

УДК 630*36

А. С. Федоренчик, кандидат технических наук, профессор (БГТУ)**ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ЛЕСНЫХ МАШИН «АМКОДОР»**

Показаны влияние лесозаготовительных параметров лесосечного фонда страны на выбор систем лесных машин «Амкодор», масштабы их применения в рамках территориально-структурных подразделений исходя из технических и технологических возможностей.

The influence of the country's forest fund exploitative parameters on choosing for systems of forest machinery «Amkodor», the scope of their application within the territorial divisions based on the technical and technological possibilities are shown.

Введение. В соответствии с Государственной программой развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы к 2015 году с использованием многооперационной лесозаготовительной техники планируется заготавливать 70% от всего объема древесины и обеспечить тем самым освоение расчетной лесосеки на 95% [1]. Особое место при этом отводится лесным машинам «Амкодор», среди которых валочно-сучкорезно-раскряжевные «Амкодор 2551» и «Амкодор 2541»; погрузочно-транспортные «Амкодор 2661-01» и «Амкодор 2682-01»; трелевочные «Амкодор 2243», «Амкодор 2243В», «Амкодор 2242В» и валочно-трелевочная «Амкодор 2243С»; рубильная на базе форвардера «Амкодор 2902» и комбинированная «Амкодор 2661-02»; погрузчики для лесных грузов «Амкодор 352Л» и «Амкодор 352Л-01». Краткая техническая характеристика семейства лесных машин «Амкодор» приведена в табл. 1.

Многооперационные машины марки «Амкодор» полностью освоили цепочку современной технологии заготовки древесины в виде

сортиментов, хлыстов или щепы на рубках главного и промежуточного пользования [2]. Семейство этих машин совершенствуется и пополняется. Ряд машин успешно адаптируется не только на рынке Беларуси.

Вместе с тем опыт практической работы в нашей стране показывает, что годовая выработка на лесные машины «Амкодор» на лесозаготовительных предприятиях колеблется в значительном диапазоне. Имеют место существенные повреждения лесной среды. При решении вопросов выбора систем машин, масштабов их применения в рамках территориально-структурных подразделений, а также при оценке их экономической эффективности важно объективно оценить возможность освоения лесосечного фонда этими машинами исходя из их технических и технологических возможностей.

1. Лесозаготовительная характеристика лесосырьевой базы. Применительно к организации лесопользования в Республике Беларусь необходимость анализа условий произрастания насаждений обусловлена возможностью их последующего освоения.

Таблица 1

Техническая характеристика лесных машин «Амкодор»

Марка машины	Масса, т	Мощность двигателя, кВт	Колесная формула	Ширина, мм	Вылет манипулятора, м	Макс. диаметр срезаемого дерева, мм	Макс. грузовой момент, кН·м	Грузоподъемность, кг/тяговое усилие, кН
Амкодор 2551	15,0	124,6	6К6	2900	9,5	670	100	–
Амкодор 2541	14,0	132,0	4К4	2725	9,5	520	–	–
Амкодор 2583	21,0	132,0	8К8	2878	10,0	750	160	–
Амкодор 2531	9,0	88,0	4К4	2300	7,13	450	55	–
Амкодор 2661-01	15,4	114,0	6К6	2900	8,2	–	80	12 000/–
Амкодор 2662-01	16,0	124,6	6К6	2970	8,2(10,3)	–	95	14 000/–
Амкодор 2682-01	18,0	124,6	8К8	2970	8,2(10,3)	–	95	14 000/–
Амкодор 2641	12,9	109,0	4К4	2725	7,3	–	65	7500/–
Амкодор 2661-02	16,7	132,0	6К6	2870	10,3	–	–	13 000/–
Амкодор 2652	7,7	60,0	тележка	2250	5,5	–	42	9000/–
Амкодор 2243(В)	16,0	109,0	4К4	2875	4,9	–	95	–/90
Амкодор 2243С	16,5	109,0	4К4	2875	5,8	320	–	–
Амкодор 2902	22,0	132,0	6К6	2900	10,3	–	80	–
Амкодор 352Л	13,8	132,0	4К4	2470 (2900)	4140 (4540)	–	–	5000/–

В работе [3] предложены четыре типа местности, включающие пять экологических групп, и дана характеристика эксплуатационных показателей каждого типа.

К первому типу местности (категории) отнесены леса на песчаных и супесчаных галечниковых и каменистых почвах недостаточного и безызбыточного увлажнения.

Второй тип местности включает леса на песчаных, супесчаных и с мелкими суглинками почвах повышенного увлажнения. В периоды весенней и осенней распутицы несущая способность их падает, но летние осадки на проходимость машин влияют незначительно.

К третьему типу местности отнесены леса на суглинистых и глинистых почвах, которые резко снижают несущую способность при избыточном увлажнении в любой период года. Тракторы быстро разрушают растительный слой и образуют глубокие колеи на волоках.

Четвертый тип местности представляют переувлажненные (глеевые) минеральные почвы и торфяно-болотные, наиболее неблагоприятные для лесозаготовки. С учетом того, что разработка таких лесосек ограничивается несущей способностью грунтов и доступностью освоения, четвертый тип местности разбит на два подтипа: IV.1 – леса на минеральных глеевых и оторфованных почвах с мощностью торфа до 50 см; IV.2 – леса на болотных почвах мощностью торфа более 50 см.

В табл. 2 приведено распределение типов местности по областным лесохозяйственным объединениям с указанием площади в процентах.

Таблица 2

Распределение типов местности по областям

ГПЛХО	Тип местности, площадь, %				
	I	II	III	IV.1	IV.2
Брестское	38,3	31,1	7,6	11,3	11,7
Могилевское	34,7	45,7	6,8	6,5	6,3
Минское	36,8	41,9	4,1	8,7	8,5
Гомельское	43,6	33,8	7,9	8,3	6,4
Гродненское	51,8	36,5	3,3	4,3	4,1
Витебское	18,4	41,8	10,5	15,0	14,3
Итого по республике	37,2	38,5	6,7	9,1	8,5

Связь выделенных типов местности с экологической группой, серией типов леса, эдафотопом, номерами почвенно-типологических групп представлена в работе [3], а их несущая способность – в табл. 3.

На основании данных перечета лесосечного фонда с использованием картографических материалов по крутизне склонов выделено три градации местности: 0–10°, 10–15° и более 15°, так как анализ работы существующих машин показал, что большинство из них работает без ограничений по рельефу в течение всего года при крутизне склонов до 10°.

так как анализ работы существующих машин показал, что большинство из них работает без ограничений по рельефу в течение всего года при крутизне склонов до 10°.

Таблица 3

Эксплуатационные показатели типов местности

Тип местности	Уровень грунтовых вод, м	Несущая способность, кПа	Сезон разработки лесосек
I	2,5 и >	70–200	На протяжении года
II	0,5–2,5	40–70	Лето, зима, сухая осень
III	0,5 и >	30–60	Лето, зима
IV	0–1,0	20–30	Сухое лето, зима
	0–0,5	< 20	Зима

Эксплуатационные показатели деревьев в разрезе классов крупности приведены в табл. 4. Для определения параметров харвестерной головки необходимо знать взаимосвязь между средним объемом хлыста, средним диаметром хлыста и размерами сучьев.

Таблица 4

Эксплуатационные показатели деревьев

Класс крупности	Параметры деревьев		
	Диаметр, см	Высота, м	Объем ствола, м ³
Молодняки и мелкокольевые	до 15	до 17	0,14–0,17
Маломерные	до 19	до 20	0,18–0,21
Среднемерные	до 22	до 23	0,22–0,29
Крупномерные	более 23	более 24	0,30–0,45

2. Оценка применимости машин. Для оценки возможности освоения лесными машинами «Амкор» отведенного в рубку лесосечного фонда рассмотрим понятие коэффициента применимости [4].

Коэффициент применимости $K^{пр}$ – безразмерная величина, характеризующая возможность освоения заданного лесосечного фонда машиной при соблюдении условий ее рационального функционирования и соблюдения лесоводственно-экологических требований. При этом принимается, что если машина, входящая в систему, не имеет ограничений, обусловленных соотношением ее технических возможностей и лесозаготовительных условий, то значение $K^{пр}$ ее равно 1. Если же работа машины в рассматриваемых условиях невозможна, например, из-за большой крутизны склонов или при диаметре дерева больше, чем позволяет

спилить захватно-срезающее устройство, то значение этого коэффициента будет равным 0. При частично возможных условиях работы машины (системы машин) значение коэффициента применимости данной машины будет находиться в пределах $0 \leq K^{np} \leq 1$.

В зависимости от рассматриваемого периода работы, при котором условия функционирования лесной машины, характеризующиеся теми или иными факторами, могут изменяться, значение K^{np} можно рассматривать как постоянную величину либо как функцию времени. Приняв за временной интервал одну смену, вероятнее всего, значение K^{np} машины будет величиной постоянной, если год – то оно будет изменяться по сезонам года, и в первую очередь из-за изменения несущей способности грунтов.

Учитывая лесозаготовительную характеристику лесосечного фонда страны, технические характеристики лесных машин «Амкодор», условия их предпочтительного применения за год, через коэффициент применимости выразим в табл. 5.

Классификация природных условий отвечает общепринятой в СНГ, за исключением крупномерности леса. С учетом специфики лесосечного фонда страны к мелким относятся насаждения со средним объемом хлыста до $0,2 \text{ м}^3$, средним – с объемом хлыста $0,21\text{--}0,5 \text{ м}^3$, крупным – с объемом хлыста более $0,5 \text{ м}^3$. Рельеф местности с

крутизной склонов до 15° относится к равнинному, свыше 15° – холмистому. Следует отметить, что совершенствование планирования рубок по кварталам года, практика разработки заболоченных лесосек зимой, применение технологий, обеспечивающих выстилку волоков порубочными остатками, введение в систему машин бензиномоторных пил и др. расширяют объемы возможного применения большинства рассматриваемых лесных машин «Амкодор».

По величине коэффициента применимости можно судить о перспективности и целесообразности применения (закупки, выпуска) лесозаготовительных машин или систем машин в конкретных природно-производственных условиях или на предприятии.

3. Методика определения коэффициента применимости машин. Если необходимо определить объемы освоения лесосечного фонда системой машин применительно к рассматриваемому региону (области) или производственному структурному подразделению (лесхозу) более детально, можно воспользоваться следующей методикой.

Представим совокупность природно-производственных условий лесхоза в виде множества A . Оно включает в себя подмножества: $B = \{b_1, b_2, b_3, b_4, b_5\}$ – несущую способность грунта; $C = \{c_1, c_2, c_3, c_4, c_5\}$ – средний объем хлыста; $D = \{d_1, d_2, d_3\}$ – рельеф местности, то есть $A \subseteq B$, $A \subseteq C$, $A \subseteq D$.

Таблица 5

Коэффициенты применимости машин «Амкодор»

Марки машин	Значение коэффициента применимости, K^{np}									
	Рельеф местности		Тип местности					Крупномерность леса		
	равнинный	холмистый	I	II	III	IV.1	IV.2	мелкий	средний	крупный
Амкодор 2541	1	0*	1	1	0*	0	0	1	1	0
Амкодор 2551	1	0*	1	1	1	0*	0	0*	1	1
Амкодор 2583	1	0**	1	1	1	1	0*	0*	1	1
Амкодор 2243С	1	0	1	1	0*	0	0	1	0*	0
Амкодор 2641	1	0**	1	1	0*	0	0	1	1	0*
Амкодор 2661-01	1	0**	1	1	0*	0	0	0*	1	1
Амкодор 2652	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1
Амкодор 2662-01	1	0**	1	1	0*	0	0	0*	1	1
Амкодор 2682-01	1	0**	1	1	1	0*	0*	0*	1	1
Амкодор 2661-02	1	0**	1	1	1	0*	0	0*	1	1
Амкодор 2243В	1	0**	1	1	1	0*	0	0*	1	1
Амкодор 2243	1	0	1	1	0*	0	0	1	1	1
Амкодор 352Л	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1
Амкодор 2902	1	0	1	1	0*	0	0	1	1	0*
Амкодор 2904	1	0	1	1	0*	0	0	1	0*	0*
Амкодор 2061	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1

Примечание. 1 – работа возможна без ограничений; 0 – работа не возможна; 0* – работа возможна, но с меньшей эффективностью; 0** – работа возможна с ограничениями по силе тяги и по устойчивости.

Здесь элементы подмножества: b_1 – b_5 – соответственно представляют несущую способность грунтов I, II, III, IV.1, IV.2 типов, кПа; c_1 – c_5 – соответственно выражают следующие градации объемов хлыста, м³: 0,14–0,17; 0,18–0,21; 0,22–0,29; 0,3–0,45; 0,45 и более; d_1 – d_3 – соответственно отражают типы рельефа с уклоном: до 10°; 10–15°; более 15°. В общем виде коэффициент применимости – это степень соответствия технических возможностей машины пересечению ($A = B \cap C \cap D$) перечисленных выше подмножеств. Каждое подмножество содержит конечное число элементов, входящих в него, то есть они являются счетными. Каждый из элементов определенного подмножества имеет свой удельный вес. Сочетание всех элементов множества конечно и носит многовариантный характер. При практических расчетах можно исключить сочетания элементов множества, не имеющих смысла в реальности.

Тогда коэффициент применимости машины, K^{np} , например, для лесхоза, может быть определен по формуле

$$K^{np} = \left(\sum_{b=1}^5 K_b^n \cdot S_b \right) / \sum_{b=1}^5 S_b,$$

где K_b^n – коэффициент применимости машины на категории грунта b_1 – b_5 ; S_b – площадь лесфонда лесхоза с соответствующей категорией (несущей способностью) грунта, %.

$$K_b^n = K_b^c \cdot K_c^n \cdot K_d^n,$$

где K_b^c – коэффициент, характеризующий возможность эксплуатации машины на b -й категории грунта в течение года; K_c^n , K_d^n – коэффициенты, учитывающие соответственно применимость машин по среднему объему хлыста и по типу рельефа.

Коэффициенты K_c^n и K_d^n определяются по формулам:

$$K_c^n = \sum_{c=1}^5 f_c^n \cdot P_c \quad \text{и} \quad K_d^n = \sum_{d=1}^3 f_d^n \cdot P_d,$$

где f_c^n , f_d^n – коэффициенты, учитывающие возможность применения машины в рамках элементов подмножества соответственно среднего объема хлыста и рельефа местности. Их значения равны 0, когда применение машины невозможно, и 1 – когда нет ограничивающих условий для применения; P_c , P_d – удельный вес (доля площади) соответствующих элементов подмножества.

Зная коэффициент применимости машин, коэффициент применимости системы лесных машин, K_{cm}^{np} определяют по минимальному значению коэффициента машин, входящих в систему:

$$K_{cm}^{np} = K_n^{np} \rightarrow \min,$$

где K_n^{np} – коэффициент применимости n -й машины в системе.

В условиях нашей страны основным ограничивающим фактором применения лесозаготовительных машин в целом и «Амкодор» в частности является несущая способность грунтов или почвенно-грунтовые условия. В период мягкой зимы для полного освоения лесосечного фонда (тип местности IV.1 и IV.2), при разработке которого коэффициент применимости рассматриваемых машин не превышает 0,3, целесообразно применение мобильных канатных установок. Это наиболее актуально для Витебской и Брестской областей.

Заключение. В связи с ростом объемов лесозаготовок применение лесных машин «Амкодор» будет возрастать. Данные машины практически не имеют ограничений для освоения лесосечного фонда страны по рельефу и крупномерности леса, но имеют ограничения при работе на грунтах IV и частично III типов. Выбор варианта системы машин для заготовки деловой древесины и технологической щепы в конкретных природно-производственных условиях должен производиться на основе соответствующих технико-экономических расчетов.

Литература

1. Государственная программа развития лесного хозяйства Республики Беларусь на 2011–2015 годы: утв. 03.11.2010 М-вом лесного хоз-ва Респ. Беларусь. – Минск, 2010. – 28 с.
2. Федоренчик, А. С. Состояние и пути развития лесозаготовок в Республике Беларусь / А. С. Федоренчик // Лесной вестник Моск. гос. ун-та леса. – 2013. – № 1 (93). – С. 175–179.
3. Федоренчик, А. С. Типизация лесных территорий Беларуси для разработки требований по организации и проведению лесосечных работ / А. С. Федоренчик, В. Г. Меркуль, И. В. Соколовский // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработ. пром-сть. – 1999. – Вып. VII. – С. 8–12.

Поступила 12.03.2013