

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПАРЫ ТРЕНИЯ ЛИТЫХ И КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ СПЛАВА Fe-C

Е.О. Чертовских, Д.А. Габец, А.В. Габец

В данной работе рассмотрен вариант модернизации тележки грузового вагона путем замены износостойких материалов на ЧМН-35М, 20ГЛ. Установлен весовой износ существующих материалов, применяемых при конструировании узлов тележки грузового вагона. Приведены результаты сравнительных испытаний трибосочетаний, установлен весовой износ пар трения из чугуна и стали.*

Ключевые слова: пара трения, износостойкий чугун, ЧМН-35М, 20ГЛ, регулируемая термообработка.

Одной из главных задач машиностроения является повышение надежности и долговечности машин, работающих в сложных условиях эксплуатации. Для многих машин и механизмов долговечность и надежность связаны с износостойкостью и конструкционной прочностью деталей. Особенно велико значение долговечности для быстро изнашивающихся деталей тележки грузового вагона, так как они работают в условиях наиболее интенсивного динамического воздействия. При этом динамические силы являются причиной преждевременного усталостного разрушения и износа. По нормативной документации замена быстро изнашиваемых деталей тележки вагона, а именно: фрикционный клин и колпак скользуна, выполняется через 160 тыс.км.

Работоспособность фрикционных клиньев определяется их такими служебными характеристиками, как прочность, износостойкость. Износ клина приводит к забеганию элементов конструкции и дестабилизирует работу тележки. Колпак скользуна является тяжелонагруженной сменяемой деталью, устанавливаемой на опору скользуна наддрессорной балки тележки

грузового вагона. Из эксплуатации грузовых вагонов известно, что износ колпака скользуна приводит к боковой качке кузова вагона. Это является причиной схода подвижного состава при критических скоростях движения.

Одним из наиболее перспективных вариантов модернизации тележки является использование более износостойких сплавов Fe-C (таблица №1). Альтернативным материалом для замены существующего, не обеспечивающего требования по износу и циклической стойкости, может стать износостойкий чугун ЧМН-35М [1]. Износостойкость чугуна марки ЧМН-35М в полтора раза выше, чем чугуна СЧ35. Это обеспечено использованием технологии легирования серого чугуна молибденом и никелем в сочетании с модифицированием цирконием и барием.

Для эффективного использования чугуна ЧМН-35М в паре трения с наддрессорной балкой, изготовленной из стали 20ГЛ, предлагается термообрабатывать ее по сложному циклу [2]. Способ регулируемой термической обработки деталей из стали 20ГЛ заключается в нагреве до $860 \div 940$ °С, с выдержкой два часа и охлаждением со скоростью

Таблица №1 Перечень материалов деталей тележки

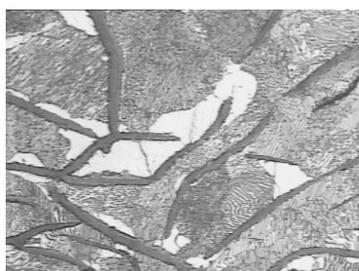
Материал	Балка наддрессорная	Фрикционный клин	Колпак скользуна
Применяемый	20ГЛ	СЧ35	20ГЛ
Альтернативный	20ГЛ*	ЧМН-35М	ЧМН-35М

Таблица №2 Механические свойства материалов сплава Fe-C

Марка материала	$\sigma_{в}$, кг/мм ²	Твердость по Бринеллю, НВ	KCV ⁶⁰ Дж/см ²
СЧ35	35	242÷275	-
ЧМН-35М	35	≥290	-
09Г2С	49	-	-
20ГЛ	51	≥160	16,7
20ГЛ*	54	≥170	30

1÷25 °С/с до 500 °С, с последующим изотермическим самоотпуском, вследствие теплового гистерезиса. При регулируемом охлаждении зерна феррита и перлита измельчаются, количество феррита уменьшается, а количество перлита увеличивается. Сетка феррита становится тоньше, а также одновременно становятся тоньше и короче пластины цементита в

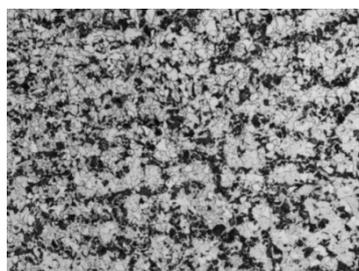
перлите. Пассивное охлаждение на воздухе обеспечивает дисперсное распределение феррита и перлита, рекристаллизацию и снятие внутренних напряжений в отливках с достижением высоких показателей ударной вязкости 35÷40 Дж/см² вместо 17÷20 Дж/см² при существующей технологии.



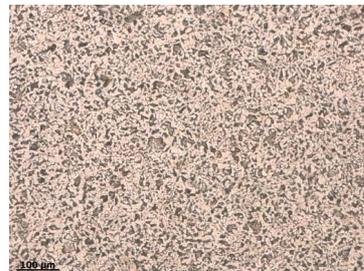
А



Б



В



Г

Рис.1. Микроструктуры чугуна и стали:

- А – перлитный чугун СЧ35 (240НВ), X500;
- Б – перлитный чугун, легированный молибденом и никелем ЧМН-35М (290 НВ), X500;
- В – нормализованная сталь 20ГЛ (KCV⁶⁰=5,1±10 Дж/см²), X100;
- Г – сталь 20ГЛ* (KCV⁶⁰=30 Дж/см²), X100.

Механические свойства рассматриваемых материалов представлены в таблице №2 (где 20ГЛ* – сталь 20ГЛ, термообработанная по сложному циклу).

Таким образом, целью исследования является установление износостойких свойств материалов, применяемых при изготовлении узлов тележки грузового

вагона. Задачей исследования является выявление зависимости весового износа от длины пути.

Проведены сравнительные испытания материалов, выполнена оценка триботехнических характеристик посредством весового износа. Проведен металлографический анализ сплава Fe-C,

Таблица № 3. Исследуемые трибосочетания пар трения: надрессорная балка – фрикционный клин, опора кузова вагона – колпак скользуна

п.п.	Колодка	Вал
1	Балка надрессорная	Фрикционный клин
1.1	20ГЛ	СЧ35
1.2	20ГЛ	ЧМН-35М
1.3	20ГЛ *	СЧ35
1.4	20ГЛ *	ЧМН-35М
2	Опора кузова вагона	Колпак скользуна
2.1	09Г2С	20ГЛ
2.2	09Г2С	ЧМН-35М

Таблица №4 Весовой износ пар трения

п.п.	Образец	Материал	Масса весового износа, гр.	Суммарный износ пары трения, гр.
1. Балка надрессорная – Фрикционный клин				
1.1	Колодка	20ГЛ	0,04	1,02
	Вал	СЧ35	0,98	
1.2	Колодка	20ГЛ	0,12	0,78
	Вал	ЧМН-35М	0,66	
1.3	Колодка	20ГЛ*	0,03	0,72
	Вал	СЧ35	0,69	
1.4	Колодка	20ГЛ*	0,21	0,83
	Вал	ЧМН-35М	0,62	
2. Опора кузова вагона - Колпак скользуна				
2.1	Колодка	09Г2С	0,45	0,80
	Вал	20ГЛ	0,35	
2.2	Колодка	09Г2С	0,13	0,69
	Вал	ЧМН-35М	0,56	

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПАРЫ ТРЕНИЯ ЛИТЫХ И КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ СПЛАВА Fe-C

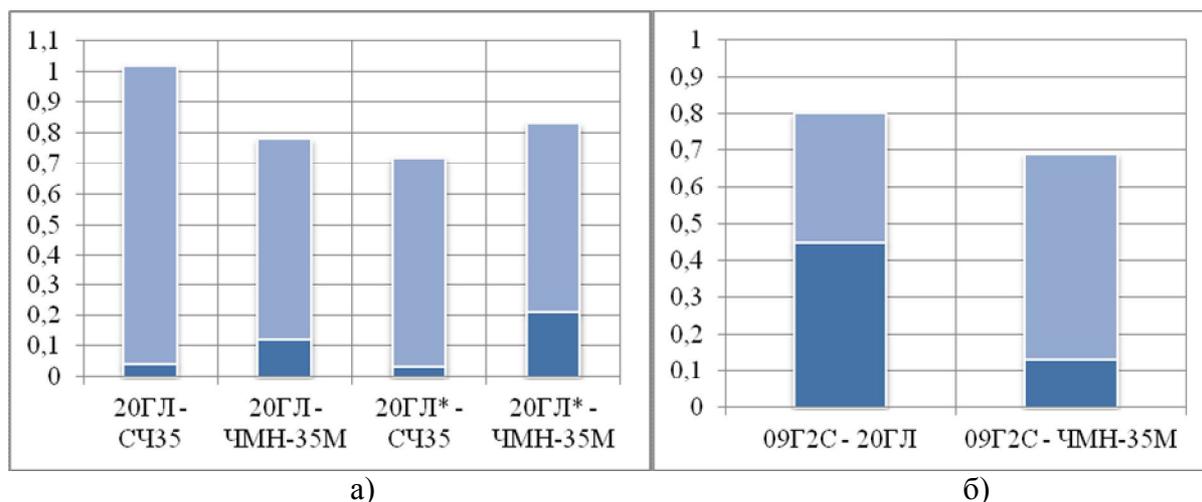


Рис.4. Гистограмма износа образцов пары трения:
 а) балка наддресорная – фрикционный клин;
 б) колпак скользуна – опора кузова вагона.

Для оценки износостойких свойств материалов использовали режим близкий к эксплуатационному:

- длина пути: 1000 метров;
- скорость вращения вала: 500 об/мин;
- нагрузка колодки: 20 кг/см².

Результаты испытаний материалов на машине трения 2168 УМТ приведены в таблице № 4.

В результате исследований пары трения: балка наддресорная - фрикционный клин выявлены следующие зависимости. Износ чугуна СЧ35 при трении со сталью 20ГЛ наибольший из представленных пар трения (таблица №4 п.1) и составляет 1,02 гр., где колодка истирается на 97%, а вал на 3% (рис.4а). Применение в качестве материала колодки ЧМН-35М, где суммарный износ пары трения ЧМН-35М – 20ГЛ уменьшился до 0,78 гр., что представляет относительный эффект от применения предлагаемого сочетания пар трения в продлении срока службы на 23%, в сравнении с существующей парой трения СЧ35-20ГЛ. Замена стали 20ГЛ на 20ГЛ* в паре трения с ЧМН-35М приводит к уменьшению износа колодки, за счет повышенного износа вала. При этом относительный эффект применения данной пары равен 19%. Пары трения СЧ35-20ГЛ* с общим суммарным износом 0,72 гр. обеспечивают относительный эффект 30% от действующей пары трения СЧ35-20ГЛ. К недостаткам последней пары трения относится повышенный износ колодки СЧ35 – 96%. Оптимальной парой трения, обеспечивающей стабильные показатели

работы, задающей надежность эксплуатируемых элементов тележки, является пара трения ЧМН-35М – 20ГЛ*. При трении этих материалов на поверхности отсутствуют бороздки от притирания материалов друг к другу, отсутствуют задиры, что отмечается в остальных случаях. Повышенный износ, вероятно, связан с увеличением коэффициента трения между контролируемыми материалами, что наилучшим образом отражается на работе узла гашения колебаний.

Исследования работы пары трения колодки из 09Г2С с материалами 20ГЛ и ЧМН-35М (рис. 4б) показали, что применение марганцовистой стали, обладающей склонностью к формированию наклепа, способствует уменьшению суммарного весового износа до 0,69 гр., а это в свою очередь превосходит рассмотренные ранее пары трения. Отметим, что колодка из стали 09Г2С изготавливалась из проката, а образцы низкоуглеродистой стали 20ГЛ, 20ГЛ* изготавливались из отливки, что обуславливает повышенное наличие неметаллических включений, микропор, ликвацию. Применение разных технологий получения заготовок не позволяют судить об истинной природе формирования износа. К особенностям применения стали 20ГЛ можно отнести ее невысокую стоимость и технологичность на этапах производства.

ВЫВОДЫ

1. Пара трения сталь 20ГЛ с регулируемой термообработкой и чугун ЧМН-

35М увеличивают работоспособность элементов узла трения на 23%, в сравнении с существующими материалами.

2. Пара трения 09Г2С - ЧМН-35М эффективней пары трения 20ГЛ - ЧМН-35М на 14% по весовому износу.

3. Применение материалов с высокими механическими характеристиками, на примере перлитного чугуна, легированного молибденом и никелем (ЧМН-35М), позволяет использовать его в конструктивных высоконагруженных узлах тележки грузового вагона, обеспечивая демпфирующие способности, при которых происходит минимальный износ сопряженных дорогостоящих деталей.

4. Применение регулируемой термообработки низкоуглеродистой стали приводит к увеличению срока эксплуатации деталей, за счет морфологии стали с мелким аустенитным зерном, формированием в стали фазы нижнего зернистого бейнита, при наличии феррито-перлитной структуры, что служит увеличению циклической прочности, ударной вязкости при отрицательных температурах и незначительное повышение твердости до 170НВ.

5. К перспективной паре трения можно отнести 20ГЛ* - ЧМН-35М, отличающейся способностью прирабатываться без задиров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Габец А. В. Специальный чугун для отливки фрикционного клина тележки железнодорожного вагона // Ползуновский вестник. 2013. № 4/2. С. 51 – 52.

2. Чертовских Е.О., Околович Г.А., Габец А.В., Борщ Б.В. Изотермические превращения переохлажденного аустенита стали 20ГФЛ., с.259/ Железнодорожный транспорт на современном этапе развития: сб. трудов молодых ученых ОАО «ВНИИЖТ» - М.:Интекст, 2013. – 288 с.

3. Марков. А. М., Габец Д. А., Габец А. В., Некрасов В. Н., Каргин В. В. Методика испытания материалов на износостойкость //Инновации в машиностроение – основа технологического развития России: Материалы 4 международной научно-технической конференции: Часть 1/под. Ред. А. Г. Сулова, А. М. Маркова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2014. – С. 253 - 258.

Чертовских Е.О. – аспирант кафедры МТиО, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова 89236425412, chertovskih@pochta.ru.

Габец А.В. – к.т.н., директор по развитию, руководитель НИС ООО «Алтайский сталелитейный завод».

Габец Д.А. – аспирант кафедры МТиО, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, gabets22@mail.ru.