

ИЗМЕРИТЕЛЬ ВЛАЖНОСТИ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ЭВМ-2

И. Ш. СОЛОМОНИК

(Представлено научным семинаром радиотехнического факультета)

В 1959 году при кафедре конструирования и технологии производства радиоаппаратуры студентами 3-го курса радиотехнического факультета гг. Рогалевым В. П. и Поэтовым Ю. Н. под руководством автора статьи проведена модернизация прибора ЭВМ-1 [1], при этом был учтен опыт 4-летней эксплуатации измерителя влажности пиломатериалов ЭВМ-1 на Томском весовом заводе. Было признано целесообразным отказаться от разбивки пределов измерения влажности на ряд диапазонов, так как практическая потребность в измерениях относительной влажности пиломатериалов не выходит за пределы $10 \div 25\%$.

Отсутствие переключателя диапазонов заметно увеличивает надежность работы электровлагомера, снижает трудоемкость градуировочных работ и упрощает конструкцию прибора. В связи с переходом на один диапазон измерений в новом варианте влагомера применен микроамперметр типа М-24, обеспечивающий надежный отсчет влажности с точностью до 1% . В приборе ЭВМ-2, как и в приборе ЭВМ-1, реализован косвенный метод измерения влажности пиломатериалов — сравнивается входное сопротивление электронной лампы с сопротивлением контрольного участка пиломатериалов.

Основные технические характеристики

1. Прибор ЭВМ-2 предназначен для быстрого измерения относительной влажности пиломатериалов без предварительного взвешивания и высушивания контрольных образцов.
2. Пределы измерения относительной влажности пиломатериалов $10 \div 25\%$.
3. Погрешность отсчета влажности не более 1% при изменении сетевого напряжения не более $\pm 15\%$.
4. Отсчет влажности производится по микроамперметру с помощью предварительно отградуированных таблиц.
5. Прибор питается от сети переменного тока напряжением 220 вольт и частотой 50 герц.
6. Прибор готов к измерениям через 2 минуты после включения в питающую сеть.
7. Вес прибора около 3 кг.

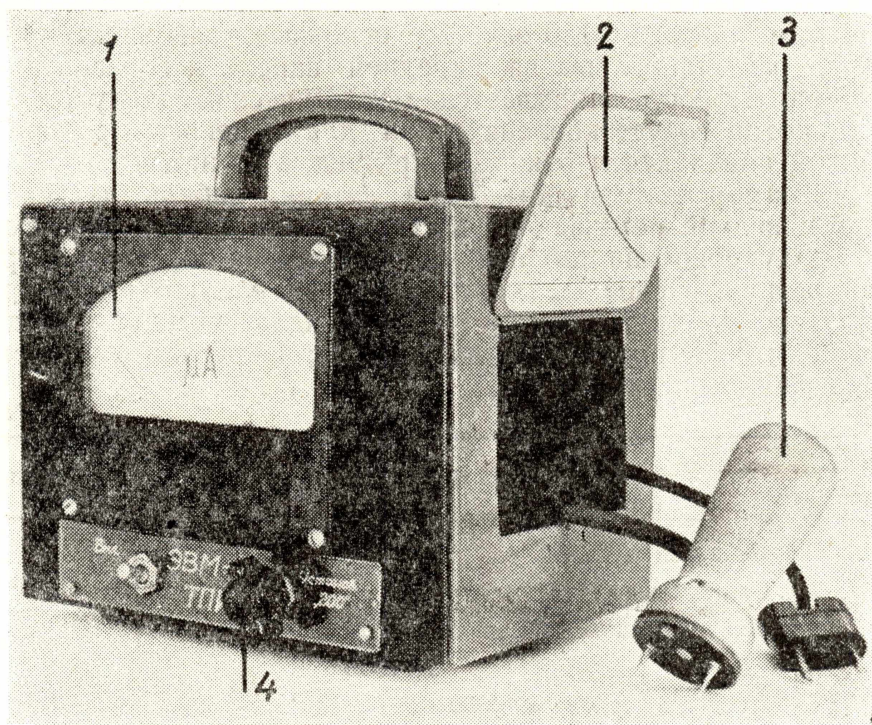


Рис. 1. Общий вид прибора ЭВМ-2.

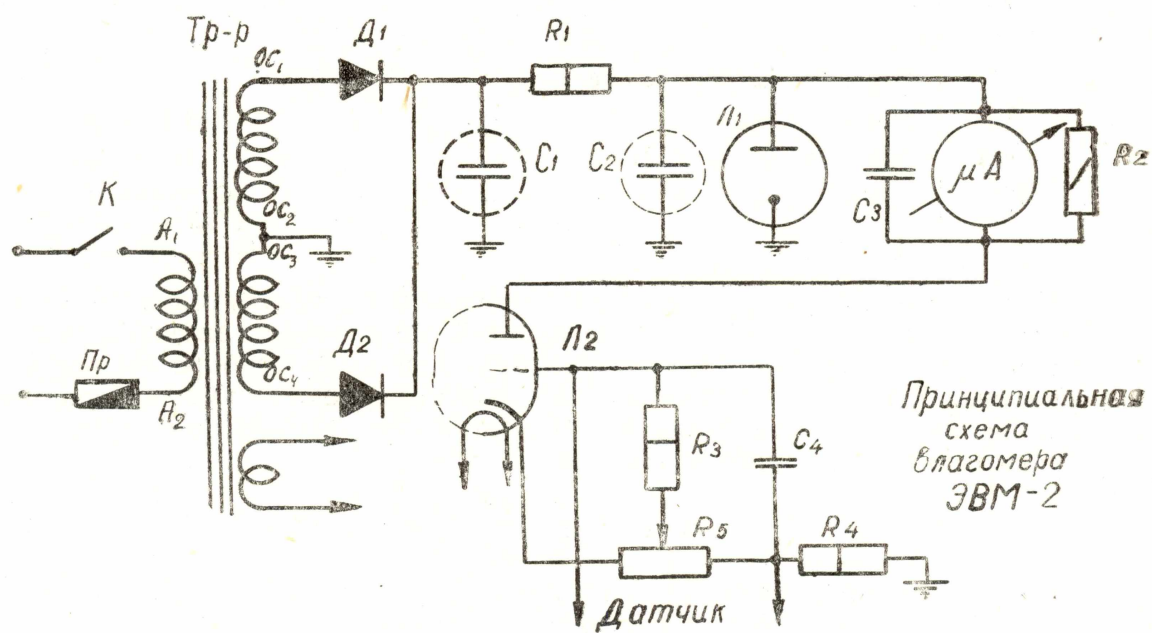


Рис. 2. Принципиальная схема прибора ЭВМ-2.

Конструкция прибора

Электровлагомер ЭВМ-2 выполнен в виде переносного прибора размером $200 \times 215 \times 150$ мм. Все основные узлы электрической схемы влагомера установлены на передней панели и горизонтальном шасси прибора. Прибор закрывается металлическим кожухом, на верхней части которого установлена ручка для переноса прибора, на правой боковой поверхности откидная крышка, а на нижней части закреплены четыре амортизатора. Выносной датчик, кабель датчика и сетевой шнур с вилкой помещаются в специальном отсеке прибора.

Градуировочная таблица укрепляется на обратной стороне откидной крышки. Основные конструктивные элементы прибора видны из рис. 1, где 1—микроамперметр; 2—откидная крышка с градуировочной таблицей; 3—выносной датчик прибора; 4—регулировка исходного режима работы схемы.

Таблица 1

Обозн. схемы	Наименование узла	Примечание
L_1	Радиолампа СГ-3С	
L_2	Радиолампа 6Н8С	
D_1	Полупроводниковый диод ДГЦ-25	
D_2	„ ДГЦ-25	
C_1	Конденсатор КЭ— 20×300 в	
C_2	„ КЭ— 20×300 в	
C_3	„ КСО—5—6800 пф	
C_4	„ КСО—5—6800 пф	
R_1	Сопротивление ВС—1—2,4 ком	
R_2	Сопротивление ВС—0,5—(22÷150) ом	Подбирается при настройке
R_3	„ ВС-1—3,3 мгом	
R_4	„ ВС-1—3,7 ком	
R_5	Потенциометр ВК-2—47 ком	
K	Тумблер—выключатель сети	
P_p	Предохранитель	0,15 ампер.
μA	Микроамперметр М-24	0÷200 мка
T_p-p	Трансформатор	От проигрывателя „Тайга“ или приемника „Рекорд—53 м“.

Как видно из рис. 2, схема прибора содержит измерительную часть, датчик сопротивлений и стабилизированный источник анодного напряжения. Эквивалентная схема измерительной части прибора изображена на рис. 3, где R_x —сопротивление контролируемого участка пиломатериалов, R'_{ex} —эквивалентное сопротивление постоянному току участка сетка—катод лампы L_2 , равное

$$R'_{ex} = \frac{R_{ex} \cdot R_3}{R_{ex} + R_3} \cong R_3,$$

где R_3 —сопротивление утечки лампы L_2 , так как $R_{ex} \gg R_3$ при большом исходном сеточном смещении;

i_g —ток, протекающий в контрольном образце;

U_g —напряжение, управляющее анодным током лампы L_2 .

E_g —падение напряжения на части катодной нагрузки R_5 .

Принципиальная схема прибора

Принципиальная схема влагомера ЭВМ-2 и спецификация к ней приводятся на рис. 2 и табл. 1.

При изменении влажности древесины меняется ток i_g , протекающий в контрольном образце, и, следовательно, управляющее напряжение U_g . Так как в сеточной цепи отсутствует сеточный ток, находим управляющее напряжение лампы $\mathcal{L}_2$ из выражения

$$U_g = i_g R'_{\text{вх}} = \frac{E}{R'_{\text{вх}} + R_x} R'_{\text{вх}}.$$

Для определения оптимального режима работы прибора находим отношение

$$\frac{U_g}{E_g} = \frac{1}{\frac{R_x}{R'_{\text{вх}}} + 1}.$$

Построив зависимость

$$\frac{U_g}{E_g} = \varphi\left(\frac{R_x}{R'_{\text{вх}}}\right), \quad (\text{рис. 4})$$

устанавливаем следующие особенности работы схемы:

а) При малой влажности древесины, когда $R_x > R'_{\text{вх}}$, необходимо иметь большое входное сопротивление сеточной цепи лампы $\mathcal{L}_2$, так как при этом увеличивается точность отсчета прибора.

б) При большой влажности древесины, когда $R_x < R'_{\text{вх}}$, необходимо уменьшать входное сопротивление сеточной цепи лампы $\mathcal{L}_2$, так как при этом незначительные колебания питающих напряжений могут привести к большим погрешностям в отсчетах.

в) Оптимальным режимом работы схемы при измерении относительной влажности пиломатериалов в пределах $10 \div 25\%$ следует считать режим, соответствующий отношению $\frac{R_x}{R'_{\text{вх}}} = 0,1 \div 1$.

При таких значениях отношения $\frac{R_x}{R'_{\text{вх}}}$ можно создать прибор с достаточно линейной шкалой отсчета влажности.

г) Максимальной влажности древесины соответствует минимальное отклонение стрелки микроамперметра, так как при этом

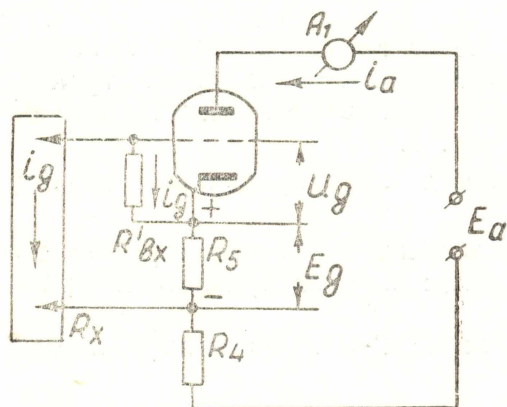


Рис. 3. Эквивалентная схема измерительной части прибора ЭВМ-2.

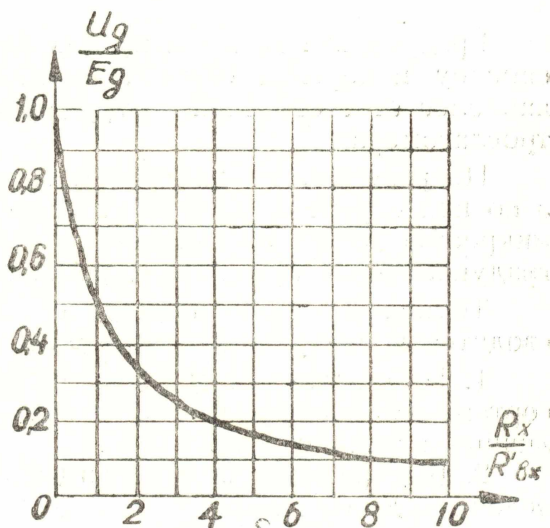


Рис. 4. Зависимость $\frac{U_g}{E_g} = \varphi\left(\frac{R_x}{R'_{\text{вх}}}\right)$.

к сетке лампы L_2 прикладывается максимальное отрицательное смещение.

В результате экспериментальных исследований и исходя из анализа работы схемы было найдено, что при измерении относительной влажности менее 25% необходимо применять сопротивление $R_3 \cong R_{ex}' \cong 4 \text{ мгом.}$

Стабилизированный источник анодного питания состоит из двух-полупериодного выпрямителя на двух полупроводниковых диодах D_1 и D_2 , стабилвольта L_1 и Π -образного фильтра, состоящего из двух электролитических конденсаторов C_1 и C_2 и сопротивления R_1 .

Конденсатор C_4 предохраняет измерительную схему от самовозбуждения и влияния высокочастотных наводок.

Конденсатор C_3 также защищает обмотку микроамперметра от внешних наводок. Сопротивление R_2 , шунтирующее микроамперметр, выбирается таким, чтобы лампа L_2 работала в режиме, обеспечивающем получение приближенно-линейных градуировочных кривых и, вместе с тем, устраняет опасность порчи рамки микроамперметра.

В качестве силового трансформатора используется типовой трансформатор ТС-1 от проигрывателя „Тайга“.

Сетевое напряжение (220 вольт) подается на повышающую обмотку $A_1 A_2$, при этом обеспечивается получение пониженного напряжения накала лампы L_2 (около 6 вольт), что увеличивает входное сопротивление лампы и, следовательно, увеличивается чувствительность схемы к измерению малых относительных влажностей.

Кроме того, включая две сетевые обмотки $C_1 C_2$ и $C_3 C_4$ последовательно, мы получим вывод от средней точки анодной обмотки трансформатора.

Назначение остальных элементов принципиальной схемы прибора не требует дополнительного разъяснения.

Датчик сопротивлений выполнен в виде двух стальных игл, закрепленных на деревянной ручке. Иглы соединяются с измерительной схемой прибора двухпроводным экранированным кабелем длиной в 750 мм. При измерениях иглы вонзают в контролируемые образцы пиломатериалов на глубину 0,23 толщины образца.

Градуировка прибора

Градуировка прибора производится по лабораторному (весовому) способу измерения относительной влажности древесины и является наиболее ответственной и трудоемкой операцией регулировки электровагомера.

По результатам измерений составляется градуировочная таблица, а по ней строится рабочий график зависимости отклонений стрелки микроамперметра от величины относительной влажности. Примерная градуировочная кривая приведена на рис. 5.

Технологический процесс составления градуировочных таблиц сводится к следующим операциям:

1. Из сушильной камеры выбираются наиболее характерные по сортаменту и породам древесины образцы пиломатериалов на различных этапах сушки.

2. Выдерживают эти образцы в течение 2-х часов в нормальных условиях до остывания.

3. Из испытываемых образцов вырезаются контрольные секции длиной не менее 100 мм.

4. Готовим электровлагомер к измерениям; для этого включаем прибор в сеть и с помощью ручки потенциометра R_5 (установка „200“) устанавливаем стрелку на делении 200 мка.

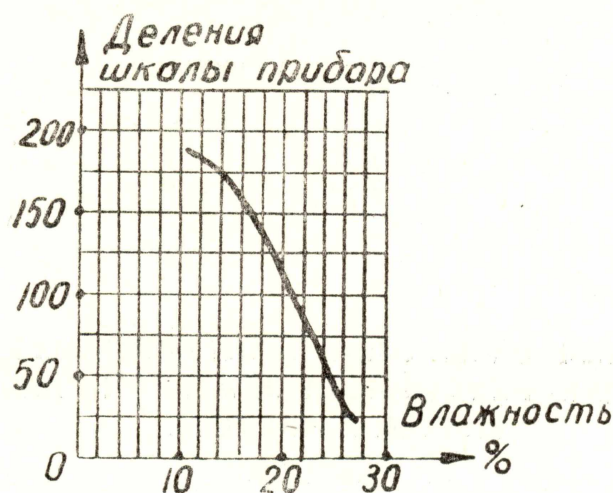


Рис. 5. Образец градуировочной характеристики.

5. Вонзаем иглы выносного датчика в контрольную секцию на всю глубину вдоль волокон древесины, при этом стрелка микроамперметра остановится на каком-то делении между „0“ и 200 мка.

6. После записи установившегося показания микроамперметра, сортамента пиломатериалов и породы древесины производим взвешивание контрольной секции на аналитических весах с точностью не менее 0,2%.

7. Получаем начальный вес P_1 контрольной секции (следует иметь в виду, что задержка во взвешивании искажает правильность градуировки, так как тонкие контрольные образцы чрезвычайно быстро высыхают на воздухе, особенно в летнее время).

8. После начального взвешивания контрольные секции помещаются в сушильный шкаф и высушиваются до абсолютно-сухого состояния при температуре $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$. (Абсолютно-сухое состояние древесины устанавливается периодическим взвешиванием через 1÷2 часа. Первое контрольное взвешивание при высушивании мягких пород производится не ранее, чем через 6 часов, а твердых пород — через 10 часов. Высушивание считается законченным, когда два последних взвешивания дадут один и тот же вес). Отмечаем конечный вес P_2 .

Влажность контрольной секции определяется из формулы

$$B = \frac{P_1 - P_2}{P_2} 100,$$

где B — относительная влажность в %,

P_1 — начальный вес контрольной секции,

P_2 — конечный вес высушенной контрольной секции.

9. По результатам замеров различных контрольных секций заполняем градуировочные таблицы для каждого вида пиломатериалов.

10. По табличным данным составляем рабочие градуировочные графики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соломоник И. Ш. Измеритель влажности пиломатериалов ЭВМ-1, НТБ Томского СНХ № 1—2, 1958.