

К ВОПРОСУ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ УЗЛОВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Розглянуто задачу структурного синтезу перевантажувальних вузлів стрічкових конвеєрів, яка являє собою задачу вибору за вихідними даними схеми перевантажувального вузла. Вирішено задачу параметричної оптимізації, яка дозволяє вибирати оптимальні параметри перевантаження.

При проектировании перегрузочных узлов ленточных конвейеров на стадии принятия технического решения и эскизного проекта возникает задача выбора типа и схемы перегрузочного узла, а также выбор его оптимальных конструктивных параметров. Другими словами, с точки зрения системного анализа, ставится задача структурного и параметрического синтеза в процедуре оптимального проектирования перегрузочных узлов ленточных конвейеров [1].

Структурный синтез перегрузочных узлов ленточных конвейеров представляет собой задачу выбора по исходным данным схемы перегрузочного узла, удовлетворяющего определенным требованиям.

Основными требованиями, предъявляемыми к перегрузочным узлам ленточных конвейеров, являются [2]:

- обеспечение заданной производительности конвейера;
- обеспечение центральной подачи груза на ленту приемного конвейера;
- груз в момент падения на ленту приемного конвейера должен иметь скорость, по величине и направлению близкую к скорости ленты;
- высота падения груза на ленту приемного конвейера должна быть минимальной;
- формирование грузопотока должно проходить в самом перегрузочном узле;
- перегрузочный узел должен принять необходимый объем груза в случае аварийной остановки подающего конвейера;

Основными исходными данными, влияющими на выбор типа и схемы перегрузочного узла, являются:

- максимальный размер куска, a_m ;
- скорости ленты подающего и приемного конвейеров, $V_{л1}$, $V_{л2}$;
- высота падения груза на ленту приемного конвейера, H .

Согласно [2] все конструкции перегрузочных узлов можно разделить на пассивные и активные. Пассивные формируют грузопоток за счет сил гравитации. Активные имеют специальный механизм, формирующий грузопоток за счет дополнительного источника энергии.

Однако на практике получили распространение в основном пассивные перегрузочные узлы. Они по сравнению с активными перегрузочными узлами просты в конструкции и надежны. Поэтому при оптимальном проектировании перегрузочных узлов ленточных конвейеров используются конструкции пассивных перегрузочных узлов, к которым относятся: прямоточные, прямоточные с отбойным щитом, прямоточные с прямолинейными или криволинейными лот-

ками, с амортизацией и без нее, каскадные с самофутерующими полками и наклонными лотками.

Основными элементами пассивных перегрузочных устройств, формирующих грузопоток, являются полка, лоток и отбойный щит.

Полка и отбойный щит обеспечивают изменение направления грузопотока и уменьшение его скорости. Лоток обеспечивает центрирование и подачу грузопотока на ленту со скоростью, близкой к скорости ленты приемного конвейера.

Анализ всевозможных конструкций пассивных перегрузочных узлов показал, что многообразие последних можно свести к 28 типовым схемам (рис. 1). Причем из рассмотрения исключены специальные перегрузочные узлы с амортизированными и криволинейными лотками. Прямоточные перегрузочные узлы схемы 1 чаще всего применяются для мелкокускового груза при $a_m \leq 100$ мм и $H \leq 1,5$ м или мягких грунтов с малой скоростью подачи. В случае большой скорости подачи груза применяют прямоточные перегрузочные устройства с отбойным щитом - схема 2.

Для крупнокусковых грузов при малой и большой скоростях подачи применяются каскадные перегрузочные узлы с самофутерованными полками и футерованными броней лотками.

В зависимости от высоты падения груза H каскадные перегрузочные узлы имеют одну или несколько полок и лотков.

Следовательно, задача структурного синтеза перегрузочных узлов ленточных конвейеров на стадии принятия технического решения заключается в том, что по исходным данным (a_m , $V_{л1}$, $V_{л2}$, H) из 28 схем необходимо выбрать одну или несколько, лучшие всего удовлетворяющих выше изложенным требованиям.

После выбора схемы перегрузочного узла ленточного конвейера необходимо подобрать его оптимальные конструктивные параметры. Другими словами, решить задачу параметрического синтеза, то есть задачу оптимального выбора структурных параметров перегрузочных узлов ленточных конвейеров (параметрическая оптимизация) [3].

Для решения этой задачи необходимо на стадии эскизного проектирования определить критерии эффективности перегрузочных узлов ленточных конвейеров по их входным и структурным параметрам. К критериям эффективности перегрузочных узлов относятся:

- степень совпадения скорости ленты подающего конвейера и груза при падении его на ленту приемного конвейера;
- габаритные размеры;
- прочность (надежность).

Критерий эффективности - прочность (надежность) - обычно используется на стадии рабоче-технического проектирования.

Следовательно, задача оптимального проектирования перегрузочных узлов ленточных конвейеров является двухкритериальной. Входными параметрами (исходными данными) при проектировании перегрузочных узлов являются:

H - высота перегрузочного узла;

Q - производительность подающего конвейера;

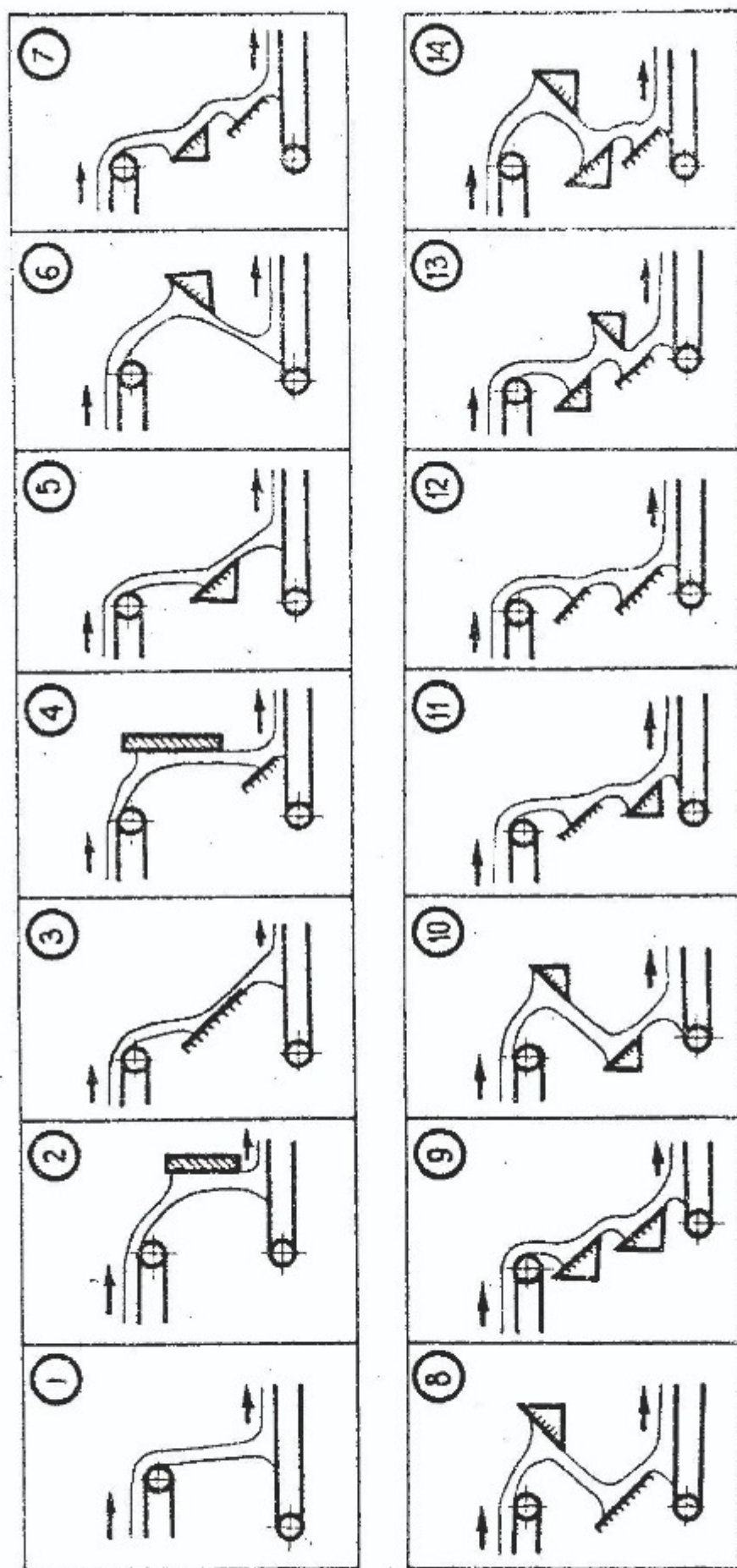
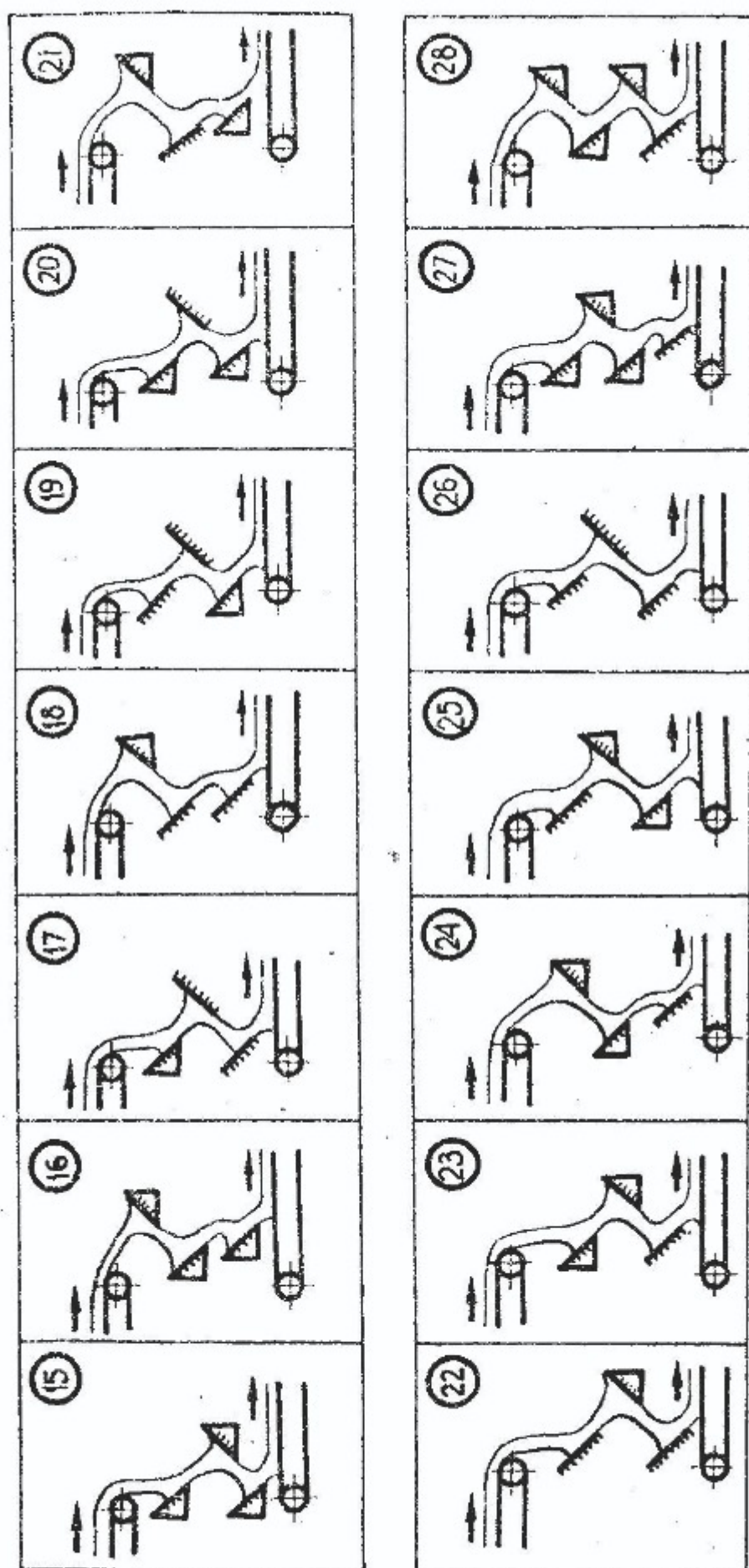


Рис. 1 – Типовые схемы перегрузочных узлов длиннотных конденсеров



Продолжение рис. 1

$V_{л1}, V_{л2}$ - скорости ленты подающего и приемного конвейеров;

β - угол наклона приемного конвейера;

ψ - угол встречи конвейеров в плане;

ρ, ρ_c - плотности частиц и средние плотности груза;

d_i - средний диаметр частиц i -й фракции груза;

φ - угол внутреннего трения груза;

φ_1 - угол трения груза о ленту конвейера;

φ_2 - угол трения груза о футеровку направляющих бортов и лотков;

Внутренними (варьируемыми) или структурными параметрами перегрузочных узлов (рис. 2) являются:

α_i - углы наклона к горизонту полок и лотков;

l_i - длины полок и лотков;

x_i, y_i - координаты верхних точек полок и лотков.

Выходными параметрами перегрузочных узлов являются:

V_0, θ_0 - скорость и угол отрыва сыпучего груза при разгрузке с барабана конвейера;

V_s - скорость груза в момент падения его на ленту конвейера;

R_i - силы взаимодействия груза с полками, лотками и лентой приемного конвейера;

L_m - максимальная длина перегрузочного узла.

Следовательно, критерии эффективности перегрузочных узлов можно определить по формулам

$$K_1 = |V_s - V_{л2}|, \quad (1)$$

$$K_2 = L_m, \quad (2)$$

$$K_3 = \max |R_i|. \quad (3)$$

Как отмечалось выше, на стадии эскизного проектирования для нахождения оптимальных структурных (конструктивных) параметров перегрузочных узлов достаточно использовать критерии K_1 и K_2 . Для каждой схемы перегрузочного узла существует своя зависимость критериев K_i от входных и структурных параметров, которую в основном невозможно представить в аналитическом виде. В этом случае для определения критериев K_i используют машинные алгоритмы.

Ограничениями или условиями работоспособности перегрузочных узлов являются:

- условия попадания струи груза на полку или лоток при любых скоростях подающего конвейера;

- условия отсутствия завала на полках, лотках и ленте приемного конвейера;

- геометрические ограничения.

Условия попадания струи сыпучего груза на полку или лоток для схемы, приведенной на рис. 2, имеют вид;

- при падении груза с барабана подающего конвейера на полку

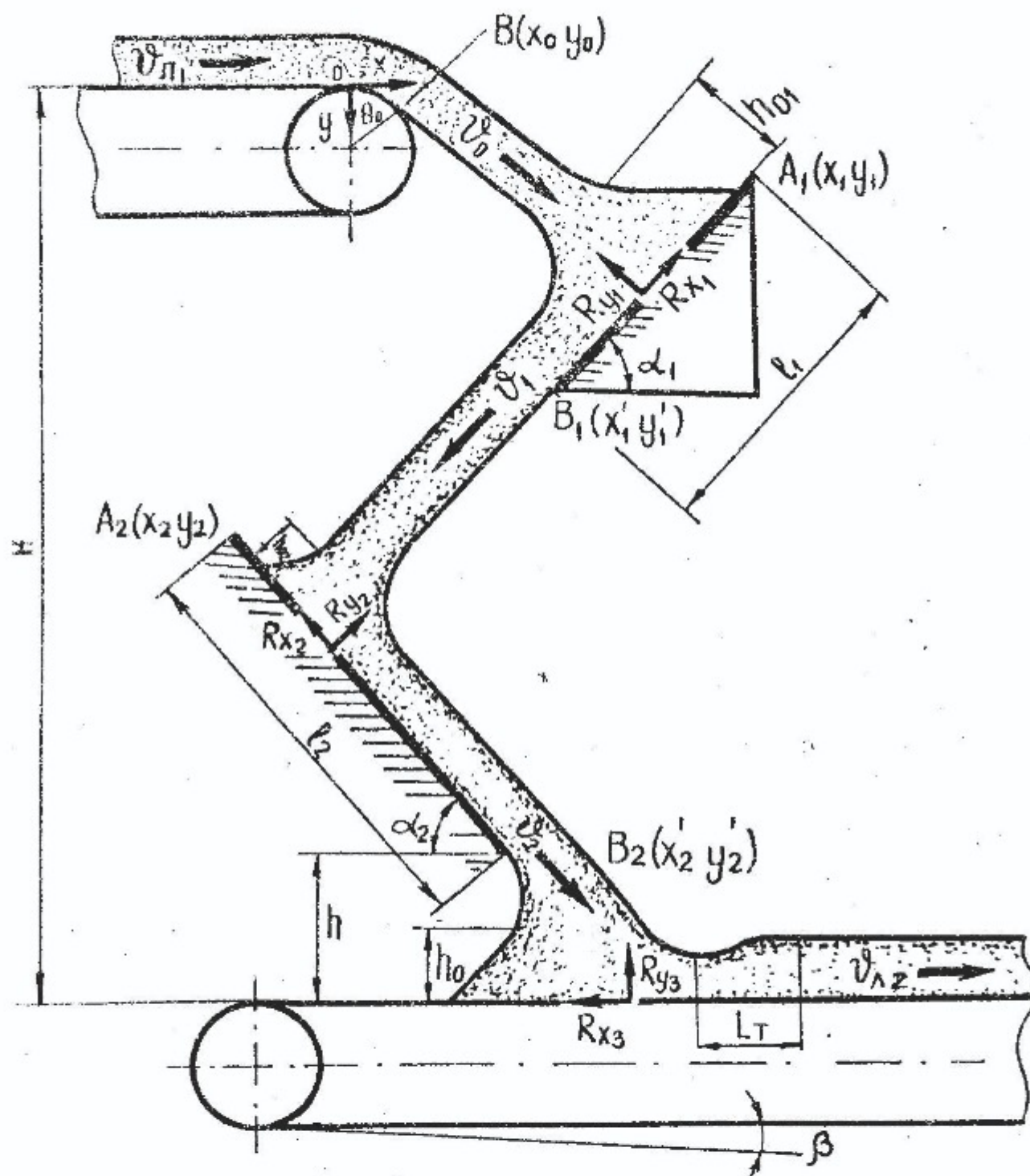


Рис. 2 – Расчетная схема перегрузочного узла с полкой и лотком

$$y_0 + (x_1 - x_0) \operatorname{tg} \theta_0 + \frac{(x_1 - x_0)^2 g}{2V_0^2 \cos^2 \theta_0} > y_1, \quad (4)$$

$$y_0 + (x'_1 - x_0) \operatorname{tg} \theta_0 + \frac{(x'_1 - x_0)^2 g}{2V_0^2 \cos^2 \theta_0} < y'_1;$$

- при движении с полки на лоток

$$y'_1 + (x'_1 - x_2) \operatorname{tg} \alpha_1 + \frac{(x'_1 - x_2)^2 g}{2V_1^2 \cos^2 \alpha_1} > y'_2, \quad (5)$$

$$y'_1 + (x'_1 - x'_2) \operatorname{tg} \alpha_1 + \frac{(x'_1 - x'_2)^2 g}{2V_1^2 \cos^2 \alpha_1} < y'_2,$$

где (x'_1, y'_1) и (x'_2, y'_2) - координаты концевых точек лотка B_1 и полки B_2 , соответственно (рис. 2).

Условия отсутствия завала на полке, лотке и ленте конвейера для рассматриваемой схемы имеют вид:

- условия отсутствия завала на полке

$$|x_1 \sin \alpha_1 + y_1 \cos \alpha_1| > R(1 + \cos \alpha_1) + h_{01}; \quad (6)$$

- условия отсутствия завала на лотке

$$|(y'_1 - y_2) \cos \alpha_2 - (x'_1 - x_2) \sin \alpha_2| > h_{02}; \quad (7)$$

- условия отсутствия завала на ленте приемного конвейера

$$|(x'_2 - x_k) \sin \beta + (y'_2 - y_k) \cos \beta| > h_0, \quad (8)$$

где h_{01} , h_{02} , h_0 - высота подпорных клинов сыпучего груза на полке, лотке и ленте конвейера [4].

К геометрическим ограничениям относится условие проходимости крупных кусков груза в перегрузочном узле, которое для данной схемы имеют вид:

$$|x_1 \sin \alpha_1 + y_1 \cos \alpha_1| > R(1 + \cos \alpha_2) + 2a_m,$$

$$|(y'_1 - y_2) \cos \alpha_2 - (x'_1 - x_2) \sin \alpha_2| > 2a_m, \quad (9)$$

$$|(x'_2 - x_k) \sin \beta + (y'_2 - y_k) \cos \beta| > 2a_m,$$

где a_m - максимальный размер крупного куска транспортируемого груза.

Кроме того, существует ограничение на высоту падения груза на ленту приемного конвейера, которое имеет вид

$$h < h_m, \quad (10)$$

где h_m — минимальная высота падения груза, при которой происходит разрушение ленты и роликоопоры.

Следовательно, задачу оптимального проектирования (параметрической оптимизации) перегрузочного узла, схема которого представлена на рис. 2, можно сформулировать следующим образом.

Для заданной схемы перегрузочного узла и исходных данных $H, V_{л1}, V_{л2}, \beta, \psi, \rho, \rho_s, d, \varphi, \varphi_1, \varphi_2$ необходимо найти значение конструктивных параметров: координаты верхних точек полки и лотка (x_1, y_1) и (x_2, y_2) , их длины l_1 и l_2 и углы наклона α_1 и α_2 , при которых критерии K_1 и K_2 принимали бы минимальные значения. При этом должны выполняться:

- условия попадания груза на полку и лоток (4), (5);
- условия отсутствия завала на полке, лотке и ленте приемного конвейера (6)-(8);
- условия прохождения крупных кусков груза (9);
- условие, ограничивающее высоту падения груза на ленту конвейера (10).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Максютенко В.Ю., Кирия Р.В. Научные проблемы создания системы автоматизированного проектирования (САПР) конвейерного транспорта // Геотехническая механика. Сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины.-Днепропетровск.-1999.-Вып.14.-С.147-155.
2. Новиков Е.Е., Смирнов В.К. Теория ленточных конвейеров для крупнокузовых горных пород.-Киев: Наук. думка, 1983.-184с.
3. Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем.-М.: Высшая школа, 1986.-304с.
4. Кирия Р.В. Определение пропускной способности перегрузочных узлов ленточных конвейеров, транспортирующих насыпные грузы // Геотехническая механика. Сб. науч. тр. ИГТМ НАН Украины.-Днепропетровск.-1998.-Вып.7.-С.132-138.

УДК 622.83: 622.28

Л.В. Новикова, В.И. Бузило,
В.П. Сердюк, В.Н. Яворский

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

На основі аналізу напружено-деформованого стану камерного блока визначені раціональні параметри опорного та міжкамерних цегків, а також виймальних порожнин стосовно гірничо-геологічних умов вугільних шахт ДХК «Павлоградвугілля». Розроблений алгоритм дозволяє визначити параметри камерної системи, які порівняно з одержаними за методикою Л.Д.Шевлякова в 1,3 рази зменшують втрати вугілля у надрах.

С целью сокращения потерь полезного ископаемого при камерной системе разработки наиболее целесообразной является выемка блоками камер с оставлением междуканерных целиков относительно малой ширины и надежных междублоковых, так называемых опорных целиков. В ряде случаев возможно