

## Список литературы

- 1 Pei, Y.T. Flexible diamond-like carbon film coated on rubber / Pei Y.T., Bui X.L., van der Pal J.P., Martinez-Martinez D., De Hosson J.Th.M // Progress in Organic Coatings. 2013. – Vol. 76, – Issue 12. – P. 1773–1778.
- 2 Трибомеханические характеристики алмазоподобных покрытий для резиновых уплотнительных колец герметизирующих устройств / А. Н. Попов [и др.] // Механика композитных материалов. – 2017. – № 3. – С. 86–99.
- 3 Test methods for rubber O-rings : GB/T 5720–2008. – Intr. 01.12.2008. – Shanghai : National Rubber and Rubber Products for Standardization Technical Committee; Northwest Institute of Rubber & Plastics, 2008. – 13 с.

УДК 621.879

## УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ В КОНСТРУКЦИЯХ БЫСТРОСЪЁМНЫХ СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЭКСКАВАТОРОВ

Д. С. ПУПАЧЁВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Одним из направлений повышения многофункциональности одноковшовых экскаваторов является расширение номенклатуры их рабочего оборудования. В настоящее время у крупных производителей экскаваторной техники насчитывается более 30 различных видов сменных рабочих органов. Помимо очевидных плюсов, такое многообразие обуславливает значительные затраты времени при смене оборудования, а также необходимость наличия дополнительного обслуживающего персонала.

Для решения данной проблемы разработаны быстросъёмные соединительные устройства (БСУ), или квик-каплеры (от англ. *quick coupler*). Возможность быстрой замены одного оборудования на другое с их применением значительно увеличивает общую производительность экскаваторов.

На данный момент существуют быстросъёмные устройства трех основных типов – механические, гидравлические и автоматические, которые могут иметь различные варианты конструктивного исполнения. Так, принцип действия механических квик-каплеров основан на применении соединений винт-гайка или упругих элементов в виде пружин. В устройствах гидравлического типа замыкание и отсоединение рабочих органов выполняется гидравлической системой экскаватора, а в самом устройстве имеется гидрозамок. В автоматических устройствах смонтированы гидромосты с быстроразъемными соединениями. Как следствие, при смене гидронавесного оборудования оно не только захватывается и фиксируется квик-каплером, но и соединяется необходимым количеством указанных выше соединений с гидросистемой машины в автоматическом режиме.

Представленные быстросъёмные соединительные устройства выступают промежуточным звеном между рукоятью экскаватора и его рабочим органом. При этом существует вероятность отсоединения последнего в случае выхода из строя самого БСУ и его механических составляющих или повреждения гидролиний и других гидравлических устройств (для БСУ гидравлического и автоматического типов).

Во избежание отказов соединительных элементов БСУ разработаны дополнительные устройства безопасности и резервирования, позволяющие сохранить их работоспособность. Это реализуется путем применения полной автоматизации процесса захвата и удержания, использованием дополнительных фиксирующих элементов, электронных датчиков, систем двойной и даже тройной фиксации.

Наиболее простыми техническими решениями, обеспечивающими безопасность, являются механические приспособления в виде предохранительных пальцев, предотвращающих перемещение захватных крюков под действием нагрузок со стороны рабочих органов, пружинных элементов или зубчатых клиньев и шплинтов, которые также обеспечивают надёжное удержание в случае выхода из строя элементов гидравлики.

Двойная или тройная фиксация подразумевает наличие как основных фиксирующих элементов, так и дополнительных замков (например, гидравлических). При этом отсоединение навесного оборудования становится возможным только при его контакте с опорной поверхностью под определенным давлением.

В ряде устройств, помимо наличия двойной фиксации, имеется автоматическая блокировка, которая в случае неисправности в системе гидравлики переключается на удержание пальцев рабочего оборудования только при помощи механических компонентов без использования гидравлического контура.

Ведущие производители быстросъёмных соединительных устройств для повышения безопасности экскаваторов, а также других машин с ковшовыми рабочими органами используют современные технологии и материалы, совершенствуя известные и разрабатывая новые конструктивные решения в данной области.

УДК 629.4.077:629.463

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЯВЛЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНОГО ИЗНОСА ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

В. Г. РАВЛЮК

*Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, г. Харьков*

В предлагаемой работе трущиеся поверхности тормозных колодок, примыкающие к вращающимся колесам при торможении, с точки зрения их силового взаимодействия предложено рассматривать дезинтегрально, как композицию дискретных секторальных площадок, к которым приложены составляющие суммарной реакции  $F$  в виде дискретных сил  $dF$ , всегда направленных под углом трения  $\alpha_{тр}$  к общей нормали  $ON$  для контактирующих участков поверхностей колодки и колеса (рисунок 1). То есть изначально рассматривается равновесие участков колодки  $ds$ :

$$ds = bR_0d\gamma, \quad (1)$$

где  $b$  – ширина колодки;  $R_0$  – радиус круга катания вращающегося колеса в плоскости, которая «рассекает» колодку симметрично на две равные части;  $d\gamma$  – тормозной секторальный угол.

В этом случае тормозная сила  $F$  уравнивается действием дискретных сил  $dF$  по площади  $S$ :

$$F = \int_S dF, \quad S = \int ds. \quad (2)$$

Естественно считать, что все рассматриваемые силы лежат в плоскости сечения колодки, совпадающей с плоскостью рисунка. А линии действия всех элементарных сил  $dF$  (в пределах обхвата колеса тормозной колодкой  $\gamma$ ) сходятся в круговой точке  $K$ , являясь касательными к окружности радиуса  $r$  – границы круга трения:

$$r = \frac{\varphi_k R_0}{\sqrt{1 + \varphi_k^2}}, \quad (3)$$

где  $\varphi_k$  – коэффициент трения между колесом и тормозной колодкой;  $R_0$  – радиус вращающегося колеса по кругу катания.

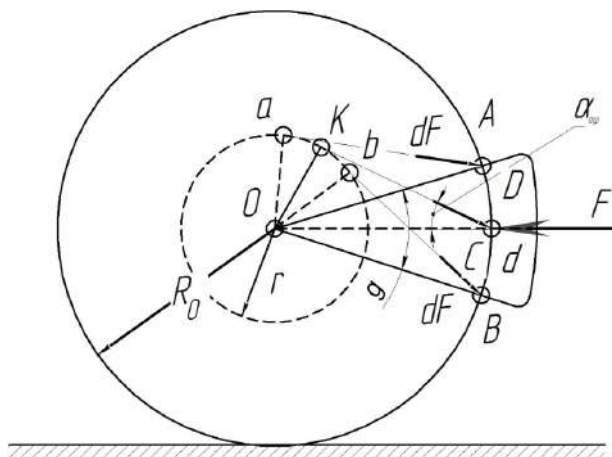


Рисунок 1 – Формирование реакции  $F$  при торможении как равнодействующей суммы сил  $dF$ , действующих на элементарные контактные участки  $ds$  рабочей площади колодки  $S$