

УДК 621

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА И ПРИМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ТКВЧ
В КАРЬЕРНОЙ ЛОГИСТИКЕ**

Молочков С.В., магистрант, 2 курс

Научный руководитель: Дадонов М.В., к.т.н., доцент
Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово**Аннотация:**

В статье рассматривается методика расчета показателя ТКВЧ (тонно-километров в час), который служит ключевым индикатором интенсивности нагрузки на шины карьерных самосвалов и используется для предотвращения их перегрева. Описана формула расчета, включающая полезную нагрузку, длину маршрута и время, а также влияние температурных поправок производителей (например, Michelin) на итоговые лимиты скорости. Индекс тонно-километров в час (ТКВЧ) показывает, на что способны ваши шины). Это зависит от состава резины и используемых материалов. Распространенное заблуждение заключается в том, что ТКВЧ также предоставляет информацию о транспортном средстве. Это не так. Показатель тонно-километров в час не имеет никакого отношения к размеру шины, типу ТС или типу грунта, на котором она используется.

Ключевые слова: ТКВЧ (тонно-километры в час), интенсивность нагрузки на шины, перегрев шин, коэффициент температурной поправки, предел ТКВЧ (лимит шины).

1. Определение и физический смысл

ТКВЧ (тонно-километры в час) — это показатель интенсивности нагрузки на шины карьерных самосвалов. Он определяет соотношение транспортируемой массы к скорости движения. Если расчетное значение превышает предел, установленный производителем (Michelin, Bridgestone), система вводит задержки в цикл или снижает скорость самосвала для защиты шин от перегрева и разрушения.

2. Базовая формула расчета

Расчет ТКВЧ ведется для каждого маршрута (источник — пункт назначения) отдельно.

Общий вид формулы:

$$\text{ТКВЧ} = \frac{Q_{\text{гр}} \times L}{T}$$

Где:

$Q_{\text{гр}}$ — Полезная нагрузка (груженная масса), тонны.

L — Длина дистанции перемещения, километры.

T — Время в часах (обычно рассматривается интенсивность за 1 час).

Программы расчета не просто делят тонны на часы, а сравнивают полученную величину с паспортным пределом шины. Если $TKBЧ_{расч} > TKBЧ_{лимит}$, возникает "лимит по TKBЧ", и скорость виртуально снижается.

3. Температурная поправка (коэффициент Michelin)

Каждая шина выделяет тепло при движении колеса (из-за деформации). Когда теплоотдача шины ниже, чем внутреннее тепловыделение, температура внутри шины неуклонно повышается и может достигать уровней, потенциально опасных для резины и других компонентов шины, что может сократить срок службы шины или даже привести к ее преждевременному выходу из строя. Выбор правильной шины, где спецификация с наиболее подходящим показателем TKBЧ для условий эксплуатации может значительно увеличить срок службы шины и снизить эксплуатационные расходы транспортного средства.

Шина с более высоким показателем TKBЧ = более высокая термостойкость (лучше для длительных поездок) и более низкая износостойкость (плохо для срока службы изношенной шины). Шина с более низким показателем TKBЧ = более низкая термостойкость (плохо для длительных поездок) и более высокая износостойкость (хорошо для срока службы изношенной шины).

При выборе шины значение TKBЧ, указанное в техническом паспорте, должно быть выше расчетного значения TKBЧ для конкретного режима эксплуатации. В противном случае шина будет непригодна.

Производитель Michelin предоставляет температурный коэффициент, который корректирует расчет TKBЧ в зависимости от внешних условий.

- Стандартные условия: Коэффициент = 1.
- Низкие скорости (<5 км/ч): Коэффициент может быть отрицательным. Это означает, что при движении в пробках или на плохой дороге лимит по TKBЧ отсутствует (шины не перегреваются из-за низкой скорости).
- Высокие температуры: Коэффициент растет, лимит TKBЧ снижается, чтобы избежать теплового разрушения шин.

4. Практическое применение: Задержки в цикле

В профессиональных системах дискретного моделирования расчет TKBЧ влияет на временные характеристики рейса:

- Расчет: Система вычисляет TKBЧ для текущего состояния самосвала (груженный/порожний, уклон дороги).
- Сравнение: Полученное значение сравнивается с лимитом шины.
- Реакция: Если лимит превышен, система автоматически добавляет время задержки к циклу или ограничивает максимальную скорость, чтобы "вписаться" в допустимый предел от производителя.

5. Рекомендации по ограничению скорости

Для соблюдения лимитов ТКВЧ на сложных участках трассы (уклоны, повороты) используются таблицы ограничений. Расчет скорости при этом подчиняется правилу: выбирается наименьшая скорость из предписанной знаком, возможной по технике или рассчитанной по лимиту ТКВЧ.

Условия движения	Груженный самосвал (рекомендуемый предел)	Порожний самосвал (рекомендуемый предел)
Спуск круче - 9.5%	Не выше 20 км/ч (2-я передача)	Не выше 40 км/ч (4-я передача)
Подъем круче +9.5%	Не выше 10 км/ч (1-я передача)	Без жестких ограничений
Поворот > 90 град.	Снижение до 10 км/ч	Снижение до 10 км/ч

Таблица 1. Соблюдения лимитов ТКВЧ на сложных участках трассы.

Расчет ТКВЧ — это компромисс между производительностью (время цикла) и стоимостью износа шин. В целом, шины с более высоким показателем ТКВЧ обладают большей термостойкостью и лучше подходят для дальних перевозок. Шины с более низким показателем ТКВЧ обладают лучшей износостойкостью и лучше подходят для низких скоростей и коротких расстояний. Для точного расчета необходимо знать:

- Лимит ТКВЧ для конкретной модели шин (данные завода-изготовителя).
- Длину маршрута и полезную нагрузку.
- Температурные условия эксплуатации.

Список литературы:

1. Топалиди, В. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ТКВЧ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШИН В КАРЬЕРНЫХ УСЛОВИЯХ / В. А. Топалиди, У. Б. Юсупов, М. Э. Исраилов. — Текст: непосредственный // Автомобильная промышленность. — 2024. — № 8. — С. 12-14.
2. АНАЛИЗ ХОДИМОСТИ ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ В УСЛОВИЯХ ООО СП "БАРЗАССКОЕ ТОВАРИЩЕСТВО" / А. Г. Кульпин, А. Г. Шубина, М. В. Высоцкий, А. А. Михайлюсенко. — Текст : непосредственный // РОССИЯ МОЛОДАЯ, СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ XII ВСЕРОССИЙСКОЙ, НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ. — Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (Кемерово), 2020. — С. 52521.1-52521.5.

3. Боханцев, Т. Ф. ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОЛОГИИ РАСЧЕТА ТКВЧ / Т. Ф. Боханцев, А. И. Подгорный. — Текст : непосредственный // Вестник науки. — 2024. — № № 11 (80). — С. 1181-1186.

4. КВАСОВА, А. А. ВЛИЯНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ НА ТЕМПЕРАТУРУ ИХ ШИН / А. А. КВАСОВА. — Текст : непосредственный // РОССИЯ МОЛОДАЯ, Сборник материалов VI всероссийской, 59-й научно-практической конференции молодых ученых с международным участием. — Кемерово : Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева (Кемерово), 2014. — С. 108.

5. ДАДОНОВ, М,В К ВОПРОСУ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШИН КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ / М,В ДАДОНОВ, А,Г КУЛЬПИН, Д,С КОНОВАЛОВ. — Текст : непосредственный // статья в сборнике трудов конференции. — г. Прокопьевске : изд-во филиала КузГТУ, 2019. — С. 148-150.