СПОСОБ ФОТОГРАФИРОВАНИЯ УСТАНОВИВШИХСЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Н. А. Шмачков, Э. Ф. Курочка, К. Е. Лутовинова, В. В. Филиппов

Харьков

В исследовательской практике нередко встречаются циклические процессы, где явления наблюдаются визуально. В этих случаях для регистрирования параметров процесса применяют киносъемку. Однако замеры по данным киносъемки связаны с известными трудностями и определенной погрешностью, поэтому фотографирование мгновенных явлений картин имело бы явное преимущество. Нами разработан способ, позволяющий фотографировать установившиеся циклические процессы с частотами колебаний 1—5 *гц*.

Фотографирование установившегося циклического процесса выполняется в течение произвольного времени. За этот период производится необходимое количество снимков, причем каждый последующий снимок фиксирует мгновенную картину цикла, смещенную по фазе на величину $T_ц - (i - 1)\,\Delta\, t$. Здесь $T_ц$ — время цикла (период); i — порядковый номер снимка; $\Delta\, t$ — смещение смежных снимков во времени цикла; $\Delta\, t = \frac{T_ц}{n}$, где n — требуемое количество снимков за цикл. Например, в колебательном процессе с частотой 120 колебаний в минуту $T_ц = 0{,}5$ *сек*. Если требуется получить 36 снимков цикла, то $\Delta\, t = \frac{0{,}5}{36} = 0{,}014$ *сек*.

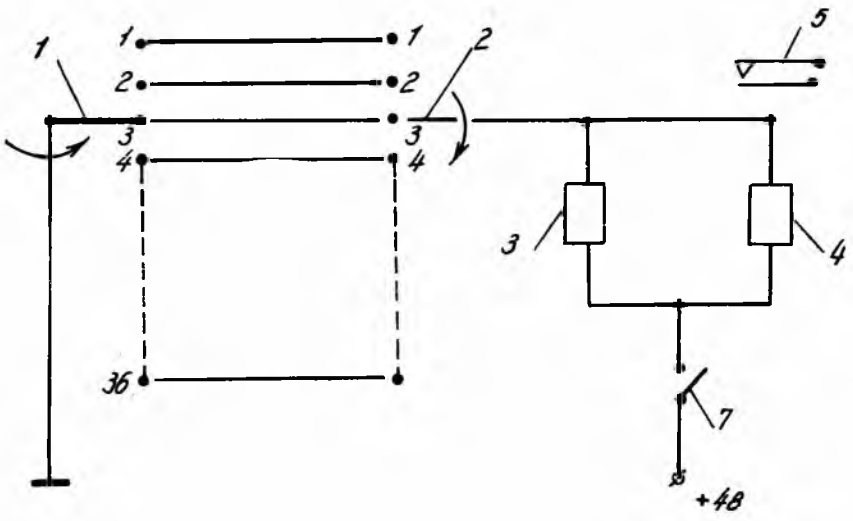
При фотографировании используется электрическая схема, управляющая контактами лампы-вспышки. Схема включает следующие элементы (см. рисунок): контактный датчик *1*, шаговый искатель *2* типа ШИ-25 со своей обмоткой *3*, безынерционное реле *4*, предназначенное для замыкания синхроконтактов *5* лампы-вспышки, и тумблер *7*. Схема питается постоянным током +48 *в*, в обслуживании безопасна.

Контактный датчик состоит из заземленного контакта, жестко закрепленного на конце приводного вала машины, в которой происходит циклический процесс, и равномерно распределенных по окружности 36 контактных клемм. Заземленный контакт датчика вращается вместе с приводным валом и делает полный оборот за время $T_ц$. Клеммы датчика соединены поочередно с контактным полем шагового искателя так, что после переключения шагового искателя на следующий контакт он будет замкнут с клеммой контактного датчика через время $T_ц - \Delta\, t$ или $\alpha\, T_ц - \Delta\, t$ (α — произвольное целое число).

В положении, указанном на рисунке, при замкнутом тумблере *7* электрическая цепь замкнута через контакты *3*. При этом включается реле *4* и замыкает синхроконтакты *5* лампы-вспышки. Последняя мгновенно срабатывает (производится фотографирование), а шаговый искатель переключается на следующий контакт *4*. Подвижной контакт датчика, двигаясь

против часовой стрелки, замкнул бы снова цепь через время $T_ц - \Delta t$, и последующий снимок производился бы также через это время.

Времени $T_ц - \Delta t$ при ИФК средней мощности недостаточно для перезарядки фотоаппарата и электрической зарядки конденсатора лампы-вспышки до номинального напряжения. Кроме того, для подготовки фотоаппарата к новому (последующему) снимку обычно требуется время, во много раз большее $T_ц - \Delta t$. Поэтому после выполнения снимка электрическая цепь размыкается (вручную) выключением тумблера 7. Через некоторое произвольное время, достаточное для выполнения указанных выше операций, тумблер 7 выключается и производится очередной снимок, смещенный по фазе к предыдущему снимку на величину $\alpha \Delta T_ц - \Delta t$. Аналогично выполняются все последующие снимки мгновенных картин цикла.



Описанный способ фотографирования используется нами при исследовании закономерностей отсадки углей. Вода в корпусе отсадочной машины колеблется (от привода) с частотой не больше 2 *гц*. С такой же частотой под действием воды совершает колебательное движение постель — слой обогащаемого угля на решете машины. Беспоршневая отсадочная машина для исследований изготовлена с боковыми стенками из оргстекла. В этом циклическом процессе указанным способом сфотографированы: колебание уровня воды в машине при разных параметрах воздушного цикла (привода); колебательное движение постели при разных водяных циклах; разрыхление постели при подъеме ее над решетом; изменение давления воды под постелью за цикл отсадки и др. За цикл было сделано 36 снимков, смещенных по фазе на 0,01—0,02 *сек*. Время, затрачиваемое на съемку цикла (по любому из приведенных параметров), составляло 1,5—2 *ч*. Фотоснимки дают четкое изображение фиксируемых явлений. Обработка полученных фотографий в части замеров исследуемых параметров дает надежные результаты.

Изложенный способ фотографирования циклических процессов обеспечивает более точную синхронизацию во времени снимков с мгновенными картинами цикла по сравнению с аналогичным способом, основанным на использовании в электрической схеме сельсин-датчика и сельсин-двигателя[1].

[1] Н. Н. Виноградов. Вопросы теории и интенсификации процесса отсадки. Автореф. докт. дисс. М., 1965.