

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 630*323.4

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДЛЯ РАСЧЕТА КРУГЛЫХ ПИЛ
С ВРАЩАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ПОДАЧИ

А. С. ТОРОПОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Для процесса поперечного пиления лесоматериалов круглой пилой с вращательным движением подачи (МРКВ) характерно одновременное вращательное движение элементов резания (зубьев) в направлении векторов скорости резания \bar{v}_k и скорости подачи \bar{u}_{ijk} .

В общем виде состояние системы определяется дифференциальным уравнением

$$I\ddot{\varphi}_k = M_{uk} - M_{gk} + \left(G_1 + \frac{G_2}{2}\right) R_0 \sin \varphi_k \cos \psi - \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^{z_{jk}} P_{vij} R_{ijk} (\alpha_0 \sin \Theta_{ijk} \pm \cos \Theta_{ijk}) \right], \quad (1)$$

где I — момент инерции подвижных частей круглой пилы относительно оси вращения рамы;

M_{uk} — крутящий момент относительно оси вращения рамы в k -й момент подачи;

M_{gk} — демпфирующий момент в k -й момент подачи;

G_1 — вес режущего инструмента;

G_2 — вес подвижной части рамы пильного механизма;

R_0 — радиус вращения (подачи) круглой пилы.

Что касается остальных величин уравнения (1), то они определены в предыдущей работе*.

Дифференциальное уравнение (1) справедливо для случаев вращения диска пилы и механизма подачи как в одном, так и в противоположном направлениях, о чем свидетельствует знак минус перед некоторыми слагаемыми.

При постоянной угловой скорости подачи круглой пилы ω_{uk} имеем

$$M_{uk} = \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^{z_{jk}} P_{vij} R_{ijk} (\alpha_0 \sin \Theta_{ijk} \pm \cos \Theta_{ijk}) \right] - R_0 \left(G_1 + \frac{G_2}{2}\right) \sin \varphi_k \cos \psi + M_{gk}. \quad (2)$$

Для расчета параметров круглой пилы с постоянной скоростью подачи ω_{uk} разработана программа МРКВ 11, блок-схема которой приведена на рис. 1.

* Торопов А. С. К определению параметров процесса раскряжевки при вращательной подаче круглой пилы // Лесн. журн.— 1991.— № 2.— С. 68—74.— (Изв. высш. учеб. заведений).

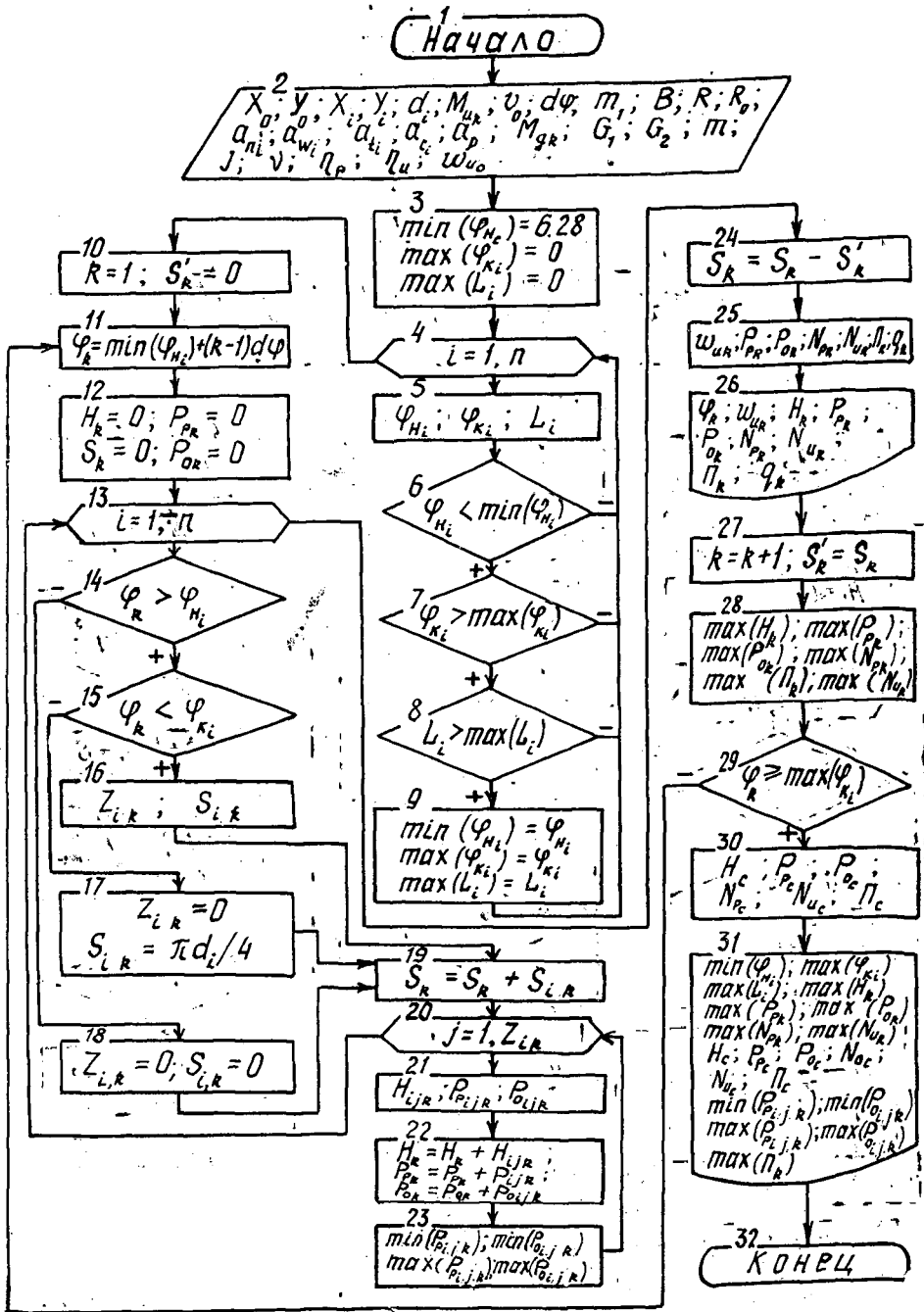


Рис. 1.

Допустим, что подача круглой пилы осуществляется с постоянным крутящим моментом M_{uk} . Тогда, подставив в уравнение, (1),

$$\frac{d\varphi_k}{dt} = \omega_{uk}; \quad \frac{d^2\varphi_k}{dt^2} = \frac{d\omega_{uk}}{d\varphi_k} \frac{d\varphi_k}{dt} = \omega_{uk} \frac{d\omega_{uk}}{d\varphi_k}$$

получим

$$\frac{d\omega_{uR}}{d\varphi_k} = \left\{ M_{uR} - M_{gR} + R_o \left(G_1 + \frac{G_2}{2} \right) \sin \varphi_R \cos \nu - \sum_{i=1}^n \left[\sum_{j=1}^{z_{ik}} P_{p_{ijk}} R_{ijk} (\alpha_o \sin \theta_{ijk} \pm \cos \theta_{ijk}) \right] \right\} / I \omega_{uR} \quad (3)$$

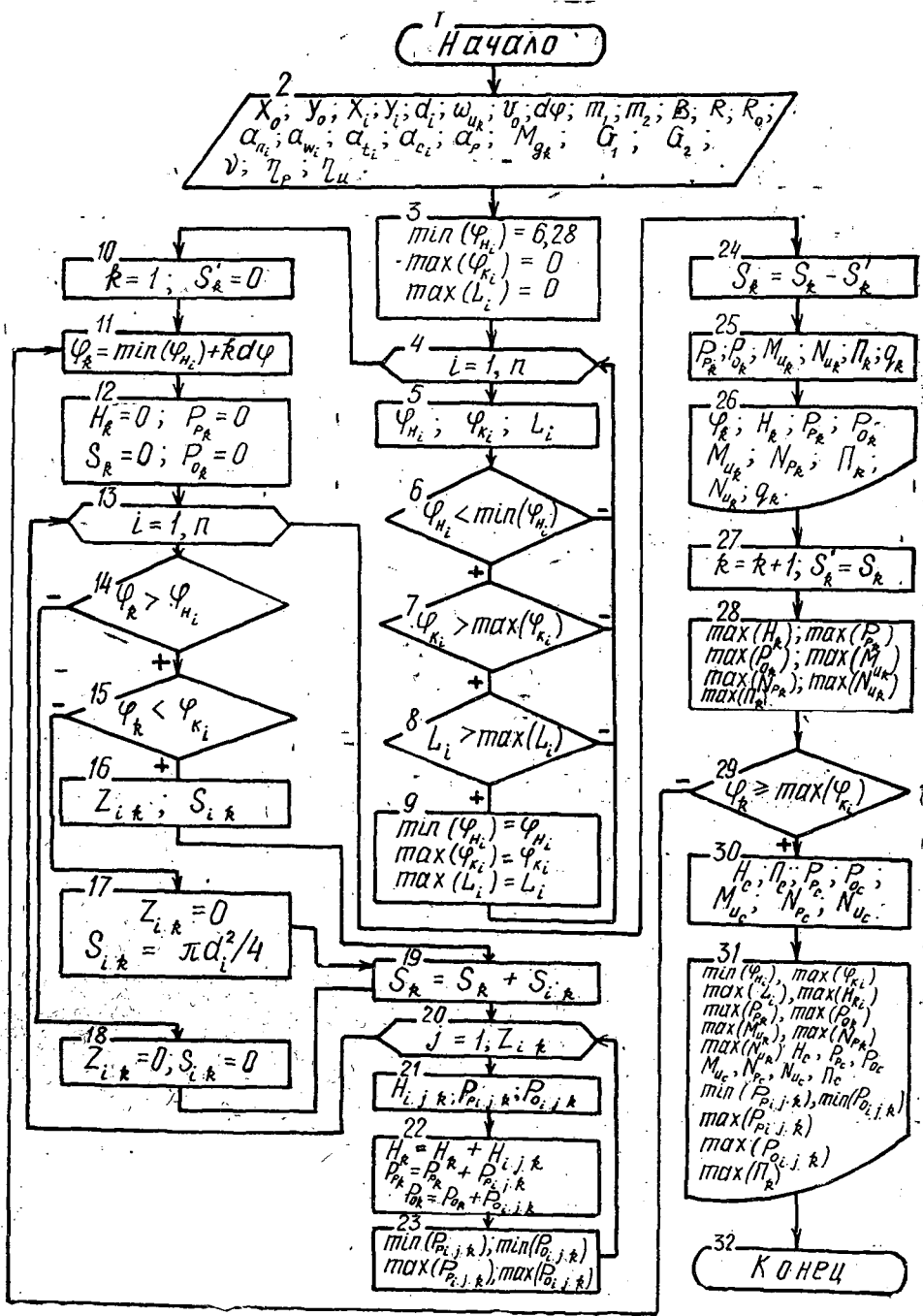


Рис. 2.

По методу Эйлера имеем

$$\omega_{uk} = \omega_{uk-1} + \frac{d\omega_{uk-1}}{d\varphi_{k-1}} (\varphi_k - \varphi_{k-1}),$$

а при $k = 1$

$$\omega_{u1} = \omega_{u0} + \frac{d\omega_{u0}}{d\varphi_0} (\varphi_1 - \varphi_0),$$

где ω_{u0} — угловая скорость подачи в начале пиления;

$$\varphi_0 = \min(\varphi_{ni});$$

φ_{ni} — величина подачи круглой пилы от исходного положения до начала пиления i -го лесоматериала.

В случае подачи круглой пилы с постоянным моментом M_{uk} разработана программа расчета МРКВ 12; блок-схема которой приведена на рис. 2.

При работе круглой пилы с постоянной расходуемой мощностью на подачу N_{uk} состояние системы определяется дифференциальным уравнением (1) с учетом равенства

$$M_{uk} = N_{uk} \eta_{lu} / \omega_{uk}, \quad (4)$$

где η_{lu} — кпд привода подачи круглой пилы.

Для варианта подачи круглой пилы с постоянной мощностью на подачу N_{uk} разработана программа расчета МРКВ 13.

Возможна подача круглой пилы с постоянной расходуемой мощностью на резание N_{pk} , которая связана с силой резания

$$P_{pk} = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^{z_{ik}} P_{pijk} \right) = N_{pk} \eta_p / v_k, \quad (5)$$

где η_p — кпд привода резания круглой пилы.

На малом участке подачи можно принять, что $\omega_{uk} = \text{const}$, следовательно, $d\omega_{uk}/d\varphi_k = 0$. Тогда получим вариант подачи с постоянным моментом M_{uk} :

$$M_{uk} = \frac{N_{pk} \eta_p}{v_k} R_{ck} (\alpha_0 \sin \Theta_{ck} \pm \cos \Theta_{ck}) - R_0 \left(G_1 + \frac{G_2}{2} \right) \sin \varphi_k \cos \nu + M_{gk}, \quad (6)$$

где

$$R_{ck} = \left[\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^{z_{ik}} R_{ijk} \right) \right] / \sum_{i=1}^n z_{ik};$$

$$Q_{ck} = \left[\sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^{z_{ik}} \Theta_{ijk} \right) \right] / \sum_{i=1}^n z_{ik}.$$

Для определения параметров круглой пилы с постоянной мощностью N_{pk} разработана программа МРКВ 14.

При обеспечении подачи с постоянными мощностями N_{uk} и N_{pk} уравнение (1) изменится с учетом равенств (4) и (5). Для расчета такого варианта пилы разработана программа МРКВ 15.

Следует отметить, что наличие математических зависимостей, определяющих величины ω_{uk} , M_{uk} , N_{uk} , N_{pk} и др., входящие в уравнение (1), позволяет выполнять расчеты по разработанным программам с учетом этих зависимостей.

Предложенное математическое и программное обеспечение дает возможность определять параметры круглых пил с вращательным движением подачи при поштучной, групповой и пачковой поперечной распиловке лесоматериалов, причем разных пород в группе (пачке). Кроме того, блок-схемы могут быть использованы при организации системы автоматизированного проектирования пильных механизмов и оптимизации их параметров, а также при разработке программ управления процессами поперечной распиловки лесоматериалов.

Поступила 11 декабря 1990 г.

УДК 624.011.1 : 674.028.9

РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ КЛЕЕНОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ МЕСТНОМ СМЯТИИ

Б. В. ЛАБУДИН

Ленинградский инженерно-строительный институт

В действующих нормах [8] отсутствуют рекомендации для расчета на местное смятие элементов клееных деревянных конструкций (КДК) с произвольно ориентированной нагрузкой по отношению к волокнам и, следовательно, слоям, за исключением узлов соединений КДК [4], работающих под углами от 0 до 45° при отношении размеров штампа d и опорной площадки l в диапазоне $0,25 \leq d/l \leq 0,50$.

При действии нагрузки поперек волокон на части длины элемента (при длине незагруженных участков не менее длины площадки смятия и толщины элементов), за исключением оговоренных в п. 4, табл. 3, нормы напряжения местного смятия рассматривают по формуле (1) [8]. Это, на наш взгляд, некорректно, поскольку при этом не учитываются такие факторы, как относительные размеры штампа, угол приложения силы к волокнам или слоям, характер работы материала в зависимости от этого угла.

Исследования, выполненные нами в Архангельском лесотехническом и Брестском политехническом институтах [2], позволили сформулировать более общие подходы к оценке сопротивления клееной древесины местному смятию при варьировании относительных размеров жесткого штампа и направления действия вектора внешних сил по отношению к волокнам (слоям).

При этом исходили из того, что справедливы следующие гипотезы и допущения:

материал является сплошной средой ввиду весьма малой толщины жестких клеевых прослоек, соединяющих слои пиломатериала между собой;

различие упругих характеристик для отдельных слоев пиломатериала, произвольно ориентированного в поперечном сечении пакета, находится в пределах статистического разброса, т. е. справедливо осреднение физико-механических свойств материала в пределах сечения образца;

влиянием специфичных для клееной древесины локальных дефектов (сучки, наклон волокон, зубчато-шиповые стыки с местным ослаблением и др.), находящихся в пределах норм, пренебрегаем;

компоненты напряжений и деформаций считаем связанными линейно, т. е. в соответствии с обобщенным законом Гука;

напряжения, возникающие при изменении эксплуатационных воздействий (температура, влажность и др.), учитываются только на стадии конструктивного расчета в соответствии с нормами [4, 8].