

ПОВЫШЕНИЕ ПРОХОДИМОСТИ ГУСЕНИЧНЫХ ЛПТ (ЛЗМ)

Войнаш А.С.

Рассмотрены пути повышения проходимости за счет конструктивных мероприятий в системах базового тракторе и лесотехнологическом оборудовании манипуляторного типа.

Более 50% площадей лесных районов Российской Федерации покрывают грунты, неблагоприятные для движения самоходной лесозаготовительной техники, поэтому важным требованием к лесопромышленным тракторам (ЛПТ) является их высокая проходимость.

Известно несколько типов высокопроходимых гусеничных машин (бронетанковая техника, снегоходные и болотоходные машины), в конструкции которых реализованы те или иные мероприятия по повышению проходимости. Однако, анализируя вопросы проходимости гусеничных ЛПТ и лесозаготовительных машин (ЛЗМ) на их базе, следует иметь в виду определенные специфические особенности эксплуатации, которые не позволяют переносить известные технические решения без глубокой критической оценки.

В настоящее время под проходимостью лесных машин принято понимать способность устойчиво двигаться в наиболее тяжелых условиях эксплуатации, обеспечивая при этом заданный экономический эффект [1, с.264].

Данное определение предполагает не просто проезд ЛПТ (ЛЗМ) по определенному участку местности, но и реализацию сил тяги, достаточных для совершения при этом экономически целесообразного объема полезной работы.

Представим мысленно тягово-транспортную ЛЗМ, совершающую грузовой ход с номинальной рейсовой нагрузкой $Q_{ном}$ по магистральному волоку, проложенному на участке местности с водонасыщенным грунтом. Из-за низкой несущей способности грунта машина прорезает глубокую колею, садится на днище и теряет подвижность. Проводя уменьшение рейсовой нагрузки, получим, например, что при нагрузке $Q = 0,1 \cdot Q_{ном}$ движение машины возможно. Означает ли это, что в последнем случае проходимость машины обеспечена? Во-первых, целесообразно оценить приемлемость затрат на совершение транспортной работы. Во-вторых, следует учесть, что по данному участку магистрального волока тягово-транспортная ЛЗМ должна пройти много-

кратно (согласно данным реальной эксплуатации от 20 до 40 раз). Очевидно, что названные факторы (движение с рейсовой нагрузкой приемлемой величины, многократность проходов) существенно ужесточают проблему проходимости ЛПТ (ЛЗМ) по сравнению, скажем, с бронетанковой техникой.

Проблема проходимости ЛПТ (ЛЗМ) является многоплановой и включает в себя вопросы преодоления сосредоточенных препятствий (например, пней, камней, валежин, рвов, глубокого снежного покрова и т.п.), движения по пересеченной местности (с преодолением затяжных подъемов) и обеспечения подвижности на грунтах с низкой несущей способностью (по рыхлому снегу, водонасыщенному грунту и т.п.).

В связи с этим оценка проходимости ЛПТ (ЛЗМ) проводится по методикам, учитывающим различные критерии и показатели, среди которых можно выделить геометрические (дорожный просвет, радиусы продольной и поперечной проходимости, углы въезда и т.д.) и тягово-опорные (среднее удельное давление на грунт, динамический фактор на низших передачах трансмиссии и т.д.) показатели.

Одним из важных геометрических параметров проходимости является дорожный просвет – наименьшее расстояние между точками нижнего контура машины или ее днищем и поверхностью полотна пути без погружения движителя в грунт. Большой дорожный просвет позволяет ЛПТ (ЛЗМ) преодолевать глубокий снежный покров или заболоченные участки пути не вывешиваясь на поверхности опорного массива, а также переезжать через пни, валуны и другие пороговые препятствия, не теряя сцепление с грунтом.

Для современных гусеничных ЛПТ производства Алтайского (АТЗ) и Онежского (ОТЗ) тракторных заводов согласно техническим характеристикам дорожный просвет соответственно равен 490 и 555 мм. В действительности такой просвет получается только на части портала между гусеницами. Так, для ЛПТ ОТЗ около 70% площади портала имеет высоту дорожного просвета 490 мм, 30% -

350 мм, что обусловлено выступанием в межгусеничное пространство элементов подвески ходовой системы и трансмиссии (корпусов конечных передач).

Так, по данным ЦНИИМЭ, через 8 ... 12 проходов трактора ТБ-1М производства ОТЗ нижние головки крепления осей балансиров врезаются в грунт между колеями гусениц, т.е. возникает "якорный" эффект – посадка деталей подвески на внутреннюю часть грунта. Это приводит к резкому увеличению сопротивления движению трактора и снижению его проходимости.

АТЗ проведен комплекс конструкторских работ по оптимизации абриса межгусеничного пространства. С целью устранения бульдозерного эффекта, создаваемого корпусами бортовых передач, они повернуты на определенный угол. При этом ось ведущих звездочек на тракторе ТТ-4М смещена по сравнению с трактором ТТ-4 вверх на 87 мм и назад на 40 мм, угол наклона задних ветвей гусениц возрос до 30°. Снижение выступания элементов подвески в межгусеничное пространство достигается применением укороченного шарнира оси балансира или отказом от традиционного схемы опоры балансира в виде радиального шарнира скольжения и переходом к торцевому шарниру. Функциональные исследования проходимости ЛПТ с улучшенным абрисом дорожного просвета выявили эффективность этого мероприятия: количество проходов трактора до возникновения "якорного" эффекта, сопровождаемого полным буксованием, возросло не менее, чем в 1,1 раза. Уменьшение числа контактов элементов подвески с сосредоточенными препятствиями (пнями) ведет к росту производительности трактора (за счет увеличенной средней скорости движения на лесосеке) и его надежности.

Традиционным показателем, применяемым для оценки проходимости, является среднее удельное давление q :

$$q = \frac{G}{2 \cdot L \cdot b}, \quad (1)$$

где G - вес ЛПТ (ЛЗМ); L - длина опорной поверхности; b - ширина гусеницы.

Простота математической формулировки, достаточный объем накопленной информации, например, по проходимости различных гусеничных машин, имеющих то или иное значение среднего удельного давления, обусловили общепринятость этого понятия, которое широко используется и в нормативных документах.

Из формулы (1) прослеживаются направления снижения среднего удельного давления:

- за счет увеличения длины опорной поверхности (продольной базы);
- за счет увеличения ширины гусеницы;
- за счет уменьшения масс ЛПТ и технологического оборудования ЛЗМ.

Рассмотрим некоторые мероприятия, в которых реализуются названные направления снижения среднего удельного давления.

Изменение продольной базы можно осуществить, вводя дополнительные опорные катки, т.е. переходя, например, для ЛПТ АТЗ от пятикатковой схемы к шести-, семи- и более.

При этом следует иметь в виду следующее:

1 Введение каждого дополнительного опорного катка влечет для ЛПТ типа ТТ-4М прирост конструктивной массы в среднем на 0,5 т, что снижает эффект рассматриваемого решения.

2 Увеличение продольной базы L при неизменной колее B ухудшает поворотливость ЛПТ (ЛЗМ), особенно на слабых грунтах, характерных для работы в лесу, приводя к повышенному буксованию гусеничного движителя, что снижает проходимость за счет роста колеи благодаря выносу грунта из-под опорной поверхности.

Расчеты показали, что переход, например, к шестикатковой схеме подвески приводит к полукратному увеличению радиуса крутого поворота на слабых грунтах и связанной с этим работы буксования. Негативный с точки зрения проходимости результат может быть скомпенсирован увеличением колеи B ЛПТ, хотя очевидно, что ЛПТ с увеличенной колеей будет являться принципиально новой машиной со своими массо-габаритными показателями.

Известны работы ОТЗ по увеличению продольной базы L за счет установки дополнительных опорных катков. На испытаниях серийного трактора ТДТ-55А с проставкой в раме, позволяющей установить третью подпрессоренную каретку (отношение $L / B = 2,31$), был получен следующий результат: трактор свободно прошел по болоту и с плавными поворотами вышел на дорогу, поворот на месте трактору не удался (для этого трактора расчетный минимальный радиус поворота $R = 13,2$ м).

Оценивая в целом рассматриваемое мероприятие "изменение продольной базы" можно сделать вывод о его достаточной про-

тиворечивости, целесообразности его реализации в совокупности с другими мероприятиями.

Опускание направляющего колеса является в известной мере альтернативой рассмотренному выше мероприятию. В целом возможны два варианта данного мероприятия:

- жесткое закрепление опущенного направляющего колеса;
- установка направляющего колеса с возможностью принудительного опускания на слабых грунтах и подъема при крутых поворотах или преодолении препятствий.

Очевидно, что при первом варианте конструкционная масса ЛПТ практически не изменяется. Однако, при этом сохраняется и недостаток рассмотренного выше мероприятия - неудовлетворительная поворотливость на слабых грунтах. Кроме того, значительное уменьшение угла подъема передней ветви гусеницы α приведет к повышенным сопротивлениям передвижению в болотистых районах за счет нагромождения призм грунта впереди ЛПТ, что отмечалось, в частности, при эксплуатации трактора ТМЛ-110 (угол $\alpha = 4,5^\circ$). В известных работах ОТЗ также наблюдался аналогичный бульдозерный эффект при движении трактора ТДТ-55А с установленным пятым дополнительным неподрессоренным опорным катком, приподнятым над опорной поверхностью на 80 мм.

Следует отметить также, что опущенное направляющее колесо ограничивает способность ЛПТ (ЛЗМ) к преодолению высоких препятствий, что является существенным недостатком при работе в специфических условиях лесосеки.

Конструкции по второму варианту опускания направляющего колеса лишены указанных недостатков. Из патентной литературы известен целый ряд технических решений - аналогов: а.с. СССР №№ 215730, 372108, 383645, 592656, 677979, 710858, 779155, 806517, 1121169, 1137007, 1583320 и др.

Достаточная конструктивная сложность и неотработанность схемных решений на надежность обусловили отсутствие за редким исключением (болотоходные тракторы ВгТЗ) на серийных гусеничных тракторах подобных конструкций с принудительным подъемом - опусканием направляющего колеса. В целом, анализируемый вариант данного мероприятия "опускание направляющего колеса" заслуживает дальнейшего тщательного изучения.

Применение боковых уширителей (асимметричное звено) является достаточно известным мероприятием по увеличению ши-

рины гусеницы с целью снижения среднего удельного давления.

В звеньях гусеничной цепи по а.с. СССР №№ 196567, 1281469 использованы жесткие боковые уширители, расположенные выше основной опорной плиты звена и выполненные заодно со звеном. На грунтах с низкой несущей способностью уширители вступают в работу, снижая удельное давление под гусеницей. В звене гусеничной цепи по а.с. СССР № 1497095 аналогичный эффект достигается установкой подпружиненных относительно звена уширителей.

При исследованиях на ЛПТ АТЗ (валочно-трелевочная машина ЛП-49) асимметричных звеньев с жестким креплением уширителей при ширине гусеницы 600 мм было получено снижение колееобразования на 10 ... 13% по сравнению с гусеницей шириной 500 мм. Аналогичные результаты достигнуты и на ЛПТ ОТЗ, оборудованных асимметричными звеньями: при ширине 550 мм (ширина серийного звена 420 мм) число проходов до касания грунта днищем возросло на 11 ... 32% у трактора ТДТ-55А и на 25 ... 30% у трактора ТБ-1. Однако, по данным ЦНИИМЭ, при проверке асимметричных звеньев на тракторах ТДТ-55А, ТБ-1 и машине ЛП-49 повсеместно отмечались перекосы гусеницы с отгибами и поломкой направляющих гребней, увеличенное сопротивление самопередвижению трактора, при этом даже после специальных конструктивных изменений с целью устранения неуравновешенности асимметричных звеньев (применение разновысоких плиц) наблюдались перекосы на поверхностях различной податливости.

Снижение среднего удельного давления в принципе возможно за счет *уменьшения масс ЛПТ и технологического оборудования ЛЗМ*. Однако, практически резервы здесь в значительной мере исчерпаны. Например, 78% из всех применяемых на ЛПТ ТТ-4М сталей являются высокопрочными, а наиболее металлоемкие несущая и ходовая системы на 93% состоят из легированных сталей типа 10ХСНД, 20Г2БФЦ, 20Г1ФЛ, 35ГТРЛ и т.д. Учитывая рост энергонасыщенности и грузоподъемности ЛПТ, а также ужесточение требований по надежности, можно сделать вывод о проблематичности снижения среднего удельного давления за счет уменьшения масс ЛПТ и технологического оборудования ЛЗМ в рамках традиционных сплавов на основе железа, требуется переход на новые высокопрочные материалы на принципиально иной основе.

Анализ показывает, что заводы-изготовители ЛПТ в течение ряда лет стремились снизить среднее удельное давление на грунт под опорными катками (в основном за счет увеличения длины опорной поверхности и ширины гусениц. Однако, идущая механизация лесозаготовительных процессов приводила к появлению таких конструкций ЛЗМ, для которых названных мероприятий было явно недостаточно. Низкая проходимость существующих ЛЗМ на водонасыщенных грунтах подтверждается тенденцией по росту объемов лесозаготовок в зимнее время года. Так, если в начале 60-х годов XX века, когда механизация практически отсутствовала, на долю зимних месяцев (I и IV кварталы) приходилось 57% объема лесозаготовок по Минлеспрому СССР, а 20 лет спустя – до 70%.

Очевидно, что реальное воздействие гусеничного движителя на грунт, сопровождаемое колееобразованием, далеко не описывается таким показателем, как "среднее удельное давление". Например, проведенные ЦНИИМЭ исследования показали, что максимальные фактические удельные давления движителей ЛПТ и ЛЗМ на их базе превосходят средние значения в 1,29 ... 6,15 раза в зависимости от условий эксплуатации. Кроме того, известно, что колееобразование зависит от геометрии входа в грунт и выхода из него грунтозацепов гусеницы, устойчивости звеньев в грунте при прохождении по ним опорных катков, буксования движителя и т.д. Вне рамок показателя "среднее удельное давление" остаются и такие компоновочные параметры ЛПТ (ЛЗМ), существенно влияющие на колееобразование, как развесовка узлов, тип подвески опорных катков, тип трансмиссии и многое другое. Таким образом, объективно существует возможность повышения проходимости ЛПТ (ЛЗМ) на грунтах с низкой несущей способностью за счет поэтапного улучшения их отдельных характеристик, как в части конструкции гусеничного движителя, так и по другим направлениям.

Выше уже отмечалась неадекватность понятия "среднее удельное давление" реальным процессам взаимодействия гусеницы с грунтом. Накоплен значительный экспериментальный материал по неравномерности распределения давлений на грунт под опорными катками различных гусеничных машин, на которую влияют многие факторы:

- положение центра масс ЛПТ (ЛЗМ) относительно середины опорной поверхности;
- величина опрокидывающих моментов от технологических сил (усилий на толкателе,

нормальных и касательных усилий в механизме удержания трельюемой пачки на ЛЗМ);

- параметры подвески опорных катков (тип подвески, геометрические размеры, жесткость упругих элементов);

- параметры гусеничного движителя (мелкозвенчатость гусеничной цепи, тип шарнира) и т.д.

Так, по данным МЛТИ, смещение центра масс гусеничной машины вперед относительно середины опорной поверхности на величину $(0,05 \dots 0,09) \cdot L$, благоприятно влияет на процесс образования колеи. При наличии крюковой нагрузки, оптимальным будет еще большее смещение вперед центра масс машины. Следует отметить, что при проектировании ЛПТ ТТ-4М большое внимание уделялось оптимальной развесовке узлов базового шасси и технологического оборудования. В результате для канатно-чокерного исполнения было получено смещение центра масс вперед относительно середины опорной поверхности $0,11 \cdot L$.

Исследованиями В.А.Скотникова, М.И.Ляско, J.F.Reed и других отечественных и зарубежных ученых установлено, что вся гусеница, лежащая на грунте, участвует в передаче нормальных давлений только в случае, когда выполняется отношение:

$$L_k / t_{гус} > 1,7, \quad (2)$$

где L_k - шаг опорных катков; $t_{гус}$ - шаг гусеницы.

При этом тягово-сцепные качества гусеничного транспортного средства формируются не всей длиной опорной ветви гусеницы, а лишь ее так называемыми опорно-активными участками, непосредственно примыкающими к каткам и размер которых зависит от шага гусеницы. Для современных гусеничных ЛПТ производства АТЗ и ОТЗ отношение $L_k / t_{гус} > 4,6$. Исследованиями ЦНИИМЭ получено, что длина каждого опорно-активного участка движителя ЛПТ типа ТТ-4М составляет примерно $3 \cdot t_{гус}$.

Очевидно, что снижение максимального удельного давления на грунт возможно при удлинении опорно-активных участков движителя, в частности, за счет *перехода к гусенице с увеличенным шагом и применения большего числа катков меньшего диаметра*. Поиск работы в том направлении ведутся: один из вариантов ходовой системы перспективного ЛПТ ТЛ-6 предусматривает опорные катки диаметром $D_{оп} = 560$ мм и гусеницу с шагом $t_{гус} = 175$ мм (отношение $L_k / t_{гус} < 3,5$). Помимо необходимости разработки оригинальных конструкций узлов такой ходовой сис-

темы переход к гусенице с повышенным шагом будет сопровождаться ростом динамической нагруженности трансмиссии, что нежелательно с точки зрения ее надежности.

Анализ патентной информации показывает, что существуют технические решения, позволяющие решить проблему снижения максимального удельного давления более простыми способами. Известно, что на протяженность опорно-активных участков влияет шарнирность гусеничной цепи, в частности, явление обратного прогиба гусеницы в промежутках между опорными катками при движении по легкодеформируемым грунтам. В связи с этим в патенте Российской Федерации № 2000238 с целью повышения вездеходности и тягово-сцепных качеств транспортного средства на грунтах с разной несущей способностью путем увеличения протяженности опорно-активных участков в опорной ветви введено *частичное ограничение обратного прогиба гусеницы*. Для этого в указанной гусенице транспортного средства, рисунок 1, звенья выполнены двух видов с чередованием между собой, при этом на крайних охватывающих проушинах звена одного вида упоры выполнены со стороны опорной поверхности в виде горизонтальных выступов в сторону звена другого вида, на котором выполнены углубления с возможностью размещения в них упомянутых упоров с образованием общей опорной поверхности. Для улучшения ремонтпригодности на звеньях с упорами также выполнены углубления аналогично звеньям другого вида..

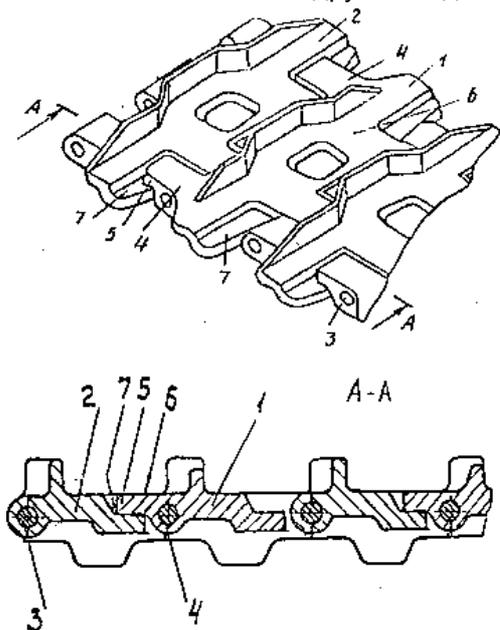


Рис. 1. Гусеница по патенту № 2000238 (РФ)

На рисунке 1 показан участок гусеницы со стороны грунтозацепов, а также продольный разрез гусеницы. Гусеница транспортного средства содержит чередующиеся звенья 1 и 2 разных видов, связанные пальцами 3. На крайних проушинах 4 звена 1 выполнены упоры 5 в виде горизонтальных выступов в сторону смежного звена 2 в плоскости опорной поверхности 6. На плечах звена 2 выполнены углубления 7, в которых могут утапливаться упоры 5 заподлицо с опорной поверхностью 6.

Гусеница работает следующим образом. При движении транспортного средства по деформируемым грунтам и переходе звеньев в рабочую зону между опорными катками они под воздействием грунта поворачиваются до тех пор (идет обратная прокатка звеньев), пока упор 5 звена 1 не упрется в углубление 7 звена 2 и не заблокирует звенья попарно, удваивая шаг гусеницы.

При переезде через сосредоточенное препятствие (лежащий на грунте ствол дерева, пень, камень и т.п.) заблокированные попарно звенья поворачиваются пара относительно пары, не лишая подвижности гусеницу при ее прямой и обратной прокатках. При переходе звеньев через ведущее и направляющее колеса, а также под опорными катками пары звеньев деблокируются (упоры выходят из углублений) и обеспечивается свободная обкатка звеньев.

Таким образом за счет увеличения длины опорно-активных участков гусеницы на легкодеформируемых грунтах и сохранения ее работоспособности в условиях местности с наличием сосредоточенных препятствий, повышаются вездеходность и тягово-сцепные свойства транспортного средства. Чередование звеньев с упорами и без них снижает нагруженность упоров и увеличивает надежность гусеницы. Ограничение обратной прокатки звеньев снижает энергозатраты на перекатывание опорных катков, а отсутствие ограничения прямой прокатки звеньев сохраняет заданный уровень динамической нагруженности трансмиссии.

Современные ЛПТ (ЛЗМ), как правило, оснащаются лесотехнологическим оборудованием манипуляторного типа: гидроманипулятором, зажимным коником, гидрофицированным легким бульдозером – толкателем. В сравнении с традиционными канатно-чокерными трелевочными тракторами проблема проходимости по лесной целине для ЛПТ (ЛЗМ) манипуляторного типа более актуальна, что обусловлено повышенной (до 3

раз) массой лесотехнологического оборудования и бесчокерным принципом удержания пачки при грузовом ходе.

Одним из способов повышения проходимости канатно-чокерного трелевочного трактора является использование для этой цели штатного технологического оборудования. В случае потери подвижности такого трактора при движении с пачкой по участку местности с пониженной несущей способностью грунта, пачка сбрасывается со щита, трактор порожнем преодолевает расстояние до 20 м, разматывая трос лебедки, затем, при упоре щитом в грунт, производится подтаскивание пачки и погрузка ее на трактор. При необходимости операция по раздельному преодолению трактором и пачкой труднопроходимого участка местности может быть повторена.

ЛПТ (ЛЗМ) манипуляторного типа в силу конструктивных особенностей их технологического оборудования не могут реализовать подобный способ повышения проходимости. Пачка зажата в конике и при ее сбросе на грунт подтянуть деревья можно только гидроманипулятором, что при нынешних вылетах стрелы не позволяет решить проблему проходимости. В то же время, проведенный анализ выявил пути повышения проходимости ЛПТ (ЛЗМ) за счет потенциальных возможностей, заложенных в манипуляторном лесотехнологическом оборудовании.

Так, разворот гидроманипулятора стрелой вперед обеспечивает смещение центра давления при соответствующем выравнивании эпюры удельного давления на грунт под опорной поверхностью гусениц. Догрузка гидроманипулятора грузом в клещевом захвате позволяет в определенных пределах повысить эффективность данного мероприятия. Такой способ повышения проходимости легко реализуется в производственных условиях и не требует конструктивных изменений.

Другим направлением повышения проходимости манипуляторных машин является использование коника с механизмом осевого перемещения вдоль остова ЛПТ (ЛЗМ). Включением гидропривода перемещения коника за счет упора в грунт сдвигаемой назад пачки деревьев достигается реакция, достаточная для преодоления машиной участка

волока с низкой несущей способностью. Последующим перемещением коника вперед при заторможенном ЛПТ обеспечивается преодоление этого участка пачкой деревьев.

При включения гидроцилиндра на перемещение коника с грузом назад и при трогании (разгоне) ЛПТ вперед усилие гидроцилиндра $P_{гц}$ суммируется с касательной силой тяги P_k гусеничного движителя и перемещает машину вперед, преодолевая силу сопротивления движению машины P_f и силу инерции машины $P_{ин}$.

Таким образом, имея гидроуправляемый перемещаемый коник, ЛПТ (ЛЗМ) наряду со штатным гусеничным движителем получают дополнительный движитель, что повышает их проходимость в условиях лесной целины. Описанный способ повышения проходимости манипуляторных ЛПТ (ЛЗМ) проверен экспериментально на опытных образцах ЛПТ ОАО "Алттрак", оснащенных зажимными кониками фирмы "Валмет". Недостатком способа являются малые (до 1 м) горизонтальные перемещения ЛПТ за цикл, что требует в ряде случаев многократного повторения цикла, т.е. повышенного количества управляющих воздействий оператора на рычаги управления. С целью устранения отмеченного недостатка в техническом решении по патенту Российской Федерации №2083392 предложена электрогидравлическая система управления гидроцилиндром перемещения коника, обеспечивающая автоматизацию цикла.

Еще одним узлом лесотехнологического оборудования, способствующим повышению проходимости, может стать толкатель. Учитывая, что одной из причин низкой проходимости гусеничных ЛПТ (ЛЗМ) является неравномерность распределения удельных давлений на грунт под движителем (при грузовом ходе машина вздыбливается, равнодействующая нормальных реакций грунта, приложенная в центре давления, смещается к задней кромке опорной поверхности движителя), предлагается повысить проходимость путем регулирования положения центра давления на грунт за счет переноса части веса пачки из точки опирания на конике в точку опирания на толкателе, рисунок 2.

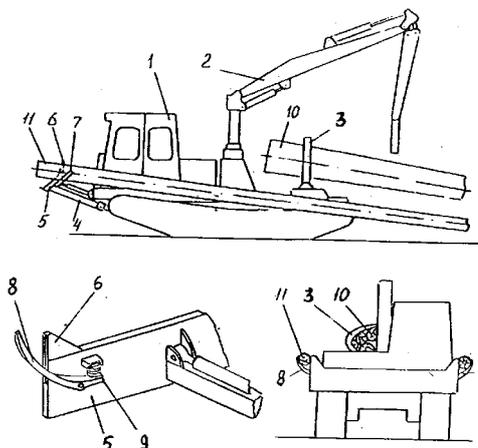


Рис. 2. ЛПТ (ЛЗМ) повышенной проходимости

В ЛЗМ, содержащей самоходное шасси с установленными на нем гидроманипулятором, зажимным коником и толкателем с отвалом и клыками (рисунок 2), на задней поверхности отвала толкателя шарнирно монтируется механизм фиксации в виде подпружиненного двуплечего рычага, а наружные боковые грани отвала и клыков и рабочая поверхность двуплечего рычага зазубриваются. Подпружинивание рычага и введение зазубрин увеличивают сцепление с трельюемой древесиной и способствуют фиксации хлыста на толкателе,

ЛЗМ работает следующим образом. При необходимости движения по труднопроходимому участку волока оператор гидроманипулятором 2 переносит хлыст 11 из пачки 10 вперед и укладывает его комлем в механизм фиксации 7, например левого борта толкателя. Рычаг 8 под действием веса хлыста занимает положение, при котором нагрузка от хлыста уравнивается усилием упругого элемента 9. Верхнее плечо рычага 8 прижимает комель хлыста к наружным боковым граням отвала 5 и клыка 6. Зазубрины на рабочей поверхности рычага 8, боковых гранях отвала 5 и клыка 6 увеличивают сцепление с древесиной и способствуют надежности фиксации хлыста на толкателе.

При необходимости осуществляется перенос хлыста из коника на толкатель и по правому борту. Перенос части веса пачки из точки опирания на конике в точку опирания на толкателе смещает вперед координату центра масс груженой машины и, следовательно, координату центра давления на грунт. Более равномерная эпюра давлений на грунт улучшает тягово-сцепные качества, снижает энергозатраты на перемещение лесозаготовительной машины и повышает ее проходимость. После преодоления труднопроходимого участка гидроманипулятором осуществляется перенос хлыстов с толкателя обратно в зажимной коник.

Определенным недостатком рассмотренного технического решения является ограничение поворота ЛЗМ в случае размещения части пачки на толкателе. Однако, учитывая, что в большинстве случаев труднопроходимые участки местности преодолеваются по прямолинейной траектории, данный недостаток можно считать не принципиальным. Значительный вылет толкателя вперед относительно середины опорной поверхности гусеничного движителя даже при небольших массах хлыстов, закрепляемых комлями на толкателе, позволяет существенно (на несколько десятков миллиметров) сместить вперед координату центра давления груженой машины и повысить тем самым проходимость ЛПТ (ЛЗМ) при работе на малосвязных грунтах.

Изложенное позволяет сделать следующие выводы:

1 Объективно существует необходимость в дальнейшем повышении проходимости гусеничных ЛПТ (ЛЗМ).

2 Конструктивные мероприятия по повышению проходимости целесообразно проводить как в системах базового трактора, так и в направлении совершенствования лесотехнологического оборудования манипуляторного типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Лесные машины (тракторы, автомобили, тепловозы): Учебник для вузов / Г.М. Анисимов, С.Г. Жендаев, А.В. Жуков и др. - М.: Лесная промышленность, 1989. - 512с.