

УДК 621.867.17

Д.О. Маланин (асп., каф. ПТСМ), В.Н. Смирнов, к.т.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ТЯГОВОМ ОРГАНЕ ЦЕПНОГО КОНВЕЙЕРА

Известно, что при одинаковых условиях набегания цепи на приводную звездочку и сбегаания с нее скорости и ускорения цепи в точках набегания и сбегаания равны. Это справедливо при четном числе зубьев приводной звездочки. Необходимо подчеркнуть, что при нечетном числе зубьев в цепи могут возникнуть значительные дополнительные статические натяжения, вызванные переменной длиной контура обхвата. Поэтому нечетное число зубьев приводной звездочки иметь не рекомендуется.

В момент начала зацепления нового шарнира цепи происходит разрыв функции ускорения, которое мгновенно изменяется. В результате возникают собственные колебания в цепи, которые проявляются в виде двух упругих волн, распространяющихся от привода вдоль набегающей и сбегающей ветвей. Причем, если в набегающей ветви возрастает натяжение, в сбегающей ветви – снижается, и наоборот. Колебания, вызывающие деформации растяжения-сжатия, создают две продольные плоские волны, движущиеся навстречу друг другу.

При таких колебаниях происходит передача энергии и импульса от одного упругого слоя другому без переноса вещества (массы). Энергия волны в упругой среде тяговой цепи состоит из кинетической энергии частиц вещества, совершающих колебания, и потенциальной энергии упругой деформации среды. Возникшие при колебаниях волны относятся к классу бегущих, в которых все точки среды совершают колебания с одинаковой амплитудой, но с запаздыванием по фазе (скорость распространения упругой волны является конечной величиной). Важнейшей характеристикой волны является ее интенсивность, которая численно равна энергии, переносимой волной за единицу времени сквозь единицу площади поверхности, нормальной к направлению распространения этой волны.

В связи с тем, что тяговая цепь ввиду наличия шарниров является неоднородным стержнем, упругая волна при прохождении шарниров теряет часть своей энергии и снижает скорость. Эти процессы происходят в цепи из-за возможных перемещений трущихся поверхностей и дополнительных упругих деформаций в шарнире. Кроме того, частично теряется энергия упругой волны из-за внутреннего вязкого трения материала цепи.

Бегущая волна в тяговой цепи конвейера на своем пути встречается с отклоняющими устройствами в виде звездочек, роликовых батарей. Здесь также возможны потери энергии и, кроме того, в силу значительной инерционности отклоняющих устройств, часть волны отражается. Аналогичные явления происходят в зонах загрузки и разгрузки конвейера, в местах контакта порожней и груженой ветвей.

Как показывают исследования многих авторов, в частности Штокмана И.Г. [2], значительные потери энергии упругой волны происходят в момент достижения ею приводной станции. В серийно выпускаемых конвейерах приведенная масса вращающихся частей привода настолько велика, что отражение волн от граничных сечений происходит так же, как от закрепленного конца эквивалентного стержня. Потери энергии бегущей волны при соприкосновении с приводом вызваны внутренним трением в узлах привода, а также вибрацией и рассеиванием энергии всей приводной станцией и сопряженных с ней опорных конструкций.

Следует особо подчеркнуть, что если отраженная волна имеет достаточную интенсивность, то, двигаясь навстречу новой возбуждаемой волне, взаимодействует с ней.

В результате этого возможно появление стоячих волн, т.е. явления интерференции. В стоячих волнах все точки колеблются одновременно, но с разными амплитудами и в результате перераспределения энергии в некоторых точках упругой среды возможно резкое увеличение интенсивности волны, сопровождаемое повышением натяжения в цепи.

Однако степень влияния интерференции в цепных конвейерах зависит от соотношения периодов собственных колебаний (τ_1) и вынужденного воздействия (τ_0). При $\tau_1 < \tau_0$ длина замкнутого тягового органа конвейера

$$L_{ц} < \frac{\pi \cdot v}{\omega \cdot z},$$

где v - скорость упругой волны; ω , z - угловая скорость и число зубьев приводной звездочки. В этом случае интерференцией волн можно пренебречь. Это объясняется тем, что в конвейерах малой и средней длины, прежде чем начнется новый цикл мгновенного возрастания ускорения в набегающей на приводную звездочку точке тяговой цепи сюда придет волна уменьшающего усилия (волна сжатия). Таким образом, колебания, вызванные рассматриваемым импульсом, затухают быстрее, чем начнется новый импульс [1].

Трасса конвейеров большой длины усложняется значительным количеством отклоняющих устройств, имеет множество пунктов загрузки и разгрузки. Упругие волны существенно теряют свою энергию, и воздействие от возможной интерференции волн будет в значительной степени ослаблено.

Поэтому при отсутствии резонанса в тяговой цепи конвейера интерференцией волн и связанным с ней увеличением усилия для целого ряда сложных трасс конвейеров можно пренебречь.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Долголенко А.А. Машины непрерывного транспорта. – Л.: Речной транспорт, 1959. – 404 с.
2. Штокман И.Г. Динамика тяговых цепей рудничных конвейеров. - М.: Углетехиздат, 1959. – 312 с.