

Рис. 3. Максимальные напряжения в элементах ограждения

максимальные напряжения в которых составляют для различных видов нагружения соответственно 160 и 123 МПа; поперечины ограждения (элементы 37 и 39), максимальные напряжения в которых для рассматриваемых вариантов нагружения составляют 66 и 38,2 МПа. Таким образом, возникающие максимальные напряжения в наиболее нагруженных элементах защитного ограждения как при ударе сортиментом при погрузочно-разгрузочных операциях, так и при воздействии пакета сортиментов на ограждение не превышают допустимого напряжения, равного 160 МПа, и, следовательно, конструкция удовлетворяет условиям прочности.

УДК 630*323

А. Н. Бычек, асс.;
М. К. Асмоловский, асс.;
Д. В. Клоков, асс.

ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ТРЕЛЕВОЧНОЙ МАШИНЫ ТТР-402

The results of testing experimental model of wheeled skidder are presented. The regression equations are obtained, described its operation

В настоящее время особую актуальность приобретают вопросы разработки, производства и внедрения колесных трелевочных машин, являющихся экологически более приемлемыми, чем гусеничные.

Большую работу в этом направлении проводит БГТУ и Минский тракторный завод. В частности, разработана, выпущена и будет внедряться колесная трелевочная машина ТТР-402, базой которой является трактор МТЗ-82.1. Машина оснащена навесным технологическим оборудованием, в состав которого входят бульдозерный отвал, клещевой захват, ограждения нижней части машины и ограждение кабины.

Трелевочный захват навешивается на заднюю гидронавесную систему трелевочной машины, а бульдозерный отвал устанавливается спереди на полураме машины. С целью обеспечения безопасности труда кабина оборудована специальными оградительными решетками.

В осенне-зимний период 1998 г. бесчokerная трелевочная машина ТТР-402 проходила проверку на лесозаготовках в условиях Малоситнянского лесопункта АО "Полоцклес". Основная цель испытаний – выявление эксплуатационных возможностей и работоспособности конструкции машины и оценка ее производительности в различных природно-производственных условиях.

Оценка эффективности работы трелевочной машины ТТР-402 проводилась путем сопоставления ее показателей с показателями наиболее типичными для условий Беларуси трелевочного трактора ТДТ-55А и колесной машины ТТР-401 в чокерном исполнении. Условия и режимы работы сравниваемых машин были аналогичны.

На отведенной для испытаний лесосеке средний объем хлыста составлял 0,24 м³, запас - 180 м³, состав насаждений - 1Б9С. Рельеф местности пересеченный, уклоны до 10°. Почвенно-грунтовые условия соответствовали II и III –ей лесозаготовительным категориям.

Разработка участка начиналась с рубки погрузочной площадки, магистральных и пасечных волоков. Валка производилась пилой "Husqvarna" с дальнего конца волока (с учетом последующей трелевки за комли). Затем поочередно разрабатывались полупасеки с дальнего конца лентами шириной 8...10 м, примыкающими к волоку под углом 45...60°. На одной ленте валилось столько деревьев, сколько необходимо для набора одной пачки трактором. Ширина пасеки составляла 30..40 м, волоков – 5м. Обрезка сучьев производилась пилой "Husqvarna" либо на пасечных волоках, либо на погрузочном пункте.

Технологический цикл работы машины ТТР-402 включает следующие приемы: холостой ход, раскрытие и ориентация захвата относительно пачки, наводку на комлеву часть, зажим и подъем пачки, грузовой ход и сброс пачки на погрузочной площадке, закрытие захвата. Для формирования штабеля применяется толкатель.

На рис. 1 представлены результаты наблюдений, где выведены средние показатели времени одного полного цикла трелевки.

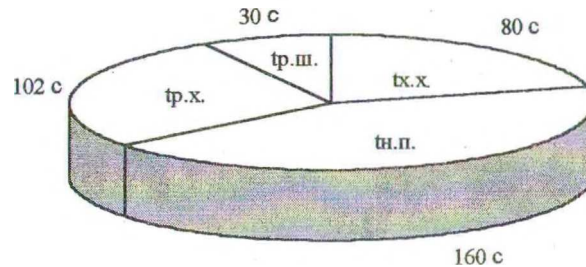


Рис. 1. Диаграмма средних показателей времени одного полного цикла трелевки

В табл. 1 приведены удельные затраты времени и максимальная производительность при выполнении технологических операций.

Таблица 1

Удельные затраты времени и часовая производительность

Показатели и их обозначения	Расстояния трелевки, м	Значения параметров		
		ТТР-402	ТДТ-55А	ТТР-401
Затраты времени на загрузку и разгрузку, мин/м ³	-	2,4...3,0	5,8...5,8	3,4...4,0
Затраты времени на передвижение, мин/м ³	150	2,7	3,1	2,96
	300	6,7	7,5	6,49
Часовая производительность, м ³ /ч	150	8,6	9,9	7,6
	300	6,3	6,8	4,8

Из табл. 1 видно, что время набора и разгрузки пачки у бесчokerной машины ТТР-402, управляемой одним оператором, составляет 3 мин., у машины ТТР-401 – 4 мин., при этом чокеровку производит оператор с помощником.

Анализ экспериментальных данных также показал, что удельные затраты времени на совершение рабочего и холостого хода, отнесенные к 1 м³, при расстоянии трелевки до 300 м для ТТР-402 и ТТР-401 практически одинаковы, но на 12...14% меньше по сравнению с трактором ТДТ-55А, при расстоянии трелевки 500 м – на 20...25%. Также установлено, что затраты для ТДТ-55А возрастают более интенсивно, так как с увеличением расстояния трелевки от 150 до 300 м

затраты для ТТР-402 увеличиваются в 2,1 раза, для ТДТ-55А – в 2,3 раза.

Лесорастительные условия, средний объем хлыста и запас древесины на гектаре, принятый технологический процесс оказывают основное влияние на производительность трелевочной машины ТТР-402.

Применительно к цели испытаний был поставлен многофакторный пассивный эксперимент. Входными величинами исследуемой модели процесса трелевки древесины были выбраны два фактора - объем трелеваемой пачки и расстояние трелевки. Значение объема пачки варьировалось в диапазоне 0,24...2 м³, расстояние трелевки 150...500 м.

Для построения функциональной зависимости между двумя переменными применен линейный регрессионный анализ. Объем пачки древесины Q является независимой переменной, которая влияет на значения времени формирования пачки и скорость рабочего хода трелевочной машины $V_{р.х.}$.

Используя данные хронометражных измерений с целью описания объекта, получили регрессионные модели для затрат времени на формирование пачки (1) и скорости движения машины (2) при совершении рабочего хода от величины рейсовой нагрузки. Установлено, что данные операции оказывают наибольшее влияние на время рабочего цикла и являются наиболее характерными для данной машины.

$$t_{н.п.} = 2,776 + 196,26 \cdot Q \quad r = 0,89 \quad (1)$$

$$V_{р.х.} = 2,142 - 0,93 \cdot Q \quad r = 0,89, \quad (2)$$

где $t_{н.п.}$ - время набора пачки, с; Q - объем трелеваемой пачки, м³; $V_{р.х.}$ - скорость хода с грузом, м/с; r - коэффициент корреляции.

Анализ экспериментальных данных позволил получить зависимости для скорости холостого хода и затрат времени на разгрузку и штабелевку:

$$V_{х.х.} = K_w \cdot V_{р.х.г.}; \quad (3)$$

$$t_{р.ш.} = K_{р.ш.} \cdot t_{н.п.}, \quad (4)$$

где K_w – коэффициент, учитывающий соотношение скоростей рабочего и холостого ходов, (1,5); $V_{р.х.г.}$ – скорость движения с пачкой, объем которой равен грузоподъемности машины, м/с; $K_{р.ш.}$ – коэффициент, учитывающий соотношение между временем формирования пачки и разгрузки, штабелевки (0,52).

Значения коэффициентов K_w и $K_{р.ш.}$ получены экспериментальным путем.

Используя выражения (1), (2), (3) и (4), получили формулу для часовой производительности ТТР-402 ($\text{м}^3/\text{ч}$)

$$P_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot \varphi \cdot Q}{4,219 + 343,5 \cdot Q + L \cdot (1/(2,142 - 0,93 \cdot Q) + 1/(3,2 - 1,395 \cdot Q_r))},$$

где φ - коэффициент использования рабочего времени (0,6...0,8); Q_r - грузоподъемность трелевочной машины, м^3 .

Эксплуатационная эффективность оценивалась часовой производительностью в зависимости от двух факторов – расстояния трелевки и объема пачки древесины. Для решения этой задачи был поставлен многофакторный пассивный эксперимент, при котором решалась интерполяционная задача, целью которой являлось построение поверхности отклика в пространстве изменения факторов.

Решением уравнения регрессии получена математическая модель, описывающая функцию отклика:

$$Z = 3,272 + 8,213 \cdot Q - 0,019 \cdot L_{\text{тр}} - 0,876 \cdot Q^2 - 0,07 \cdot Q \cdot L_{\text{тр}}.$$

Для полученных уравнений регрессии расчетное значение критерия Фишера удовлетворяет условию адекватности.

На рис. 2 представлена поверхность отклика для часовой производительности.

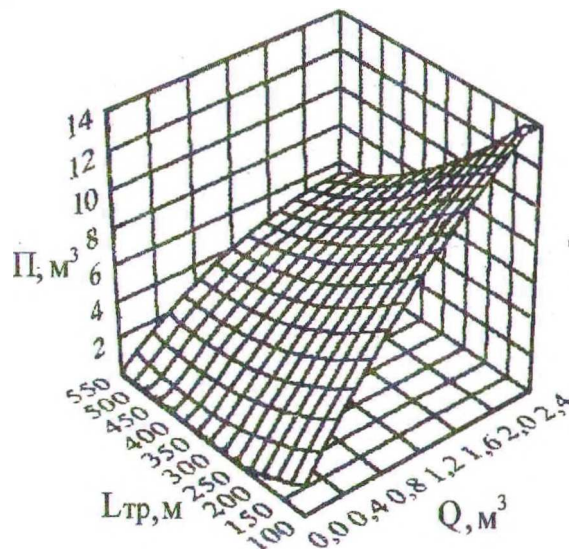


Рис. 2. Поверхность отклика для часовой производительности

Из графика видно, что производительность зависит от рейсовой нагрузки и расстояния трелевки. Так, при увеличении расстояния тре-

левки от 150 до 500 мм часовая производительность уменьшается в 2,2 раза. При изменении объема пачки с $2,4 \text{ м}^3$ до 1 м^3 производительность уменьшается в 2,4 раза.

По материалам хронометражных наблюдений определен оптимальный объем трелюемой пачки машиной ТТР-402 с точки зрения удельных затрат времени на ее сбор и разгрузку. Зависимость этого времени от объема пачки представлена на рис. 3.

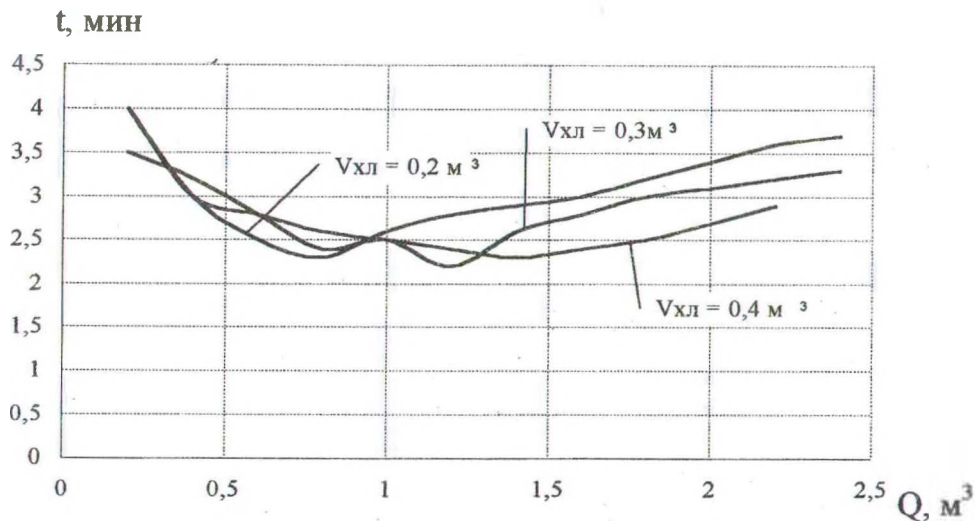


Рис. 3. Зависимость времени набора и разгрузки 1 м^3 хлыстов от объема пачки

При трелевке за комель хлыстов имеются оптимальные объемы пачек, при которых удельные затраты времени на набор и разгрузку 1 м^3 достигают минимума. При среднем объеме хлыста $0,2 \text{ м}^3$ оптимальный объем пачки - $0,8 \text{ м}^3$, при среднем объеме хлыста - $0,3 \text{ м}^3$ - $1,2 \text{ м}^3$.

В целом проведенные исследования показали, что производительность трелевочной машины ТТР-402 примерно одинакова с ТДТ-55А. Работать на нем удобнее, оператор к концу смены устает меньше.

Применение на трелевке машины ТТР-402 требует более тщательной подготовки волоков, так как пни, валуны и валежные деревья значительно снижают ее скорости, лишая тем самым одного из главных преимуществ. Опыт эксплуатации показал, что средняя скорость грузового хода зимой составляет $7,5 \text{ км/ч}$, холостого хода соответственно 8 км/ч . Поскольку машина ТТР-402 не имеет щита, повышаются требования к работе оператора: он должен формировать пачку с минимальным разбегом комлей. Захват опускается на пачку на расстоянии не более $0,5 \text{ м}$ от торца комлей.

Исследования также показали, что производительность машины ТТР-402 при прочих равных условиях при трелевке хлыстов на 15% выше, чем при трелевке деревьев. Объяснение в разнице производительности следует искать в относительно небольшом запасе тягового усилия у колесных машин.

Стоимость операции трелевки на расстояние 150..300 м для трелевочной машины ТТР-402 на 20-30 % ниже по сравнению с трактором ТДТ-55А и на 5-8% по сравнению с машиной ТТР-401.

Проходимость трелевочной машины ТТР-402 в экстремальных по сцепным свойствам условиям (заболоченные участки, снежная целина) недостаточна. При буксовании отсутствует возможность сброса пакета и использования лебедки для его подтягивания после преодоления порожней машиной тяжелого участка волока. Для повышения проходимости машины на всех фазах цикла трелевки можно рекомендовать применение траковых цепей противоскольжения, а также замену существующих шин на шины большего объема с пониженным внутренним давлением.

Конструктивные особенности машины обеспечивают ей значительные преимущества. Благодаря захвату, который может поворачиваться относительно продольной оси машины, имеется возможность захвата пачки древесины под углом до 80° , что сокращает время на формирование пачки.

Машина ТТР-402 может разворачиваться на небольших площадях в режиме как грузового, так и порожнего ходов, что способствует сохранению подроста.

В ходе испытаний машина показала высокую мобильность, что обусловлено значительным снижением потерь при переездах на лесосеку и внутри ее, на ремонт, а также при базировках.

В результате эксплуатационно-технологических испытаний установлено, что наиболее эффективно использование колесной трелевочной машины ТТР-402 в насаждениях со средним объемом хлыста $0,25...0,3 \text{ м}^3$. При меньшем объеме хлыста увеличивается время на формирование пачки по сравнению с трелевочной машиной в чокерном варианте ТТР-401 на 15-20 %.

В настоящее время ведется доработка конструкции трелевочной машины ТТР-402 с учетом результатов испытаний с целью повышения эффективности ее использования.