

СПОСОБ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЗАПРАВКИ БАКОВ

Н.Н. Елюкин

Предложен способ уменьшения времени заправки баков специальной техники, заключающийся в уменьшении гидравлического сопротивления заправочной магистрали путем снабжения ЗСМ параллельной байпасной линией на участке размещения струйного насоса, имеющего большой коэффициент гидравлических потерь. Расчетами показано, что предложенный способ позволяет уменьшить время заправки бака на 37,5 %.

Ключевые слова: заправка, бак, заправочная магистраль, байпасная параллельная линия, гидравлическое сопротивление, подача насоса, расход, время заправки.

Заправка баков специальной техники обычно выполняется центробежными насосами, имеющими падающую зависимость напора от подачи $H_n = f_1(Q)$, называемую характеристикой насоса. При этом расход заправки определяется как координата Q точки пересечения характеристики насоса и графика зависимости потребного напора заправочной магистрали от расхода заправки $H_{\text{потр}} = f_2(Q)[1]$. Кривая потребного напора тем круче, чем больше гидравлическое сопротивление заправочной магистрали и тем меньше подача насоса или расход заправки (см. рис. 1).

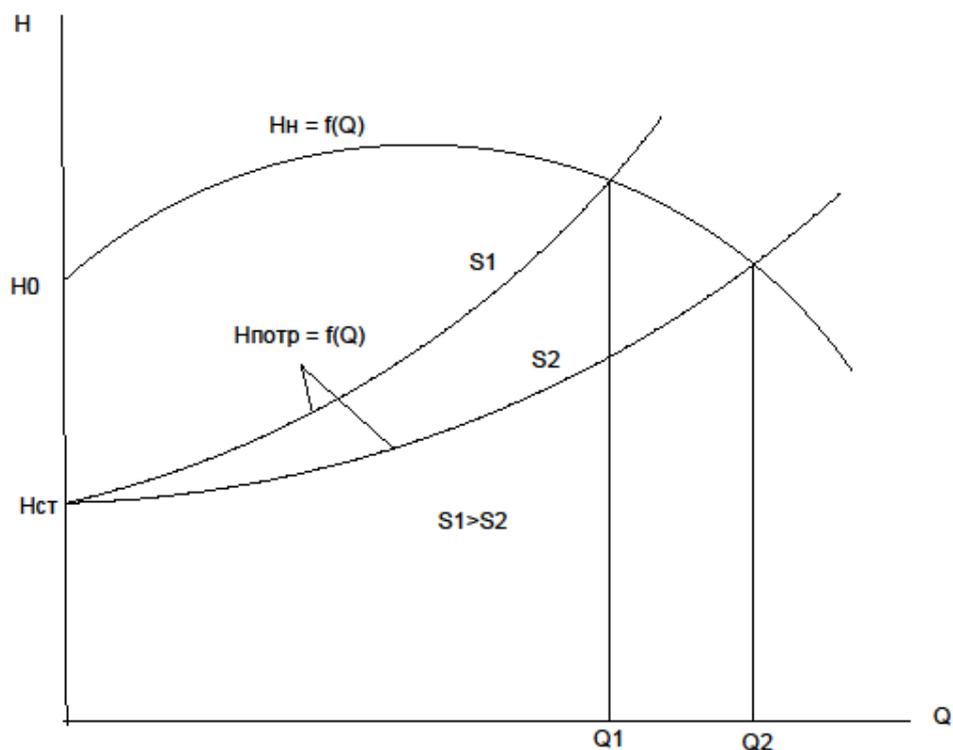


Рис. 1. Схема расчета подачи насоса – расхода заправки

При заправке насос соединяется с баком через протяженную заправочно-сливную магистраль (ЗСМ), имеющую в своем составе ряд устройств регулирования и управления потоком жидкости в магистрали, представляющих собой местные сопротивления, значительно увеличивающие гидравлическое сопротивление ЗСМ. Наибольший коэффициент гидравлического сопротивления имеет струйный насос, установленный в ЗСМ для слива топлива из бака. При заправке бака жидкость движется через струйный насос, его сопротивление увеличивает общее сопротивление заправочной магистрали, уменьшает расход заправки и увеличивает время заправки бака, что нежелательно. В данной работе для уменьшения гидравлического сопротивления ЗСМ и уменьшения времени заправки бака предлагается снабдить заправочную магистраль байпасной (параллельной) линией с установленным в ней дистанционно управляемым клапаном (см. рис. 2). Гидравлическая схема заправки содержит центробежный насос Н, заправочно – сливной клапан ЗСК, заправочную магистраль 7, струйный насос СН, бак Б, клапан КП и линию 8 подачи рабочей жидкости к струйному насосу, действующие при сливе жидкости из бака, байпасную линию 9 с клапаном ОК. При заправке клапан ОК должен быть открыт, при сливе – закрыт. Байпасная линия соединена с ЗСМ перед и после струйного насоса и образует параллельное соединение с участком ЗСМ, содержащим струйный насос. При заправке поток жидкости в точке 2 ЗСМ пере-

дструйным насосом делится на две части – одна часть движется через струйный насос, вторая – по байпасной линии через клапан ОК. В точке 4 параллельные потоки снова сходятся.

Гидравлическое сопротивление ЗСМ без байпасной линии определяется как сумма сопротивлений последовательно соединенных участков 1–2, 2–3, 3–4, 4–5 (см. рис. 1), т.е.:

$$S_1 = S_{12} + S_{23} + S_{34} + S_{45},$$

с байпасной линией:

$$S_2 = S_{12} + S_{\text{пс}} + S_{45},$$

где $S_{\text{пс}}$ – гидравлическое сопротивление параллельно соединенных участков 2–3–4 и 2–6–4.

Гидравлическое сопротивление параллельного соединения определяется из уравнения:

$$1/(S_{\text{пс}})^{0,5} = 1/(S_{234})^{0,5} + 1/(S_{264})^{0,5}.$$

В табл. 1 приведены гидравлические сопротивления участков ЗСМ и суммарное гидравлическое сопротивление ЗСМ без байпасной линии и с байпасной линией.

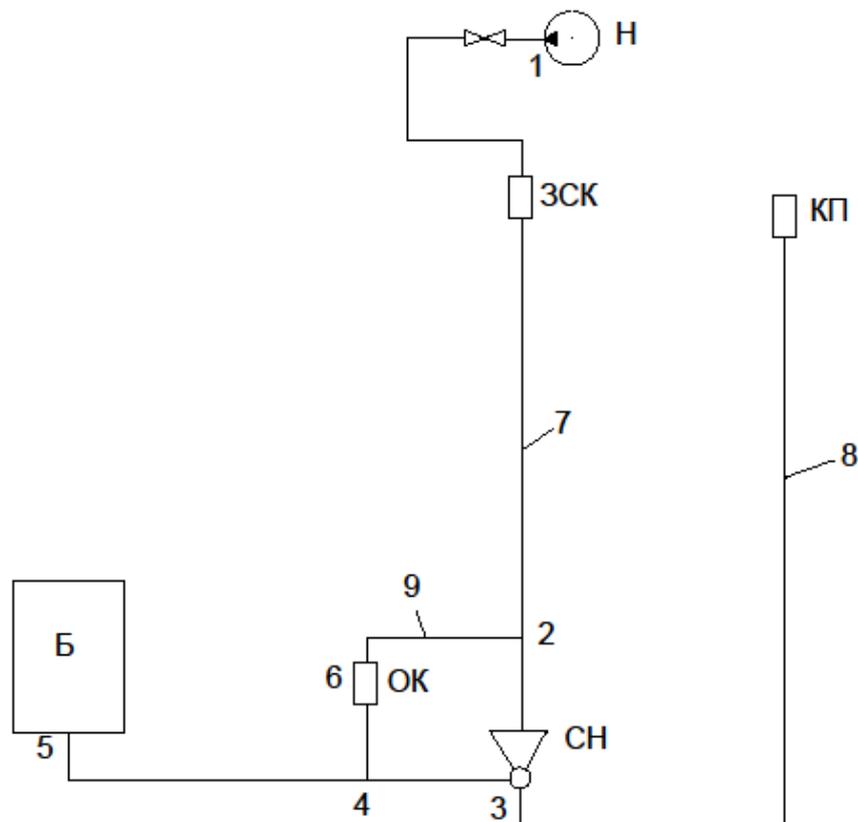


Рис. 2. Схема заправки бака

Н – насос; ЗСК – запорочно-сливной клапан; Б – бак;
СН – струйный насос; ОК – обводной клапан; 7, 8, 9 – линии заправки

Таблица 1

Гидравлические сопротивления участков ЗСМ, $10^6 \text{ с}^2/\text{м}^5$

S_i	Без байпасной линии	С байпасной линией
S_{12}	0,0748	0,0748
S_{23}	0,51	0,51
S_{34}	0,0156	0,0156
S_{45}	0,1483	0,1483
S_{234}	0,5256	0,5256
S_{264}		0,4998
$S_{\text{пс}}$		0,1281
S_1	0,7487	
S_2		0,3512

Как видно из табл. 1, суммарное гидравлическое сопротивление ЗСМ с байпасной линией в 2,1 раза меньше по сравнению с сопротивлением ЗСМ без байпасной линии.

Расход заправки определяется из равенства:

$$H_n = H_{\text{потр}}, \quad (1)$$

где H_n – напор, развиваемый насосом при подаче в данную магистраль;

$H_{\text{потр}}$ – потребный напор заправочной магистрали.

Характеристика центробежного насоса обычно определяется экспериментально, теоретической зависимости, корректно описывающей характеристику насоса, не существует [1]. Учитывая, что диапазон возможных расходов заправки баков достаточно узок, в этом узком диапазоне расходов характеристику насоса с приемлемой для расчетных оценок точностью можно аппроксимировать линейной зависимостью вида:

$$H_n = H_{n0} - kQ,$$

где H_{n0} – подача насоса при $Q=0$;

k – тангенс угла наклона характеристики насоса.

Уравнение потребного напора заправочной магистрали имеет вид [1]:

$$H_{\text{потр}} = H_{\text{ст}} + SQ^2,$$

где $H_{\text{ст}}$ – статический напор;

S – суммарное гидравлическое сопротивление ЗСМ.

В соответствии с равенством (1):

$$H_{n0} - kQ = H_{\text{ст}} + SQ^2,$$

или

$$SQ^2 + kQ + H_1 = 0, \quad (2)$$

где $H_1 = H_{\text{ст}} - H_{n0}$.

Из (2):

$$Q = (-k + (k^2 + 4SH_1)^{0,5})/2S. \quad (3)$$

Время заправки бака обратно пропорционально расходу заправки, следовательно:

$$t_1/ t_2 = Q_2/Q_1.$$

Исходные данные и результаты расчета расхода заправки по зависимости (3) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчета расхода заправки

Параметры	Без байпасной линии	С байпасной линией
$S, 10^6 \text{ с}^2/\text{м}^5$	0,7487	0,3512
$H_{ст}, \text{ м}$	21,7	21,7
$H_{н0}, \text{ м}$	148,7	148,7
$k, 10^3 \text{ с}/\text{м}^2$	2,542	2,542
$H_1, \text{ м}$	170,4	170,4
$Q, \text{ л/с}$	13,473	18,530

Из табл. 2 следует, что при выполнении ЗСМ с байпасной линией время заправки уменьшается 1,375 раза.

Библиографический список

1. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для машиностроительных вузов / Т.М. Башта, С.С. Руднев, Б.Б. Некрасов и др. – 2-е изд., перераб. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.

[К содержанию](#)