Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. ХХУП, 1978 г.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ТЕРМОВАКУУМНЫМ СПОСОБОМ

А.И.БЫЧКОВ, Б.И.ГОЛДОВСКИЙ,
Р.М.ПРОСКУРЯКОВ

Опыт применения различных способов измерения влажности сложных минеральных удобрений в производственных условиях подтверждает перспективность и работоспособность термовакуумной влагометрии.

Вопросы соотношения систематических и случайных погрешностей термовакуумных влагомеров серии ТВВ, разработанных в ЛГИ, рассмотрены достаточно подробно.[x]

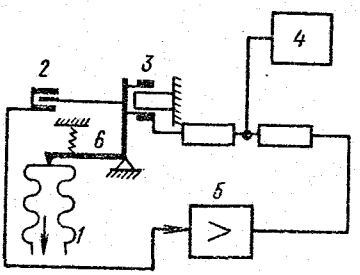


Рис.1. Функциональная схема преобразователя давления в электрический сигнал

Значительную долю суммарной погрешности влагомера обуславливает нестабильность во времени давления в вакуумной камере. При длительной эксплуатации прибора погрешность такого рода может быть вызвана износом вакуумного насоса, засорением масла частицами вакуумируемого материала, ухудшением уплотнителей в системе, механическими повреждениями камеры и т.п.

Для количественной оценки значения погрешности от нестабильности давления в измерительной камере влагомера на кафедре автоматизации производственных процессов ЛГИ построена установка, реализующая деформационный принцип измерения давления (рис.1).

При изменении давления в сильфоне *1* Г-образный рычаг перемещается вместе с крышкой сильфона. При этом рычаг воздействует на датчик перемещения *2* . Сигнал с датчика *2* поступает на усилитель *5* , а затем на катушку *3* силового компенсатора. Магнитное поле протекающего по катушке

---

[x] М.В.Венедиктов, А.С.Богомаз, А.Е.Согин. Интегральный метод оценки результатов при измерении влагосодержания дисперсных материалов калориметрическим методом. – В кн.: Методы и приборы для анализа состава вещества. Киев, изд. ВНИИАП, 1973, вып. 2.

А.И.Бычков. Термовакуумный влагомер (разработка, исследование, автоматизация). Автореф. канд. диссерт. Л., изд. ЛГИ, 1974.

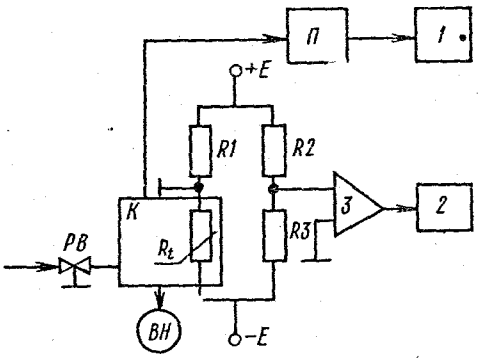


Рис.2. Схема установки для определения влияния давления на погрешность влагомера

тока взаимодействует с полем постоянного магнита и уравновешивает усилие сильфона; при этом ток пропорционален давлению и служит выходным сигналом, который регистрируется самописцем 4 . Изменением натяжения пружины 6 можно выбрать диапазон измерения давления. Преобразователь имеет линейный выходной электрический сигнал в диапазоне от $1 \cdot 10^{-1}$ до 30 мм рт.ст. и обеспечивает точность не менее 1,5%.

Подключение преобразователя *П* к измерительной камере влагомера *К* показано на рис.2. В процессе каждого измерения влажности образца одновременно непрерывно регистрируется давление в камере (преобразователь *П* и самописец *1*), а также температурная кривая процесса десорбции влаги из образца (термометрический мост *R1-R3* , R_t ; масштабный усилитель *3* , регистрирующий прибор 2). С помощью вентиля *PB* может быть задано желаемое значение давления в измерительной камере *К* . Вакуумный насос *ВН* работает при этом с постоянной производительностью.

Экспериментальные данные (рис.3) показывают степень влияния давления на показания влагомера; зависимость эта носит практически линейный характер (рис.4,а).

Из графика, представленного на рис.4,а, можно получить значение сигнала, необходимого для коррекции линии регрессии влагомера при изменении давления относительно номинального (рис.4,б).

Практически в процессе эксплуатации влагомера диапазон изменения давления в вакуумной системе не превышает $\pm(2 \div 3)$ мм рт.ст. от номинального значения. Коррекция линии регрессии влагомера в соответствии с результатами, приведенными на рис.4,б, осуществляется, как видно из функциональной схемы влагомера (рис.5), следующим образом. В качестве первичного

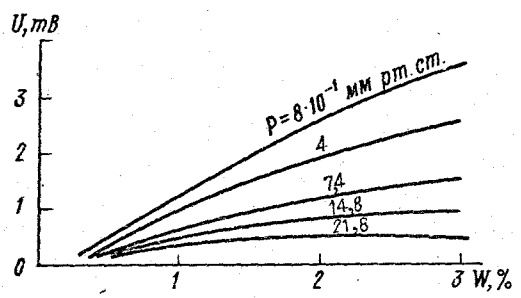


Рис.3. Линии регрессии влагомера при различных значениях давления в измерительной камере

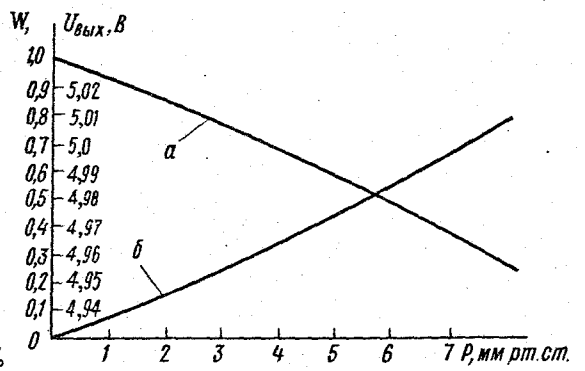


Рис.4. Зависимость показаний влагомера (в относительных единицах влажности *W*) от давления *P* в измерительной камере (а) и значение корректирующего сигнала влагомера (б)

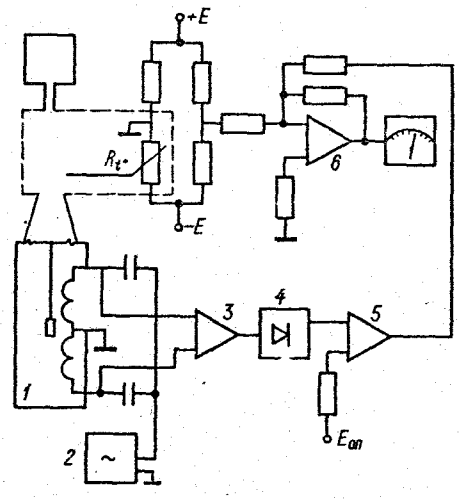


Рис.5. Упрощенная схема влагомера с коррекцией изменения давления

преобразователя давления *1* в камере применен серийно выпускаемый промышленностью дифференциальный индуктивный датчик давления ИД-I,5. Датчик питается от генератора низкой частоты *2* с эффективными цепями стабилизации амплитуды и частоты. Для повышения чувствительности датчика и развязки его по постоянному току применено резонансное включение обеих половин датчика на выход усилителя мощности генератора. Кроме того, приведенная схема позволяет уменьшить температурную нестабильность датчика. С датчика давления сигнал поступает на дифференциальный усилитель *3* и далее на детектор *4* . Сигнал с детектора сравнивается с опорным напряжением $E_{оп}$, разность напряжений усиливается дифференциальным усилителем *5* . Напряжение в операционном усилителе *6* суммируется с сигналом разбаланса моста, вызванного изменением сопротивления первичного преобразователя влагомера, пропорционального влажности образца.

Таким образом, выходной сигнал влагомера корректируется по отклонению давления. Все функциональные устройства приведенной блок-схемы выполнены на однотипных операционных усилителях КIУТ53IА, что существенно упрощает принципиальную схему термовакуумных влагомеров.