

НМ...F, НМ...Е Турбинные расходомеры с фланцевыми (F) или резьбовыми (Е) соединениями



Применение

Турбинные датчики объемного расхода (далее турбины) служат для точных измерений расхода и объема жидкостей с низкой вязкостью.

Примеры:

- Топливо
- Сжиженный газ
- Растворители
- Легкий мазут
- Фармацевтические жидкости
- Нормальная деминерализированная вода

Принцип работы

Турбинные расходомеры КЕМ являются счетчиками объема и работают по принципу счетчиков с крыльчаткой Вольдмана: они регистрируют протекающий через поперечное сечение трубы объем, используя среднюю скорость потока.

Колесо турбины имеет малую массу и расположено в корпусе датчика концентрически. Поток набегаёт на колесо турбины в осевом направлении. Успокаивающее устройство уравнивает поток, таким образом, колесо подвергается воздействию квазиламинарного потока. Число оборотов колеса турбины пропорционально средней скорости потока через поперечное сечение. Тем самым число оборотов в широком диапазоне пропорционально объемному расходу.

Справедливо следующее соотношение (без учета механических и гидравлических потерь):

Равенство 1

$$Q = c \cdot 2\pi \cdot r \cdot A \cdot n \cdot \text{ctg } \alpha$$

Q-объемный расход

С- корректирующий коэф.

г- средний радиус лопасти

A - площадь поперечного сечения потока

n- число оборотов

α- угол между лопастью и осью колеса

В турбину вкручивается или чувствительный элемент несущей частоты или индуктивный чувствительный элемент. Чувствительный элемент регистрирует число оборотов колеса турбины с малым обратным воздействием благодаря немагнитному корпусу датчика расхода.

Колесо турбины выполнено из нержавеющей стали с достаточной магнитной проводимостью.

- В расходомерах с чувствительным элементом несущей частоты колесо при каждом проходе лопасти воздействует на электрическое поле чувствительного элемента. Частота амплитудной модуляции соответствует числу оборотов колеса.
- В расходомерах с индуктивным чувствительным элементом колесо при каждом проходе лопасти воздействует на магнитное поле чувствительного элемента. Изменение магнитного поля индуцирует в чувствительном элементе напряжение. Частота синусоидального напряжения чувствительного элемента соответствует числу оборотов колеса.

После усиления и преобразования сигнала чувствительного элемента получается сигнал в виде прямоугольных импульсов. Число импульсов в единицу времени пропорционально мгновенному значению расхода.

Равенство 2

$$n/Q = K (v/Q)$$

n- число оборотов
Q-объемный расход
K-коэффициент пропорциональности
v-кинематическая вязкость

Получаемы из равенства 2 идеальный коэффициент пропорциональности (K-фактор), является функцией геометрических размеров, скорости потока и кинематической вязкости. В пределах определенного интервала скоростей K-фактор приблизительно постоянный. С учетом пересчетных коэффициентов можно вывести равенство 3:

Равенство 3

$$Q = f \cdot 60 / K \text{ л/мин}$$

Q- объемный расход, л/мин
f- частота генерируемых импульсов, Гц
K-фактор, имп/л

Калибровка

Перед выпуском из производства мы калибруем все турбины на наших стендах и составляем индивидуальные протоколы калибровки. Существует возможность калибровки при различных вязкостях, соответствующих вязкости рабочей среды в реальных условиях.

Благодаря аккредитации РТВ нашей лаборатории (в стандарте DKD) обеспечивается то, что результаты калибровки могут быть приведены к национальным стандартам.

При калибровке через турбину проходит с постоянной скоростью объем, определяемый с погрешностью $\pm 0,01\%$. Выдаваемые при этом турбиной импульсы подсчитываются в электронном блоке и пересчитываются в единицы объема. В результате калибровки определяется K-фактор в размерности имп/л. Этот K-фактор

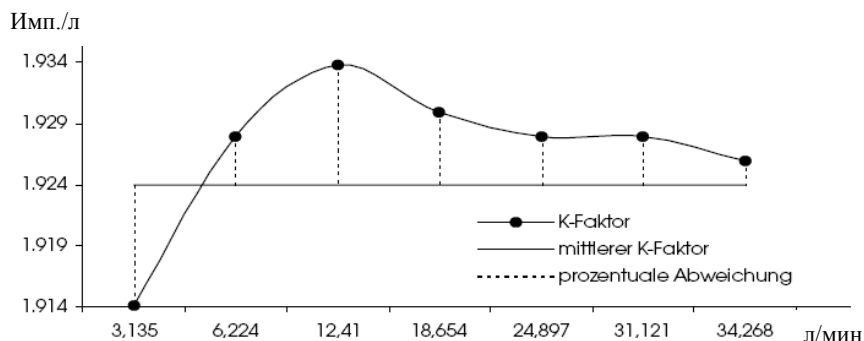
справедлив, строго говоря, только для определенной скорости потока. Для турбин, однако, интересной является линейная область измерения расхода, т.е. область постоянства К-фактора. Она может быть определена путем повторения процесса измерения при различных скоростях потока. При этом К-фактор меняется со скоростью потока не значительно. Соединяя отдельные точки измерения, получаем калибровочную кривую турбины, из которой определяем средний К-фактор. Средний К-фактор действителен для всего диапазона измерения.

Пример:

Турбина НМ 9

Диапазон
Измерения: 3...30 л/мин

$$K_{\text{средн.}} = \frac{(K_{\text{макс.}} + K_{\text{мин.}})}{2}$$



Точность

1. Линейность

максимальное отклонение К-фактора от среднего К-фактора в процентах.

В общем, погрешность нелинейности К-фактора в области измерения для турбины составляет от $\pm 0,15\%$ до $\pm 1\%$. Линейная область у гидродинамических приборов измерения расхода зависит от числа Рейнольдса среды измерения и номинального диаметра турбины. При росте вязкости и малых скоростях потока увеличивается погрешность нелинейности. Влияние вязкости уменьшается с увеличением номинального диаметра турбины.

2. Воспроизводимость: ошибка разброса калибровочной кривой

Если измерения повторяются при определенном расходе, воспроизводимость обозначает процентное отклонение результатов измерения. В общем, отклонение составляет от $0,05\%$ до $0,1\%$ и возрастает до $0,2\%$ лишь у турбин с диаметром менее DN9.

Преимущества

- *Высокая стойкость к воздействию давления и малая потеря давления*

В нашей программе имеются турбинные расходомеры для давления до 400 бар и с фланцами высокого давления фирмы BASF до 4000 бар. Большим преимуществом турбин по сравнению с другими приборами измерения объема/расхода является низкая потеря давления, значение которой зависит от вязкости среды и номинального диаметра датчика. Потеря давления имеет значение только при очень малых давлениях среды.

- *Малое время реагирования*

Момент инерции колеса турбины мал. Время разгона от состояния покоя до полного числа оборотов находится в зависимости от номинального диаметра датчика, в пределах 5...50 мс, благодаря этому можно регистрировать быстрые скачки расхода и пульсирующие потоки.

- Широкий диапазон температур

Стандартное исполнение: $-20...+120^{\circ}\text{C}$

Специальное исполнение с подшипниками (опорами) для криогенных жидкостей: до -220°C

Специальное высокотемпературное исполнение: до $+350^{\circ}\text{C}$

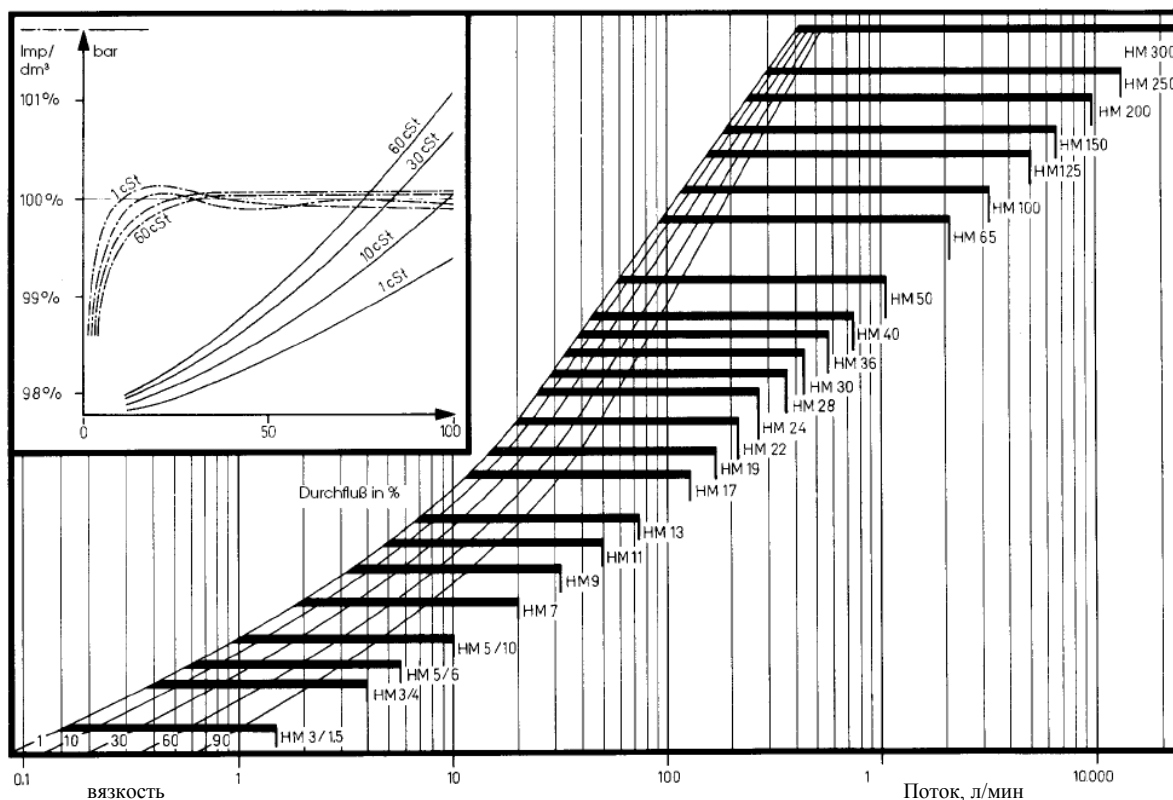
- Нечувствительность к загрязнениям

Турбины КЕМ обладают сравнительно малой чувствительностью к зернистым загрязнениям. Зазор между ротором опорой подшипника достаточно велик, так что из-за проникших твердых частиц заедания не происходит. Кроме того, присутствующие в зазоре завихрения потока за счет центробежной силы вымывают мелкие твердые частицы из подшипников.

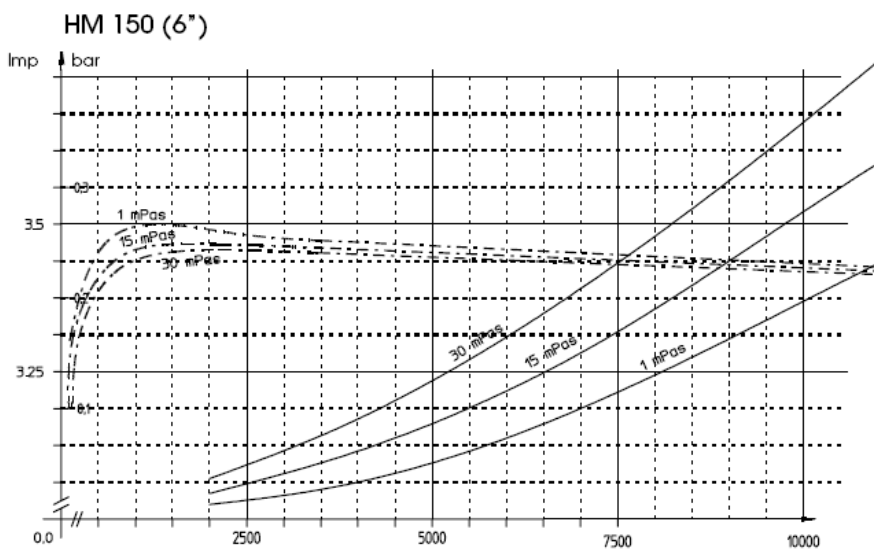
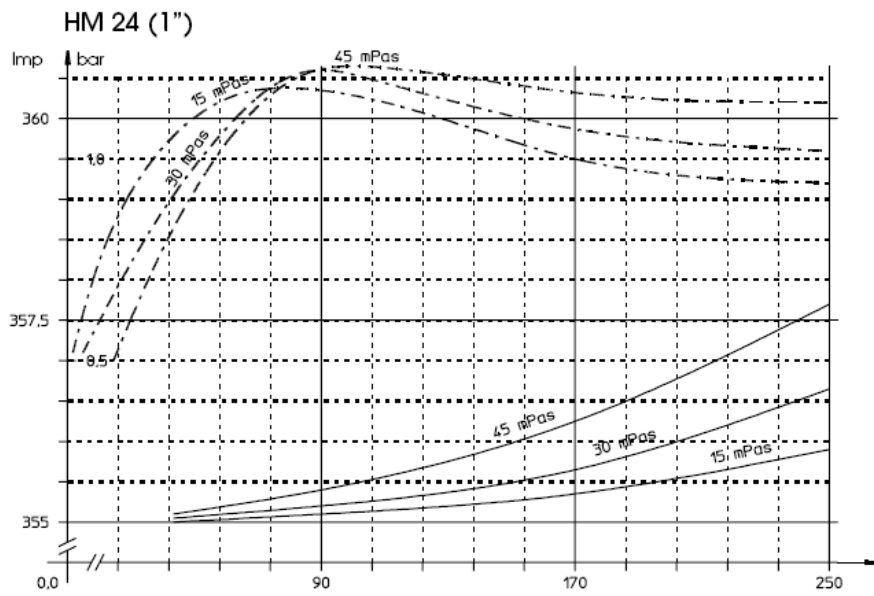
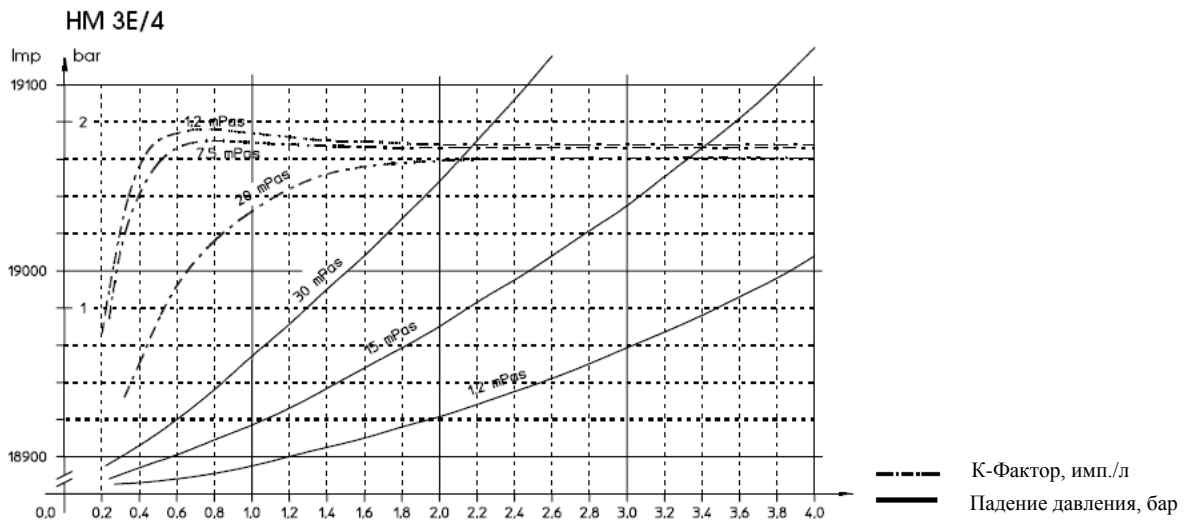
Вместе с тем турбины следует защищать от волокнистых загрязнений, которые могут присутствовать в рабочей среде, поскольку они наматываются на ступицу колеса и могут тормозить турбину.

Диапазон измерений при различных вязкостях

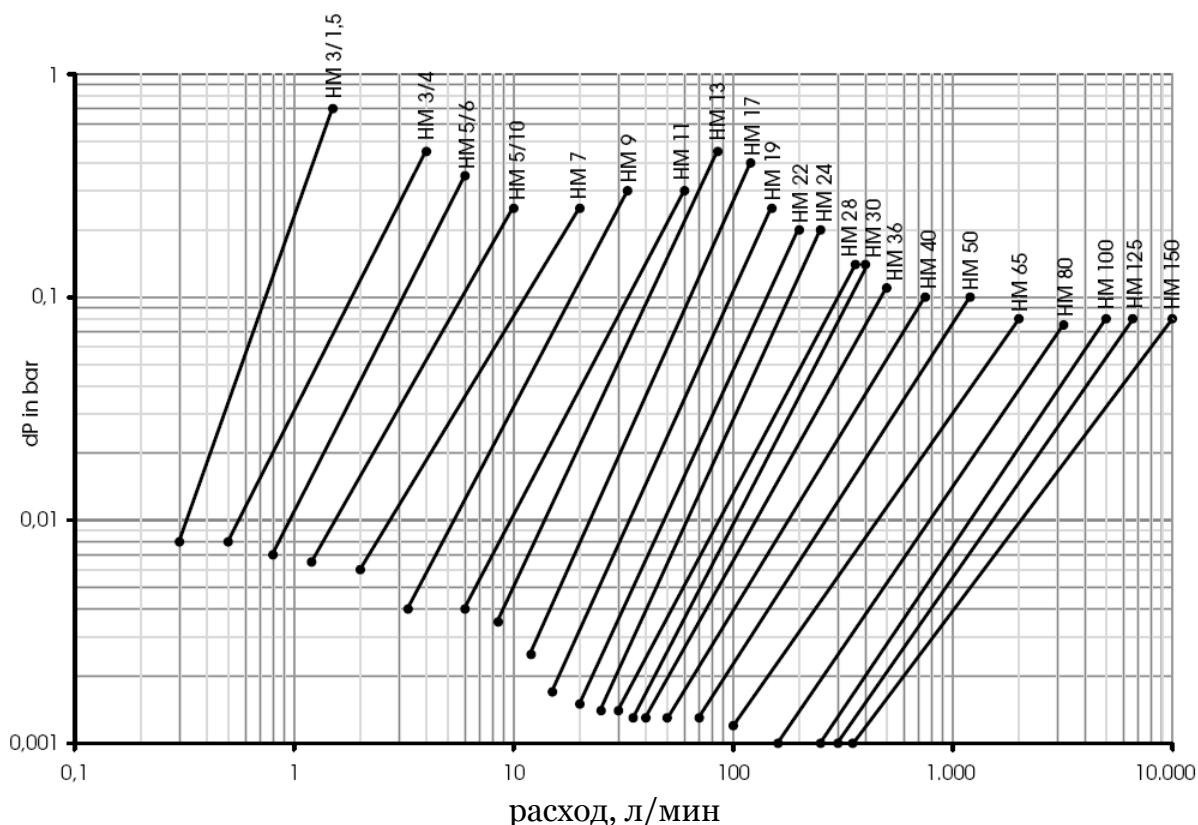
К-фактор/потеря давления



Потеря давления при различных вязкостях



Потеря давления



Турбинные расходомеры специальных исполнений

Для жидких пищевых продуктов
Для жидкостей фармацевтических
Высокого давления

HM...RV с трубной резьбой DIN 11851
HM...FT
HM...FHD с фланцами BASF до 4000 бар
HM...NS с резьбовым соединением

Для малых потоков
Альтернативные соединения

HM 9 EP
HM...E соединение ЕRМЕТО
HM...F соединение фланцевое
HM...R соединение с внутренней дюймовой резьбой

Материалы

Деталь турбины	Материалы по DIN при резьбовых соединениях		Материалы по DIN при фланцевых соединениях	
	Стандартные	Спец. материал	Стандартны	Спец. материал
Корпус	14305	14571	14571	14571
Внутренние части	14305	14571	14305	14571
Колесо	14122	14460	14122	14460
Подшипник	Твердосплавн.	Твердосплавн.	Твердосплавн.	Твердосплавн.

Или тефлон

Или тефлон

Технические данные

Тип <i>DN</i>	Диапазон <i>л/мин</i>	Средний К-Фактор <i>Имп./л</i>		Частота <i>Гц</i>		Сигнал на выходе <i>mVss</i>
НМ 9 EP	0,03...0,8	139000		1970		0,5...5
НМ 3/1,5	0,3...1,5	32000	32500	1000	1000	0,5...5
НМ 3/4	0,5...4	24000	19000	1250	1250	0,5...5
НМ 5/6	0,8...6	17800	17800	1740	1780	1,0...10
НМ 5/10	1,2...10	11000	11000	1750	1750	1,0...10
НМ 7	2,0...20	5200	5200	1800	1800	1,5...15
НМ 9	3,3...33	1900	4200	1080	2200	1,7...17
НМ 11	6,0...60	1300	2730	1350	2700	2,0...20
НМ 13	8,5...85	900	1900	1300	2600	2,5...25
НМ 17	12...120	380	840	800	1650	2,7...27
НМ 19	15...150	310	650	925	1600	2,9...30
НМ 22	20...200	217	450	800	1600	3,1...31
НМ 24	25...250	170	362	800	2000	3,8...40
НМ 28	30...360	155	320	960	2000	4,0...42
НМ 30	35...400	130	270	960	1850	4,1...45
НМ 36	40...500	60	135	600	1200	4,3...48
НМ 40	50...750	105	110	1320	1400	4,5...52
НМ 50	70...1200	65		1400		6,0...64
НМ 65	100...2000	25		850		10...80
НМ 80	160...3200	11		615		15...100
НМ100	250...5000	7		560		20...120
		<i>Имп./м³</i>				
НМ 125	300...6600	4500		495		30...125
НМ 150	350...10000	3400		420		35...140
НМ 200	430...13400	415		134		40...150
НМ 250	830...25000	266		150		45...160
НМ 300	1600...48000	135		110		50...180