

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТТА НА СПЕЦИАЛИЗИРАН КОЛЕСЕН ТРАКТОР С ВЪЖЕНА СЪБИРАТЕЛНА СИСТЕМА ПРИ ИЗВОЗА НА СТЬБЛА В УСЛОВИЯТА НА ЗАПАДНА СТАРА ПЛАНИНА

Станимир Стоилов, Тихомир Крумов
Лесотехнически университет, София

Резюме

Специализираните колесни трактори (СКТ) с въжена събирателна система са най – разпространените средства за извоз на дървени материали във вид на дълги стъблени секции и цели дървета. Те представляват транспортни машини, оценяването на работата на които се характеризира с количеството на транспортирана дървесина за единица време. В тази връзка е изследвана производителността на СКТ в условията на УОГС „Петрохан“. От проведените целодневни изследвания на процеса на извоз на дървените материали се установи, че извозената дървесина за един час е в диапазона 4,36–11,94 m³/h. Сменната производителност варира от 8,9 до 138,94 m³.km/смяна. Резерв за повишение на производителността е значителното намаляване на извозните разстояния чрез увеличение гъстотата на първичната горскопътна мрежа.

Ключови думи: специализиран колесен трактор, LKT-81T, производителност, времетраене на транспортния цикъл, надлъжни наклони.

Key words: management, sustainable, development, university.

JEL: Q23.

Увод

Дърводобивът заема важно място в икономиката на всяка държава. Той задоволява потребностите от дървесина не само в горската промишленост, но и в редица други клонове на икономиката. Горското стопанство и по-специално дърводобивът у нас се характеризират с голямо разнообразие на природо-географските условия. Около 88% от горите у нас са съсредоточени в планините, а 59% са в планински райони с преобладаващ пресечен релеф и големи наклони [40], поради което дървесината се добива при сложни теренни условия. Релефът и наклонът на терена влияят силно върху производителността и ефективността на извозните средства, тъй като се намалява реализираната теглителна сила и скоростта на движение. Сечищата са разпръснати и с малък обем на добиваните материали, което изисква сравнително честа смяна на обектите. Специализираните колесни трактори (СКТ) с въжена събирателна система се използват широко за извоз на дървени материали във вид на дълги стъблени секции и цели дървета.

1. Състояние на изследванията

Извозването на дървените материали в нашата страна се извършва предимно с приспособени селскостопански трактори и специализирани колесни трактори с шарнирна рама. Увеличаването на относителния дял на заетите специализирани колесни машини с шарнирно-съчленена рама в тракторния извоз се дължи от една страна на големите му икономически и технологични предимства и от друга страна – на сравнително високата му производителност и ниската себестойност при извоза на дървени материали

в полупланинските и планински дърводобивни участъци.

Върху производителността на специализираните колесни трактори за дърводобива са работили учени от цял свят.

Младенов и Аспарухов [1] са разгледали влиянието на пътните условия, вида на извозваните материали, обема на курсовия товар, обслужващия персонал, средното разстояние на привличане и извозно разстояние.

Акау [4] установява, че за повишаването на производителността на специализираните колесни трактори е необходимо тракторните пътища да бъдат проектирани със сравнително права траектория с малко завои и малки хоризонтални криви. Проектирането на извозните трасета е от особено значение при извоза на цели стъбла или дълги стъблени секции

Влиянието на курсовия товар е пряко свързан с големината на граничните наклони. Установено е, че при летни условия на работа извозването на дървените материали със специализирания колесен трактор е производително и безопасно при пътища с обратен наклон до 14°, докато при по суровите зимни условия наклона е до 13° [2].

Производителността и ефективността на специализираните колесни трактори за дърводобив с шарнирна рама зависи в голяма степен и от организацията на работата. Разпръснатостта и ниската концентрация на дърводобивните участъци (сечищата) оказват въздействие върху производителността на тракторите. Видът на сечта и интензивността на предвидените мероприятия оказват пряко въздействие на производителността [5].

2. Материал и методи

2.1. Условия на изследването

Изследването е проведено през периода 2013–2015 година в производствените условия на Учебно – опитно горско стопанство „Петрохан“. Работата на машината бе наблюдавана на 8 дърводобивни обекта. Условията, при които беше проведено изследването бяха типични за дърводобива в Западна Стара планина. Наклонът на терените съгласно таксационните характеристики е от 10° до 31°. Основният дървесен вид, който беше извозван е обикновен бук (*Fagus sylvatica*) на възраст около 150 г. Извозното разстояние се движеше в голям диапазон от 300 до 3000 m. Почвата е кафява горска.



Фиг. 1. Общ изглед на специализирания колесен трактор с шарнирна рама за дърводобива LKT-81T

Изследванията са проведени върху специализиран колесен трактор LKT - 81 T, тип 4x4, собственост на Учебно-опитното горско стопанство „Петрохан“ към Лесотехнически университет (фиг. 1). Специализираният колесен трактор (СКТ) е оборудван с двубарабанна лебедка, арка и щит. Завързването на дървените материали се извършваше с чокерни вериги и се формираше с помощта на събирателните (теглителни) въжета.

2.2. Получаване на данни

Резултатите бяха получени при при целодневни наблюдения в рамките на 75 курса, без намеса в организацията на дърводобивната дейност.

Транспортираните дървени материали бяха във вид на цели стъбла и дълги съблени секции. Бяха измерени следните времена на работния цикъл:

- време за движение на СКТ от временния склад до сечището;
- време за маневриране на СКТ;
- време за формиране на товара;
- време за движение на СКТ от сечището до временния склад;
- време за разтоварване;

- време за престои на машината.

С помощта на GPS-апарат, снабден с приемник за връзка с глобалната информационна система, бяха отчетени, скоростта на движение на СКТ, дължината и наклона на извозните разстояния.

С помощта на мерителна клупа и измервателна рулетка бе определен обема на курсовия товар поотделно за всеки от 75^{те} курса.

2.3. Обработка на данните

При обработката на резултатите от изследването, бяха използвани методите на математическата статистика.

Производителността на СКТ е един от най – характерните показатели за ефективността от работата на горския транспорт. Тя се изразява в товаро-транспортната работа, която извършват тракторите при извоза на дървените материали, за единица време (час, смяна). Сменната производителност $\Pi_{см}$ на СКТ се намира по следната формула [3]

$$\Pi_{см} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{Qi} \cdot L_i}{T_{см}} = \frac{n \cdot V_{Q,ср} \cdot L_{ср}}{T_{см}}, \text{ m}^3 \cdot \text{km} / \text{см}. \quad (1)$$

където V_{Qi} е обемът на i -тия курсов товар, m^3 ;

L_i – извозното (подвозното) разстояние, km .

$V_{Q,ср}$ – среденият курсов товар, m^3 ;

$L_{ср}$ – средното извозно разстояние, m ;

n – броят на възможните курсове за една работна смяна (8 h);

$T_{см}$ – продължителността на смяната, h.

Обемът на транспортираната дървесина от СКТ за една смяна се изчислява с израза

$$Q_{см} = \frac{\varphi_T \cdot \varphi_O \cdot (T_{см} - t_{пз}) \cdot V_{Q,НОМ}}{L \cdot \frac{v_T + v_{HT}}{v_T \cdot v_{HT}} + t_{\phi} + t_{разтв} + t_{рам} + t_{пр}}, \text{ m}^3 / \text{см}. \quad (2)$$

Като се замести формула (2) в израза (1) се получава следното уравнение за сменната производителност на трактора

$$\Pi_{см} = \frac{\varphi_T \cdot \varphi_O \cdot (T_{см} - t_{пз}) \cdot V_{Q,НОМ} \cdot L_{ср}}{L \cdot \frac{v_T + v_{HT}}{v_T \cdot v_{HT}} + t_{\phi} + t_{разтв} + t_{рам} + t_{пр}}, \text{ m}^3 \cdot \text{km} / \text{см}. \quad (3)$$

Аналогично часовата производителност на СКТ се изчислява така

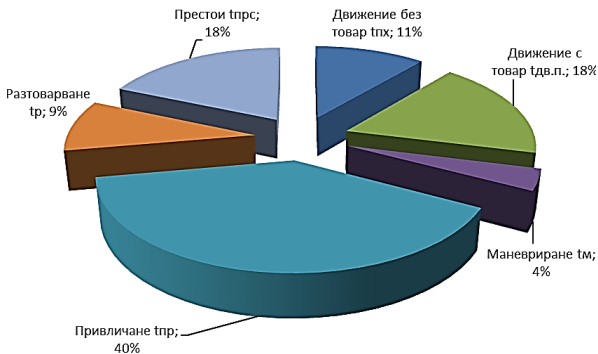
$$\Pi_{ч} = \frac{\varphi_T \cdot \varphi_O \cdot V_{Q,ср}}{L \cdot \frac{v_T + v_{HT}}{v_T \cdot v_{HT}} + t_{\phi} + t_{разтв} + t_{рам} + t_{пр}}, \text{ m}^3 \cdot \text{km} / \text{h}. \quad (4)$$

3. Резултати и дискусия

3.1. Анализ на операциите и времетраенето на работния цикъл на СКТ.

Резултатите от изследването (виж фиг. 2) показват, че основният дял от времето на транспортния цикъл на специализирания колесен трактор заема времето за привличане и формиране на товара (21,36%), а най-малък дял принадлежи на маневрирането (4,00%). Времето за

движение на СКТ в товарно направление заема по-голям дял от общото време за курса в сравнение с времето, необходимо за придвижване от временния склад до сечището. Разстоянието което се изминава е еднакво, но в товарно направление възникват съпротивителни сили от триене на извозваните дървени материали по терена. Необходимостта от контрол на скоростта на СКТ също оказва влияние на времето за движение в товарно направление.



Фиг. 2. Разпределение на времето с престои за операциите при извоз на дървесината в проценти

Престоите на трактора са около 18% от средната продължителност на транспортния цикъл, което се дължи на различни причини, като изчакване в сечището за допълнително окастряне на повалените дървета и тяхното разкрояване, изчакване на временния склад за рампиране на материалите и по технически причини.

Теоретично времето за движение на СКТ може да намали чрез намаляване на времето за привличане и формиране на товара. Това може да се постигне чрез подобряване на организацията на работата на бригадата и подходящо проектиране на извозните пътища, съобразявайки се с терените и предвидените лесовъдски мероприятия (вида и интензивността на сечта).

Върху времето за движение на СКТ също оказва влияние дължината и наклона на трасетата.

Реална възможност за намаляване на продължителността на цикъла е подобряване на състоянието на съществуващите извозни трасета и увеличението на гъстотата на горско-пътната мрежа.

3.2. Производителност на колесния трактор за дърводобива

Производителността на СКТ зависи от следните фактори: дължина на превозните разстояния, товароносимостта на машините и големината на курсовия товар, технически и експлоатационни скорости и т.н.

На база на получените данни са направени изчисления за производителността на специализирания трактор. След обработката със статистическа програма на получените резултати за ча-

сова транспортна производителност и отстраняване на незначимите фактори е изведено следното регресионно уравнение:

$$П_ч = 12,2894 + 4,8481 \cdot x_2 + 6,4766 \cdot x_3 - 5,6931 \cdot x_2^2, \text{ m}^3 \cdot \text{km/h}, \quad (5)$$

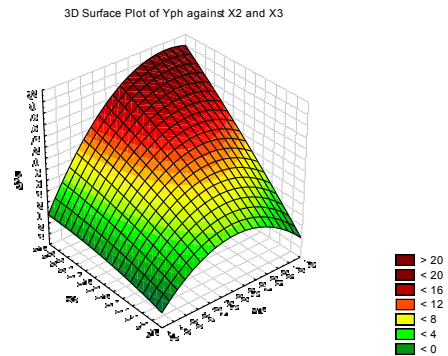
където x_2 е кодираната стойност на дължината на извозното разстояние, km;

x_3 – кодираната стойност на обема на курсовия товар, m^3 .

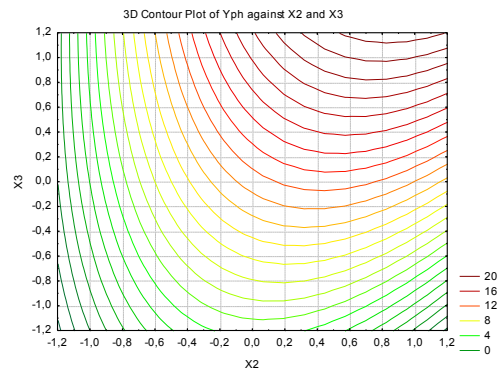
Изчисленият корелационен коефициент, измерващ силата на връзката между факторите е $R^2 = 0,914$ т.е. имаме силна корелация.

Най-голямо влияние върху часовата производителност оказва извозното разстояние, т.е. с увеличаването му следва, че часовата производителност ще нараства.

От уравнение (4) се вижда, че влияние оказва също така и курсовият товар. Следователно с нарастване на обема на курсовия товар ще нарастне и часовата производителност.



а)



б)

Фиг. 3. Влияние на извозното разстояние x_2 и обема на курсовия товар x_3 върху часовата производителност.

От фиг. 3 се вижда, че най – рационално използване на СКТ по отношение на транспортната производителност се наблюдава в диапазона $x_2 = 0,5 \div 1$ и $x_3 = 0,6 \div 1$, т.е. при максимално извозно разстояние и максимален курсов товар.

Уравнение (5) може да се представи в натурален вид,, за да е по-удобно за работа в практиката:

$$П_ч = -7,2544 + 6,8804 \cdot L + 1,6501 \cdot V_0 - 1,0207 \cdot L^2, \text{ m}^3 \cdot \text{km/h} \quad (6)$$

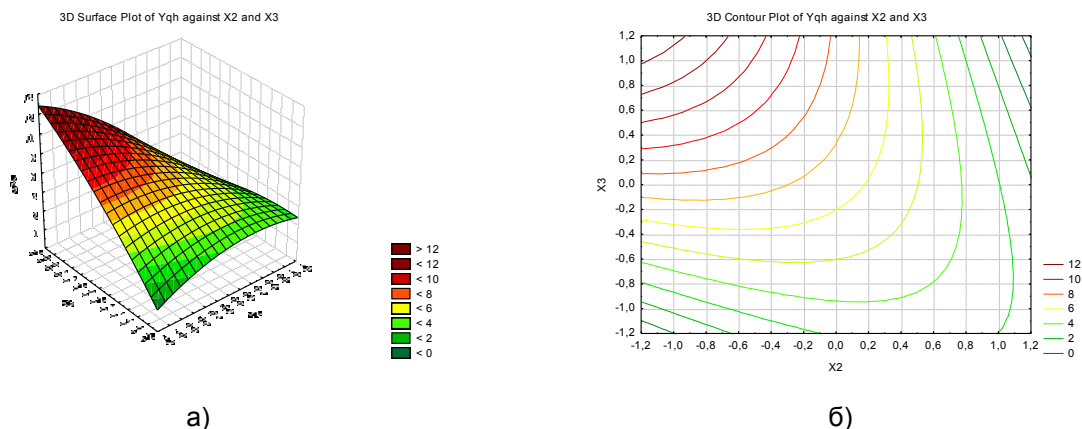
В резултат на изследването е установено, че средната часова производителност на специализирания колесен трактор LKT-81T е 7,04 m³.km/h. Производителността на СКТ може да се подобри най-вече чрез увеличаване на гъстотата на горскопътната мрежа, което води до намаляване на извозните разстояния, извозни пътища с по-малки наклони, поддържане на пътищата в добро състояние и др.

Ефективната работа на СКТД се определя и от количеството на извозената дървесина за час

Q_ч. След обработката на данните от проведените изследвания се получава следното регресионно уравнение (факторите са в кодиран вид):

$$Q_{ч} = 6,8023 - 2,3181 \cdot x_2 + 3,3023 \cdot x_3, \text{ m}^3/\text{h}, \quad (7)$$

Влиянието на извозното разстояние x₂ и обемът на курсовия товар x₃ върху количеството на извозената дървесина за час е представено графично на фиг. 4.



Фиг. 4. Влиянието на извозното разстояние x₂ и обемът на курсовия товар x₃ върху количеството на извозената дървесина за час Q_ч

От фиг. 4 се установява, че при най - малко извозно разстояние x₂ ≈ -1 и максимален обем на курсовия товар x₃ ≈ +1, количеството на извозената дървесина за час ще е най – голямо. В практиката разбира се това е трудно постижимо и с оглед на получените данни и графичното им представяне във фиг. 4 се установява, че тракторът ще работи най-ефективно при извозни разстояния около средното ниво на x₂ (т.е. L =

0,693 km) и обем на курсовия товар x₃ = 0,8-1 (т.е. V_Q = 8÷10 m³).

Уравнение (7) може да се представи в натурален вид:

$$Q_{ч} = 4,3972 - 1,3918 \cdot L + 0,8414 \cdot V_Q, \text{ m}^3/\text{h}, \quad (8)$$

Резултатите от изследването сочат, че средният обем на извозените дървени материали е 6,27 m³/h.

Таблица 1. Осреднени данни от от проведените пасивни наблюдения на СКТ

№ по ред	Наклон	Извозни разстояния	Движение без товар t _{пх}	Движение с товар t _{дв.п.}	Маневриране t _м	Привличане t _{пр}	Разтоварване t _р	Престой t _{пр}	Времетраене на кура, T	Обем на курсовия товар, Q	Извозена дървесина за час, Q _ч	Часова производителност, П _ч	Сменна производителност, П _{см}
	%	km	min	min	min	min	min	min	min	m ³	m ³ /h	m ³ .km/h	m ³ .km/cm.
min	-3,4	0,28	5,4	5,5	2,5	1,4	0,6	2	31,4	3	4,36	1,1	8,9
Ср.	10,15	1,29	18,84	16,95	2,44	6,41	2,75	8,07	55,48	5,65	6,27	7,04	56,4
max	23,7	3,61	60,2	39,5	21,3	25,3	8	16	119,2	10	11,9	17,4	138,9

Заклучение

От анализа на резултатите от изследването могат да бъдат направени следните изводи:

При транспортния цикъл на СКТ най-голям дял от общото време за извозване на дървесината се пада на формиране на товара (40%). Времето за движение на трактора в товарно направление е по-голямо в сравнение с времето за изминаване на същото разстояние, но без товар.

Средната производителност на СКТ е 7,04 m³.km/h, а обемът на извозените дървени материали е 6,27 m³/h, и могат да се подобрят най-вече чрез увеличаване на гъстотата на горскопътната мрежа, което ще доведе до намаляване на извозните разстояния.

Литература

1. Младенов, Д. (1973). *Влияние на условията на работа върху производителността на трактори*

- „УНИВЕРСАЛ - 651“ при извоз на дървени материали. Виш лесотехнически институт, научни трудове, том XIX, серия „Горско стопанство“, София: Земиздат, (in Bulgarian).
2. Младенов, Д. (1978). *Влияние на курсовия товар върху Граничните наклони на пътя при извозване на дървените материали със специализиран колесен трактор с шарнирна рама TAF 650*. Научни трудове на ВЛТИ, (in Bulgarian).
 3. Христов, Ст. (1970). *Горски транспорт*. Земиздат, София. (in Bulgarian).
 4. Akay A. E. (1998). *Estimating machine rates and production for selected forest harvesting machines operating in the western United States and determining the most economical machine combinations under representative conditions in Turkey*. Oregon State University, College of Forestry, Forest Engineering Department, 97330 Corvallis, Oregon. (in English).
 5. Gholami M. J., B. Majnounian. (2008). *Productivity and cost of wheeled skidder in Hyrcanian Forest*. International Journal of Natural and Engineering Sciences, 2008, 2 (3), 99–103 (in English).

STUDY OF WHEEL CABLE SKIDDER PRODUCTIVITY IN WEST BALKAN MOUNTAINS

Stanimir Stoilov, Tihomir Krumov
University of Forestry, Sofia, Bulgaria

Abstract

The wheel cable skidders use a main winch cable and cable chokers to assemble and hold a stem load and currently are the most popular forest tractors in Bulgaria and many countries. The results show that the hourly volume of transported timber by LKT-81T wheel cable skidder ranged between 4,36 and 11,9 m³/h. The transport productivity of the cable skidder varies between 8,9 and 138,94 m³.km/shift or between 1,1 and 17,4 m³.km/h. In order to increase the skidder productivity is necessary to extend the automobile forest road network. i.e. to increase forest road density.