

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРУЖЕНИЯ ОПОРНЫХ КАТКОВ ТРАКТОРА В УСЛОВИЯХ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

Исследование изнашивания беговых дорожек опорных катков тракторов на стенде требует создания условий, подобных условиям эксплуатации. В первую очередь необходимо обеспечить равенство контактных напряжений.

Изнашивание опорных катков тракторов зависит от многих факторов, но определяющими будут такие, как нагрузка и частота вращения катков, зависящие от технической характеристики тракторов, а также промежуточная среда между трущимися поверхностями. В реальных условиях эксплуатации масса трактора распределяется на n опорных катков, которые перемещаются по беговым дорожкам звеньев гусеницы. Схема, иллюстрирующая условия работы опорного катка, представлена на рис.1. Нагрузочные параметры реальной схемы опорного катка следующие: масса трактора m ; количество опорных катков n ; нагрузка на одну беговую дорожку опорного катка Q_p .

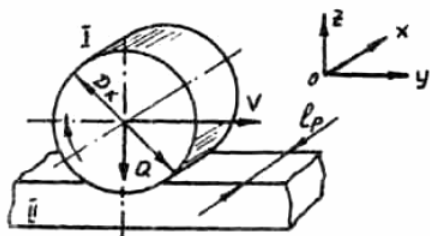


Рис.1. Схема нагружения опорного катка

Для определения напряженно-деформированного состояния системы «опорный каток – беговая дорожка звена гусеницы», представляющей собой схему взаимодействия цилиндр – плоскость, воспользуемся теорией Герца-Беляева [1]. Максимальные напряжения в центре площадки контакта опорного катка с беговой дорожкой звена гусеницы рассчитываются по зависимости:

$$\sigma_{z \max} = 2Q_p / \sqrt{\pi} b_p, \quad (1)$$

где $Q_p = Q_p / l_p$ - линейная нагрузка на беговую дорожку звена гусеницы; l_p - ширина беговой дорожки звена гусеницы; b_p - полуширина площадки контакта опорного катка со звеном гусеницы. Полуширину площадки контакта можно определить по выражению:

$$b = (4Q_p(\gamma_I + \gamma_{II}) / \pi l_p \Sigma_p^p)^{0.5}, \quad (2)$$

где Σ_p^p - сумма кривизн поверхностей по реальной схеме нагружения; $\gamma_I = \gamma_{II}$ - коэффициенты Кирхгофа, определяются как:

$$\nu_I = \nu_{II} = (1 - \mu^2) / E. \quad (3)$$

Здесь μ - коэффициент Пуассона; E - модуль упругости.

Суммарный радиус кривизны поверхности находится по зависимости:

$$\Sigma_r^p = 1/\rho_{I1} + 1/\rho_{II1} + 1/\rho_{I2} + 1/\rho_{II2}, \quad (4)$$

где ρ_{I1} - радиус кривизны катка в плоскости ZOХ; ρ_{II1} - радиус кривизны звена в плоскости ZOХ; ρ_{I2} - радиус кривизны катка в плоскости ZOУ; ρ_{II2} - радиус кривизны звена в плоскости ZOУ.

Наибольшие нормальные напряжения на площадке контакта находятся из выражения:

$$\sigma_{x \max} = \sigma_{y \max} = 4 q_p \cdot \mu / \pi b_p. \quad (5)$$

Тогда максимальные касательные напряжения

$$\tau_{\max} = (\sigma_z \max - \sigma_x \max) / 2 = q_p (1 - 2\mu) / \pi b_p. \quad (6)$$

Моделируемый на стенде опорный каток нагружается не через звено гусеницы, а через другой опорный каток (рис.2), который называется нагрузочным. Такая схема приводит к тому, что контакт цилиндра с плоскостью (рис.1) заменяется на контакт двух цилиндров. Такое соприкосновение вызывает, изменение размеров площади контактирования, но в то же время контактные напряжения на площадке должны быть равны эксплуатационным. Этого можно добиться в том случае, если нагрузка на опорный каток будет отличаться от эксплуатационной.

С целью определения величины нагрузки Q_c (рис.2), необходимой для сдавливания двух опорных катков на стенде, поставим условие равенства максимальных напряжений в центре площадки контакта, определяемых по выражению (1) для реальной и стендовой схем нагружения опорных катков трактора. Тогда

$$\sigma_z^p \max = \sigma_z^c \max$$

или

$$2q_p / \pi b_p = 2q_c / \pi b_c \quad (7)$$

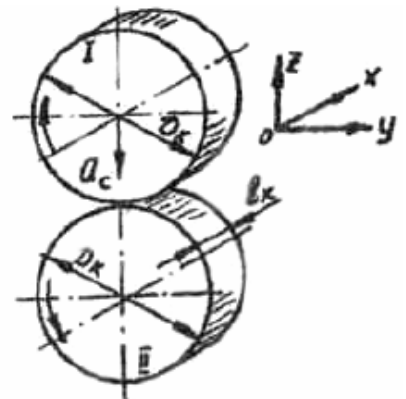


Рис.2. Схема нагружения опорного катка на стенде

где q_p, q_c - линейная нагрузка на беговую дорожку по реальной и стендовой схемам; b_p, b_c - ширина площадки контактирования в реальной схеме и на стенде. После преобразования выражения (7) с учетом (2)-(4) имеем:

$$q_c = q_p \cdot \Sigma_p^p / \Sigma_p^c$$

где Σ_p^p, Σ_p^c - сумма кривизн по реальной и стендовой схемам нагружения.

Тогда зависимость для определения величины нагрузки Q_c на стенде будет следующей:

$$Q_c = Q_p \cdot l_c / l_p \cdot \Sigma_p^p / \Sigma_p^c,$$

Или через нагрузочные параметры:

$$Q_c = M/n \cdot l_c / l_p \cdot \Sigma_p^p / \Sigma_p^c \quad (8)$$

Здесь l_p, l_c - ширина беговой дорожки по реальной и стендовой схемам нагружения.

По представленным зависимостям был рассчитан и спроектирован стенд, предназначенный для определения износов беговых дорожек опорных катков тракторов Т-100 и Т-130.

Конструкция стенда представлена на рис.3. Ось ведущего катка 3 закреплена неподвижно на раме 12 стенда аналогично креплению на тракторе. Вращение катка осуществляется от электродвигателя типа АОЛ2-22-4 мощностью $N=1,5$ кВт и частотой вращения $n_{дв} = 1400$ мин⁻¹ через коробку передач 15 автомобиля ГАЗ-63, имеющую передаточные отношения, равные 7,82 – 6,4 – 3,09 – 1,69 – 1,0 и открытую зубчатую передачу, состоящую из ведущего колеса 14 ($Z=14$) и шестерни 2 ($Z=46$), закрепленной на торце опорного катка. Между двигателем и коробкой перемены передач, а также между коробкой перемены передач и открытой передачей установлены гибкие муфты. Изменение частоты вращения опорного катка достигается переключением передач коробки 15.

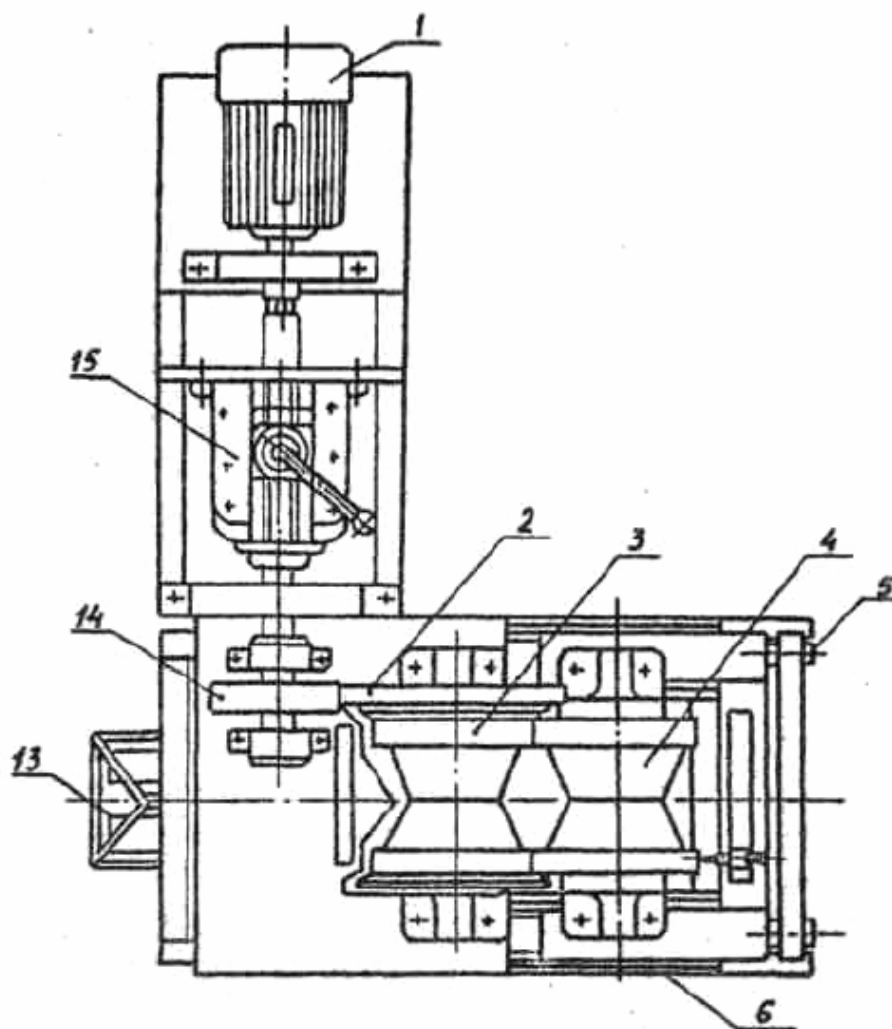
Ось нагрузочного катка 4 закреплена на подвижной раме 8, которая имеет возможность перемещаться по направляющим швеллерам 6 рамы стенда. Привод нагрузочного катка осуществляется от ведущего катка за счет сил трения на беговых дорожках, для чего у нагрузочного катка срезаны реборды.

Нагрузка на катки выполняется устройством, представляющим из себя горизонтальные рычаги соответственно 11 и 9. На горизонтальных рычагах под катками установлен бункер 10 для сбора абразивного материала, а на свободных концах крепится

подвеска 13, на которой размещены грузы. На свободных концах вертикальных рычагов предусмотрено регулировочное устройство 5, представляющее собой пару винт-гайка. Гайка упирается в подвижную раму. При установке грузов на подвеску вертикальные рычаги через пару винт-гайка принимают нагрузочный каток к ведущему катку. Регулировочное устройство позволяет выставлять рычаги в горизонтальное и вертикальное положение при любом износе беговых дорожек.

Над опорными катками установлен расходный бункер с дозатором для подачи абразивного материала на трущиеся поверхности дорожек. Для замера диаметров искусственных баз на специальном кронштейне станда установлен микроскоп, имеющий возможность перемещения поперек беговых дорожек.

4Г



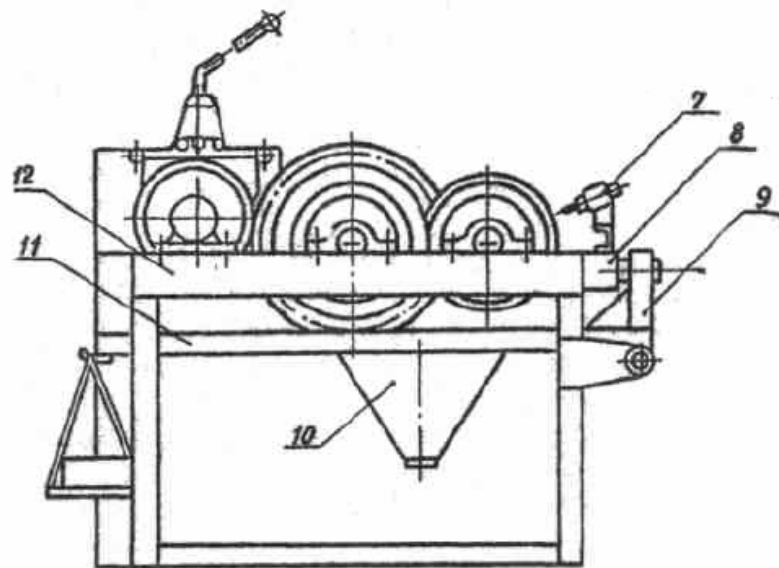


Рис. 3. Конструктивная схема стэнда