

## *Литература*

1. Волков Д.П. Динамика и прочность многоковшовых экскаваторов и отвалообразователей / Д.П. Волков, В.А. Черкасов. - М.: Машиностроение, 1969. - 408 с.
2. Падерни Р.Ю. Горные машины / Р.Ю. Падерни. - М.: Недра, 1980. - 390 с.
3. Казаченко Г.В., Басалай Г.А. Основные параметры экскаватора и его устойчивость / Горная механика. - № 4. – 2008. - С. 87-93.

УДК 622.112

### **МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИВОДА КОЛЕС ШАХТНОГО САМОХОДНОГО ВАГОНА**

студенты 5-го курса Загоровский Ю.В., Матусович Э.В.

*Научные руководители – канд. техн. наук, доцент Таяновский Г.А.,  
старший преподаватель Басалай Г.А.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

На калийных рудниках для доставки отбитой проходческим комбайном горной массы к конвейерам на расстояния до 200 метров используют колесные самоходные шахтные вагоны (ШВС).

Вагон применяется в составе проходческих и проходческо-очистных комплексов совместно с комбайнами ПКС-8МА и КРП-3, имеющих исполнительный орган в виде соосных роторов; с комбайнами «Урал-60», «КПО-10,5», «Урал-20Р», имеющих планетарно-дисковый исполнительный орган; а также с комбайнами избирательного действия типа КСП и КИД-220; с бункерами-перегрузжателями типа «БП-14М», с аналогичным по конструкции самоходным вагоном типа ВС-17, в том числе и с погрузочными

машинами типа ПНБ и ППМ, то есть он является средством призабойного транспорта.

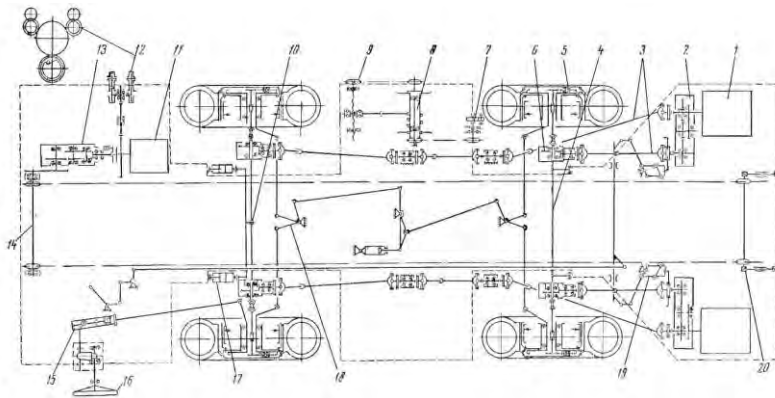
Отечественные вагоны типа ВС (ОАО «Рудгормаш», г. Воронеж) согласно типажному ряду имеют грузоподъемность 5, 10, 15, 20 и 25 т. Наибольшее распространение на калийных шахтах получили вагоны 5ВС-15РВ (пятая модель вагона самоходного грузоподъемностью 15 т в рудничном взрывобезопасном исполнении) и вагон 5ВС-15М (модернизированный). Эти вагоны преодолевают уклон до 15°, длина их доставки до 200 м, производительность 450—800 т/смену. Разрабатывается самоходный вагон с электрическим приводом грузоподъемностью 25 т. Для угольных шахт начат выпуск самоходных вагонов 10ВС-15.

Привод самоходного вагона может быть электрическим с питанием по кабелю или дизельным. Отечественные самоходные вагоны имеют электрический привод с двигателями постоянного тока с последовательным возбуждением или переменного тока с асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором (подвышенным скольжением (до 14 %), многоскоростные, частотно-регулируемые). В процессе движения вагона питающий кабель сматывается или наматывается на кабельный барабан, снабженный кабелеукладчиком, обеспечивающим постоянное натяжение и равномерную навивку кабеля на барабан.

Вагон (Рисунки 1 и 2) состоит из самоходного шасси, обычно четырехколесного, со всеми ведущими и всеми управляемыми колесами, кузова со скребковым конвейером, привода, трансмиссии и органов управления.



Рисунок 1 – Самоходный шахтный вагон 5BC-15М с донным конвейером



1 - двигатель хода; 2 - редуктор хода; 3 - карданные передачи; 5 - планетарный механизм; 6 - конический редуктор; 7 - привод кабельного барабана; 8 - кабельный барабан; 9 - кабелеукладчик; 10 - передний мост; 11 - двигатель конвейера; 12 - маслонасосы; 13 - редуктор конвейера; 14 - приводной вал конвейера; 15 - распределитель рулевого управления; 16 - рулевая колонка; 17 - гидроцилиндры подъема конвейера; 18 - рулевое управление; 19 - стояночный тормоз; 20 - натяжной вал конвейера

Рисунок 2 – Кинематическая схема самоходного вагона типа ВС с донным конвейером и электрическим приводом

Привод колес вагона осуществляется от асинхронных электродвигателей по бортам, что обуславливает большую динамичность его трогания с места и остановки и высокую нагруженность приводов колес.

Колесный движитель выполнен по схеме 4x4 со всеми управляемыми колесами, что обеспечивает высокие тяговые показатели (особенно при преодолении подъемов до 15<sup>0</sup>) и маневренность в стесненных условиях горных выработок, особенно на участок сочленения очистных штреков с магистральными выработками в местах перегрузки руды на конвейерный транспорт.

Привод колес обеспечивается независимыми кинематическими цепями по левому и правому бортам. Каждый из приводов включает в себя электродвигатель, раздаточный редуктор, систему раздаточных КТВ (карданных телескопических валов), два конических редуктора, два карданных валов равных угловых скоростей, две колесные планетарные передачи, а также стояночные и рабочие тормоза.

#### **Тиристорное устройство плавного пуска асинхронного электродвигателя**

Устройства плавного пуска (УПП) широко применяются в различных электроприводах. Структурная схема разработанного УПП приведена на рисунке 3, а диаграмма работы УПП – на рисунке 4. Основой УПП являются три пары встречно-параллельных тиристоров VS1 – VS6, включенных в разрыв каждой из фаз. Плавный пуск осуществляется за счёт постепенного увеличения прикладываемого к обмоткам электродвигателя сетевого напряжения от некоторого начального значения  $U_{нач}$  до номинального  $U_{ном}$ . Это достигается путём постепенного увеличения угла проводимости тиристоров VS1 – VS6 от минимального значения до максимального в течении времени  $T_{пуск}$ , называемого временем пуска.

Обычно значение  $U_{нач}$  составляет 30...60% от  $U_{ном}$ , поэтому пусковой момент электродвигателя существенно меньше, чем в случае подключения электродвигателя на полное напряжение сети. При этом происходит постепенное натяжение приводных ремней и плавное зацепление зубчатых колес редуктора. Это благоприятно сказывается на снижении динамических нагрузок электропривода и,

как следствие, способствует продлению срока службы механизмов и увеличению интервала между ремонтами.

Применение УПП также позволяет снизить нагрузку на электросеть, поскольку в этом случае пусковой ток электродвигателя составляет 2 – 4 номинала тока двигателя, а не 5 – 7 номиналов, как при непосредственном пуске. Это важно при питании электроустановок от источников энергии ограниченной мощности, например, дизель-генераторных установок, источников бесперебойного питания и трансформаторных подстанций малой мощности (особенно в сельской местности). После завершения пуска тиристоры шунтируются байпасом (обходным контактором)  $K$ , благодаря чему в течение времени  $T_{\text{раб}}$  на тиристорах не рассеивается мощность, а значит, экономится электроэнергия.

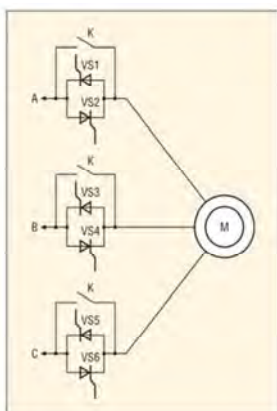


Рисунок 3 – Структурная схема УПП

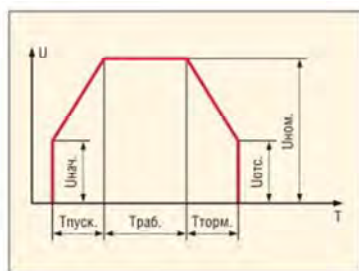


Рисунок 4 – Диаграмма работы УПП

При торможении двигателя процессы происходят в обратном порядке: после отключения контактора  $K$  угол проводимости тиристоров максимален, напряжение на обмотках электродвигателя равно сетевому за вычетом падения напряжения на тиристорах. Затем угол проводимости тиристоров в течение времени  $T_{\text{торм}}$  уменьшается до минимального значения, которому соответствует напряжение отсечки  $U_{\text{отс}}$ , после чего угол проводимости тиристоров становится равным нулю и напряжение на обмотки не подается.

### **Модернизация привода колес шсв**

Динамические нагрузки в приводе колес возрастают с увеличением ускорений вагона при трогании с места и разгоне, а также при торможении. Поэтому реальный путь снижения таких нагрузок состоит в управлении темпом нарастания крутящего момента, передаваемого от электродвигателя к первичному валу привода колес в начале трогания и согласования работы электродвигателя и привода при торможении. При этом числовые значения допустимых ускорений самоходного вагона можно принять по аналогии с тягово-транспортными полноприводными колесными низкоскоростными машинами, для которых такие уровни ускорений достаточно исследованы и обоснованы.

Технические средства, позволяющие достичь приемлемого по критериям динамической нагрузки и ускорения водителя закона набора скорости вагоном, достаточно разнообразны, однако все требуют дополнительных затрат. Поэтому необходимы исследования эффективности предлагаемых технических решений.

В период трогания с места и разгона ( $t_p$ ) ускорение вначале растет до значения  $a$ , затем остается некоторое время ( $t_2$ ) постоянным, а далее убывает до нуля ( $t_3$ ). После чего необходимое для преодоления пути время ( $t_4$ ) вагон движется с установившейся рабочей скоростью  $v$  до начала торможения. При торможении ускорение меняет знак, причем также вначале оно растет ( $t_5$ ), в период  $t_6$  - остается постоянным, а к окончанию торможения ( $t_7$ ) уменьшается до нуля.

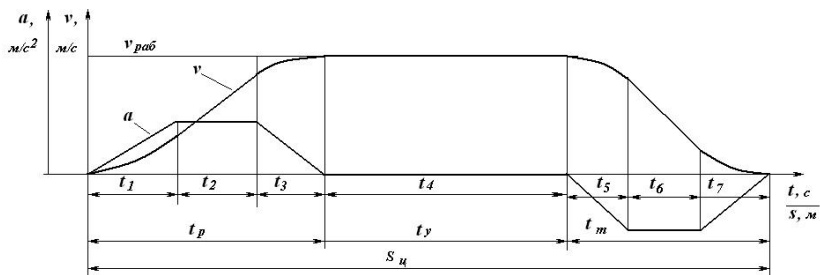


Рисунок 5 – Изменения ускорения и скорости самоходного вагона

Как следует из наблюдений за нагрузками в приводах колес их максимальные значения соответствуют периодам  $t_1$  и  $t_5$ , а в периоды  $t_2$  и  $t_6$  они превышают нагрузки, характерные для периодов  $t_3, t_4, t_7$ . Следовательно, необходимы такие усовершенствования штатных приводов колес самоходного вагона, которые обеспечат приемлемую динамику нагрузок на привод и допустимые по санитарным нормам уровни продольных колебаний водителя как раз в периоды  $(t_1 - t_2)$  и  $(t_5 - t_6)$ .

В работе рассмотрены потенциальные возможности нескольких вариантов технических решений, способных обеспечить целесообразный характер динамики движения и нагрузок в трансмиссии самоходного вагона:

- а) вариант использования гидроаккумуляторов;
- б) применения гидроходообразователей;
- в) использования объемных гидромеханических передач (ОГМП) – так называемых двухпоточных передач;
- г) применения фрикционных управляемых муфт. Информация по разработанным схемам двухпоточных приводов колес.

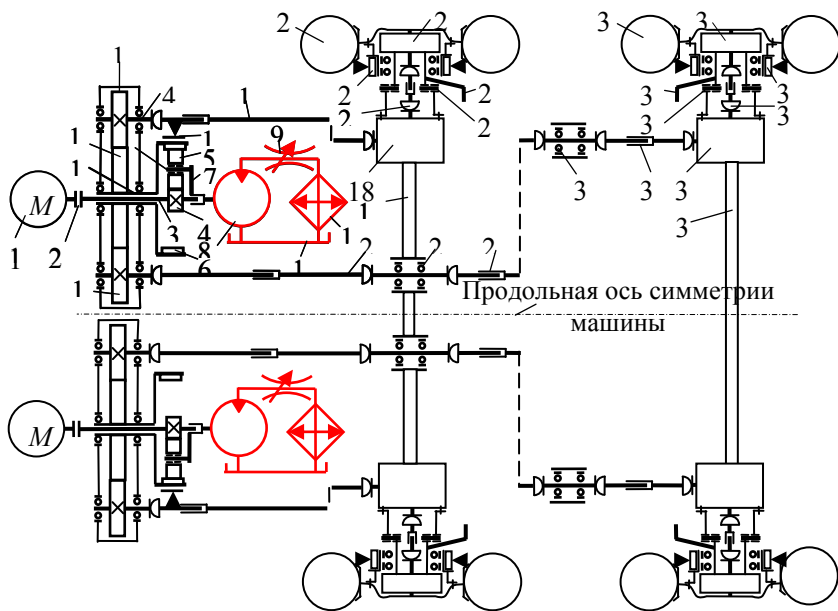


Рисунок 6 – Кинематическая схема ШСВ с ручным регулированием

Общей конструктивной особенностью разработанных схем двухпоточных приводов колес является то, что модули установлены в дополнение к распределительным редукторам кинематических цепей приводов ближнего и дальнего колес левого и правого бортов.

Каждая из них обладает существенным преимуществом перед тиристорным плавным пуском асинхронного электродвигателя, так как в них используется дополнительная энергия гидромоторов, приводимых в действие от бортовой гидросистемы машины, которая в период трогания с места и разгона находится в пассивном состоянии. Отметим, что бортовая гидросистема машины обеспечивает вращение ведущего вала скребкового конвейера только в моменты загрузки руды в бункер из бункера-накопителя проходческого комбайна и ее выгрузки в бункер-перегрузатель на магистральный ленточный конвейер.

Оптимизация параметров основных элементов каждой из четырех предложенных схем зависит от конструктивных особенностей и эксплуатационных условий работы ШСВ.



## Тягово-динамическая характеристика самоходного шахтного вагона

Методика построения тягово-динамической характеристики (ТДХ) самоходного шахтного вагона (ШВС) базируется на известной методике для колесных машин с двигателями внутреннего сгорания. Однако специфика механической рабочей характеристики асинхронного электродвигателя (ЭЛД) с изменяемым числом пар полюсов для получения трех передач, от которого приводятся колеса ШВС (в нашем случае используются два ЭЛД, по одному на каждый борт ШВС (Рис. 7), вносит некоторые особенности в построение ТДХ ШВС.



Рисунок 7 – Привод колес шахтного самоходного вагона ВС-17

В ШВС, например, ВС-17 его ЭЛД, обеспечивающие три рабочие передачи, имеют три скоростных рабочих диапазона. Как известно, динамический фактор  $D$  равен отношению определяемого ЭЛД ШВС потенциального суммарного тягового усилия  $P_{\Sigma}$  колес движителя за вычетом аэродинамического сопротивления  $P_w$  к текущему весу  $G_{\text{ваг}}$  самоходного вагона как машины переменной массы. В связи с двумя характерными эксплуатационными состояниями ШВС: порожним и полностью груженым имеет практический интерес определение ТДХ для этих двух состояний.

Полезность ТДХ ШВС состоит в наглядности оценки эффективности вагона в преодолении всего спектра условий движения, различающихся по уклону  $\alpha$  и сопротивлению качению  $f$  колес на различных поверхностях движения, в зависимости от скорости движения  $V$ . ТДХ необходима при обосновании выбора устанавливаемых на ШВС ЭЛД, чтобы гарантировать требуемый по условиям эксплуатации потенциал проходимости машины ТДХ уже на стадии создания ШВС. ТДХ строится с допущением об отсутствии кинематического рассогласования окружных скоростей передних и задних колес между собой и между колесами разных бортов.

### **Особенности построения ТДХ Колесной машины с электродвигателем**

На рисунке 8 показан общий вид механической характеристики приводного ЭЛД, там же обозначено:  $n, n_{ох.мах}, \Delta n_{ном}$  – частота вращения, частота при холостом ходе, диапазон изменения частоты при установившихся режимах нагружения ЭЛД со стороны потребителя на высшей передаче;  $M, M_{пуск}, M_{критич}, M_{ном}, \Delta M_{ном}$  – крутящий момент, момент при пуске, критический номинальный крутящий момент, диапазон изменения момента в диапазоне эксплуатационных режимов нагружения на высшей передаче ЭЛД;  $\eta$  – КПД ЭЛД.

Механическая характеристика асинхронного двигателя выражает зависимость между электромагнитным моментом  $M$  и частотой вращения  $n$ , либо скольжением  $s$ . Скольжение – это величина, которая показывает, насколько частота вращения магнитного поля опережает частоту вращения ротора.

Проведя расчеты по определению моментов для диапазона рабочих частот вала электродвигателя, строим механическую характеристику (рис.8). Однако для построения ТДХ ШВС необходима скоростная характеристика, которую получим перестроением из механической характеристики электродвигателя по упомянутым расчетным данным (рис. 9).

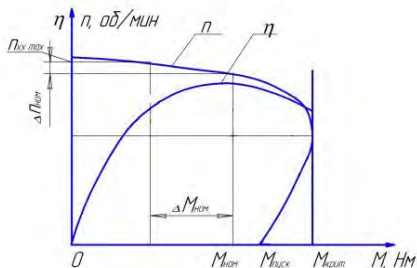


Рисунок 8 – Механическая характеристика асинхронного электродвигателя

Используемые рабочие участки этих характеристик, при длительной эксплуатации ЭЛД, начинаются при некоторых значениях частоты вращения ротора электродвигателя, которые незначительно отстают от частот вращения при критических значениях моментов.

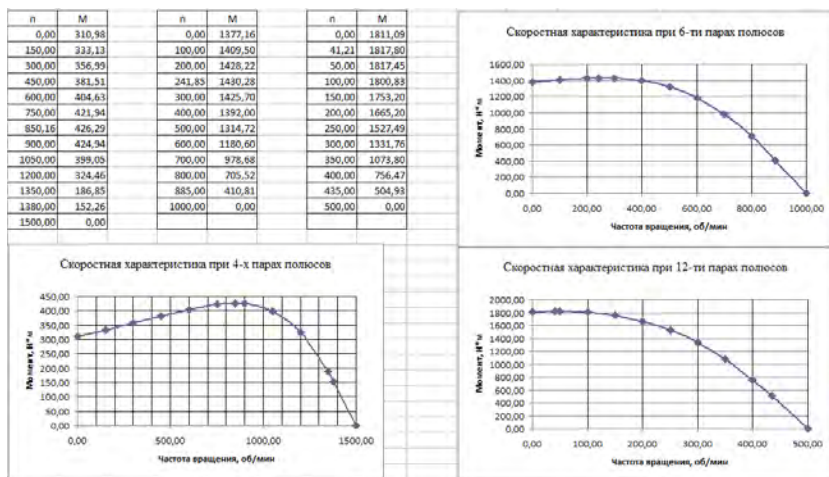


Рисунок 9 – Скоростные характеристики ЭЛД АВТ15-4/6/12

В случае оборудования ШВС, например как у вагона 15ВС-5М, ЭЛД с частотным регулированием, которые имеют механическую характеристику, характер которой показан на рисунке 5, ТДХ

строится аналогично для выбранного набора частот  $f$ , а затем проводится огибающая кривая, которая и будет очерчивать зону тягово-динамического потенциала такого ШВС.

Благодаря механической характеристике, появляется возможность определить, к какому варианту привода колес ШВС больше подходит двигатель, на каком участке сохраняется его устойчивая работа, оценить перегрузочную способность и другое.

УДК 347.998.72

## **ПРАВОВОЙ СТАТУС ТРЕТЕЙСКИХ СУДОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

соискатель Иванова Т.В.

*Научный руководитель – канд. юр. наук, доцент Дубовицкий В.Н.*  
Белорусский государственный университет

Минск, Беларусь

Развитие третейского суда, как альтернативы государственному суду практически во всех государствах рассматривается как позитивное явление, способствующее значительному облегчению бремени, лежащего на государственном правосудии в сфере разрешения конфликтов, возникающими между участниками хозяйственного оборота. Большинство государств закрепило юридическую допустимость третейского судопроизводства. В концентрированном виде эти положения нашли свое отражение в таких нормах международного частного права как: Типовой закон ЮНСИТРАЛ о международном коммерческом арбитраже, Нью-Йоркская конвенция ООН 1958 г. о признании и приведении в исполнение иностранных арбитражных решений, Женевская Европейская конвенция 1961 г. о внешнеторговом арбитраже [1].

В Республике Беларусь третейское судопроизводство регламентирует Закон РБ «О третейских судах» № 301-3 от 18.07.2011 г., вступивший в силу 26.01.2012 г., Постановление