

ГИДРОАППАРАТЫ РЕГУЛИРУЮЩИЕ РАСХОД

В мобильных машинах и в нефтепромысловом оборудовании рабочие органы и исполнительные механизмы приводятся в движение гидроцилиндрами или гидромоторами с определённой скоростью и с частотой вращения, соответствующими техническим требованиям.

Для изменения скорости движения штоков гидроцилиндров и частоты вращения гидромоторов применяют регулирующие гидроаппараты, управляющие расходом рабочей жидкости (РЖ) различных конструкций и принципа действия: делители и сумматоры потоков РЖ; дроссели нерегулируемые и регулируемые, в том числе с обратным клапаном; регуляторы расхода двухлинейные с изменяемым расходом на выходе и со стабилизацией в зависимости от температуры РЖ; трёхлинейные с изменяемым расходом на выходе, со сливом избыточного расхода в другую гидролинию или в бак гидросистемы.

Эти гидроаппараты, часто одинаковые по назначению, имеют различные исполнения по присоединению:

- **встраиваемые** в монтажные гнёзда корпусных деталей, которые являются неотъемлемой частью других гидроустройств;
- **винчиваемые**, обычно резьбового присоединения;
- **модульные**, которые соединяют с другими гидроустройствами каналами, выведенными на две параллельные наружные плоскости (в виде монтажных плиток), с помощью которых они соединяются с другими гидроустройствами.

Для нефтепромысловых машин наиболее удобным являются резьбовое присоединение регуляторов расхода, устанавливаемых между трубопроводами в гидравлической системе.

По способу управления расходом гидроаппараты изготавливают: с ручным от поворотной кнопки или рукоятки, с механическим управлением от ролика с возвратной пружиной, с электрическим на входе от электромагнита, обеспечивающим пропорциональное регулирование расхода на выходе и со сливом избыточного расхода во вторую гидролинию или в бак гидросистемы и другие исполнения (см. табл.2).

Делители сумматоры потока являются синхронизаторами расхода РЖ и предназначены для поддержания заданного соотношения расходов в двух или в нескольких параллельных потоках. **Делители** разделяют один поток РЖ на два или более потоков, а **сумматоры** соединяют два или более потоков в один.

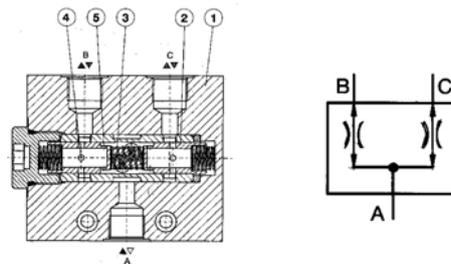


Рис. 1

На рис.1 представлено продольное сечение и условное изображение делителя расхода типа ДТР компании Klavivar, наглядно показывающее конструктивное исполнение. Он имеет две функции: разделяет поток РЖ, поступающий в отверстие А на два потока из отверстий В и С (с точностью $\pm 5\%$) или объединяет потоки РЖ, поступающие из отверстий В и С к А.

Делитель потока состоит из корпуса 1, двух разделяющих золотников 2, трёх слабых пружин 3. При направлении потока от входного отверстия А к В или С поток течёт через отверстие 5 с постоянным сечением и через дросселирующие каналы 4 к рабочим отводам В и С. Перепад давления при прохождении РЖ через отверстия 5 зависит от внешней нагрузки. Увеличение расхода в одном рабочем отводе вызывает увеличение перепада давления через отверстие 5. Перепад давления создаёт силу, которая перемещает оба золотника 2 и уменьшает проходное сечение дросселирующих каналов 4. Золотники продолжают

перемещаться, пока не будет достигнуто равновесие перепадов давления при прохождении РЖ через отверстия 5.

Следовательно, уравниваются одновременно оба потока РЖ и, таким образом, обеспечивается заданное соотношение расходов 50:50%.

При объединении потоков от рабочих отводов В и С к А принцип действия тот же, что и при делении потока. Он также зависит от перепада давления, который, в свою очередь, зависит от расхода. Поэтому делитель расхода работает правильно только в пределах установленного диапазона величины расхода. Ограничение расхода влияет на значение перепада давления, ограничение минимального давления влияет на точность выполнения функций деления и объединения потоков.

Значения основных параметров делителей потока типа DTR приведены в табл.1.

Таблица 1.

Параметры	Типоразмеры			
	DTR-6-20	DTR-6-35	DTR-6-50	DTR-10-70
Минимальный расход, л/мин	8	12	16	35
Максимальный расход, л/мин	20	35	50	70
Макс. диапазон давления, МПа	31,5			
Деление потока, %	50 :50			
Точность деления потока, %	±5			
Диапазон температуры РЖ, °С	от минус 20 до +70			
Диапазон вязкости РЖ, сСт	15÷ 380			
Класс чистоты РЖ по стандартам:	NAS1638 9		ГОСТ17216-2001 13	
Масса, кг	1,7	1,7	1,7	2,65

Гидроаппараты управляющие расходом разделяют на два основных конструктивных исполнения:

а) **дросселирующие**, в которых при постоянной площади проходного сечения расход РЖ (**Q**) зависит от потери давления (**ΔP**);

б) **регулирующие** с расходом, независимым от давления.

Большинство дросселирующих гидроаппаратов изменяют расход при изменении площади проходного сечения. Они представляют собой местные сопротивления, в которых потери давления **ΔP** возникают вследствие резкой деформации потока РЖ.

Графическое обозначение и принципиальная схема дроссельного регулирования расхода показаны на рис.2.

Для обоснованного выбора дросселей необходимо предварительно определить расход РЖ через дросселирующую щель близкую к диафрагме или к соплу по ниже приведенной формуле согласно DIN 1952:

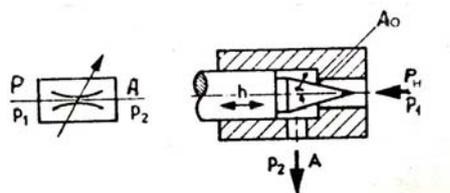


Рис.2

$$Q = \mu A_0 \sqrt{\frac{\Delta P}{\lambda}} \text{ г, (л/мин) ,}$$

где: **Q** -расход рабочей жидкости, л/мин;

A₀ -площадь проходного сечения, см²;

ΔP – потери давления в проходном сечении (вход

P1, выход P2), кг/см²;

μ-коэффициент расхода (в зависимости от формы

λ - удельный вес рабочей жидкости, кг/см³;

Изменение удельного веса РЖ при повышении температуры, например от +20°C до +80°C составляет около 3,5%, то есть незначительное, поэтому не оказывает заметного влияния

Следует иметь в виду, что изменение температуры РЖ и окружающего воздуха в широком диапазоне оказывает существенное влияние на стабильность расхода через дроссели, особенно для щелей в виде винтовой канавки, капилляра, зазора и других дроссельных щелей с округлёнными рабочими кромками.

Перепад давления в дросселе с одной щелью может быть также определён из формулы для расхода:

$$\Delta P = \frac{\Theta}{\mu \sqrt{\frac{2g}{\lambda}}} \quad (\text{кг/см}^2).$$

Анализ схем дроссельного регулирования показал, что при установке дросселя: на входе, на выходе из гидродвигателя или на ответвлении $\Delta P = P_H = P_1 = F$ расход РЖ будет изменяться в зависимости от внешней нагрузки F на рабочем органе; то есть расход всегда зависит от нагрузки

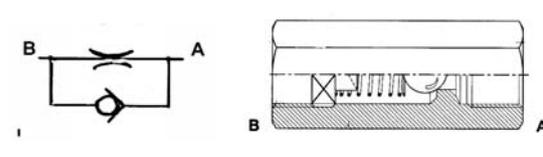
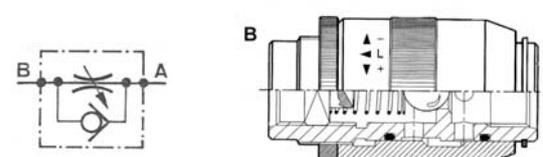
F и от давления насоса P_H ; соответственно скорость исполнительного механизма и ΔP также зависят от внешней нагрузки.

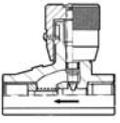
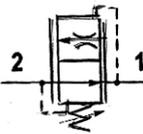
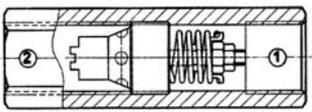
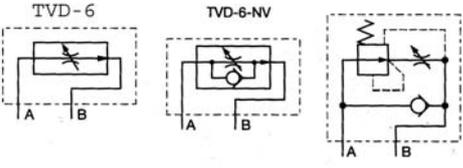
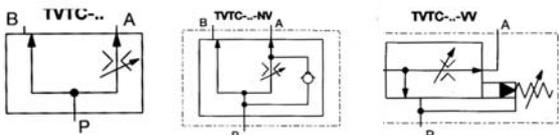
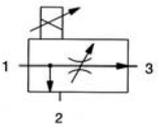
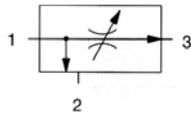
Преимуществом дроссельного регулирования расхода является возможность бесступенчатого регулирования расхода каждого исполнительного механизма наиболее простым и дешёвым способом.

В табл.2 приведены условные графические обозначения (функциональные схемы), обозначение модели и основные параметры дросселей: нерегулируемых типа **SF**, регулируемых путем вращения корпуса типа **SD** и типа **RD**, в котором регулирование расхода изменяется вращением конического запорного элемента.

Дроссели с обратным клапаном типа **SU** с поворотным корпусом, типа **RU** с ручным управлением создают регулируемое изменение потока РЖ в одном направлении и свободный проход потока в другом направлении.

Таблица 2.

№ рис	Графическое обозначение и конструктивное исполнение гидроаппаратов	Обозначение модели	Основные параметры	
			Q, л/мин	P, МПа
1	2	3	4	5
Дроссели не регулируемые с обратным клапаном, резьбового присоединения				
1		VF-MF	10	35
		SF7/d	12	35
		SF10/d	30	35
		SF13/d	45	35
		SF19/d	80	31
		SF25/d	140	25
Дроссели регулируемые без обратного клапана, резьбового присоединения				
2		SD7	12	35
		SD10	30	35
		SD13	45	35
		SD45	80	31
		SD80	140	25
Дроссели регулируемые с обратным клапаном, резьбового присоединения				
3		SU 7	12	35
		SU 10	30	35
		SU 13	45	35
		Su 19	80	31
		SU 25	140	25
		FO 13	50	35
		FO19	90	31
		FO 25	150	25

Дроссель регулируемый с коническим элементом, ручным управлением, резьбовое присоединение				
4	 	RU 7	25	45
		RU 10	45	
		RU 13	70	40
		RU 19	140	35
Двухлинейные регуляторы расхода с компенсацией давления, резьбового присоединения				
5	 	SCF14 MF	1÷10	30
		SCF38- MF	2,5÷25	
		SCF12- MF	16÷67	30
		SCF34- MF	50÷150	
		SCF100- MF	50÷250	
		SCF114 MF	50÷400	
Двухлинейные регуляторы расхода с компенсацией давления, резьбового присоединения				
6		TVD-6-0,9	0,9	10
		TVD-6-2	2	10
		TVD-6-4	4	10-12
		TVD-6-8	6	10-14
		TVD-6-16	16	10-16
Трехлинейные регуляторы расхода с компенсацией давления, ручного управления, резьбового присоединения.				
7		TVTC-12	32	31,5
		TVTC-25	65	31,5
		TVTC-50	65	31,5
Трехлинейные регуляторы расхода с компенсацией давления, с электромагнитным управлением, резьбового присоединения				
8	 	TVTP-25	25	21
		TVTP-50P	60	21
9	 	TVTP-25-B	60	21
		TVTP-60-B	90	21

Регуляторы расхода. Основное назначение регуляторов состоит в поддержании заданного значения расхода на входе вне зависимости от значения перепада давления в подводимом и отводимом потоках РЖ.

По числу внешних гидрوليний различаются регуляторы расхода *двухлинейные* с изменяемым расходом на выходе и *трехлинейные* с изменяемым расходом на выходе и со сливом избыточного расхода во вторую гидрوليнию или в бак гидросистемы.

Во многих случаях точная регулировка расхода РЖ совершенно необходима, например, для управления скоростью опускания и подъема плоской трубы колтюбинговой установки для кислотной промывки скважин. Особенностью процесса регулирования скорости возвратно-поступательного движения является одновременно действующие три переменных параметра: при опускании плоской трубы в скважину уменьшается диаметр барабана и скорость опускания трубы в скважину, соответственно увеличивается усилие натяжения плоской трубы и, соответственно крутящий момент гидромотора, в связи с увеличением веса опущенной части трубы; при подъеме трубы из скважины постепенно увеличивается

диаметр барабана и скорость подъёма трубы, уменьшается усилие натяжения трубы в связи с уменьшением веса. Регулирование скорости необходимо для свинчивания и развинчивания обсадных труб при строительстве и креплении скважин, для привода бурильных труб в процессе бурения, а также насосно-компрессорных труб при спускоподъёмных операциях.

Очень важно иметь возможность управлять частотой вращения блока силового вертлюга, применяемого для верхнего привода бурильного инструмента буровых и ремонтных установок, гидроприводом глубинных насосов; частотой вращения гидромоторов для привода центробежных насосов и дозирочного насоса для кислотной промывки скважин установки насосной УЦН-400х630/10К и во многих других случаях. Задача регулирования расхода РЖ достижима при всех условиях нагрузки только путём установки в гидросистеме устройства, обеспечивающего регулирование расхода, независимо от внешней нагрузки.

Вследствие неизбежного изменения внешнего нагрузочного сопротивления изменяется также давление у входа и выхода из регулятора, в зависимости от схемы установки клапана, регулирующего давление.

На рис.3 приведены принципиальные схемы регулируемого дросселя с последовательной (а) и параллельной (б) установкой дифференциального регулятора давления (редукционного клапана).

Условия равновесия двухлинейного регулятора расхода с последовательно присоединённым дифференциальным клапаном давления: $P_1 A_k = P_2 \cdot A_k + F$ и $P_1 - P_2 = \Delta P_{1-2} = FF/A_k = \text{Const}$.

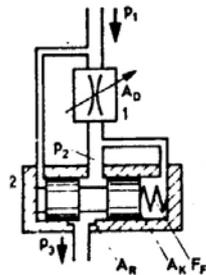


Рис.3а).

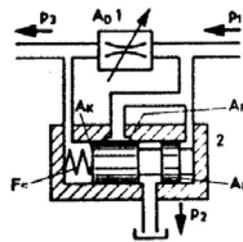


Рис.3б).

Нагрузка пружины FF на площадь дифференциального поршня давления определяют разность давления. Так как нагрузка пружины F_F и площадь A_k дифференциального поршня давления постоянны, то и разность давления $P_1 - P_2$ постоянная и, таким образом, установленная величина расхода является постоянной, независимо от отношения давлений.

Следовательно, можно принять, что $P_1 = P_3 \text{ макс.} + \Delta P_{1-2}$.

Условия равновесия трёхлинейного регулятора расхода с параллельно включенным дифференциальным клапаном давления: $P_1 A_k = P_3 A_k + FF$, $P_1 - P_3 = FF/A_k = \text{Const}$, отсюда $P_1 = P_3 + FF/A_k$.

Так как разность давлений у регулируемого дросселя 1 посредством изменения площади проходного сечения отверстия 2 постоянна, то установленная величина расхода независимо от отношения давления также постоянна.

В этом случае насос должен создавать давление, преодолевающее внешнюю нагрузку и разность давлений, которые определяются дифференциальным компенсатором давления.

Например, если внешняя нагрузка уменьшилась, то и давление насоса будет соответственно низким. При этом КПД установки будет лучшим, чем у двухлинейного регулятора расхода.

В отличие от двухлинейного регулятора постоянство перепада давлений на дросселирующей щели здесь обеспечивается за счёт дросселирования избыточной части потока $Q_{сл}$, то есть разности между подачей насоса Q_n и установленным расходом

$$Q_{уст} (Q_{сл} = Q_n - Q_{уст})$$

Избыточная подача насоса $Q_{сл}$ проходит через дифференциальный компенсатор давления в третий отвод для использования во вторичном контуре (управления, торможения и т.п.) или на слив в бак гидросистемы. Трёхлинейные регуляторы расхода рекомендуется устанавливать на входном потоке первичного контура и при одном направлении потока РЖ.

Двухлинейные регуляторы расхода. В табл.2, на рис.5 показана конструкция двухлинейного регулятора на расход от 1,0 до 400 л/мин типа **SCF** с компенсацией давления для установки в трубопровод с резьбовым присоединением.

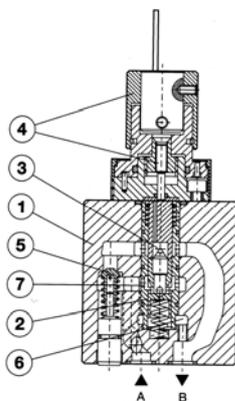


Рис. 4

Двухлинейные регуляторы расхода типа **TVD**, с компенсацией давления, применяют, чтобы задать расход РЖ от 0,9 до 16 л/мин при давлении от 0,4 до 31,5 МПа.

Управление расходом ручное с помощью кнопки или механическое – роликом.

Двухлинейные регуляторы расхода изготавливают в двух исполнениях: со встроенным обратным клапаном или без обратного клапана. Конструкция двухлинейного регулятора расхода типа **TVD** в виде продольного сечения представлена на рис.4, графическое обозначение исполнений на рис.6 в табл.2.

Регулятор состоит из корпуса 1, компенсатора давления 2, дросселя 3, обратного клапана 5. Поток РЖ дросселируется при движении по направлению от входного отверстия А к выходу В.

Компенсатор давления 2 поддерживает постоянный расход в направлении потребителя.

Поток РЖ проходит через просверленное отверстие под компенсатором давления, воздействуя на него давлением, существующем в канале В. С противоположной стороны на компенсатор давления действует давление, существующее перед дросселем 3.

Компенсатор давления смещается в рабочее положение. В канале **В** повышается давление и смещает компенсатор в более открытое положение.

.В результате увеличивается зазор между просверленными отверстиями 7, дросселем 3 и рабочим отводом В. Если же давление повышается в линии А, компенсатор давления смещается в закрытое положение. Расход постоянен и не зависит от нагрузки на исполнительном механизме или рабочем органе. обратный клапан 5 обеспечивает свободное прохождение потока от отверстия В к отверстию А. Регулятор расхода без обратного клапана обеспечивает прохождение потока РЖ только по направлению от А к В.

Основные параметры двухлинейных регуляторов расхода **TVD** приведены в табл.3.

Таблица 3

Тип регулятора расхода		TVD-6-0,9	TVD-6-2	TVD-6-4	TVD-6-8	TVD-6-16
Расход	л/мин	0,9	2	4	8	16
Минимальный перепад давления	МПа	0,4	0,4	1÷1,2	1÷1,4	1÷1,6
Рабочее давление	МПа	до 10	до 10	до 10	до 31,5	
Диапазон температур масла	°С	от минус 20 до+70				
Диапазон вязкости	мм/с ²	15-380				
Класс чистоты РЖ по стандартам	NAS1638	9				
	ГОСТ17216-001	12				
Масса	кг	1,6				

Трёхлинейные регуляторы расхода типа TVTC с компенсацией давления позволяют задать постоянный расход в рабочем отводе А (см. схему на рис.7, табл.2) независимо от изменения давления. Избыток расхода сливается в рабочий отвод В, который может использоваться как второстепенный рабочий отвод или для слива РЖ в бак.

Если канал В используется как вторичный рабочий отвод, давление в нём не должно превышать давление в рабочем отводе А.

Предохранительный клапан, установленный в регуляторе расхода типа TVTC-...-VV ограничивает давление в рабочем отводе А в соответствии с настройкой клапана. Избыток расхода РЖ сливается в бак. Обратный клапан в регуляторе расхода типа NVTC-...-NV обеспечивает свободное прохождение потока РЖ в направлении от рабочего отвода А к подводу Р.

Основные параметры регуляторов TVTC приведены в табл.4

Таблица 4

Типоразмеры регуляторов расхода		TVTC-12...	TVTC-25...	TVTC-50...
Расход в рабочем отводе А	л/мин	1÷12	1÷25	1÷50
Максимальный расход в подводе Р	л/мин	32	65	65
Рабочее давление	МПа	0,5÷31,5		
Перепад давления	МПа	до 0,55		
Давление открытия обратного клапана	МПа	до 0,05		
Стабильность расхода (0,5÷31,5МПа)	%	± 5(Q)		
Диапазон температуры РЖ	°С	от минус 20 до+70		
Вязкость РЖ	мм ² /с	от15 до 380		
Класс чистоты РЖ по стандартам:	NAS 1638 ГОСТ 17216-2001	8 12		
Масса	кг	2 (TVTC-...)	2(TVTC-NV)	3(TVTC-VV)

Трёхлинейные регуляторы расхода с компенсацией давления и пропорциональным электромагнитным управлением типа TVTR, патронного исполнения, предназначены для регулирования приоритетного потока в канале 3 до максимального регулируемого уровня, который в значительной мере зависит от нагрузки и давления. Избыток расхода РЖ отводится в переливной канал 2. (см. графические обозначения на рис.8 и 9 в табл.2).

Поток РЖ в переливном канале, может использоваться во вторичном контуре. Если давление во вторичном контуре выше давления, на которое настроен регулятор расхода, он работает как двухлинейный с изменяемым расходом на выходе.

Регуляторы расхода предназначены для встраиваемого монтажа в корпус гидроустройства. Управляющим элементом является пропорциональный электромагнит, питаемый постоянным током 12 или 24В от электронного усилителя R59209NP221. Защита электромагнита IP 54 по DIN 40050 (IP65 по требованию)

Основные параметры регуляторов расхода типа TVTR приведены в табл.5. при температуре РЖ + 50°С и вязкости 32 сСт.

Таблица 5.

Тип регулятора расхода	л/мин	TVTR-25-B	TVTR – 50-B
Номинальный расход на выходе 3	л/мин	25	50
Расход на входе 1 макс.	л/мин	60	90
Диапазон температур РЖ	°С	От минус 20 до +70	
Вязкость РЖ	мм ² /сек	от 15 до 380	
Класс чистоты РЖ по стандартам:	NAS 1638 ГОСТ17216-2001	8 12	
Масса	кг	0,5	

Регуляторы с электрическим управлением на выходе, включающие пропорциональные редуцирующие клапаны патронного исполнения VER-2A-3R-03, обеспечивают широкий диапазон регулирования расхода в гидросистемах машин при установке двух или трёхлинейных регуляторов расхода.

Общий вид трёхлинейного регулятора расхода серии VRC-310-VEP-2A и графическое изображение представлены на рис.5б и 5в

Рассмотрим принцип действия на основе рис.5б). Если отсутствует пропорциональное давление на редукционном клапане патронного исполнения, то весь поток РЖ от входного отверстия 1 поступает в бак 3 при установленной настройке пружины регулятора давления.

При увеличении расхода РЖ на входе 1 одновременно поток РЖ, вытекающий из отверстия 2, будет пропорционально увеличиваться независимо от изменения давления в гидросистеме. Имеется исполнение регулятора расхода VRFC310-VEP-2A-2S-VED с предохранительным клапаном и двухпозиционным золотником с обратным клапаном (см.рис.5в). Если на предохранительном клапане давление достигнет установленного, то компенсатор давления откроется, обеспечив слив всего входного потока в бак. Функция безопасного обхода потока (разгрузки) от входа 1 на слив в бак Т гидросистемы обеспечивается при подаче напряжения на электромагнит двухпозиционного клапана патронного исполнения.

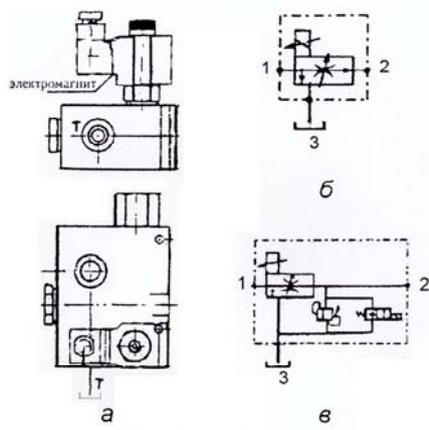


Рис.5. а – общий вид трёхлинейного регулятора расхода; б – гидравлическая схема регулятора расхода с пропорциональным электромагнитным управлением; в – тоже с предохранительным клапаном и двухпозиционным золотником с электромагнитным управлением разгрузки.

Двух- и трёхлинейные регуляторы расхода с электромеханическим приводом и с компенсацией давления

Потенциальным потребителям предлагаем рассмотреть целесообразность применения регуляторов расхода РЖ с электромеханическим приводом и с компенсатором давления, которые обеспечивают изменяемый расход на выходе независимо от изменения давления РЖ.

Эти регуляторы расхода отличаются простой конструкцией, широким диапазоном плавной и устойчивой стабилизацией изменения расхода на выходе и удобством применения.

Механизм управления расходом, соединённый с электромеханическим приводом вращательного движения от электродвигателя постоянного тока, в комбинации с компенсатором давления, обеспечивает заданное значение выходного потока рабочей жидкости, когда входной поток больше требуемого. После этого приоритетный расход на выходе достигает требуемого значения, а избыточная часть расхода сливается во вторичный контур схемы или в бак гидросистемы.

В трёхлинейном регуляторе используется компенсатор давления для приоритетного направления расхода на выходе. Общие виды и графические обозначения регуляторов расхода приведены на рис.6 и 7, а основные параметры приведены ниже в табл.6.

Таблица 6.

Основные параметры	Модель DE-NVA-RH158/250-12CDC	Модель SK-FCQ-RH158/250-2VDC
	МЕХАНИЧЕСКИЕ	
Максимальный расход на входе, л/мин	45	130
Диапазон регулирования расхода, л/мин	(см, графики)	От 0 до 95
Максимальное рабочее давление, МПа	28	28

Утечки рабочей жидкости (в закрытой позиции запорно-регулирующего элемента), см ³ /мин	5,0	5,0
Диапазон температуры рабочей жидкости, °С	от минус 40 до +40	
Рекомендуемая тонкость фильтрации, микрон	40	
	ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ	
Напряжение питания источника пост. тока, В	12 или 24	
Допускаемый ток при перемещении запорно-регулирующего элемента дросселя, мА(12В)	300	
мА (24В)	150	
Продолжительность срабатывания, сек	18	25
Электрический концевой выключатель в полностью закрытой позиции запорно-регулирующего элемента дросселя	В неизменяемом положении (фиксированный)	
То же при полностью открытой позиции запорно-регулирующего элемента	Регулируемый	
Класс защиты от неблагоприятного воздействия окружающей среды	IP65 -эквивалентный NEMA 12/13 (Национальной ассоциации изготовителей электрооборудования США)	

Применение в гидросистемах машин регуляторов расхода с пропорциональными электромагнитами создаёт возможность автоматизации технологических процессов, выполняемых машинами.

При установке микропроцессоров будет обеспечено повторение операций управления, ранее выполненных оператором вручную, роль оператора превратится в задачу наблюдения за работой машины.

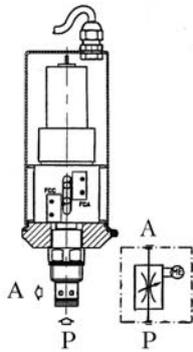


Рис.6. DE-NVA-RH158/250-12CDC.

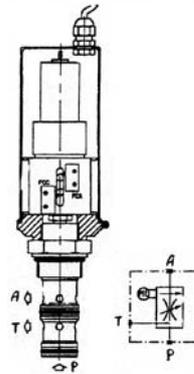
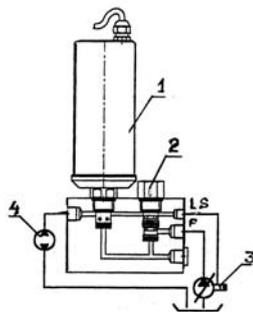
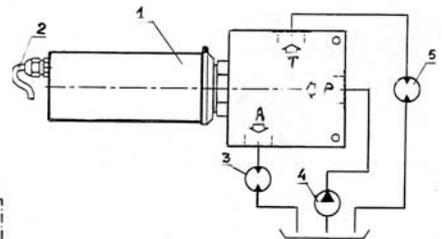


Рис.7. SK-FCQ-RH158/250-12VDC.



Обозначения: P-подвод РЖ; А-выход РЖ; Т- слив РЖ в бак; 1-электродвигатель; 2-регулятор давления; 3 насос регулируемый;; 4-гидромотор (приоритетный); 5- насос нерегулируемый; 6- гидромотор (вторичный).

Выбор оптимальной конструкции регуляторов расхода рабочей жидкости для гидроприводов мобильных машин.

Для изменения скорости возвратно-поступательного движения штоков поршневых гидроцилиндров двустороннего действия или приводных валов реверсивных гидромоторов применяют гидроаппараты, управляющие расходом рабочей жидкости (РЖ), которые в зависимости от свойств разделяют на два основных конструктивных исполнения: **дросселирующие и регулирующие**.

Дросселирующие гидроаппараты управления расходом предназначены для создания гидравлического сопротивления потоку путем дросселирования расхода РЖ, в которых расход РЖ (Q) зависит от потери давления (ΔP). К дросселирующим гидроаппаратам относятся: синхронизаторы расходов (делители и сумматоры потока) и гидродроссели нерегулируемые и регулируемые, в том числе с обратным клапаном или без него.

Регулирующие гидроаппараты управления расходом предназначены для поддержания заданного значения расхода независимо от значения перепада давлений в подводимом и отводимом потоках РЖ. К регулирующим гидроаппаратам относятся регуляторы расхода двухлинейные с изменяемым расходом на выходе и со стабилизацией в зависимости от температуры РЖ и трёхлинейные с изменяемым расходом на выходе со сливом избыточного расхода в другую гидролинию или в бак гидросистемы.

Большинство дросселирующих гидроаппаратов представляют собой местные гидравлические сопротивления, в которых изменения расхода зависит от площади проходного сечения вследствие потери давления ΔP из-за деформации потока РЖ.

Дроссельное регулирование расхода. При дроссельном регулировании расхода, обычно с насосами постоянной подачи, скорость движения исполнительных механизмов регулируют изменением проходных сечений дросселей. При дроссельном регулировании расхода используют три основные схемы установки дросселя в гидросистеме:

на входе, на выходе и в ответвлении.(см.рис.1). Достоинства и недостатки схем установки дросселей изложены в [3].

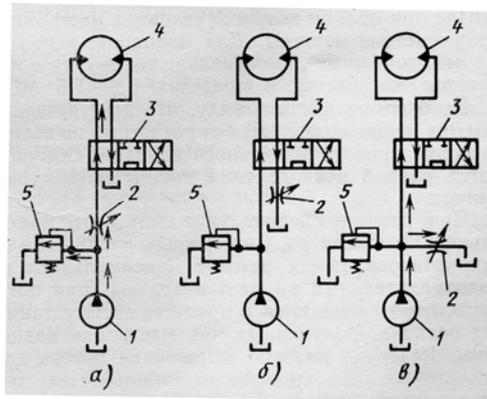


Рис.1. Установка дросселей в гидросистеме: а) - на входе; б) – на выходе; в) – на ответвлении.

Анализом гидросистем установлено, что при дроссельном регулировании расход изменяется в зависимости от давления, создаваемого внешней нагрузкой. Соответственно скорость исполнительного механизма и ΔP также зависят от внешней нагрузки. Следует также иметь в виду, что дросселирование потока РЖ зависит от формы и длины дросселирующей щели: конический дроссель, продольная канавка треугольной или прямоугольной формы, щелевой дроссель или кольцевой дроссель.

Дроссельные схемы регулирования скорости ввиду больших потерь мощности мало эффективны, особенно при эксплуатации гидроприводов большой мощности. Однако дроссельное управление расходом проще и дешевле, поэтому для привода машин небольшой мощности или редко включаемого привода, например для плавного пуска и остановки машины, нередко применяют дроссельное регулирование, при котором часть РЖ сливается в бак, а её энергия превращается в нагрев РЖ в гидросистеме.

Ниже на рис.2а) и 2б) приведены регулируемые дроссели на номинальные расходы 20 и 30 л/мин, рассчитанные на максимальное давление 35 МПа, типа 2CN20, 2CN25 патронного и корпусного исполнения с размерами присоединительной резьбы 1/4" и 3/8" BSP; и типа 2CR30, 2CR35 патронного и

корпусного исполнения с размерами присоединительной резьбы 3/8" BSP и 1/2" BSP. Двухлинейные дроссели предназначены для встраивания в трубопроводы гидросистем. Рекомендуемый класс чистоты РЖ 14 по ГОСТ 17216-2001.

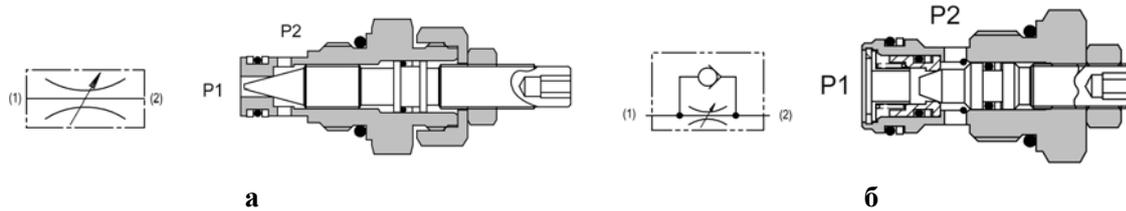


Рис.2 Условные обозначения и продольные сечения двухлинейных регулируемых дросселей типа: а) - 2CN20 и б) - 2CR30.

Эти регулируемые дроссели с коническим запорным элементом патронного исполнения предназначены для регулирования расхода РЖ в обоих направлениях. Типичное применение – регулирование скорости движения штоков гидроцилиндров и частоты вращения гидромоторов.

Дроссель регулируемый типа 2CR30 имеет встроенный обратный клапан, который свободно пропускает поток РЖ в одном направлении, но с дросселированием потока в обратном направлении.

Точное регулирование и полное перекрытие расхода позволяют использовать конические дроссели для демпфирования колебаний давления и предохранения манометров от пиков давления. Вращением запорного элемента дросселя можно изменять проходное сечение дросселя и регулировать расход РЖ приблизительно пропорционально виткам резьбы и использовать его как запорный клапан. В стальной конструкции корпуса регулируемого дросселя установлен закалённый конический запорный элемент. Патронная конструкция дросселя является универсальной для широкого применения.

На рис.3 приведены графическое обозначение и общие виды регулируемых дросселей, установленные в корпусах, стыкового исполнения с условным проходом 6 и 10 мм с обратными клапанами серии VP-NDV-6 и VP-BDV-10 на расход 60 и 100 л/мин и на рабочее давление до 31,5 МПа, с присоединительными размерами по ISO 4401.

Рекомендуемый класс чистоты РЖ 13 по ГОСТ 17216-2001.

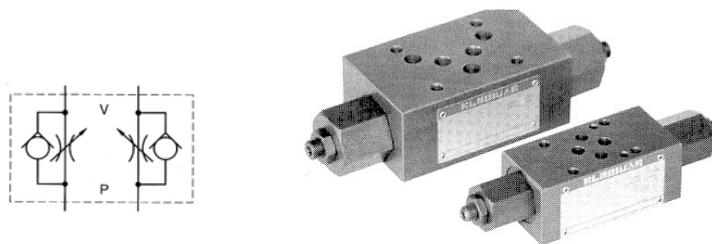


Рис.3 Условное обозначение и общий вид регулируемых дросселей с обратными клапанами серии VP-NDV и VP-NDV-10.

Эти регулируемые дроссели применяются для дросселирования потока в одном направлении и свободного прохода потока в обратном направлении. Дроссели имеют два дросселирующих золотника с регулировочными винтами и два обратных клапана, встроенных в корпус. Поток РЖ от насоса проходит под низким давлением через обратный клапан от входного отверстия V к отверстию P, соединяемому с гидродвигателем (см. графическое обозначение). Обратный поток РЖ от P к V проходит при переменном дросселировании в зависимости от регулирования дросселирующим золотником. Примеры применения дросселей регулируемых в типовых гидравлических схемах приведены на рис.4.

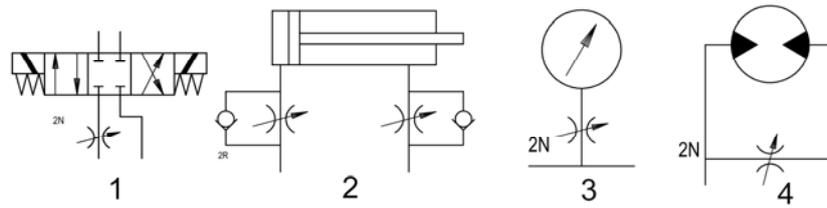


Рис.4. Дроссельное регулирование; 1-регулирование скорости потока на входе; 2 –регулирование скорости потока на выходе; 3-защита манометра от пульсации давления; 4 –регулирование частоты вращения реверсивного гидромотора.

Регуляторы расхода применяются для поддержания постоянства установленного расхода независимо от изменения давления. Принцип работы регулятора расхода показан на рис.5. Регулятор расхода состоит из следующих основных элементов: дозирующего дросселя 1 и компенсатора давления 2 с пружиной 3.

В дополнение к настраиваемому дросселю 1 (дозированному дросселю) в гидроаппарат встроены дросселирующий золотник 2, который действует как компенсатор давления или точнее - регулятор давления и одновременно как элемент сравнения в замкнутой системе обратной связи. Благодаря взаимодействию настраиваемого дросселя 1 и дросселирующего золотника 2, разность давлений на входе P_1 и на выходе P_3 , определяемая нагрузкой, делится на две части: *внутренняя (постоянная)* разность давлений $P_1 - P_2$ на дозирующем дросселе и *внешняя (переменная)* разность $P_2 - P_3$.

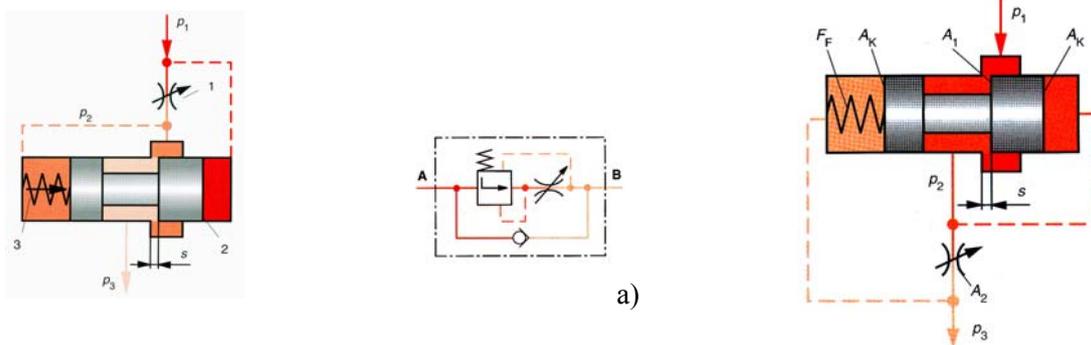


Рис.5. Принцип работы регулятора расхода. Рис.6 Условное обозначение (а) и принцип работы двухлинейного регулятора расхода с компенсацией давления на входе.

Изменение температуры и, соответственно, вязкости РЖ может изменить перепад давления $P_1 - P_2$. Для уменьшения влияния этих факторов применяется специальная форма дросселирующей щели. Тип регулятора расхода зависит от конструкции компенсатора давления. Если компенсатор давления расположен последовательно с дозирующим дросселем, гидроаппарат является *двухлинейным* регулятором расхода, если параллельно – *трёхлинейным* регулятором расхода.

В двухлинейных регуляторах расхода компенсатор давления может располагаться перед дросселем на входе (рис.6а) или после него на выходе (рис.6б)..

На рис.6а) видно, что управляющая (A_1) и дозирующая (A_2) дросселирующие щели расположены последовательно. Золотник компенсатора нагружен справа давлением P_2 и слева - давлением P_3 и усилием пружины F_F . Если пренебречь силами потока РЖ, уравнение равновесия сил на золотнике при входе можно представить в следующем виде: $P_2 A_K = (P_3 A_K) + F_F$ - и установленном на выходе $P_1 A_K = (P_2 A_K) + F_F$

Отсюда перепад давления на дозирующем дросселе на входе: $\Delta P = P_2 - P_3 = F_F / A_K = \text{const}$ или на регулируемом дросселе с компенсатором давления на выходе $\Delta P_2 = P_1 - P_2 = F_F / A_K = \text{const}$.

Следовательно, перепад давления на регулируемом дросселе в двухлинейном регуляторе расхода является отношением усилия регулируемой пружины регулятора давления F_F к торцевой площади золотника A_K и не зависит от последовательности расположения компенсатора давления: перед дросселем или после него.

Поскольку ход золотника компенсатора давления $S \approx 1 \text{ мм}$ и пружина имеет небольшую жесткость, влиянием изменения усилия пружины на постоянство перепада давления или на расход можно пренебречь. Из-за наличия некоторого предварительного натяга золотник не может начать движение до тех пор, пока разность давлений $P_1 - P_3$ не станет больше, чем $\Delta P = F_F / A$ (приблизительно $< 0,8 \text{ МПа}$).

На рис.7а) приведены: условное обозначение и на рис.7б)-принцип работы *двухлинейного* регулятора расхода с компенсатором давления на выходе.

Из рис. 7б), что дозирующий дроссель и компенсатор давления *двухлинейного* регулятора расхода расположены последовательно. Место расположения компенсатора давления (на входе или на выходе) в двухлинейных регуляторах расхода определяется конструктивными соображениями.

В *трёхлинейных* регуляторах расхода дозирующие (A_2) и управляющие (A_1) отверстия расположены не последовательно, а параллельно.

Рассмотрим особенности применения *двухлинейных* регуляторов расхода при дросселировании потока РЖ: на входе (первичное управление), на выходе (вторичное управление) и в ответвлении.

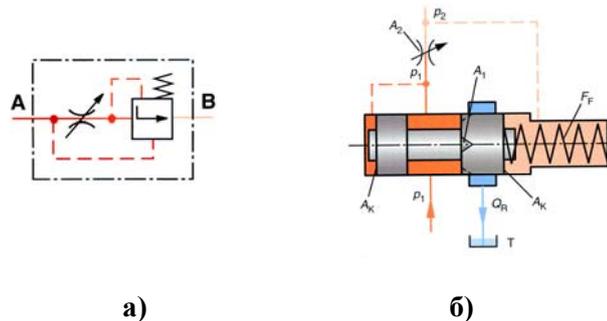


Рис.7. Условное обозначение (а) и принцип работы (б) *двухлинейного* регулятора расхода с компенсатором давления на выходе.

При управлении расходом РЖ на входе (рис.1а) регулятор расхода устанавливают в напорной гидрوليнии насоса после предохранительного клапана, перед гидродвигателем. Эта схема дросселирования рекомендуется для гидросистем, в которых регулируется скорость движения гидродвигателя, преодолевающего противодействующее усилие (положительное сопротивление). В этом случае перед регулятором расхода действует нагрузка, определяемая внешним сопротивлением на гидродвигателе.

Недостатком этой схемы является необходимость настройки предохранительного клапана, установленного перед регулятором расхода, на максимально возможное давление в гидродвигателе. В результате насос постоянно работает под максимальным давлением, даже когда гидродвигатель преодолевает небольшую нагрузку. Кроме этого, потери мощности при дросселировании потока превращаются в нагрев РЖ, которую необходимо охлаждать для стабилизации теплового режима.

При управлении расходом РЖ на выходе (рис.1б) регулятор расхода устанавливают на выходе из гидродвигателя перед баком. Такая схема управления расходом рекомендуется для гидросистем с попутной рабочей нагрузкой (отрицательной), которая стремится перемещать шток гидроцилиндра или вращать вал гидромотора быстрее скорости потока РЖ, определяемой подачей насоса. Сохраняется основной недостаток схемы дросселирования - необходимость настройки предохранительного клапана на максимальное давление и воздействие максимального давления на уплотнительные элементы гидроцилиндра даже при холостом ходе, то есть с более высоким уровнем трения.

При управлении расходом в ответвлении (рис.1в) регулятор устанавливают параллельно гидродвигателю. В этой схеме регулятор ограничивает расход РЖ, поступающей в гидродвигатель, путём перепуска части потока, нагнетаемого насосом, в бак гидросистемы. Если рабочий орган доходит до упора, давление в гидросистеме ограничивается настройкой предохранительного клапана и слив потока РЖ через клапан вновь преобразуется в нагрев.

Преимуществом этой схемы регулирования расхода является ограниченное рабочее давление, которое определяется внешней нагрузкой на рабочем органе или на исполнительном механизме. При этом меньше мощности преобразуется в нагрев РЖ, а выделяемое при дросселировании тепло отводится в бак гидросистемы.

Из приведенного выше сравнения дросселирующих и регулирующих гидроаппаратов управления расходом РЖ следует явное преимущество регуляторов расхода, которые представляют собой комбинацию дросселя с регулятором, поддерживающим постоянный перепад давления на дросселирующей щели.

Зарубежные компании поставляют на российский рынок широкую номенклатуру регуляторов расхода для эксплуатации на открытом воздухе при температуре РЖ от минус 20°C до +90°C. По согласованию допускается применение при температуре РЖ до минус 40°C на гидравлическом масле МГ-15В, ТУ38.101479-00.

В *трёхлинейном* регуляторе расхода (рис.9) компенсатор давления регулирует перелив избыточной части потока РЖ через специальный канал в бак гидросистемы или в отдельную систему. Обычно в *трёхлинейный* регулятор расхода встроен предохранительный клапан, ограничивающий максимальное давление.

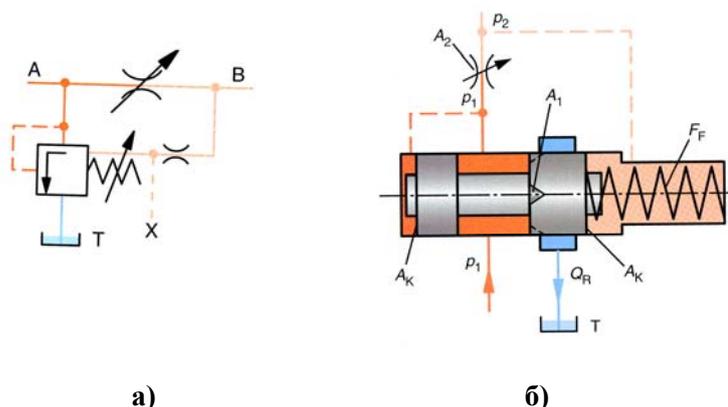


Рис.9. Условное обозначение (а) и принцип работы (б) трёхлинейного регулятора расхода.

Так как избыточная часть потока РЖ сливается в бак, *трёхлинейный* регулятор расхода может устанавливаться только в напорной гидролинии. При соединении отверстия управления X с баком, возможна разгрузка гидросистемы от давления. Давление на выходе из насоса превышает давление в гидродвигателе только на величину потерь давления в дозирующем дросселе, в то время как в двухлинейном регуляторе расхода насос постоянно работает под максимальным давлением настройки предохранительного клапана. Следовательно, при использовании трёхлинейного регулятора расхода существенно уменьшаются потери мощности, повышается КПД гидропривода и снижается тепловыделение.

Анализом применения гидрооборудования в гидросистемах зарубежных мобильных машин установлено преимущественное применение регуляторов расхода для дистанционного управления скоростью рабочих органов и исполнительных механизмов оператором машины из кабины. Это создаёт не только комфортные условия для машинистов, но и существенно повышает производительность и качество выполняемых технологических операций. Технически более совершенное и экономически более эффективное управление скоростными режимами работы управление с помощью регуляторов расхода при наименьших потерях давления и мощности, повышает КПД гидропривода по сравнению с дроссельным регулированием.

Различные модификации регуляторов расхода двух и трёхлинейных исполнений с компенсацией давления могут выполнять дополнительные функции, так как имеют встроенный предохранительный клапан и двухпозиционный распределитель с электромагнитным управлением, изменяющий направление потока, разгрузку гидросистемы от давления, а также использование канала LS, «чувствующий» нагрузку, для управления расходом РЖ.

Для технически обоснованного применения гидроаппаратов, управляющих расходом, прежде всего необходимо понять принцип действия, а затем рассматривать рабочие параметры, конструктивные особенности и условия применения приоритетного регулятора потока, поскольку в нормальном режиме *трёхлинейные* регуляторы с различными вариантами конструктивного исполнения работают одинаково.

На рис.10 приведены два *двухлинейных* регулятора расхода *дросселирующего типа* с компенсацией давления, серии 2CFR30 только патронного исполнения (см.рис.9а) и серии 2CFR35 патронного и корпусного исполнения с диапазоном регулируемого потока от 1 до 30 л/мин, на максимальное давление 35 МПа.

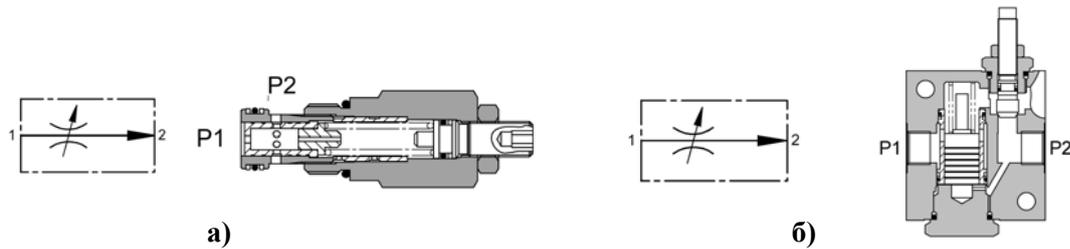


Рис.10. Условное обозначение и продольное сечение двухлинейного регулятора расхода дросселирующего типа: а) серии 2CFR30 патронного исполнения и б) серии 2FR корпусного исполнения.

На рис.10б) показаны двухлинейные регуляторы расхода патронного и корпусного исполнения серии 2FR25, 2FR55, 2FR95, 2FR195 с диапазоном регулируемого потока от 0 до 195 л/мин, на максимальное давление 21 МПа. Избыток потока сливается через предохранительный клапан, установленный в гидросистеме. Избыток потока сливается через предохранительный клапан, установленный в гидросистеме. Кроме этого на рис.11 приведены два двухлинейных регулятора дросселирующего типа с **реверсивным потоком** серии 2CFRC60 только патронного исполнения (рис.11а) и серии CFRC65 патронного и корпусного исполнения с диапазоном регулируемого потока от 2 до 60 л/мин на максимальное давление 35 МПа (рис.10б). Пять аналогичных конструктивных исполнений регуляторов расхода изготавливают в корпусном исполнении серии 2FRC25, 2FRC55, 2FRC95, 2FRC195 с диапазоном регулируемого потока от 0 до 195 л/мин на максимальное давление 21 МПа.

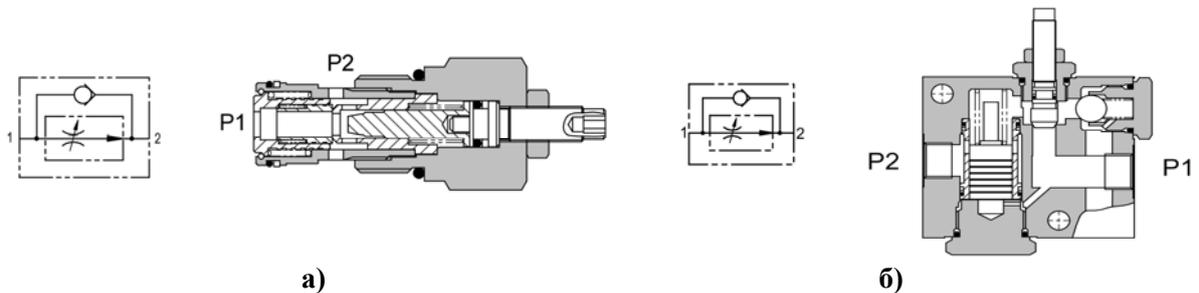


Рис.11. Условное обозначение и продольное сечение двухлинейных регуляторов расхода с реверсивным направлением потока, дросселирующего типа: а) серии 2CFR60 патронного исполнения и б) серии 2FRC корпусного исполнения.

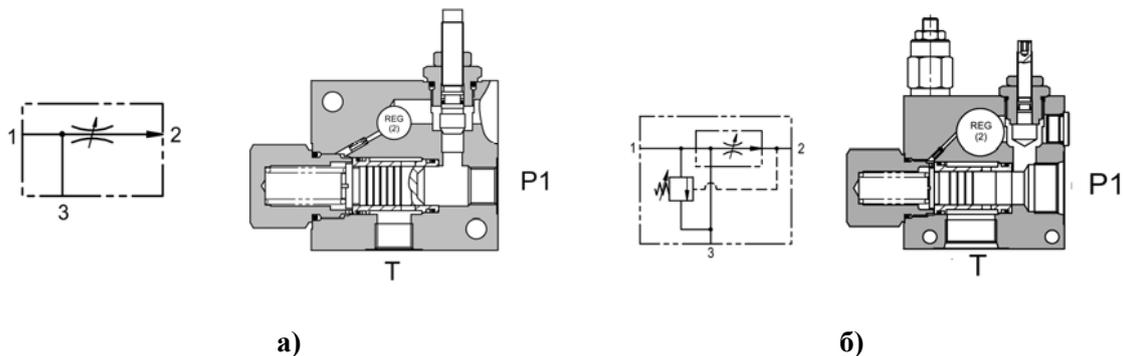


Рис.12. Условное обозначение и продольное сечение регуляторов расхода серии 2FB25 и 2FBAR.

На рис. 12 приведены *трехлинейные* регуляторы расхода в корпусном исполнении, *обводного (переливного)* типа: серии 2FB25, 55, 95, 195 с переливом избытка потока РЖ в бак 9 (см. рис.12а) и серии 2FBAR25, 55, 95, 195 с понижением давления при переливе избытка потока РЖ в бак (см. рис.12б). Диапазон регулируемого потока РЖ от 25 до 195 л/мин, максимальное давление 21 МПа. Величина регулируемого расхода и, соответственно, скорость выполнения рабочих операций исполнительных механизмов, будут в значительной степени независимы от давления, создаваемого внешней нагрузкой.

Если, например, используется регулирование расхода от установленной подачи шестерённым или аксиально-поршневым насосом, через регулятор расхода будет проходить заданный насосами поток РЖ, а избыточная часть потока РЖ будет направлена в бак через предохранительный клапан гидросистемы под установленным давлением (серия 2FB) или при рабочем давлении, определяемом настройкой пружины переливного золотника.

Давление в напорной гидролинии должно быть примерно на 0,7 МПа выше, чем давление в гидросистеме, которое является рабочим давлением регулятора.

Входной поток РЖ, поступающий в отверстие P1 регулятора, проходит через регулируемый канал, преодолевая силу пружины дросселирующего золотника, и выходит из отверстия регулируемого канала REG(2). Перепад давления определяет создаваемую силу на торце переливного золотника, которая при заданном расходе перемещает переливной золотник, регулирующий давление потока РЖ, проходящей через радиальные отверстия в направляющей втулке переливного золотника.

Для обеспечения работоспособного состояния регулятора расхода давление в сливной гидролинии в бак должно быть ниже, чем минимальное давление в гидролинии, регулирующей расход РЖ. Если давление в системе превышает установленное давление разгрузки, тогда золотник, управляющий разгрузкой, открывает сливной канал T в бак гидросистемы.

Регулятор расхода будет направлять необходимый избыток РЖ в обводной (переливной) канал, чтобы постоянно поддерживать установленное давление управления потоком РЖ в обоих каналах и максимальное давление.

Далее рассмотрим основные параметры и эксплуатационные свойства **трёхлинейных регуляторов расхода** с компенсацией давления в обоих направлениях потока РЖ, **приоритетного типа** серии 2FP, которые обеспечивают первостепенный перелив избытка проходящего потока в бак или направляют его в отдельную систему.

Диапазон регулируемого потока для регуляторов серии 2FP/25/55/95/195 составляет от 0 до 195 л/мин, максимальное давление 21 МПа. Для регуляторов серии 2FPX5444 диапазон потока 380 л/мин, максимальное давление 35 МПа. Рекомендуемый класс чистоты РЖ 14 по ГОСТ17216-2001 (номинально 25 мкм), оптимальный диапазон изменения вязкости РЖ: от 15 до 380 мм²/с, допускаемая температура РЖ от минус 20°С до + 90°С. (см. рис.13).

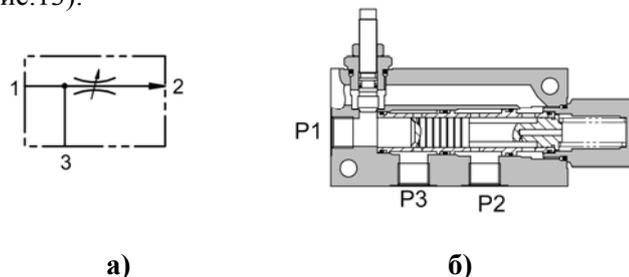


Рис.13. Условное обозначение (а) и продольное сечение (б) трёхлинейного регулятора расхода с компенсацией давления приоритетного типа серии 2FP.

Величина потока РЖ и скорость привода исполнительных механизмов будет в значительной степени независимой от внешней нагрузки и создаваемого давления. Если используется регулирование потока РЖ от установленной подачи, например шестерённого или поршневого насоса, через регулятор будет проходить заданный расход, а избыточная часть потока будет проходить через переливной канал. Расход из переливного канала может использоваться для вторичной схемы (например, для управление вспомогательными операциями), если требуется более высокое или более низкое давление, чем регулируемое давление.

Давление потока РЖ на входе P1 (см. рис.13) будет приблизительно на 0,7 МПа больше, чем регулируемое давление или давление в переливном канале не должно быть более высоким. Поток РЖ от насоса поступает во входное отверстие P1, проходит через дросселирующий канал и выходит из отверстия P2 регулируемого канала. Перепад давления при проходе через дросселирующий канал определяет усилие, которое в заданном диапазоне регулирования расхода, преодолевает силу пружины регулирующего золотника. Результирующий вектор силы перемещает регулирующий золотник и поток РЖ поступает в

переливной канал через радиальные проходные отверстия, переливает избыток РЖ и выходит из отверстия Р2.

Когда расход РЖ на входе Р1 в регулятор уменьшится ниже настройки клапана, разность давлений на коническом дросселе станет ниже 0,7 МПа при котором будет оставаться открытым проход в переливной канал Р3. За счёт этого всегда удовлетворяется потребность в расходе РЖ в приоритетной гидролинии, и только после этого открывается проход РЖ в переливной канал 3.

Через регулятор может проходить не весь расход РЖ, так как ограниченная часть потока может проходить через отверстие регулируемое коническим дросселем.

Закалённые и притёртые рабочие детали регулятора расхода обеспечивают точное регулирование расхода и длительный срок службы.

Регуляторы расхода трёхлинейные с приоритетным типом разгрузки через обводной канал серии 2FPH55, 95 и 195 с диапазоном регулируемого потока от 0 до 195 л/мин, рассчитанные на максимальное давление 28 МПа для серии 2FPH55 и 35 МПа для серии 2FPH95 и 2FPH195, дополнительно оснащены предохранительным клапаном и клапаном с дистанционным электромагнитным управлением, регулирующим ограничение давления и управляющим направлением потока РЖ.

Условное графическое обозначение и продольное сечение регулятора серии 2FPH приведены на рис.14.

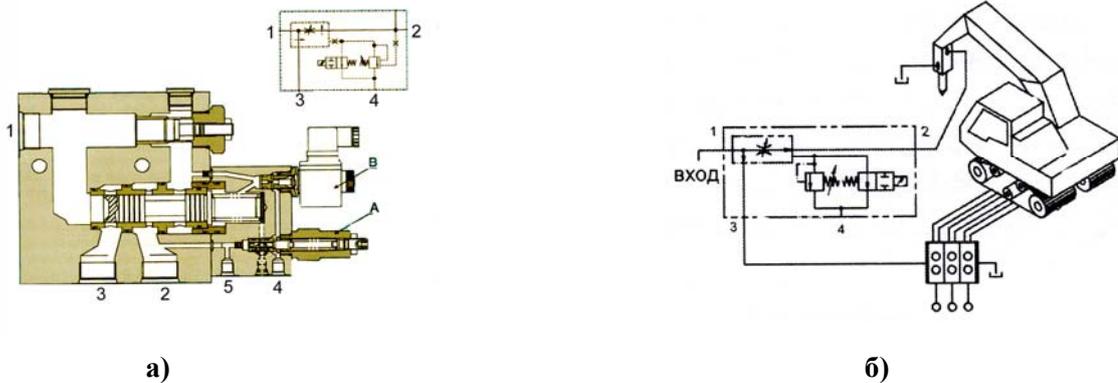


Рис.14а). Приоритетный регулятор расхода серии 2FPH250/350: 1 – входное отверстие, 2 – регулируемый канал; 3 – переливной канал; 4 – дренажный канал; 5 – канал чувствующий давление; А – клапан управляющий давлением; В – клапан изменяющий направление потока РЖ с электромагнитным управлением.

Рис.14б). Схема соединения регулятор расхода с гидросистемой экскаватора.

Входной поток РЖ 1 проходит через настраиваемый конический регулятор, регулируемые радиальные отверстия в направляющей втулке, дросселирующий канал и выходит из регулируемого канала через отверстие 2.

Перепад давления через дросселирующие отверстия определяет создаваемую на регулируемом золотнике силу, которая в заданном диапазоне регулирования расхода, преодолевает силу пружины золотника. Результирующий вектор силы, перемещающей золотник, регулирует поток РЖ через осевое и радиальные проходные отверстия в направляющей втулке и переливает избыток потока РЖ в обводной канал, затем выходит из отверстия 4.

В этом случае насос должен создавать давление, преодолевающее внешнюю нагрузку и разность давлений, которые определяются дифференциальным компенсатором давления.

Клапан **В** с электромагнитным управлением соединяет камеру дросселирующего золотника с пружиной со сливной гидролинией и в нормальном (выключенном) режиме весь поток РЖ отводится по обводному каналу 3.

Регулируемый расход выбирается с учётом подачи электропитания для перемещения золотника электромагнита.

Регулируемый предохранительный клапан **А** отводит поток РЖ из камеры с пружиной при давлении начальной установки и отводит поток РЖ по обводному каналу 3. Чтобы полностью гарантировать выключение необходимо, чтобы давление на обратном клапане в обводном канале или в управляющей гидролинии было не менее 1,0 МПа.

Конструкция корпуса регулятора потока с тремя наружными отверстиями позволяет соединять это гидроустройство, дистанционно изменяющее направление потока, непосредственно с гидросистемой машины. Регуляторы расхода серии 2FPH применяют в гидроприводе навесного рабочего оборудования, когда требуется управляемый расход РЖ при ограничении давления, которое должно быть ниже максимального давления в гидроприводе базовой машины (рис.14б).

В процессе эксплуатации регуляторов потока серии 2FPH был обнаружен следующий недостаток: чувствовалось изменения давления для ограничения регулируемого давления, воздействовавшего на входной поток РЖ. Это означало, что при повышении давления на входе в регулятор Р1 до уровня, превышающего настройку давления в рабочем оборудовании, клапан направлял весь поток РЖ в переливной (обводной) канал и в приводе рабочего оборудования возникал недостаток расхода РЖ. В результате область применения таких регуляторов расхода ограничивалась гидромолотами и другим рабочим оборудованием, требующим высокого давления. Альтернативным решением этого недостатка была настройка на высокое давление клапана, управляющего давлением в регуляторе расхода, и было предложено установить внешний предохранительный клапан и соединить его с регулируемым каналом.

Для дальнейшего совершенствование гидросистем управления рабочим оборудованием землеройных, планировочных, подъёмно-транспортных, грузоподъёмных, лесозаготовительных, коммунальных и др. машин, были созданы два новых регулятора расхода, предназначенные для машин с навесным рабочим оборудованием, которым может потребоваться давление в переливном канале, превышающее давление в регулируемом канале, и при этом должна обеспечиваться нормальная работа навесного оборудования.

Трёхлинейные регуляторы расхода серии 2AFPH250 и 2FPH350.

Диапазон регулируемого потока от 0 до 250 и до 350 л/мин, максимальное давление 35,0 МПа. Условное обозначение регулятора расхода серии 2FPH250/350 и схема его соединения с гидромолотом экскаватора приведены на рис.14б).

Ограничение давления в регулируемом канале 2 обеспечивается с помощью клапана управляющего разгрузкой давления (А на рис.13), который ощущает давление только в регулируемом канале. Это позволит повысить давление в переливном канале выше давления настройки регулируемого канала 2, не влияя на работу навесного оборудования.

Эти регуляторы расхода работают в обычных условиях как выше изложенные регуляторы 2FP, но если давление в регулируемой гидролинии 2 поднимется выше давления настройки клапана А, управляющего давлением, он соединит пружинную камеру с баком («промоет» камеру пружины), в результате этого регулирующей золотник сместится, отсекая поток РЖ, поступающий в регулируемый канал 2. Возникший недостаток расхода вызовет уменьшение давления и управляющий давлением клапан А, закроется, в тоже время золотник регулирующей давление, снова откроет проход в регулируемый канал 2. Практически это происходит плавно и обеспечивается уравнивание.

Если включить управляющий давлением клапан В с электромагнитом и соединить пружинную камеру с баком, то весь поток РЖ будет направлен в переливной канал 3.

Эти регуляторы расхода РЖ с компенсацией давления идеально работают в гидросистемах с гидромолотом, они также применяются в гидросистемах машин для уплотнения грунтов, щебня, каменных материалов, а также для разработки скального и мёрзлого грунта.

Накопленный опыт эксплуатации регуляторов расхода серии 2FPH вызвал необходимость повышения номинального расхода РЖ, поэтому были созданы регуляторы на расход 250 и 350 л/мин. Примеры применения регуляторов расхода с компенсацией давления в типовых схемах приведены на рис.15.

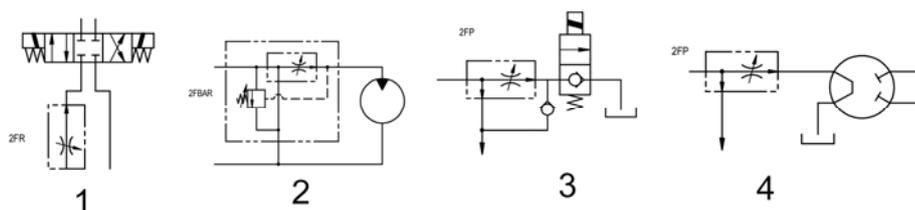


Рис.15. Типовые схемы применения регуляторов расхода: 1-регулирование скорости на входе; 2 – управление частотой вращения гидромотора; 3 – двухскоростная схема управления скоростью; 4 – схема рулевого управления.

Практика применения клапанов встраиваемого исполнения даёт возможность объединить исполнение со многими гидравлическими функциями в одном гидравлическом блоке, начиная от единичного клапана, управляющего движением штока гидроцилиндра, до сложного клапанного коллектора, управляющего всеми операциями машины, позволяя при эксплуатации машины с гидроприводом, улучшить рабочие характеристики, эксплуатационные свойства и уменьшить расходы.

Описанные выше многофункциональные регуляторы расхода РЖ изготавливают как автономные встраиваемые в гидролинию, так и в виде встраиваемых в конструкцию гидроблока, обеспечивающего выполнение многих функций.

Компания ЗАО «ГидраПак Холдинг» имеет возможность удовлетворить многочисленных потребителей мобильных машин современными средствами управления навесным рабочим оборудованием и исполнительными механизмами, которые создают дополнительные преимущества, позволяют повысить технический уровень и конкурентоспособность.

Представленная информация даёт возможность использовать зарубежный опыт применения регуляторов приоритетного потока в гидроприводе отечественных мобильных машин при различных уровнях давления в регулируемом и переливном каналах, который является принципиальной основой совершенствования системы управления расходом РЖ. Настройку уровня давления обеспечивает простой конический дроссель с компенсирующим золотником, который ограничивает расход, поступающий в канал с более высоким давлением и, таким образом, поддерживает контролируемый расход, поступающий из управляемого канала.