

## Описание терминов

1. **Стандартное атмосферное давление.** Значение барометрического давления, измеренное при стандартных окружающих условиях. (Стандартные окружающие условия: температура +20°C, относительная влажность 65%, атмосферное давление сухого воздуха на уровне моря 101.325 Па).
2. **Вакуум.** Состояние, при котором давление и плотность воздуха ниже, чем при стандартном атмосферном давлении.
3. **Глубина вакуума.** Разница между стандартным атмосферным давлением и абсолютным давлением в вакууме.
4. **Пневматический генератор вакуума.** Элемент, генерирующий вакуум за счет протекания сжатого воздуха через сопло Вентури.

## Единицы измерения

1. Общие параметры, единицы измерения и обозначения

Название	Давление	Расход	Температура	Площадь	Масса	Усилие	Уровень шума
Символ	P	q	t	S	m	F	
Единица	МПа	нл/мин (ANR)	°C	см <sup>2</sup>	кг	H	dB (A)

**Примечание:** ANR – стандартные окружающие условия (температура 20°C, относительная влажность 65%, давление сухого воздуха 101,325 Па).

2. Таблица перевода единиц измерения давления

	Па (Н/м <sup>2</sup> )	кПа	бар	кгс/см <sup>2</sup>	торр	psi (фт/дюйм <sup>2</sup> )	Дюймы рт.ст.
1 Па	1	0,001	0,00001	10,1792×10 <sup>-6</sup>	7,50062×10 <sup>-3</sup>	0,145038×10 <sup>-3</sup>	0,3×10 <sup>-3</sup>
1 кПа	1,000	1	0,01	10,1792×10 <sup>-3</sup>	7,50062	0,145038	0,3
1 бар	100 000	100	1	1,01972	750,062	14,5038	30
1 кгс/см <sup>2</sup>	98 066,5	98,0665	0,980665	1	735,559	14,2233	29,42
1 торр	133,322	0,133322	1,33322×10 <sup>-3</sup>	1,35951×10 <sup>-3</sup>	1	19,3368×10 <sup>-3</sup>	0,04
1 psi	6 894,76	6,89476	6,9476×10 <sup>-3</sup>	70,3096×10 <sup>-3</sup>	51,7149	1	2,07

3. Таблица перевода единиц измерения отрицательного давления

	мбар	кПа	- кПа	% вакуума	торр	-мм рт.ст.	-дюймы рт.ст.
Атмосферное давление	1,013	101,3	0	0	760	0	0
	913	91,3	10	9,9	685	75	3
	813	81,3	20	19,7	610	150	6
	713	71,3	30	29,6	535	225	9
	613	61,3	40	39,5	460	300	12
	513	51,3	50	49,3	385	375	15
	413	41,3	60	59,2	310	450	18
	313	31,3	70	69,1	235	525	21
	213	21,3	80	79	160	600	24
Абсолютный вакуум	113	11,3	90	89	85	675	27
	0	0	101,3	100	0	760	30

4. Таблица перевода единиц измерения расхода

	м <sup>3</sup> /с	м <sup>3</sup> /час	нл/мин	нл/с	ф <sup>т</sup> <sup>3</sup> /мин (scfm)
1 м <sup>3</sup> /с	1	3,600	60,000	1,000	2 118,9
1 м <sup>3</sup> /час	0,28×10 <sup>-3</sup>	1	16,6667	0,2778	0,5885
1 нл/мин.	16,67×10 <sup>-6</sup>	0,06	1	0,0167	0,035
1 нл/с	1×10 <sup>-3</sup>	3,6	60	1	2,1189
1 ф <sup>т</sup> <sup>3</sup> /мин.	0,472×10 <sup>-3</sup>	1,6992	28,32	0,4720	1

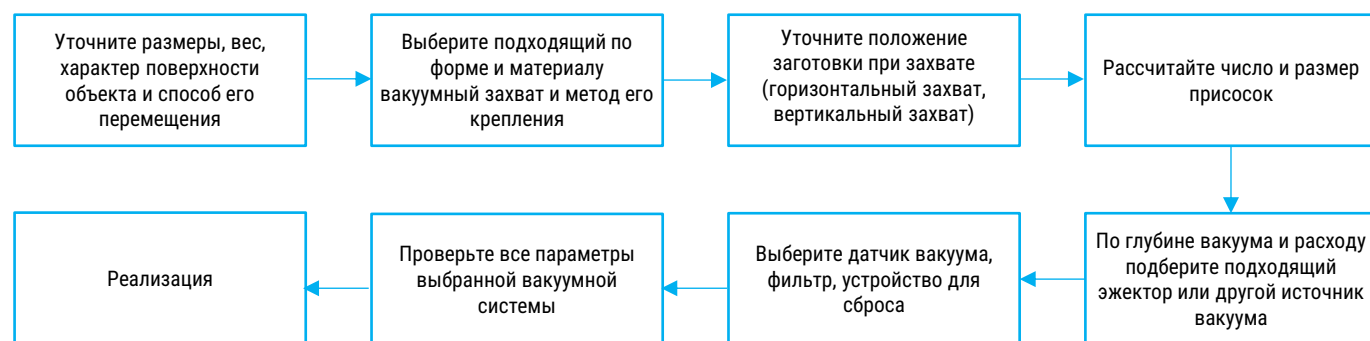
## Руководство по выбору

### 1. Перед выбором изделий

Перед выбором вакуумных продуктов нашей компании проверьте окружающие условия (температура, концентрация пыли, масляных и водяных брызг и т. п.), а также размеры, вес, форму, материал, состояние поверхности захватываемого объекта, пространство и способ его перемещения. Условия работы вакуумного захвата должны гарантировать отсутствие возможного нанесения вреда персоналу и оборудованию, поэтому необходимо обеспечить достаточный запас прочности при выборе модели и расчете, который может быть установлен по рабочим условиям.

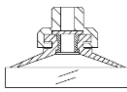

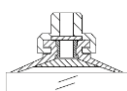

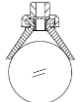

Если во время расчета и выбора вы столкнетесь с необходимостью специального применения, пожалуйста, свяжитесь с нашей службой поддержки клиентов.

### 2. Процесс выбора вакуумных элементов



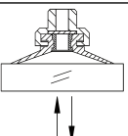
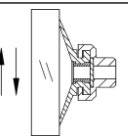
### 3. Выбор вакуумного захвата

Выбор подходящего типа вакуумного захвата по материалу и форме поверхности захватываемого объекта является ключевым звеном любого применения.

Тип	Применение	Тип	Структура	Применение
Плоский	 Поверхность объекта плоская, трудно деформируемая, возможен переворот объекта, большие нагрузки и другие применения.	Сильфонный 1,5 гофра		Захват имеет некоторый осевой ход для компенсации высоты объекта, умеренных нагрузок и неровных поверхностей.
Плоский с внутренними ребрами	 Поверхность объекта плоская, но деформируемая, поэтому внутренние ребра придают жесткости.	Сильфонный 3,5 гофра		Захват имеет большой осевой ход, который гарантирует хорошее прилегание и компенсацию высоты для нежестких поверхностей. Для небольших нагрузок.
Глубокий	 Поверхность объекта сильно выпуклая или сферическая.	Овальный		Поверхность объекта плоская, трудно деформируемая, но с ограничениями по размеру: тонкие, узкие, длинные объекты, которые могут переворачиваться при перемещении.

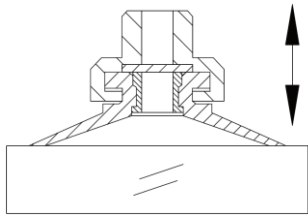
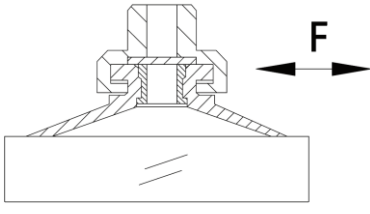
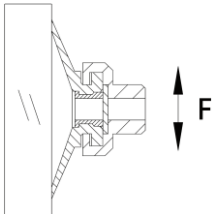
### 4. Расчет усилия удержания вакуумного захвата

#### 4.1 Расчет теоретического усилия удержания (размер вакуумного захвата и глубина вакуума известны)

Вертикальный захват 	Боковой захват 
Направление всасывания совпадает с направлением перемещения	Направление всасывания перпендикулярно направлению перемещения
Теоретическое усилие удержания: $F_0 = P_v \times S \times 0,1 \times 1/t$	Теоретическое усилие удержания: $F_0 = P_v \times S \times 0,1 \times 1/t \times \mu$
$F_0$ - теоретическое усилие удержания (Н) $P_v$ - глубина вакуума (-кПа) $S$ - площадь контакта (см <sup>2</sup> ) $t$ - коэффициент запаса: 4	$F_0$ - теоретическое усилие удержания (Н) $P_v$ - глубина вакуума (-кПа) $S$ - площадь контакта (см <sup>2</sup> ) $T$ - коэффициент запаса: 8 $\mu$ - коэффициент трения (стекло, камень, пластик (сухие): 0,5...0,8 наждачная бумага (сухая): 1, мокрая / маслянистая поверхность: 0,1...0,4

## Руководство по выбору

## 4.2. Расчет диаметра захвата (известны вес и способ перемещения объекта)

<p>1</p> $\varnothing D = \sqrt{\frac{4}{3.14} \times \frac{1}{P} \times \frac{W}{n} \times t \times 1000}$ <p>ØD - диаметр присоски (мм)      P - глубина вакуума(-кПа)      W - усилие удержания (Н), t: фактор безопасности (вертикальный захват = 4, боковой захват = 8 (включая переворот))</p>	
<p>2 Расчет усилия удержания - вертикальный захват, вертикальное перемещение</p> $W = m \times (g + a)$ <p>W - усилие удержания      m - масса заготовки g - ускорение свободного падения (9,8 м/с<sup>2</sup>) a - внешнее ускорение (&lt;1 м/с<sup>2</sup> можно не учитывать)</p>	
<p>3 Расчет усилия удержания - вертикальный захват, горизонтальное перемещение.</p> $W = m \times (g + a \times 1/\mu)$ <p>W - усилие удержания      m - масса заготовки g - ускорение свободного падения (9,8 м/с<sup>2</sup>) a - внешнее ускорение (&lt;1 м/с<sup>2</sup> можно не учитывать) μ - коэффициент трения (см. 4.1)</p>	
<p>4 Расчет усилия удержания - боковой захват, вертикальное перемещение.</p> $W = m \times 1/\mu \times (g + a)$ <p>W - усилие удержания      m - масса заготовки g - ускорение свободного падения (9,8 м/с<sup>2</sup>) a - внешнее ускорение (&lt;1 м/с<sup>2</sup> можно не учитывать) μ - коэффициент трения (см. 4.1)</p>	
<p><b>Пример расчета</b> Сухая стальная пластина массой 19 кг, размеры 1000×2000×1,2 мм, горизонтальный захват, цикл 15 с, максимальная скорость перемещения 0,3 м/с, расстояние переноса 3 м. Определить размер и число присосок.</p> <p><b>Решение:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Средняя скорость: 3 м/15 с = 0,2 м/с, с учетом максимальной скорости 0,3 м/с внешнее ускорение будет менее 1 м/с<sup>2</sup>, поэтому его можно игнорировать.</li> <li>С учетом горизонтального захвата, гладкой сухой поверхности, что дает коэффициент трения 0,5, получаем значение усилия удержания W : <math>W = m \times (g + a \times 1/\mu) = 19 \times (9,8 + 1/0,5) = 224,2</math> (Н)</li> <li>Согласно формуле: При W = 224,2 Н, предполагаемой глубине вакуума -50 кПа, количестве присосок 12 штук и факторе безопасности t = 4 получаем диаметр каждой присоски ØD = 43,6 мм ≈ 45 мм</li> </ol> <p><b>Результат:</b> Для вертикального перемещения стальной пластины массой 19 кг выбрана плоская присоска с диаметром D=45 мм в количестве 12 штук.</p> <p><b>Примечание:</b> выбор глубины вакуума -50 кПа основан на том факте, что объект непроницаем для воздуха и такой вакуум можно легко создать. Число присосок выбрано с учетом большого размера объекта, расстояния между присосками и прочими факторами.</p>	

## Руководство по выбору

### 5. Выбор генератора вакуума

#### 5.1. Ключевые факторы при выборе генератора вакуума

Фактор	Макс. Вакуум, -кПа	Расход, л/мин при макс. вакууме	Время вакуумирования при разной глубине вакуума, s/L	Падение вакуума при разной глубине, л/мин	Расход, л/мин
Использование	Основа для расчета усилия удержания	Условие поддержания уровня вакуума для удержания объекта	Основа для расчета времени цикла работы вакуумной системы	Основа для оценки уровня герметичности присоски и объекта	Основа для расчета потребления воздуха

#### 5.2. Требуемая скорость всасывания для присосок разного диаметра (быстрый выбор)

Диаметр присоски, мм	Заготовки с низкой скоростью всасывания, л/мин <sup>1</sup>	Объект с высокой скоростью всасывания, л/мин <sup>2</sup>
≤10	5	10
11 ~ 20	10	20
21 ~ 35	17	34
36 ~ 50	34	64
51 ~ 85	50	100
86 ~ 110	67	134
111 ~ 200	84	168
201 ~ 300	100	200
301 ~ 360	135	270

#### Примечание:

1. Примеры заготовок, для которых требуется низкая скорость всасывания: стекло, сталь, пластик, деревянные доски, камень и т.п.
2. Примеры заготовок, для которых требуется высокая скорость всасывания: картон, бумага, пластиковые пакеты, сумки из ткани и т.п.
3. Проблемные случаи применения: если объектом являются пористые продукты (печатные платы, пищевые продукты), специальные продукты (кремниевые пластины, солнечные батареи и т.д.) с изогнутыми формами и т.п. Свяжитесь с нами, и мы подберём подходящее решение.

### 6. Выбор материала присоски

Тип	Материал	Диапазон температур (кратковременно ≤30 с), °C	Диапазон температур (длительно ≥30 с), °C	Стойкость к износу	Стойкость к маслу	Общая погодная стойкость	Сопротивление, Ом
N	NBR / бутадиен-нитрильный каучук	-20 ~ +110	-10 ~ +80	⊙	⊙	○	-
S	Силиконовый каучук	-40 ~ +250	-30 ~ +200	x	x	⊙	-
CN	Токопроводящий нитриловый каучук	-10 ~ +100	-10 ~ +70	⊙	⊙	○	105 ... 109
CS	Токопроводящий силиконовый каучук	-30 ~ +200	-20 ~ +160	x	x	○	105 ... 109
U	Полиуретан	+10 ~ +60	+10 ~ +40	⊙	⊙	⊙	-
F	Фторэластомер	-10 ~ +350	-5 ~ +300	⊙	○	○	-
E	EPDM	-30 ~ +150	-20 ~ +120	○	x	⊙	-
HS	Высоко температурный силиконовый каучук	-20 ~ +300	-50 ~ +250	△	x	⊙	-
HD	Высоко температурный немаркий материал	-10 ~ +180	-5 ~ +160	⊙	⊙	⊙	-
NR	Натуральная резина	-20 ~ +80	-10 ~ +60	⊙	x	△	-

#### Материал подходит:

⊙ - отлично   ○ - очень хорошо   △ - хорошо   x - плохо или удовлетворительно

## Профилактика / безопасность

### 1. Проектирование/выбор

В процессе проектирования и выбора системы следует тщательно выбирать изделия и разумно учитывать фактор безопасности, а также следует максимально исключать возможность травм и повреждений, вызванных падением объекта из-за внезапного отключения электроэнергии или подачи воздуха в месте эксплуатации.

При проектировании системы необходимо полностью учитывать соответствие размеров и количества генераторов вакуума и вакуумных захватов. Если скорость всасывания будет слишком высокой, потребление сжатого воздуха будет выше необходимого, а если глубина вакуума будет больше необходимой, то это приведет к снижению быстродействия системы и росту потреблению энергии. Стремясь обеспечить оптимальное функционирование оборудования, постарайтесь выбрать подходящие вакуумные компоненты.

### 2. Подготовка сжатого воздуха

Подаваемый на генератор вакуума сжатый воздух должен быть достаточно очищенным и осушенным. Для предотвращения засорения генератора вакуума, которое может привести к ухудшению его характеристик или выходу из строя, в трубопроводе между присоской и каналом вакуума генератора рекомендуется устанавливать вакуумный фильтр. Засорение генератора вакуума приводит к уменьшению глубины вакуума и к снижению способности захвата у присосок.

Для генератора вакуума со встроенным фильтром и глушителем необходимо регулярно проверять и, при необходимости, заменять фильтрующий элемент и центральную часть глушителя, чтобы избежать снижения производительности генератора вакуума из-за их засорения.

Номинальное рабочее давление генератора вакуума представляет собой наилучшее рабочее давление, при котором комплексный показатель производительности генератора является лучшим, а потребление энергии самым низким. Высокое давление подачи воздуха на генератор снижает его срок службы, а также может повредить его внутренние части. Если давление подачи воздуха слишком низкое, производительность не соответствует проектным требованиям, поэтому необходимо обеспечить для вакуумного генератора номинальное рабочее давление.

### 3. Монтаж/Эксплуатация

Монтаж и эксплуатация выполняются при условии, что персонал имеет достаточные знания и опыт эксплуатации пневматических продуктов. Перед установкой или техническим обслуживанием полностью отключите электропитание и подачу сжатого воздуха, опорожните трубопровод и убедитесь, что он соединен с атмосферой.

Перед установкой изделий проверьте и очистите от загрязнений и пыли места соединений и труб (шлангов). Герметизируйте соединения, но старайтесь не использовать при этом уплотнительную ленту, потому что это может привести к всасыванию кусочков ленты в генератор вакуума, в результате чего он заблокируется, потеряет производительность или выйдет из строя.

Для генераторов вакуума с функцией энергосбережения требования к герметичности особенно высоки, поэтому используйте для мест уплотнений уплотнительные кольца.

Выхлоп генератора вакуума оказывает прямое влияние на его производительность, поэтому в процессе установки обязательно необходимо обеспечивать надёжность выхлопа.

При обнаружении неисправности необходимо обратиться к поставщику для установления причин её возникновения и определения возможности ремонта/замены. Не разбирайте изделия самостоятельно, поскольку это затруднит установление причины неисправности.

Диаметр и длина подключаемых трубопроводов оказывают значительное влияние на производительность системы. В процессе монтажа необходимо обращать внимание на оптимизацию вакуумной системы.

### 4. Защита окружающей среды

Генераторы вакуума являются пневматическими элементами и, как и другие пневматические компоненты общепромышленного исполнения, могут использоваться только в среде с нормальной температурой, давлением и влажностью. В агрессивной газовой, легковоспламеняющейся и взрывоопасной среде, в среде с содержанием коррозионно-активных химических веществ, в морской воде, водяном паре, при высокой температуре и высокой влажности, при высокой запыленности, при сильном тепловом излучении, радиоактивном излучении, брызгах капель воды, брызгах жира, брызгах веществ с высокой температурой, агрессивных средах, а также в таких нестандартных условиях, как вибрация и удары, изделия использовать не рекомендуется.

Если изделие используется на открытом воздухе, необходимо принять меры защиты от солнечных лучей и осадков. Если изделие эксплуатируется в условиях повышенной влажности и высокой температуры, также необходимо принять специальные защитные меры. Если температура окружающей среды превышает диапазон рабочих температур изделия, использовать его не следует. При низких температурах окружающей среды, для предотвращения замерзания, следует обратить особое внимание на качество осушки используемого сжатого воздуха.

Изделия не следует выбрасывать после того, как они были использованы. Рекомендуется перерабатывать и утилизировать их для повторного использования. Каждый несет ответственность за экономию энергии и защиту окружающей среды.