

УДК 622.331

**ОСОБЕННОСТИ ПРИВОДОВ ГУСЕНИЦ
МАШИН ДЛЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ
FEATURES OF DRIVES OF CATERPILLARS
CARS FOR UNDERGROUND MINING OPERATIONS**

Басалай Г.А., Казаченко Г.В., к.т.н., доцент,
Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Беларусь

R.A. Basalay, G.V. Kazachenko, Ph.D.in Engineering,
Assosiate Professor,
Belarusian national technical University,
Minsk, Belarus

Приведен обзор и анализ структурных особенностей эффективных приводов от различных двигателей гусениц подземных мобильных машин, обеспечивающих малые технологические скорости движения, материалоемкость и стоимость, высокий КПД и надежность, перспективные для реализации особо больших передаточных отношений.

The review and the analysis of structural features of effective drives from various engines of caterpillars of the underground mobile cars providing small technological speeds of the movement, a material capacity and cost, the high efficiency and reliability perspective for realization of especially big transfer relations is provided.

ВВЕДЕНИЕ

Ожидаемый значительный рост объемов подземной добычи калийных солей в Республике Беларусь предопределяет актуальность совершенствования проходческих комбайнов на гусеничном ходу.

Цель работы состоит в изыскании путей модернизации приводов гусениц на основе использования новых технических решений и механизмов, которые повысят эффективность добычных машин.

Проведенный обзор приводов гусениц исследуемых машин ориентирован на анализ возможности внедрения новых технических решений планетарных и циклоидальных передач с сохранением унификации в отработанные существующие гусеничные движители эксплуатируемых мобильных машин.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИВОДОВ ГУСЕНИЦ

На рудниках ОАО «Беларуськалий» при разработке Старобинского месторождения калийных солей широко применяются проходческие комбайны с основным исполнительным органом в виде соосных роторов (ПК-8МА, ПКС-8М и КРП-3), а также комбайны с планетарно-дисковым ИО: «Урал-10А» и «Урал-61» (производитель – Копейский машиностроительный завод, Россия), КПО-10,5 и КПО-8,5 (производитель – Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством, Беларусь).

Гусеничный движитель комбайна предназначен для подачи комбайна на забой во время проходки выработки и для осуществления транспортных операций машиной. Движитель состоит из гусеничных тележек (правой и левой) с индивидуальными гидромеханическими приводами.

Сопротивление движению комбайна в рабочем режиме можно представить в форме суммы пяти составляющих от сопротивления передвижению машины [1-3]:

- сопротивление передвижению гусениц по опорной поверхности (почве выработки);
- сопротивление передвижению агрегата при работе в выработке с продольным уклоном;
- сопротивление подаче комбайна на забой;
- трогание с места и разгон до номинальной скорости;
- сопротивление передвижению прицепа (бункера-перегрузателя) с учетом увеличивающейся массы руды в кузове.

Используемые в комбайнах ПКС-8, КРП-3 приводы ведущих звездочек (рис. 1) включают многоступенчатые цилиндрические редукторы, приводимые в действие гидромоторами MSE-18 или MR-80.

При включении рабочей скорости подачи комбайна крутящий момент от гидромотора M передается ведущим звездочкам 24 гусеничной ленты через шесть ступеней зубчатых передач (4 – 6, 8 – 11, 12 – 13, 14 – 16, 18 – 19 и 21 – 22), а при маневровой – через четыре ступени передач (3 – 13, 14 – 16, 18 – 19 и 21 – 22).

Передаточное отношение привода в рабочем режиме комбайна составляет 204,5; при маневрах – 15,8. Максимальная скорость комбайна при отгоне – до 3 м/мин.

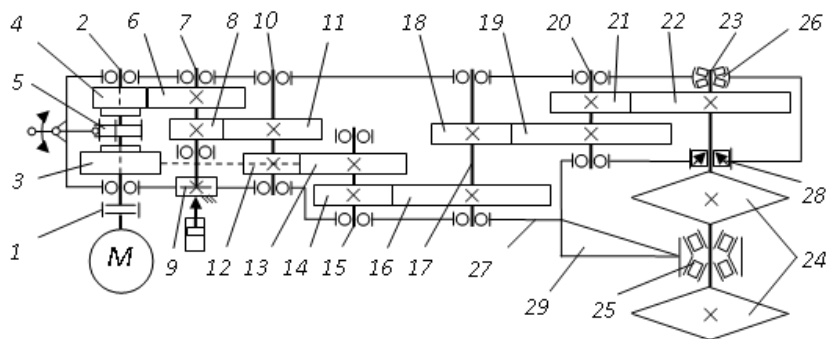


Рис. 1. Принципиальная кинематическая схема гидромеханического привода гусеницы проходческих комбайнов серии ПКС-8

В редуктор привода гусеницы встроен тормоз 9, предназначенный для торможения гусеницы во избежание самопроизвольного сползания комбайна под уклон под действием собственного веса при отключении электродвигателей насосов. При одновременной подаче масла к гидромотору и в цилиндр происходит срабатывание тормоза.

В приводах гусениц проходческо-очистных комбайнов серии «Урал-10 (20)», а также КПО-10,5 (8,5) также используется многоступенчатые цилиндрические редукторы, обеспечивающие рабочий и транспортный режимы движения машин (рис. 2). В них применяются аксиально-поршневые гидромоторы 310.4.

Ряд производителей горных машин в гидромеханических приводах гусениц применяют комбинированные схемы, состоящие из многоступенчатых цилиндрических и одно-двухступенчатых планетарных передач.

Например, в гидромеханическом приводе гусениц комбайнов избирательного действия серии КИД-220, а также щеленарезной машины МВБ-140 применяется комбинированная схема, состоящая из двухступенчатого

цилиндрического редуктора и планетарной тихоходной передачи (рис. 3).

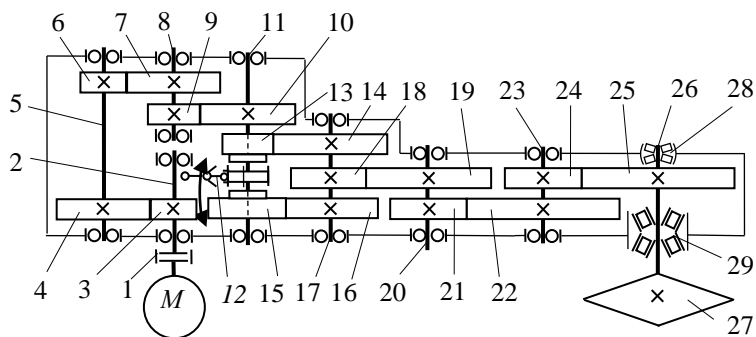


Рис. 2. Принципиальная кинематическая схема привода гусеницы комбайнов семейства «Урал» и КПО-10,5:

1 – муфта; 2,5,8, 11,17,20,23,26 – валы; 3,4,6,7,9,10,13,14,18,19,21,22,24,25 – зубчатые колеса; 12 – кулачковая муфта; 26 и 29 – подшипниковые опоры; 27 – звездочка

Например, в гидромеханическом приводе гусениц комбайнов избирательного действия серии КИД-220, а также щеленарезной машины МВБ-140 применяется комбинированная схема, состоящая из двухступенчатого цилиндрического редуктора и планетарной тихоходной передачи (рис. 3). Для этого используется унифицированная планетарная передача от бортового редуктора привода гусениц специальных машин серийного производства.

В гидромеханическом приводе гусеницы комбайна СМ2В-30Р («Eickhoff», Германия) применяется трехступенчатый цилиндрический редуктор в сочетании с двухступенчатой планетарной передачей (рис. 4). Передаточное отношение редуктора равно 302. При этом на первой и третьей ступенях цилиндрического редуктора используются промежуточные зубчатые колеса 4 и 12, обеспечивающие увеличение межосевого расстояния между ведущим валом 2 и соосными: валом 15, водилами 20 и 24, а также валом 25 ступицы со звездочками 27.

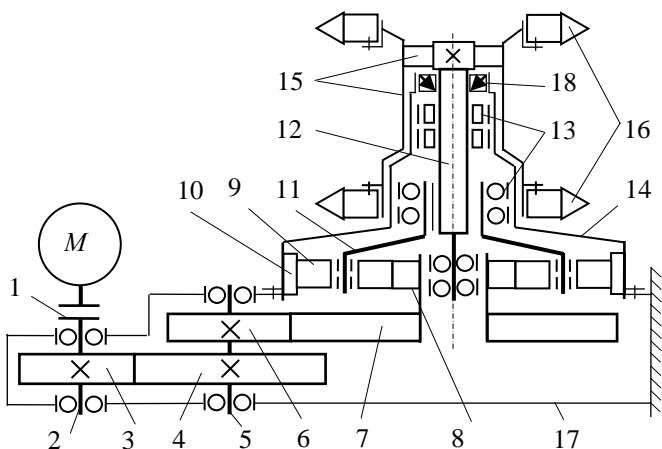


Рис. 3. Кинематическая схема привода гусеницы комбайнов серии КИД-220 и машины МВБ-140:

- 1 – муфта; 2 и 5 – валы; 3, 4, 6 и 7 – зубчатые колеса цилиндрического редуктора; 8, 9, 10 зубчатые колеса и водило 11 планетарной передачи; 12 – опорный вал; 13 – подшипниковые опоры; 14 – корпус планетарной передачи; 15 – ступица; 16 – звездочки; 17 – корпус цилиндрического редуктора; 18 – уплотнение

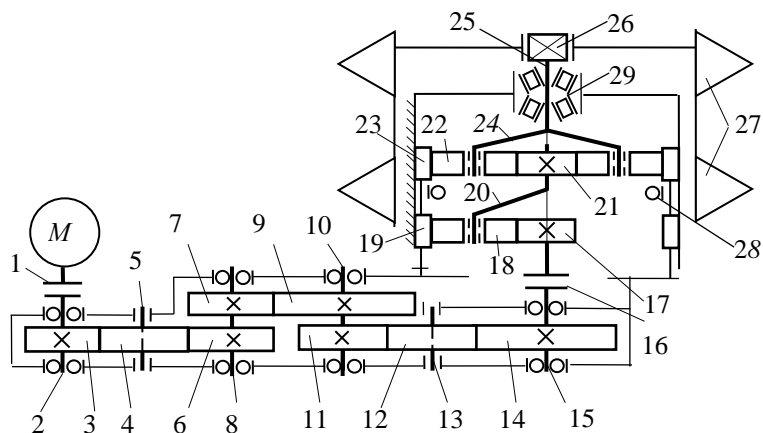


Рис. 4. Кинематическая схема гидромеханического привода гусеницы комбайна CM2B-30P

Для очистного комбайна «Кобра К6» (Холдинг «Нива», г. Солигорск) разработан электромеханический привод гусениц, с

частотным регулированием двигателя переменного тока. Поэтому в редукторе не применяется муфты переключения режимов передвижения (рабочий – транспортный). Однако механическая часть привода – редуктор имеет шесть ступеней зубчатых передач (рис. 5).

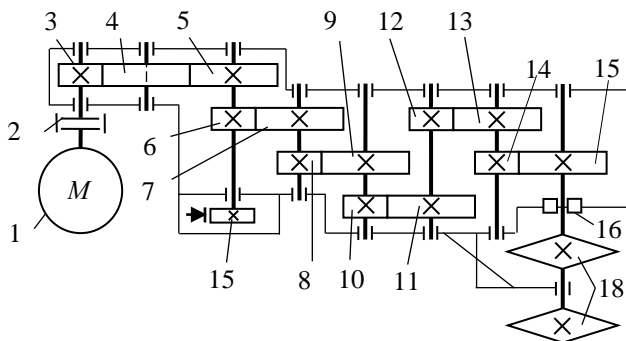


Рис. 5. Кинематическая схема электромеханического привода гусеницы комбайна «Кобра К6»:

- 1 – электродвигатель; 2 – муфта; (3 – 15) – зубчатые колеса;
16 – уплотнение; 17 – тормоз; 18 – звездочки

Недостатком всех рассмотренных приводов помимо низкого КПД является их сложность и металлоемкость.

В этом смысле определенный интерес представляют циклоидальные редукторы Барановичского станкостроительного завода.

КПД одноступенчатого циклоидального редуктора составляет 92,5 %, двухступенчатого – 85 %. Высокая нагрузочная способность, выдерживает 5-кратные пиковые перегрузки. Циклоидальные редукторы обладают высокой надёжностью до 20000 часов непрерывной работы редуктора при постоянной нагрузке с вероятностью безотказной работы до 90 %. Многопарность зацепления обеспечивает низкий уровень шума 65...70 дБ. Один из вариантов использования циклоидального редуктора в приводе гусениц проходческих комбайнов представлен на рисунке 6.

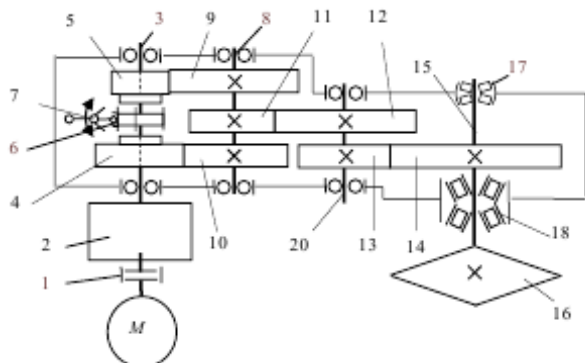


Рис. 6. Схема привода гусеницы горной машины с использованием на быстроходной ступени циклоидального редуктора

Таким образом, анализ конструктивных особенностей приводов гусениц проходческих комбайнов показывает, что они обеспечивают значительное передаточное отношение, поэтому включают в себя от 4 до 7 ступеней цилиндрических передач.

Эффективность редукторов может составлять 0,8 – 0,9. Учитывая, что проходческие комбайны представляют собой тихоходные мобильные машины, этот показатель не влияет на их общую эффективность. Сложность конструкций отражается на стоимости изготовления, а также показателях надежности изделий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ приводов гусениц подземных мобильных машин показывает, что есть пути их модернизации на основе использования новых технических решений и механизмов, обеспечивающих малые технологические скорости движения, материалоемкость и стоимость, высокий КПД и надежность, перспективные для реализации особо больших передаточных отношений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казаченко, Г.В. Опорно-ходовые устройства горных машин. / Г.В. Казаченко, В.Я. Прушак, Г.А. Басалай, Е.В. Щерба – Мн. : Энергопринт, 2016. – 207 с.

2. Казаченко, Г.В. Горные машины. Ч.1 Основы теории. / Г.В. Казаченко, В.Я. Прушак, Г.А. Басалай, В.Я. Щерба : под общ. ред. В. Я. Прушака. – Мн. : Вышэйшая школа, 2018. – 183 с.

3. Казаченко, Г.В. Горные машины. Ч.2 Машины и комплексы для добычи полезных ископаемых. / Г.В. Казаченко, В.Я. Прушак, Г.А. Басалай: под общ. ред. В. Я. Прушака. – Мн. : Вышэйшая школа, 2018. – 228 с.