

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ СРАБАТЫВАНИЯ СИГНАЛИЗАТОРА ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЙ СДДЗ-2С

© Лебедев А. В., Мартюхин Г. Г.

Державне конструкторське бюро «Південне».

Експериментальні дослідження диференційного сигналізатора тиску показують, що величина затримки його спрацьовування змінна і залежить від швидкості зміни контролюваного перепаду тисків. Отримані результати дозволяють судити про вплив конструктивних особливостей давача даного типу на затримку його спрацьовування.

Дифференциальный сигнализатор представляет собой прибор, назначение которого — контролировать перепад давлений и выдавать сигнал о том, что контролируемый параметр достиг порогового значения [1].

Он широко используется в схемах ракетных двигателей. В частности, он применяется в системе, обеспечивающей безаварийный останов двигателей. В этой системе важным параметром является инерционность срабатывания сигнализатора. В соответствии с документацией величина задержки срабатывания составляет 0.02 с. Однако, принимая во внимание большую значимость этого параметра применительно к данной задаче, а также то, что изготовитель в ТУ на сигнализатор указал значение задержки срабатывания без учета динамических характеристик протекающего процесса, было признано необходимым провести экспериментальные исследования по изучению зависимости величины задержки срабатывания сигнализатора от скорости изменения контролируемого перепада давлений.

Исследован диапазон скоростей спада перепада давлений  $\Delta P = 0.1 \dots 1.4$  МПа/с. В проведенных испытаниях обнаружено, что величина задержки срабатывания не всегда соответствует паспортным данным. Испытания подтверждают, что это величина переменная, и кроме того, сильно зависящая от скорости изменения контролируемого параметра.

Ниже приведены результаты этих испытаний.

На рис. 1 приведена принципиальная схема сигнализатора давления СДДЗ-2С. Сигнализатор имеет статическую и динамическую полости, разделенные мембраной.

Действие сигнализатора основано на функциональной зависимости прогиба чувствительного элемента-мембранны от разности давлений в динамической и статической полостях.

При превышении давления в динамической полости над давлением в статической полости мембра-

на прогибается, перемещая шток 2, который приводит в движение рычаг 3 вместе с подвижными контактами 4. При достижении перепада давлений между динамической и статической полостями более  $0.16 \pm 0.022$  МПа подвижные контакты 4 размыкают электрическую цепь (обратный ход сигнализатора). При уменьшении давления в динамической полости и достижением перепада давления меньше  $0.16 \pm 0.022$  МПа подвижные контакты замыкают электрическую цепь (прямой ход сигнализатора).

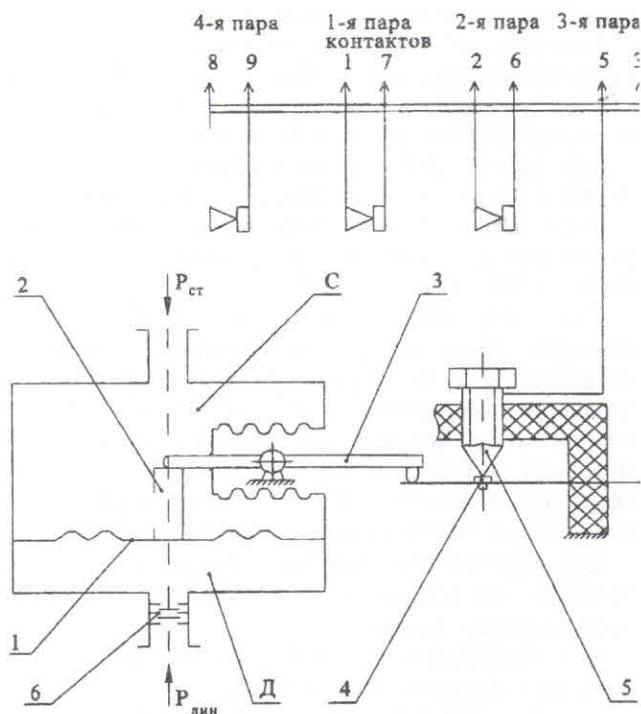


Рис. 1. Схема сигнализатора давления СДДЗ-2С: 1 — мембрана, 2 — шток, 3 — рычаг, 4 — подвижные контакты, 5 — неподвижные контакты, 6 — демпфер, С, Д — статическая и динамическая полость синализатора

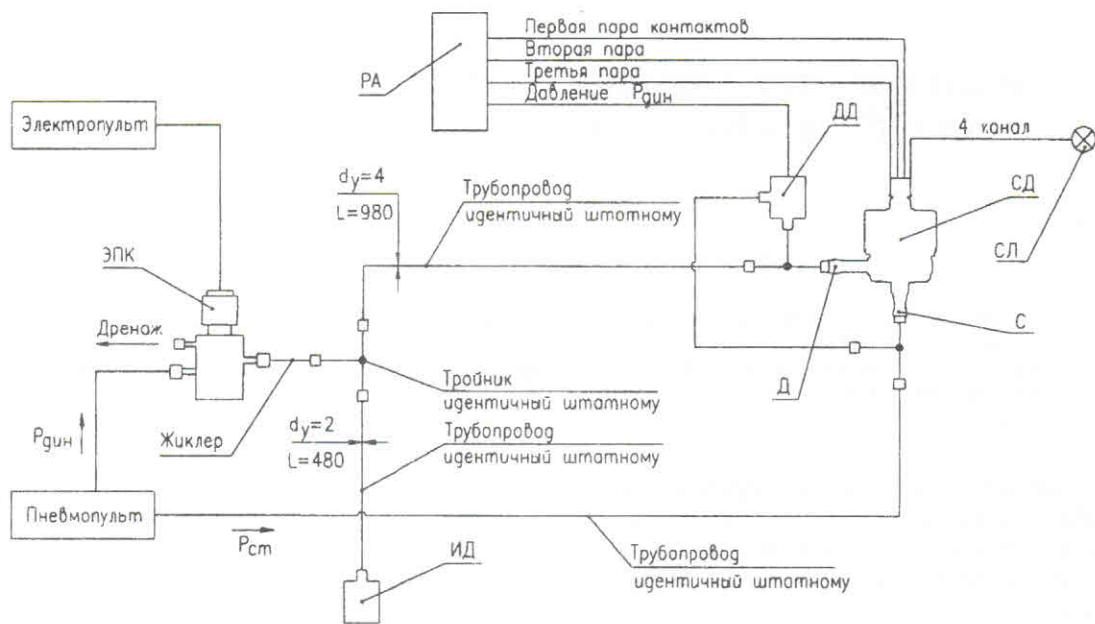


Рис. 2. Схема испытаний сигнализатора давления: СД — сигнализатор давления СДДЗ-2С, Д — штуцер динамической полости, С — штуцер статической полости, ЭПК — электропневмоклапан АЭ-М2, ДД — датчик давления ИКДБТДФ, РА — регистрирующая аппаратура (ПЭВМ—РС/АТ-386), ИД — имитатор датчика Вт 1202, СЛ — сигнальная лампочка

Испытания сигнализатора давления проводились на установке, схема которой приведена на рис. 2.

Установка идентична штатным условиям по объемам подсоединеных элементов. Идентичность достигается использованием при сборке установки штатных трубопроводов и датчиков.

Для выбора типа датчика давления, предназначенного для измерения давления в динамической полости сигнализатора проведены сравнительные испытания с использованием датчиков типа САПФИР, ДДИ-20, ИКД БТДФ.

При этом учитывалось, что САПФИР имеет больший объем внутренней полости, что вносит погрешность в испытания; датчик ДДИ-20 имеет диапазон измерений 0—2 МПа не оптимальный для измерения давлений 0.5—0.6 МПа. Поэтому окончательно выбран датчик давления ИКД БТДФ, обладающий сравнительно малой инерционностью и имеющий диапазон измерений 0—0.6 МПа.

Для определения фактического давления срабатывания сигнализатора при обратном и прямом ходе подавали воздух:

- в статическую полость сигнализатора предварительно, давление 0—0.4 МПа;
- при открытом ЭПК (рис. 1) плавно в динамическую полость сигнализатора до размыкания контактов с регистрацией на ПЭВМ давления и момента размыкания контактов (момент размыкания кон-

тактов определялся визуально по сигнальной лампе, подключенной через пару контактов 4 (рис. 2).

После этого давление в динамической полости сигнализатора увеличивали на 0.02—0.03 МПа, а затем плавно уменьшали давление с регистрацией спада давления в динамической полости сигнализатора и момента срабатывания контактов на ПЭВМ. Давление срабатывания контактов дополнительно контролировалось манометром класса 06 (на схеме не показан), а момент срабатывания дополнительно определялся визуально по сигнальной лампе. При всех проверках фактические величины перепада давления при срабатывании соответствуют паспортным данным ( $0.16 \pm 0.020$  МПа).

Максимальная задержка реализуется, когда давление в динамической полости быстро (0.001—0.002 с) снижается от текущего значения до или ниже давления замыкания контактов. Исходя из этого, испытания проводились следующим образом. В статическую полость сигнализатора последовательно от испытания к испытанию подавался воздух, давление 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 МПа. В динамическую полость плавно подавалось давление воздуха до размыкания контактов (определялось по загоранию сигнальной лампочки) и далее давление повышалось на 0.02—0.03 МПа. После этого динамическая полость сообщалась с атмосферой, давление падало. Первые 0.02—0.03 МПа терялись прак-

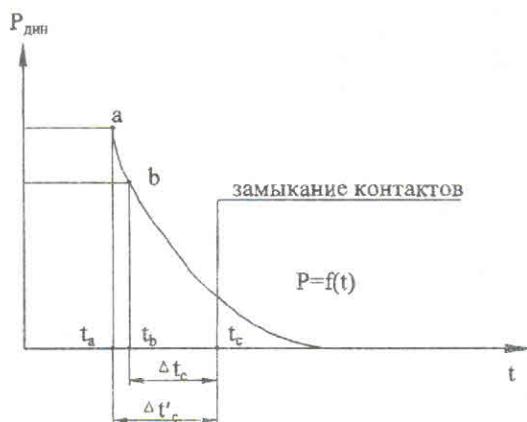


Рис. 3. Время задержки срабатывания сигнализатора

тически мгновеню. Время задержки срабатывания сигнализатора  $\Delta t_c$  (рис. 3) определялось как интервал времени между началом резкого спада давления (точка *a*) (происходит закрытие ЭПК, дренирование воздуха из динамической полости и прекращение ее наддува) и моментом замыкания контактов  $t_c$ ,  $t_c - t_a$  — задержка срабатывания.

Исходя из логики работы системы управления, выдача команды происходит при срабатывании двух пар контактов из трех, поэтому интерес представляют времена срабатывания первых двух контактов. Такая методика проведения испытаний позволяет свести к минимуму влияния погрешностей измерения давления на время задержки срабатывания сигнализатора.

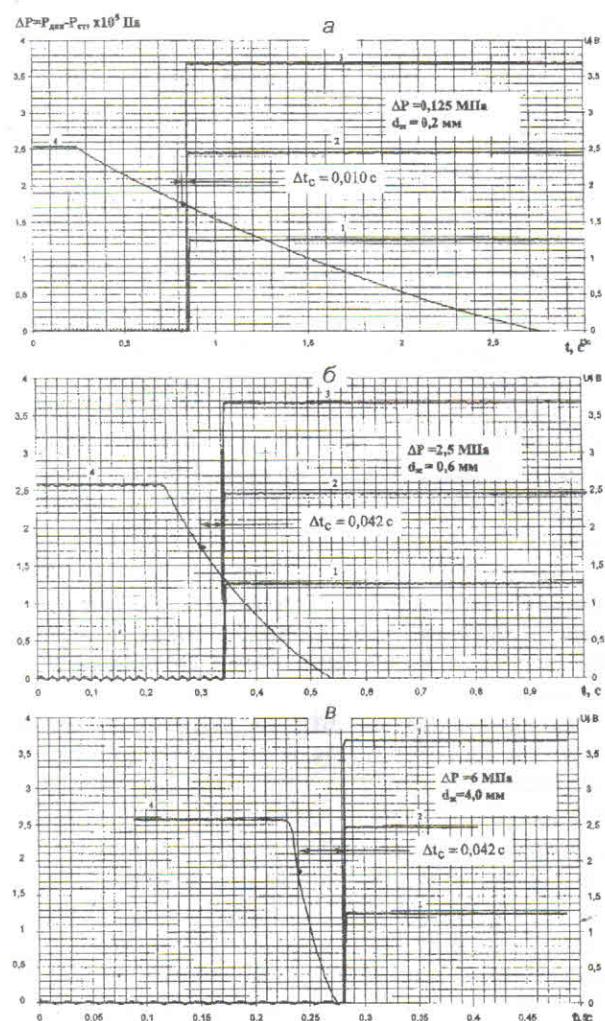
В процессе испытаний за счет увеличения временной растяжки оказалось возможным нанести на кривую  $P = f(t)$  точку *b*, соответствующую фактическому давлению срабатывания сигнализатора, найденному выше и определять задержку как интервал времени  $t_c - t_b$ .

Обработка результатов всех испытаний проведена с учетом этого.

В испытаниях по изложенной выше методике, определено, что: при давлениях в статической полости близких к номинальным ( $P_{ct} = 0.2 \dots 0.4$  МПа) задержка срабатывания сигнализатора давления составляет 0.003—0.020 с. (По ТУ задержка срабатывания не превышает 0.02 с.)

В процессе проведения экспериментов была проведена вторая группа испытаний с различными жиклерами, чтобы установить общие закономерности влияния скорости спада давления на величину задержки срабатывания контактов СДДЗ-2С.

Были проведены испытания с жиклерами диаметрами 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8, 1.0, 2.0, 4.0 мм.

Рис. 4. Характерные кривые спада перепада давлений: 1 — первая пара контактов, 2 — вторая пара контактов, 3 — третья пара контактов, 4 —  $\Delta P = P_{дин} - P_{ст}$  при скоростях спада  $d_j = 0.2$  мм (а), 0.6 мм (б) и 4 мм (в)

(В первой группе опытов все испытания проведены с жиклером  $\varnothing 4.0$  мм).

В отличие от предыдущих испытаний, где давление в трубопроводе динамической полости измерялось датчиком давления, а в статической поддерживалось с помощью манометра, данная серия испытаний проведена с использованием датчика перепада давлений между статической и динамической полостью.

При всех испытаниях давление в трубопроводе динамической полости было равным 0.55 МПа, а в трубопроводе статической полости — 0.30 МПа.

На рис. 4 приведены характерные кривые спада перепада давлений при минимальной ( $d_j = 0.2$  мм), номинальной ( $d_j = 0.6$  мм) и максимальной ( $d_j =$

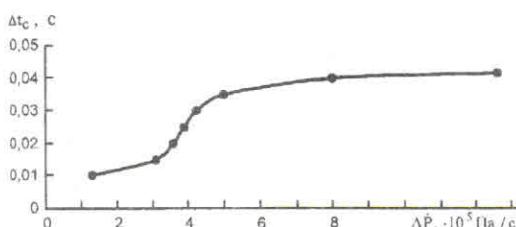


Рис. 5. Обобщенный результат испытаний второй группы

= 4.0 мм) скоростях спада. Минимальная задержка срабатывания 0.010 с получена при минимальной скорости спада перепада давлений от  $\Delta P = 0.25 \text{ МПа}$  до нуля за время  $\tau = 2.48 \text{ с}$ . При спаде за время, близкое к реальному ( $\tau = 0.3 \text{ с}$ ), задержка составляет уже  $\Delta t_c = 0.042 \text{ с}$  и при дальнейшем уменьшении времени спада остается на этом уровне ( $\Delta t_c = 0.040\ldots0.050 \text{ с}$ ), что свидетельствует о влиянии демпфера, отделяющего динамическую полость сигнализатора от трубопровода. Обобщенный результат испытаний второй группы представлен на рис. 5.

Сравнительный анализ результатов испытаний первой и второй группы показывает, что времена задержки срабатывания сигнализатора существенно отличаются. В первой группе  $\Delta t_c = 0.003\ldots0.020 \text{ с}$ , во второй —  $\Delta t_c = 0.040\ldots0.050 \text{ с}$ .

Различия условий проведения испытаний в следующем: в первой группе превышение давления в динамической полости над давлением, при котором срабатывает сигнализатор составляет 0.02—0.03 МПа, во второй — 0.08—0.09 МПа.

С учетом демпфера в конструкции сигнализатора эти различия в начальном давлении приводят к увеличению задержки примерно в два раза.

Проведенная исследовательская работа позволяет сделать следующие выводы. При скорости изменения давления  $\Delta P = 0.9 \text{ МПа/с}$  время задержки срабатывания сигнализатора составляет  $\Delta t_c = 0.042 \text{ с}$ . Дальнейшее увеличение скорости спада давления не влияет на величину  $\Delta t_c$ , и она остается на уровне 0.040—0.044 с. (рис. 5). Минимальная величина  $\Delta t_c = 0.010 \text{ с}$  зафиксирована при медленном (за 2.5 с) спаде давления в динамической полости. ( $\Delta P = 0.125 \text{ МПа/с}$ ).

Указанное выше отсутствие зависимости задержки срабатывания сигнализатора от времени спада давления в трубопроводе при  $\Delta P \geq 0.9 \text{ МПа/с}$  свидетельствует о влиянии демпфера отделяющего трубопровод от динамической полости.

1. Датчиковая аппаратура для телеметрии. / Под ред. Е. Е. Багдатьева. — М., 1970.—Кн. 1.

#### INVESTIGATION OF THE DELAY IN OPERATION OF THE SDD3-2S PRESSURE DROP INDICATOR

O. V. Lebedev, G. G. Martyukhin

Results of experimental investigations of the dependence of the delay in the operation of the pressure drop on the rate of the pressure drop change are presented. The tests showed that the value is variable and depend on the rate of the inspected pressure drop. The results obtained allow us to judge the influence of design features of a transmitter of this type on an important metrology parameter, namely, the delay of operation.

УДК 621.181.29:622.276.652

## СИСТЕМА ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ДЛЯ КАМЕР СГОРАНИЯ РАБОТАЮЩИХ НА ТОПЛИВЕ ВОЗДУХ + КЕРОСИН

© Р. А. Марчан

Державне конструкторське бюро «Південне».

Експериментально показано, що організація локального горіння в резонаторній порожнині дає можливість суттєво покращити характеристики газодинамічних підпалювачів повітряно-газових паливних сумішей. Досягнуті параметри підпалювачів дозволяють говорити про реальність іншого практичного впровадження.

Воспламенение топливных смесей, несмотря на давность проблемы, по-прежнему является актуальной задачей. Оптимизация работы и расширение области применения горелочных устройств по-

стоянно создают спрос на все более совершенные системы зажигания. К сожалению, до сих пор не создана «идеальная» система зажигания, одинаково хорошо пригодная для всего разнообразия горелоч-