

Таким образом, касательные и радиальные нагрузки, действующие на обечайку барабана, зависят от изгиба вала, углов поворота подступичной части вала, радиальной нагрузки, действующей на подшипник, и могут быть снижены в 1,1...1,2 раза, что приводит к снижению материалоемкости барабана примерно на 30 %, а это экономия материалов и снижение затрат на производство барабанов машин непрерывного действия.

ПОВЫШЕНИЕ МАТЕРИАЛОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ РАСЧЕТАХ ЭЛЕМЕНТОВ БАРАБАНА МАШИН НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

IMPROVING MATERIAL EFFICIENCY IN CALCULATIONS OF DRUM COMPOSITIONS OF MACHINES OF CONTINUOUS ACTION

О. Л. Миранович
O. Miranovich

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
mir-oleg@tut.by
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Проведена оценка расчета прочности элементов барабана ленточного конвейера. Рассмотрены возможные варианты методов расчета элементов барабана ленточного конвейера с целью снижения материалоемкости конструкции.

The evaluation of the strength calculation of the elements of the drum of the belt conveyor is carried out. Possible variants of methods for calculating the elements of a drum of a belt conveyor with the purpose of reducing the material capacity of a structure are considered.

Ключевые слова: машина непрерывного действия, обечайка барабана, коэффициент запаса статической прочности, эквивалентное напряжение, устойчивость обечайки барабана, лобовина барабана.

Keywords: continuous machine, drum shell, safety factor of static strength, equivalent voltage, stability of drum shell, a lobe of the drum.

При расчете на прочность напряжения вычисляются в 20 точках обечайки, 20 точках лобовины и в наиболее нагруженных точках ступицы барабана ленточного конвейера. Коэффициенты запаса вычисляются для наиболее нагруженных точек. Заданные коэффициенты запаса статической прочности должны быть 1,5–2,0, а усталостной прочности 1,8–2,5. Кроме того, заданный коэффициент запаса статической прочности умножается на коэффициент динамичности $k_d = 1,3$ и коэффициент $k_g = 1,1$, учитывающий смещение ленты на барабане.

Обечайка рассматривается как тонкая цилиндрическая оболочка, закрепленная в местах соединения с лобовинами и нагруженная распределенными усилиями P_1 и P_3 . Представление усилий P_1 и P_3 в виде ряда Фурье приводит к необходимости отдельного расчета обечайки при действии каждой гармоники нагрузки и суммирования вычисленных напряжений.

На основании суммарных напряжений вычисляют величину наибольшего эквивалентного напряжения. Среднее и амплитудное значение эквивалентного напряжения вычисляются при суммировании осесимметричных и неосесимметричных напряжений соответственно.

Устойчивость обечайки проверяется как устойчивость оболочки средней длины с учетом возможного приращения подпорных колец и износа и коррозии поверхности. При этом проверяется наибольшее давление на обечайку и сравнивается с допустимым для данного типа ленты.

Лобовина рассматривается как кольцевая пластина постоянной и переменной толщины, закрепленная на ступице. На основании принципа суперпозиций напряжения в лобовине от действия каждого нагружающего фактора вычисляются отдельно, а затем суммируются. Эквивалентное напряжение определяется также как и для обечайки.

В качестве нагружающих факторов рассматриваются следующие: радиальный изгибающий момент; крутящий момент; изгибающая сила; радиальное усилие.

Производятся следующие расчеты: при действии осесимметричных и крутящих моментов; при действии изгибающей силы; при действии радиального усилия; при перекосе вала.

Ступица при расчете рассматривается как толстостенный цилиндр. При этом определяются монтажные напряжения, возникающие при соединении ступицы и вала с натягом.

Исходя из вышеизложенного, приходим к выводу, что использование современных методов расчета позволит провести необходимые прочностные расчеты барабана ленточного конвейера.

Проведенные расчеты показали, что прочность барабана сотовой конструкции выше на 24 %, чем барабана традиционной. В ходе исследований было установлено, что меньшую на 15–20 % массу имеют барабаны сотовой конструкции, у которых необходимая прочность достигается за счет увеличения толщины обечайки, а не элементов сотового наполнителя при прочих равных условиях.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ЗАТРАТ НА ПРОИЗВОДСТВО БАРАБАНОВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ USING THE METHOD OF THE LEAST QUADRATES TO REDUCE COSTS ON PRODUCTION OF DRUM CONVEYORS BARABANS

О. Л. Миранович
O. Miranovich

*Белорусский государственный университет, МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ,
г. Минск, Республика Беларусь
mir-oleg@tut.by
Belarusian State University, ISEI BSU, Minsk, Republic of Belarus*

Используется метод наименьших квадратов для оценки параметров барабана ленточного конвейера с целью минимизации затрат на его производство. Проведена оценка параметров регрессионной модели напряженного состояния элементов барабана, показывающая возможность увеличения прочности сварных швов барабана, коэффициента запаса обечайки барабана и, как следствие, приводит к увеличению срока службы его элементов.

The paper uses the method of least squares to estimate the parameters of the drum of a belt conveyor in order to minimize the costs of its production. The parameters of the regression model of the stressed state of the drum elements were evaluated, showing the possibility of increasing the strength of the welded seams of the drum, the margin of the shells of the drum, and, as a result, leads to an increase in the service life of its elements.

Ключевые слова: ленточный конвейер, метод наименьших квадратов, регрессионная модель напряженного состояния, коэффициент регрессии, коэффициент запаса обечайки барабана, срок службы элементов барабана.

Keywords: belt conveyor, least-squares method, regression model of stress state, regression coefficient, stock factor of drum shells, lifetime of drum elements.

Метод наименьших квадратов (МНК) используем для получения точечных оценок параметров регрессионной модели напряженного состояния элементов барабана ленточного конвейера сотовой конструкции. Для этого применяется линейная модель вида $\varphi(X_1, X_2, \dots, X_n) = B_0 + B_1 X_1 + \dots + B_n X_n$.

Исходным материалом для получения точечных оценок параметров регрессионной модели является набор из N наблюдений над значениями факторов X_1, X_2, \dots, X_n и отклика Y .

Оценим неизвестные коэффициенты регрессии $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ то есть соответствующие значения оценок этих коэффициентов b_0, b_1, \dots, b_n . Система базисных функций $f_j(X), j=0, \dots, d$, выбирается заранее.

Согласно МНК, значения b находятся из условия минимизации суммы квадратов отклонений, измеренных значений отклика от получаемых с помощью регрессионной модели, то есть путем минимизации суммы:

$$\sum_{g=1}^N [Y_g - (b_0 f_{g0} + b_1 f_{g1} + \dots + b_d f_{gd})]^2 = \min. \quad (1)$$

Величины b_j , при которых указанная сумма квадратов достигает минимума, и принимаются за оценки коэффициентов регрессии. Минимизация суммы квадратов производится с помощью дифференциального исчисления путем приравнивания к нулю первых частных производных (1) по b_0, b_1, \dots, b_d .

После преобразований получим систему линейных алгебраических уравнений, решая которую можно получить искомые оценки b_0, b_1, \dots, b_d :

$$\begin{aligned} b_0 \sum_{g=1}^N f_{g0}^2 + b_1 \sum_{g=1}^N f_{g0} f_{g1} + \dots + b_d \sum_{g=1}^N f_{g0} f_{gd} &= \sum_{g=1}^N Y_g f_{g0}; \\ b_0 \sum_{g=1}^N f_{g0} f_{g1} + b_1 \sum_{g=1}^N f_{g1}^2 + \dots + b_d \sum_{g=1}^N f_{g1} f_{gd} &= \sum_{g=1}^N Y_g f_{g1}; \end{aligned} \quad (2)$$