УДК 528.482:69.058.2

В. И. ПОЛИЩУК

МЕТОДЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗМЕРЕНИЙ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ВЫСОКИХ БАШЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

В настоящее время известно несколько конструкций приборов, которые применяют для измерения кренов сооружений. К лучшим из них можно отнести стационарный кренометр

Н. Г. Видуева и В. П. Гржибовского, а также фотоэлектрический и дистанционный кренометры конструкции А. Г. Григоренко. Следует отметить, что первый прибор не позволяет проводить измерения дистанционно, в последних наблюдается гистерезис показаний, обусловленный трением в точках подвеса маятника, трудность демпфирования свободных колебаний его при небольших угловых смещениях, а также ограничение угловой чувствительности из-за небольшой длины маятника. Поэтому совершенствование таких приборов — вопрос актуальный.

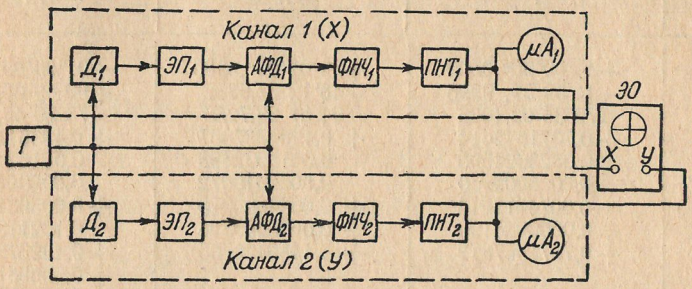

Рис. 1. Функциональная схема электронного наклономера.

В данной работе предложен электронный наклономер, который дает возможность дистанционно измерять приращения крена высоких сооружений в двух взаимно-перпендикулярных направлениях, а также предоставляет информацию о характере их колебаний.

Функциональная схема прибора (рис. 1) включает два идентичных канала *1* и *2*, по которым измеряют горизонтальные составляющие отклонений, соответственно *X* и *Y*. Датчики $Д_1$ и $Д_2$ питаются высокочастотным синусоидальным напряжением от генератора Г. Выходное напряжение датчиков через эмиттерные повторители $ЭП_1$ и $ЭП_2$ поступает на амплитудно-фазовые детекторы $АФД_1$ и $АФД_2$, где происходит сравнение его фазы с фазой опорного напряжения от генератора Г. Фильтры нижних частот $ФНЧ_1$ и $ФНЧ_2$ выделяют постоянные составляющие выходного напряжения амплитудно-фазовых детекторов, которые принимают соответствующую полярность в зависимости от направления наклона датчиков. Напряжение с выходов ФНЧ первого и второго каналов подается соответственно на входы усилителей *X* и *Y* электронного осциллографа ЭО. При этом на экране наблюдаем траекторию движения сооружения. Для точного измерения составляющих *X* и *Y* используются микроамперметры μA_1 и μA_2, подключенные через преобразователи напряжение—ток $ПНТ_1$ и $ПНТ_2$ к выходам соответствующих фильтров нижних частот.

Принципиальная схема канала *1* показана на рис. 2. Генератор высокочастотного синусоидального напряжения построен на лампе $Л_3$ (6Н16Б). Емкостный преобразователь выполнен

в виде дифференциального конденсатора, входящего в плечи мостовой схемы, образованной индуктивностями обоих плеч вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$ и емкостями C_1 и C_2. Эмиттерный повторитель, работающий в режиме предельно малой входной емкости, собран на транзисторе $ПП_1$ (ПЧОЗ). Амплитудно-фазовый детектор выполнен по ключевой схеме на лампах $Л_1$ (6Н17Б) и $Л_2$ (6Ж2Б). Трансформаторы $Тр_1$ и $Тр_2$

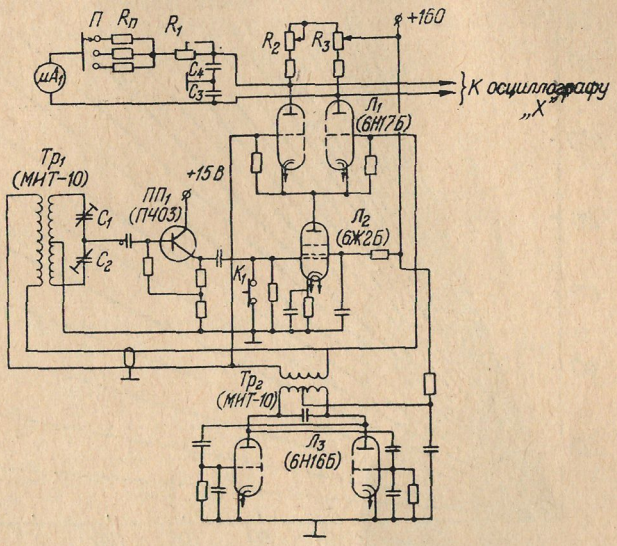

Рис. 2. Принципиальная схема канала 1.

представляют собой малогабаритные импульсные трансформаторы на ферритовых кольцах (МИТ-10). Фильтр нижних частот — емкости C_3 и C_4. Сопротивления $R_п$ служат для переключения пределов фиксированной чувствительности. По симметричной шкале микроамперметра μA_1 производятся отсчеты значений угла наклона датчика $Д_1$.

Датчиками прибора служат прецизионные уровни ($\tau=2''$), которые вместе с емкостными преобразователями и эмиттерными повторителями заключены в термоизолирующий светонепроницаемый корпус. Ампулы уровней расположены перпендикулярно друг другу. Датчики крепятся на пластине, снабженной тремя подъемными винтами. В свою очередь, эта пластина устанавливается на измерительную платформу, которая крепится к стенке исследуемого сооружения. Перед измерениями датчики ориентируют относительно стран света и при помощи подъемных винтов приводят в рабочее положение. Все последующие операции можно выполнять в помещении. На экране осциллографа получают кривую, характеризующую траекторию колебаний сооружения. Для точного определения значения колебаний производят отсчитывание по шкале микроамперметра.

Угол наклона измерительной платформы прибора, а вместе с ним наклон сооружения в градусной мере находят по формуле

$$\gamma'' = c''(S_1 + S_2), \qquad (1)$$

где c — цена деления шкалы прибора ($c = 0{,}05''$); S_1 и S_2 — наибольшие соответственно влево и вправо от нуль-пункта отсчеты по шкале. Зная высоту данного сооружения H, вычисляем

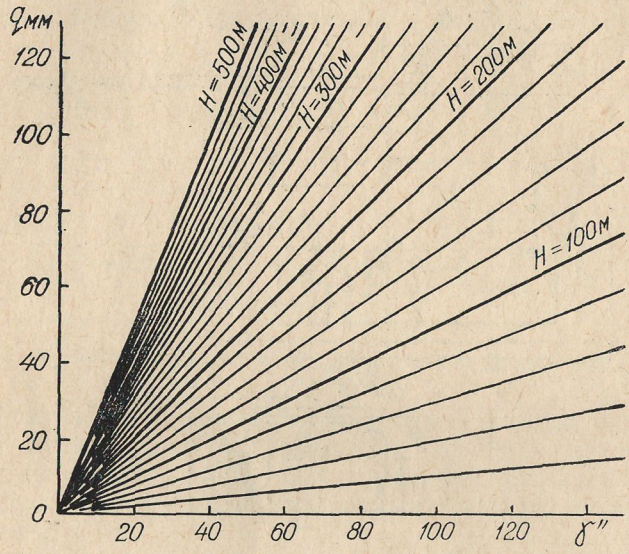

Рис. 3. График для определения значений линейных перемещений q мм.

линейные значения его отклонений по осям X и Y по формуле

$$q_i = \frac{\gamma_i}{\rho''} H. \qquad (2)$$

На рис. 3 представлен график для определения значений линейных перемещений (q мм) сооружений в зависимости от высоты H и угла наклона сооружения γ. По графику можно быстро с точностью до 1 мм определять линейные перемещения верха сооружения.

Таким образом, расчеты показывают, что предлагаемый электронный наклономер соответствует всем требованиям и его можно применять при измерениях колебаний высоких башенных сооружений.

Работа поступила в редколлегию 5 июля 1978 года. Рекомендована кафедрой геодезии Львовского политехнического института.