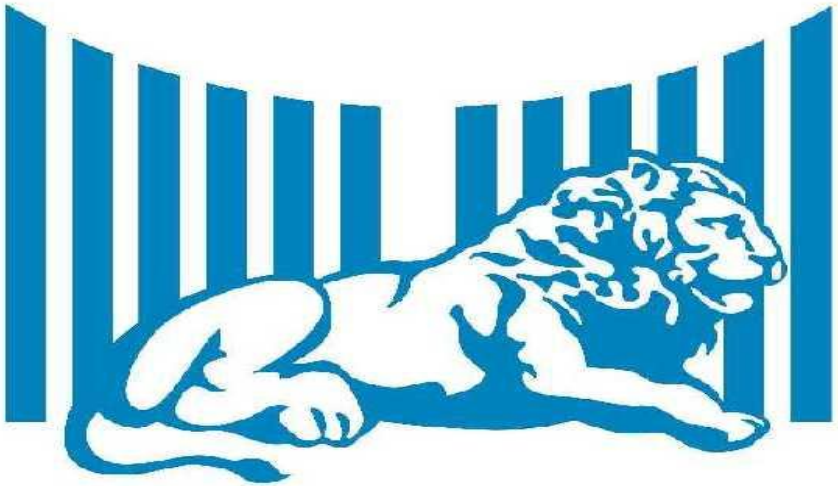
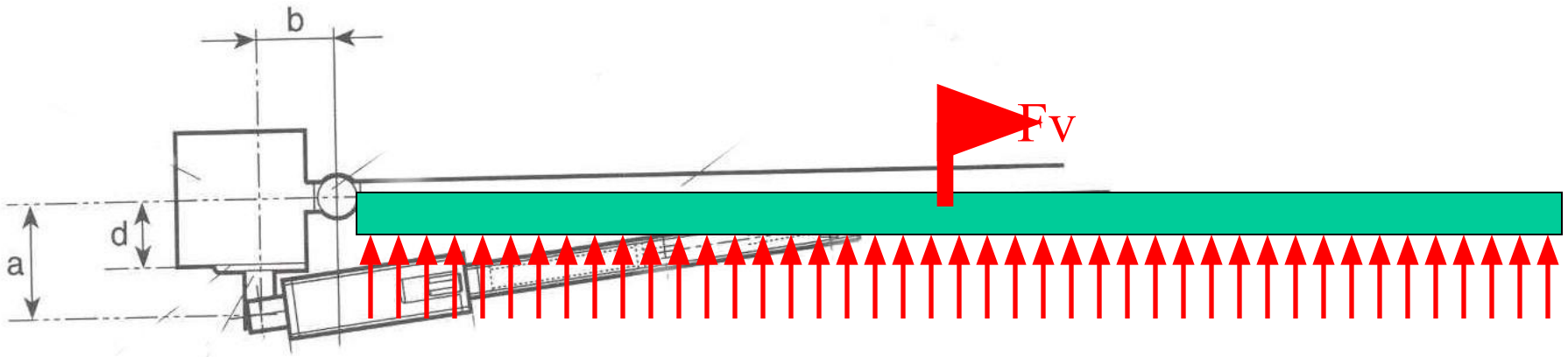
ВЕТРОВОЙ ЭФФЕКТ
В РАСПАШНЫХ ВОРОТАХ



Распашные ворота



Предполагается, что :

- створка закрыта
- ветер дует перпендикулярно створке в направлении против открытия

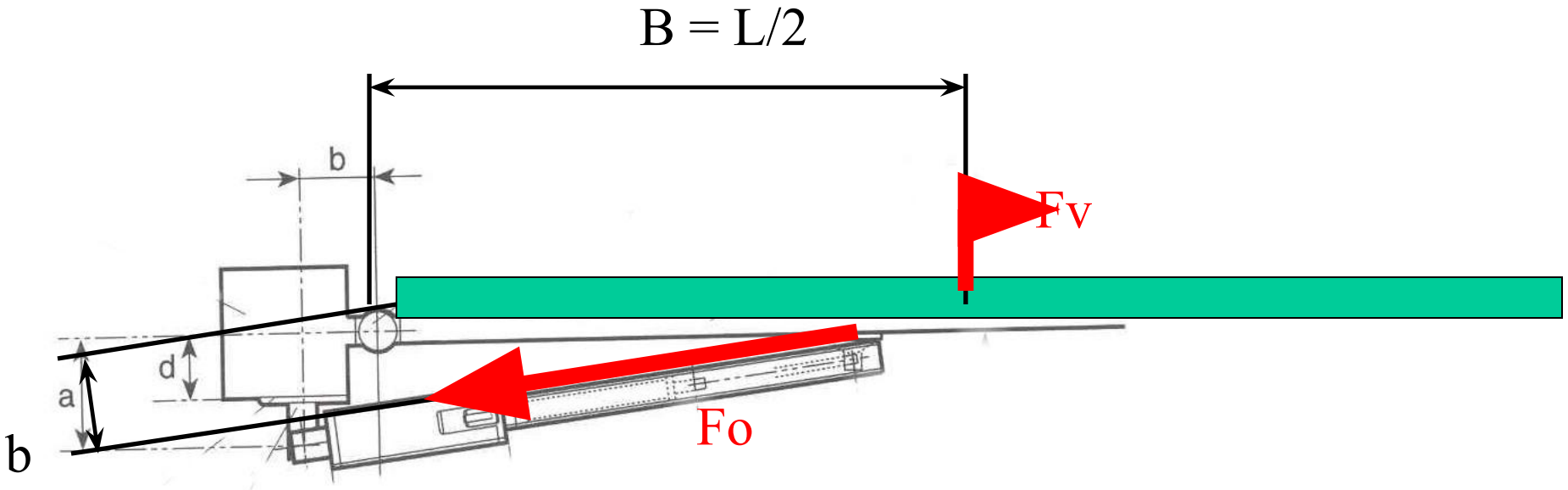
Так как ветер воздействует на створку равномерно по всей площади, то можно эквивалентную Силу ветра Fv приложить к центральной части ворот:

$$Fv = A \times pv$$ где

pv = давление ветра (по Шкале Бефорта)

A = площадь поверхности створки (при 100% заполнении, длина x высота)

ЛИНЕЙНЫЙ ПРИВОД



Плечо вращения полотна на петлях :

$$Fv \times B = Fo \times b \qquad [1]$$

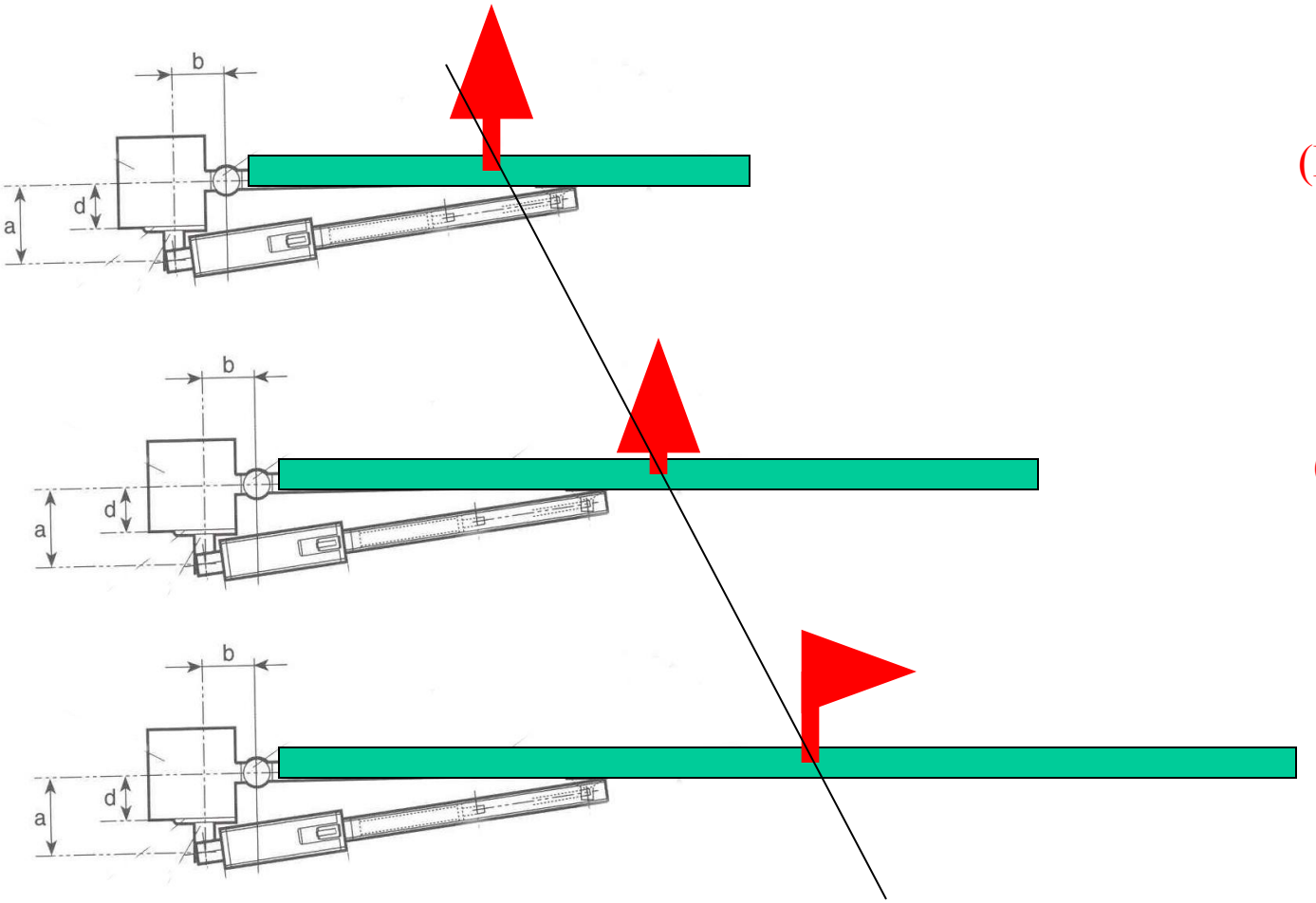
Поскольку рычаг приложения силы ветра заведомо больше рычага приложения силы привода, то следует принять, что

$$B >> b$$

И как следствие $Fo >> Fv$

ВЫВОД:

Таким образом, так как привод работает с меньшим рычагом прикладывания силы, то для того, чтобы открыть створку он должен развивать силу Fo, значительно большую, чем сила ветра Fv.

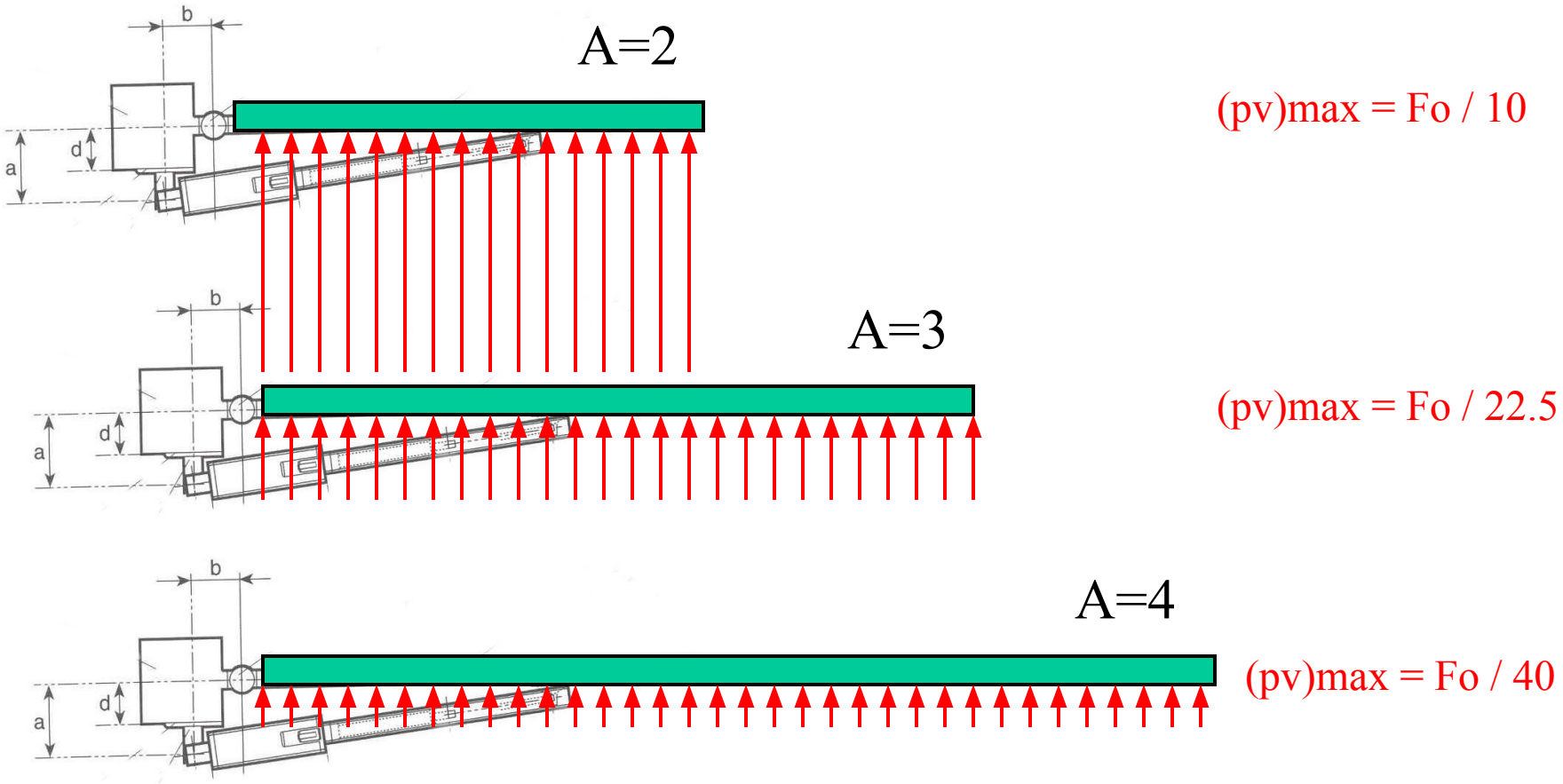


(Fv)max = Fo / 5

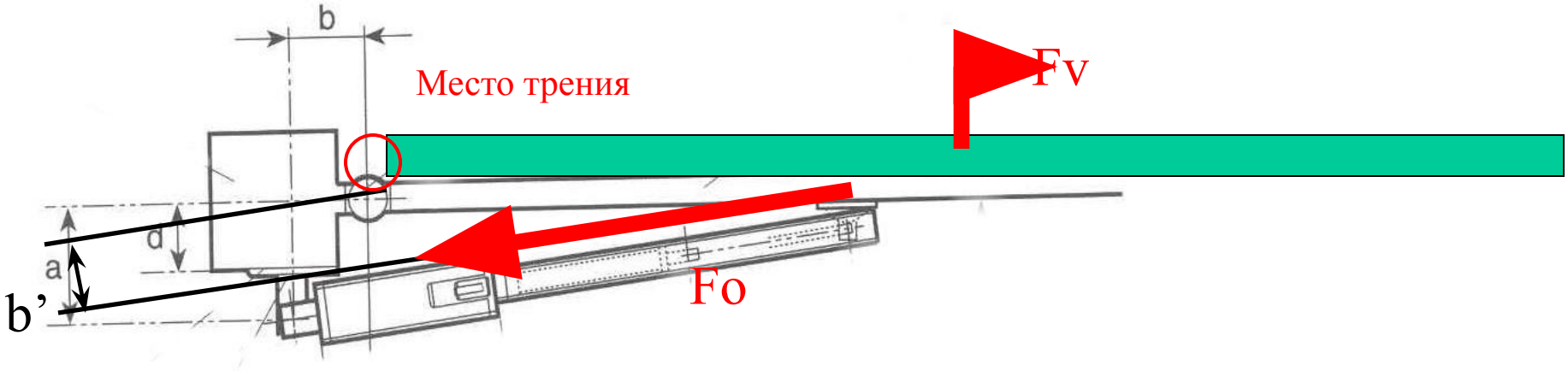
(Fv)max = Fo / 7.5

(Fv)max = Fo / 10

При увеличении длины створки, увеличивается рычаг B.
Для сохранения баланса сил, сила ветра, которую преодолевает привод при открытии створки должна уменьшаться



Принимая во внимание, что : $Fv = A \times pv$
и предполагая, что параметр A увеличивается пропорционально длине створки, при максимуме ветрового давления (pv)max (эквивалентная сила ветра) , получаем что для открытия створки приводом, необходимо уменьшать площадь полотна ; (при удлинении створки вдвое, максимально допустимое давление ветра составит ¼ от первоначального).



Принимая во внимание трение в петле, модифицируем [1] учитывая, что реальный рычаг приложения силы привода Fo будет равен b’ < b.

Очевидно, что при реальных условиях привод прикладывает большее усилие, нежели в идеальных условиях (без учета трения в петлях).

В действительности пропорции Fo и Fv при учете трения изменяются незначительно.

Вывод:

В распашных воротах основным параметром для выбора привода является эффективная площадь полотна створки. Вес створки не является значимым параметром, так как трение в петле не влияет на вращающее усилие привода, приложенное к системе.

Шкала для расчета электропривода по ветровой нагрузке

0 – баллов; скорость до 1 м/с
Давление – 0,086 кг/м^2

1 – балл; скорость 1,5-2 м/с
Давление – 0,34 кг/м^2

2 – балла; скорость 3-4 м/с
Давление – 1,37 кг/м^2

3 – балла; скорость 4.5-6 м/с
Давление – 3,08 кг/м^2

4 – балла; скорость 6,5-8 м/с
Давление – 5,48 кг/м^2

5 – баллов; скорость 8,5-10 м/с
Давление – 8,56 кг/м^2

6 – баллов; скорость 10,5-12 м/с
Давление – 12,32 кг/м^2

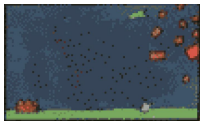
7 – баллов; скорость 12,5-14 м/с
Давление – 16,78 кг/м^2

8 – баллов; скорость 14,5-17 м/с
Давление – 24,75 кг/м^2

9 – баллов; скорость 18-20 м/с
Давление – 34,25 кг/м^2

10 – баллов; скорость 21-23 м/с
Давление – 45,30 кг/м^2

11 – баллов; скорость 24-30 м/с
Давление – 77 кг/м^2



12 – баллов; скорость >40 м/с
Давление – ~140 кг/м^2

Методика быстрого расчета

Сопоставляя каждому приводу коэффициент K, и зная длину створки L можно определить :

МАКСИМАЛЬНУЮ ПЛОЩАДЬ СТВОРКИ A , ЗАДАВШИСЬ ДАВЛЕНИЕМ ВЕТРА pv.

или

МАКСИМАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ ВЕТРА pv , ЗАДАВШИСЬ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТИ A

Максимальная площадь створки A[m2]
Длина створки L[m]
Давление ветра pv [Kg/m2]

$$A = \frac{K}{L \cdot p_v}$$

Максимальное давление ветра pv [Kg/m2]
Длина створки L[m]
Площадь поверхности створки A[m2]

$$p_v = \frac{K}{L \cdot A}$$

411 LS

Максимальная площадь створки A[m2] Длина створки L[m]
Давление ветра pv [Kg/m2]

$$A = \frac{41}{L \cdot p_v}$$

Максимальное давление ветра pv [Kg/m2]
Длина створки L[m]
Площадь поверхности створки A[m2]

$$p_v = \frac{41}{L \cdot A}$$

ПРЕДЕЛЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

- *Привод **411 LS 230 V**(усилие 200 [daN]) с упорами на открытие и закрытие.*
- *Рекомендуемые установочные размеры (a=b=14[cm]) для угла открытия 90°*
- *Считаем ветер перпендикулярным плоскости закрытой створки.*

Формулы справедливы в случае использования створки со 100% заполнением. В случае неполного заполнения (A=LHμ). где μ- коэффициент заполнения.

390

Максимальная площадь створки A[m2] Длина створки L[m]
Давление ветра pv [Kg/m2]

$$A = \frac{60}{L \cdot p_v}$$

Максимальное давление ветра pv [Kg/m2]
Длина створки L[m]
Площадь поверхности створки A[m2]

$$p_v = \frac{60}{L \cdot A}$$

ПРЕДЕЛЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Привод **390** (усилие 250 [Nm])*

- *Установочные размеры A=21[cm] B=12[cm] C=70[cm]*
  (если A=6[cm] B=12[cm] C=73[cm], то K станет 46)
  (если A=36[cm] B=12[cm] C=67[cm], то K станет 76)
- *Угол открытия 90° **вовнутрь***
- *Считаем ветер перпендикулярным плоскости закрытой створки.*

Формулы справедливы в случае использования створки со 100% заполнением.
В случае неполного заполнения (A=LHμ). где μ- коэффициент заполнения.

422 –CBAC

Максимальная площадь створки A[m2]
Длина створки L[m]
Давление ветра pv [Kg/m2]

$$A = \frac{120}{L \cdot p_v}$$

Максимальное давление ветра pv [Kg/m2]
Длина створки L[m]
Площадь поверхности створки A[m2]

$$p_v = \frac{120}{L \cdot A}$$

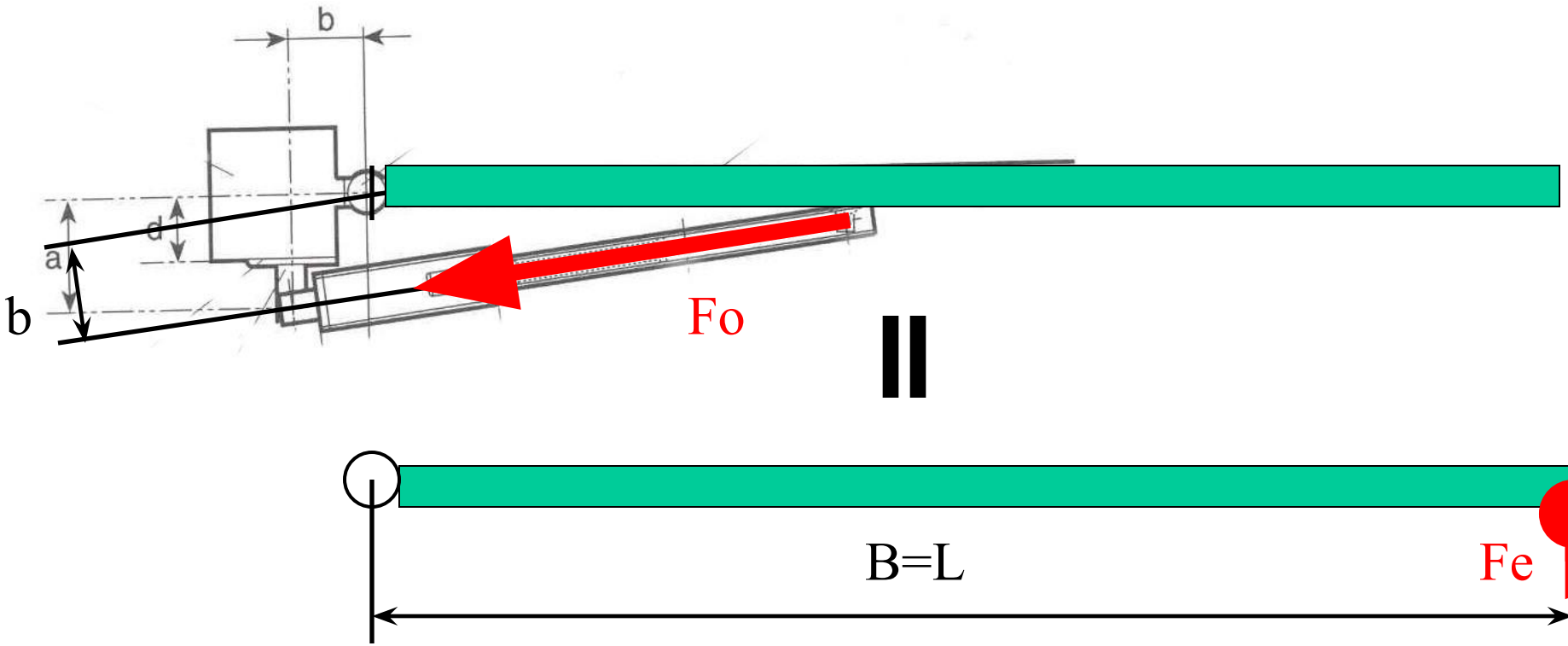
ПРЕДЕЛЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

*Привод **422 CBAC** (усилие 690 [daN])*

- *Рекомендуемые установочные размеры (a=b=12[cm]) угол открытия 90°*
- *Считаем ветер перпендикулярным плоскости закрытой створки.*

Формулы справедливы в случае использования створки со 100% заполнением. В случае неполного заполнения (A=LHμ). где μ- коэффициент заполнения.

ЭКВИВАЛЕНТНОЕ УСИЛИЕ НА КРАЮ СТВОРКИ



В некоторых случаях для рассмотрения действующей силы привода, удобно рассматривать эквивалентную силу, приложенную к краю створки. В этом случае:

$$Fe \; x \; L = Fo \; x \; b \qquad [3]$$

Сила Fe имеет плечо B=L, однако при увеличении предела Fv вдвое (при этом B=L/2). Чтобы определить Fe в [Kgf] необходимо коэффициент K уменьшить вдвое.

$$F_e = \frac{K/2}{L}$$

Пример

Рассмотрим пример на основе привода **412 24 Vdc** (K=53).
Створка: длина L=1.8[m] высота H=2[m], заполнение 40% , то есть μ=0.4.
Примем рекомендованные установочные размеры (a=b=14.5[cm]) и угол открытия 90°.

Какое максимальное давление ветра допустимо для привода при такой створке ?
Какое максимальное эквивалентное усилие может быть создано приводом на краю створки ?

1. Поверхность сопротивления : A=LHμ=1.8x2x0.4=1.44[m²]
2. *Считаем, что ветер перпендикулярен плоскости закрытой створки.*

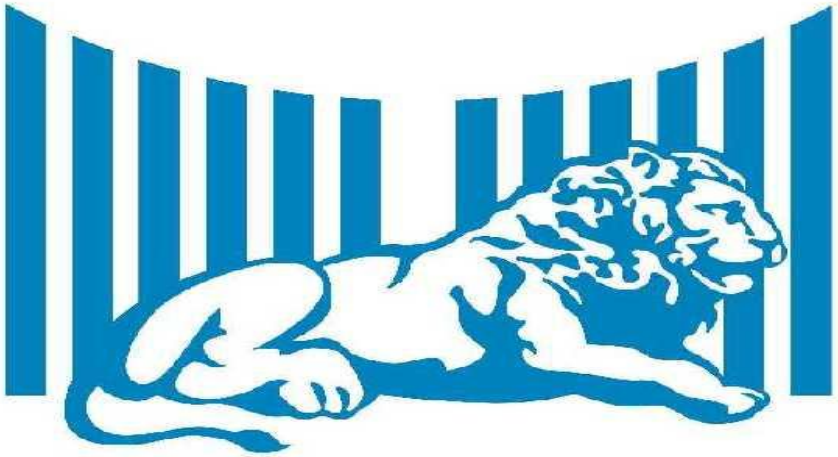
$$p_v = \frac{K}{L \cdot A} = \frac{53}{1.8 \cdot 1.44} = 20.4[Kg/m^2]$$

Полученный результат соответствует силе ветра в 8 баллов по шкале Бофорта.

3. Эквивалентное усилие на краю створки будет :

$$F_e = \frac{K/2}{L} = \frac{53/2}{1.8} = 14.7[Kgf]$$

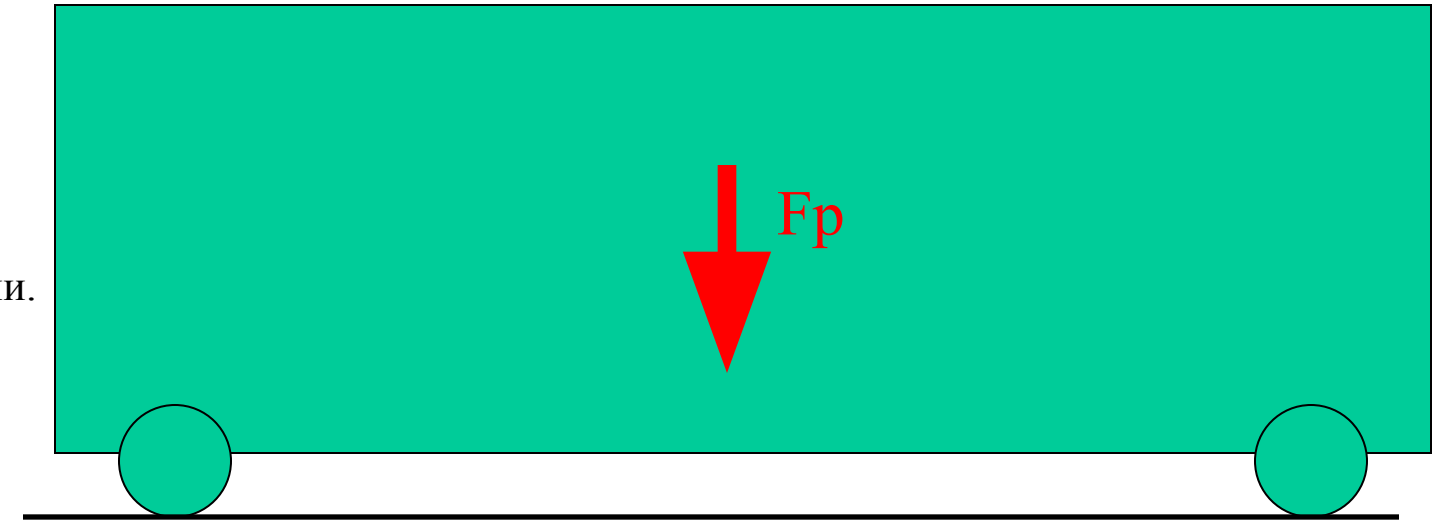
Ветровой эффект в сдвижных воротах

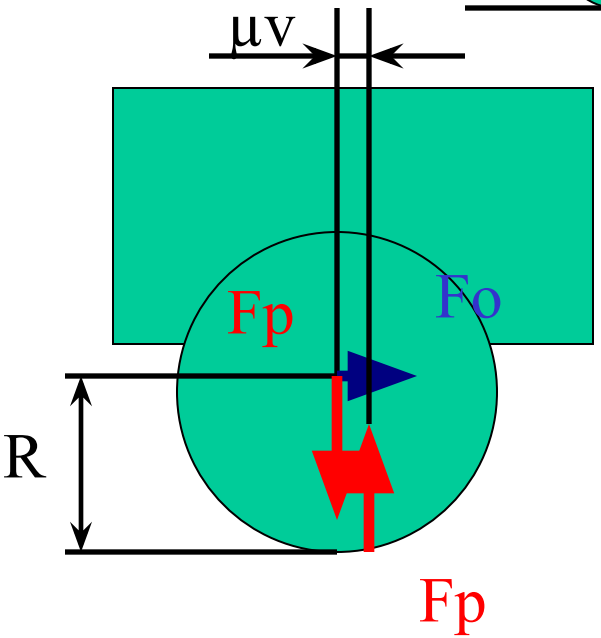


Сдвижные ворота

Ветровой эффект незначительно сказывается на работе привода .

Действие ветра компенсируется прижимными роликами.



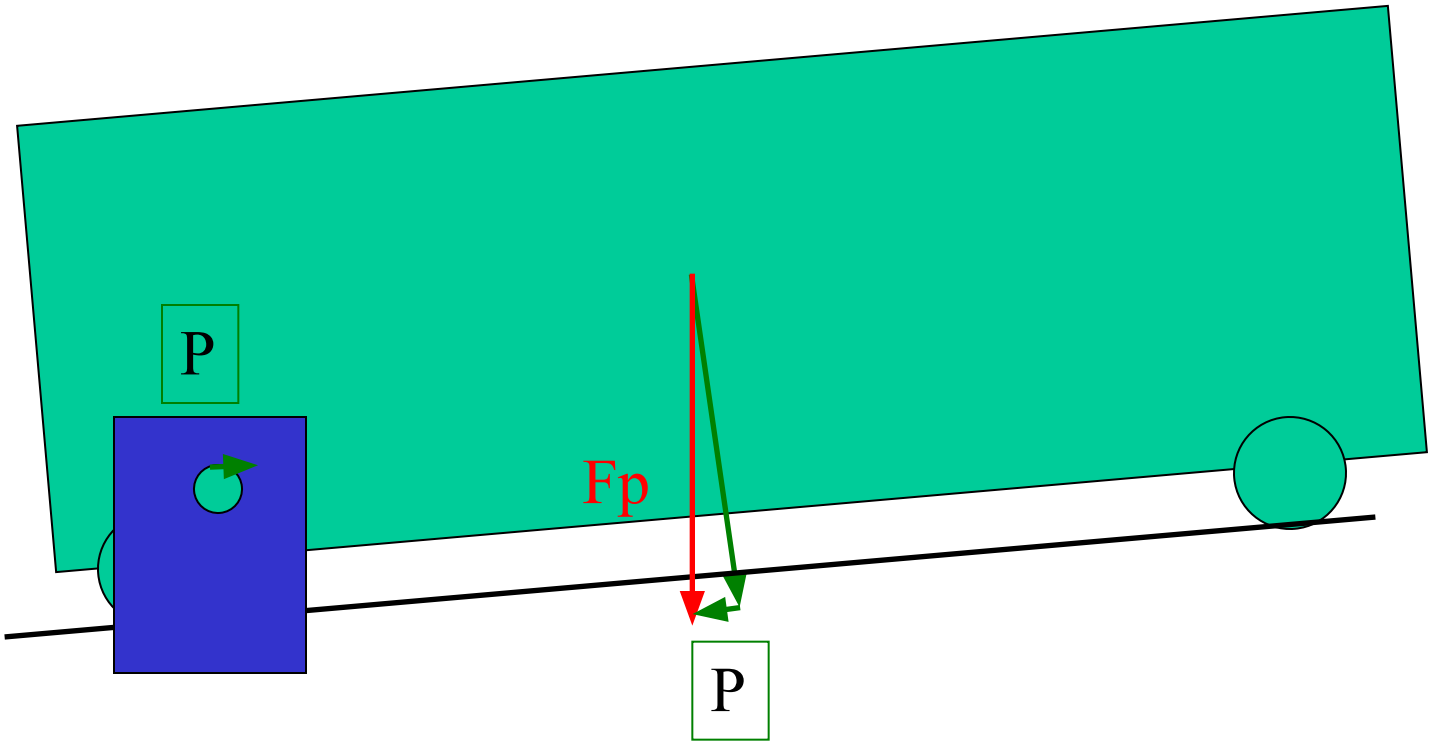


Для перемещения створки привод должен развивать усилие Fo, большее, чем трение в роликах и потери в передаче.
Соотношение баланса привода при:

$$Fp \times \mu v = Fo \times R$$

R радиус шестерни , μv фрикционный показатель, Fp вес створки.

ВЫВОД: Усилие, необходимое приводу для перемещения створки пропорционально ее весу.



Если ворота установлены не строго горизонтально, то приводу необходимо преодолевать не только силу трения качения но и также силу, создаваемую весом створки P.

ВЫВОД

Измерение площади полотна ворот нецелесообразно, поскольку ветровой эффект незначителен.

Усилие, необходимое приводу для перемещения створки пропорционально ее весу.