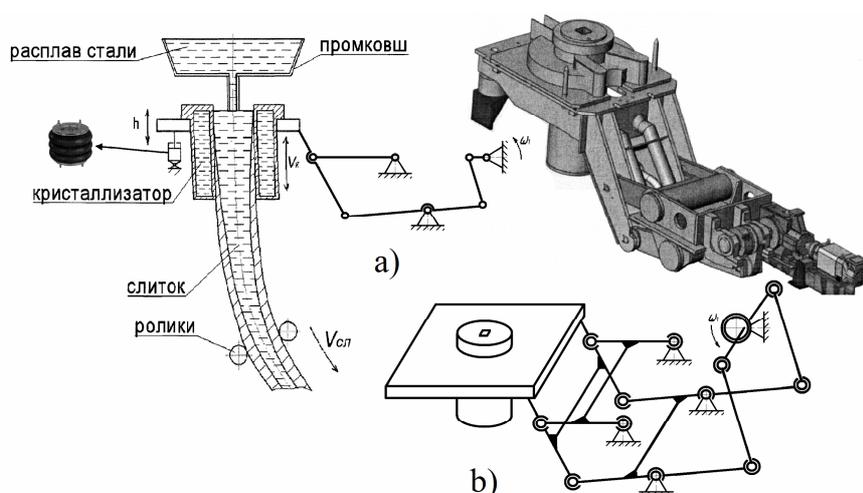


Рис. 1 Шарнирно-рычажный МКК сортовой МНЛЗ конструкции НКМЗ: а – плоская расчетная схема; б – пространственная расчетная схема.

## Список литературы

1. Машины непрерывного литья слябовых заготовок / В.М. Нисковских, С.Е. Карлинский, А.Д. Беренов – М.; Metallurgia, 1991. – 272 с.
2. Непрерывная разливка стали / И.К. Попандопуло, Ю.Ф. Михневич – М.; Metallurgia, 1990. – 296 с.
3. Родионов Н.А. Обоснование рационального способа уравнивания механизма качания кристаллизатора машины непрерывного литья заготовки: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.08 / Родионов Николай Александрович. – 2015. – 197 с.
4. Буцукин В.В. Исследование влияния упругой деформации рычагов механизма качания на кинематическую точность движения кристаллизатора сортовой МНЛЗ / В.В. Буцукин, Н.А. Родионов // Metallurg. и горноруд. про-сть. – 2015. - №7. – С.132-137.

УДК 669.187.28

М. И. Гасик<sup>1</sup>, А. П. Горобец<sup>1</sup>, А. И. Панченко<sup>2</sup>, А. С. Сальников<sup>2</sup>,  
А. В. Яковицкий<sup>2</sup>

<sup>1</sup>НМетАУ, Днепропетровск, <sup>2</sup>ПАО «Днепрспецсталь», Запорожье

### КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИКИ МАССОБМЕННЫХ РЕАКЦИЙ В ОКСИДНО-ФТОРИДНЫХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ШЛАКОВЫХ РАСПЛАВАХ ПРИ ВНЕПЕЧНОЙ ОБРАБОТКЕ ЭЛЕКТРОСТАЛИ

В сквозной технологии электроплавильного производства обязательным компонентом технологической схемы является внепечная обработка металла на установке печь-ковш (УПК) оксидно-фторидными шлаковыми расплавами [1].

В настоящей работе выполнено компьютерное исследование фазовых равновесий в двух модельных системах: бесфторидной окисной (I) (55% CaO, 35% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10% SiO<sub>2</sub>) и оксидно-фторидной (II) (50% CaO, 20% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10% SiO<sub>2</sub>, 20% CaF<sub>2</sub>). Термодинамический расчет равновесия в оксидно-фторидных системах производили с использованием баз данных «FactSAGE» версия 6.2. Для определения равновесного состава жидких и твердых фаз в четверной системе CaF<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-CaO рассчитана и построена диаграмма с учетом полиморфизма всех возможных компонентов и растворов. Проекция ликвидус этой системы