

мы окорочных станков, выпускаемых Петрозаводским станкостроительным заводом Минстанкопрома СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. П и г и л ь д и н Н.Ф. Окорка лесоматериалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1982. — 192 с.

УДК 634.0.375.4

А.М.КОМИССАРОВ, канд. техн. наук,
Е.С.КОВАЛЬЧУК, В.И.НЕМЦОВА (БТИ),
Г.В.КНЫШЕВСКИЙ, Г.И.КЕЙЗЕР (БелНИИЛХ)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВЫХ НАГРУЗОК НА КЛЕЩЕВОМ ЗАХВАТЕ ТРЕЛЕВОЧНОГО УСТРОЙСТВА УТБ-0,8

На рубках ухода за лесом при трелевке и подтрелевке к месту складирования срезанных деревьев находят применение трелевочные устройства с клещевым захватом "Муравей", агрегируемые с тракторами класса тяги 14 кН. К существенным недостаткам таких устройств следует отнести: необходимость прорубки шириной не менее 2,5 м трелевочных волоков, невозможность прохода и маневрирования агрегата под пологом насаждения; необходимость маневрирования трактора при формировании пачки, торцовке и штабелевке хлыстов и сортиментов.

Отмеченные недостатки в значительной мере могут быть устранены при использовании на рубках ухода трелевочного устройства УТБ-0,8 к тракторам класса тяги 6 кН. Кроме этого, трелевочное устройство можно использовать на расчистке объектов под плантационное лесовыращивание от валежника и срезанных остатков горельника, на трелевке сортиментов ствольной древесины, хлыстов, мелких и средних пней после корчевки и т.п.

Трелевочное бесчокерное устройство УТБ-0,8 состоит из левого и правого клещевых захватов с бивнями на концах, двухступенчатой гребенки и гидроцилиндра, собранных в виде поворотной головки. Головка крепится шарнирно на вертикальной оси к неподвижной сварной раме с механизмом навески на трактор. Поворотная головка удерживается в направлении продольной оси трактора с помощью двух цилиндрических пружин, установленных по обеим сторонам от оси поворота головки.

Технологический процесс работы трелевочного устройства УТБ-0,8 заключается в следующем. Пачка, сформированная из хлыстов, сортиментов, валежника зажимается постепенно смыкающимися клещевыми захватами. Гидравлической системой трактора защемленный конец пачки приподнимают над поверхностью почвы и удерживают захватами в полуподвешенном состоянии на протяжении всего цикла трелевки древесины к месту складирования. Процесс защемления начинается с подведения захватов под пачку (рис. 1). При этом на захваты со стороны пачки действуют усилия N_D и N_E ($N_D = N_E = N$). Разложим силу N на составляющие: вертикальную N_1 и направ-

ную вдоль плоскости зубцов $N_2 \cdot N_1 = Q/2$, а N_2 является силой сопротивления при скольжении вдоль зубцов захватов, зависящей от силы тяжести пачки и от рода древесины. При достаточно большом Q зубцы внедряются в дре-

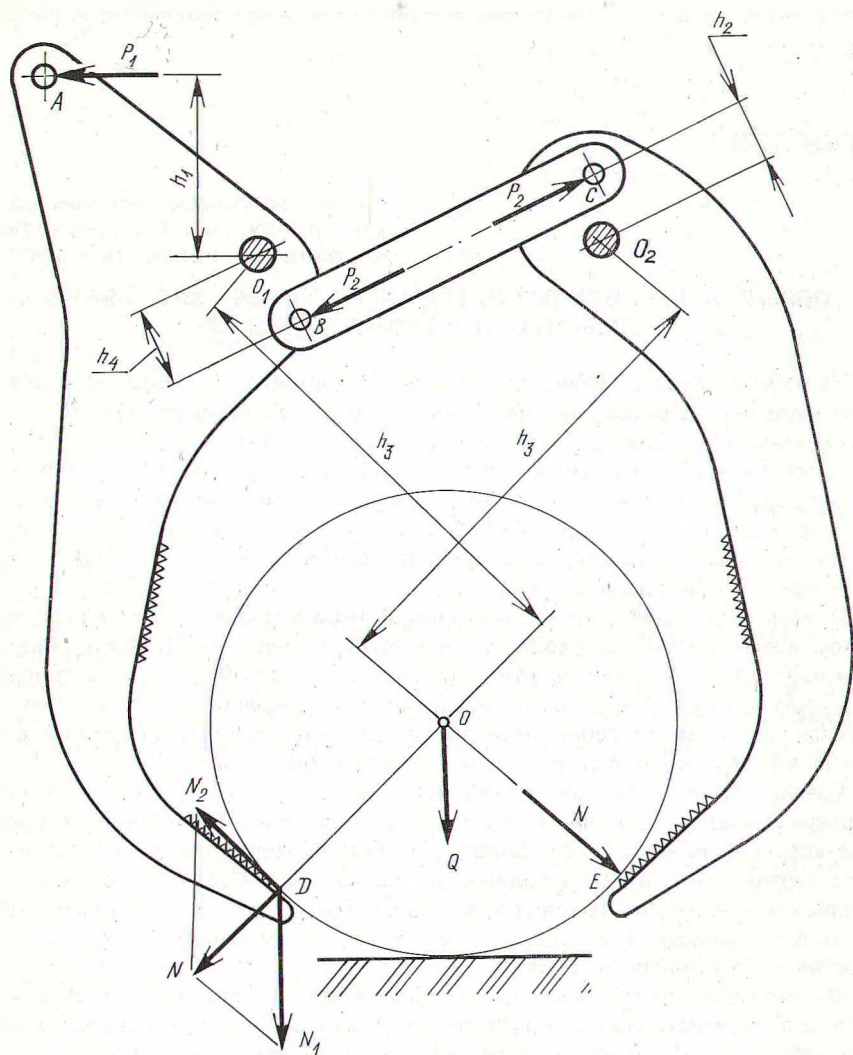


Рис. 1. Силы, действующие на клещевой захват в момент подъема пачки.

весину, пропиливая ее. Под действием силы P_1 на штоке гидроцилиндра правый и левый захваты сближаются до тех пор, пока пачка не коснется боковых сторон захватов. Необходимое для смыкания захватов усилие P_1 определяется из уравнений равновесия правого и левого захватов [1]:

$$\begin{aligned}\Sigma M_{O_2} &= N_E h_3 - P_2 h_2 = 0, \\ \Sigma M_{O_1} &= N_D h_3 + P_2 h_4 - P_1 h_1 = 0,\end{aligned}\quad (1)$$

где M_{O_2} , M_{O_1} — сумма моментов сил, действующих на правый и левый захваты относительно осей O_2 и O_1 , кН·м; N_E , N_D — усилия на концах соответствующих захватов, кН; P_2 — сила, действующая вдоль распорной планки ВС, кН; h_1 , h_2 , h_3 , h_4 — плечи сил, м.

При симметричном расположении пачки относительно захватов можно считать, что $N_D = N_E = N$, $h_4 \approx h_2$. Тогда, решая совместно уравнения (1), получим

$$P_1 = 2Nh_3/h_1. \quad (2)$$

После соприкосновения пачки с боковыми поверхностями захватов при дальнейшем сжатии возникают боковые усилия R_F и R_G (рис. 2). Рассмотрим равновесие правого и левого захватов с учетом усилий R_F и R_G . Учтем, что $R_F = R_G = R$,

$$\begin{aligned}\Sigma M_{O_2} &= P_2 h_2 - Rh_5 - Nh_3 = 0; \\ \Sigma M_{O_1} &= P_1 h_1 - P_2 h_4 - Rh_5 - Nh_3 = 0.\end{aligned}\quad (3)$$

Решая совместно уравнения (3), получим

$$R = 0,5P_1 h(1)/h_5 - Nh_3/h_5. \quad (4)$$

Исходя из конструкции захвата, примем $h_5 = h_3$ и подставим (2) в (4). Окажется, что $R = 0$, т.е. равновесие пачки не нарушится, если боковое давление R отсутствует. При транспортировке пачки для надежного ее удерживания необходимо создать достаточно большое боковое давление R_{\max} .

Расчет R_{\max} осуществляется с учетом деформации пачки, зависящей от ее плотности и механических свойств древесины и тягового усилия при трелевке.

Решая уравнения (3) относительно P_1 для $R = R_{\max}$ получим максимальное усилие на штоке гидроцилиндра:

$$P_{1\max} = 2h_5/h_1 (R_{\max} + N).$$

Если диаметр поперечного сечения пачки меньше минимального расстояния между точками F и G захватов (рис. 2), то захваты, сближаясь, упрутся один в другой нижними концами и при отсутствии достаточного бокового давления пачка выскальзывает из захвата при трелевке.

Нагрузки, действующие на захваты устройства, передаются на оси вращения. Наиболее нагруженными осями оказываются O_1 и O_2 . Произведена проверка конструктивных размеров осей O_1 и O_2 из расчета прочности на срез и изгиб. Для этого определены максимальные реакции осей R_{O_1} и R_{O_2} .

Реакция R_{O_1} оси O_1 определяется из уравнений проекций на оси координат XOY сил, действующих на левый захват (рис. 2). Сумма проекций сил на ось X

$$\sum X_i = P_1 \cos \alpha_1 + P_2 \cos \alpha_2 + N \sin \alpha_3 + R_{\max} - R_{O1x} = 0,$$

откуда

$$R_{O1x} = P_1 \cos \alpha_1 + P_2 \cos \alpha_2 + N \sin \alpha_3 + R_{\max}$$

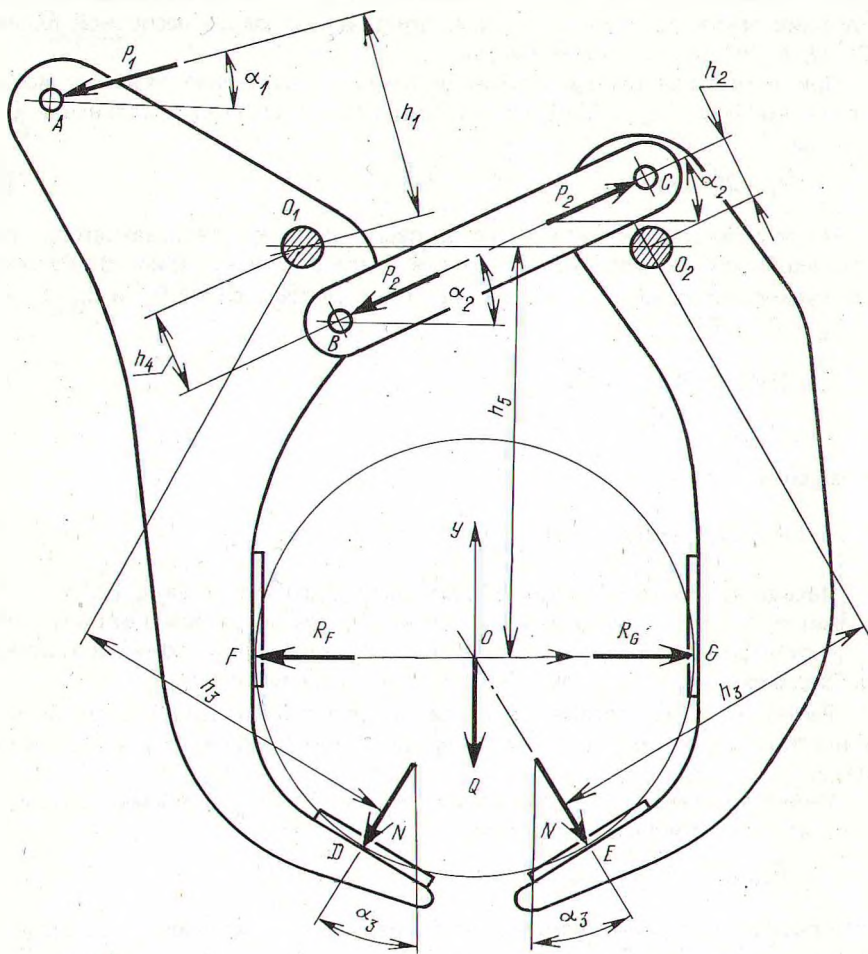


Рис. 2. Силы, действующие на клещевой захват в момент смыкания захватов.

Сумма проекций сил на ось Y

$$\sum Y_i = -P_1 \sin \alpha_1 - P_2 \sin \alpha_2 - N \cos \alpha_3 + R_{O1y} = 0,$$

откуда

$$R_{O1y} = P_1 \sin \alpha_1 + P_2 \sin \alpha_2 + N \cos \alpha_3.$$

Суммарная реакция в шарнире O_1 определится из выражения

$$R_{O1} = \sqrt{R_{O1x}^2 + R_{O1y}^2}.$$

Определим реакцию в шарнире O_2 из уравнений проекций на оси координат XOY сил, действующих на правый захват.

Сумма проекций сил на ось X

$$\Sigma X_i = P_2 \cos \alpha_2 + N \sin \alpha_3 + R_{\max} - R_{O2x} = 0,$$

откуда

$$R_{O2x} = P_2 \cos \alpha_2 + N \sin \alpha_3 + R_{\max}.$$

Сумма проекций сил на ось Y

$$\Sigma Y_i = P_2 \sin \alpha_2 - N \cos \alpha_3 - R_{O2y} = 0,$$

откуда

$$R_{O2y} = P_2 \sin \alpha_2 - N \cos \alpha_3.$$

Исходя из приведенных расчетов и учитывая коэффициент запаса, можно считать, что

$$P_1 = 4R_{\max}; P_2 = 6R_{\max};$$

$$R_{O1} = 13R_{\max}; R_{O2} = 9R_{\max}.$$

Расчет на прочность осей захвата произведем по следующим формулам [2].
Допускаемое усилие на срез

$$[\tau]_{\text{ср}} = R_{O1,2}/2F,$$

где F — площадь поперечного сечения оси, м^2 .

$$F = \pi d^2/4,$$

где d — диаметр оси, м.

Диаметр оси

$$d = \sqrt{\frac{2R_{O1,2}}{\pi [\tau]_{\text{ср}}}}.$$

Расчет оси на изгиб

$$W = M_{\text{и}}/[\sigma]_{\text{и}} \text{ или } W = \pi d^3/32,$$

где W — момент сопротивления в опасном сечении, м^3 ; $M_{\text{и}}$ — максимальный изгибающий момент, Н·м; $[\sigma]_{\text{и}}$ — допускаемое напряжение на изгиб, Н/м^2 .

Таблица 1. Отдельные силовые и конструктивные параметры трелевочного устройства УТБ-0,8

| Параметр | Размерность | Экспериментальные данные | Расчетные данные |
|-----------------|-------------|--------------------------|-----------------------|
| N | кН | — | 7,6 |
| P ₁ | кН | 40,0 | — |
| P ₂ | кН | 54,0 | 53,8 |
| R ₀₂ | кН | — | 99,0 |
| R ₀₁ | кН | — | 144,3 |
| d ₀₂ | м | 35·10 ⁻³ | 30·10 ⁻³ |
| d ₀₁ | м | 35·10 ⁻³ | 45,4·10 ⁻³ |

Здесь

$$[\sigma]_{и} = \sigma_{-1} / K_{\sigma},$$

где σ_{-1} — предел выносливости материала, Н/м²; K_{σ} — коэффициент запаса прочности.

Максимальный изгибающий момент

$$M_{и} = R_{01,2} l,$$

l — длина оси, м.

Диаметр оси

$$d = \sqrt[3]{\frac{32M_{и}}{[\sigma]_{и}\pi}}$$

Из полученных двух значений диаметра выбирается наибольшее.

Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Результаты исследования силовых нагрузок на клещевом захвате бесчокерного трелевочного устройства УТБ-0,8 к тракторам класса тяги 6 кН могут быть использованы при разработке и совершенствовании аналогичных конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Артоболовский И.И. Теория механизмов и машин. — М.: Наука, 1975. — 638 с. 2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. — М.: Машиностроение, 1980. — 557 с.