УДК 621.335.1

**В.С.БЕРСЕНЕВ**
*Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)*

# РЕГУЛИРОВАНИЕ ДАВЛЕНИЯ ГЛАДКИХ ПРИВОДНЫХ КОЛЕС НА РЕЛЬС

Рассмотрены схемы механизмов, позволяющих осуществлять автоматическое регулирование давления гладких приводных колес на рельс в зависимости от величины сопротивления поезда и создаваемого этими колесами тягового усилия. Воздействующий на приводные колеса крутящий момент обеспечивает реализацию постоянного по величине коэффициента сцепления приводных колес с рельсом в режиме упругого скольжения при любых рабочих нагрузках.

Design circuits of mechanisms are studied which allow to carry out an automatic pressure control of plain wheels on a rail, as a function of resistance value of a train, size of the trust and of a twisting moment, which provides constancy of the coupling factor in a mode of elastic sliding at any working loadings.

Большинство самоходных рельсовых транспортных устройств создают движущее усилие за счет прижимаемых к рельсу силой тяжести повозки гладких приводных колес. При этом возникает противоречие между переменным по величине сопротивлением поезда и постоянным всегда вертикальным по направлению сцепным весом самоходной повозки. При перегрузках возникают пробуксовки приводных колес, а угол наклона путей имеет жесткие ограничения.

Так как сила тяги самоходной повозки преодолевает переменное по величине сопротивление поезда, то при постоянном по величине сцепном весе самоходной повозки коэффициент сцепления гладких приводных колес с рельсом представляет собой переменную величину. Коэффициент сцепления зависит от скольжения приводных колес относительно рельса. При работе приводных колес в зоне упругого скольжения при постоянном сцепном весе с ростом силы тяги происходит увеличение упругого скольжения и реализуемого коэффициента сцепления. После достижения предельного значения силы тяги происходит переход процесса сцепления в зону комбинированного скольжения приводных колес. Коэффициент сцепления начинает уменьшаться и создаются условия перехода приводных колес в режим буксования или юза.

Увеличение сопротивления поезда и соответственно силы тяги при постоянном сцепном весе может привести к переходу в режим комбинированного скольжения и буксованию приводных колес. Поэтому необходимо сохранение устойчивого режима путем регулирования давления $N$ приводных колес на рельс в соответствии с изменениями сопротивления поезда. При этом обеспечивается постоянство реализуемого коэффициента сцепления $j$ и надежное сцепление приводных колес с рельсом при режимах в пределах прочности наиболее нагруженных деталей.

Регулируемое давление приводных колес на рельс будет больше силы тяжести самоходной повозки. При создании новых тяговых устройств приводные и опорные колеса следует располагать с двух сторон рельса.

Зависимость для определения передаточного числа регулирующего механизма.

$$m = N / W = 1/(j - S_R),$$

где $j$ – коэффициент сцепления приводных колес с рельсом; $N$ – регулируемое давление приводных колес на рельс; $W$ – суммарное



*Санкт-Петербург. 2004*

сопротивление поезда; $S_R$ – суммарный коэффициент удельного сопротивления в зоне контакта приводных колес с рельсом*, от трения качения, поперечного скольжения, геометрического скольжения и продольного скольжения приводных колес.

Первая группа тяговых устройств** с регулируемым давлением колес на рельс была выполнена в виде плоских шарнирно-рычажных механизмов, расположенных в плоскости оси головки рельса. Синхронность регулирования давления приводных колес на рельс с изменениями сопротивления поезда обеспечена использованием для передачи силы тяги и сопротивлений поезда параллельных рельсу составляющих, действующих на элементы тягового устройства сил, а при работе регулирующего механизма перпендикулярных рельсу составляющих тех же сил.

Тяговые устройства надежно работали при расчетной силе тяги от 2000 до 80000 Н, обеспечивали работу приводных колес в режиме упругого скольжения и выдерживали перегрузки, достигавшие четырехкратной величины.

В процессе износа ходовых частей или изменения размера головки рельса по его длине передаточное число регулирующего механизма будет оставаться постоянным, так как при возможном повороте угловых рычагов при перпендикулярности их плеч не изменится по величине.

К недостаткам такого тягового устройства следует отнести отсутствие учета сопротивлений от параллельной рельсу составляющей силы тяжести самого тягового устройства при движении самоходной повозки по наклонным участкам пути, а также сопротивлений от сил инерции тягового устройства при неустановившемся движении самоходной повозки.

Следующим этапом развития рассматриваемых тяговых устройств следует считать реализацию способа регулирования давления приводных колес на рельс в зависимости от создаваемой ими силы тяги. Этот способ основан на том, что суммарное сопротивление поезда $W$ равно по абсолютной величине создаваемой приводными колесами полезной силе тяги $W_т$.

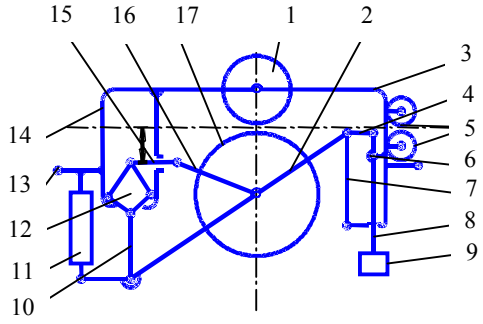



Рис.1. Монорельсовый тягач с регулированием давления приводного колеса в зависимости от создаваемой им силы тяги

Монорельсовый тягач (рис.1) обеспечивает использование полезной силы тяги $W_т$ при регулировании давления приводных колес на рельс. Опорные колеса 1 и фиксирующие ролики 5 смонтированы на расположенных с двух сторон монорельса балках рамы 3 тягача. Балки рамы соединены огибающими снизу монорельс хомутами 8 и 14. Нижняя часть хомута 8 перпендикулярным рельсу шарнирным стержнем 7 соединена с правым концом подвижного рычага 2 с приводным колесом 17 и его приводом. Параллельным рельсу шарнирным стержнем 15 конец кронштейна 16 рычага 2 соединен с вершиной Т-образного углового рычага 12, короткие плечи которого расположенными на их концах сухарями опираются на овальные гнезда в нижней части хомута 14.

Регулирующий давление приводного колеса 17 на рельс механизм состоит из рычагов 2 и 12. Так как передаточное число рычага 2 зависит от направления полезной силы $W_т$, с учетом направления силы $W_т$ должно быть переменным передаточное число Т-образного углового рычага 12. В зависимости от направления вращения приводного колеса 17 в тяговом режиме это передаточное число равно отношению плеч рычагов 11 и 10, или 4 и 13.

* *Берсенев В.С.* Переходные режимы работы локомотива с гладкими ведущими колесами / Зап. ЛГИ. 1970. Т.60. Вып.1.

** *Берсенев В.С.* О развитии рельсовых транспортных устройств с гладкими ведущими колесами / Зап. ЛГИ. 1970. Т.60. Вып.1.

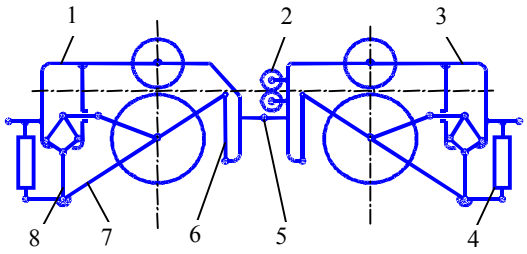



Рис.2. Монорельсовый тягач двойной тяги

Итак, при работе тягача создаваемую приводным колесом 17 полезную силу тяги $W_т$ шарнирный стержень 15 передает на вершину Т-образного углового рычага 12, который создает перпендикулярное рельсу усилие и передает его на левый конец рычага 2 через шарнирный стержень 10. Рычаг 2 преобразует это усилие в необходимое для надежного сцепления колеса 17 с рельсом нормальное усилие $N$.

Возникающие при движении тягача по наклонным участкам пути сопротивления от силы тяжести рычага 2 с установленными на нем деталями и узлами, а также сопротивления от их силы инерции при неустановившемся движении тягача уравновешивает рычаг 9 с помощью груза. Рычаг 9 передает эти сопротивления через шарнир 6 и раму тягача 3 на соответствующее овальное гнездо хомута 14, где оно суммируется с остальными сопротивлениями поезда. Рычаг 9 с грузом может быть выполнен в виде грузовой люльки или площадки для установки электрооборудования привода.

Рассмотренный здесь способ регулирования давления приводных колес на рельс может быть использован при создании двухколесных тяговых устройств. В этом случае опорное колесо заменяют вторым приводным колесом с индивидуальным приводом, а сцепные устройства располагают по направлению рельса или заменяют двумя силовыми связями, параллельными рельсу и расположенными в его плоскости.

На рис.2 приведена конструктивная схема монорельсового тягача двойной тяги, состоящего из двух секций 1 и 3 в виде тягачей, соединенных шарниром 5 с тремя степенями свободы. Над шарниром расположены фиксирующие ролики 2, установленные на секции 3. Каждая секция имеет приспособления начального затяга 4, пружины которых служат также для восприятия части силы тяжести узлов рычагов 7 приводных колес. Приводные колеса для устранения помех при движении по вертикальным закруглениям пути расположены в одной перпендикулярной рельсу плоскости с опорными колесами. Шарнирные стержни 6 выполнены работающими на сжатие, что при работающих на растяжение стержнях уменьшает помехи при возможном смещении приводных колес вдоль рельса при упругих деформациях и износе колес.

Два приводных колеса секций с индивидуальными приводами обеспечивают спокойное движение тягача по стрелочным переводам и стыка рельсов и повышают устойчивость сцепления приводных колес с рельсом. Шарнир облегчает движение секций по закруглениям пути и дефектам рельсов.

На фиксирующих роликах 2 происходит взаимное уравновешивание реакций, возникающих при передаче создаваемой секциями силы тяги. Поэтому нагрузка на ролики в вертикальной плоскости носит случайный характер.

Приводное колесо секции 1 принимает на себя преодоление сопротивлений этой секции кроме сопротивлений подвижного рычага 7 с установленными на нем узлами и деталями, а также всех сопротивлений секции 3 и состава прицепленных к тягачу вагонеток. При этом приводное колесо секции 3 принимает участие в преодолении сопротивлений этой секции, кроме сопротивлений рычага 7 с установленными на нем узлами и деталями, а также всех сопротивлений секции 1 и состава вагонеток.

Перекрестный способ участия в преодолении неучтенных сопротивлений соседней секции может быть распространен на условия работы двух тяговых устройств любого типа, перемещающих грузовую платформу или состав вагонеток.

Особенности монорельсового тягача позволяют рекомендовать его для преимущественного применения на трассах монорельсовых путей любой сложности, включающих наклонные и вертикальные участки.

Другой способ регулирования давления приводных колес на рельс основан на использовании в качестве исходной величины для приведения в действие регулирующего механизма воздействующего на приводные колеса крутящего момента. Конструктивная схема тягового устройства этого типа основана на использовании реактивного момента, действующего на редуктор привода тягового колеса. Корпус редуктора выполнен с возможностью поворота и от вращения удерживает его шарнирный стержень, передающий реактивное усилие на регулирующий механизм тягового устройства. Вторая конструктивная схема основана на использовании в передаче привода дифференциала, момент на одном из выходных валов которого использован при приведении в действие механизма регулирования давления приводных колес на рельс.