

риалов с дефектами и динамические явления в горных породах и выработках: Матер. XX Межд. науч. школы. – Симферополь: Таврич. нац. ун-т, 2010. – С. 75–77.

6. Касьян М. В. Изменение спектров эмиссионных сигналов при развитии трещин и разрушении горных пород / М.В. Касьян, В.А. Робсман, Г.Н. Никогосян // Доклады АН СССР. – 1989. – Т. 306. – № 4. – С. 1171–1187.

7. Курленя М. В. Спектрально-временные характеристики ЭМИ излучения при трещинообразовании горных пород / М.В. Курленя, Г.И. Кулаков, Г.Е. Яковицкая // ФТПРПИ. – 1993. – № 1. – С. 37–41.

8. Скипочка С.И. Сейсмоакустический контроль изменения напряженного состояния углепородного массива в зонах разрывных дислокаций / С.И. Скипочка, Ю.Н. Пилипенко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2010. – Вып. 91. – С. 27–32

9. Скипочка С.И. Геомеханическое состояние угольных пластов при подходе очистных работ к разрывным нарушениям сложной морфологии / С.И. Скипочка, Ю.Н. Пилипенко // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2009. – Вып. 83. – С. 288–292.

10. Кузнецов Г.Н. Моделирование проявлений горного давления / Г.Н. Кузнецов. – М.: Недра, 1968. – 342 с.

11. Пилипенко Ю.Н. Дегазация угольных пластов в зонах тектонических нарушений / Ю.Н. Пилипенко // Геолог Украины. – 2011. – № 2. – С.69-73.

УДК 622.647.2:681.5

Кандидаты техн. наук Т. И. Жигула,
Л. П. Ладутина
(ИГТМ НАН Украины)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ КОНВЕЙЕРОВ ПУТЕМ НЕДОПУЩЕНИЯ ПОПЕРЕЧНОГО СХОДА ЛЕНТ

Розглянуто вплив статичних децентруючих чинників, таких як спучування ґрунту, на бічний схід конвеєрної стрічки. Встановлено, що найефективнішим способом його запобігання є вживання центруючих роликкоопор з індивідуальними електроприводами. Розроблено схему адаптивного управління приводом центруючого пристрою.

INCREASE OF EFFICIENCY OF FUNCTIONING UNDERGROUND CONVEYERS BY NON-ADMISSION TRANSVERSAL TAILS OF BELTS

Influencing of static non-centred factors is considered, such as lift of soil, on lateral tails of conveyor belt. It is set, that application of centring rollers with individual motors is the most effective method of his prevention. The chart of adaptive control by the drive of centring device is developed.

Причиной значительной части простоев конвейеров является сход ленты, который разрушает ее борта, вызывает порывы и разрывы на стыках. Сход грузовой ветви, особенно на забойном конвейере, ограничивает производительность всего комплекса, вызывая просыпание значительной части груза, который попадает на ленту холостой ветви и заштыбовывает нижние ролики и концевой барабан. Уменьшение износа бортов ленты конвейера и недопущение просыпания груза позволит улучшить показатели работы транспортного комплекса. Этого можно добиться применением надежных методов и способов центрирования конвейерных лент.

В процессе эксплуатации конвейера на ленту, движущуюся по его линейной части, действуют децентрирующие усилия и моменты, вызываемые следующими факторами: перекосами роликкоопор в горизонтальной и вертикальной плоскостях; отклонениями става от оси конвейера; неодинаковым сопротивлением вращению боковых роликов опоры; нецентральной загрузкой ленты; непрямолинейностью ленты; несимметричным распределением натяжения по ширине ленты; неодинаковым натяжением канатов става.

Большинство децентрирующих факторов, за исключением непрямолинейности и нецентральной загрузки ленты, сравнительно медленно меняются во времени и могут рассматриваться как статические.

К числу статических децентрирующих факторов, проявлениями которых являются децентрирующие конвейерную ленту усилия и моменты, относится перекося роликкоопор. При жестком ставе напочвенной конструкции перекося роликкоопор в вертикальной плоскости может быть обусловлен неточной установкой става, а также вспучиваниями почвы, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации конвейера. Для конвейера с канатным ставом перекося роликкоопор в вертикальной плоскости определяется разностью прогиба канатов става, которая обусловлена разностью их натяжений.

В работе [1] дана оценка величины бокового схода ленты грузенной ветви на ставах с жесткими и подвесными роликкоопорами. Установлено, что при одной и той же возмущающей силе 3000 Н лента сходит в боковом направлении на ставе с жесткими опорами на 150 мм, а на канатном ставе – всего на 90 мм. Поэтому исследование бокового схода ленты будем производить для жесткого става, т.е. для наихудшего варианта.

Рассмотрим случай перекося однороликовой опоры жесткого става в вертикальной плоскости на угол α , возникший в результате вспучивания почвы.

При выборе расчетной схемы отрезок ленты заменим призматическим стержнем, свободно лежащем на двух опорах и нагруженным на всем пролете сплошной нагрузкой q (погонный вес ленты с грузом). Начало координат выберем в левом опорном сечении, ось X направим вправо, ось Y – вверх, ось Z – перпендикулярно плоскости чертежа. Левое опорное сечение A повернуто в плоскости YZ на угол α , реакция опоры A расположена в плоскости YZ перпендикулярно опоре, т.е. составляет угол α с осью Y (рис. 1).

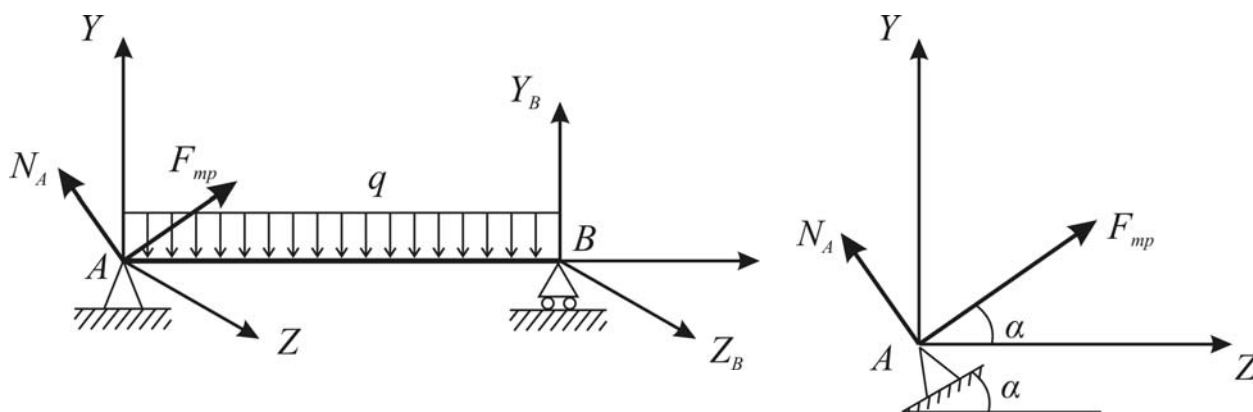


Рис. 1 – Расчетная схема для определения бокового схода ленты на перекошенном ролике.

Мы имеем случай сложного сопротивления стержня, который подвергается двум плоским изгибам в главных плоскостях инерции, упругая линия стержня представляет собой пространственную кривую, уравнения которой в плоскостях xu и xz соответственно:

$$EI_z \frac{d^2 y}{dx^2} = M_z(x); \quad (1)$$

$$EI_y \frac{d^2 z}{dx^2} = M_y(x), \quad (2)$$

где $M_z(x)$ и $M_y(x)$ – изгибающие моменты, действующие в сечениях ленты в плоскостях xu и xz соответственно:

$$M_z(x) = Y_A x - q \frac{x^2}{2} = \frac{qx}{2}(l - x); \quad (3)$$

$$M_y(x) = Z_A x = -\frac{qlx}{2} \operatorname{tg} \alpha. \quad (4)$$

С учетом (3) и (4) уравнения (1) и (2) приобретают вид:

$$EI_z \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{qx}{2}(l - x); \quad (5)$$

$$EI_y \frac{d^2 z}{dx^2} = -\frac{qlx}{2} \operatorname{tg} \alpha. \quad (6)$$

Проинтегрировав дважды уравнения (5) и (6) и определив постоянные интегрирования из граничных условий (при $x = 0$ и $x = l$ $y(0) = y(l) = z(0) = z(l) = 0$), получаем выражения для смещений ленты в плоскостях yz и xz на пролете между двумя роlikоопорами:

$$y = \frac{q}{6EI_z} \left(\frac{lx^3}{2} - \frac{x^4}{3} - \frac{l^3 x}{6} \right); \quad (7)$$

$$z = \frac{q \operatorname{tg} \alpha}{12EI_y} (l^3 x - lx^3). \quad (8)$$

Максимальные отклонения ленты в вертикальной и горизонтальной плоскостях наблюдаются посередине пролета (расстояния между роlikоопорами), т.е. при $x = \frac{l}{2}$

$$y_{\max} = y\left(\frac{l}{2}\right) = -\frac{ql^4}{144EI_z}; \quad (9)$$

$$z_{\max} = z\left(\frac{l}{2}\right) = \frac{ql^4 \operatorname{tg} \alpha}{32EI_y}. \quad (10)$$

Согласно формуле (10) максимальное боковое отклонение ленты от прямолинейного положения, возникающее при перекосе отдельной роlikоопоры в

вертикальной плоскости на угол α , прямо пропорционально весу груза, приходящегося на опору ql , кубу расстояния между опорами l^3 , углу поворота α (т.к. $\alpha \leq 4^\circ$, можно принять $\operatorname{tg} \alpha \approx \alpha$) и обратно пропорционально изгибной жесткости ленты EI_y .

Таким образом, варьируя параметрами конвейера (увеличивая изгибную жесткость ленты и уменьшая величину расстояния между опорами) можно уменьшить величину возможных боковых отклонений ленты. Тем не менее, такие конструктивные решения не всегда приемлемы по ряду соображений: увеличение сопротивления движению и износа ленты, увеличение стоимости конвейера и т.п. Поэтому основная возможность недопущения бокового схода ленты – это применение дополнительных устройств, препятствующих сходу, и управление ими в процессе работы конвейера. На практике применяются самоцентрирующиеся роlikоопоры, которые должны обеспечивать уменьшение боковых смещений ленты.

Наиболее эффективным способом предотвращения бокового схода ленты является применение устройств, изменяющих угол наклона роlikоопор с целью создания центрирующих сил и моментов, способных уравновесить действие возмущающих сил. Таким устройством для центрирования рабочей ветви ленты при внецентренном расположении на ней груза может служить, к примеру, центрирующая шарнирная роlikоопора [2].

Роlikоопора устанавливается на линейной части конвейера или непосредственно у загрузочных узлов. Она обеспечивает центрирование ленты двумя способами: изменением геометрии роlikоопоры в плоскости, перпендикулярной к оси конвейера, при внецентренном расположении на ней насыпного груза, и разворота ее в плане при поперечном смещении ленты относительно става конвейера.

Действие центрирующей роlikоопоры на ленту распространяется на небольшую длину, поэтому иногда на грузовой ветви устанавливают рядом по две-три такие роlikоопоры и соединяют между собой шарнирными тягами. В этом случае все роlikоопоры поворачиваются одновременно, и действие их охватывает значительно больший участок ленты.

В статье [3] отмечается, что применение самоцентрирующихся роlikоопор не обеспечивает нормальной работы конвейера. Для обеспечения надежной работы центрирующих устройств необходимо применить внешний, достаточно мощный следящий электропривод поворота роlikоопоры.

Примером центрирующей роlikоопоры с индивидуальным электроприводом, включающимся при появлении бокового схода ленты, является устройство [4]. При смещении конвейерной ленты в какую-либо сторону контактирующий с ней ролик поворачивает стержень, и регулятор подает команду электродвигателю, вал которого начинает вращаться в соответствующем направлении. Вращение вала заставляет соответствующий наклонный ролик смещать конвейерную ленту к центральной оси конвейера. Применение на конвейерах центрирующих роlikоопор с индивидуальными электроприводами предполагает разработку системы управления этими приводами.

Наиболее эффективной в этом случае будет система адаптивного управления по возмущению, в которой управление осуществляется на основе измере-

ния возмущений, вызывающих отклонение состояния системы от желаемого, т.е. на основании измерения угла перекоса α каждой роlikоопоры и изменяющейся нагрузки на роlikоопору ql . При этом предполагается, что на каждой роlikоопоре установлены датчики, измеряющие угол ее перекоса и действующую нагрузку, и устройство поворота с электроприводом, который включается по сигналу датчика и устраняет отклонение ролика от желаемого положения. Недостаток такой системы – большое количество устройств принудительного центрирования, что увеличивает капитальные и эксплуатационные расходы для каждого конвейера. На практике устройства принудительного центрирования устанавливают не на каждой роlikоопоре, а с определенным шагом и в местах, где наиболее часто наблюдается боковой сход ленты. Адаптивная подстройка устройства управления приводом центрирующего устройства осуществляется в функции от отклонения текущего значения контролируемого параметра от требуемого значения. Ее основное достоинство перед другими способами подстройки состоит в том, что она не использует математического описания подстраиваемой системы. На рис. 2 приведен вариант такой подстройки привода, где качество управления оценивается по текущим значениям α и ql .

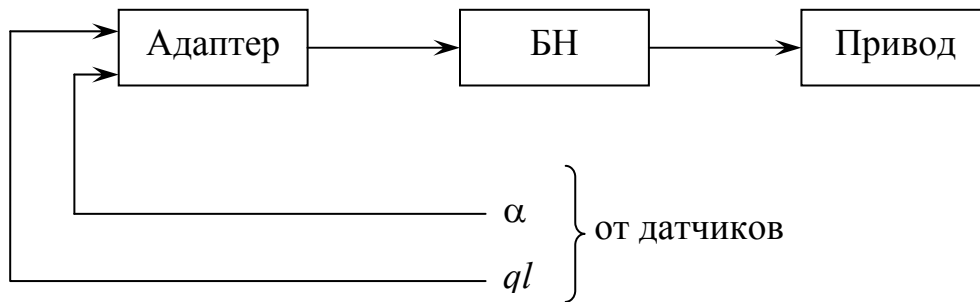


Рис. 2 – Функциональная схема адаптивной подстройки привода центрирующего устройства.

Показатель качества примем равным $ql \cdot \alpha$ – произведению угла наклона роlikоопоры α и приходящегося на нее веса груза ql . Согласно (10)

$$ql \cdot \alpha = \frac{32EI_y z_{\max}}{l^3}.$$

Максимальное боковое смещение ленты не должно превышать допустимого значения, которое, обычно, принимают равным $0,1B$, где B – ширина ленты. Для показателя качества $ql\alpha$ должно выполняться неравенство

$$ql\alpha \leq \frac{3,2EI_y B}{l^3}. \quad (11)$$

Текущие значения α и ql от датчиков поступают в адаптер, который и производит оценку выбранного показателя качества $ql\alpha$.

Если неравенство (11) не выполняется, то адаптер выдает соответствующее воздействие на блок настройки БН, который осуществляет подстройку привода исполнительного механизма центрирующего устройства.

Проведенные исследования показали, что перекося роликкоопор конвейера в вертикальной плоскости может вызвать значительные боковые отклонения ленты. Для их устранения необходимо применить центрирующие устройства, которые изменяют наклон роликов в вертикальной плоскости. Эффективность работы этих устройств может быть обеспечена применением индивидуальных электроприводов с адаптивной подстройкой в функции от отклонения текущего значения показателя качества от требуемого значения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яхонтов Ю. А. Боковой сход грузовой ветви ленты / Ю. А. Яхонтов // Шахтный и карьерный транспорт. – М.: Недра, 1974. – Вып. 1. – С. 102–122.
2. Бибииков П. Я. Новые конструкции центрирующих роликкоопор / П. Я. Бибииков, В. В. Губин, Е. В. Захаров [и др.] // Шахтный и карьерный транспорт. – М.: Недра, 1984. – Вып. 9. – С. 32–36.
3. Покушалов М. П. Анализ работы центрирующих устройств на ленточных конвейерах / М. П. Покушалов // Транспорт на горных предприятиях: сб. научн. тр. / МГИ. – М.: Недра, 1971. – С. 102–107.
4. А.с. 2465661 Франция, МКИ В 65 G 15/64. Устройство для центрирования ленты конвейера / Dispositif pour le centrage de courroies / Fobbro Dino (Франция). – № 8020082; заявл. 18.09.80; опубл. 27.03.81, Бюл. №10. –3 с.

УДК [622.673.1: 681.514.54]

Канд. техн. наук В.В. Лопатін
(ІГТМ НАН України)

РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ РЕДУКТОРІВ СВЕРДЛОВИНОЇ ШТАНГОВОЇ НАСОСНОЇ УСТАНОВКИ РОЗРОБЛЕНОЮ МОБІЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ КОНТРОЛЮ

Приведены результаты исследований при ремонтных испытаниях в условиях Бориславской ЦБПО редукторов скважинной штанговой насосной установки (СШНУ) с помощью разработанной мобильной системы контроля и разработанной «Методики оценки технического состояния после ремонта и прогнозирование ресурса редукторов СШНУ в процессе эксплуатации скважины с помощью вибродиагностики» утвержденной Ивано-Франковским национальным техническим университетом нефти и газа и согласованной НГПУ «Бориславнефтегаз».

TEST RESULTS REDUKTOR WELL BEAM PUMPING DEVELOPED OF MOBILE SYSTEM OF CONTROL

The results of studies in the maintenance trials in Borislav CPBA gear downhole sucker rod pumping unit (DSRP) using a mobile control system designed and developed, "Methodologies for the estimation of technical condition after the repair and forecasting resource DSRP gears during operation vibration monitoring wells using" approved by the Ivano-Frankivsk national Technical University of Oil and Gas and coordinated OG production management " Borislav Oil and Gas."

На цей час свердловинна штангова насосна установка (СШНУ) охоплює понад 65% діючого фонду свердловин в Україні, а редуктор є найбільш нестійким елементом СШНУ (приблизно 1/3 відмовлень). Більша частина СШНУ експлуатується понад нормативний термін, мають місце численні відмови і аварії, кількість яких постійно зростає. Тому велике значення під час контролю МСК стану зубчатих пар редуктору СШНУ має процедура порівняння поточного