

УДК 630\*375.4

Е.Е. Клубничкин<sup>1</sup>, В.Е. Клубничкин<sup>1</sup>, В.С. Макаров<sup>2</sup>, Д.В. Зезюлин<sup>2</sup>, В.В. Беляков<sup>2</sup>**ОЦЕНОЧНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ПРОХОДИМОСТИ  
ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН**Мытищинский филиал ФГБОУ ВО «Московский государственный  
технический университет им Н.Э. Баумана»<sup>1</sup>,  
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева<sup>2</sup>

Целью работы является исследование влияния типа трансмиссии на проходимость лесозаготовительных машин. Описываются испытания лесозаготовительных машин с различными трансмиссиями. Проведено сравнение полученных данных при испытаниях. Выполнен анализ результатов, который показывает, что полный коэффициент неравномерности удельных нормальных давлений рассматриваемых машин уменьшается при движущейся машине, следовательно, и воздействие нормальных давлений снижается. Применение комплексного гидропривода с гидростатической трансмиссией в лесозаготовительных машинах повышает их маневренность и проходимость в лесных условиях. Приведенные исследования позволяют дать рекомендации по выбору трансмиссии лесозаготовительных машин, выбрать рациональную развесовку, повышающую равномерность удельных давлений и, как следствие, повышающую экологичность.

*Ключевые слова:* гусеничная машина, трансмиссия, проходимость, движитель.

Важнейшим эксплуатационным качеством лесозаготовительных машин является их проходимость, характеризующаяся совокупностью тягово-сцепных, опорно-временных, конструктивно-дорожных и лесотехнических свойств, а также маневренностью [8, 22, 25].

Оценочный показатель проходимости лесозаготовительных машин по тягово-сцепным свойствам определяется степенью реализации касательной силы тяги по двигателю физико-механических свойств лесного грунта и зависит от конструкции движителя и типа трансмиссии [2, 6, 12, 28, 30].

Большинство зарубежных лесозаготовительных машин оснащены гидростатической или гидродинамической трансмиссиями с мощной системой гидроприводов технологического оборудования [5, 15, 19]. Гидротрансмиссии транспортных средств широко применяются в связи с наличием таких положительных качеств, как автоматическое и плавное изменение крутящего момента; полное использование мощности двигателя и сцепных свойств опорной поверхности движения в сравнении с механической трансмиссией; снижение динамических нагрузок в трансмиссии и достаточная надежность [11, 13, 17, 24, 26, 29].

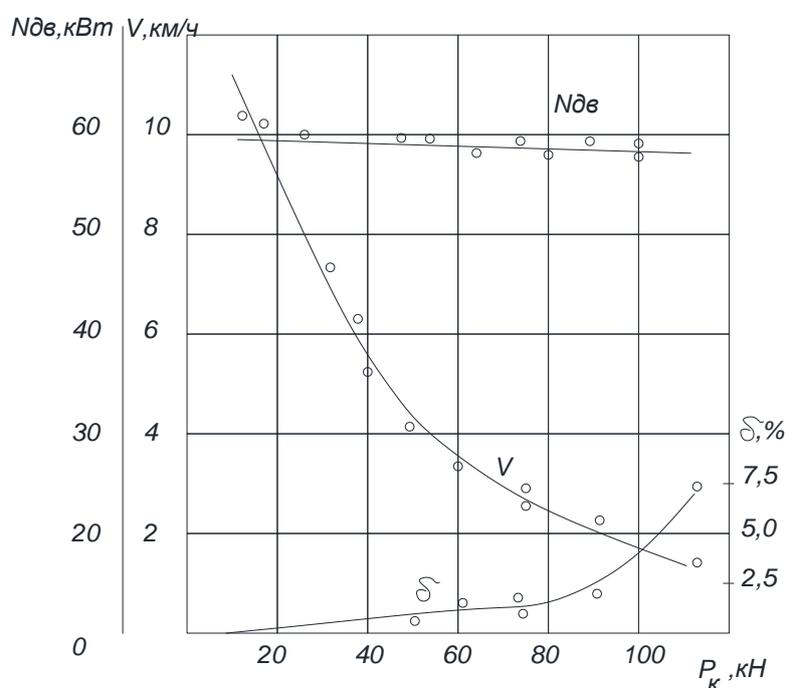
Учитывая опыт использования гидротрансмиссий в отечественной и зарубежной практике и для определения целесообразности применения их в лесозаготовительных машинах, ЧЕТРА ФОРЕСТ совместно с Сибирь-Техника провели комплекс работ, состоящий из двух этапов.

1 этап - применение и испытание однопоточной гидропередачи на трелевочной машине ТЛП-4М-034 для привода трансмиссии ходовой системы и гидропривода механизма технологического оборудования. Было изготовлено два образца ТЛП-4М-034: один с раздельным гидронасосом, установленным на раздаточной коробке, и гидромотором, смонтированным на коробке перемены передач; другой с моноблочным исполнением гидропередачи в общем корпусе с промежуточным редуктором, установленным на заднем мосту машины.

2 этап - создание и испытание макетных образцов трелевочных гусеничных машин ТЛП-4М-034с двухпоточной гидростатической трансмиссией и изготовленных на их базе трелевочной машины ТЛП-4М-034Г и валочно-сучкорезно-раскряжёвочной машины ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 с комплексным гидроприводом технологического оборудования с питанием от насосов трансмиссии.

Испытания лесозаготовительной машины с однопоточной гидростатической трансмиссией проводились с целью определения скоростей перемещения на холостом и грузовом ходу снятием тяговых характеристик на снежном укатанном и суглинистом влажном волоках, а также на бетонированном твердом глинистом участках.

Как показали испытания, при регулировании скорости перемещения машины на холостом ходу как гидромотором, так и гидронасосом, скорость машины ТЛП-4М-034 обеспечивается до 12 км/ч; при этом в диапазоне 3...12 км/ч полностью используется мощность двигателя. В связи с этим введение коробки перемены передач при использовании гидротрансмиссии с регулируемым насосом и гидромотором нецелесообразно. При использовании гидротрансмиссии с регулируемым гидронасосом и нерегулируемым гидромотором машина ТЛП-4М-034 на I передаче развивает скорость движения до 6 км/ч и в диапазоне 3...7 км/ч полностью используется мощность двигателя. На IV передаче скорость машины ТЛП-4М-034 реализуется до 11,4 км/ч, а полное использование мощности двигателя достигается в диапазоне движения 5... 11,4 км/ч. Следовательно для обеспечения заданного диапазона скоростей движения машины с гидротрансмиссией, состоящей из регулируемого гидронасоса и нерегулируемого гидромотора, необходима двухступенчатая коробка перемены передач.

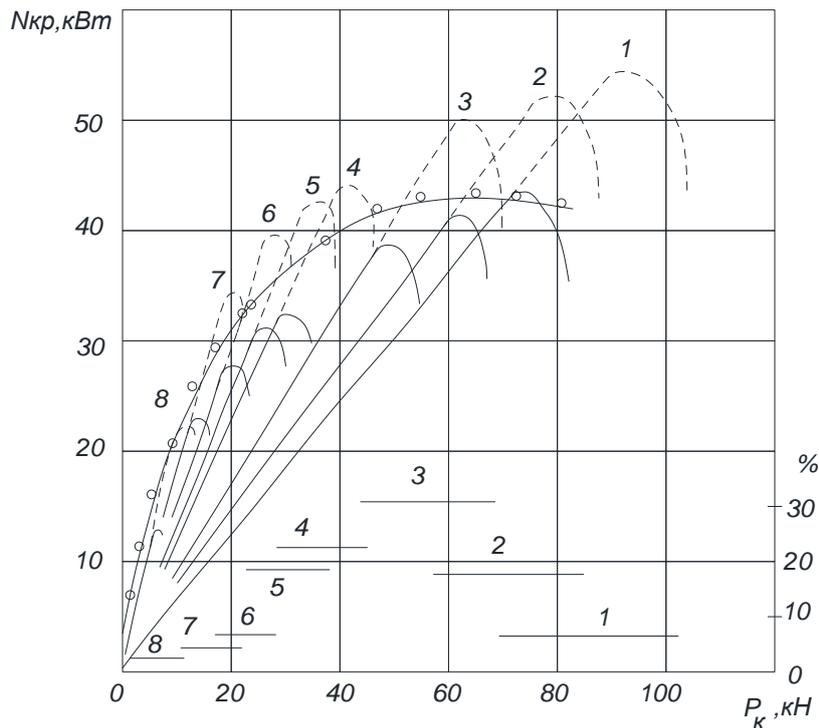


**Рис. 1. Тяговые показатели трелевочной машины ТЛП-4М-034 с гидростатической трансмиссией на бетонированном участке с полезной нагрузкой  $Q = 45$  кН**

На рис. 1 представлены результаты испытаний по определению тяговой характеристики машины ТЛП-4М-034 с полезной нагрузкой массой 4500 кг на бетонированном участке дороги, а на рис. 2 - результаты тяговых сравнительных испытаний машин ТЛП-4М-034 с механической и гидростатической трансмиссиями. Согласно приведенным результатам испытаний, мощность двигателя машины с гидростатической трансмиссией, затрачиваемая на перемещение ТЛП-4М-034, остается практически постоянной (рис. 1), а используемая тяговая мощность двигателя машины с механической трансмиссией располагается ниже кривой мощности машины с гидростатической трансмиссией (рис. 2).

Испытания лесозаготовительной машины с двухпоточной гидростатической трансмиссией проводились на валочно-сучкорезно-раскряжевочной машине ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 в зимний период на малоснежном участке с мерзлым грунтовым основанием. Ана-

лиз графиков (рис. 3) определяет, что тяговые показатели машины ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 в диапазоне скоростей движения 0,3...1,0 км/ч наиболее высокие в границе значений буксования  $b = 10...20\%$ . Из-за недостаточного сцепления движителя машины на мерзлом, твердом грунтовом основании мощность двигателя была реализована частично, вследствие чего условный тяговый КПД  $n_{\text{тяг}} = 0,41$ . На твердых глинистых дорожных основаниях можно с полной достоверностью ожидать повышением тягового КПД машины ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130, так как при загрузочных режимах мощность двигателя колебалась незначительно в пределах от 2% до 5% [7, 14, 16, 20]. Максимальная касательная сила тяги движителя машины ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 с нагрузкой 22,26 кН и 0 кН составила соответственно 103,5 кН и 94,3 кН при  $f = 0,083$  и  $\varphi = 0,40$ . При этом максимальное значение крюковой мощности на 1 диапазоне гидротрансмиссии составило 35 кВт (см. рис. 3).



**Рис. 2. Тяговые сравнительные показатели трелевочной машины ТЛП-4М-034 с гидростатической и механической трансмиссиями на твердом глинистом участке:**

- фактическая величина  $N_{кр}$  механической трансмиссии;
- потенциальная величина  $N_{кр}$  механической трансмиссии;
- ○ ○ ○ ○ - фактическая величина  $N_{кр}$  гидростатической трансмиссии;
- процент распределения по использованию передач КПМ механической трансмиссии

Лесозаготовительные машины не способны устойчиво выполнять свое назначение в лесозаготовительном процессе при отсутствии или низком значении одного из показателей проходимости. Наиболее важным из них является показатель опорной проходимости, характеризующийся средним удельным нормальным давлением  $P_{ср}$ , максимальным удельным нормальным давлением  $P_{max}$ , периодом взаимодействия  $T$  движителя с грунтом, коэффициентом смещения центра давлений  $\nu$  и коэффициентом неравномерности средних удельных нормальных давлений  $\xi$  [9, 21, 23].

С учетом определения показателей опорной проходимости машины ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 перед испытаниями были проведены замеры по распределению нагрузок рамы машины по опорным каткам ходовой системы при различных режимах нагружения и положениях гидроманипулятора (табл. 1). Результаты исследований показали, что при приведенных в данной таблице режимах нагружения машины ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 нагрузки по кат-

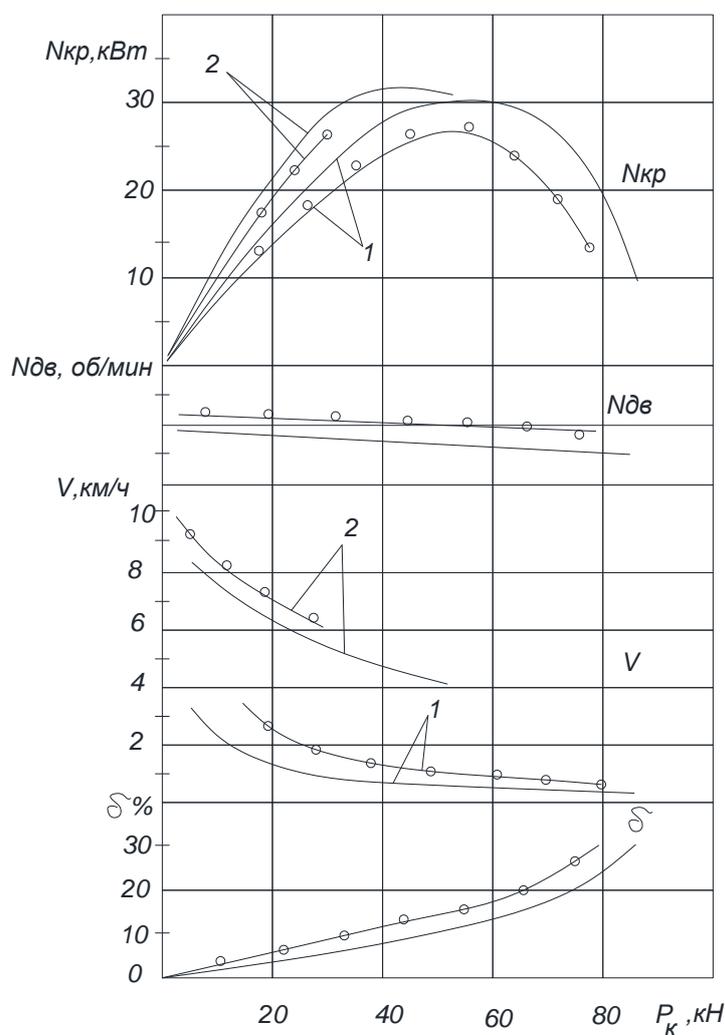
кам ее ходовой системы не превышают нагрузок, воспринимаемых ходовой системой валочно-пакетирующей машиной ЛП-19 [4, 10, 18].

Известно, что неравномерность средних удельных нормальных давлений частотное воздействие пиковых нормальных давлений  $P_{max}$  и смещение центра давлений транспортного средства в сторону запаздывания по времени увеличивают колееобразование машин [3]. При этом проходимость зависит не столько от величины  $P_{cp}$ , сколько от  $P_{max}$  и  $\xi$ . Следовательно, чем равномернее эпюра удельных нормальных давлений движителя транспортного средства, тем выше его проходимость.

Коэффициент  $\xi$ , равный отношению  $P_{max}$  к  $P_{cp}$ , недостаточно полно характеризует совершенство гусеничного движителя, так как не выявляет максимальную величину воздействия удельного нормального давления движителя лесозаготовительной машины на лесной грунт, поэтому предлагается полный коэффициент неравномерности удельных нормальных давлений

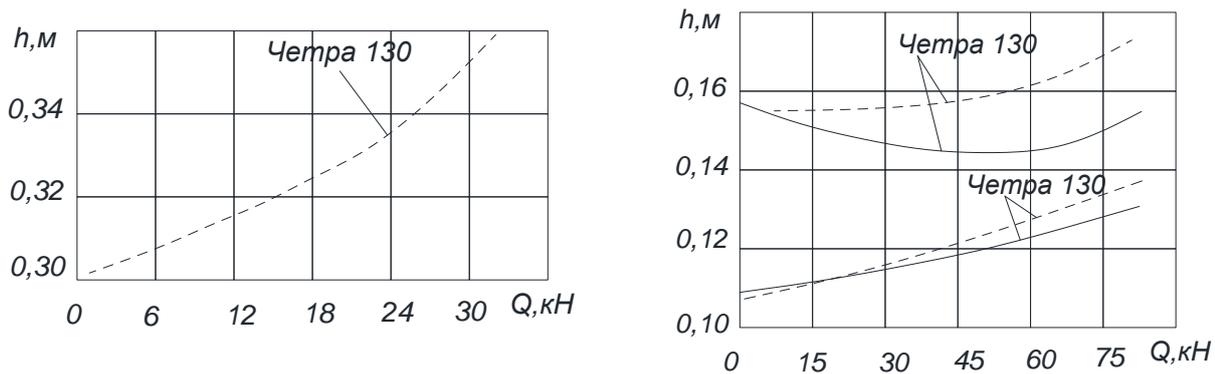
$$\xi_{\Pi} = \frac{P_{max}}{P_{min}}$$

где  $P_{min}$  - наименьшая величина удельных нормальных давлений под катком гусеничного движителя, кПа.



**Рис. 3. Тяговые показатели машины ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 на снежном участке с мерзлым грунтовым основанием:**

— С полезной нагрузкой  $Q = 0$  кН; - - - - - полезной нагрузкой  $Q = 22,26$  кН;  
1 - I диапазон; 2 - II диапазон



**Рис. 4. Влияние полезной нагрузки и скорости движения лесозаготовительных гусеничных машин на их колесобразование:**  
 скорость движения - - - - -  $v = 2,5$  км/ч; скорость движения —  $v = 5,0$  км/ч

**Таблица 1**

**Распределение нормальных нагрузок по каткам ходовой системы и нормальных давлений движителя машины ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130**

Номер катка, средние показатели НДС и коэффициенты неравномерности	Режим нагружения									
	Транспортное положение манипулятора				Манипулятор расположен перпендикулярно продольной оси машины, вылет 5 м, нагрузка на манипуляторе 15 кН			Протаскивание дерева – осина: $d = 0,46$ $L = 23$ м		
	Коэффициент динамичности $K_d$	Нагрузка на каток, кН	$P_{cp}$ , кПа ( $v=0$ )	$P_{cp}$ , кПа ( $v=3,6$ км/ч)	Нагрузка на каток, кН	$P_{cp}$ , кПа ( $v=0$ )	$P_{cp}$ , кПа ( $v=3,6$ км/ч)	Нагрузка на каток, кН	$P_{cp}$ , кПа ( $v=0$ )	$P_{cp}$ , кПа ( $v=3,6$ км/ч)
1	1,81	9	36,7	82,9	30,2	127,8	217,6	9,9	50,9	84,3
2	1,13	11	51,8	85,8	31,5	125,9	216,8	10,7	51,3	84,1
3	1,86	9	50,5	84,7	30,9	129,8	219,9	12,2	51,4	87,4
4	1,77	16	57,7	88,9	34,5	128,7	220,0	16,6	52,1	87,1
5	1,53	14	54,7	96,7	33,3	131,8	219,2	15,9	51,4	88,1
6	1,52	16	54,9	85,7	28,6	127,7	218,6	10,7	50,9	86,3
$\Sigma$ сумма	9,62	75,0	306,3	524,7	189,0	771,7	1312,1	76,0	310,3	517,3
$\Sigma_{cp}$	1,92	15,0	61,26	104,94	37,8	154,3	262,4	15,2	62,1	114,3
$\xi = P_{max}/P_{cp}$	1,43	1,73	1,65	1,85	1,75	1,75	1,1	1,84	1,84	1,75
$\xi_{II} = P_{max}/P_{min}$	2,57	4,33	4,33	2,57	3,47	3,47	1,35	4,0	4,0	4,17

Для определения опорной проходимости машины ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 на мягких лесных грунтах были сопоставлены результаты экспериментальных исследований по влиянию составляющих нагрузок по каткам ходовых систем машин ТЛП-4М-034 и ТЛП-4М-034Г на их колесобразование [1].

В табл. 1 и табл. 2 приведены результаты по распределению нагрузок и удельных нормальных давлений под катками гусеничного движителя машины ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 и тракторов ТЛП-4М-034, ТЛП-4М-034Г в статике и в движении со скоростью  $v = 3,8$  км/ч с полезной нагрузкой на щите. При этом определена средневзвешенная величина длины опорно-

активных участков движителя  $l_{оay} = 0,48$  м [27]. С учетом изменения величины удельных нормальных давлений под каждым катком движителя от скорости движения введен экспериментальный коэффициент динамичности  $Kл$  для каждого трактора и машины ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 (табл. 1).

Таблица 2

**Распределение нормальных нагрузок по каткам ходовой системы и нормальных давлений движителя машин ТЛП-4М-034 и ТЛП-4М-034Г на грунт**

Машина	Номер катка, показатель	Коэффициент динамичности $Kд$	Нагрузка на щит $Q = 0$ кН			Нагрузка на щит $Q = 30$ кН			Нагрузка на щит $Q = 78,5$ кН		
			Нагрузка на каток, кН	$P_{cp}$ , кПа ( $v=0$ )	$P_{cp}$ , кПа ( $v=3,6$ км/ч)	Нагрузка на каток, кН	$P_{cp}$ , кПа ( $v=0$ )	$P_{cp}$ , кПа ( $v=3,6$ км/ч)	Нагрузка на каток, кН	$P_{cp}$ , кПа ( $v=0$ )	$P_{cp}$ , кПа ( $v=3,6$ км/ч)
ТЛП-4М-034	1	1,55	14,8	60,4	93,6	15,5	63,3	98,1	12,7	52,9	82,0
	2	1,78	12,2	49,8	88,6	12,9	52,7	93,8	14,3	59,6	106,0
	3	4,45	4,2	17,2	76,5	4,4	18,0	80,1	7,0	29,0	129,0
	4	1,77	10,0	40,8	72,2	11,0	44,9	79,5	17,5	72,9	129,0
	5	1,35	11,0	44,9	60,6	14,2	58,0	78,3	27,7	115,6	156,0
	$\sum P_{cp}$	10,90	52,2	213,1	391,5	58,0	236,9	429,8	79,2	330,0	602,0
	$P_{cp}$	2,18	10,44	42,6	78,3	11,6	47,4	86,0	15,84	66,0	120,4
	$\bar{E}$	2,04	1,42	1,42	1,20	1,34	1,34	1,14	1,75	1,75	1,30
	$\xi_{п}$	3,30	3,52	3,52	1,52	3,52	3,52	1,25	3,96	3,96	1,90
ТЛП-4М-034Г	1	2,04	12,0	49,0	100,0	12,8	52,3	113,0	16,0	66,7	136,0
	2	1,07	26,0	106,2	113,6	29,0	118,4	127,0	36,0	147,0	157,0
	3	2,75	6,0	24,5	67,4	9,4	39,3	108,0	15,5	64,7	178,0
	4	2,13	10,0	40,8	86,9	11,7	48,8	104,0	19,0	77,6	166,0
	5	1,63	11,0	44,9	73,2	18,1	75,5	123,0	21,8	90,8	148,0
	$\sum P_{cp}$	9,62	65,0	265,4	441,1	81,0	334,3	575,0	108,3	446,8	785,0
	$P_{cp}$	1,43	13,0	53,1	88,2	16,2	66,9	115,0	21,7	89,4	157,0
	$\bar{E}$	1,43	2,0	2,0	1,29	1,79	1,77	1,10	1,66	1,65	1,13
	$\xi_{п}$	2,57	4,33	4,33	1,69	3,1	3,0	1,22	2,32	2,27	1,30

Анализ результатов показывает, что полный коэффициент неравномерности удельных нормальных давлений рассматриваемых машин уменьшается при движущейся машине, следовательно, и воздействия нормальных давлений снижается (рис. 4). Движение машин ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 и ТЛП-4М-034 на увлажненных лесных грунтах сопровождается повышенным колееобразованием, что свидетельствует о возросших значениях удельных нормальных давлений их движителей на грунт. Но при этом интенсивность колееобразования машины ТЛП-4М-034 на 12...15% ниже аналогичного показателя машин ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130.

Известно, что величина интенсивности колееобразования характеризует оптимальную развесовку движителя машины. Данное положение подтверждается экспериментальными исследованиями (табл. 2). Машина ТЛП-4М-034Г имеет наименьшие значения коэффициента  $\xi_{п}$  (1,69...1,22) по сравнению с машиной ЧЕТРА ФОРЕСТ ВПМ 130 (4,17...2,57) и машины ТЛП-4М-034 (1,90...1,55), а следовательно, и высокую проходимость.

**Выводы**

1. Применение комплексного гидропривода с гидростатической трансмиссией в лесозаготовительных машинах повышает их маневренность и проходимость в лесных условиях с реализацией сцепных свойств лесного грунта.
2. Для повышения показателей проходимости лесозаготовительных гусеничных ма-

шин необходимо реализовать в конструкции их движителей значения развесовки при  $\xi_{п} = 1, 1-1, 3$ .

3. С учетом требований экологической применимости лесозаготовительных машин необходимо провести комплекс конструктивных мероприятий по созданию гусеничного движителя с нормальными удельными давлениями до 40 кПа.

*Работа выполнена при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации проект № 1547.*

#### Библиографический список

1. **Клубничкин, В.Е.** Моделирование движения гусеничных машин по лесным дорогам / В.Е. Клубничкин [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2016. – № 1. – С. 171–176.
2. **Клубничкин, В.Е.** Исследование кинематики и динамики движителя гусеничной лесозаготовительной машины / В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин, Л.Д. Бухтояров // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4. – №4 (16). – С. 179–190.
3. **Клубничкин, Е.Е.** К обоснованию удельного давления гусеничного лесопромышленного трактора / Е.Е. Клубничкин, В.Е. Клубничкин, В.М. Крылов, Д.В. Кондратюк // Лесной вестник. – №8. – 2012. – С. 48–51.
4. **Клубничкин, В.Е.** Современное программное обеспечение для проведения исследований по нагрузкам, устойчивости и проходимости машин / В.Е. Клубничкин, Е.Е. Клубничкин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – №5-1 (16-1). – С. 209–214.
5. **Гоберман, В.А.** Колесные и гусеничные машины. Математическое моделирование и анализ технико-эксплуатационных свойств: учеб. пособие / В.А. Гоберман, Л.А. Гоберман. – М.: МГУЛ, 2002. – 322 с.
6. **Klubnichkin, V.E.** Model to calculate loading of transmission elements at controlled curvilinear motion of the tracked timber harvesting machine / V.E. Klubnichkin, E.E. Klubnichkin, V.I. Zaprudnov, L.D. Bukhtoyarov, S.V. Malyukov, D.Yu. Druchinin // Лесотехнический журнал. – 2015. – Т. 5. – №2 (18). – С. 166–176.
7. **Макаров, В.С.** Характер изменения снежного покрова как полотна пути с учетом неравномерности его залегания на местности / В.С. Макаров, А.В. Папунин, Д.В. Зезюлин, В.В. Беляков // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – №4. – С. 33.
8. Клубничкин Е.Е. Моделирование дорожных условий гусеничной лесозаготовительной машины. Естественные и технические науки. – 2005. – №6. – С. 237–243.
9. **Макаров, В.С.** Формирование снежного покрова в зависимости от ландшафта местности и оценка подвижности транспортнотехнологических машин в течении зимнего периода / В.С. Макаров [и др.] // Труды НГТУ им Р.Е. Алексеева. 2013. №2(99). – С. 155–160.
10. **Клубничкин, Е.Е.** Конечно-элементное моделирование ходовой системы гусеничной лесозаготовительной машины / Е.Е. Клубничкин // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 2. – С. 29–30.
11. **Котович, С.В.** Методика упрощенного определения некоторых тягово-динамических свойств транспортных средств и ее применение на ранних стадиях проектирования. Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2004. – № 3. – С. 27–33.
12. **Клубничкин, В.Е.** Модель взаимодействия элементов опорной поверхности гусениц лесозаготовительной машины с грунтом / В.Е. Клубничкин [и др.] // Лесотехнический журнал. – 2014. – Т. 4. – №4 (16). – С. 191–200.
13. **Janarthanan, V.** Longitudinal dynamics of a tracked vehicle: Simulation and experiment / V. Janarthanan, C. Padmanabhan, C. Sujatha // Journal of Terramechanics. – 2012. – № 49. – P. 63–72.
14. **Клубничкин, Е.Е.** Анализ процесса качения гусеничного движителя / Е.Е. Клубничкин, В.Е. Клубничкин // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2014. – Т. 2. – №3-4 (8-4). – С. 226–230.
15. **Воскобойников, И.В.** Обоснование выбора системы гусеничных лесозаготовительных машин для совершенствования технологических процессов лесосечных работ / И.В. Воскобойников, Д.В. Кондратюк // Технология колесных и гусеничных машин. – 2015. – № 5. – С. 55–64.
16. **Gigler, J.K.** Design of a simulation model for the prediction of the ground pressure distribution under tracked vehicles. Internal Report, Agricultural & Food Engineering Dept., University College, Dublin (1992).
17. **Wong, J.Y.** Development of high-mobility tracked vehicles for over snow operations. Journal of Terramechanics. – 2009. – № 46(4). – P. 141–155.

18. **Клубничкин, Е.Е.** Повышение долговечности ходовых систем гусеничных лесозаготовительных машин // Техника и технология. – 2005. – №5. – С. 58–62.
19. **Котиков, В.М.** Лесозаготовительные и трелевочные машины / В.М. Котиков, Н.С. Еремеев, А.В. Ерхов. – М.: Лесная промышленность, 2004. – 336 с.
20. **Миркин, С.Н.** Влияние микропрофиля на буксование гусеничного движителя / С.Н. Миркин, С.А. Черябриков // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2006. – № 3. – С. 32–33.
21. **Клубничкин, Е.Е.** Анализ путей повышения качества систем поддрессоривания гусеничных лесозаготовительных машин. – 2005. – №5. – С. 157–161.
22. **Котиков, В.М.** Воздействие лесозаготовительных машин на лесные почвы / В.М. Котиков // Диссертация доктора технических наук. – М.: МЛТИ, 1995. – 214 с.
23. **Редкозубов, А.В.** Математическая модель поверхности движения лесных дорог / А.В. Редкозубов, Д.В. Зезюлин, В.С. Макаров, В.В. Беляков // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2014. – № 4 (106). – С. 348–352.
24. **Беляков, В.В.** Концепция подвижности наземных транспортно-технологических машин / В.В. Беляков [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2013. – №3(100). – С. 145–174.
25. **Беккер, М.Г.** Введение в теорию систем местность-машина: [пер. с англ.] / М.Г. Беккер; под ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1973. – 520 с.
26. **Mezyk, A.** Modelling and Investigation of Dynamic Parameters of Tracked Vehicles / A. Mezyk, E. Switoski, S. Ksciuk, W. Klein // Mechanics and Mechanical Engineering. 2011. – Vol. 15. – № 4. – P. 115–130.
27. **Клубничкин, Е.Е.** Изменение длины опорно-активных участков движителя гусеничной лесозаготовительной машины с учетом режимов нагружения / Е.Е. Клубничкин, В.Е. Клубничкин, Ю.В. Башкирцев, В.М. Крылов // Лесной вестник. – №2 (94). – 2013. – С. 119–120.
28. **Зезюлин, Д.В.** Влияние параметров движителей на показатели эффективности колесных машин при движении по снегу / Д.В. Зезюлин, У.Ш.Вахидов, В.С. Макаров, В.В. Беляков //Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 5. – С. 84.
29. **Беляков, В.В.** Подвижность специальных транспортных средств по дорогам типа «stone-road» / В.В. Беляков [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2012. – № 1 (94). – С. 143–151.
30. **Гончаров, К.О.** Экспериментальные исследования многоосной колесной машины / К.О. Гончаров, В.С. Макаров, В.В. Беляков // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2010. – № 12. – С. 10.

*Дата поступления  
в редакцию 28.10.2016*

**Е.Е. Klubnichkin<sup>1</sup>, V.E. Klubnichkin<sup>1</sup>, V.S. Makarov<sup>2</sup>, D.V. Zeziulin<sup>2</sup>, V.V. Belyakov<sup>2</sup>**

### **EVALUATION INDICATOR OF TRAFFICABILITY OF TIMBER HARVESTING MACHINES**

Moscow State Technical University. n.a. N.E. Bauman (Mytishchi branch)<sup>1</sup>,  
Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alexeyev<sup>2</sup>

The purpose is to study the influence of the type of transmission on the trafficability of forest machines. Tests of forest machines with different transmissions are described. The comparison of the data obtained in the tests is carried out. Analysis of the results, which shows that the total ratio of non-uniformity of normal pressure of the specific machines decreases when machine is moving, is made. Consequently, the effect of normal pressures on the ground is reduced. Application of the hydraulic drive with hydrostatic transmission in timber harvesting machines increases their flexibility and trafficability in forest conditions. These studies allow giving recommendations on the choice of transmission of forest machines and choosing the rational weight distribution that improves the uniformity of the specific pressures and thus enhances environmental safety.

*Key words:* tracked vehicle, transmission, trafficability, mover.