

7. Иванчина Л.А., Залесов В.Н. Примесь сосны в составе древостоев насаждений ельника зеленомошного как индикатор их устойчивости // Вестник БГАУ. 2017. № 4. С. 106-110.
8. Иванчина Л.А., Залесов С.В. Устойчивость деревьев ели с различными селекционными формами в насаждениях ельника кисличного в условиях Прикамья // Студенческий научный форум 2018: матер. X Междунар. студ. электронной науч. конф. М.: РАЕ, 2018. URL: <https://www.scienceforum.ru/2018/2995/90>.
9. Иванчина Л.А., Залесов С.В. Влияние короеда-типографа на усыхание одновозрастных древостоев Прикамья в условиях ельника зеленомошного // Студенческий научный форум 2018: матер. X Междунар. студ. электронной науч. конф. М.: РАЕ, 2018. URL: <https://www.scienceforum.ru/2018/2995/90>.

УДК 630.160.2

ОЦЕНКА УДЕЛЬНОЙ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ЗАГОТОВКИ СОРТИМЕНТОВ СИСТЕМАМИ МАШИН И ХАРВЕСТЕРНЫХ АГРЕГАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Якимович Сергей Борисович,
д-р техн. наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
г. Екатеринбург, E-mail: jak.55@mail.ru

Ефимов Юрий Валерьевич,
канд. техн. наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,
г. Екатеринбург, E-mail: yura_efimov.83@mail.ru

Ключевые слова: производительность, удельная энергоемкость, харвестер, валочно-пакетирующая машина, сучкорезно-раскряжевочная машина, харвестерная головка.

Аннотация. Дана методика расчета удельной энергоемкости заготовки сортиментов на основе показателей производительности и мощности технологического процесса, а также расхода и давления гидропривода. Выполнен сравнительный анализ удельной энергоемкости для системы валочно-пакетирующая машина + процессор и для харвестера. Результаты показали, что, не смотря на высокую производительность системы машин на базе ВПМ, заготовка сортиментов харвестером имеет меньшую удельную энергоемкость.

EVALUATION OF SPECIFIC ENERGY INTENSITY OF LOGGING SHORTWOOD BY MACHINES SYSTEMS AND HARVESTER HEADS OF DIFFERENT MANUFACTURERS

Yakimovich Sergey Borisovich,
holder of an Advanced Doctorate in Engineering Sciences, professor
Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, E-mail: jak.55@mail.ru

Efimov Yuri Valeryevich,
Ph.D. of Engineering Sciences, Associate Professor
Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, E-mail: yura_efimov.83@mail.ru

Key words: performance, specific power capacity, harvester, feller-buncher, processor, harvester head.

Abstract. The technique of calculating the specific energy intensity of cut-to-length is given on the basis of the productivity and capacity indicators of the technological process, as well as the

flow and pressure of the hydraulic drive. A comparative analysis of the specific energy consumption for the system of feller-buncher + processor and harvester. The results showed that despite the high performance of the system of machines based on feller-buncher, harvesting sortings harvester has a lower specific energy intensity.

Основным показателем эффективности той или иной лесозаготовительной машины является удельная энергоёмкость [1], определяющая эксплуатационные затраты. Стоимостные показатели не используются по той причине, что стоимость горюче-смазочных материалов различна и подвержена постоянным изменениям.

Удельную энергоёмкость можно выразить как отношение мощности (кВт) к производительности ($\text{м}^3/\text{ч}$) [2].

Принято считать, что валочно-пакетирующая машина (ВПМ) наиболее эффективна на лесозаготовке, так как имеет высокую производительность [3]. Однако следует отметить, что раньше стоимость топлива была значительно ниже, да и металла в стране было достаточно. В настоящее же время перемещение по лесу значительной массы экономически нецелесообразно по расходу ГСМ.

Проведем сравнительную оценку эффективности работы ВПМ и харвестера при получении конечного состояния продукта – сортимента. Для сравнения были выбраны машины одного производителя *Tigercat*. В первой системе машин валку деревьев производит ВПМ, а обрезку сучьев и раскряжевку – процессор (рис.1). Во втором варианте все операции совершаются харвестером (рис.2). Расчеты приняты на время смены 7 ч, средний объем хлыста 0,4 м³. Удельная энергоёмкость по конечному продукту рассчитывалась как отношение суммарной мощности машины и харвестерного агрегата к производительности. Данные занесены в табл. 1.

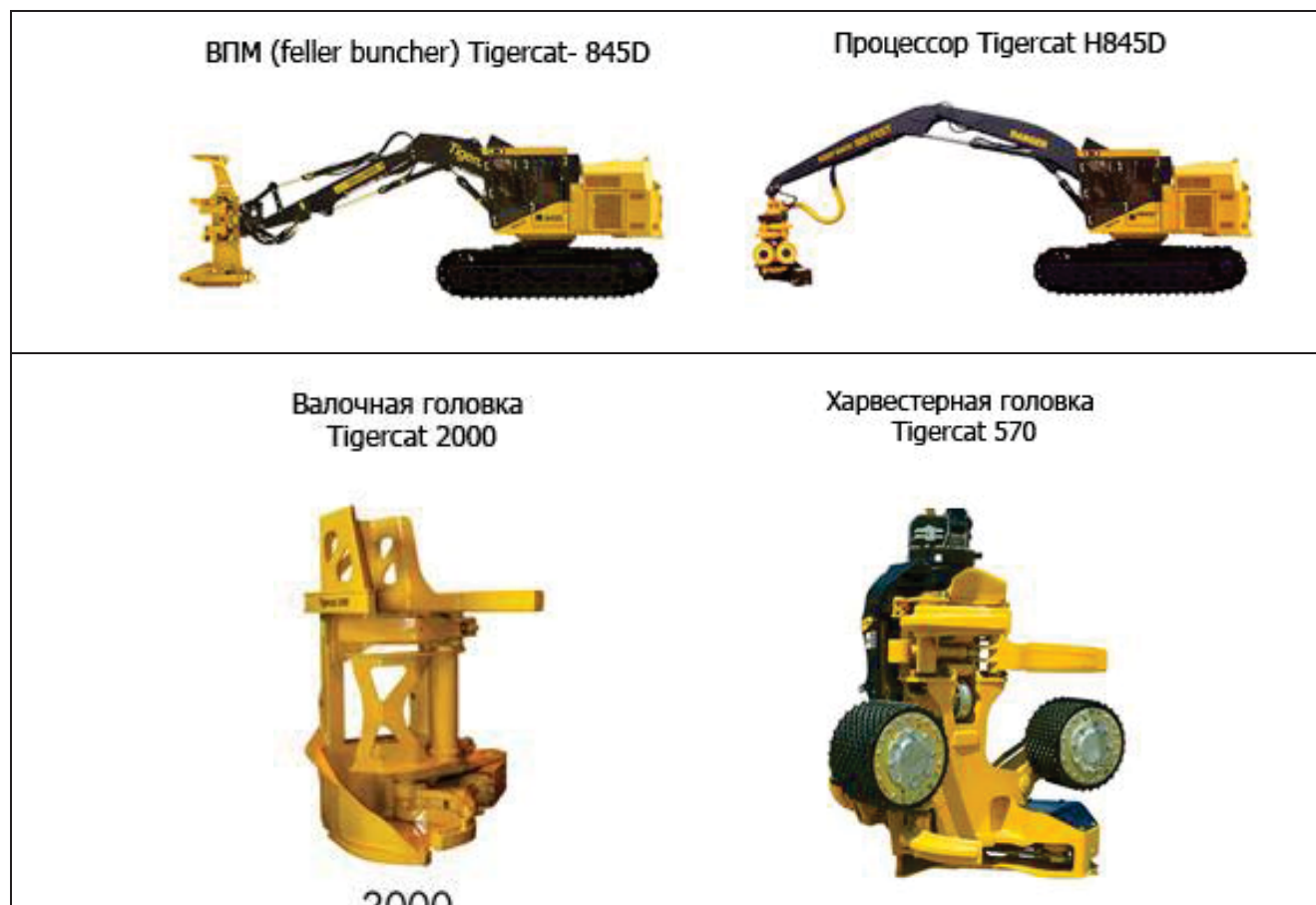


Рис.1. Система машин Tigercat: ВПМ+процессор



Рис.2. Харвестер *Tigercat*

Таблица 1

Сравнительная оценка системы машин ВПМ+процессор с харвестером

	ВПМ (feller buncher) Tigercat- 845D + Валочная головка Tigercat 2000	Процессор Tigercat H845D + Харвестерная го- ловка Tigercat 570	Харвестер Tigercat 1185 + Харвестерная го- ловка Tigercat 570
Мощность двигателя, кВт	210	210	230
Мощность головки, кВт	135	200	200
Суммарная мощность, кВт	755		430
Вес головки, кг	2740	2450	2450
Производительность, м ³ /ч	43	35	25
Удельная энергоёмкость по конечному продукту, кВт·ч/м ³	21,57		17,2

При использовании харвестера удельная энергоёмкость заготовки конечного продукта – сортимента выше на 20,3 %, по сравнению с системой машин ВПМ+процессор. Следовательно, при заготовке сортиментов эффективнее использовать харвестер.

Проведенный анализ существующих харвестерных агрегатов показал, что ни у одного производителя харвестерных агрегатов не содержится самого важного показателя в технической характеристике - удельной энергоёмкости.

Для снятия этой неопределенности проведена сравнительная оценка современных харвестерных агрегатов различных производителей. Установленная мощность (кВт) рассчитывалась по параметрам расхода гидрожидкости (л/мин) и давлению создаваемым гидронасосом (бар). Удельная масса головки определяется уровнем техногенеза производителя, чем она меньше, тем более рационально используется данная масса. Данные представлены в табл. 2.

Исходя из рассчитанных показателей, можно увидеть, что даже в рамках одного производителя имеются расхождения в удельной энергоёмкости. Однако прослеживается тенденция: чем больше объем хлыста, тем меньше удельная энергоёмкость, т.е. энергия затрачивается более эффективно. Наибольшую энергоёмкость имеет головка H412 фирмы JOHN DEERE (11,17 кВт·ч/м³), наименьшую – головка 928А фирмы LOG MAX (2,75 кВт·ч/м³).

Сравнительная оценка харвестерных агрегатов различных производителей

Производитель	Модель	Типо-размер по объему хлыста, м3	Установленная мощность, кВт	Типо-размер по диаметру распила, см	Масса, кг	Производительность, м3/ч	Удельная масса головки, кг/м3	Удельная энерго-емкость, кВт·ч/м3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
PONSSE	H5	0,269	100	53	900	16,14	3345,72	6,20
	H6	0,351	140	60	1050	21,06	2991,45	6,65
	H7	0,42	140	65	1150	25,2	2738,10	5,56
	H7 euca	0,42	140	65	1200	25,2	2857,14	5,56
	H8	0,65	140	78	1250	39	1923,08	3,59
KOMATSU	S92	0,394	110	63	951	23,64	2413,71	4,65
	C93	0,351	110	60	970	21,06	2763,53	5,22
	360.2	0,424	120	65	1245	25,44	2936,32	4,72
	C123	0,424	140	65	1240	25,44	2924,53	5,50
	S132	0,386	140	62,5	1364	23,16	3533,68	6,04
	370.2	0,351	150	60	1470	21,06	4188,03	7,12
	C144	0,592	160	75	1400	35,52	2364,86	4,50
	S172	0,592	150	75	1675	35,52	2829,39	4,22
370E *	0,351	140	60	1600	21,06	4558,40	6,65	
KESLA	16RH	0,179	80	45	445	10,74	2486,03	7,45
	16RHS	0,179	65	45	445	10,74	2486,03	6,05
	18RH	0,179	80	45	450	10,74	2513,97	7,45
	18RHS	0,179	60	45	450	10,74	2513,97	5,59
	25RH	0,455	100	67	790	27,3	1736,26	3,66
	25RHS	0,455	85	67	790	27,3	1736,26	3,11
	28RH	0,455	150	67	1280	27,3	2813,19	5,49
	28RHS	0,455	130	67	1280	27,3	2813,19	4,76
	30RH	0,455	150	67	1400	27,3	3076,92	5,49
	30RHS	0,455	130	67	1400	27,3	3076,92	4,76
	20SH	0,179	44	45	520	10,74	2905,03	4,10
	25SH	0,455	75	67	880	27,3	1934,07	2,75
LOG MAX	928A	0,152	50	42	424	9,12	2789,47	5,48
	4000B	0,225	95	50	666	13,5	2960,00	7,04
	5000D	0,311	95	57	895	18,66	2877,81	5,09
	6000B	0,424	130	65	1385	25,44	3266,51	5,11
	6000Twin	0,424	130	65	1593	25,44	3757,08	5,11
	7000C	0,424	160	65	1708	25,44	4028,30	6,29
	7000 XT	0,424	200	65	2022	25,44	4768,87	7,86
	10000XT	0,71	220	81	3078	42,6	4335,21	5,16
	12000XT	0,885	230	89	4466	53,1	5046,33	4,33
WARATAH	H270 Series II	0,424	160	65	1350	25,44	3183,96	6,29
	H290	0,592	175	75	1970	35,52	3327,70	4,93
	H215E	0,286	150	55	1690	17,16	5909,09	8,74
	HTH250HD	0,311	130	57	950	18,66	3054,66	6,97
	H414	0,379	135	62	1030	22,74	2717,68	5,94
	HTH460	0,592	135	75	820	35,52	1385,14	3,80

1	2	3	4	5	6	7	8	9
	H480C	0,521	160	71	1240	31,26	2380,04	5,12
	HTH622B	0,592	195	75	2120	35,52	3581,08	5,49
SILVATEC	235 MD35	0,179	50	45	615	10,74	3435,75	4,66
	335 MD40	0,225	60	50	862	13,5	3831,11	4,44
	450	0,286	145	55	1024	17,16	3580,42	8,45
	560	0,394	145	63	1350	23,64	3426,40	6,13
	665 MD 70	0,689	180	80	1600	41,34	2322,21	4,35
JOHN DEERE	H412	0,179	120	47	733	10,74	4094,97	11,17
	H414	0,379	135	62	1030	22,74	2717,68	5,94
	H480C	0,521	160	71	1240	31,26	2380,04	5,12
	H758HD	0,311	130	57	950	18,66	3054,66	6,97
	H754	0,592	135	75	820	35,52	1385,14	3,80

* Примечание: **жирным** шрифтом помечены харвестерные головки для экскаватора.

Для рационального выбора системы машин для заготовки сортиментов необходимо руководствоваться следующими способами интенсификации [4, 5]:

- управление способами комплектования машин «харвестер – форвардер», так как покупаются обычно системы с обрабатывающей и транспортной машиной;
- управление схемами заготовок, в которых учтены все влияющие на снижение удельной энергоемкости факторы с учетом изменяющихся по параметрам лесосек;
- управление параметрами грузоподъемности – чем меньше масса машины и харвестерного агрегата, тем лучше.

Проведенные исследования могут быть использованы для выбора наиболее эффективной системы машин для заготовки сортиментов, а также для подбора харвестерного агрегата.

Список литературы

1. Якимович С.Б. Постановка и решение задачи синтеза оптимального управления технологическими процессами лесозаготовок // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2003. № 5. С. 96 – 103.
2. Якимович С.Б. Теория синтеза оптимальных процессов: проектирование систем заготовки и обработки древесины и управление ими. Московский гос. ун-т леса; Марийский гос. техн. ун-т. - Пермь.: Изд-во Пермской ГСХА, – 2006. – 249 с.
3. Управление лесопромышленным бизнесом на основе стратегического планирования освоения лесных ресурсов региона (на примере стратегии развития лесопромышленного комплекса ООО «Алмаз» Республики Саха (Якутия)): монография / Мехренцев А.В., Стариков Е.Н., Якимович С.Б., Швамм Л.Г., Иматова И.А., Мезенова В.В., Прядилина Н.К., Капустина Ю.А., Ростовская Ю.Н., Долженко Л.М., Мезенина О.Б., Ефимов Ю.В., Швамм Е.Е., Аммосова С.П., Чахов Д.К., Евсеев М.В., Капитонов А.П. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016. 256 с.
4. Якимович С.Б., Тетерина М.А. Сравнительная оценка способов комплектования систем машин для заготовки сортиментов // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. 2014. № S2. С. 46 – 50.
5. Медовщиков В.Ф., Тетерина М.А., Якимович С.Б. Способы интенсификации заготовки древесины (на примере системы "харвестер-форвардер") // Инновации – основа развития целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности: материалы IV Всероссийской отраслевой научно-практической конференции, г. Пермь, 18-19 марта 2016. – Т.2. С.90 – 101.