

М. М. КОЗЕЛ
инженер

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОДСЧЕТА КУБАТУРЫ БРЕВЕН, ПОДАВАЕМЫХ ПРОДОЛЬНЫМИ ЦЕПНЫМИ ТРАНСПОРТЕРАМИ

С целью определения полезного выхода пиломатериалов, а также для учета работы отдельного потока лесопильной рамы, на лесозаводах предусмотрена должность учетчика (рубщика). Рабочее место учетчика у бревнотаски, ведущей к первому ряду лесопильных рам. Основная роль его сводится к определению кубатуры и количества бревен, поступающих к лесопильной раме в течение определенного отрезка времени.

По данным бывшего Министерства лесной промышленности СССР, замена рабочего-учетчика соответствующим автоматическим приспособлением только на лесозаводах этого министерства высвобождает свыше 1 500 учетчиков и позволит ежемесячно экономить примерно миллион рублей¹.

Предлагаемое ниже автоматическое приспособление должно, по нашему мнению, заменить рабочего-учетчика и дать значительную экономию.

В основу рассматриваемого приспособления положена связь между диаметром бревна и величиной проводимости электрической цепи.

* * *

Как известно, энергия, рассеиваемая в электрической цепи или ее участке, при наличии только активной нагрузки равна:

$$A = \int_0^t u i dt, \text{ или для эффективных значений силы тока и напряжения } A = JUt, \quad (1)$$

¹ «Лесная промышленность» от 3.IV 1956 года.

где: A — энергия в ватт-секундах;
 J — сила тока в амперах;
 U — падение напряжения в вольтах;
 t — время в секундах.

При $U = \text{const}$ энергия, расходуемая на сопротивление, будет зависеть от силы тока J и времени t . Величина же силы тока зависит от сопротивления цепи, т. е.

$$J = \frac{U}{R}, \quad (2)$$

где R — общее сопротивление нагрузки.
 Откуда формула (1) примет окончательный вид

$$A = \frac{U^2}{R} \cdot t. \quad (3)$$

В свою очередь объем бревна зависит от его диаметра и длины и определяется формулой:

$$v = \frac{\pi d^2}{4} l_0, \quad (4)$$

где: v — полный объем бревна;
 d — средний диаметр бревна;
 l_0 — длина бревна.

Длину бревна, транспортируемого продольными транспортерами, можно выразить с достаточной степенью точности через время прохождения бревна мимо неподвижной точки и скорость движения цепи, т. е.

$$l_0 = v_0 \cdot t_0, \quad (5)$$

где: v_0 — скорость движения цепи продольного транспортера;
 t_0 — время прохождения бревна мимо неподвижной точки, в течение которого цепь включена.

Подставляя значение для l_0 в формулу (4), получим:

$$v = \frac{\pi d^2}{4} v_0 \cdot t_0. \quad (6)$$

Приравняв выражение (3) выражению (6), получим:

$$\frac{U^2}{R} \cdot t_0 = \frac{\pi d^2}{4} v_0 t_0, \quad (7)$$

где μ — коэффициент пропорциональности.

Преобразуя выражение (7) и обозначая все постоянные величины левой части через K_1 и правой через K_2 , можем записать:

$$\frac{1}{R} \cdot K_1 = K_2 d^2$$

или

$$\gamma = \frac{1}{R} = K d^2, \quad (8)$$

где: γ — проводимость цепи;
 $K = \frac{K_2}{K_1}$ — постоянная величина;
 d — диаметр бревна.

Таким образом, объем бревна, подаваемого цепью продольного транспортера, может быть определен по количеству энергии, отсчитанной счетчиком, если добиться такого положения,

чтобы проводимость цепи, в которую включен счетчик электроэнергии, изменялась бы пропорционально квадрату диаметра бревна и при прохождении последнего цепь отключалась бы.

Такая связь между диаметром бревна и величиной проводимости может быть сравнительно легко осуществлена.

Один из вариантов решения данного вопроса следующий.

Над продольным транспортером или же бревнотаской, ведущей к лесопильной раме, необходимо установить специальные контактные флажки (рис. 1), отклонение которых следует увязать с изменением величины сопротивлений γ_1 и γ_2 (рис. 2).

Эту связь можно осуществить, увязав угол, на который отклоняются флажки при движении бревна, с перемещением движка по специально намотанному сопротивлению, проводимость которого изменяется по закону

$$\gamma = K(1 - \cos \alpha)^2, \quad (9)$$

где: K — постоянный коэффициент, зависящий от длины флажка, скорости цепи бревнотаски, питаемого напряжения и др. факторов,

α — угол отклонения флажка.

Схема рис. 2 без компенсационных сопротивлений γ_3 и γ_4 будет удовлетворять в том случае, когда ось бревна будет находиться в вертикальной плоскости, проходящей через ось продольного транспортера. При отклонении оси бревна от плоскости,

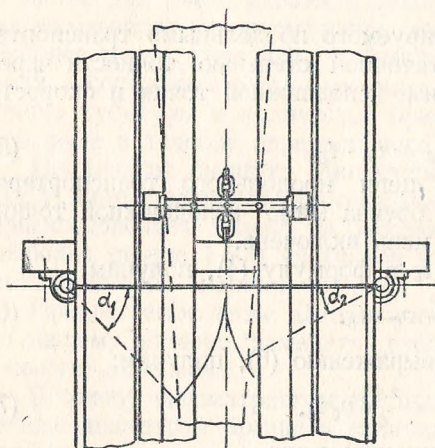
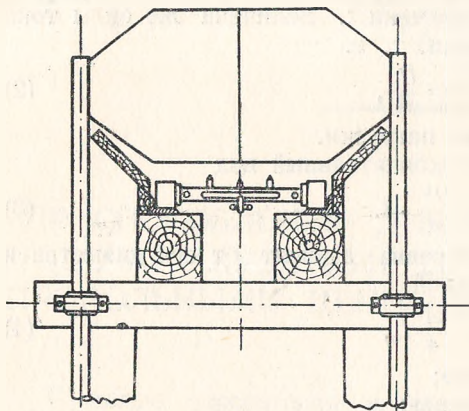


Рис. 1. Схема установки контактных флажков.

что почти всегда имеет место, счетчик, включенный без компенсационных сопротивлений, покажет увеличенный объем бревна на величину:

$$v_1 = \frac{\pi}{4}(d_1 - d_2)^2 l_0, \quad (10)$$

где: $\frac{d_1}{2}$, $\frac{d_2}{2}$ — расстояния от вертикальной плоскости, проведенной через ось продольного транспортера до контактных флажков.

Чтобы учесть данное явление, в схеме предусмотрены сопротивления Γ_3 и Γ_4 .

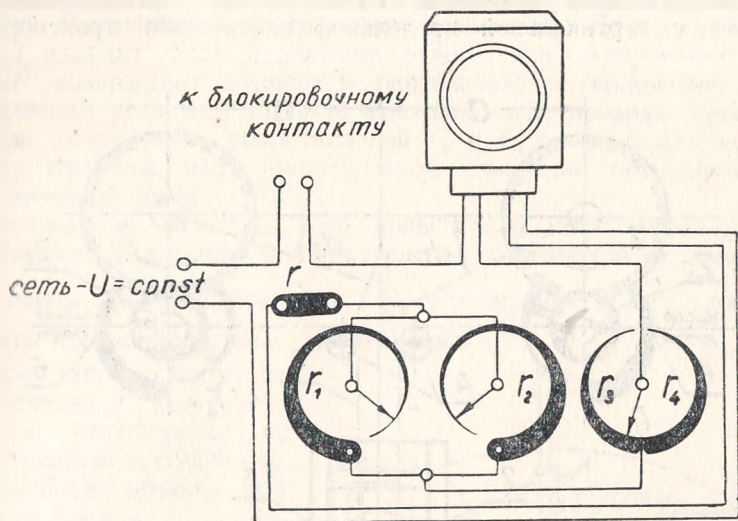


Рис. 2. Принципиальная схема включения сопротивлений.

Как явствует из формулы (10), величина сопротивлений Γ_3 и Γ_4 должна меняться пропорционально квадрату разности величин $d_1 - d_2$.

Такую связь можно осуществить различными методами.

Учитывая принятую конструкцию (см. рис. 1), величина диаметра бревна в месте контакта с углом отклонения флажка связана следующими соотношениями: $d = \frac{d_1}{2} + \frac{d_2}{2}$,

где $\frac{d_1}{2} = \alpha(1 - \cos \alpha_1)$ и $\frac{d_2}{2} = d(1 - \cos \alpha_2)$.

При совпадении оси бревна с вертикальной плоскостью получим:

$$\frac{d}{2} = \frac{d_1}{2} = \frac{d_2}{2}.$$

В противном случае разность $\frac{d_1}{2} - \frac{d_2}{2}$ представляет собой расстояние между осью бревна и вертикальной плоскостью.

$$\frac{d_1 - d_2}{2} = S = a (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1). \quad (11)$$

Подставляя полученное значение для S в формулу (10), получим:

$$v_1 = \pi a^2 (\cos \alpha_2 - \cos \alpha_1)^2 l_0. \quad (12)$$

Выражение (12) справедливо при $S \ll \frac{d}{2}$.

На основании установленного соотношения (12) видно, что для компенсации увеличения объема за счет несовпадения оси бревна с вертикальной продольной плоскостью транспортера

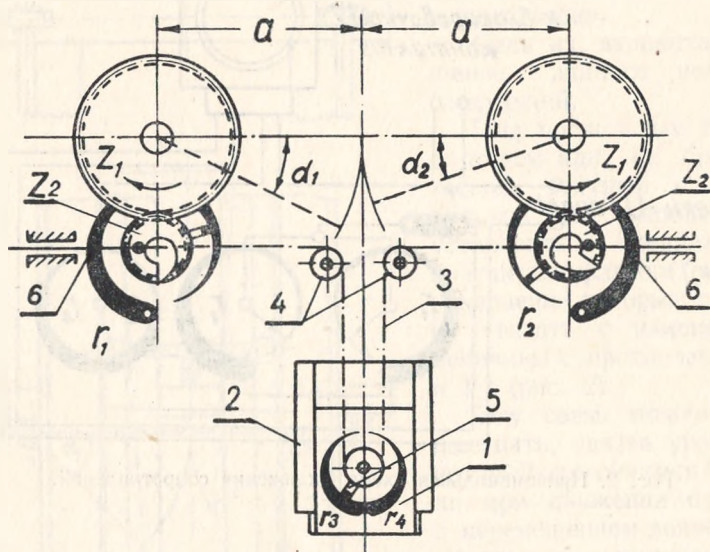


Рис. 3. Принципиальная схема работы.

величина проводимости компенсационных сопротивлений должна изменяться пропорционально квадрату разности косинусов углов.

Исходя из сказанного, данный узел в принципе может быть осуществлен, как показано на рис. 3.

На траверзе 1 (рис. 3), движущейся в специальных направляющих 2, размещаются сопротивления Γ_3 и Γ_4 .

Гибкий канатик (или цепочка) 3 переброшен через блок (звездочку) 4, связан с вращающимся контактом 5. Оба конца канатика прикреплены к специальным толкателям 6, пройден-

ный путь которых может быть выражен следующими уравнениями:

$$N \frac{d_1}{2} = a(1 - \cos \alpha_1) \quad \text{и} \quad N \frac{d_2}{2} = a(1 - \cos \alpha_2), \quad (13)$$

где: N — коэффициент пропорциональности.

Таким образом, подвижной контакт 5 будет реагировать на разность $\frac{d_1 - d_2}{2}$. Отклонение контакта в ту или другую сторону будет зависеть, в какую сторону отклоняется бревно относительно вертикальной плоскости транспортера. При повороте флажков на один и тот же угол, что соответствует положению, когда ось бревна совпадает с осью бревнотаски, подвижной контакт 5 остается в нейтральном положении. При этом суппорт 1 изменит свое положение относительно направляющих. Сила P возвращает суппорт в первоначальное положение при уменьшении угла или возврате флажков после прохода бревна.

При построении сопротивлений Γ_3 и Γ_4 по квадратичному закону получим необходимый закон изменения проводимости электрической цепи.

Необходимо отметить, что приведенная конструкция дает возможность правильно компенсировать погрешность от смещения центра бревна в пределах $\frac{d}{2}$, что вполне может удовлетворить производственным требованиям.

При таком оборудовании счетчика количество энергии, расходуемое на сопротивлениях, будет пропорционально объему прошедших бревен.

Откуда кубатура бревен, подаваемых продольным транспортером в течение определенного времени, будет:

$$v_t = \frac{A_2 - A_1}{C_1} \text{ м}^3, \quad (14)$$

где: A_1 — показания счетчика до начала работы в *квтч*;

A_2 — показания счетчика после работы в *квтч*;

C_1 — количество энергии, приходящееся на единицу объема (на 1 м^3 бревен) в *квтч/м³* — постоянная величина для данного приспособления.

Показания счетчика могут быть легко переданы в кабинет начальника цеха, директора завода и в другие места.

Для этой цели на оси диска счетчика устанавливается специальное токопрерывающее устройство (коллектор) (рис. 4.).

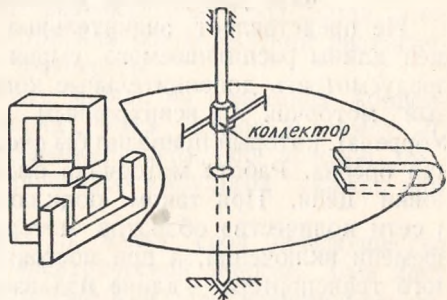


Рис. 4. Схема передачи показаний счетчика электроэнергией.

Как известно, количество энергии, отсчитанное счетчиком, пропорционально количеству оборотов диска, т. е.

$$A = c \cdot n, \quad (15)$$

где: c — постоянная счетчика — количество энергии, приходящееся на один оборот диска;

n — количество оборотов диска.

Следовательно, количество энергии будет пропорционально количеству импульсов тока в цепи, прерывателем которой служит коллектор на оси диска, т. е.

$$A = C_k n_u, \quad (16)$$

где: C_k — количество энергии, приходящееся на один импульс, кратная величина постоянной счетчика,

n_u — количество импульсов.

Таким образом, включив в данную цепь источник тока и счетное реле электрических импульсов, всегда можно определить кубатуру бревен, поступивших к лесопильной раме в течение определенного отрезка времени.

$$v = c_{cp} (n_2 - n_1) \text{ м}^3, \quad (17)$$

где: n_2 — количество импульсов после работы;

n_1 — количество импульсов до начала работы;

C_{cp} — цена одного импульса в м^3 , т. е. количество м^3 древесины, приходящееся на импульс, — постоянная величина для данной установки.

Не представляет значительных трудностей определение общей длины распиливаемого сырья. Для этой цели достаточно предусмотреть дополнительные контакты, включающие синхронный моторчик с асинхронным запуском (моторчик системы Уоррена), который приводил бы счетный механизм при прохождении бревна. Работа моторчика блокируется с механизмом остановки цепи. При таком подключении и постоянной частоте в сети количество оборотов моторчика будет пропорционально времени включения, а при постоянной скорости цепи продольного транспортера — длине подаваемого сырья.

Зная общую длину подаваемого материала и его объем за данный промежуток времени работы транспортера, можно всегда определить средний диаметр.

$$d_{cp} \approx 1,13 \sqrt{\frac{v}{l}}, \quad (18)$$

где: v — объем подаваемого сырья, полученный на основании данных счетчика;

l — длина транспортируемого сырья, получаемая на основании данных дополнительного устройства.

Знание среднего диаметра транспортируемого сырья за отчетный отрезок времени имеет немаловажное значение для производства.

Достоинством изложенного автоматического приспособления для учета объема на базе счетчика электрической энергии является простота в изготовлении и обслуживании.

Кроме однофазного счетчика электрической энергии, для этой же цели может быть использована схема, представленная на рис. 5. Схема работает следующим образом. Конденсатор C заряжается через сопротивления Υ_1 и Υ_2 , проводимость которых меняется прямо пропорционально квадрату диаметра бревна.

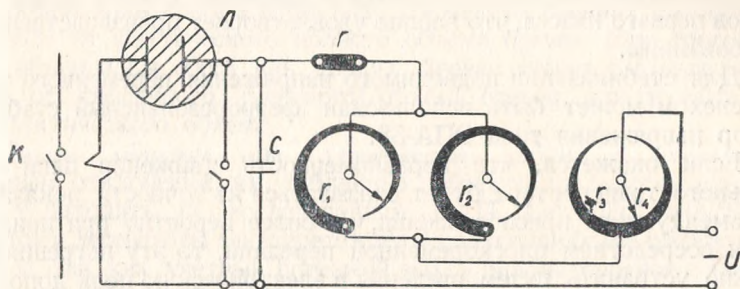


Рис. 5. Принципиальная схема счетчика кубатуры бревен с неоновой лампой.

Компенсаторами служат соответствующим образом построенные сопротивления Υ_3 и Υ_4 , движок которых реагирует на величину отклонения центра бревна от вертикальной продольной плоскости транспортера. Закон построения сопротивлений аналогичный, как и для счетчика электроэнергии.

При накоплении определенного заряда на пластинах конденсатора C происходит его разряд через неоновую лампу L . В момент разряда контакт K замыкает цепь, по которой проходит ток. Счетное реле электрических импульсов укажет нам кубатуру бревен.

Схема, изображенная на рис. 5, имеет свои преимущества и недостатки перед счетчиком электрической энергии. Она дает возможность снизить количество энергии, рассеиваемой на сопротивлениях на единицу измеряемой кубатуры при соответствующем их построении. Позволяет уменьшить токи в сопротивлениях по отношению к счетчику при одинаковой точности отсчета и тем самым повысить надежность и долговечность работы скользящих контактов, однако требует применения постоянного тока. Большие выдержки времени для этой схемы могут вызвать дополнительные погрешности за счет утечки.

* *
* *

Здесь изложено только принципиальное решение данного вопроса.

Необходимо отметить, что расход энергии на единицу объема

транспортируемого сырья будет зависеть от ряда факторов: от параметров счетчика, построения сопротивлений, скорости движения цепи продольного транспортера и др.

Точность показаний такого устройства будет зависеть в основном от параметров счетчика, точности изменения сопротивлений в зависимости от диаметра бревна, степени стабилизации напряжения и частично от равномерности движения цепи продольного транспортера, так как погрешность самого счетчика электрической энергии колеблется в пределах 1—3% для счетчиков первого класса, что вполне удовлетворяет производственным требованиям.

Для стабилизации подводимого напряжения переменного тока с успехом может быть использован феррорезонансный стабилизатор напряжения типа ЭПА-58.

Если окажется, что неравномерность движения цепи продольного транспортера будет сказываться на точности показаний рекомендуемого приспособления, что более вероятно при приводе цепи посредством плоскоремной передачи, то эту погрешность можно устранить путем введения в электрическую цепь дополнительного переменного сопротивления, проводимость которого должна меняться центробежным регулятором, связанным с ведущей звездочкой цепи подающего транспортера.

Рекомендуемое приспособление может найти широкое применение на лесопильных заводах для учета работы отдельного рампотока, сырье к которому подается посредством продольного цепного транспортера (бревнотаски).

Необходимо отметить, что такое автоматическое приспособление будет учитывать полный объем бревен, включая так называемые внебалансные отходы, куда входит и кора, составляющая 10—12% от объема бревен, если бревна поставляются в неокоренном виде, и не учитываемые в объеме припуски по длине бревна, составляющие около 1%.

В производственных условиях учет сырья производится обычно без коры и припусков по длине. Процент коры от общего объема для отдельного бревна может колебаться в зависимости от породы, места положения бревна в стволе и других факторов и при массовом измерении для одной породы может быть принят величиной сравнительно постоянной.

Данная проблема полностью устраняется при переходе на распиловку предварительно окоренного сырья. Практика лесопильных предприятий Швеции и Финляндии указывает на целесообразность такого мероприятия, что устраняет засоры лесопильных рам, увеличивает чистоту в цехе и дает ряд других преимуществ (см. журнал «Лесная промышленность» № 11, 1955 г.).

В решении научно-технического совещания по вопросам развития и внедрения новой техники в лесопильно-деревообрабатывающей промышленности от 19—20 января 1956 г. указывается на необходимость внедрения окорки сырья на всех новостройках,

а также на заводах, отходы которых идут для технологического использования, и дальнейшее распространение окорки на все лесозаводы.

При учете кубатуры бревен по ГОСТ 2708-44 изменение сбежистости бревен не учитывается. В основу построения кубатурных таблиц положен некоторый средний сбеж. Таким образом, сильно сбежистые бревна дают большую фактическую кубатуру, чем предусмотрена таблицами объема.

Объем зоны сбега в нормально сбежистых бревнах составляет до 25% от фактического полного объема бревна. При сбеге же 2% объем зоны сбега для тонких бревен может составлять до 80% от табличного (учетного) объема бревен, или до 50% от их фактического объема.

Таким образом, при применении таблиц к отдельным бревнам отклонения их табличных объемов от действительных могут доходить, по исследованиям Н. П. Анучина, до $\pm 25\%$. Поэтому лесозаводы заинтересованы в получении более сбежистого сырья, так как учетный полезный выход пиломатериалов с такого сырья получается большим.

Устранить такую ненормальность позволяет предлагаемое приспособление, которым будет учитываться сбежистость каждого бревна.