

Применение группового привода на один или несколько мостов троллейбуса является одним из наиболее проверенных решений. Использование индивидуального привода (мотор-колес) является перспективным решением с точки зрения эксплуатационных свойств (повышение проходимости, улучшение тяговых качеств и др.), а также создания комфортабельной низкопольной конструкции троллейбуса. Однако в этом случае усложняется система управления тяговыми двигателями, что отрицательно сказывается на стоимости. Учитывая современные тенденции развития городского электротранспорта, последний вариант является одним из наиболее желаемых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сафонов А.И., Мазаник К.И. Тенденции развития энергосберегающего тягового привода городского пассажирского транспорта // Известия ВУЗов и энергетических объединений СНГ. – Энергетика. – 1998. – № 6.
2. Троллейбусы: устройство и техническое обслуживание / Под ред. проф. Н. В. Богдана. – Мн., 1997.
3. Богдан Н.В., Атаманов Ю.Е., Сафонов А.И. Троллейбус. Теория, конструирование, расчет. – Мн.: Ураджай, 1999.

РАСЧЕТ СИЛ ДАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ НА КОТЕЛ ЦИСТЕРНЫ ПРИ ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ

Путьго А. В.

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Научный руководитель: *Шимановский А. О.*

В соответствии с техническими условиями эксплуатации подвижного состава железных дорог при перевозке жидкостей котлы цистерн не заполняются полностью. Это приводит к тому, что при относительном перемещении жидкости возникают дополнительные динамические нагрузки на котел, которые могут вызвать его повреждение. В представленной работе исследуется влияние относительного движения перевозимого груза на значения сил, действующих на торцовые стенки котла цистерны.

В качестве математической модели рассматриваемой системы использована схема, предложенная в работе [1]. Для описания движения жидкости применена приближенная модель, предполагающая, что в течение всего процесса движения жидкости ее поверхность остается плоской. В таком случае положение системы полностью определяется двумя обобщенными координатами x и φ (см. рис. 1).

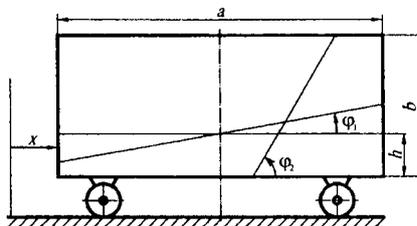


Рис. 1. Расчетная схема транспортного средства с жидкостью

Дифференциальные уравнения движения рассматриваемой системы в таком случае имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} (m_{\text{ц}} + m_{\text{ж}})\ddot{x} + m_{\text{ж}}k_x(\varphi)\ddot{\varphi} &= -fg(m_{\text{ц}} + m_{\text{ж}}); \\ m_{\text{ц}}k_x(\varphi)\ddot{x} + m_{\text{ж}}k_{\text{отн}}^2(\varphi)\ddot{\varphi} &= -m_{\text{ж}}g \frac{\partial y_{\text{с}}}{\partial \varphi} - \frac{m_{\text{ж}}}{2} \frac{\partial k_{\text{отн}}^2(\varphi)}{\partial \varphi} \dot{\varphi}^2, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $m_{\text{ц}}$, $m_{\text{ж}}$ – массы цистерны и заполняющей ее жидкости; f – коэффициент трения; g – ускорение свободного падения; $y_{\text{с}}$ – вертикальная координата центра масс жидкости; $k_x(\varphi)$, $k_{\text{отн}}(\varphi)$ – некоторые функции угла поворота жидкости, связывающие обобщенную скорость $\dot{\varphi}$ с проекциями линейной скорости на оси декартовой системы координат.

В результате численного решения системы нелинейных дифференциальных уравнений (1) получаем зависимости обобщенных координат x и φ от времени.

Для определения сил давления на торцевую стенку цистерны воспользуемся теоремой об изменении количества движения материальной системы

$$\frac{\partial \bar{Q}}{\partial t} = \bar{F}^{\text{внешн}}.$$

Здесь \bar{Q} – вектор количества движения жидкости; $\bar{F}^{\text{внешн}}$ – равнодействующая внешних сил, действующих на жидкость.

Чтобы найти силы давления жидкости на торцевую стенку котла, векторное выражение теоремы спроецируем на горизонтальную ось. Поскольку проекция вектора количества движения жидкости на эту ось

$$Q_x = m_{\text{ж}} V_{\text{жx}} = m_{\text{ж}}(k_x(\varphi) \cdot \dot{\varphi} + \dot{x}),$$

то получаем

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} = m_{\text{ж}} \left[\frac{\partial k_x(\varphi)}{\partial \varphi} \cdot \dot{\varphi}^2 + k_x(\varphi) \cdot \ddot{\varphi} + \ddot{x} \right] = F_{\text{ж}}. \quad (2)$$

При подстановке в эту формулу перемещений x и φ , а также их производных по времени, найденных в результате решения системы (1), вычисляем горизонтальную составляющую сил давления жидкости на стенки котла $F_{\text{ж}}$.

Чтобы определить приближенное значение максимального давления на стенку котла, предположим, что в рассматриваемой задаче сохраняется известная из гидростатики линейная зависимость между давлением p жидкости и расстоянием h от ее свободной поверхности до рассматриваемой точки

$$p = \rho a_{\text{пр}} h, \quad (3)$$

где ρ – плотность жидкости; $a_{\text{пр}}$ – приведенное значение ускорения жидкости, соответствующее полученной равнодействующей сил давления.

Максимальная сила давления на стенку реализуется в том случае, если все точки днища котла цистерны соприкасаются с жидкостью (положение, соответ-

ствующее углу φ_2 на рис. 1). Выполняя интегрирование по высоте котла цистерны, получаем выражение силы давления для этого варианта расположения жидкости

$$F_{\text{ж}} = \rho a_{\text{пр}} c \cdot \left(\frac{ah}{b} \cos \varphi - \frac{b \cos 2\varphi}{2 \sin \varphi} \right), \quad (4)$$

где c – ширина котла цистерны.

Приравняв выражения внешних сил (2) и (4) определяем значение приведенного ускорения. Подставляя его в формулу (3) получаем значение силы давления, которое будет максимальным в точке L , наиболее удаленной от свободной поверхности жидкости, как это показано на рис. 2, то есть при

$$h_{\text{max}} = KL = d \sin \varphi + b \cos \varphi, \quad d = \frac{ah}{b} - \frac{b}{2} \cdot \text{ctg} \varphi.$$

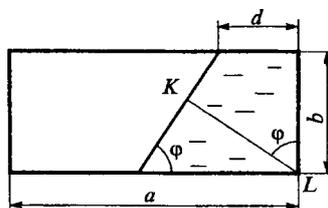


Рис. 2. Расчетная схема для определения давления на днище котла

С помощью описанного подхода выполнены расчеты системы “цистерна – перетекающая жидкость” при различных уровнях заполнения котла цистерны. Сопоставление значений полученных сил при разных уровнях заполнения цистерны показало, что давление на стенку со стороны движущейся жидкости при заполнении цистерны наполовину может в несколько раз превышать гидростатическое давление, наблюдаемое при заполнении цистерны полностью.

Полученные результаты дают возможность учета сил дополнительного динамического давления при расчетах цистерн, котлы которых удовлетворяют условиям прочности и долговечности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кракова И.Е. Динамика торможения цистерны, частично заполненной жидкостью // Сборник студенческих научных работ. Выпуск 4. – Гомель: РИО БелГУТа, 1998. – С.38-43.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДСТВ MICROSOFT OFFICE ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ НА ПРОТЯЖНЫХ СТАНКАХ

Рогачев А. Н., Токарев В. В.

Гомельский государственный технический университет
им. П. О. Сухого

Научный руководитель: Мурашко В. С.

Протягивание является одним из прогрессивных и перспективных процессов механической обработки. Оно осуществляется на специальных протяжных