

Абдразаков Ф.К., д-р техн. наук, проф.,
Хальметов А.А., канд. техн. наук, доц.
Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова
Щенятская М.А., канд. экон. наук, доц.,
Жариков И.С., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПОДТРЕЛЕВКИ ДЕРЕВА КЛЕЩЕВЫМ ЗАХВАТОМ

igor_bgtu@mail.ru

В статье изложены результаты исследований подтрелевки дерева клещевым захватом и силы, влияющие на удержание дерева в зависимости от диаметра ствола. Представлена расчетная схема для определения усилий возникающих в процессе подтрелевки, уточнена формула для перемещения дерева. На основании этого установлены необходимые параметры захватного устройства.

Ключевые слова: клещевой захват, сила удержания, подтрелевка, результат.

Введение. На сегодняшний день существует достаточное количество разнотипной техники для удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности на мелиоративных системах, вдоль автомобильных дорог и линий электропередач [1]. Однако необходимо отметить, что применение узкоспециализированной техники не позволяет эффективно использовать мощные машины, так как их потенциал используется не полностью при удалении древесной растительности на этих объектах, по-

этому работа осуществляется в неполном режиме [2]. С целью повышения производительности и функциональных возможностей таких машин нами разработана конструктивно-технологическая схема универсального кустореза КН-3МГ с клещевым захватом, устанавливаемого на экскаваторное оборудование с возможностью выполнения двух процессов: срезания и подтрелевки древесной растительности одним агрегатом (рис. 1) [3].

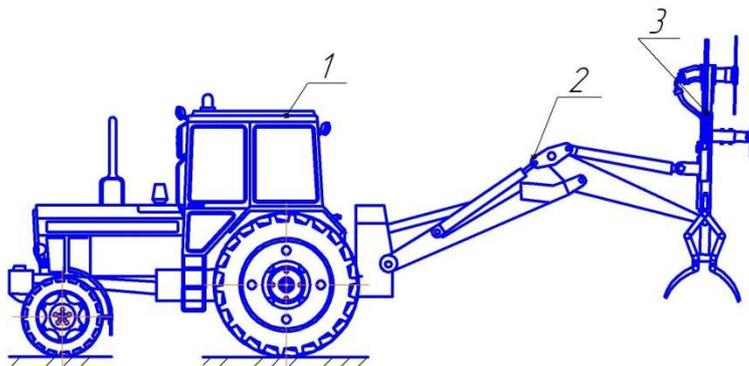


Рис. 1. Кусторез с гидравлическим приводом и клещевым захватом, выполненный в виде сменного рабочего оборудования на экскаватор ЭО-2621:

1 – трактор; 2 – экскаваторное оборудование; 3 – кусторез КН-3МГ с клещевым захватом

Методология. Данное рабочее оборудование заменит две единицы специализированной техники, обеспечивая при этом существенную загрузку по времени, экономию средств во время работы одного агрегата вместо нескольких, снижение затрат на обслуживание и ремонт, что в свою очередь ведет к снижению себестоимости выполнения работ по удалению древесно-кустарниковой растительности вдоль линейно протяженных сооружений [4].

С учетом конструктивно-технологических особенностей нами проводились аналитические исследования процесса подтрелевки срезанного дерева клещевым захватом в полуподвешенном положении. Используя расчетную схему (рис.2), определили необходимое усилие F для перемеще-

ния дерева и силу трения $F_{тр}$ для удержания ствола дерева захватным устройством в полуподвешенном положении в процессе подтрелевки [5].

Силу сопротивления перемещению дерева по поверхности почвы определили по уравнению [6]:

$$F_{тр.п} = R \mu = G k_{кр} \left(1 - \frac{l_x}{L} \right) f_n \cos \alpha \quad (1)$$

где f_n – коэффициент сопротивления перемещению дерева по поверхности земли.

В работе Петруша Г.Н выведена формула для определения усилия перемещения хлыста [7]. Так как, мы осуществляем перемещение дерева, необходимо ввести в расчет коэффициент $k_{кр}$, учитывающий массу кроны дерева ($k_{кр} =$

1,1...1,3), который определен на основании методики Л.В. Кортяева. С учетом этого формула

$$F = \frac{\rho k_{кр} \pi d^2 b'_x}{48} \left(\frac{(1+K)^2}{K^2} + 2 \right) + \frac{f_{п} h \left(G k_{кр} - \frac{\rho k_{кр} \pi d^2 b'_x}{48} \left(\frac{(1+K)^2}{K^2} + 2 \right) \right)}{b_x f_{yb}} \quad (2)$$

где ρ – объемный вес древесины, Н/м³; d – диаметр дерева в комлевой части, м; h – высота подъема комля дерева, м; f_{yb} – коэффициент, учитывающий увеличение b_x и F ; K – параметр положения и размеров хлыста [9],

$$K = \frac{1}{1 + m_0 b'_x} \quad (3)$$

где m_0 – величина, зависящая от геометрических размеров хлыста,

$$m_0 = \frac{t}{d_0} \quad (4)$$

где t – сбеги хлыста; d_0 – диаметр комля дерева, м.

Для определения высоты подъема комля дерева h , рассмотрели дерево как упругое тело, имеющую изгибную жесткость (рис. 3) [10].

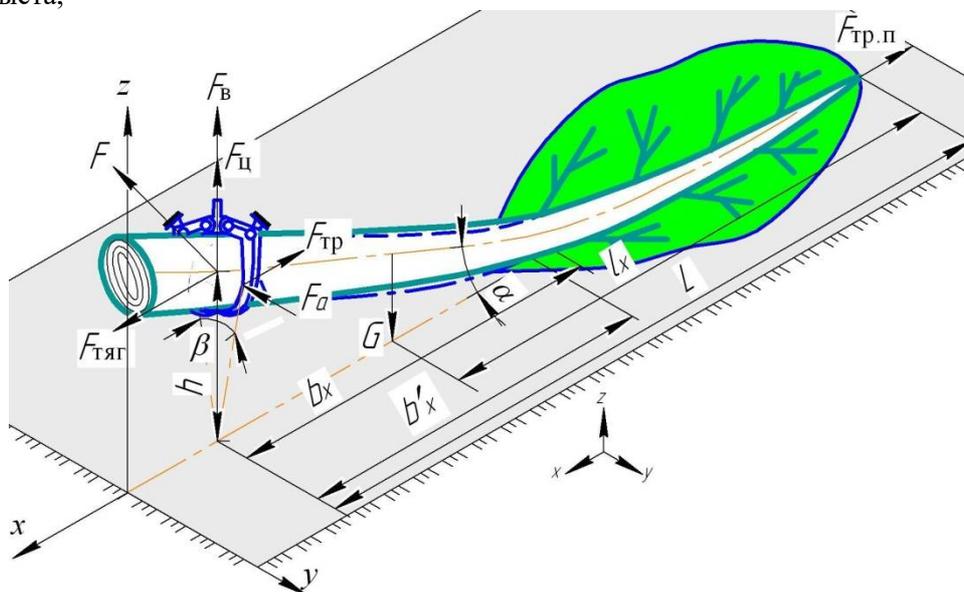


Рис. 2. Схема для определения усилий при подрезке дерева: где F_b – вертикальная сила поднимающая комлеву часть дерева, Н; $F_{ц}$ – сила гидроцилиндра, Н; $F_{тр}$ – сила трения дерева о клещевой захват, Н; F_a – сила нормального давления со стороны рычага на боковую поверхность дерева, Н; β – угол обхвата ствола дерева, град; $F_{тяг}$ – сила перемещающая дерево в горизонтальной плоскости, Н; $F_{тр.п}$ – сила трения волочащейся части дерева по поверхности земли, Н; G – сила тяжести дерева, Н; h – высота подъема комля дерева, м; L – длина дерева, м; l_x – расстояние от вершины до центра тяжести дерева, м; b'_x – длина поднятой части дерева, м; α – угол наклона оси дерева к поверхности пути, град

Основная часть. Представим дерево в виде упругой балки на двух опорах, одна опора подвижная в точке А, а другая неподвижная в точке В с равномерно распределенной нагрузкой q и приложенной вертикальной силой F на конце балки. Опоры заменяем вертикальными реакциями связи RA и RB [11].

Построили эпюру действия заданной распределенной нагрузки q ; ему соответствует эпюра моментов Mq . Второе состояние при действии силы F ; ему соответствует эпюра моментов MF . Прикладываем единичную силу в точке перемещения балки и строим эпюру моментов от единичной нагрузки и единичной силы \bar{M} [12].

Для того, чтобы найти перемещение h , вычислим интеграл от произведения эпюр по формуле Мора:

$$h = \frac{1}{EI} \int M_q \bar{M}_c dl \quad (5)$$

Так как интегрировать выражение (5) трудно, воспользуемся правилом Верещагина, тогда получим:

$$h = \frac{1}{EI} (A \cdot \bar{M}_c) \quad (6)$$

Перемещение от q :

$$h_q = -\frac{1}{EI} \left(\frac{1}{3} \frac{ql^2}{2} l \cdot \frac{3}{4} l \right) = -\frac{ql^4}{8EI} \quad (7)$$

Перемещение от F :

$$h_F = \frac{1}{EI} \left(\frac{1}{2} F l l \cdot \frac{2}{3} l \right) = \frac{F l^3}{3EI} \quad (8)$$

На основании принципа независимости действия сил высоту подъема комля дерева определили следующим образом:

$$h = h_q + h_F = \frac{F l^3}{3EI} - \frac{q l^4}{8EI} = \frac{8F l^3 - 3q l^4}{24EI} \quad (9)$$

где E – модуль упругости дерева, Н/м²; I – момент инерции хлыста в сечении, м⁴.

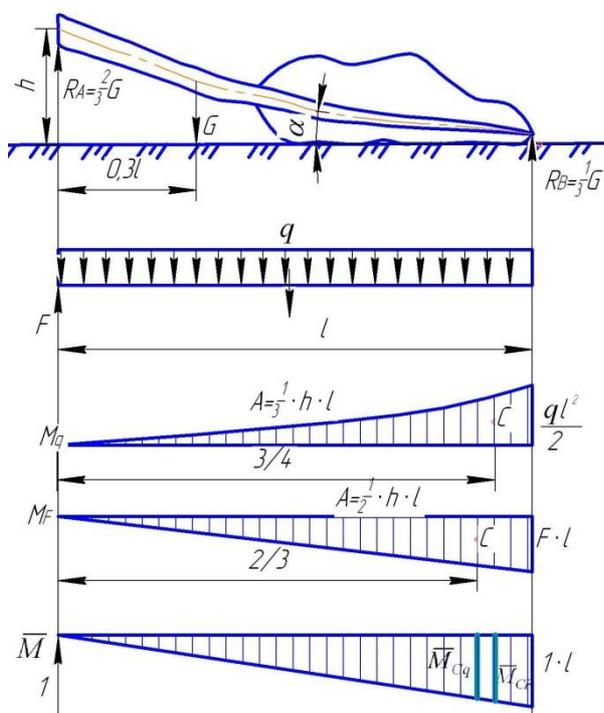


Рис. 3. Расчетная схема для определения перемещения балки

Найдя высоту комля дерева, определили необходимое усилие для перемещения дерева, которое составило 3,2 кН [13].

Рассматривая захватное устройство по представленной расчетной схеме (рис.2), в результате симметрии рычагов, определялись параметры одного из них. Сила трения, для удержания ствола дерева захватным устройством, благодаря запирающему действию клещей определяется:

$$F_{тр} = G \frac{\sin(\alpha + \beta) - f \cos(\alpha + \beta)}{\sin 2(\beta + \alpha) + 2f \cos(\beta + \alpha)} k f \quad (10)$$

где f – коэффициент трения дерева о зажимные рычаги; k – коэффициент надежности.

Выводы. Результаты расчета силы трения при удержании ствола дерева клещевым захватом при перемещении максимального веса груза – дерева в 3 кН, показали, что максимальная сила трения на клещах достигается при диаметре ствола дерева 0,25 м и составляет 4,11 кН (рис. 4).

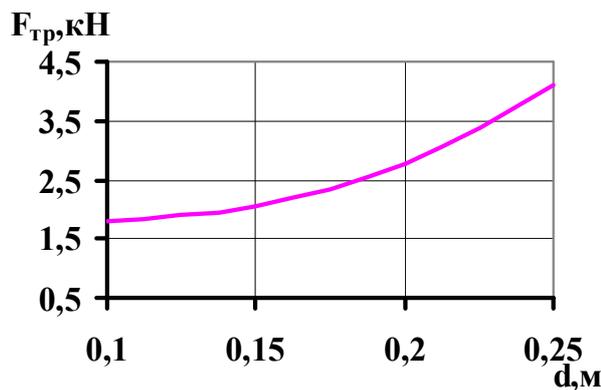


Рис. 4. Зависимость силы трения клещевого захвата при удержании от диаметра ствола дерева

Результаты расчета силы трения Fтр и силы F для перемещения дерева показали, что условие Fтр ≥ F необходимое для удержания ствола дерева клещевым захватом в процессе подтрелки, выполняется.

Проведенные нами испытания удаления древесно-кустарниковой растительности на оросительных системах универсальным кусторезом с клещевым захватом, показали, что часовая производительность выше базовой на 16 %, а трудозатраты снизились на 35,5 % [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авилова И.П., Наумов А.Е. Основы организации строительного производства. Строительные генеральные планы // Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. Белгород, 2011.
2. Авилова И.П., Наумов А.Е. Основы организации и управления в строительстве // Белгородский гос. технологический ун-т им. В. Г. Шухова. Белгород, 2011.
3. Наумов А.Е. Проектирование топологии стержневых систем при физических ограничениях // Сборник научных трудов Sworld. 2012. Т. 12. № 3. С. 81-82.
4. Жариков И.С. Использование потенциала промышленных территорий города (на примере г. Белгорода) // В сборнике: Проблемы и перспективы социально-экономического реформирования современного государства и общества Материалы XIII Международной научно-практической дистанционной конференции. 2013. С. 45-49.
5. Хальметов, А.А. Повышение эффективности технологии удаления древесно-кустарниковой растительности на оросительных системах применением универсального кустореза: автореф. дис. канд. техн. наук // Саратов, 2011. – 23 с.

6. Жариков И.С., Скрыпник О.Г. К вопросу о необходимости совершенствования процесса и последовательности реконструкции // Стратегия устойчивого развития регионов России. 2014. № 22. С. 24-27.

7. Ширнин, А. Ю. Исследования процесса начала подъема переднего конца пачки хлыстов при лебедочной трелевке // Лесной журнал 2004. № 4. С. 37-41.

8. Жариков И.С., Шарапова А.В., Скрипник О.Г. Эффективность реконструкции торговых офисных зданий // В сборнике: Образование и наука: современное состояние и перспективы развития в 6 частях. 2014. С. 56-57.

9. Михайлюкова Я.Ю., Наумов А.Е., Козлюк А.Г. Основные технологии, применяемые в индивидуальном жилищном строительстве, их достоинства и недостатки // В сборнике: Наука, образование, общество: проблемы и перспективы развития сборник научных трудов по мате-

риалам Международной научно-практической конференции. 2014. С. 109-111.

10. Жариков И.С. Развитие и будущее лофтов в России // Стратегия устойчивого развития регионов России. 2013. № 18. С. 30-34.

11. Жариков И.С. Комплексная реконструкция зданий, состояние и перспективы // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 26. № 4. С. 3-6.

12. Жариков И.С., Ищук Я.Л., Пикалова А.А., Белых Т.В. Реновация промышленных предприятий и территорий, состояние и перспективы // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 26. № 4. С. 9-12.

13. Абдразаков Ф.К., Поморова А.В., Байдина О.В., Жариков И.С. Современный механизм взаимоотношений участников инвестиционно-строительной деятельности // Экономика и предпринимательство. 2014. № 12-3. С. 557-561.

Abdrakov F.K., Khalmetov A.A., Shchenyatskaya M.A., Zharikov I.S.
STUDIES OF THE PROCESS OF WOOD SKIDDING BY TONGS

The article presents results of a study of the wood skidding by the tongs and the forces affecting the retention of a tree, depending on the diameter of the trunk. The presented analytical models to determine the effort occurring during skidding and the refined formula to move the tree are introduced. On this basis, the required parameters of the gripping device have been determined.

Key words: tongs, power retention, skidding, result.