

нию с порожним на первых трех передачах объясняются совпадением частот внешнего возмущающего воздействия с собственными частотами исследуемой конструкции.

$\sigma_{кр}$,
кН·м

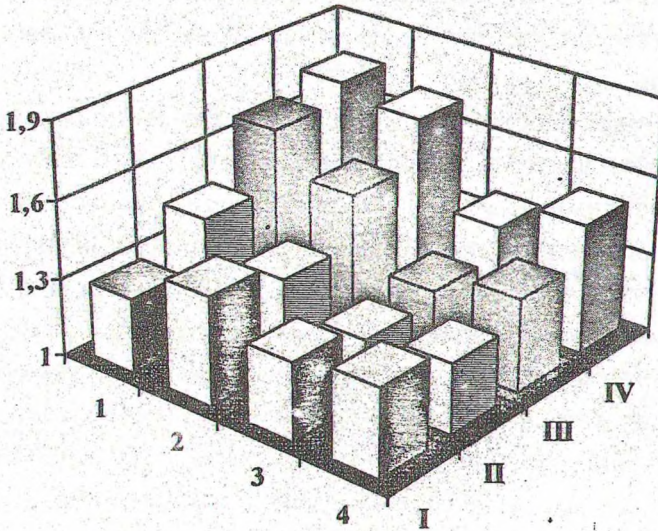


Рис.2. Значения средних квадратичных отклонений $M_{кр}$ на передней полуоси трелевочного трактора при движении с выключенным (1,2) и включенным (3,4) приводом моста технологического модуля:
1,3 - без груза; 2,4 - с грузом; I-IV - номера передач КПП.

Общий анализ результатов проведенных исследований свидетельствует о более низкой нагруженности элементов трансмиссии трелевочного трактора при включении привода моста технологического модуля.

УДК 630

А.В. Жуков, проф.;
А.С. Федоренчик, доц.;
А.В. Жорин, асп.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНОГО ОБРАЗЦА ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА НА БАЗЕ МТЗ-82

The experimental tests of the skidder tractor have been described and the serviceability and capacity for the different technological variants have been estimated. The regression equations describing the operating conditions of the skidder tractor have been obtained.

Учитывая перспективы лесного комплекса, в РБ начались работы по развитию собственного лесного машиностроения. В ПО "Гомельдрев" проводились производственные испытания опытного образца трелевочного трактора ТТР-401, конструкция которого разработана на МТЗ с участием БГТУ. Базовой моделью

является трактор МТЗ-82М. Цель испытаний - изучение работоспособности конструкции и ее элементов, а также оценка производительности машины в различных природно-производственных условиях. Трактор предназначен для формирования и трелевки пачки хлыстов (деревьев) на рубках главного и промежуточного пользования.

Лесосечные работы, в том числе и операция трелевки, характеризуются большим разнообразием факторов, многие из которых являются неуправляемыми или трудно управляемыми. Регрессионные модели, использующиеся для описания производственных процессов такого типа, не отличаются достаточной содержательностью, что объясняется принципиальной слабостью метода регрессионного анализа в применении к многофакторному пассивному эксперименту [1].

Применительно к цели испытаний входной величиной исследуемой модели был выбран один фактор-объем трелеваемой пачки. Его значение варьировалось в диапазоне $0,15...2,3 \text{ м}^3$ и ограничивалось грузоподъемностью трактора. Опыты проводились на лесосеках, имеющих породный состав 6С 2Д 2Б при среднем объеме хлыста $1,2 \text{ м}^3$. Среднее расстояние трелевки составляло 150, 250, 350 м. Расстояние между пасечными волоками не превышало 20 м, что обусловлено отработкой технологических схем, предусматривающих дальнейшее использование трактора на несплошных рубках.

Разработка лесосек осуществлялась по традиционной технологии. Деревья бензопилами на полупасаках валились под углом $30...40^\circ$ к волоку. Обрезка сучьев проводилась у пня. Чокеровку хлыстов и их трелевку за комель только по волоку осуществлял тракторист.

Очередность операций при трелевке была следующая:

1. Трелевочная машина разворачивается на волоке, задним ходом подъезжает к лежащим хлыстам и опускает щит на землю.
2. Тракторист выходит из трактора, разматывает трос и чокует хлысты. Затем, управляя приводом лебедки из кабины, формирует пакет хлыстов и подтаскивает его до упора в щит.
3. Далее он поднимает щит и начинает движение трактора с хлыстами в полупогруженном положении на погрузочную площадку.
4. На погрузочной площадке осуществляется сброс пачки и, при необходимости, штабелевка и выравнивание торцов хлыстов.

Для оценки производительности трактора определялась продолжительность операций и приемов работы. Фотохронометраж проводился по общепринятой методике. Затраты рабочего времени на выполнение каждой операции измерялись секундомером. Точность измерения 1 с. Замеры проводились в течение трех контрольных рабочих смен общей продолжительностью 18 ч, не менее 30

наблюдений на каждом из расстояний трелевки. В табл. 1 приведены максимальные, минимальные и средние значения затрат по каждой из фаз цикла.

Табл. 1. Затраты времени по каждой из операций цикла

Показатели и их обозначения	Расстояния трелевки, м	Значения затрат времени		
		max	min	средние
1. Время холостого хода $t_{х.х.}$, с	150	110	82	94,5
	250	175	145	162
	350	234	204	218
2. Время на чокеровку $t_{ч.}$, с	150	225	92	140
	250	230	99	139
	350	220	100	132
3. Время на рабочий ход $t_{р.х.}$, с	150	130	98	111
	250	215	165	186
	350	290	230	257
4. Время на разгрузку и штабелевку $t_{р.ш.}$, с	150	107	43	74
	250	105	58	78
	350	110	60	78
5. Объем трелеваемой пачки q , м ³	150	2,4	0,14	1,158
	250	2,3	0,15	1,147
	350	2,2	0,15	1,122
6. Общее время цикла $T_{общ.}$, с	150	535	320	430
	250	705	493	566
	350	815	599	688

С целью описания объекта получены эмпирические зависимости для скорости движения трактора при совершении рабочего хода (1) и затрат времени на чокеровку от объема трелеваемой пачки (2). Установлено, что данные операции оказывают наибольшее влияние на время рабочего цикла и являются наиболее характерными для данной машины. Удельный вес этих операций в общем цикле составляет 58%. С увеличением расстояния трелевки со 150 до 350 м удельный вес затрат на совершение рабочего хода возрастает с 25% до 37%.

$$V_{р.х.} = 1,527 - 0,142 \times q, \quad r = -0,65; \quad (1)$$

$$t_{ч.} = 69,37 + 60,88 \times q, \quad r = 0,79, \quad (2)$$

где $V_{р.х.}$ - скорость хода с грузом, м/с; r - коэффициент корреляции.

Анализ экспериментальных данных позволил сделать ряд допущений и выразить зависимости для скорости холостого хода и затрат времени на разгрузку и штабелевку.

$$V_{x.x} = K_v \times V_{p.x.c.}; \quad (3)$$

$$t_{p.ш.} = K_{p.ш.} \times t_{ч.}, \quad (4)$$

где K_v - коэффициент (1,3); $K_{p.ш.}$ - коэффициент (0,5); $V_{p.x.c.}$ - скорость движения трактора с пачкой, объем которой равен грузоподъемности трактора, м/с.

Значения коэффициентов K_v и $K_{p.ш.}$ получены экспериментальным путем. Известно, что время одного цикла трелевочного трактора следующее:

$$T_{общ.} = L_{x.x} / V_{x.x} + t_{ч.} + L_{p.x} / V_{p.x} + t_{p.ш.}, \quad (5)$$

где $V_{x.x}$ - скорость холостого хода, м/с.

Допустим, что $L_{x.x} = L_{p.x} = L$, где L - расстояние трелевки.

Используя выражения (1), (2), (3), (4) и (5), получим формулу для часовой производительности Π , м³/ч:

$$\Pi = \frac{K \times 3600 \times q}{104,1 + 91,32q + L \times (1 / (1,53 - 0,142q) + 1 / (1,99 - 0,19q))}, \quad (6)$$

где q - грузоподъемность трелевочного трактора, м³; K - коэффициент использования рабочего времени (0,6...0,8).

Информационная содержательность уравнений регрессии, использующихся в формуле для производительности, оценивалась F_u -отношением:

$$F_u = S_c^2 / S_{ост.}^2, \quad (7)$$

где S_c^2 - дисперсия относительно среднего значения отклика; $S_{ост.}^2$ - остаточная дисперсия.

Проверка адекватности данным отношением объясняется отсутствием дублированных опытов, что является естественным следствием пассивности эксперимента. Эмпирическая зависимость считается эффективной, если $F_u > 3$ [1]. Для выражения (1) $F_u = 3,18$, для выражения (2) $F_u = 3,45$.

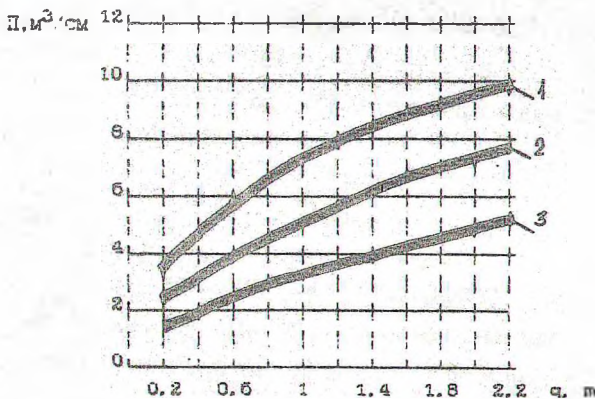


Рис. 1. Зависимость часовой производительности трактора от объема трелеваемой пачки. 1,2,3 - соответственно для расстояний трелевки 100,200,300 м.

На рис.1 представлены графические зависимости производительности трактора от объема трелеваемой пачки для различных расстояний трелевки.

Из графика видно, что при работе трелевщика на заготовке тонкомера (объем трелеваемой пачки не более 0,7 м³) при увеличении расстояния трелевки от 100 до 300 м часовая производительность трактора снижается в 1,88 раза. При объеме треле-

мой пачки $1,8...2 \text{ м}^3$, при том же увеличении расстояния трелевки производительность снижается в 1,66 раза. Нетрудно заметить, что при увеличении объема трелемой пачки интенсивность снижения производительности при увеличении расстояния трелевки снижается на 11,7%.

В ходе испытаний были выявлены конструктивные недостатки технологического оборудования: отсутствие тормоза инерционного вращения барабана, недостаточная прочность несущей конструкции трелевочного приспособления.

Отмечается хорошая маневренность трактора, надежная работа базового шасси, лебёдки и её привода, достаточно высокая скорость движения с грузом (около 5 км/ч), однако выявлено её некоторое снижение при эксплуатации на снегу, грунтах с низкой несущей способностью и во время распутицы. Использование специальных цепей улучшает этот показатель.

Значительное влияние на производительность оказывает технологическая дисциплина. Выявлено, что затраты времени на чокеровку могут зависеть от правильности повала деревьев, отсутствия направленности валки и завалов. Значительно облегчает процесс чокеровки использование подкладочного дерева.

Сменная производительность трелевщика на расстояниях трелевки 100, 300, 500 м соответственно 40, 24, 16 $\text{м}^3/\text{см}$.

На наш взгляд, данная машина уже сейчас может эксплуатироваться на лесозаготовительных предприятиях. Наибольшей эффективности её использования можно добиться при эксплуатации на небольших разрозненных лесосеках. Отсутствует необходимость в транспортировке машины с лесосеки на лесосеку.

В настоящее время ведется доработка конструкции с учетом результатов испытаний.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пижурин А.А., Розенблит М.С. Исследования процессов деревообработки. - М.: Лесн. пром-сть, 1984.

УДК 630*323

М.К.Асмоловский, асс.;

Д.В.Клоков, асп.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ПРИВОДА ВЕДУЩИХ ОРГАНОВ

The mathematical model of the forwarder has been developed. It permits us to design different variants of the transmission.

Наиболее эффективным путем оснащения лесозаготовительной отрасли колесными машинами является создание специального лесного шасси на базе серийно выпускаемых колесных тракторов.