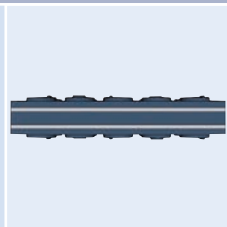
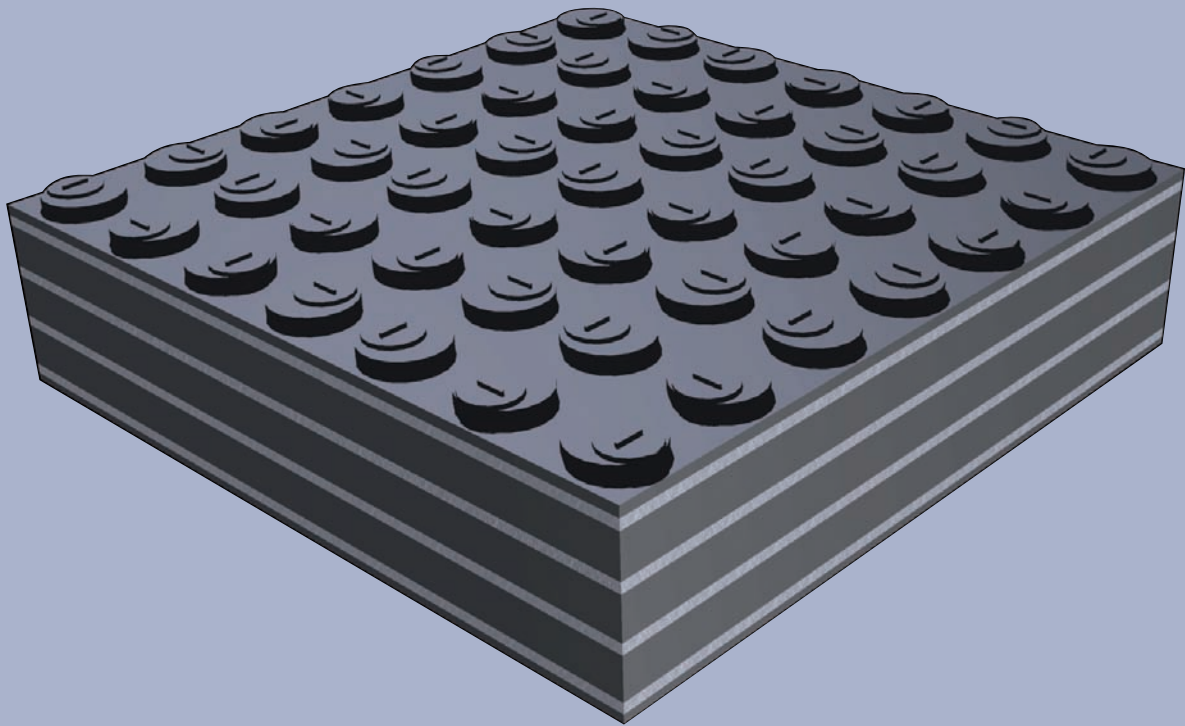


# СЭНДВИЧ-ОПОРА Q



*Эластомерная опора, армированная сталью,  
допустимая компрессионная нагрузка до 15 N/mm<sup>2</sup>*

*С компенсирующими упорами по обеим сторонам*


# Проектирование

## Содержание



Расчетные формулы	Стр. 2
Описание продукта	2
Образец запроса	3
Расчетная таблица 1	4
Расчетная таблица 2	5
Расстояния от краев	6
Жесткость на сдвиг	7
Примеры применения	7
Данные по монтажу	8
Характеристики	8
Прогиб	9
Виды поставки	9
Материалы	9
Распределение нагрузки	10
Пример проектирования	11
Области применения	11
Акты испытаний	12
Характер горения	12

## Описание продукта

Сэндвич-опора Q фирмы «Calenberg» является сталеармированной эластомерной опорой. Она состоит из слоев эластомера, соединенных поперечной, работающей на растяжение арматурой из устойчивой к метеоусловиям стали. Отличительной чертой являются цилиндрические упоры, упорядоченные в сетку квадратов, что позволяет сгладить любые неровности на поверхности опоры.

Расчетные формулы											
Вид нагрузки	Формула										
<p>Средняя допустимая компрессионная нагрузка</p> 	<p>допустим. <math>\sigma_m = 15 \text{ N/mm}^2</math></p> <p>применимо к:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>прямоугольным опорам: <math>l \geq b \geq 100 \text{ mm}</math></li> <li>круглым опорам: <math>D \geq 120 \text{ mm}</math></li> </ul>										
Толщина опоры и эластомера	<table> <tr> <td>Толщина опоры t [mm]</td> <td>влияет на толщину эластомера T [mm]</td> </tr> <tr> <td>t = 10</td> <td>T = 6</td> </tr> <tr> <td>t = 20</td> <td>T = 14</td> </tr> <tr> <td>t = 30</td> <td>T = 22</td> </tr> <tr> <td>t = 40</td> <td>T = 30</td> </tr> </table>	Толщина опоры t [mm]	влияет на толщину эластомера T [mm]	t = 10	T = 6	t = 20	T = 14	t = 30	T = 22	t = 40	T = 30
Толщина опоры t [mm]	влияет на толщину эластомера T [mm]										
t = 10	T = 6										
t = 20	T = 14										
t = 30	T = 22										
t = 40	T = 30										
<p>Прогиб</p> 	см. стр. 9										
<p>Допустимый угол поворота</p> 	<p>доп. <math>\alpha = \frac{200 \cdot T}{b} \leq 40</math> [%]; прямоугольные опоры</p> <p>доп. <math>\alpha = \frac{225 \cdot T}{b} \leq 40</math> [%]; круглые опоры</p> <p>Согласно DIN 4141, часть 3, дополнительные допуски неровности и отклонения от плоской параллельности считаются намеренным поворотом.</p>										

$a, b, D, l, t, T, u$  в mm;  $A_e$  в  $\text{mm}^2$ ;  $H$  в kN;  $c_s$  в kN/mm

Расчетные формулы (продолжение)																
Вид нагрузки	Формула															
<p>Горизонтальная сдвиговая деформация</p> 	<p>допустим. <math>u \leq 0,7 \cdot T</math> [mm]</p> <p>реал. <math>u = \frac{\text{реал. } H \cdot 10000 \text{ [mm]}}{c_s \cdot A_E}</math></p> <p>Применимо от длины, ширины или диаметра опоры в направлении сдвига для:</p> <table border="0"> <tr> <td>• прямоугольные опоры</td> <td>• круглые опоры</td> <td>с толщиной</td> </tr> <tr> <td>50 mm</td> <td>50 mm</td> <td>10 mm</td> </tr> <tr> <td>50 mm</td> <td>50 mm</td> <td>20 mm</td> </tr> <tr> <td>80 mm</td> <td>80 mm</td> <td>30 mm</td> </tr> <tr> <td>100 mm</td> <td>100 mm</td> <td>40 mm</td> </tr> </table> <p><b>См. Расчетные таблицы 1 и 2</b></p> <p>Горизонтальные силы, результирующие из однократного связанного действия, не обязательно учитывать, т.к. небольшое разовое скольжение не вызывает повреждения опоры. Если сдвиговое смещение является «чистой» сдвиговой деформацией, требуется минимальная вертикальная компрессионная нагрузка 2 N/mm<sup>2</sup>.</p>	• прямоугольные опоры	• круглые опоры	с толщиной	50 mm	50 mm	10 mm	50 mm	50 mm	20 mm	80 mm	80 mm	30 mm	100 mm	100 mm	40 mm
• прямоугольные опоры	• круглые опоры	с толщиной														
50 mm	50 mm	10 mm														
50 mm	50 mm	20 mm														
80 mm	80 mm	30 mm														
100 mm	100 mm	40 mm														
<p>Горизонтальная сила (возвращающая сила) вследствие горизонтальной сдвиговой деформации</p> 	<p>реал. <math>H = \frac{c_s \cdot u \cdot A_E \text{ [kN]}}{10000}</math></p> <p><math>c_s</math> = жесткость на сдвиг (см. стр. 7)</p> <p><math>A_E</math> = площадь опоры</p>															

$a, b, D, l, t, T, u$  в mm;  $A_E$  в mm<sup>2</sup>;  $H$  в kN;  $c_s$  в kN/mm

## Образец запроса

Поставка: сэндвич-опора Q фирмы «Calenberg», высоко износостойкая эластомерная опора из армированного CR (согласно DIN 4141 часть 140/150) с вулканизированными метеоустойчивыми стальными листами WTSt 52-3 и упорами, компенсирющими допуски и сглаживающими неровности; с допустимой нагрузкой вплоть до 15 N/mm<sup>2</sup>, акт испытаний Главного строительного управления № P-852.0290-3.

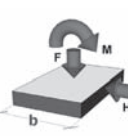
Длина: ..... mm  
 Ширина: ..... mm  
 Толщина: ..... mm  
 Количество: ..... штук  
 Цена: ..... €/шт

### Поставщик:

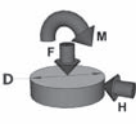
Calenberg Ingenieure GmbH  
 Am Knübel 2-4  
 31020 Salzhemmendorf  
 Phone +49(0)5153/9400-0  
 Fax +49(0)5153/9400-49

# Проектирование

# Расчетная таблица 1

	Прямоугольная площадь в плане											
	10			20			30			40		
T	6			14			22			30		
b	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u
50	15,0	24,0	4,2	15,0	40,0	9,8						
60	15,0	20,0	4,2	15,0	40,0	9,8						
70	15,0	17,1	4,2	15,0	40,0	9,8						
80	15,0	15,0	4,2	15,0	35,0	9,8	15,0	40,0	15,4			
90	15,0	13,3	4,2	15,0	31,1	9,8	15,0	40,0	15,4			
100	15,0	12,0	4,2	15,0	28,0	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
110	15,0	10,9	4,2	15,0	25,5	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
120	15,0	10,0	4,2	15,0	23,3	9,8	15,0	36,7	15,4	15,0	40,0	21,0
130	15,0	9,2	4,2	15,0	21,5	9,8	15,0	33,8	15,4	15,0	40,0	21,0
140	15,0	8,6	4,2	15,0	20,0	9,8	15,0	31,4	15,4	15,0	40,0	21,0
150	15,0	8,0	4,2	15,0	18,7	9,8	15,0	29,3	15,4	15,0	40,0	21,0
200	15,0	6,0	4,2	15,0	14,0	9,8	15,0	22,0	15,4	15,0	30,0	21,0
250	15,0	4,8	4,2	15,0	11,2	9,8	15,0	17,6	15,4	15,0	24,0	21,0
300	15,0	4,0	4,2	15,0	9,3	9,8	15,0	14,7	15,4	15,0	20,0	21,0
350	15,0	3,4	4,2	15,0	8,0	9,8	15,0	12,6	15,4	15,0	17,1	21,0
400	15,0	3,0	4,2	15,0	7,0	9,8	15,0	11,0	15,4	15,0	15,0	21,0
450	15,0	2,7	4,2	15,0	6,2	9,8	15,0	9,8	15,4	15,0	13,3	21,0
500	15,0	2,4	4,2	15,0	5,6	9,8	15,0	8,8	15,4	15,0	12,0	21,0
550	15,0	2,2	4,2	15,0	5,1	9,8	15,0	8,0	15,4	15,0	10,9	21,0
600	15,0	2,0	4,2	15,0	4,7	9,8	15,0	7,3	15,4	15,0	10,0	21,0

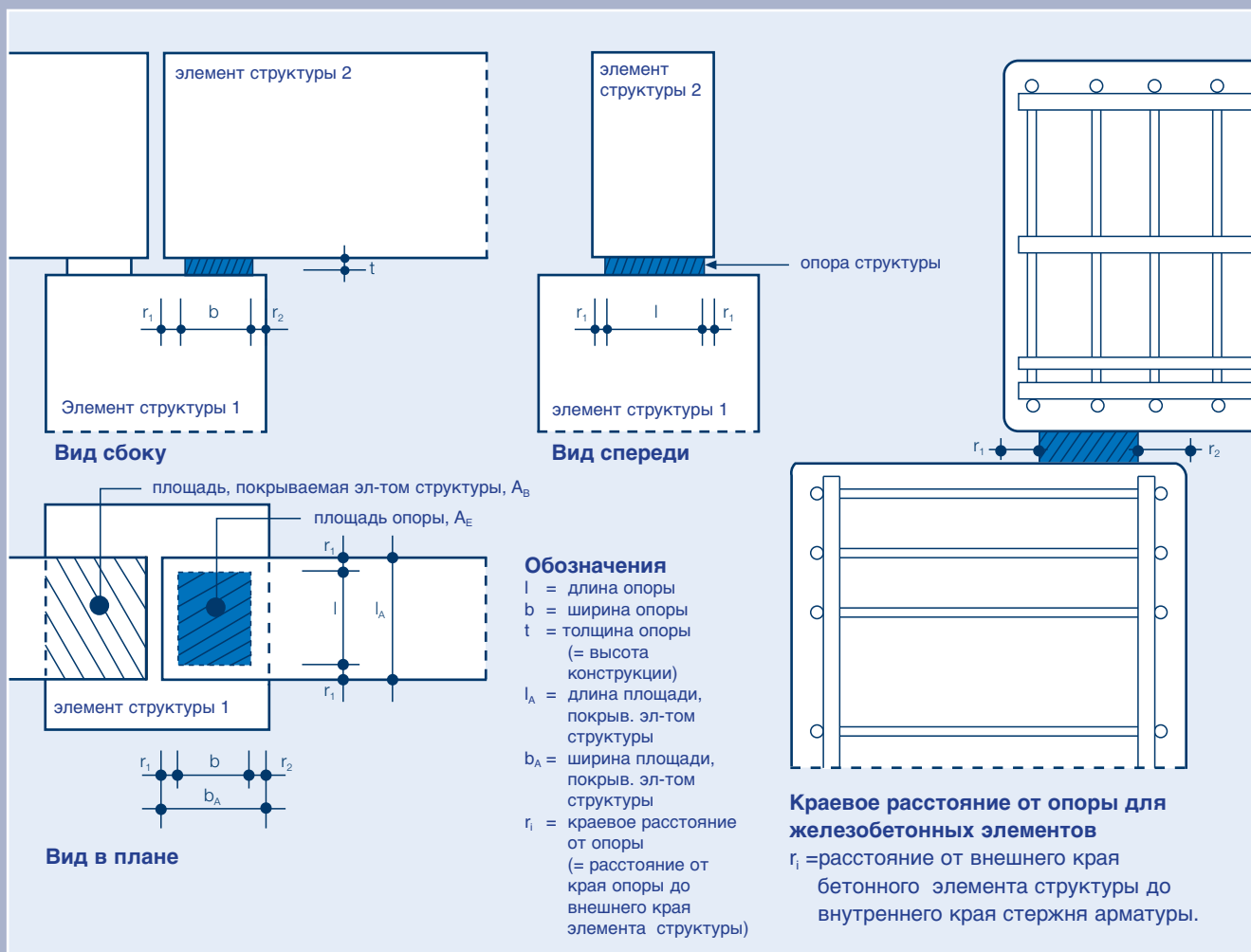
Толщина опоры t, толщина эластомерного слоя T, ширина опоры b, допустимая сдвиговая деформация u в мм; средняя допустимая компрессионная нагрузка  $\sigma_m$  в N/mm<sup>2</sup>; допустимый угол поворота  $\alpha$  в %

	Круглая площадь в плане											
	10			20			30			40		
t	10			20			30			40		
T	6			14			22			30		
D	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u	$\sigma_m$	$\alpha$	u
50	15,0	27,0	4,2	15,0	40,0	9,8						
60	15,0	22,5	4,2	15,0	40,0	9,8						
70	15,0	19,3	4,2	15,0	40,0	9,8						
80	15,0	16,9	4,2	15,0	39,4	9,8	15,0	40,0	15,4			
90	15,0	15,0	4,2	15,0	35,0	9,8	15,0	40,0	15,4			
100	15,0	13,5	4,2	15,0	31,5	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
110	15,0	12,3	4,2	15,0	28,6	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
120	15,0	11,3	4,2	15,0	26,3	9,8	15,0	40,0	15,4	15,0	40,0	21,0
130	15,0	10,4	4,2	15,0	24,2	9,8	15,0	38,1	15,4	15,0	40,0	21,0
140	15,0	9,6	4,2	15,0	22,5	9,8	15,0	35,4	15,4	15,0	40,0	21,0
150	15,0	9,0	4,2	15,0	21,0	9,8	15,0	33,0	15,4	15,0	40,0	21,0
200	15,0	6,8	4,2	15,0	15,8	9,8	15,0	24,8	15,4	15,0	33,8	21,0
250	15,0	5,4	4,2	15,0	12,6	9,8	15,0	19,8	15,4	15,0	27,0	21,0
300	15,0	4,5	4,2	15,0	10,5	9,8	15,0	16,5	15,4	15,0	22,5	21,0
350	15,0	3,9	4,2	15,0	9,0	9,8	15,0	14,1	15,4	15,0	19,3	21,0
400	15,0	3,4	4,2	15,0	7,9	9,8	15,0	12,4	15,4	15,0	16,9	21,0
450	15,0	3,0	4,2	15,0	7,0	9,8	15,0	11,0	15,4	15,0	15,0	21,0
500	15,0	2,7	4,2	15,0	6,3	9,8	15,0	9,9	15,4	15,0	13,5	21,0
550	15,0	2,5	4,2	15,0	5,7	9,8	15,0	9,0	15,4	15,0	12,3	21,0
600	15,0	2,3	4,2	15,0	5,3	9,8	15,0	8,3	15,4	15,0	11,3	21,0

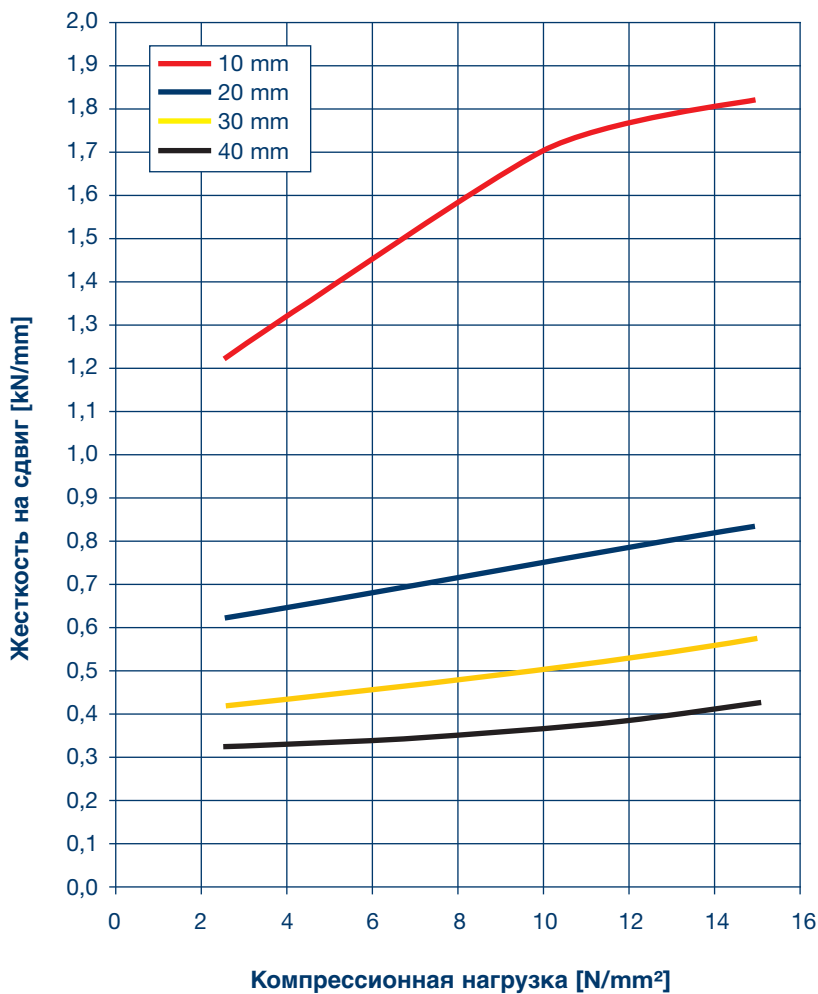
Толщина опоры t, толщина эластомерного слоя T, диаметр опоры D, допустимая сдвиговая деформация u в mm; средняя допустимая компрессионная нагрузка  $\sigma_m$  в N/mm<sup>2</sup>; допустимый угол поворота  $\alpha$  в %

## Расчетная таблица 2

# Расстояния от краев



Максимальный размер площади эластомерной опоры в плане для железобетонных конструкций (краевое расстояние). DIN 1045-1 и буклет 525 DAfSt (Немецкий комитет по конструкционному бетону) также должны соблюдаться. В случае деревянных или стальных элементов расстояние от краев должно быть как минимум 3 см.



### Примеры применения (выборочно)

- Стадион «Cologne»
- Стадион «Mönchengladbach»
- Целлюлозный комбинат «Stendal»
- Стадион «Center VfL Bochum»
- IKEA Берлин-Spandau
- Федеральное природоохранное управление г. Дессау
- Commerzbank, Люксембург
- Консульство Австралии, г. Берлин
- Нижний туннель, г. Гамбург
- Академия г. Магдебург
- Реконструированный олимпийский стадион г. Берлин
- MCC – Smart, г. Бёблинген
- Метро г. Бремен
- Port-Event-Center, г. Дюссельдорф
- Аэропорт г. Мюнхен, терминал 2
- Арена г. Зальцбург
- Круглогодичный бассейн г. Деггендорф
- Музей лошадей, г. Мюнстер
- Детская больница, г. Оснабрюк
- SME Centre, г. Нюрнберг
- Суд г. Кассель
- Индустриальный парк г. Кемптен

# Жесткость на сдвиг

# Данные по монтажу

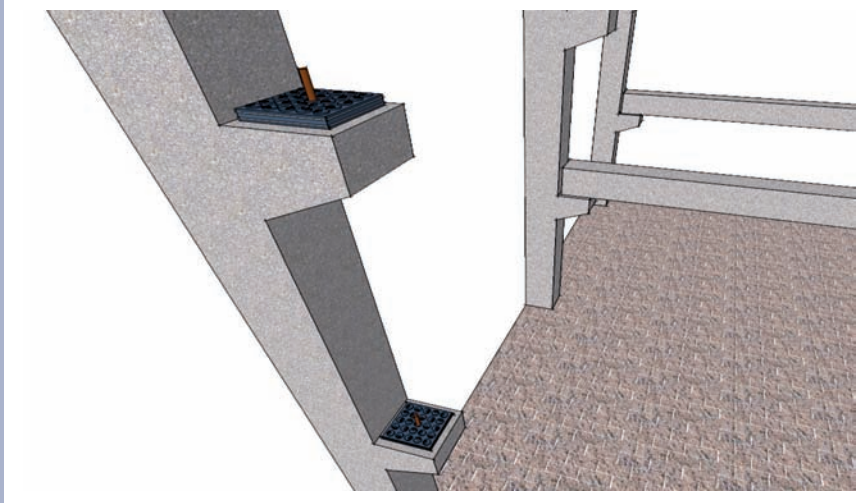
## Характеристики

В зависимости от толщины опоры расположенные на обеих сторонах опоры эластично прогибаются примерно на 2,5–3 мм под давлением до 2 N/mm<sup>2</sup>. Таким образом компенсируется неровность опорной поверхности (фаза компенсации). При нагрузках более чем 2 N/mm<sup>2</sup> соотношение давления к прогибу практически линейно (фаза нагрузки, см. стр. 9).

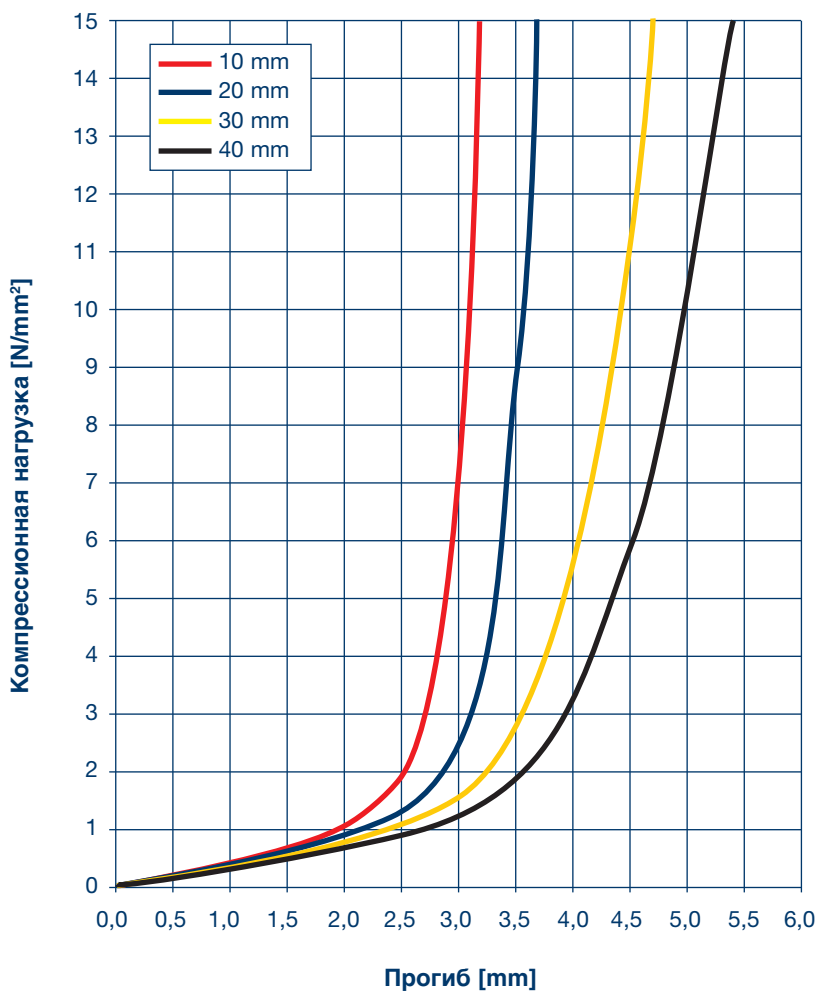
## Данные по монтажу

При использовании в сборных конструкциях сэндвич-опора Q фирмы «Calenberg» устанавливается по центру опорной площади без какой-либо специальной монтажной подготовки. В случае бетонных структурных элементов крайнее расстояние до внешнего края элемента должно составлять минимум 30 мм, а встроенная в бетон стальная арматура должна выступать как минимум на площадь сэндвич-опоры Q фирмы «Calenberg». Аналогично, скошенные углы элементов структуры должны быть приняты в расчет при определении расстояний от краев (см. стр. 6).

Для монолитных бетонных конструкций зазоры и стыки вокруг сэндвич-опоры Q фирмы «Calenberg» должны быть заполнены и закрыты таким образом, чтобы бетон не мог проникнуть в стыки опоры. При любых условиях следует избегать жестких соединений и обеспечивать эластичные свойства опоры.







### Виды поставок, размеры

Сэндвич-опора Q фирмы «Calenberg» вырезается под любое применение до индивидуального размера 600 mm x 600 mm. Опора может поставляться с отверстиями, прорезями, пазами и т.п. для крепления болтами и штифтами.

Если сэндвич-опору Q фирмы «Calenberg» требуется прикрепить к структурным элементам, она может быть поставлена с потайными отверстиями и крепежными штифтами.

Для монолитных бетонных конструкций сэндвич-опора Q фирмы «Calenberg» изолируется полистироном или огнеупорным покрытием из цифламона таким образом, чтобы сырой бетон не проник в стыки.

**Толщина опоры:**  
10, 20, 30, 40 mm

### Материалы

Эластомер на основе синтетического хлоропренового каучука (CR) согласно DIN 4141 часть 140/150.

Устойчивая к метеоусловиям конструкционная сталь WTSt 52-3 в соответствии с нормами поставки, изготовления и применения устойчивой к метеоусловиям конструкционной стали, характеристики которой соответствуют DIN 17100.

# Прогиб

# Распределение нагрузки

## Распределение нагрузки в опорном стыке сэндвич-опоры Q фирмы «Calenberg»

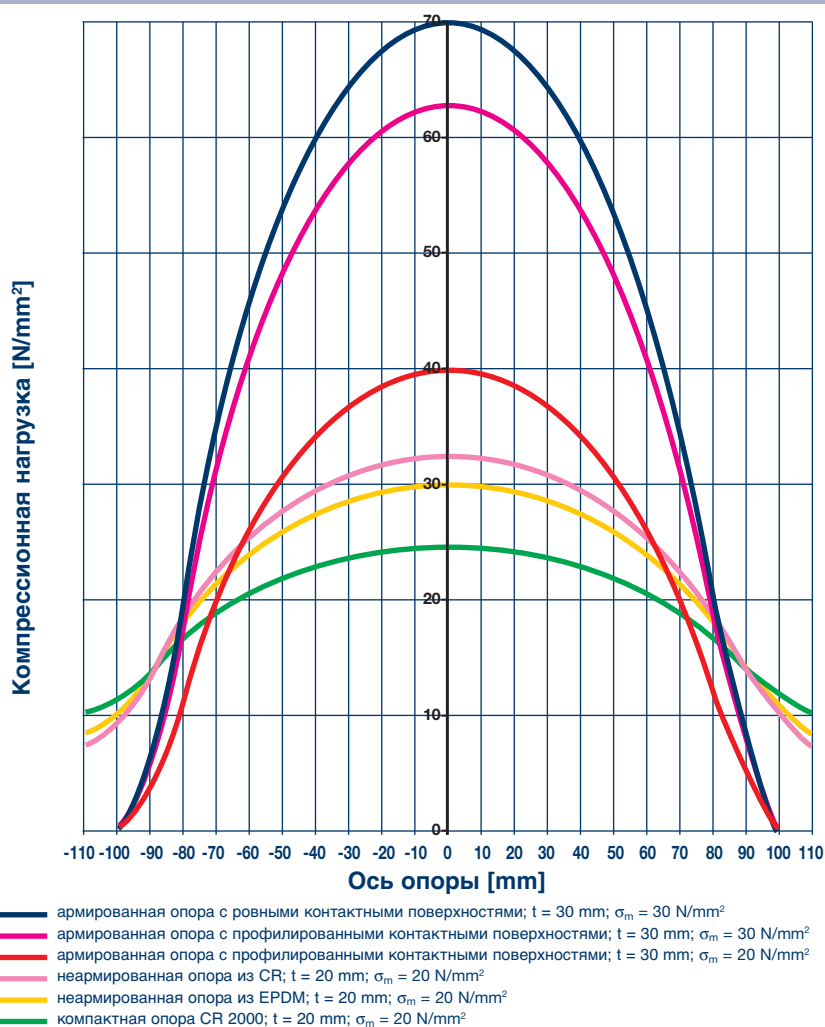
В рамках исследовательского проекта Министерства по городскому строительству, жилью и транспорту (федерального округа Северный Рейн-Вестфалия) распределение нагрузки в различных армированных и неармированных опорах было изучено на практике.

При этом наблюдались существенные различия в величине концентрации нагрузки в разных армированных и неармированных эластомерных опорах.

При средней компрессионной нагрузке  $20 \text{ N/mm}^2$ , например, увеличение допустимого для сэндвич-опоры Q фирмы «Calenberg» значения в 1.33 раза дает соотношение максимальной нагрузки к средней нагрузке по центру опоры

макс.  $\sigma/\sigma_m = 40/20 = 2,0$ .

Края опоры остаются практически без нагрузки (см. график справа).



## Пример проектирования

Опора преднапряженной бетонной балки на железобетонной колонне.

### 1. Общее

При проектировании нужно учесть следующее:

- В случае бетонных конструкций стальная арматура должна выступать как минимум на площадь опоры или перекрывать ее в плане (см.стр.6).
- Необходимо принять во внимание скошенные углы.
- В большинстве случаев расчетный опорный поворот должен быть увеличен на угол поворота, который может возникнуть в процессе изготовления и монтажа (несовершенства).
- Нагрузки, параллельные опорным площадям, из-за связанных или краткосрочных внешних сил поглощаются до тех пор, пока не превышают значения, данные в расчетных таблицах.

## 2. Заданные величины:

### 2.1 Размеры элемента, материалы

- Преднапряженная бетонная балка:  $d/h = 30/70 \text{ см}^2$ ; C 30/37
- Железобетонная колонна:  $d/b = 30/30 \text{ см}^2$ ; C 30/37
- Допустимая прямая нагрузка на бетон:  
допустим.  $f_{cd} = 0,85 \times f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \times 30 / 1,5 = 17 \text{ N/mm}^2$

### 2.2 Статические величины

- Собственная реакция опоры: 380 kN
- Расчетная горизонтальная деформация балки из-за ползучести и усадки:  $u = 14 \text{ mm}$
- Расчетный поворот опоры:  $\alpha = 20 \text{ ‰}$
- Максимальная реальная опорная площадь (площадь, перекрываемая двумя структурными элементами)  $A_B = 300 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$

## 3. Проект опоры

### Выбранная эластомерная опора

Сэндвич-опора Q  
 $l \times b \times t = 230 \times 150 \times 30 \text{ mm}^3$

## 4. Подтверждение

- Компрессионная нагрузка  
реал.  $\sigma_m = \frac{380 \times 10^3}{230 \times 150}$   
 $= 11,01 \text{ N/mm}^2 < \text{доп. } \sigma_m = 15 \text{ N/mm}^2$
- Горизонтальная деформация  
доп.  $u = \pm 0,7 \times T = 0,7 \times 22$   
 $= 15,4 \text{ mm} > \text{реал. } u = 14 \text{ mm}$
- Поворот опоры по  $b = 150 \text{ mm}$   
доп.  $\alpha_{150} = \frac{200 \times 22}{150}$   
 $= 29,3 \text{ ‰} > \text{реал. } \alpha = 20,0 \text{ ‰}$

## Области применения

Сэндвич-опоры Q фирмы «Calenberg» применяются во всех областях гражданского строительства как неизменно эластичные, соединительные элементы на штифтах, обеспечивающие распределяющее нагрузку соединение между отдельными компонентами. Они необходимы в конструкциях, где испытывающие высокую нагрузку элементы подвержены крупным горизонтальным и вращательным движениям на опорных площадях.

Опоры также используются в области изоляции от структурного шума и вибрации.

# Пример проектирования

# АКТЫ ИСПЫТАНИЙ

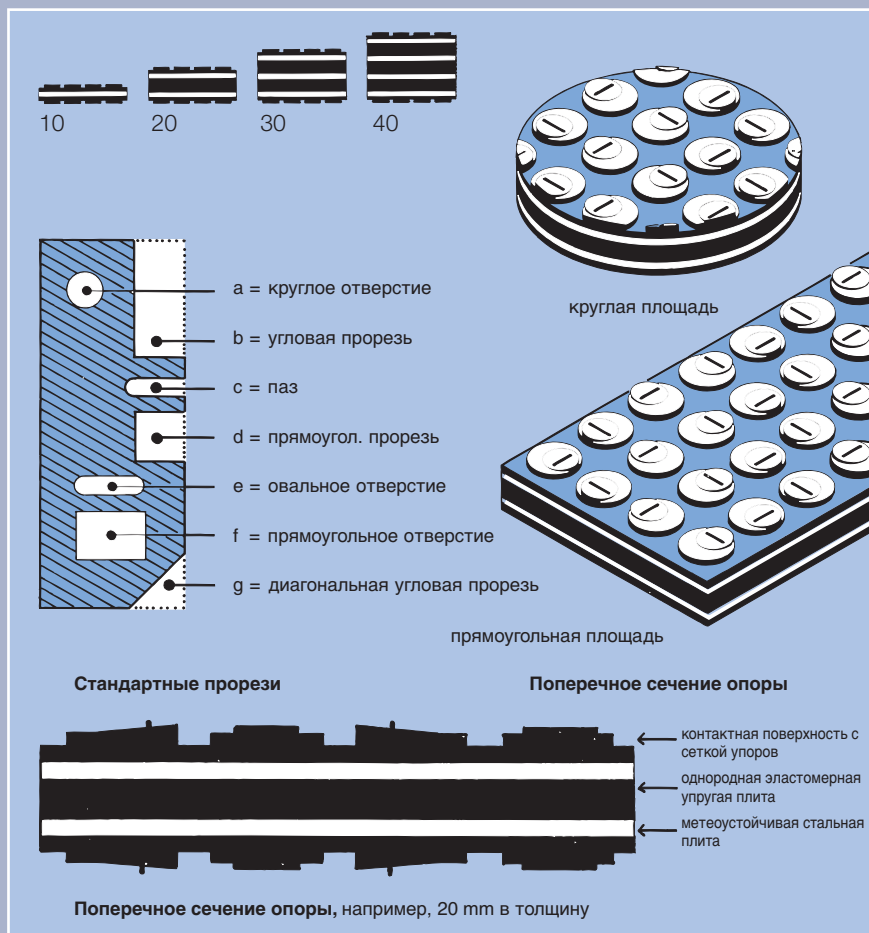
## Акты испытаний, сертификаты соответствия

■ Акт испытаний Главного строительного управления № Р-852.0290-3, уполномоченная служба по испытанию машиностроительных материалов и технических пластмасс ун-та г.Ганновер, 2003

■ Заключение по пожарной безопасности №3799/7357-AR; заключение по эластомерным опорам фирмы «Calenberg» в рамках классификации по классу огнеупорности F 90 или F 120 согласно DIN 4102, часть 2 (вып. 9/1977); Уполномоченная инженерно-строительная испытательная служба при фак-те строительных материалов, железобетонных конструкций и пожарной безопасности Технологического ун-та г.Брауншвейг; март 2005г.

### Характер горения

Во всех случаях использования эластомерных опор, которые должны соответствовать требованиям пожарной безопасности, применимо заключение по пожарной безопасности №3799/7357-AR-Технологического ун-та г.Брауншвейг. Оно определяет минимальные размеры и другие меры согласно спецификации DIN 4102-2, Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen (Характер распространения пожара в строительных материалах и элементах), 1977-09.



Содержание настоящего буклета является результатом многолетних исследований и обобщения практического опыта. Вся информация предоставляется добросовестно; однако она не является гарантией определенных свойств, а также не освобождает пользователя от необходимости проведения собственной проверки для обеспечения защиты прав третьих лиц. Любая ответственность за ущерб, вне зависимости от его природы и законного обоснования, проистекающий из даваемых в настоящем буклете рекомендаций, исключается. Вышесказанное не относится к ситуациям, в которых наша компания, наши официальные представители или руководство будут признаны виновными в умышленных действиях или грубой небрежности. Простая неосторожность, повлекшая за собой урон, ответственности не подразумевает. Данное исключение ответственности распространяется также на сферу личной ответственности наших официальных представителей и сотрудников, и других лиц, нанятых для выполнения наших обязательств.

### Calenberg Ingenieure GmbH

Am Knübel 2-4  
D-31020 Salzhemmendorf/Germany  
Phone +49 (0) 5153/94 00-0  
Fax +49 (0) 5153/94 00-49  
info@calenberg-ingenieure.de  
http://www.calenberg-ingenieure.de