

металла происходит увеличение экзогенных частиц шлака и продуктов разрушения футеровки тигля в объеме металла. Электромагнитные силы в металлическом цилиндре, помещенном в цилиндрический индуктор, направлены радиально к оси цилиндра (по направлению потока энергии), причем максимальное давление создается этими силами на оси цилиндра.

Ряд исследователей считает, что шлак при индукционной плавке может участвовать в процессе рафинирования металла, но при определенных условиях. Разработаны некоторые приемы, позволяющие повысить активность шлака при выплавке стали в ИТП и использование в качестве шихты относительно дешевого лома с пониженным содержанием кремния, марганца и повышенным содержанием серы и фосфора.

Проведенные исследования положены в основу измененной технологии производства стали в ИТП, что позволило отнести эти печи из пассивной переплавной установки в активный рафинировочный сталеплавильный агрегат.

На основании комплексных полупромышленных исследований разработаны и освоены рациональная технология производства стали 20ГЛ в ИТП и ковшевая обработка с применением РЗМ, обеспечившие уникальное сочетание служебных свойств деталей железнодорожных тележек. Результаты исследования положены в основу измененной технологии производства стали 20ГЛ в ИТП, что позволило значительно повысить эксплуатационные свойства боковых рам.

#### Список литературы

- 1 Голубцов, В. А. Модифицирование стали для отливок и слитков / В. А. Голубцов, В. В. Лунев. – Челябинск–Запорожье : ЗНТУ, 2009. – 356 с.
- 2 Лунев, В. В. Сера и фосфор в стали / В. В. Лунев, В. В. Аверин. – М. : Металлургия, 1988. – 256 с.
- 3 Малиночка, Я. Н. Сульфиды в сталях и чугунах / Я. Н. Малиночка, Г. З. Ковальчук. – М. : Металлургия, 1988. – 248 с.
- 4 Турсунов, Н. К. Исследование процесса десульфурации конструкционной стали с использованием твердых шлаковых смесей и РЗМ / Н. К. Турсунов, Э. А. Саноккулов, А. Е. Семин // Черные металлы. – 2016. – № 4. – С. 32–37.
- 5 Турсунов, Н. К. Исследование процессов дефосфорации и десульфурации при выплавке стали 20ГЛ в индукционной тигельной печи с дальнейшей обработкой в ковше с использованием РЗМ / Н. К. Турсунов, А. Е. Семин, Э. А. Саноккулов // Черные металлы. – 2017. – № 1. – С. 33–40.
- 6 Егоров, А. В. Электрометаллургия стали и спецэлектрометаллургия. Электроплавильные печи черной металлургии / А. В. Егоров. – М. : МИСиС, 2007. – 428 с.
- 7 Еднерал, Ф. П. Электрометаллургия стали и ферросплавов / Ф. П. Еднерал. – М. : Металлургиздат, 1955. – 510 с.
- 8 Бигеев, А. М. Теория и технология плавки стали / А. М. Бигеев, В. А. Бигеев. – Магнитогорск : МГТУ. – 2000. – 544 с.
- 9 Костяков, В. Н. Плазменно-индукционная плавка / В. Н. Костяков. – Киев : Наукова думка, 1991. – 205 с.

УДК 629.43:69.18

### ОБОСНОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К СТАЛЯМ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЕМЫМ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

*Н. К. ТУРСУНОВ*

*Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан*

Улучшение эксплуатационных и технологических свойств, промышленных изделий, повышение технического уровня и качества выпускаемой продукции является одной из основных задач науки, техники и современного машиностроения. Непрерывное ужесточение требований к надежности работы элементов конструкций заставляет более подробно анализировать конкретные условия их работы. Большинство станков, машин и деталей в процессе эксплуатации подвергаются циклическим нагрузкам. Поэтому проблема выносливости материалов актуальна для железнодорожной, автомобильной, авиационной, судостроительной, станкостроительной, энергетической и других отраслей промышленности.

Увеличение грузоперевозок в мире предъявляет повышенные требования к стали, используемой, для изготовления железнодорожных деталей и ставит новые задачи в области металлургии, при этом надежность и долговечность являются важнейшими из них. Выполнение этих требований определяет конкурентоспособность изделий на соответствующем сегменте рынка железнодорожно-

го транспорта. В настоящее время на территории СНГ в качестве тележки грузового вагона используется тележка модели 18-100 и ее модификации (рисунок 1).

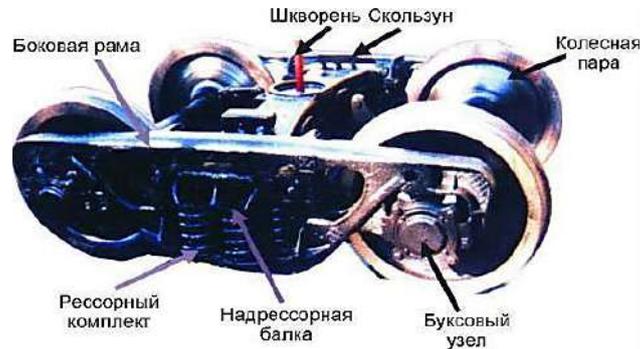


Рисунок 1 – Общий вид тележки модели 18-100

Одним из основных компонентов этой конструкции является рама боковая (рисунок 2), т. к. она объединяет в систему надрессорную балку, рессорное подвешивание, колесные пары с буксовыми узлами и навесное тормозное оборудование. Боковую раму отливают из стали 20ГЛ согласно ГОСТ 32400–2013.

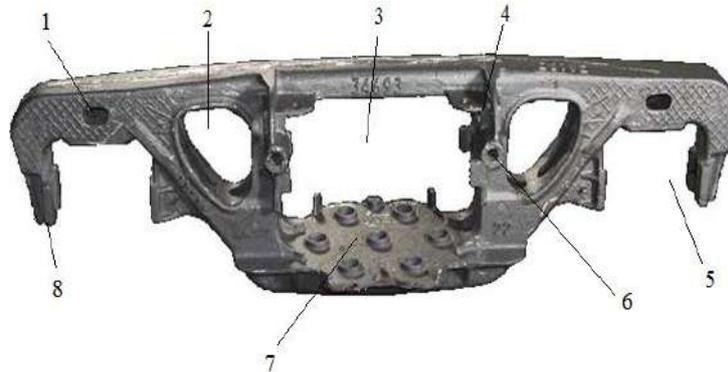


Рисунок 2 – Общий вид боковой рамы тележки модели 18-100:

- 1 – технологическое отверстие; 2 – технологический проем; 3 – средний проем (рессорный); 4 – фрикционные планки;  
5 – буксовый проем; 6 – прилив для тормозной поверхности; 7 – опорная поверхность для тормозного комплекта;  
8 – буксовые направляющие (челюсти)

По статистическим данным, с ростом грузоперевозок на железнодорожном транспорте резко увеличились отказы литых деталей тележек модели 18-100 и за последнее 10 лет увеличились изломы боковых рам.

В эксплуатации наблюдается в основном два вида изломов: хрупкий и усталостный. Основными факторами, способствующими этим изломам, являются пониженные механические свойства стали; недостатки технологии выплавки и раскисления стали и несовершенство литейной технологии и разливки стали, приводящие к образованию объемных структурных несовершенств и повышенному количеству неметаллических включений в стали. Излом приводит к выходу ее из эксплуатации и, соответственно, к экономическим потерям, а главное, при запоздалом обнаружении дефекта может привести и к человеческим жертвам.

Несмотря на модификации конструкций и технологий изготовления боковой рамы с целью снижения риска эксплуатационного разрушения, аварии на железных дорогах, количество проблем, связанных с этим дефектом, не уменьшаются, а в ряде случаев увеличиваются.

Центральной заводской лабораторией ДП ЛМЗ проведены исследования по изучению причин изломов боковых рам. Детальный анализ очагов разрушения боковых рам (рисунок 3) показал, что в большинстве случаев в районе излома повышено содержание вредных примесей (в частности, сульфиды и фосфиды), которые приводят к повышению хрупкости металла. Поэтому основным способом предотвращения возникновения излома в эксплуатации является регламентирование содержания вредных примесей в металле.



Рисунок 3 – Излом боковой рамы

Рост требований к свойствам стали, как правило, опережает развитие технологических приемов, направленных на повышение чистоты металла. Вследствие этого необходим дальнейший поиск эффективных способов рафинирования стали.

Традиционные приемы выпечной обработки металла при выплавке исходного полупродукта как в дуговых, так и индукционных печах имеют ряд ограничений по степени рафинирования. От таких примесей, как фосфор, сера, кислород, неметаллические включения и других, во многом зависит качество готовой металлопродукции.

Как известно, химический состав стали входит в число основных параметров, определяющих механические свойства изделия, от оптимального сочетания которых зависит эксплуатационная стойкость и надежность деталей. Боковую раму тележки отливают из низколегированной стали 20ГЛ, 20ГФЛ или 20ФТЛ. Модификаций стали для боковой рамы несколько, но составы у них близки. Обычно это 20ГЛ или 20ГФЛ.

Для подвергающихся эксплуатационному износу деталей необходимо выбирать оптимальное сочетание всех механических свойств, в том числе при низких температурах, так как отливки эксплуатируются также в районах Крайнего Севера. Отмеченные задачи можно решить выбором оптимального химического состава стали, её модифицирования, микролегирования и параметров термической обработки стальных отливок для железнодорожного транспорта, обеспечивающих высокие механические и эксплуатационные свойства отливок с учетом растущих требований.

#### Список литературы

- 1 ГОСТ 32400–2013. Рама боковая и балка надрессорная литых тележек железнодорожных грузовых вагонов. Технические условия. – Введ. 2014-07-М. : Стандартинформ, 2014. – 50 с.
- 2 Шалимов, А. Г. Исследование ассимиляции неметаллических включений и поглощения кислорода из металла синтетическим шлаком / А. Г. Шалимов // Теория металлургических процессов : сб. тр. ЦНИИЧМ. – М., 1976. – Вып. 5. – С. 76–84.
- 3 Электрометаллургия стали и ферросплавов : учеб. для вузов / Д. Я. Поволоцкий [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. М. : Металлургия, 1984. – 568 с.
- 4 Еднерал, Ф. П. Электрометаллургия стали и ферросплавов / Ф. П. Еднерал. – 4-е изд., переработ. и доп. – М. : Металлургия, 1977. – 488 с.
- 5 Анализ причин повреждения и возможности продления срока службы боковых рам тележек грузовых вагонов / В. И. Сенько [и др.] // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2010. – № 4. – С. 13–18.

УДК 669.18

## ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СТАЛИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

*Н. К. ТУРСУНОВ*

*Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан*

В последнее время при изготовлении стальных отливок большое внимание уделяется модифицированию жидких расплавов. При модифицировании происходит улучшение качества отливок, которое включает измельчение структуры зерна, уменьшение количества неметаллических включений и изменение их морфологии, дополнительное раскисление и рафинирование стали.