

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЮ ПРИ ТРЕЛЕВКЕ ЛЕСА ЛЕБЕДКАМИ

Л. В. КОРОТЯЕВ

Аспирант

(Архангельский лесотехнический институт)

В лесонасаждениях Севера, где преобладают поверхностные грунты со слабой несущей способностью и болота, довольно широкое применение получила трелевка леса тросовыми установками.

Лесозаготовительные предприятия в настоящее время располагают значительным количеством трелевочных лебедок различных типов. Все большее распространение находит новая прогрессивная технология трелевки деревьев с необрубленными сучьями.

Применение новых конструкций трелевочных лебедок и разной технологии трелевки требует всестороннего их изучения. При этом весьма важное значение имеют широкие тяговые испытания трелевочных лебедок в различных производственных условиях, так как только в результате таких испытаний можно получить наиболее достоверные данные для технического нормирования трелевочных работ, правильной эксплуатации существующих лебедок, особенно при трелевке леса с кроной, а также для обоснования параметров создаваемых вновь тросовых установок.

Целью тяговых испытаний является определение коэффициента сопротивления движению трелеваемой древесины для установления величины рейсовых нагрузок при различных способах трелевки и условиях работы, определение величины сопротивлений в тросо-блочных системах, установление режима работы двигателей и степени их загрузки и пр.

Все тяговые испытания в основном сводятся к динамометрированию тягового усилия лебедки. Тяговым усилием лебедки преодолеваются: сопротивление движению трелеваемой древесины; сопротивление движению тросов, сопротивление в блоках и сопротивление от подтормаживания возвратного барабана. Основную часть общего сопротивления движению составляет сопротивление движению трелеваемой древесины.

Несмотря на многолетний период использования лебедок, опубликовано очень мало экспериментальных работ по исследованию сопротивления движению при тросовой трелевке леса. Это работы И. Ф. Алышева и сотрудников ЦНИИМЭ, исследовавших сопротивление движению при

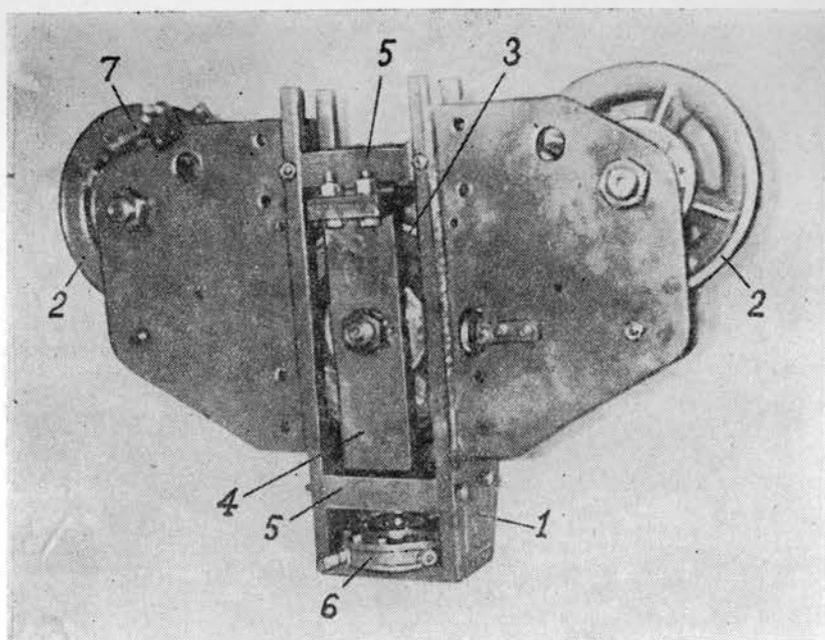


Рис. 1. Силовая часть динамографа.

1 — корпус; 2 — крайние ролики; 3 — средний ролик; 4 — средняя рама (подвижная); 5 — направляющие подшипники средней рамы; 6 — гидравлическая месдоза; 7 — электроконтактный датчик оборотов ролика.

трелевке леса с кронами преимущественно лебедками ТЛ-3 в летнее время. Данные этих исследований не охватывают всего разнообразия производственных и природных условий, в которых применяется трелевка леса лебедками. Поэтому дальнейшее исследование сопротивления движению при трелевке леса тросовыми установками с попутными тяговыми испытаниями различных лебедок остается актуальным.

Нашей задачей было исследовать сопротивление движению при трелевке леса для разных сочетаний типов лебедок, способов трелевки и производственных условий.

Сопротивление движению изучалось нами при трелевке лебедками ТЛ-3, ТЛ-4 и ТЛ-5. Исследования производились в лесопункте Пукшеньга Емецкого леспромхоза комбината «Архангельсклес» при летней трелевке леса с кроной лебедками ТЛ-3 и ТЛ-5, в лесопункте Шурай Костылевского леспромхоза комбината «Котласлес» при трелевке леса в хлыстах на пнах лебедками ТЛ-5 в зимнее время и в лесопункте Бельский Удмского леспромхоза комбината «Устюглес» при трелевке леса с кроной лебедками ТЛ-4 зимой.

Методика исследований была разработана с учетом проведения экспериментальных работ в производственных условиях.

Для динамометрирования ввиду небольшой частоты колебаний тяговых сопротивлений (менее двух герц) был использован гидравлический динамограф конструкции ВИСХОМ — АЛТИ для измерения усилий в диапазонах до 8 и 16 т.

Силовая часть этого динамографа изображена на рис. 1 и представляет собой переработанную автором статьи конструкцию трехтонного тросового тягомера «ТТ» ВИСХОМ с гидравлической месдозой сжатия мембранного типа. Для записи показаний прибора использован регистра-

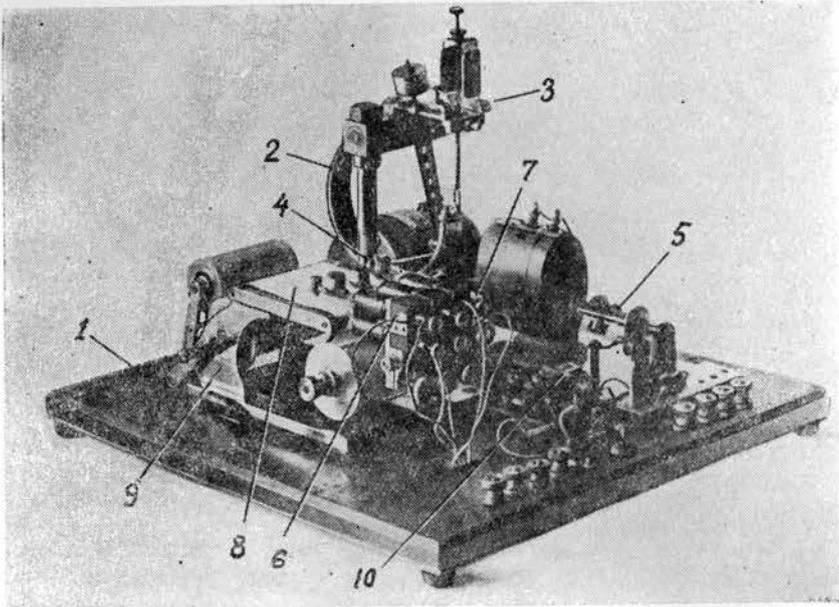


Рис. 2. Регистратор.

1 — панель; 2 — пружина Бурдона; 3 — демпфер; 4 — перо для записи изменений тягового усилия; 5 — моторный прибор времени; 6 — электроотметчики времени, пути, оборотов ролика с перьями; 7 — отметчики нулевой линии; 8 — бумажная лента; 9 — моторный лентопротяжный механизм; 10 — магнитный пускатель.

тор типа «Б» конструкции ВИСХОМ с механизмом пружины Бурдона, снабженным демпфером, моторным лентопротяжным механизмом, моторным прибором времени и электроотметчиками пути и времени (рис. 2). Регистратор осуществляет одновременную запись на одной и той же ленте изменений тягового усилия лебедки, расстояния и времени. Это дает возможность установить зависимости между ними.

Гидравлический динамограф обеспечивает дистанционную запись показаний, что весьма важно по требованиям техники безопасности при тросовой трелевке.

Принципиальная схема устройства и действия гидравлического динамографа приведена на рис. 3. Описание гидравлической месдозы и регистратора конструкции ВИСХОМ имеется в специальной литературе.

Динамограф тарировался в сборе с тросом, к которому прилагалось растягивающее усилие. Относительная погрешность прибора, установленная в результате тарирования, составила менее 1% от предельной нагрузки.

Силовая часть динамографа с электроконтактным датчиком пути монтировалась на движущемся рабочем трелевочном тросе между лебедкой и мачтой или около мачты со стороны лесосеки (при наземной трелевке), то есть в месте, наиболее благоприятном для работы прибора и его обслуживания (рис. 4).

В процессе подтаскивания от места формирования до мачты пачка сопровождалась наблюдателем, который фиксировал в листе наблюдений условия и характер продвижения пачки, расстояние трелевки и пр., а также подавал сигналы наблюдателю, обслуживающему динамограф, о прохождении пачкой участков пути. Для этого каждый волок по его оси промерялся двадцатиметровой стальной лентой с забивкой колышков.

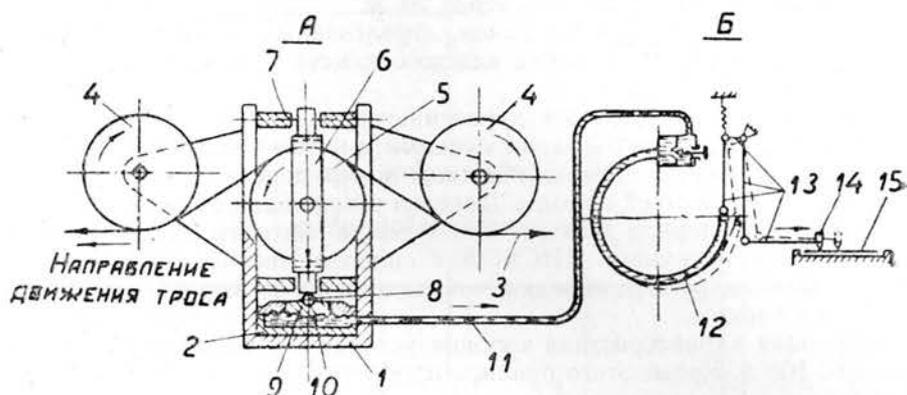


Рис. 3. Принципиальная схема устройства и действия гидравлического динамографа.

1 — корпус динамометра; 2 — месдоза; 3 — движущийся рабочий трелевочный трос; 4 — крайние ролики; 5 — средний ролик; 6 — средняя (подвижная) рама; 7 — направляющие шариковые подшипники средней рамы; 8 — шарик месдозы; 9 — поршень месдозы; 10 — гофрированная латунная диафрагма; 11 — маслопровод; 12 — пружина Бурдона; 13 — система рычагов; 14 — перо; 15 — движущаяся бумажная лента.

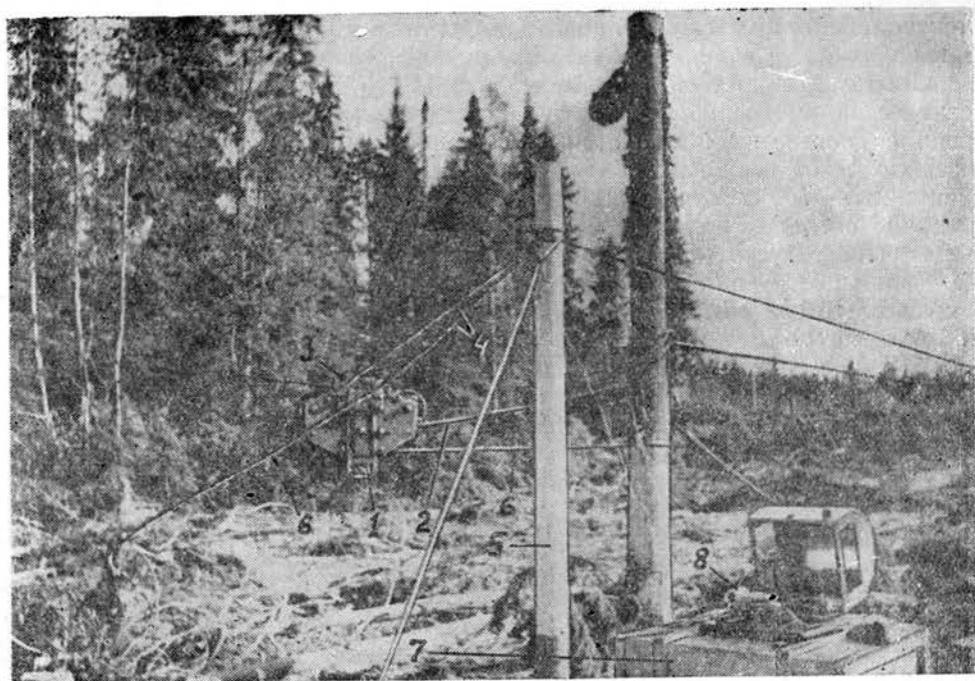


Рис. 4. Установка динамографа при опытах.

1 — силовая часть динамографа; 2 — рабочий трелевочный трос; 3 — крепительные скобы; 4 — монтажные тросы; 5 — столб; 6 — оттяжки; 7 — стол для регистратора; 8 — регистратор.

вдоль волока через 20 м, начиная от мачты. Для определения уклонов волоки дважды нивелировались через 20 м.

Для определения объема пачек, стрелеванных в процессе динамометрирования, измерялась длина каждого хлыста и его диаметр на расстоянии 1,3 м от комля.

Вес кроны и объемный вес древесины определялись путем взвешивания сваленных деревьев сначала с сучьями, а потом без них. Для взвешивания брали в каждой ступени толщины по три дерева преимущественно или как преобладающей породы. Деревья взвешивали в секторах, разработывавшихся в период опытов, при помощи тягового гидравлического динамометра конструкции ВИСХОМ с силовым звеном на 3 т и манометра на 1000 кг, ручной лебедки, чокера и козел из жердей с подвешенным к ним блоком.

Грунтовая характеристика волоков устанавливалась путем прикопок через 50—100 м. Кроме этого брались пробы грунтов для лабораторного анализа.

Для определения суммы добавочных сопротивлений движению (сопротивление движению тросов, сопротивление в блоках и сопротивление от подтормаживания возвратного барабана) динамометрировалось тяговое усилие на протаскивание рабочего троса с чокерами в грузовом направлении, но без груза.

Из тяговых диаграмм методом ординат получены вариационные ряды, которые обрабатывались приемами математической статистики.

В данной статье публикуются результаты экспериментальной работы по исследованию сопротивлений движению при трелевке леса с кроной электрлебедками ТЛ-3, проведенной летом 1956 года в лесопункте Пукшеньга.

Опыты проводились в лесосеке № 8 152-го квартала Челмохотского лесничества, имеющей следующую характеристику: размер — 500 × 500 м; средний состав лесонасаждения 7ЕЗС + Б (одинаковый со средним составом лесов всей Архангельской области); средний ликвидный запас древесины — 150 м³/га; средний диаметр дерева на высоте груди — 20 см; средний объем хлыста — 0,28 м³; бонитет III—IV; подрост — еловый; средней густоты; рельеф — слабоволнистый; поверхностные грунты — влажные суглинки и супеси, подстилаемые глинами. Трелевочные волоки подготовлялись вальщиками в процессе разработки лесосеки. На волоках вырубался подрост, убирался валежник, деревья спиливались на уровне шейки корня. Однако ввиду поверхностного расположения корневой системы расстояние от среза пня до земли достигало 50—60 см. Уклоны волоков в грузовом направлении на отдельных опытных участках составляли +20—22%.

Во время проведения опытов трелевка леса производилась в основном с кроной за вершины, по наземной системе. Грузовой блок подвешивался на мачте в 1,6 м от ее основания.

Всего было продинамометрировано 78 возов, из них четыре воза хлыстов с обрубленными сучьями (для сопоставления).

Некоторые предварительные результаты исследований приводятся на графике зависимости коэффициента сопротивления движению μ от объема пачки Q [$\mu = f(Q)$] и от среднего объема хлыста $q_{хл}$ в пачке [$\mu = f(q_{хл})$] при трелевке деревьев с кроной.

Сопротивление движению при трелевке леса с кроной и без кроны приведено к объему и весу стволовой древесины с корой по формуле:

$$\mu = \frac{Z - W_{вс}}{G \cos \varphi} \pm \operatorname{tg} \varphi,$$

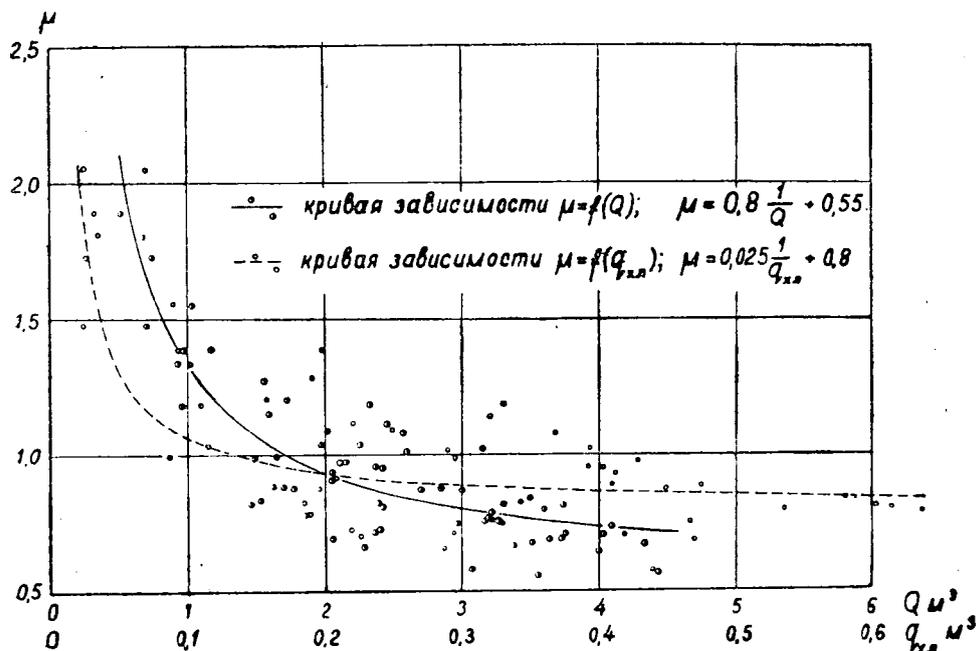


Рис. 5.

где Z — измеренное (среднее арифметическое) тяговое усилие за опыт в кг;

$W_{\text{вс}}$ — задинамометрированная сумма добавочных сопротивлений в кг;

G — вес пачки хлыстов в коре в кг;

φ — уклон опытного участка волока в градусах.

Сумма добавочных сопротивлений движению, зарегистрированная динамографом, по отдельным участкам волока колебалась от 350 до 408 кг, а в среднем составила 387 кг при расстоянии трелевки до 190 м. Такая значительная величина добавочных сопротивлений объясняется постоянным подтормаживанием возвратного барабана путем соответствующей реулировки привода управления.

Относительная ошибка средней арифметической, полученная при обработке тяговых диаграмм, для одной пачки в пределах опыта (участка волока) не превышала $\pm 2,5\%$, а в среднем составила $\pm 1,5\%$. Ошибка средней всех измерений составила $\pm 5\%$, а ошибки отдельных измерений не превысили предельной ошибки, равной утроенному среднеквадратическому отклонению.

График (рис. 5) составлен для конечных 20-метровых участков динамометрирования при движении пачек с расстояния от 40 до 20 м, считая от мачты.

На основании проведенных нами исследований можно сделать следующие практические выводы:

1. В зависимости от объема пачки, среднего объема хлыста в ней и от расстояния до трелевочной мачты коэффициент сопротивления движению при наземной трелевке деревьев с кронами за вершины изменяется в широких пределах: от 0,55 до 2,4.

2. Коэффициент сопротивления движению при наземной трелевке деревьев с кронами увеличивается с уменьшением рейсовой нагрузки, что видно из следующих данных: (за 100% принят объем пачки 2 м³):

Объем пачки в м ³	0,55	1,0	2,0	3,0	4,0
Коэффициент сопротивления движению	2,10	1,35	0,94	0,81	0,74
То же в %	214	144	100	86	79

Коэффициент сопротивления движению значительно увеличивается при объемах пачек менее 2 м³. Следовательно, целесообразно трелевать пачки большего объема.

3. Коэффициент сопротивления движению при трелевке деревьев с кронами увеличивается с уменьшением среднего объема хлыста в пачке в следующих размерах (за 100% принят объем хлыста 0,25 м³):

Средний объем хлыста в пачке в м ³	0,05	0,10	0,25	0,50	0,75	1,0
Коэффициент сопротивления движению	1,31	1,06	0,90	0,86	0,84	0,83
То же в %	145	117	100	95	93	92

Особенно резко коэффициент сопротивления движению возрастает при средних объемах хлыста в пачке менее 0,1 м³ за счет увеличения процента веса кроны. Поэтому для повышения производительности лебедок на трелевке леса мелкие хлысты целесообразнее трелевать в пачках вместе с крупными хлыстами.

4. По мере приближения пачки к махте коэффициент сопротивления движению при наземной трелевке деревьев с кронами уменьшается вследствие лучшей накатанности волока и отпада сучьев. При этом уменьшение сопротивления происходит почти прямопропорционально изменению тягового усилия лебедки, которое уменьшается с увеличением числа рядов навивки троса на барабан. Так, при расстоянии до махты 150 м тяговое усилие лебедки на 1 передаче при полной загрузке двигателя мощностью 20 квт по нашим расчетам составляет 3125 кг, а при расстоянии 30 м — 2550 кг, то есть уменьшается на 22%. Коэффициент сопротивления движению соответственно снижается на 18—36%, а в среднем на 26—27%. Следовательно, при определении рейсовых нагрузок (объема пачек) для электролебедок в расчет можно принимать тяговое усилие на нижних рядах навивки троса на барабан в соответствии с расстоянием.

5. Во время сдвига пачки, формирование которой производилось обычно в 2—3 приема, коэффициент сопротивления (максимальный) при наземной трелевке деревьев с кронами за вершины в среднем в два раза превышает значение коэффициента сопротивления движению пачки по накатанному волоку. Поэтому с целью реализации полной мощности электродвигателя лебедки и для перемещения полновесных пачек на всем протяжении волока формирование их должно обеспечиваться за счет кратковременной двойной перегрузки двигателя, на что он и должен быть рассчитан. Для расчета нагрузки на рейс при наземной трелевке деревьев с кронами лебедками с тепловыми двигателями, не терпящими таких перегрузок, необходимо принимать тяговые усилия, соответствующие верхним рядам навивки троса на барабан.

6. При наземной трелевке коэффициент сопротивления движению для хлыстов на 13—15% меньше, чем для деревьев с кроной.