

ном значении коэффициента совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения. Максимальные расхождения для тормозного пути 28 %, для времени торможения до 27 %. Расхождения довольно значительны, особенно при небольших скоростях течения, и не учитывать этого нельзя, а тем более неправомерно пренебрегать учетом коэффициента совокупного влияния присоединенных масс и нестационарности движения, как это делается в работах [5, 7].

Интегралы (5) и (8) решаются в явном виде [3]. Результаты решения на ЭВМ и по формулам работы [3] имеют весьма незначительные расхождения только при скорости 1,5 м/с (около 3 %), поэтому при расчетах инерционных характеристик плотов при остановке на втором этапе активного торможения можно применять оба способа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Мельников Л. В., Чекалкин К. А. О свободном торможении плота в речном потоке // Лесн. журн.— 1985.— № 2.— С. 43—46.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Митрофанов А. А. Натурная проверка результатов модельных исследований неустановившегося движения плотов // Тр. / АЛТИ.— 1972.— Вып. 33.— С. 58—66. [3]. Митрофанов А. А. Некоторые уточнения к расчету инерционных свойств плотов // Лесн. журн.— 1973.— № 5.— С. 47—51.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Митрофанов А. А., Чекалкин К. А. Результаты исследования на моделях неустановившегося поступательного движения плотов // Тр. / АЛТИ.— 1972.— Вып. 33.— С. 53—58. [5]. Плоты (конструкция, эксплуатация, технология) / Под ред. М. Н. Фоминцева.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 216 с. [6]. Чекалкин К. А. Об оптимальном режиме торможения плотов при остановке в пунктах прибытия // Лесн. журн.— 1973.— № 1.— С. 45—51.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Щербakov В. А. Лесославные рейды.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 248 с.

Поступила 27 января 1987 г.

УДК 630*376

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕРТОЛЕТОВ НА ЛЕСОЗАГОТОВКАХ В ГОРАХ КAVKAZA

В. А. ГОРДИЕНКО

Кавказский филиал ВНИИЛМа

В соответствии с лесным законодательством, промышленные рубки леса в горах Северного Кавказа, при трелевке леса тракторами и канатными установками, на склонах от 20 до 30° ограничены, а свыше 30° — запрещены. Это объясняется тем, что механизмы, особенно гусеничные тракторы, пагубно влияют на средозащитные функции горных лесов (почвозащитные, водоохранные, водорегулирующие и т. д.).

Вместе с тем, в горных лесах Кавказа произрастает около 20 % ценных дубовых и буковых лесов страны. Вот почему именно здесь вертолету как средству доставки древесины с лесосек к автомобильным дорогам, стали уделять большое внимание.

Первые эксперименты с использованием вертолетов Ми-4 (грузоподъемность 1,3 т) были проведены в Краснодарском крае в 1954 г., а вертолетов Ми-8 (грузоподъемность 3 т) — в 1969 г.

Однако по ряду экономических и технических причин [1] вертолеты не нашли применения на лесозаготовках, хотя более 30 % буковых лесов Кавказа до настоящего времени не осваиваются из-за недоступности для тракторов и канатных установок.

Рост потребности в буковой древесине, большие экономические издержки по ее импорту, а также положительный зарубежный опыт применения вертолетов в лесу побудили в конце 70-х гг. вернуться к исследованиям по применению вертолетов на лесозаготовках в горах.

Эти исследования были проведены в 1979—1985 гг. в Краснодарском крае в буковых лесах, произрастающих на крутых склонах и в не доступных для наземных средств трелевки местах для постепенных, добровольно-выборочных, группово-выборочных, котловинных и узколесосечных способов рубок. В исследованиях принимали участие работники Кавказских филиалов ВНИИЛМ и ЦНИИМЭ, Краснодарского филиала ГосНИИГА, лесного хозяйства Краснодарского края.

Особенности вертолета как транспортного средства позволили провести эксперименты с изъятием деревьев вертолетом при различных способах рубок с валкой и без валки их на грунт.

Исследования технологии лесозаготовок с применением вертолетов на котловинных и узколесосечных рубках с валкой деревьев были проведены в 1981—1982 гг. Сущность технологического процесса заключается в следующем.

В лесном массиве, на склонах свыше 30°, отводили лесосеки площадью от 0,3 га и более. На них осуществляли валку леса, обрубку сучьев, раскряжевку хлыстов, формирование пачек древесины с учетом возможной грузоподъемности вертолета.

Вертолет, оснащенный тросовой внешней подвеской с замком в нижней ее точке, подлетал к лесосеке и в режиме зависания над ней подавал замок в обозначенное место, где к нему подцеплялись пачки древесины. Затем вертолет набирал необходимую высоту и транспортировал их на грузовую площадку, расположенную у лесовозной дороги, где груз отцепляли.

Методика исследований предусматривала одновременное проведение летных и лесоводственных экспериментов. Летные эксперименты были направлены на исследование факторов, влияющих на часовую производительность вертолета и отработку безопасных методов его работы.

Замеряли время каждой операции технологического цикла и массу транспортируемого груза. Кроме того, для каждого рейса определяли фактическую грузоподъемность вертолета. В связи с тем, что грузоподъемность существенно зависит от температуры воздуха, абсолютной высоты полета и массы оставшегося в вертолете горючего [2], в экспериментах фиксировали все эти показатели. Одновременно учитывали параметры лесосек, крутизну склонов, перепад высот и расстояние между лесосекой и разгрузочной площадкой.

В лесоводственных исследованиях применяли общепринятые методики, предусматривающие оценку состояния древостоя, подроста, подлеска, травяного покрова, почвы до и после рубки. На лесосечных работах изучали вопросы скольжения деревьев по склону при валке леса и бесповальную технологию. Лесосечные работы выполняли традиционным способом, груз к внешней подвеске подцепляли с помощью чокеров КФ ЦНИИМЭ.

Эксперименты в основном выполняли с вертолетом Ми-8, хотя в 1981—1982 гг. были проведены сравнительные испытания вертолетов Ми-10К и Ка-32 (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Показатели	Ми-8	Ка-32	Ми-10К
Грузоподъемность, т	3	5	10
Стоимость летного часа, р.	1 000	1 600	2 200
Расстояние транспортировки, км	1,5	1,5	1,5
Нагрузка на рейс, т	1,65	2,9	5,10
Производительность, м ³ /ч	18,2	29,0	57,0
Стоимость транспортировки 1 м ³ древесины, р.— к.	54—94	55—17	38—59

Всего было выполнено 1286 рейсов и вывезено 3212 м³ древесины.

В табл. 2 приведены результаты применения вертолета Ми-8 на котловинных и узколесосечных рубках.

Как видно из табл. 2, производительность вертолета зависит в основном от трех основных факторов: длительности транспортного цикла; длительности цикла висения; коэффициента использования грузоподъемности.

На транспортный цикл существенно влияет расстояние транспортировки и средняя скорость движения вертолета, которая, в свою очередь,

Таблица 2

Показатели	Значение показателей для вариантов					
	1	2	3	4	5	6
Расстояние, км	0,4	0,9	1,7	2,5	3,0	8,0
Длительность рейса, мин	3,34	3,97	4,73	6,03	5,07	8,92
Масса груза, т	1,4	1,9	1,8	1,8	1,6	1,7
Транспортный цикл, мин	1,80	2,37	3,02	4,19	3,04	7,26
Цикл висения, мин	1,54	1,60	1,71	1,86	2,03	1,66
Производительность, т/ч	25,1	28,7	22,8	17,8	21,3	11,5
Коэффициент использования грузоподъемности, %	56	71	78	93	75	81
Длина каната верхней подвески, м	35—45	35—45	25—35	35—45	20—50	35—45

зависит от перепада высот между лесосекой и грузовой площадкой и угла доворота курса (суммы изменений курса за время рейса).

Примерно 50 % времени рейса занимает процесс «висения», в который входят следующие операции: зависание над лесосекой, подцепка груза, натяжение каната, подъем груза до отрыва его от земли, набор безопасной высоты, разгрузка.

Продолжительность висения зависит от многих факторов и составляет от 1,2 до 2,1 мин. При применении совершенных технических средств и высокой квалификации работающих этот цикл по времени можно значительно сократить.

После обработки данных экспериментов установлена функциональная зависимость производительности вертолета (Π , м³) от расстояния транспортировки (L , км)

$$\Pi = 12,050146 + \frac{7,359454}{L}. \quad (1)$$

Максимальная производительность вертолета достигается при минимальных расстояниях транспортировки. Для условий Северного Кавказа это расстояние не превышает 2 км [2]. Производительность вертолета во многом зависит также от использования его грузоподъемности.

Данные эксперимента показали, что колебания в загрузке вертолета достигали 0,5 т. Столь большой диапазон объясняется как изменением грузоподъемности вертолета по времени, так и сложностью формирования оптимальных по массе пачек древесины.

Поскольку затраты времени на отдельные операции технологического цикла вертолета и использование его грузоподъемности имеют значительные (до 40 %) колебания, совершенствование применяемых на этих операциях приспособлений и навыков рабочих могут обеспечить в дальнейшем значительное повышение производительности вертолетов.

При лесоводственно-экологической оценке котловинных и узколесосечных рубок было установлено, что повреждаемость подроста (Π_n) колеблется от 20 до 60 % и зависит главным образом от крутизны склона (y). Большое влияние на степень повреждения подроста оказывает скольжение деревьев при валке на склонах.

По данным экспериментов была выведена следующая функциональная зависимость повреждаемости подроста от пути скольжения деревьев для диапазона крутизны от 15 до 35°:

$$\Pi_n = 73,02 - \frac{216,85}{l}. \quad (2)$$

Здесь l — путь скольжения деревьев при валке, м;

$$l = 8,36 + 1,76y + 0,08y^2 + 0,001y^3, \quad (3)$$

где y — крутизна склона, град.

При расстоянии скольжения деревьев 4 м (величина отскока при валке, до которой можно сократить скольжение) повреждаемость подроста составляет лишь 20 %. На лесосеках крутизной до 35° можно сохранить не менее 80 % подроста, если решить задачу по удержанию деревьев от скольжения после валки.

Повреждения почвы незначительны, а эрозийные процессы на площадях рубок в течение 4 последующих лет не наблюдались. Изучение водно-химических свойств почвенного покрова на вырубленных площадях за 4 года позволяет сделать вывод, что почвенно-гидрологические характеристики, несколько ухудшаясь, остаются на высоком уровне, причем эти изменения в основном являются следствием изъятия древесной растительности, а не связаны с технологией лесозаготовок.

По данным исследований проведена опытно-производственная проверка предложенной технологии, разработана и в 1985 г. утверждена «Инструкция по заготовке леса с применением вертолета Ми-8 в горных условиях Кавказа». Эта инструкция является основным нормативным документом для работы вертолетов на лесозаготовках в горных лесах Кавказа.

Основной целью исследований работы вертолетов на постепенных и группово-выборочных рубках являлось определение минимального размера лесосеки, обеспечивающей оптимальный уровень производительности вертолета и безопасность труда экипажа и наземной бригады.

В процессе эксперимента на постепенных и группово-выборочных рубках древесину транспортировали вертолетом Ми-8 из окон площадью: 0,015; 0,02; 0,06; 0,07; 0,15; 0,25; 0,36 га.

Если время висения над лесосекой при котловинных рубках (площадь окна больше 0,3 га) принять за 100 %, то уменьшение площади лесосеки при постепенных выборочных рубках до 0,1...0,05 га увеличивает время висения на 34...40 %.

Это связано с тем, что при малых лесосеках замок внешней подвески подается при движении вертолета по вертикальной, а не наклонной траектории. Рост затрат времени вызван также стесненными условиями малой лесосеки, скольжением сваленных деревьев под полог леса, наличием помех в виде стволов и крон растущих деревьев при подъеме груза.

Так, при площади лесосеки от 0,07 до 0,15 га груз при подъеме входит в контакт с растущими деревьями в 60...80 % случаев, а при площади лесосеки больше 0,3 га — всего в 4...7 %.

С учетом всех экономических, экологических и технологических факторов оптимальными являются лесосеки прямоугольной или эллипсoidalной формы площадью 0,8 га и больше.

В связи с тем, что при валке леса имеются нарушения лесной среды, был проведен эксперимент по транспортировке деревьев при постепенных рубках без валки их на грунт.

Бесповальная технология включала следующие операции: полет вертолета со специальным прицепным устройством в район лесозаготовок, поиск и подцепка дерева, отделение дерева от пня и транспортировка его на грузовую площадку. Дерево от пня под висающим вертолетом можно отделить бензопилами или микровзрывом. Первый вариант отпал ввиду большей опасности для рабочих, работающих под висающим вертолетом. Поэтому дерево от пня отделяли с помощью микровзрывов.

Анализ результатов экспериментов показал высокую лесоводственную эффективность бесповальной технологии. Подрост и почва практически не повреждались. Не наблюдалось существенных изменений водно-физических свойств почв на пройденных рубкой площадях в сравнении с контролем во время рубки и через год.

Однако исследования показали, что транспортировка деревьев вертолетом Ми-8 без их валки на грунт, при неоспоримых экологических преимуществах, имеет существенные недостатки: низкую надежность захвата деревьев за крону; большие потери летного времени на зависание (поиск, захват дерева, натяжение каната, ожидание взрыва и т. д.); частичное повреждение наиболее ценной комлевой части дерева при взрыве; низкий коэффициент использования грузоподъемности вертолета (большой разброс деревьев по массе).

Вместе с тем, при обеспечении быстрого поиска, надежной подцепки дерева к внешней подвеске, наличии вертолета необходимой грузоподъемности эта технология предпочтительней с точки зрения заготовки спелой древесины в разновозрастных насаждениях и сохранения окружающей среды. В настоящее время она может применяться для изъятия отдельных деревьев в национальных парках, заповедных территориях и в местах, где невозможна их валка.

Выводы

1. Стоимость транспортировки древесины вертолетом в сравнении с трелевкой тракторами и канатными установками во много раз выше, в связи с чем ее применение на лесозаготовках в местах, доступных для наземных трелевочных средств, в настоящее время нецелесообразно.

2. Технология лесозаготовок с применением вертолета Ми-8 может быть рекомендована для вывозки ценной буковой древесины из мест, не доступных для тракторов и канатных установок. В Краснодарском крае по этой технологии в 1985 г. было вывезено 14 тыс. м³ буковой древесины, в 1986 г.— 24,2 тыс. м³, в 1987 г. планируется вывезти 30 тыс. м³.

3. Применение вертолетов на лесозаготовках в горах обеспечивает по сравнению с тракторами и канатными установками более высокий уровень сохранения защитных функций горных лесов и их естественного восстановления.

4. Дальнейший поиск критериев экономической оценки экологического ущерба, наносимого горным лесам наземными средствами трелевки, будет способствовать расширению сферы применения вертолетов на лесозаготовках в горах.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Технология горных лесозаготовок с применением на транспортировке древесины вертолета Ми-8 / К. К. Калущкий, И. П. Коваль, Ю. Я. Лекаркин и др. // Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. семина. «Пути улучшения использования лесосырьевых ресурсов и качества лесовосстановительных работ», 25—27 сент. 1984 г.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1984.— С. 28—30. [2]. Холявко В. С. Организация работ при вертолетной вывозке леса // Лесн. хоз-во.— 1982.— № 5.— С. 27—28.

Поступила 24 марта 1986 г.