

$$\delta_1 = \text{Im}(\mu_{12}\mu_{22}), \quad k_o = \text{Re}(\mu_{12}\mu_{22}) - \frac{c_{12}^{(2)}}{c_{11}^{(2)}}, \quad \delta_2 = \text{Im}(\mu_{12} + \mu_{22}), \quad \delta_3 = \text{Im}[(\mu_{12} + \mu_{22})\bar{\mu}_{12}\bar{\mu}_{22}],$$

s_i, l_i, n_i, m_i — произвольные коэффициенты.

Неизвестные коэффициенты s_i, l_i, n_i, m_i определим, удовлетворив условиям (3).

В результате получим совокупность двух систем алгебраических уравнений ($i = 1, 2$):

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & -1 & -1 \\ \mu_{11} & \mu_{21} & -\mu_{12} & -\mu_{22} \\ p_{11} & p_{21} & -p_{12} & -p_{22} \\ q_{11} & q_{21} & -q_{12} & -q_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_i \\ l_i \\ n_i \\ m_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_i \\ \mu_{i2}a_i \\ p_{i2}a_i \\ q_{i2}a_i \end{bmatrix}.$$

Выражения для коэффициентов s_i, l_i, n_i, m_i из-за их громоздкости не приводятся. После определения этих коэффициентов компоненты тензора напряжений и компоненты вектора смещения в любой точке пространства определяются по формулам (1) и (2).

Используя полученные здесь представления для функций напряжения, можно построить тензор Грина, который, в свою очередь, может быть использован для решения задач о напряженно деформированном состоянии кусочно однородной ортотропной плоскости с полостями и трещинами.

УДК 629.4.077-:597.3:002.3

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗНАШИВАНИЯ ЧУГУНА ПРИ МАЛЫХ СКОРОСТЯХ СКОЛЬЖЕНИЯ

И. Н. ЗОНТОВА

Белорусский государственный университет транспорта

Триботехнические характеристики материалов тормозных колодок в значительной мере определяют длину тормозного пути, плавность торможения, нагрев и износ обода колеса и, в целом, безопасность на железнодорожном транспорте. Тормозные колодки испытываются, как правило, на высоких скоростях, что не позволяет оценить износ и эффективность торможения по всей длине тормозного пути. Известны также данные о закономерностях трения по колесной стали и изнашивания композиционных колодок. Поэтому представляет интерес изучить триботехнические свойства чугуновых колодок при малых скоростях скольжения.

Испытания фосфористого серого перлитного чугуна (ТУ32 ЦТВР 10-86) проводились при трении без смазки на машине СМТ-1 по схеме вращающийся вал — вкладыш. Вал диаметром 40 мм был выполнен из стали 45. Вкладыш — сектор кольца наружным диаметром 60 мм, внутренним — 40 мм и высотой 10 мм — вырезался из материала тормозной колодки. Длина дуги поверхности трения колодки равнялась 20 мм. Продолжительность нагружения при замере момента трения составляла 30 мин, а при оценке интенсивности изнашивания — 120 мин.

Испытания показали, что коэффициент трения f чугуна по стали с ростом скорости скольжения уменьшается (рисунок 1). Такая зависимость $f(v)$ связана с тем, что при увеличении v деформации контактирующих выступов не успевают распространяться на значительную глубину, повышается упругость контакта, уменьшаются глубина внедрения неровностей, размеры и число фрикционных связей. В итоге повышаются механическая и молекулярная составляющие коэффициента трения.

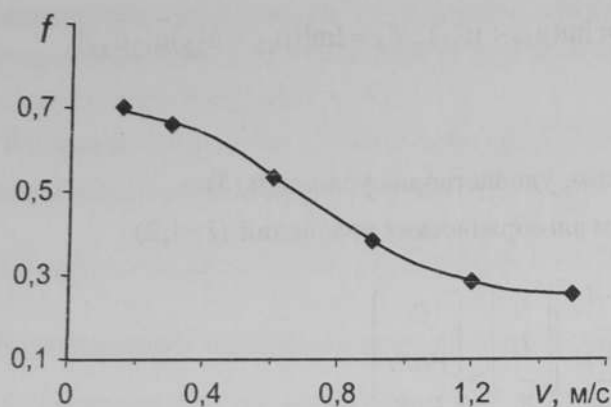


Рисунок 1 – Влияние скорости скольжения на коэффициент трения чугуна по колесной стали

Линейная интенсивность изнашивания I_h колодки на порядок выше, чем колеса. Причем, I_h обоих тел монотонно возрастают с увеличением давления p_0 на контакте. Причина в том, что с увеличением нагрузки растет температура в зоне трения, изменяются свойства поверхностного слоя, увеличивается доля пластических деформаций и их амплитудные значения, в усталостное разрушение вовлекается более толстый поверхностный слой.

С увеличением скорости скольжения зависимость $I_h(p_0)$ становится более выраженной. Это особенно характерно для давлений, превышающих 0,5 МПа, т. к. наряду с усталостным разрушением поверхности

трения заметную роль начинает играть окислительное и абразивное изнашивание. Образуются более толстые оксидные пленки, которые хрупко разрушаются. Скорость скольжения в исследуемом диапазоне оказывает менее заметное влияние на изнашивание чугунной колодки, чем композиционной.

Сопротивление изнашиванию стали 45 в значительной мере определяется природой материала сопрягаемого с ней элемента. Влияние скорости скольжения на изнашивание стали осуществляется в основном через посредство температуры. При высокой температуре на пятнах контакта происходит интенсивное окисление контактирующих металлов. Образовавшиеся при этом оксидные частицы являются причиной абразивного износа обеих поверхностей.

УДК 624.072.331

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ ОДНОЭТАЖНЫХ РАМНЫХ КАРКАСОВ

Г. М. КУЗЁМКИНА, А. О. ШИМАНОВСКИЙ

Белорусский государственный университет транспорта

Производственные здания отличаются наличием в них различных видов виброактивного оборудования, характерных различными частотами возбуждения. Для обеспечения надежной и безопасной работы их каркасов уже на стадии проектирования следует учитывать возможность резонанса, связанного с совпадением частот собственных колебаний конструкции и вынуждающих сил и моментов.

Широкое распространение в качестве каркасов производственных зданий получили железобетонные рамы, состоящие из двух шарнирно соединенных в коньке полурам, в которых для обеспечения несущей способности и повышения эксплуатационной надежности введена затяжка, соединяющая противоположные ригели. Однако недостатком указанных конструкций является невозможность регулирования их жесткости в процессе эксплуатации, что делает проблематичным их использование в производственных зданиях с виброактивным оборудованием, так как возникающие при его работе знакопеременные динамические нагрузки могут стать причиной резонанса, приводящего к нарушению безопасности и сокращению срока службы каркаса при эксплуатации здания. Поэтому при установке в производственном здании виброактивного механического оборудования возможно преждевременное разрушение железобетонного каркаса, вызванное совпадением частот его собственных колебаний с частотами вынуждающих сил и моментов. Таким образом, не обеспечивается безопасная и долговечная эксплуатация производственного здания.

В ходе работы теоретически исследовалась зависимость частот собственных колебаний рамной конструкции от изменения геометрических параметров и расположения затяжек. Расчетами, выполненными различными аналитическими и численными методами, были получены значения час-