

А. Р. Гороновский, доцент; С. Н. Пищов, аспирант

### АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ФОРВАРДЕРА 6К6 ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

In the article the analysis of design features of a running part off road forwarder is carried out. Ways of increase of passableness forwarders are proved. Decisions which allow to raise parameters of passableness are resulted. Basic reactions are determined off road forwarder.

**Введение.** Современное лесозаготовительное производство в Республике Беларусь направлено на комплексное использование древесных ресурсов, значительная часть которых (20–30% от общего объема заготавливаемой древесины) находится на труднодоступных заболоченных лесосеках и лесосеках в низинной местности. Их освоение возможно только в зимний период при устойчивых отрицательных температурах либо в теплое бездождливое время года. Однако зимой возникает другая проблема при освоении лесосек – глубокий снежный покров, который снижает показатели проходимости лесозаготовительной техники. К труднодоступному лесосечному фонду можно отнести и лесосеки, которые осваиваются в любое время года при значительных атмосферных осадках (снег, дождь). Повышенная влажность почвы снижает ее несущую способность, вследствие чего лесозаготовительная техника работает с меньшими нагрузками на рейс при меньших скоростях движения. В комплексе эти факторы снижают производительность машин. Кроме того, увеличение буксования движителя негативно влияет на состояние почвы, способствует образованию глубокой колеи, повреждению напочвенного покрова. Следовательно, для освоения труднодоступного лесосечного фонда, доля которого в последнее время возрастает, необходимо создавать специальную лесозаготовительную технику повышенной проходимости и разрабатывать соответствующую технологию работы этих машин.

**Отличительные особенности погрузочно-транспортных машин повышенной проходимости.** Создание машин высокой проходимости основано на повышении их тягово-сцепных свойств и уменьшении сил сопротивления движению, обеспечении плавного бесступенчатого изменения силы тяги движителя за счет применения гидродинамических и гидрообъемных агрегатов в трансмиссии. При движении на грунтах со слабой несущей способностью и по другим труднодоступным участкам (переезд неровностей, работа на крутых склонах и т. д.) необходимо, чтобы машины имели широкие диапазоны изменения скоростей и сил тяги. Значение удельной силы тяги у современных форвардеров находится в пределах 4,4–6,5 кН/т,

а удельная мощность двигателя должна составлять 4,3–5,6 кВт/т.

Важно обеспечить геометрические параметры, которые снижают вероятность касания агрегатов за грунт, однако при этом следует учитывать и показатели продольной и поперечной устойчивости машины. В качестве дополнительных конструктивных мероприятий применяются устройства, повышающие маневренность, устойчивость и проходимость машин (тяговые лебедки, цепи противоскольжения, полугусеничный ход и т. п.).

В мировой практике машиностроения при создании машин с повышенными показателями проходимости используют два направления [1]: разработка новых специальных моделей машин на основе оригинальных компоновочных решений и узлов, что требует значительных капиталовложений, либо модернизация серийно выпускаемой техники общего назначения с целью обеспечения требуемых эксплуатационных свойств машины при меньших затратах.

В последнее время лесозаготовительные предприятия Минлесхоза и концерна «Беллесбумпром» переходят на сортиментную технологию заготовки древесины, следовательно, актуальной является проблема создания новой и модернизации уже существующей колесной техники, которая работала бы по этой технологии. Отечественные машиностроительные предприятия (ПО «Минский тракторный завод», ОАО «Амкордор») выпускают колесные лесные машины типа 4К4 и 6К6 с шарнирно-сочлененной рамой для работы на заболоченных лесосеках с грунтами со слабой несущей способностью. В перспективе освоение выпуска машин 8К8, у которых передний и задний модули оснащены балансирными тележками.

Применение балансирных тандемных тележек позволяет увеличить площадь контакта ведущих колес с опорной поверхностью и за счет этого увеличить возможную силу тяги, уменьшить силу сопротивления движению, а также повысить устойчивость машины.

На характер распределения нагрузок на оси машины значительное влияние оказывает величина продольной базы машины. На рисунке приведены диаграммы распределения опорных нагрузок на оси порожней и груженой машины 6К6 в зависимости от величины ее продольной базы.

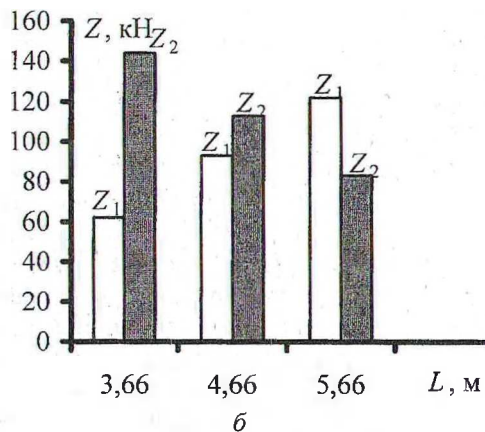
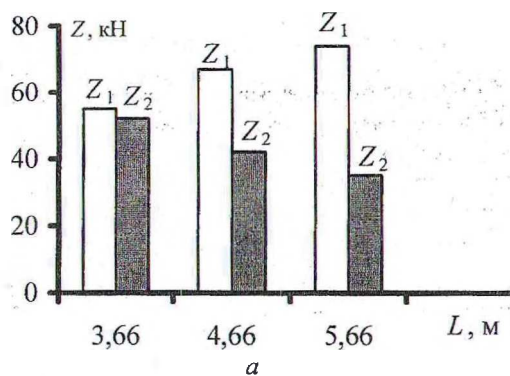


Рисунок. Опорные реакции погрузочно-транспортной машины: а – порожней; б – груженой

Полученные результаты указывают на рост опорной реакции на переднюю ось  $Z_1$  примерно в 1,9 раза при увеличении продольной базы с 3,66 до 5,66 м. Нагрузка на заднюю ось  $Z_2$  в данных условиях уменьшается в 1,7 раза в случае груженой машины и в 1,5 раза при движении без груза. Равномерная загрузка осей форвардера при движении с грузом обеспечивается при значениях продольной базы 4,5–5,0 м, однако в порожнем состоянии более загруженной является передняя ось машины.

Повышение показателей проходимости обеспечивается также путем использования специальных лесных шин низкого давления с развитыми грунтозацепами. От обычных шин они отличаются увеличенной шириной профиля (на 25–40%), общая площадь грунтозацепов составляет 35–45% всей опорной площади, которая при пониженном давлении в 1,5–2 раза превышает площадь опоры обычных шин. Высота грунтозацепов составляет 15–30 мм. Такие шины обеспечивают хорошее сцепление с грунтом и самоочищение от него. Для снижения давления на грунт на современных лесозаготовительных машинах применяется централизованная система контроля и регулирования давления воздуха в шинах. На твердом покрытии давление в шинах увеличивается (до 0,3–0,4 МПа) для снижения интенсивности износа

протектора шин, а на мягких грунтах – уменьшается (до 0,2–0,075 МПа) для увеличения площади контакта движителей с опорной поверхностью. На машинах, снабженных легкоъемными гусеницами и цепями противоскольжения, за счет изменения давления воздуха в шинах можно регулировать натяжение цепей и гусениц, в результате чего изменяется давление на грунт [2].

С целью снижения давления на опорную поверхность на лесных машинах применяются широкопрофильные шины, имеющие в два раза большую ширину беговой дорожки по сравнению с шинами обычного исполнения. Шины для лесных машин повышенной проходимости должны подбираться также с учетом возможности монтажа на них легкоъемных гусениц или цепей противоскольжения.

Для обеспечения возможности преодоления наиболее труднопроходимых участков лесосек используют межосевые дифференциалы с возможностью принудительной их блокировки. Однако вместе с этим, для избежания перегрузок и выхода из строя узлов конечной передачи, необходимо предусматривать возможность автоматического отключения блокировки дифференциала при складывании полурам машины на углы, превышающие 8–10°.

Наиболее перспективным способом повышения показателей проходимости колесных погрузочно-транспортных машин является применение легкоъемных гусениц и цепей. Монтаж цепей и гусениц на машину при наличии специальной оснастки занимает небольшое время (около 0,5–1 ч). Начало широкого применения гусениц и цепей на лесных колесных машинах приходится на конец 90-х годов прошлого века и обусловлено внедрением «скандинавской» технологии лесозаготовок.

Основные преимущества при эксплуатации лесных машин, снабженных гусеницами и цепями: вес машины и груза распределяется на обширную площадь опоры, а не концентрируется в пятне контакта от шин, увеличивается площадь контакта ведущих движителей с опорной поверхностью, повышаются углы сползания и опрокидывания в продольной и поперечной плоскостях машины, в результате расширяются технологические возможности и повышается производительность машин.

Основными параметрами гусениц для колесных движителей являются размеры и геометрическая форма плицы; количество грунтозацепов; расстояние между центрами плиц, которое определяется шагом цепи. Передача крутящего момента в колесно-гусеничных движителях может осуществляться посредством силы трения между колесами и элементами гусениц или с помощью специальных пазов и выступов, которые могут находиться как на шине колеса, так и на гусенице.

Значения давлений колес переднего моста ( $P_1$ ), колес балансирной тележки ( $P_2$ ) и этих же колес с легкоъемной гусеницей ( $P_3$ ) форвардера МЛ-131-05 в зависимости от величины рейсовой нагрузки и длины перевозимых сортиментов

Параметры	$P_1$ , кПа	$P_2$ , кПа	$P_3$ , кПа
$M_{гп} = 0$ ; $X_L = 2049,5$ мм	141,6–147,2	103,1–126,9	49,0–51,2
$M_{гп} = 10$ т; $L = 4$ м; $X_L = 2926,0$ мм	144,9–150,7	119,1–146,5	93,2–101,0
$M_{гп} = 10$ т; $L = 6$ м; $X_L = 3324,0$ мм	136,5–142,0	121,6–149,7	102,3–110,4

Примечание.  $M_{гп}$  – масса перевозимого груза;  $L$  – длина перевозимых сортиментов;  $X_L$  – расстояние от передней оси до центра тяжести форвардера.

Проведенная сравнительная оценка при опытной эксплуатации форвардеров ПО «МТЗ» с колесно-гусеничными движителями показала, что при наличии металлической гусеницы на колесах балансирной тележки значения средних давлений на грунт снижаются в 1,2–2,1 раза и составляют 93,2–110,4 кПа (см. таблицу).

Однако по результатам опытной проверки возник ряд вопросов и замечаний, среди которых следует выделить интенсивный износ и преждевременный выход из строя пневматических шин [4]. В отличие от форвардеров с обычным колесным движителем наблюдается снижение скорости движения машины в порожнем и груженом состоянии из-за нехватки мощности двигателя, что обуславливает работу машины на пониженных передачах и повышенный расход топлива.

Производители гусениц и цепей противоскольжения (например, шведская компания *Olofsfors*), наоборот, дают информацию о том, что при применении гусениц наблюдается снижение расхода топлива за счет уменьшения сопротивления качению, защита шин от повреждений и увеличение срока их службы.

Результаты опытной эксплуатации показали, что существует необходимость дальнейших исследований, направленных на обоснование оптимальных параметров ходовой системы и выбор оптимальных режимов эксплуатации погрузочно-транспортных машин 6К6 повышенной проходимости.

Наиболее эффективным способом исследования процессов, происходящих с форвардером при его движении по трелевочному волоку, и определения оптимальных параметров системы «форвардер – колесно-гусеничный движитель – опорная поверхность» является математическое

моделирование этих процессов и проведение исследовательских испытаний для установления адекватности разработанных математических моделей.

**Выводы.** 1. Использование гусениц и цепей противоскольжения позволяет повышать показатели проходимости форвардеров, снижать давление на грунт и уменьшать буксование движителя, что способствует защите почвы от повреждений, уменьшению колееобразования.

2. В процессе эксплуатации форвардера ПО «МТЗ» возник ряд вопросов по целесообразности применения гусениц и цепей противоскольжения. Отмечен интенсивный износ протектора шин, снижение рабочих скоростей движения как в порожнем, так и в груженом состоянии, повышенный расход топлива. В связи с этим существует необходимость проведения дополнительных исследований по определению параметров ходовой части, обоснованию режимов эксплуатации погрузочно-транспортных машин повышенной проходимости.

#### Литература

1. Скотников, В. А. Проходимость машин / В. А. Скотников, А. В. Пономарев, А. В. Климанов. – Минск: Наука и техника, 1982. – 328 с.
2. Кручинин, И. Н. Основы взаимодействия резинометаллических гусениц с лесными грунтами и пути повышения проходимости лесотранспортных машин: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01 / И. Н. Кручинин. – Воронеж, 1998. – 233 с. Результаты опытно-промышленной проверки форвардера повышенной проходимости / М. К. Асмоловский [и др.] // Труды БГТУ. Сер. Ц, Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Минск, 2006. – Вып. XIV. – С. 72–76.