

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМ ПРИВОДОВ КОНВЕЙЕРОВ С ГИБКИМ ТЯГОВЫМ ОРГАНОМ

А. А. Реутов,
проф., д-р техн. наук,

М. С. Панчук,
аспирант,

А. М. Лыч,
аспирант

Брянский государственный технический университет, г. Брянск

Предложен метод определения оптимального количества приводов, их типа, мощности и мест установки. Критерием оптимальности является суммарная стоимость приводов и тягового органа. Оптимизация происходит итерационно с корректировкой исходных данных.

Ключевые слова: конвейер, привод, тяговый орган, оптимизация, критерий.

OPTIMIZATION OF CONVEYOR DRIVE SYSTEMS WITH FLEXIBLE TRACTION BODY

A method is proposed for determining the optimal number of drives, their type, power and installation locations. The optimality criterion is the total cost of the drives and traction element. Optimization occurs iteratively with adjustments to the initial data.

Keywords: conveyor, drive, traction element, optimization, criterion.

Конвейеры с гибким тяговым органом (цепью, канатом, лентой) могут быть оснащены несколькими приводами разных типов. Целью работы является разработка метода определения оптимального количества приводов, их типа, мощности и мест установки.

Под системой приводов (СП) понимается совокупность всех приводных блоков конвейера. Поскольку параметры СП конвейера связаны с параметрами

тягового органа (ТО) [1], в качестве критерия оптимальности СП C_K примем сумму стоимостей приводов C_n и тягового органа $C_{то}$.

$$C_K = C_n + C_{то}.$$

Оптимальную схему приводов выбирают из известных и апробированных схем приводов (множества альтернатив), соответствующих ограничениям технического задания [2]. Предложена методика выбора оптимального привода для типового ленточного конвейера при неопределенных параметрах трассы [3].

В разрабатываемом методе область допустимых значений критерия оптимальности представим с использованием дискретных множеств

$$C_n = \{C_{ni}\}, \quad i = 1 \dots N_n; \quad C_{то} = \{C_{Tj}\}, \quad j = 1 \dots N_T,$$

где C_{ni} – стоимость i -го варианта СП, C_{Tj} – стоимость j -го варианта тягового органа, N_n и N_T – число вариантов СП и ТО.

Будем считать, что для конкретного конвейера стоимость ТО определяется его типом T_j и допустимой величиной его натяжения $[S_j]$, а стоимость привода – его типом T_i и номинальной величиной силы тяги $[F_i]$. Таким образом, существует зависимость C_K от параметров $T_j, [S_j], T_i, [F_i]$

$$C_K = C_K(T_j, [S_j], T_i, [F_i]).$$

Оптимизируемыми параметрами задачи являются $T_j, [S_j], T_i, [F_i]$.

Фиксированными параметрами (исходными данными) задачи являются геометрические параметры трассы конвейера, распределение сопротивления движению ТО вдоль трассы.

Перечислим ограничения, которые необходимо учитывать при оптимизации. Для типовых и серийно выпускаемых ТО и узлов приводов параметры $T_j, [S_j], T_i, [F_i]$ также являются дискретными множествами.

Сумма номинальных величин сил тяги приводов F_Σ не должна быть меньше суммарного сопротивления движению ТО W_Σ , то есть $F_\Sigma \geq W_\Sigma$.

Сила тяги каждого привода ограничена либо прочностью ТО, либо предельным сцеплением приводного элемента с ТО.

Сила натяжения ТО по всей длине конвейера должна находиться в допустимых пределах.

Для решения задачи оптимизации СП разделим трассу конвейера произвольно на n участков. Точки, разделяющие соседние участки, пронумеруем последовательно от 0 до n в направлении движения ТО.

Будем считать, что в одной из точек, например k , установлено натяжное устройство, а в остальных точках – приводы. Исключим точки, в которые приводы не могут быть установлены по производственным и техническим условиям.

Из условия равновесия участков ТО, определим силы натяжения ТО S_i на границах участков $S_k = S_0$; $S_i = S_{i-1} + W_i - F_i$; $i = 1 \dots n$; $i \neq k$, где W_i – сила сопротивления движению на i -м участке, F_i – сила тяги в i -й точке.

Таким образом, к оптимизируемым параметрам добавились еще два: k и S_0 с ограничениями $0 \leq k \leq n$ и $S_{\min} \leq S_0 \leq [S_j]$, где S_{\min} – минимально допустимое натяжение ТО.

Объединив индексы, обозначающие вариант ТО и номер точки трассы, обозначим величину натяжения j -го варианта тягового органа в i -й точке трассы как S_{ji} . Аналогично F_{ji} – величина силы тяги j -го варианта привода, установленного в i -й точке трассы.

Решение задачи оптимизации СП можно считать удачным, если в большинстве точек трассы приводы не требуются. Однако для конвейеров со сложной трассой возможны решения с большим количеством приводов, установленных вдоль трассы. В этом случае необходима интерактивная корректировка исходных данных. Точки трассы, в которых приводы имеют небольшие силы тяги ($F_{ji} \leq F_0$), удаляют, а смежные участки объединяют. Пороговое значение силы тяги F_0 устанавливают, исходя из требуемой точности решения. Затем задачу решают заново. Оптимизация СП происходит итерационно, пока не останется приемлемое количество приводов. Чтобы при интерактивной корректировке исходных данных не пропустить глобальный минимум, на каждой итерации целесообразно удалять не более 10 % точек трассы.

Выводы. Предложен метод определения оптимального количества приводов, их типа, мощности и мест установки. Критерием оптимальности является сумма стоимостей приводов и тягового органа. Сформулированы ограничения,

которые необходимо учитывать при оптимизации. Оптимизация СП происходит итерационно с корректировкой исходных данных. Рекомендовано на каждой итерации удалять не более 10 % расчетных точек трассы конвейера. Описанный метод оптимизации СП можно назвать «Метод лишних приводов».

Список литературы

1. *Реутов А. А.* Моделирование приводов ленточных конвейеров. Брянск : БГТУ, 2011. С. 111–116.
2. *Реутов А. А.* Выбор схемы приводов ленточного конвейера с использованием нечетких значений критериев // Вестн. Брянск. гос. техн. ун-та. 2018. № 2 (63). С. 4–11. DOI 10.12737/article_5ac49dc2b336e4.04586141.
3. *Реутов А. А.* Оптимизация приводов типовых ленточных конвейеров при неопределенности трассы // Горн. информ.-аналит. бюллетень. 2008. № 7. С. 338–341.