

УДК 622.233.04:622.232.72

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ УПРУГИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДВИЖЕНИЙ**

Нечепуренко М.С., канд. техн. наук, доц.,  
Донбасский государственный технический университет

*Рассмотрены перспективные направления исследования и применения упругих преобразователей движений в конструкциях горных машин в зависимости от выполняемого вида преобразования, характера нагружения и функционального назначения.*

*The author has considered some promising directions of testing and applying the elastic motion transformers in the constructions of mining machines taking into account transformation type, loading and functionality.*

### ***Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.***

Упругие преобразователи движений (УПД), применяемые в конструкциях горных машин, выполняют кинематические и динамические функции в соответствии с видом преобразования движения и работают в опорном и упорном вариантах. Интерес представляют дальнейшие исследования этих конструкций, так как выполняемые функции упругим преобразователем способствуют уменьшению габаритов и массы узлов горных машин.

### ***Анализ исследований и публикаций.***

В работе [1] впервые упругий преобразователь движений был использован для выполнения своих функциональных задач и, кроме того, для снижения уровня вибрации переносного перфоратора. В работах [2, 3] исследованы другие возможности УПД. При этом он работает с другим характером нагружения.

### ***Постановка задачи.***

Данная статья является продолжением вышеуказанных работ. Целью является выявление новых способов применения и расширения области использования упругих преобразователей движений.

### ***Изложение материала.***

Конструкции узлов горных машин с упругим преобразователем движений, охватывающие все возможные виды преобразований, условно разделим на группы. В каждой группе упругий преобразова-

тель движений, в соответствии с технологическим процессом, преобразует движение при передаче осевого усилия или момента и может работать в упорном и опорном вариантах, выполняя статические, кинематические или динамические функции.

Для узлов горных машин первой группы характерным признаком является преобразование поступательного движения в поворотное. Опорный вариант предполагает выполнение статических функций, например, в конструкции виброизолятора удержание защищаемого объекта за счет упругих сил преобразователя. Упорный вариант работы УПД обеспечивает выполнение кинематических и динамических функций. Например, в перфораторах [1] поворот буровой штанги происходит за счет сил упругости предварительно сформированных отрезков канатов, то есть за счет внутренних сил УПД, выполняющего кинематические функции. При действии внешней силы на исполнительный орган проходческого комбайна с упругим преобразователем движений обеспечивается подача его на забой. В результате УПД сжимается, преобразуя осевое усилие во вращающий момент, то есть выполняет динамические функции.

Особенностью узлов машин второй группы является преобразование поворотного движения в поступательное. Это удерживающее устройство к очистным комбайнам [2], упругая предохранительная муфта, привод устройства для подготовки стыков конвейерных лент и др. Упругий преобразователь движений, например, в конструкции удерживающего устройства, выполняет кинематические функции, обеспечивая поворот сектора приводной звезды и статические – удерживая сектор в определенном положении. В первом случае действует внешняя сила, а во втором – используется потенциальная энергия УПД.

Общим признаком узлов горных машин третьей группы, например, устройства для сборки элементов арочной крепи, исполнительного органа устройства для очистки вагонов, устройства для завинчивания шпилек [3] и др., является комбинированное преобразование движения. Аналогично первым двум группам можно рассмотреть работу УПД в узлах перечисленных машин.

Таким образом, область использования УПД в горных машинах определяется выполняемыми функциями, видом преобразования движения, характером нагружения, что отражают структурные формулы [4].

Исходя из этого, основные направления исследования и использования упругих преобразователей движений определим в соответствии со структурными формулами. В качестве примеров рассмотрим некоторые конструктивные принципы каждой из групп машин. Параметры УПД определяем согласно рекомендаций, разработанных в [5].

В очистных забоях с углом падения более  $8^\circ$  для надежного удержания комбайна устанавливают предохранительные лебедки, то есть используют преобразователь движений с гибким органом, преобразующий вращательное движение в поступательное. Но сложность управления приводом и дополнительные кабели для подключения лебедки создают ряд неудобств и сложностей в работе. Предлагаемая конструкция удерживающего устройства [2] позволяет при остановах или порывах тяговой цепи удерживать комбайн с помощью предохранительной цепи, растянутой вдоль скребкового конвейера по всей длине лавы со стороны выработанного пространства и закрепленной на переходных секциях забойного конвейера с помощью кронштейнов. Удерживающее устройство размещено в специальном корпусе, закрепленном болтами на торцовой части механизма подачи комбайна. Основными элементами являются направляющий ручей, сектор приводной звезды и приводной цилиндр с упругим преобразователем движений. Устройство не нарушает нормальной работы комбайна по односторонней или челноковой схемам и в обоих случаях выполняет свои функции. Принцип действия заключается в следующем. При движении комбайна вдоль забоя предохранительная цепь, протягиваясь по направляющему ручью, отжимает сектор, удерживаемый УПД в крайнем положении. Сектор в этом случае поворачивается вокруг приводного цилиндра и не препятствует протягиванию цепи по направляющему ручью.

В случае обрыва тяговой цепи сектор под действием УПД разворачивается. Предохранительная цепь расклинивается между сектором и направляющим ручьем. Комбайн зависает на предохранительной цепи.

Применение упругого преобразователя движений обеспечивает удержание комбайна без предохранительной лебедки, снижает динамические нагрузки в цепи, способствует повышению уровня безопасности работ. Исходя из выполняемых функций, структурная формула УПД имеет вид

$$C \cdot K,$$

а конструктивные параметры, согласно [5] должны находится в соотношении

$$l = R + r .$$

В этом случае, проводя исследования, необходимо рассмотреть работу УПД в режиме ударного нагружения при выполнении преобразования поворотного движения в поступательное.

В перфораторах с помощью преобразователя движений типа «геликоидальное зацепление» выполняется преобразование поступательного движения поршня ударника в поворотное движение штанги. Особенностью, обуславливающей применение данного преобразователя движений в качестве механизма поворота, является наличие поступательного движения при отскоке штанги. Но, ввиду несовершенства конструкции, в сопрягаемых деталях возникают значительные силы трения, приводящие к износу и являющиеся основными источниками вибрации.

Используем в качестве поворотного механизма упругий преобразователь движений. Одна из его опор связана со стволом через механизм свободного хода, а другая опирается на буртик штанги [1]. При бурении перфоратор подается на забой и сжимает УПД. Поршень ударник наносит удар по хвостовику штанги, посылая ее вперед. Между буртом штанги и опорой возникает зазор. УПД стремится выпрямиться. Так как момент инерции штанги с опорой значительно больше момента инерции опоры УПД с механизмом свободного хода, то происходит поворот последней. При отскоке штанга, воздействуя через буртик, сжимает УПД и поворачивается вместе с его опорой. Таким образом, на поворот штанги затрачивается энергия отраженного импульса. В результате снижаются динамические напряжения в стволе перфоратора, обеспечивается поворот буровой штанги, снижаются уровни вибрации, упрощается конструкция механизма поворота. Структурная формула упругого преобразователя движений имеет вид

$$K = D ,$$

а конструктивные параметры должны находится в соотношении

$$l < R + r .$$

В этом случае, проводя исследования, необходимо рассмотреть работу УПД в режиме непрерывного вращения и действия периодической внешней нагрузки.

В очистных комбайнах со встроенным механизмом подачи предусмотрено соединение электродвигателя с редуктором режущей части и механизмом перемещения при помощи шпилек, которые завинчивают, предварительно нагревая корпус. Это необходимо для того, чтобы, отвинчивая гайку, не вывернуть шпильку. Для надежного завинчивания шпильки, без нагрева корпуса, разработано устройство, основным элементом которого является упругий преобразователь движений. Его характеристика, представленная на рис. 1, указывает на высокую нагрузочную способность УПД, если момент сопротивления повороту опоры превышает развиваемый (участок I нагрузочная характеристика 2). Если сопротивление устранить, то при той же величине осевой деформации нагрузка значительно меньше (нагрузочная характеристика 1). Установим УПД так, что верхняя опора его

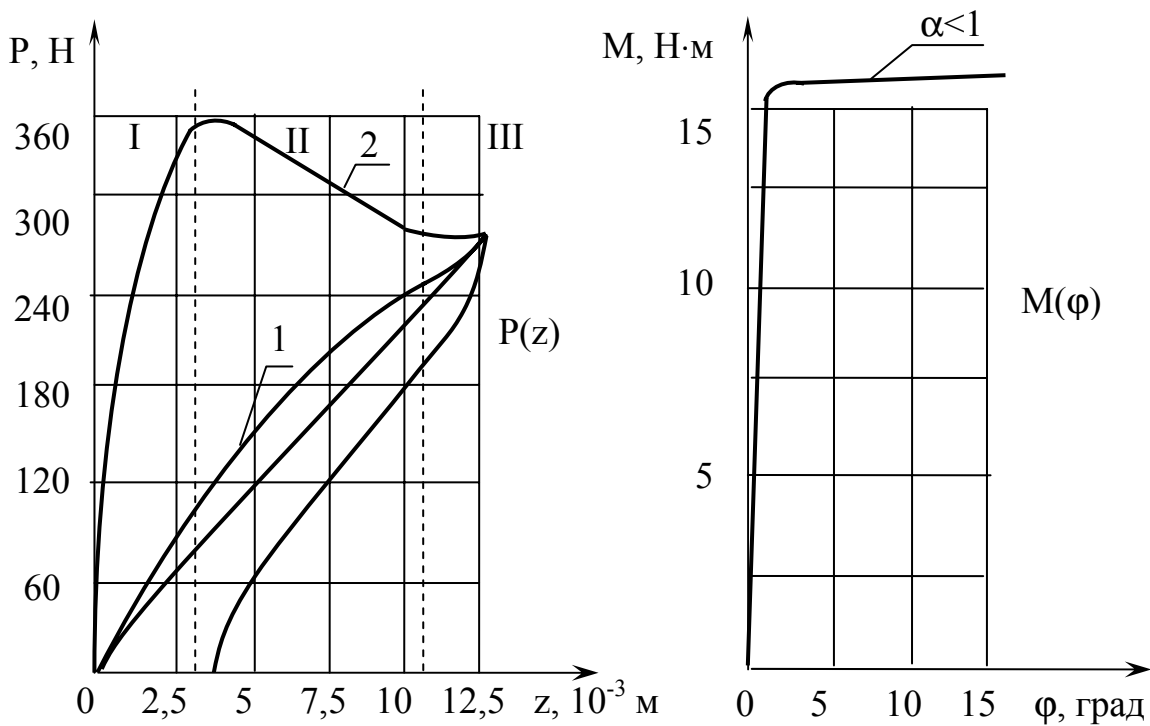


Рисунок 1 – Силовые характеристики УПД  
I, II, III – характерные участки нагрузочных кривых

жестко соединена с корпусом, а нижняя застопорена от поворота и опирается через подшипник на конец шпильки, ввинченной в корпус. Описанным устройством завинчиваем шпильку, создавая натяг между последней и опорой УПД и увеличивая этим на него нагрузку. При достижении необходимого момента затяжки освобождаем застопоренную опору и ликвидируем созданный натяг. Свободно свинчиваем

устройство со шпильки. В данной конструкции структурная формула УПД, исходя из выполняемых функций, имеет вид

$$C \times K,$$

а конструктивные параметры находятся в соотношении

$$l < R + r.$$

При проведении исследований необходимо рассмотреть работу УПД в режиме осевого нагружения возрастающей по величине внешней силой при застопоренных, от каких-либо движений, опорах.

**Выводы и направления дальнейших исследований.** В рассмотренных конструкциях заданы три направления исследований, определяющих перспективы использования упругих преобразователей движений в узлах горных машин и инструментов. Перспективным является также направление, связанное с параллельным соединением УПД, что повышает боковую устойчивость стержневых канатных виброизоляторов. При последовательном соединении упругих преобразователей движений значительно увеличиваются величины поступательного и поворотного движений. Если с исполнительным механизмом соединить промежуточную опору двух последовательно соединенных упругих преобразователей движений, то данное устройство можно использовать в конструкции резьбозавертывающего инструмента ударного действия.

Таким образом, исследование УПД в различных режимах работы и конструкциях способствует выявлению новых способов его применения и расширению области использования.

Список источников.

1. А.с. 796408 СССР, МКИ Е21 С3/04. Перфоратор / И.Г.Резников, В.В. Козлов, В.И. Чирцев и др. (СССР). - №2700981/22-03. Заявлено 25.12.78. Оpubл. 15.01.81, Бюл.№2.
2. А.с. 1310519 СССР, МКИ Е21 С35/04. Удерживающее устройство к узкозахватному комбайну / М.С. Нечепуренко, И.Г.Резников, П.М.Крехов и др. (СССР). - №3945307/22-03. Заявлено 13.08.85. Оpubл. 15.05.87, Бюл.№18.
3. А.с. 1523326 СССР, МКИ В25 В13/44. Устройство для завинчивания шпилек / М.С. Нечепуренко, И.Г.Резников, Б.В.Ерохин и др. (СССР). - №4392749/25-28. Заявлено 17.03.88. Оpubл. 23.11.89, Бюл.№43.
4. Нечепуренко М.С. Классификация и систематизация преобразователей движений / Коммунар. горно-металлургич. ин.-т. – Коммунарск, 1984. – 12 с. Деп. в УкрНИИТИ 03.08.84, №1360 Ук-84 Деп.
5. Резников И.Г., Гомозова Л.Е., Нечепуренко М.С. Расчет предельных характеристик упругих преобразователей движений / Коммунар. горно-металлургич. ин.-т. – Коммунарск, 1984. – 7 с. Деп. в УкрНИИТИ 28.04.84, №140 Ук-84 Деп.

Дата поступления статьи в редакцию: 28.10.08