

описанным, за исключением того, что не потребуется прорубать технологические коридоры и визиры, так как для этой цели можно использовать междурядья. Чтобы исключить холостые пробеги машины РПР-1, целесообразно иметь два верхних склада, расположенных по концам рядов насаждений. Прочистки ведутся следующим образом. Машину РПР-1 устанавливают у крайнего ряда деланки, подлежащего вырубке, так, чтобы продольная ось машины совпадала с осью ряда. Двигаясь вперед, машина срезает деревья в ряду и подает их в бункер. После заполнения бункера РПР-1 отъезжает назад на расстояние, несколько большее максимальной высоты срезанных деревьев, и сформированную в бункере пачку укладывает на землю комлями в сторону, противоположную направлению ее движения. Далее машина подходит к этому же ряду, и весь процесс повторяется. Закончив срезание и пакетирование деревьев в первом ряду, машина переезжает к следующему и т.д. По достижении безопасного расстояния между валкой и трелевкой приступают к трелевке пакетов на склад и укладке их в запас для последующего измельчения на щепу.

При такой технологии и механизации работ на прочистках линейным методом бригада будет состоять из двух человек и оснащаться одной машиной РПР-1 и одним трактором МТЗ-80 с приспособлением "Муравей". При расстоянии трелевки до 500 м задание на бригаду составит 25 м³ в смену.

Внедрение на осветлениях и прочистках разработанных технологических процессов позволит вовлечь в сферу производства значительный объем ранее не используемого древесного сырья с минимальными трудовыми и материальными затратами.

ЛИТЕРАТУРА

1. С и м к и н а Н.Г. Экономические проблемы развития лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности БССР // Экономика и организация промышленного производства. — Минск: Выш. шк., 1982. — Вып. 11. — С. 33—37.
2. М а т в е й к о А.П., Б а р а н ч и к В.П., П о п л а в с к а я Л.Ф. Параметры деревьев, вырубаемых на рубках ухода. — 9 с. — Деп. в ЦБТИлесхоз 09.01.85 г., № 325 ЛХ-84.
3. П о л я к о в В.А., Т а р а с о в А.С. Использование маломерной древесины в СССР и за рубежом. — М., 1980. — 32 с. — (Лесные пользования: Обзор. информ./ ЦБТИ; Вып. 1).

УДК 634.323.7.001.6

Н.И. ЖАРКОВ, Т.В. КУЛИК

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТЕПЕНИ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА УСИЛИЕ ВЫРАВНИВАНИЯ ТОРЦОВ ПАЧЕК КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Одним из основных параметров, необходимых для создания торцевывравнивающих устройств, является усилие торцевания.

Теоретическим и экспериментальным исследованиям свободной от объязок пачки лесоматериалов и изучению сил, возникающих в процессе выравнивания торцов при перемещении торцующих щитов, посвящен ряд работ [1—4],

в которых приведены расчеты усилия торцевания пачек круглых лесоматериалов. Однако результаты расчетов усилия торцевания, полученные по зависимостям из работ [1—4], при одних и тех же параметрах пачек значительно отличаются между собой, причем факторы, влияющие на усилие торцевания, учтены по-разному и степень их воздействия на процесс различна.

Фактически усилие торцевания — величина случайная, зависящая от ряда факторов, которые в каждом конкретном случае не случайные величины, а установленные на определенных уровнях. В задачу экспериментальных исследований входило определить степень влияния факторов на усилие торцевания пачек круглых лесоматериалов.

Наличие априорной информации позволяет считать, что на процесс формирования пачки бревен влияет много факторов. Это диаметр бревен в пакете, плотность древесины, объем и масса пачки, состояние поверхности бревен, их кривизна и закомелистость, число выступающих бревен, разброс торцов бревен в пачке и их перекося, форма люльки устройства и др. Анализ показал, что одни из них (разброс торцов бревен, их перекося, форма люльки устройства) можно отнести к условиям эксперимента, другие (шероховатость поверхности бревен, их закомелистость и кривизна) неуправляемы и по условиям эксперимента их можно исключить [5], некоторые факторы (объем и масса пачки) зависимы и между ними налицо корреляционная связь, поэтому любой из двух зависимых факторов можно не рассматривать, как не содержащий дополнительной информации.

После анализа имеющейся информации были выделены следующие независимые переменные (факторы): 1) диаметр бревен в пачке — $d(x_1)$; 2) масса пачки — $M(x_2)$; 3) плотность бревен — $\rho(x_3)$.

Для проведения эксперимента был использован план полного факторного эксперимента типа 2^k [6], где $k = 3$ — число факторов. Уравнение регрессии полного факторного эксперимента в условных переменных

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i U_i + \sum_{i,j} b_{ij} U_i U_j, \quad i < j$$

где y — усилие торцевания; b — коэффициент регрессии; U — независимые условные переменные.

Экспериментальные исследования проводились с модельными точеными бревнами в масштабе 1:10 и пачками массой 5 и 10 кг, что в натуре соответствует 5000 и 10000 кг (табл. 1).

Таблица 1. Диапазоны варьирования факторов

Фактор	Доверительный интервал			Шаг варьирования	Размерность
	−1	0	+1		
x_1	0,01	0,03	0,05	0,02	м
x_2	5,00	7,50	10,00	2,50	кг
x_3	730,00	830,00	930,00	100,00	кг/м ³

Усилие торцевания пачек бревен определялось на экспериментальной установке (рис. 1). Установка состоит из рамы, на которой по направляющим перемещается торцующий щит. На раме установлена люлька с закладным щитом, который может перемещаться в зависимости от длины бревен в торцуемом пакете. Тросик огибает блок и одним концом закреплен на торцующем щите, а другим, свисающим концом соединен с подвесом. Рама установлена на двух опорах.

Модельные бревна укладывались в люльку шириной 285 мм.

Исследования, проведенные в работе [7], показали, что разбег торцов в пачке бревен подчиняется нормальному закону распределения. На ЭВМ получен ряд чисел разбега торцов бревен (от 1 до 349) со следующими параметрами: 1) интервал разбега торцов 0–15 см (среднее 7,5 см); 2) дисперсия $D = 249,64$ мм. Эти данные использовались для укладки бревен в люльку.

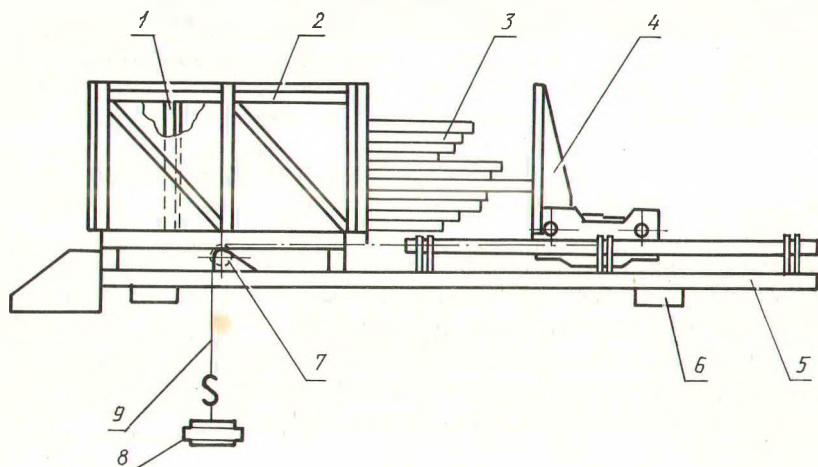


Рис. 1. Экспериментальная установка для определения усилия торцевания пачек круглых лесоматериалов:

1 — закладной щит; 2 — люлька; 3 — пачка бревен; 4 — торцующий щит; 5 — рама; 6 — опоры; 7 — блок; 8 — подвес; 9 — тросик.

В поперечном сечении люльки бревна размещались в соответствии с методом, предложенным в работе [8], т.е. укладывались в свободные места с наименьшей высотой (минимальной потенциальной энергией). Торцующий щит подводился к торцу наиболее выступающего бревна. На подвес укладывались грузы по 50 г до полного выравнивания торцов пачки.

Нами составлена матрица планирования эксперимента в явном виде (табл. 2).

Коэффициенты уравнения регрессии находим по формулам:

$$b_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ij} y_i}{N}, \quad j = 0, 1, \dots, k,$$

где N — число опытов; x_{ij} — элемент i -го столбца матрицы планирования, стоящий в его j -й строке;

$$b_0 = \frac{y_1 + \dots + y_N}{N}.$$

На основании полученных результатов можно записать уравнение регрессии в условных переменных:

$$\begin{aligned} \bar{y} = & 92,950 - 57,552 U_1 + 44,707 U_2 - 8,727 U_3 - 24,760 U_1 U_2 + \\ & + 10,954 U_1 U_3 - 3,055 U_2 U_3 + 5,079 U_1 U_2 U_3. \end{aligned}$$

Значимость коэффициентов уравнения проверялась по t -критерию Стьюдента. Все коэффициенты оказались значимыми.

Согласно уравнению регрессии, из всех переменных самое большое влияние на выходной параметр $\bar{y}$ оказывает фактор U_1 ($b_1 = -57,552$), который соответствует диаметру d бревен в пачке. Знак перед коэффициентом указывает на то, что с увеличением диаметра бревен выходной параметр $\bar{y}$ уменьшается.

Вторым по значению фактором, влияющим на усилие торцевания, служит U_2 , который соответствует массе пачки (M). С увеличением массы пачки усилие торцевания возрастает.

Третьим по значению является фактор ρ , соответствующий плотности древесины.

Из парных взаимодействий наибольшее влияние на процесс оказывает фактор $U_1 U_2$ ($b_{1,2} = 24,760$), отражающий совместное влияние диаметра d бревна и массы пачки M на усилие торцевания.

Переход от условных переменных к фактическим в уравнении регрессии осуществляется по формуле

$$U_i = \frac{2x_i - x_i^{(+1)} - x_i^{(-1)}}{x_i^{(+1)} - x_i^{(-1)}}.$$

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента в явном виде

Но- мер опы- та	Диаметр бревен в пачке d , м	Масса пачки M , кг	Плотность древесины ρ , кг/м ³	Масса одного бревна m , кг	Количество бревен в пачке n	Число замер- ов	Среднее ариф- метическое уси- лие торцевания $\bar{y}$
1	0,010	5,00	730	0,02862	175	12	92,582
2	0,050	5,00	730	0,71628	6	12	15,247
3	0,010	10,00	730	0,02862	349	12	247,783
4	0,050	10,00	730	0,71628	13	12	51,094
5	0,010	5,00	930	0,03646	137	12	69,488
6	0,050	5,00	930	0,91252	5	12	15,655
7	0,010	10,00	930	0,03646	274	12	192,153
8	0,050	10,00	930	0,91258	11	12	59,596

В результате получено уравнение регрессии для фактических переменных:

$$\bar{y} = -123,073 + 2613,845 x_1 + 68,158 x_2 + 0,0695 x_3 - \\ - 1338,314 x_1 x_2 - 2,141 x_1 x_3 - 0,0427 x_2 x_3 + 1,0158 x_1 x_2 x_3.$$

Формула перехода от усилия торцевания, полученного на модельной установке в масштабе 1:10 к натуре,

$$F_n = F_m \cdot a_l^3 = F_m \cdot 1000,$$

где a_l — линейный масштаб, равный 10.

Проведенные исследования позволили установить степень влияния факторов на усилие торцевания пачек круглых лесоматериалов. Полученное уравнение регрессии адекватно описывает процесс выравнивания торцов пачек бревен, и его можно использовать для расчета усилия торцевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щербачев В.А. Лесосплавные рейды. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — С. 78—80.
2. Борисов М.В., Козлов А.В. Исследование усилий торцевания пачек бревен // Тр. ВКНИИВОЛТ. — 1971. — Вып. 11. — С. 64—68.
3. Гончаренко Н.Т. Погрузка и выгрузка лесоматериалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1970. — С. 156—158.
4. Кожанов Д.И. Исследование процесса торцовки и переплотки пучков // Сб. науч. тр. ВКФУНИИлесосплава. — 1959. — Вып. 5. — С. 47—69.
5. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1976. — 279 с.
6. Пижурин А.А. Современные методы исследований технологических процессов в деревообработке. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. — 248 с.
7. Мазуренко А.П. О качестве укладки бревен в накопителе // Изв. вузов. Лесн. журн. — 1966. — № 6. — С. 67—72.
8. Лебедь С.С., Янковский Ю.В. Моделирование процесса формирования пакетов бревен // Механизация лесоразработок и транспорт леса. — Минск: Выш. шк., 1984. — Вып. 14. — С. 43—49.

УДК 634.323.7.001.6

С.С. ЛЕБЕДЬ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫРАВНИВАНИЯ ТОРЦОВ ПАЧЕК БРЕВЕН

При формировании пакетов для сокращения времени простоя транспортных средств под погрузкой, а также для дальнейшей переработки круглых лесоматериалов необходимо выравнивание торцов пачек бревен. Это один из наиболее трудоемких процессов на лесных складах и лесоперевалочных предприятиях. Для механизации данного процесса нами предложено новое конструктивное решение — торцевывывравнитель гравитационно-силового принципа действия [1] (рис. 1). Он состоит из совмещенной с неподвижным вертикальным щитом люльки 1, опорного коника 2, подвижного торцующего щита 3, груза-аккумулятора 4, соединенного с подвижным щитом 3 и приводом подъема (на рисунке не показан) трособлочной системой 5.