

1) при изменении частоты вращения барабана от 40 до 47 с⁻¹ производительность дымогенератора изменялась в пределах от 37 до 47 м³/ч, что позволило произвести оптимальный подбор частоты вращения барабана;

2) при варьировании веса прижимного груза массой от 13 до 17 кг расход древесины изменялся в пределах от 0,79 до 2,19 кг/ч, что позволило произвести оптимальный подбор веса прижимного груза.

Литература

1. Технология копчения мясных и рыбных продуктов / Г.И. Касьянов, С.В. Золотоколова, И.А. Палагина [и др.]. – М.: МарТ, 2004. – 208 с.
2. Мезенова О.Я., Ким И.Н., Бредихин С.А. Производство копченых пищевых продуктов. – М.: Колос, 2001. – 208 с.
3. Разработка оборудования для получения копильного дыма из растительного сырья Сибири / В.Н. Невзоров, В.Н. Холопов, В.А. Самойлов [и др.] // Инновации в науке и образовании: опыт, проблемы, перспективы развития: мат-лы Всерос. конф. – Красноярск, 2010. – Ч. 2. – С. 120–122.
4. Пат. № 2425573, Российская Федерация. МПК А23В4/052. Дымогенератор / В.Н. Холопов, В.Н. Невзоров, О.И. Мяделец, А.И. Ярум. – №2010102619/13; заявл. 26.01.2010; опубл. 10.08.2011.



УДК 630*323

С.М. Базаров, А.Н. Соловьев

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СКОРОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СОРТИМЕНТОВ В ЛЕСУ СИСТЕМОЙ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН

В статье проанализирован наиболее информативный критерий оценки энергосбережения комплексов машин и механизмов производства сортиментов на лесосеке – удельная технологическая скорость производства лесоматериалов, которая определяется на основании эффективности технологической скорости выполняемых операций и мощности систем.

Ключевые слова: производительность, мощность, операции, синхронность.

S.M. Bazarov, A.N. Soloviev

THE TECHNOLOGICAL SPEED ANALYSIS OF THE ASSORTMENT PRODUCTION IN THE WOOD BY THE MECHANISM AND MACHINE SYSTEM

The most informative criterion for energy-saving assessment of the machine and mechanism complexes for the assortment production on the cutting area - specific technological speed of timber production that is determined on the basis of the technological speed efficiency of the performed operations and the system power is analyzed in the article.

Key words: productivity, power, operations, synchronicity.

Введение. В рыночных условиях развития лесопромышленного комплекса производство пиловочника на лесосеке экономически выгодно, поэтому в настоящее время объемы его заготовки непрерывно увеличиваются.

При сортиментном способе заготовки в лесу дерево валят, обрезают сучья и раскряжевывают на необходимые сортименты. Заготовка сортиментов может выполняться различным сочетанием взаимосвязанных между собой лесозаготовительных машин и механизмов, образующих единые системно-синергетические комплексы, эффективность которых зависит от степени синхронизации последовательно выполняемых технологических операций. Наиболее информативным критерием связанности системы механизмов и машин является технологическая скорость производства лесопродукции, определяемая на основе динамической взаимозависимости последовательно выполняемых операций [1]. Высокая степень синхрони-

зации технологических скоростей операций в технологическом процессе приводит к исключению простоев и образованию очередей и является необходимым условием повышения производительности в лесозаготовительном производстве.

Методы и результаты исследований. Механизированные машинные комплексы заготовки лесоматериалов, сочетающие механизацию ручного труда с лесными машинами, широко распространены в лесной отрасли ввиду их возможности сохранять подрост и тонкомеры. Ниже представлены результаты аналитического исследования формирования технологической скорости производства сортиментов длиной 4 м в лесу системами механизмов и машин лесозаготовительного производства.

В настоящее время на рынке лесного машиностроения предлагается достаточно широкий спектр машин, механизмов и оборудования для выполнения лесосечных работ. В таблице представлена мощность механизмов и машин, из которых ниже были составлены различные комплексы и сделан системно-синергетический анализ их связанности.

Мощность механизмов и машин в комплексах производства сортиментов

Показатель	Марка машины, механизма				
	Бензопила Хускварна 262	Бензопила STIHL	Трелевочный трактор ТБ-1М	Процессор ЛО-120	Погрузчик ПЛ-32А
Мощность, кВт	3,0	3,3	88	88	88

Производство сортиментов комплексом бензопила-бензопила – сортиментовоз-погрузчик. В технологические операции, выполняемые данным комплексом, входит валка деревьев бензопилой Хускварна 262, обрезка сучьев и раскряжевка бензопилой Хускварна 262, подвозка колесным сортиментовозом с манипулятором ШЛК-6-04, погрузка погрузчиком ПЛ-32А на лесовозный автопоезд.

Технологическая скорость производства рассматриваемого комплекса равна [1]:

$$V_{T4} = 4S^{-1}_x \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4 / (\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 + \Pi_1 \Pi_2 \Pi_4 + \Pi_1 \Pi_3 \Pi_4 + \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4), \tag{1}$$

или

$$V_{T4} = 4V^{-1}_x L \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4 / (\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 + \Pi_1 \Pi_2 \Pi_4 + \Pi_1 \Pi_3 \Pi_4 + \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4), \tag{2}$$

где L – длина хлыста/сортимента; V_x – средний объем хлыста.

Производительность бензопилы при валке деревьев [2, 3]:

$$\Pi_1 = V_x / t_x, \tag{3}$$

время производства

$$t_x = t_1 + t_2 + t_3, \tag{4}$$

где t_1 – время на подпил, спиливание и стаскивания дерева; t_2 – время на переход к следующему дереву; t_3 – время на подготовку рабочего места.

Производительность бензопилы при обрезке сучьев и раскряжевке:

$$\Pi_2 = V_x / t_x, \tag{5}$$

время производства

$$t_x = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \tag{6}$$

где t_1 – время на обрезку сучьев; t_2 – время на раскряжевку; t_3 – время на маркировку; t_4 – время на переход к следующему дереву.

Производительность сортиментовоза равна

$$\Pi_3 = V / T, \tag{7}$$

где объемная рейсовая нагрузка на сортиментовоз

$$V = V_x n ,$$

где n – число сортиментов.

Время технологического цикла загрузки [2, 3]:

$$T = t_1 V/Q_1 + t_2 V / Q_2 + l_1 / v_1 + l_2 / v_2 + l_3 / v_3 , \quad (8)$$

где t_1 – время технологического подцикла загрузки; t_2 – время технологического подцикла разгрузки; Q_1 – объем одного подцикла загрузки; Q_2 – объем одного подцикла разгрузки; l_1 – расстояние переезда; l_2 – расстояние движения с нагрузкой; l_3 – расстояние движения без нагрузки; v_1 – скорость движения при переездах; v_2 – скорость движения с нагрузкой; v_3 – скорость движения без нагрузки.

Производительность погрузчика [2, 3]:

$$П_4 = V_n / (t_1 + t_2 + t_3) , \quad (9)$$

где грузоподъемность пачки сортиментов

$$V_n = V_x n ,$$

t_1 – время погрузки пачки: захват пачки, её подъем, переход с пачкой к подвижному составу, опускание пачки, её укладка и возвращение пустого захвата; t_2 – время подготовки подвижного состава к погрузке; t_3 – время оправки крепления воя после погрузки; n – число сортиментов в пачке.

Технологическая мощность данного комплекса равна:

$$N = 4 [N_1 N_2 N_3 N_4 / (N_1 N_2 N_3 + N_1 N_2 N_4 + N_1 N_3 N_4 + N_2 N_3 N_4)] = 5,56 \text{ кВт}, \quad (10)$$

где N_1, N_2 – мощность бензопилы Хускварна 262; N_3 – мощность сортиментовоза ШЛК-6-04; N_4 – мощность погрузчика ПЛ-32А.

График зависимости технологической скорости производства сортиментов от объема для комплекса бензопила Хускварна-262 – бензопила Хускварна 262 – сортиментовоз ШЛК-6-04 – погрузчик ПЛ-32А показан на рис. 1.

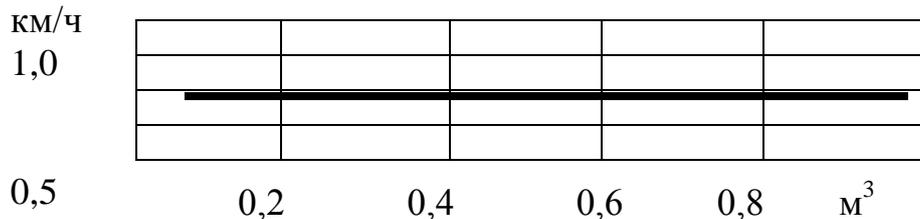


Рис. 1. График зависимости технологической скорости производства сортиментов длиной 4 м от объема для комплекса бензопила Хускварна 262 – бензопила Хускварна 262 – сортиментовоз ШЛК-6-04 – погрузчик ПЛ-32А

Удельная технологическая скорость равна

$$v_{T4} = V_{T4} / N ,$$

или

$$v_{T4} = [V^{-1}_x L П_1 П_2 П_3 П_4 / (П_1 П_2 П_3 + П_1 П_2 П_4 + П_1 П_3 П_4 + П_2 П_3 П_4)] \times [N_1 N_2 N_3 N_4 / (N_1 N_2 N_3 + N_1 N_2 N_4 + N_1 N_3 N_4 + N_2 N_3 N_4)]^{-1}. \quad (11)$$

График зависимости удельной технологической скорости производства сортиментов от объема для комплекса бензопила Хускварна 262 – бензопила Хускварна 262 – сортиментовоз ШЛК-6-04 – погрузчик ПЛ-32А показан на рис. 2

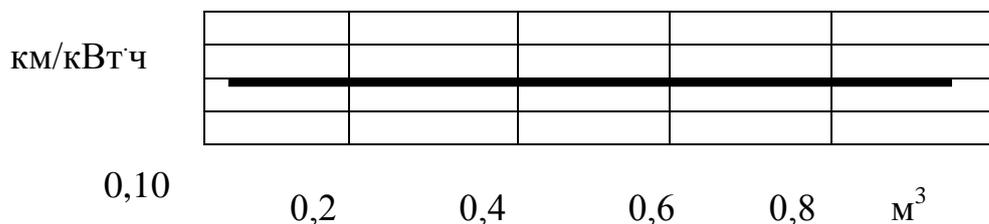


Рис. 2. График зависимости удельной технологической скорости производства сортиментов от объема для комплекса бензопила Хускварна 262 – бензопила Хускварна 262 – сортиментовоз ШЛК-6-04 – погрузчик – ПЛ-32А

Производство сортиментов комплексом бензиномоторная пила – трелевочный трактор – бензиномоторная пила – погрузчик. В технологические операции, выполняемые данным комплексом, входит валка бензиномоторной пилой Хускварна 262, трелевка трактором ТБ-1М, обрезка сучьев и раскряжевка бензиномоторной пилой STIHL, погрузка сортиментов погрузчиком ПЛ-32А.

Здесь технологическая скорость производства сортиментов рассматриваемым комплексом равна:

$$V_{Т4} = 4S^{-1} \cdot \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4 / (\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 + \Pi_1 \Pi_2 \Pi_4 + \Pi_1 \Pi_3 \Pi_4 + \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4), \quad (12)$$

или

$$V_{Т4} = 4V^{-1} \cdot L \cdot \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4 / (\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 + \Pi_1 \Pi_2 \Pi_4 + \Pi_1 \Pi_3 \Pi_4 + \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4),$$

где L – длина хлыста/сортимента.

Производительность бензопилы при валке деревьев Π_1 определяется формулой (3), производительность трелевочного трактора [2, 3]:

$$\Pi_2 = V_x n / (S/v_0 + S/v_g + t_{np} + t_0), \quad (13)$$

где $V_x n = V_n$ – средний объем трелеваемой пачки, м³; S – среднее расстояние трелевки, м; V_0 – средняя скорость движения без груза; V_g – средняя скорость движения с грузом; t_{np} – время на формирование пачки; t_0 – время на освобождение от пачки; n – число деревьев в пачке.

Производительность бензопилы при обрезке сучьев и раскряжевке Π_3 определяется по формуле (5), а производительность челюстного погрузчика Π_4 находится по формуле (9).

Технологическая мощность данного комплекса равна:

$$N = 4 [N_1 N_2 N_3 N_4 / (N_1 N_2 N_3 + N_1 N_2 N_4 + N_1 N_3 N_4 + N_2 N_3 N_4)] = 5,88 \text{ кВт}, \quad (14)$$

где N_1 – мощность бензопилы Хускварна 262; N_2 – мощность трелевочного трактора ТБ-1М; N_3 – мощность бензопилы STIHL; N_4 – мощность погрузчика ПЛ-32А.

На рис. 3 показан график зависимости технологической скорости производства сортиментов длиной 4 м от объема для комплекса бензиномоторная пила (Хускварна 262) – трелевочный трактор (ТБ-1М) – бензиномоторная пила (STIHL) – погрузчик (ПЛ-32А).

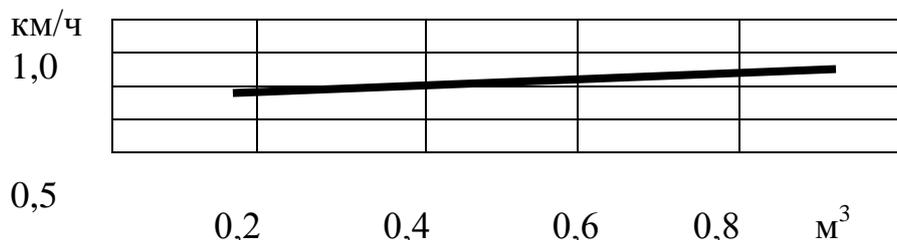


Рис. 3. График зависимости технологической скорости производства сортиментов длиной 4 м от объема для комплекса бензиномоторная пила (Хускварна 262) – трелевочный трактор (ТБ-1М) – бензиномоторная пила (STIHL) – погрузчик (ПЛ-32А)

На рис. 4 показан график зависимости удельной технологической скорости производства сортиментов от объема для комплекса бензиномоторная пила (Хускварна 262) – трелевочный трактор (ТБ-1М) – бензиномоторная пила (STIHL) – погрузчик (ПЛ-32А).

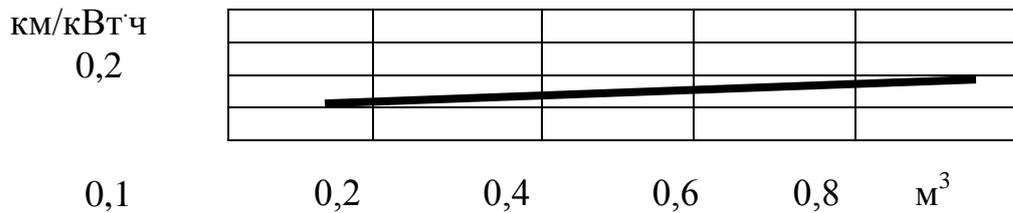


Рис. 4. График зависимости удельной технологической скорости производства сортиментов длиной 4 м от объема для комплекса бензиномоторная пила (Хускварна 262) – трелевочный трактор (ТБ-1М) – бензиномоторная пила (STIHL) – погрузчик (ПЛ-32А)

Производство сортиментов комплексом бензиномоторная пила – трелевочный трактор-процессор – погрузчик. В технологические операции, выполняемые данным комплексом, входит валка бензиномоторной пилой Хускварна 262, трелевка трактором ТБ-1М, обрезка сучьев и раскряжевка процессором ЛО-120, погрузка сортиментов погрузчиком ПЛ-32А.

Здесь технологическая скорость производства сортиментов рассматриваемым комплексом равна:

$$V_{T4} = 4S^{-1} \cdot \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4 / (\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 + \Pi_1 \Pi_2 \Pi_4 + \Pi_1 \Pi_3 \Pi_4 + \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4),$$

или

$$V_{T4} = 4V^{-1} \cdot L \cdot \Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4 / (\Pi_1 \Pi_2 \Pi_3 + \Pi_1 \Pi_2 \Pi_4 + \Pi_1 \Pi_3 \Pi_4 + \Pi_2 \Pi_3 \Pi_4),$$

где L – длина хлыста/сортимента.

Производительность бензопилы при валке деревьев Π_1 рассчитывается по формуле (3), а производительность трелевочного трактора Π_2 определяется по формуле (13).

Производительность сучкорезно-раскряжевочной машины (процессора) равна [2,3]:

$$\Pi_3 = V_x / (t_1 + t_2 n + t_3 + t_n n + t_4 n + t_5), \quad (15)$$

где V_x – объем хлыста; t_1 – время захвата и подачи дерева в срезающее устройство; t_2 – время зажима дерева; t_3 – время протаскивания дерева через сучкорезное устройство; t_n – время отпиливания сортимента; n – количество выпиливаемых сортиментов с хлыста; t_4 – время на открытие захвата протаскивающего устройства; t_5 – время возвращения в исходное положение.

Производительность челюстного погрузчика Π_4 определяется по формуле (9). Технологическая мощность данного комплекса равна:

$$N = 4 [N_1 N_2 N_3 N_4 / (N_1 N_2 N_3 + N_1 N_2 N_4 + N_1 N_3 N_4 + N_2 N_3 N_4)] = 11,11 \text{ кВт},$$

где N_1 – мощность бензопилы Хускварна 262; N_2 – мощность трелевочного трактора ТБ-1М; N_3 – мощность процессора; N_4 – мощность погрузчика ПЛ-32А.

На рис. 5 показан график зависимости технологической скорости производства сортиментов длиной 4 м от объема для комплекса бензиномоторная пила (Хускварна 262) – трелевочный трактор (ТБ-1М) – процессор ЛО-120 – погрузчик (ПЛ-32А).

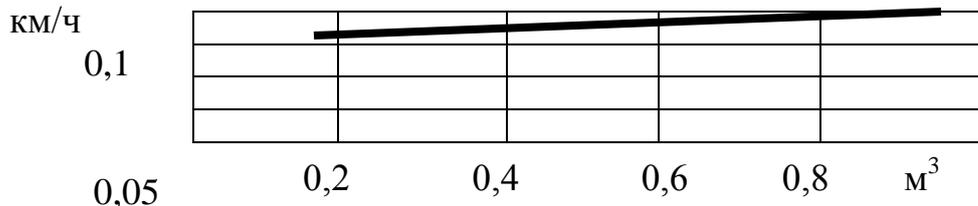


Рис. 5. График зависимости технологической скорости производства сортиментов длиной 4 м от объема для комплекса бензиномоторная пила (Хускварна 262) – трелевочный трактор (ТБ-1М) – процессор ЛО-120 – погрузчик (ПЛ-32А)

На рис. 6 показан график зависимости удельной технологической скорости производства сортиментов длиной 4 м от объема для комплекса бензиномоторная пила (Хускварна 262) – трелевочный трактор (ТБ-1М) – процессор ЛО-120 – погрузчик (ПЛ-32А).

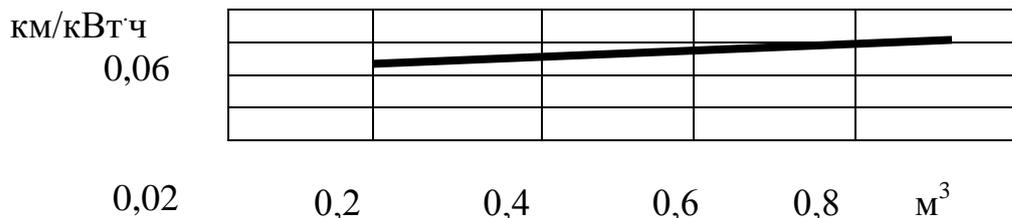


Рис. 6. График зависимости удельной технологической скорости производства сортиментов 4 м от объема для комплекса бензиномоторная пила (Хускварна 262) – трелевочный трактор (ТБ-1М) – процессор ЛО-120 – погрузчик (ПЛ-32А)

Заключение. Результаты выполненного исследования показывают, что при выполнении операций валки деревьев, обрезки сучьев и раскряжевки бензопилами в механизированном машинном комплексе технологическая скорость производства сортиментов длиной 4 м составляет 0,6 км/ч, а удельная технологическая скорость 0,10 км/кВтч. При выполнении операций валки деревьев бензопилой, обрезки сучьев и раскряжевки процессором технологическая скорость производства сортиментов длиной 4 м в механизированном машинном комплексе составляет 0,9 км/ч, а удельная технологическая скорость 0,08 км/кВтч.

Литература

1. Базаров С.М., Соловьев А.Н. Оценка динамических критериев эффективности лесных машин // Вестн. КрасГАУ. – 2014 – № 1. – С. 140–147.
2. Базаров С.М., Беленький Ю.И., Кожемякин А.В. Системный анализ работы комплексов механизмов и машин заготовки круглого леса на лесосеке. – СПб.: СПбЛТА, 2010. – 88 с.
3. Шегельман И.Р., Скрыпник В.И., Галактионов О.Н. Техническое оснащение современных лесозаготовок. – СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. – 338 с.



УДК 628.143.004.67

А.А. Шайхадinov, И.В. Карпов,
А.В. Ушаков, В.А. Меновщиков

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕСУРСА НОЖЕЙ РАБОЧИХ МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНОГО РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДОВ

Разработан и изготовлен стенд для экспериментального исследования ресурса дисковых ножей рабочих механизмов в лабораторных условиях. Получены зависимости износа дисковых ножей от их наработки и материала.

Ключевые слова: ресурс, дисковый нож, рабочий механизм, бестраншейный ремонт, трубопровод, стенд.

A.A. Shaykhadinov, I.V. Karpov,
A.V. Ushakov, V.A. Menovshchikov

THE RESEARCH OF THE WORKING MECHANISM KNIFE RESOURCE FOR THE PIPELINE NON-TRENCH REPAIR

The stand for the experimental research of the working mechanism disk knife resource in the laboratory conditions is developed and made. The dependences of the disk knife wear on their operating time and material are received.

Key words: resource, disk knife, working mechanism, non-trench repair, pipeline, stand.

Введение. Более 70 % подземных трубопроводов России требуют ремонта или замены [1]. Аварийность на таких сетях с каждым годом растет, а утечки транспортируемой среды приносят нашей стране огромный экономический и экологический ущерб.