

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗМУЩАЮЩИХ СИЛ

А. В. ТРИХАНОВ, В. М. РАЗИН

(Представлена научным семинаром факультета автоматики и вычислительной техники)

Анализ взаимосвязи внутренних возмущающих сил с движением корпуса, ударника, а также инструмента пневматического молотка показывает, что в тех случаях, когда рабочий инструмент можно считать неподвижным, при изучении вибрации корпуса нет особой необходимости рассматривать движение ударника.

Для многих конструкций в этих случаях возмущающие силы, действующие на корпус молотка, возможно задавать в виде переменных периодических функций, не зависящих от движения корпуса.

Весьма важными являются исследования движения корпуса при различных формах возмущающих сил.

При решении нелинейного дифференциального уравнения движения корпуса методом математического моделирования возникает необходимость воспроизведения различных форм возмущающих сил. Некоторые ограниченные возможности в этом направлении имеет низкочастотный генератор периодических колебаний. Например, генератор типа НГПК-3 [1] служит для создания электрических колебаний только следующих форм: прямоугольных (со скважностью, равной $\frac{1}{2}$), пилообразных, треугольных, а также синусоидальных.

При исследованиях требуется реализовывать более широкий круг различных форм возмущающих сил.

Нами предложено для этих целей использовать блоки переменных коэффициентов, обычно входящих в состав электронных моделирующих установок. Один период возмущающей силы воспроизводится путем умножения постоянного напряжения на переменный коэффициент, график которого совпадает с формой возмущающей силы. Как известно, график переменного коэффициента аппроксимируется с помощью ступенчатой кривой и набирается по опорным точкам наборной сетки на плоскости, координатными осями которой являются ось времени и ось величин переменного коэффициента. Наборная сетка получается путем разбиения рабочего диапазона на 100 равных интервалов T_0 по оси времени и на 200 равных интервалов (от -1 до $+1$) по оси величины переменного коэффициента [2].

Движение корпуса необходимо проследить при действии возмущающей силы в течение нескольких периодов. Можно было бы эти периоды набрать в течение времени полного рабочего цикла блока, соответствующего 100 интервалам T_0 .

Очевидно, что чем больше периодов действия силы набирается, тем с меньшей точностью производится ступенчатая аппроксимация отдельного периода. Наибольшая точность будет достигнута, если будет набран один период силы за полный рабочий цикл блока.

Однако ни в одной серийно выпускаемой электронной моделирующей установке не предусмотрен режим работы, когда при решении можно было бы использовать блок переменных коэффициентов в течение нескольких полных циклов его работы. Весьма близким к указанному режиму является предусматриваемый в серийно выпускаемых моделях режим повторения решения. В данном режиме в конце полного цикла работы блока переменных коэффициентов автоматически производится разряд емкостей в цепях отрицательных обратных связей интегрирующих усилителей и восстановление начальных условий решаемой задачи, т. е. схема моделирующей установки возвращается в исходное состояние.

Видимо, для реализации предлагаемого нами режима работы можно воспользоваться режимом повторения решения, если заблокировать возвращение схемы установки в исходное состояние. Рассмотрим схему блока операционного усилителя типа БОУ-2 в режиме интегрирования (рис. 1). Разрядка емкости C_1 на 101 шаге искателя

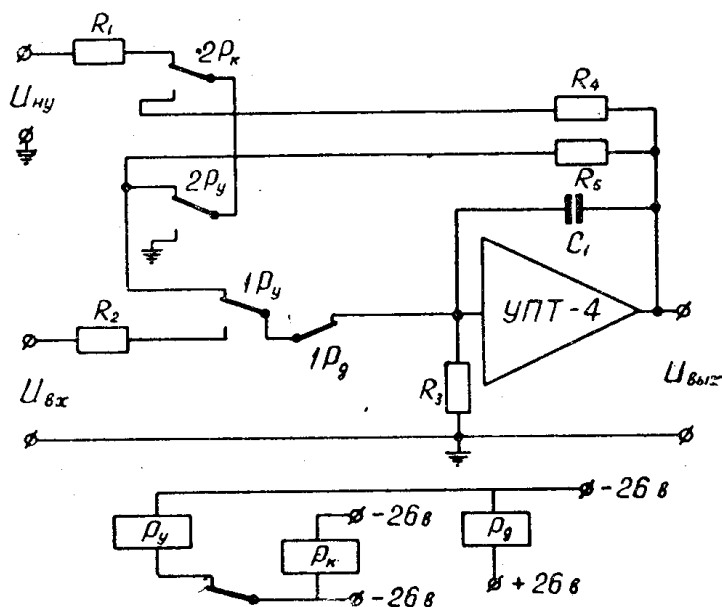


Рис. 1. Схема БОУ-2

блока переменных коэффициентов производится через сопротивление R_4 , подключаемое к ней с помощью нормально замкнутых контактов $1P_д$, $2P_у$ и нормально разомкнутого контакта $2P_к$. В данном случае реле $P_к$ включено, а реле $P_у$ и $P_д$ обесточены. На 102 шаге реле $P_к$ обесточивается. Через нормально замкнутый контакт $2P_к$ замыкается цепь задания начальных условий. Путем подачи напряжения $U_{ну}$ производится задание начального условия на выходе блока.

На первом шаге включается реле $P_у$, входная цепь через нормально разомкнутый контакт $1P_у$ и нормально замкнутый контакт $1P_д$ подключается на вход усилителя постоянного тока УПТ-4. Производится интегрирование входного напряжения $U_{вх}$.

Рассмотрим работу пульта управления в режиме повторения решения. Упрощенная схема пульта управления модели ИПТ-5 показана на рис. 2, диаграмма его работы -- на рис. 3.

При пуске модели срабатывает и блокируется через собственный контакт $4P_n$ пусковое реле P_n . Контакт $2P_n$ включает в работу реле P_0 и подготавливает цепь для срабатывания реле P_1 . Реле P_0 повторяет импульсы прерывателя. Через его контакт $2P_0$ питается реле P_1 , которое повторяет работу реле P_0 . Через контакт $1P_0 + 26$ в подается на контактор K .

Во время импульса срабатывает реле P_1 и контактом $1P_1$ включает в работу реле P_2 , которое своим контактом $1P_2$ блокируется на весь период работы схемы. В начале следующей паузы, когда реле P_1 отпустит свой якорь, срабатывает реле P_3 и блокируется через свой контакт $2P_3$.

Одновременно в начале паузы срабатывают все управляющие реле P_y в блоках операционных усилителей. Через контакт $1P_3 - 26$ в подается на контактор, который с появлением следующего импульса

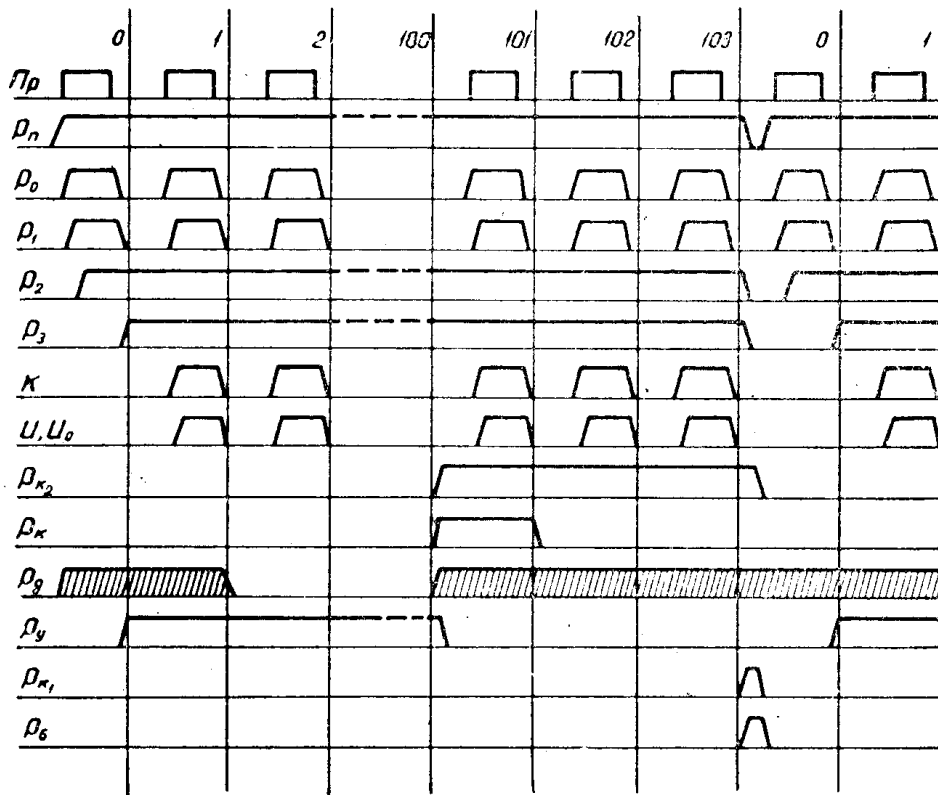


Рис. 3. Диаграмма работы пульта управления

вступает в работу и через свой контакт $1K$ подает импульсы на все искатели блоков переменных коэффициентов модели (этим, в частности, обеспечивается синхронность их работы).

На 100-м шаге искателя в блоки БОУ-2 (на обмотку реле P_k) подается -26 в, что обесточивает срабатывание реле P_k , которое своим контактом $1P_k$ обеспечивает реле P_y . Реле P_k и P_y замыкают цепь разряда емкости C_1 через небольшое сопротивление.

На 100-м шаге искателя реле P_k обесточивается. В БОУ-2 включается цепь задания начальных условий. На нулевом шаге искателя U_0 срабатывает реле $P_{к1}$ блока управления и своим контактом $1P_{к1}$ разрывает цепь -26 в, обесточивая тем самым контактор K и реле P_n .

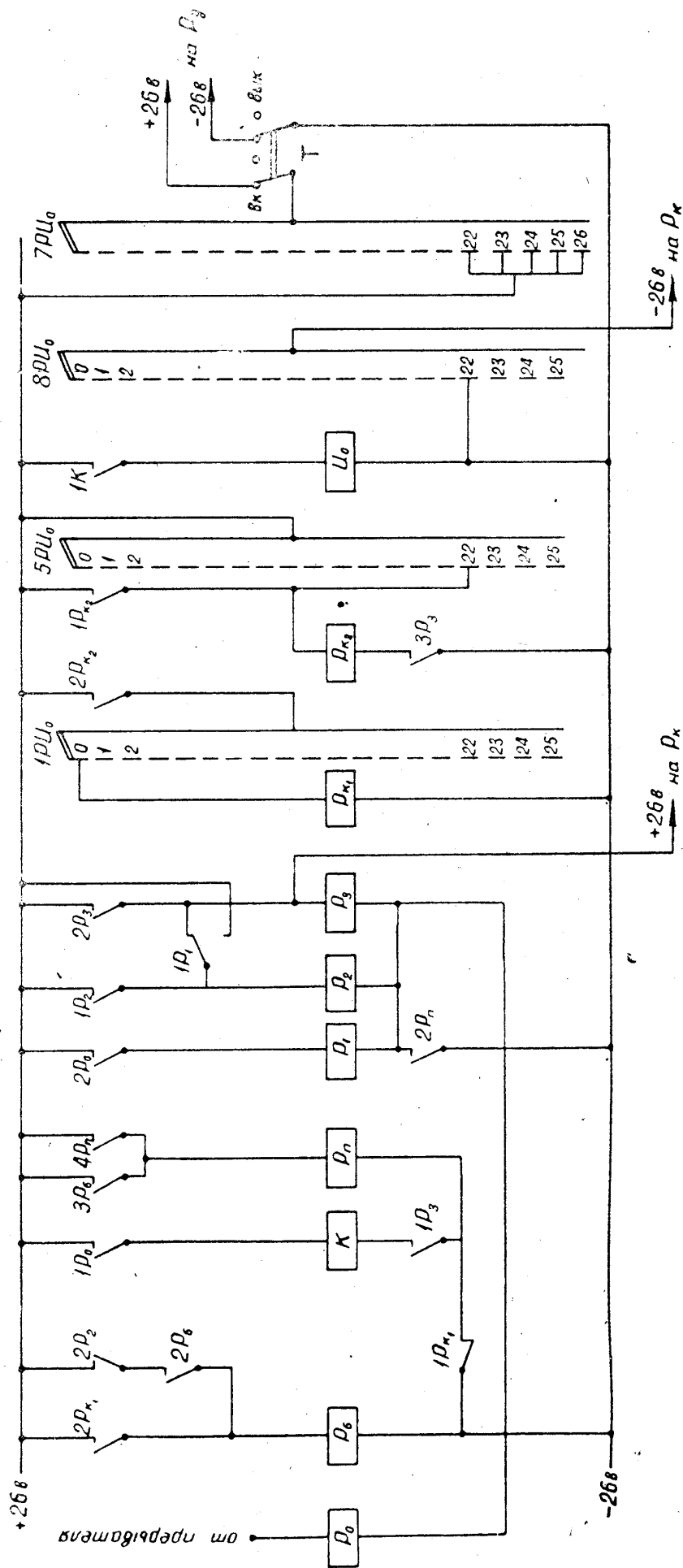


Рис. 2. Упрощенная схема пульта управления модели ИПТ-5

Через контакт $2P_{к1}$ срабатывает реле P_6 , которое своим контактом $3P_6$ подготавливает к срабатыванию реле P_n .

Как только отпустит реле P_n , начнут последовательно отпускать реле: $P_1, P_2, P_3, P_{к2}$ и, наконец, реле $P_{к1}$, которое своим контактом $1P_{к1}$ замкнет цепь $-26 в$, после чего срабатывает реле P_n и процесс начинается сначала.

Из рассмотрения схемы БОУ-2 и анализа работы пульта управления модели ИПТ-5 следует, что возвращение схемы в исходное состояние можно заблокировать путем включения реле P_d (реле останова) на 101, 102, 103 и 1-м шагах. Для этого необходимо сделать незначительное изменение схемы пульта управления модели, а именно добавить тумблер T и использовать отдельный ряд ($7PU_0$) шагового искателя U_0 .

Перевод схемы в предложенный режим осуществляется установкой тумблера T в положение „Вкл.“

Со 2-го шага по 100-й шаг схема пульта работает точно так же, как и в режиме повторения решения. Начиная со 101 шага с помощью ряда $7PU_0$ шагового искателя $U_0 +26 в$ через тумблер T подается на реле P_d (в БОУ-2), $-26 в$ с помощью тумблера T постоянно подается на реле P_d .

Реле P_d включается, как было отмечено, в то же самое время, когда включается реле $P_{к1}$.

Своим нормально замкнутым контактом $1P_{к1}$ оно разрывает цепь, по которой подается напряжение $+26 в$ на реле P_y . С некоторой задержкой относительно включения реле $P_{к1}$, а следовательно, и реле P_d отключается реле P_y . Эта задержка обеспечивает достаточную надежность работы БОУ-2 в начале 101 шага.

Реле P_d должно быть включено до тех пор, пока не включится реле P_y на новый рабочий цикл блока переменных коэффициентов.

Как видно из диаграммы (рис. 3), нельзя обесточивать реле P_d при переключении шагового искателя со 103-й на нулевую панель, так как некоторое время реле P_y находится во включенном состоянии.

Следовательно, реле P_d может быть обесточено в начале второго шага следующего полного рабочего цикла блока переменных коэффициентов. Таким образом, первый шаг блока переменных коэффициентов не должен в рассматриваемом режиме работы использоваться; период силы необходимо набирать со 2-го шага искателя. Очевидно, что это не может привести к сколько-нибудь заметному увеличению погрешности набора графика силы.

В режиме повторения решения тумблер T должен стоять в положении „Вык.“

Вследствие этого реле P_d включаться не будет, что отражено на рис. 3 штриховкой. Интегрирование в этом случае будет начинаться при положении шагового искателя на нулевой ламели в момент включения реле P_y .

ЛИТЕРАТУРА

1. Низкочастотный генератор периодических колебаний типа НГПК-3. Технический паспорт ПР 3.268.001Т.П.
2. Электронная модель ИПТ-5. Техническое описание и инструкция по эксплуатации М006-00-000Т0.