

Компьютерная информационная система "ФОРВАРДЕРЫ"

В. С. Сюнев¹
Ю. Ю. Герасимов
В. М. Костюкевич

Петрозаводский государственный университет

Для обоснования рационального типажа лесозаготовительных машин, работающих по сортиментной технологии, сформирована компьютерная база данных "ФОРВАРДЕРЫ". Система позволяет проводить сравнительный анализ параметров машин данного типа, рассчитывать показатели, характеризующие прогрессивность машин, извлекать необходимые данные для моделирования процессов лесозаготовок. Система сформирована в среде пакета Excel 5.0 и способна развиваться и дополняться.

Ключевые слова: *базы данных, лесозаготовки, сортиментная технология, проектирование.*

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время отечественный рынок открыт для поступления зарубежной лесозаготовительной техники. Ряд лесных предприятий Карелии уже приобрел и эксплуатирует финские лесные машины, в том числе форвардеры - машины для трелевки сортиментов от места валки до лесопогрузочного пункта. Особенностью этих машин являются высокая надежность и производительность, соответствие ряду современных экологических требований, комфортные условия труда, красивый внешний вид и достаточно высокая стоимость. Доля классических форвардеров в числе используемых трелевочных средств с каждым годом возрастает. Так, сегодня в Финляндии почти вся древесина трелюется именно форвардерами.

На территории нашей республики также разрабатываются и создаются лесные машины. Это не только тракторы ОТЗ, но и довольно перспективные конструкции колесных машин КарНИИЛПА, которым накоплен достаточный опыт в создании, производстве и эксплуатации форвардеров, базирующихся на сельскохозяйственных тракторах МТЗ-80(82).

Любое решение о приобретении техники или ее проектировании сопряжено с выполнением достаточно сложной задачи - выбора основных параметров машин

с учетом конкретных природно-производственных условий.

Этот выбор должен обеспечивать высокую производительность машины в данных условиях, снижая воздействие на лесные почвы, сводить до минимума повреждаемость оставляемого древостоя.

Быстрое научно обоснованное принятие решения о приобретении или разработке и создании машин для конкретных условий эксплуатации с учетом экологических факторов возможно, на наш взгляд, на основе применения оригинальных компьютерных программ. Программное обеспечение, основу которого составляют создаваемые базы данных по лесным машинам современного зарубежного и отечественного рынков и базы данных по природно-производственным условиям лесозаготовительных предприятий Республики Карелия, способно проводить моделирование работы машин и производить их оптимальный подбор для конкретных условий эксплуатации. Программы дают также возможность проводить научное обоснование основных параметров вновь создаваемых лесозаготовительных машин, что повышает качество их проектирования.

ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Предварительный информационный поиск показал, что в настоящее время в литературе отсутствуют систематизированные данные о конструкциях и основных параметрах машин рассматриваемого класса [1]. В связи с этим в основу информационного банка легли данные по конструкциям зарубежных и отечественных машин для трелевки сортиментов (форвардеров), полученные из проспектов фирм-изготовителей и при непосредственном ознакомлении с работой зарубежной техники с 1991 по 1996 год, а также из литературных источников [2, 3, 4, 5 и др.].

Для получения наиболее новой и полной информации нами весной 1996 года совместно с финской фирмой Oy FEG-Forest and Environment Group Ltd. (Йоэнсуу) проводилось анкетирование более 100 зарубежных фирм-производителей лесной техники. Данные анкетирования были обработаны и включены в электронную базу данных. Анализ полученной информации позволил сформировать банк данных, включающих 74 модели форвардеров.

В основном в базу данных вводились параметры современных зарубежных и отечественных образцов, производимых или эксплуатируемых в настоящее время (с 1990 по 1996 годы). Ряд более старых моделей форвардеров, представляющих конструктивный интерес для отечественных проектировщиков такой техники, также был рассмотрен.

¹ Авторы - соответственно доцент и профессор кафедры тяговых машин и доцент кафедры технологии металлов и ремонта

Особо выделены модели машин, производство которых велось в 1996 году в Скандинавских странах и Финляндии.

При формировании информационной базы предполагалось, что данные будут использоваться не только для подбора систем машин в соответствии с природно-производственными условиями лесозаготовительных предприятий, но и для обоснования основных конструктивных параметров вновь проектируемых отечественных машин.

ОБОСНОВАНИЕ СТРУКТУРЫ БАЗЫ ДАННЫХ

При обосновании структуры базы данных по форвардерам предварительно отбирались те основные параметры машин, которые существенно влияют на следующие показатели эффективности:

- 1) производительность;
- 2) надежность;
- 3) металлоемкость;
- 4) экологичность;
- 6) экономичность;
- 5) эргономичность.

К таким параметрам отнесены:

- весовые характеристики;
- мощность двигателя;
- тяговое усилие;
- скорость движения;
- геометрические размеры машины;
- опорные характеристики элементов ходовой системы;
- дорожный просвет (клиренс);
- компоновочные параметры шасси;
- вылет манипулятора;
- грузовой момент манипулятора.

Кроме того, в систему может вводиться ряд производных параметров, например удельная энергонасыщенность.

Указанные параметры позволяют не только проводить предварительный анализ характеристик машин, но и служат важными входными характеристиками форвардеров при имитационном моделировании их работы.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

За основу построения компьютерной информационной системы по форвардерам, как и разработанной нами ранее по харвестерам [6], взята Microsoft Exel 5.0 - программный продукт, который предназначен для создания электронных таблиц и баз данных в среде Microsoft Windows.

Компьютерная система представляет собой рабочую книгу в Microsoft Exel 5.0. - электронный эквивалент в виде рабочих листов и листов диаграмм. Рабочий лист - это сетка из столбцов и строк. В столбцах размещается информация о параметрах машин, а в строках - по маркам.

Программа позволяет сравнительно легко упорядочивать, редактировать данные в списке, составлять отчеты, проводить статистический анализ данных и осуществлять поиск оптимальных решений. Особый интерес представляет возможность введения в базы данных рисунков путем их сканирования и оформления в качестве приложений к ячейкам, в которых указаны марки машин, и введение таблиц с пересылкой информации по электронной почте.

Для работы с системой требуются:

- любой IBM PC совместимый компьютер с процессором 486 и выше;
- не менее 8 МВ оперативной памяти;
- система Microsoft Windows 3.1 или более поздняя;
- программа Microsoft Exel 5.0.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ МОДЕЛЕЙ ФОРВАРДЕРОВ

В таблице, представленной в данной работе, из общей базы данных приведены 50 моделей форвардеров, которые сегодня можно встретить на лесозаготовках.

Большинство современных моделей машин данного типа представляют собой шасси с шарнирно-сочлененной рамой. Передняя и задняя части рамы соединены универсальным шарниром с двумя степенями свободы. Таким образом, поворот машины осуществляется за счет изменения взаимного расположения полурам относительно вертикальной оси шарнира. Исполнительный механизм поворота представляет собой один или два гидроцилиндра для "излома" рамы в горизонтальной плоскости. Значение угла излома рамы находится в пределах 38-60°. Кроме того, универсальный шарнир позволяет полурамам наклоняться в вертикальной плоскости относительно друг - друга на угол порядка 15°. Это разгружает раму при движении машины по пересеченной местности и обеспечивает высокую проходимость при значительной длине продольной базы. За счет возможности блокировки шарнира по горизонтальной оси обеспечивается повышенная устойчивость при работе машины в режимах погрузки и разгрузки.

Большинство форвардеров имеет шести- или восьми-колесную ходовую систему с приводом на все колеса. Для снижения удельного давления машины на грунт ширина шин на большинстве моделей составляет 600 мм. При этом, по желанию покупателя, фирмы-производители машин могут оснащать их альтерна

тивными шинами в зависимости от будущих условий эксплуатации (от 500 до 800 мм).

Для повышения проходимости и снижения удельного давления на грунт на шины одеваются цепи и гусеничные ленты. Незначительная часть особо легких малогабаритных форвардеров имеет гусеничный движитель с резиновыми катками и резино-металлической гусеничной лентой.

Трансмиссия большинства машин - гидростатическая или гидромеханическая, имеющая два скоростных диапазона. Это обеспечивает плавное движение форвардера в лесу при высокой силе тяги (среднее значение по рассмотренным машинам составляет 88,9 кН) и благоприятно сказывается на взаимодействии машины с почвой. Максимальная скорость движения машин на первом скоростном диапазоне 7-10 км/ч, на втором - 25-34 км/ч.

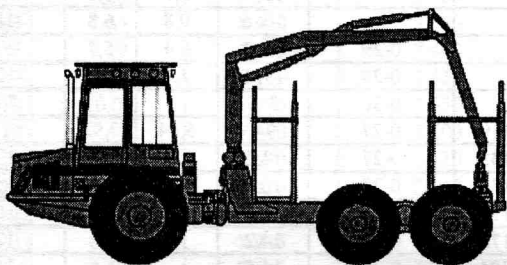


Рис. Типовая компоновка форвардера

Компоновка всех машин примерно одинакова (см. рис.): на передней полураме располагаются двигатель и кабина оператора, на задней полураме - технологическое оборудование (манипулятор с захватом и грузовая платформа со стойками). Только на некоторых моделях манипулятор размещен за кабиной на передней полураме (например, Timberjack 810 В) или в кабине (FMG 678 MINI), за счет чего несколько увеличиваются размеры грузовой платформы на задней полураме.

Двигатели машин, как правило, дизельные с водяным охлаждением (Perkins, Valmet, Cummins, Iveco, Kubota). Средняя мощность двигателя для современного форвардера - 98,9 кВт при средней массе машины 11 956 кг. Кабина располагается за двигателем за

исключением нескольких моделей (Logset-504F и Norcar 400,500,600), в которых она вынесена вперед. Удобство, безопасность, просторность и хороший обзор - главные атрибуты кабин всех зарубежных моделей форвардеров. Кабины отличаются низким уровнем шума и вибрации, эргономичным сидением и удобными органами управления. За кабиной на передней полураме располагаются бак гидросистемы и гидрораспределители.

Все форвардеры оснащаются, как правило, комбинированными манипуляторами с телескопической рукоятью (фирм Loglift, Cranab и др.), ротатором и захватом. Вылет манипуляторов 7-10 м, средний грузовой момент 66-100 кНм. Управление манипулятором электрогидравлическое с помощью двух рычагов, размещаемых на подлокотниках сидений.

Производительность современных машин данного класса зависит от характеристик древостоя и принятой технологии валки леса (полностью механизированная или ручная бензопилами). Средняя производительность современных форвардеров на рубках ухода при работе после харвестера равна 12,5 км³/ч, при работе вслед за вальщиком с бензопилой - 10,6 км³/ч. На сплошных рубках - 17,2 и 12,1 км³/ч соответственно [7].

Ведущими изготовителями данного вида техники на сегодняшний день являются финские фирмы:

- Timberjack Oy;
- Sisu Logging Oy (Valmet).

Из других значительных зарубежных производителей следует отметить Oy Logset Ab, Ponsse Oy, Pinomaki Ky, Kindai Production/Suomen Zaisan Oy (Финляндия) и Gremo Svenska AB, F:A LARS BRUUN (Швеция). Адреса компаний производителей и объемы производства также могут быть введены в предложенную базу данных.

Ориентировочная цена машин в таблице указана в долларах США (USD) или в финских марках (FM) на 1996 год. Значение цены вводилось на основании обработанных анкет или по данным журнала "KONEYRITTAJA" (Финляндия).

Таблица

№	Марка	Страна	Использование	Производство в 1997 году	Колесная формула	Мощность двигателя, кВт	Тяговое усилие, кН	Скорость движения, км/ч	Вес, т	Вес передней части, т	Вес задней части, т	Грузоподъемность, т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Timberjack 1710 (1840)	Ф	да	да	8X8	157	200		19			17
2	Timberjack 1710 (1840)	Ф	да	да	6X6	157	200		17			17
3	Timberjack 1210	Ф	да	да	8X8	105	150	0-25	14,1	8,9	5,2	12
4	Timberjack 1210	Ф	да	да	6X6	105	150	0-25	12,2	7,7	5,2	12
3	Timberjack 1210Б	Ф	да	да	8X8	127	150	0-25	14,1	8,9	5,2	13
5	Timberjack 1210Б	Ф	да	да	6X6	127		0-25	12,9	7,7	5,2	13
6	Timberjack 1110	Ф	да	да	8X8	114	150	0-34	14,3			11
7	Timberjack 1110	Ф	да	да	6X6	114	150	0-34	12,6			11
8	Timberjack 1010	Ф	да	да	6x6	82	140	0-34	11	6,0	4,8	11
9	Timberjack 910	Ф	да		6x6	80	120	0-34	11			10
10	Timberjack 810Б	Ф	да	да	8x8	82	110	0-25	9,8	6,2	3,6	8,5
11	FMG 933 T Forvarder	Ф	да		8x8	154	149	0-30	22	12,9	9,1	20
12	FMG 18 S Lokomo-6	Ф	да		8x8	154			15,7	8,9	6,8	18
13	FMG 18 S Lokomo-8	Ф	да		8x8	154			16,6	9,8	6,8	18
14	FMG 12 S Lokomo-6	Ф	да		6x6	100		0-29	12,1	6,4	5,7	12
15	FMG 12 S Lokomo-8	Ф	да		8x8	100		0-29	13,1	7,4	5,7	12
16	FMG 678 mini	Ф	да		8x8	62		0-30	8,5			7,5
17	KINDAI S8	Ф	да		8x8	89	119	0-27	9,4	5,44	3,92	8
18	KINDAI S12	Ф	да		8x8	116	135	0-27	11,5			12
19	GREMO 950	Ш	да		8x8	82	136	0-27	10,7			9,5
20	BRUUN F10	Ш	да		8x8	82	170	0-25	12,6			10
21	BRUUN F12	Ш	да		8x8	82	170	0-25	14,2			12
22	BRUUN F14	Ш	да		8x8	125	204	0-25	14,5			14
23	PIKA 728 T	Ф	да	да	8X8	92	130	0-30	10,5	6,8	3,7	9
24	FARMi TRAC 575	Ф	да	да	гусен.	75	70	0-20	8,9	5,5	3,8	6
25	TERRI 4x4 ATD	Ф	да	да	4x4	28	30	0-19	2,9			2
26	TERRI 2020Д (S2000)	Ф	да	да	гусен.	17	20	0-28	2			1,7
27	NOKKA 24WD	Ф	да	да	кол.-гус.	85	42	0-7	8,4			4
28	FOMAC F112	Ф	да	да	гусен.	148	140	0-27	13,8	8,2	5,5	12
29	LOGBEAR F4000	Ф	да	да	гусен.	49	40	0-18	4,1			4
30	LOGSET 504F	Ф	да	да	8x8	84	120	0-22	9,3	5,4	3,9	9,5
31	PONSSE S10	Ф	да	да	8x8	84	120	0-30	9,8			10
32	PONSSE S15 Ergo	Ф	да	да	6x6	114	160	0-28	11			12
33	NORCAR 600	Ф	да		8x8	78	95	0-25	9,8			9
34	NORCAR 500	Ф	да		8x8	78	95	0-25	9,3			7,5
35	NORCAR 490	Ф	да		8x8	57	95	0-22	7,8			7,5
36	VALMET 890-6	Ф	да	да	6x6	130	172	0-25	15,5			16
37	VALMET 890-8	Ф	да	да	8x8	130	172	0-25	18			18
38	VALMET 892	Ф	да		6x6	134	162	5,1-30	15,1	7,25	7,8	14
39	VALMET 862	Ф	да		6x6	90	148	3,6-30	12	6,2	5,8	12
40	VALMET 838	Ф	да		8x8	82	130	3,8-30	11,4	6,9	4,5	11
41	VALMET 836	Ф	да		6x6	82	130	3,8-30	10,6	5,96	4,64	11
42	VALMET 832	Ф	да		6x6	72	110	5,1-30	10,6	6,1	4,5	10
43	VALMET 828	Ф	да		8x8	70	76	0-33	8,4	5,4	3,0	8
44	VALMET 860-8	Ф	да	да	8x8	118	145	0-25	13,6	8,2	5,4	12
45	VALMET 860-6	Ф	да	да	6x6	118	145	0-25	12,8	7,2	5,6	12
46	VALMET 840 C	Ф	да	да	6x6	84	130	0-25	11,4	6,3	5,1	13
47	VALMET 840 C	Ф	да	да	8x8	84	130	0-25	12,3	7,8	5,0	13
48	VALMET 820	Ф	да	да	8x8	80	80	0-25	9,3			8,5
49	AFM 8F	Ф	да		8x8	73,5		1,89-17,95	8,5			10
50	ЛТ-189М/КарНИИЛП	Р	да	да	6x6	57,4		1,89-17,95	12	5,8	6,2	8

Примечание. Ф - Финляндия; Ш - Швеция; Р - Россия.

Продолжение табл.

№	Удельная энергонасыщенность, кВт/т	Длина, мм	Ширина, мм	Клиренс, мм	Высота, мм	Угол складывания полурам, град.	Ширина колеса, мм
1	14	15	16	17	18	19	20
1	8,26	10 050	2 990	730	3 900	42	700
2	9,24	10 050	2 990	680	3 900	42	700
3	7,45	8 990	2 570	605	3 710	40	600
4	8,61	8 990	2 570	575	3 710	40	600
3	9,01	9 120	2 640	605	3 680	40	800
5	9,84	9 120	2 640	575	3 680	40	800
6	7,97	8 850	2 680	600	3 600	44	700
7	9,05	8 850	2 680	600	3 600	44	700
8	7,45	8 230	2 680	600	3 550	40	600
9	7,27	8 250	2 680	585	3 550	40	600
10	8,37	7 815	2 460	595	3 700	40	600
11	7,00	9 460	2 980	710	3 700	40	600
12	9,81	9 395	2 800	825	3 768		600
13	9,28	9 395	2 800	825	3 768		600
14	8,26	8 900	2 580	575	3 415	40	600
15	7,63	8 900	2 580	575	3 415	40	600
16	7,29	7 615	2 400	575	3 745	40	600
17	9,51	8 140	2 450	620	3 350	45	600
18	10,09	8 900	2 650	660	3 550	45	600
19	7,69	7 960	2 600	590	3 320	43	600
20	6,51	8 630	2 420	600	3 450	42	700
21	5,77	8 630	2 620	600	3 450	42	800
22	8,62	8 680	2 620	600	3 450	42	800
23	8,76	7 945	2 600	620	3 500	45	600
24	8,43	8 645	2 200	530	3 170	45	600(гусен.)
25	9,68	6490-6950	1 800	300	2 400	50	560
26	8,50	6500-7000	1 800	?	2 350	50	670(гусен.)
27	10,12	8 170	1 960	530	2 950	50	600(гусен.)
28	10,76	9 277	2 720	660	3 789	42	600
29	11,95	6700-7200	1 800	350	2 750	45	600(гусен.)
30	9,03	8 125	2 350	680	3 410	60	500
31	8,57	8 240	2 600	600	3 470	45	600
32	10,39	8 725	2 640	560	3 500	44	600
33	7,96	7 500	2 500	700	3 670	55	600
34	8,39	7 500	2 500	680	3 370	60	500
35	7,31	6 970	2 270	600	3 100	60	500
36	8,39	9 687	3 000	660	3 930	42	650
37	7,22	10 037	3 200	660	3 930	42	650
38	8,90	8 860	2 720	640	3 840	40	600
39	7,50	8 420	2 710	590	3 700	40	600
40	7,19	8 400	2 540	660	3 790	42	600
41	7,74	8 330	2 540	540	3 790	42	600
42	6,79	8 100	2 500	660	3 350	41,5	600
43	8,33	7 540	2 300	620	3 700	42	600
44	8,68	8 747	2 700	620	3 900	42	600
45	9,22	8 747	2 700	660	3 900	42	600
46	7,37	8 330	2 600	660	3 800	42	600
47	6,83	8 400	2 600	620	3 800	42	600
48	8,60	7 887	2 500	620	3 800	42	600
49	8,65	7 950	2 420	590			
50	4,78	10 000	2 700	600	3 800	38	500

Продолжение табл.

№	Расстояние от оси шарнира до оси передних колес, мм	Расстояние от оси шарнира до оси задних колес, мм	Расстояние между колесами в балансирах, мм	Максимально возможный вылет манипулятора, м	Грузовой момент манипулятора, кН*м	Цена
1	21	22	23	24	25	26
1				8,5	151	?
2				8,5	151	?
3	1 900	3 275	1 510	10,3	93	?
4	1 900	3 275	1 510	10,3	93	?
3	1 900	3 275	1 510	10	99	?
5	1 900	3 275	1 510	10	99	?
6				10	72/99	?
7				10	72/99	?
8	1 090	3 500	1 450	10,3/10	72/99	?
9	1 090	3 500	1 450	10	70	?
10	1 850	2 350	1 300	9,8	56	?
11				7	155	?
12				7,2	110	?
13				7,2	110	?
14	1 900	3 275	1 500	10,1	97	?
15				10,1	97	?
16	1 750	1 750	1 238	10,2	56	?
17	1 960	2 475	1 300	6,7	40	198000 USD
18	1 640	3 500	1 470	7,2	70	220000 USD
19				6,5/8,7	56	?
20			1 280	8,7	50	?
21			1 430	10,2	60	?
22			1 450	10,2	60	?
23	1 836	2 725	1 300	10,2/9,3	56/72	1025000 FM
24				8-8,6	52-51	940 000 FM
25				4,2	17,3	258 000 FM
26				3,5-4,2	9,0-17,3	258 000 FM
27				7,1	36	930 000 FM
28				10	66	1250000 FM
29				5,5	18,5	430 000 FM
30	1 940	2 380	1 330	7,6	35	214 500 USD
31			1 290	9,8	50	?
32			1 476	10,2	60	?
33	2 110	2 255	1 330	10,2	57	?
34	1 940	2 180	1 330	8		?
35	1 900	2 180	1 130	7,5		?
36				7,5/9,8	93,9	1345000FM
37				7,5/9,8	93,9	1460000FM
38			1 585			?
39	1 257	3 100	1 468	6,9	77	?
40	1 670	3 030	1 476	7,2	77	?
41	1 450	3 030	1 476	7,2	77	?
42	1 180	3 030	1 476	10,3	50	?
43	1 750	1 750		8,3	50	?
44				7,5/9,8	93,9	1250000FM
45				7,5/9,8	93,9	1175000FM
46	1 450	3 137		10,35	77	1089000FM
47	1 670	3 137		10,35	77	1155000FM
48	1 750	2 100		9,3	60,3	1025000FM
49						?
50	1 150	3 750	1 440	6,5	50	?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достоинством предложенной базы данных являются ее простота и открытость с возможностью дальнейшего расширения и совершенствования на уровне рядового пользователя.

Данная компьютерная система совместима с созданной нами ранее базой "ХАРВЕСТЕРЫ" и другими Microsoft приложениями, что позволяет экспортировать в нее графическую информацию и импортировать необходимые данные для последующего моделирования технологических процессов.

Система может рассматриваться в качестве основы для автоматизации различных технико-экономических расчетов в лесозаготовительном производстве.

Дальнейшее совершенствование компьютерной системы связано с введением данных, характеризующих производительность машин, результаты их сравнительных испытаний в реальных производственных условиях, экологических данных (давление колес на грунт, повреждение почв и древостоя и др.) и введением алгоритмов расчета показателей, характеризующих качество и эффективность форвардеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Можаяев Д. В., Илюшкин С. Н. Механизация лесозаготовок за рубежом. М.: Лесная пром-сть, 1988. 296 с.
2. Машины и оборудование лесозаготовок: Справочник. М.: Лесная пром-сть, 1990. 440 с.
3. Многооперационные машины для заготовки сортиментов: Лесозаготовка и лесосплав. М.: ВНИПИЭИлеспром, 1986.
4. ИНФО Timberjack: Международный журнал по лесозаготовительной технике. 1993-1996.
5. Profitable harvesting (The Finnish foreign trade association). Helsinki, 1990.
6. Сюнев В. С., Герасимов Ю. Ю., Костюкевич В. М. Компьютерная информационная система "ХАРВЕСТЕРЫ" // Тр. лесоинженерного факультета ПетрГУ. Петрозаводск, 1996.
7. Hakki P. Procurement of timber for the Finnish forest industries / The Finnish Forest Research Institute. Vantaa, 1995.