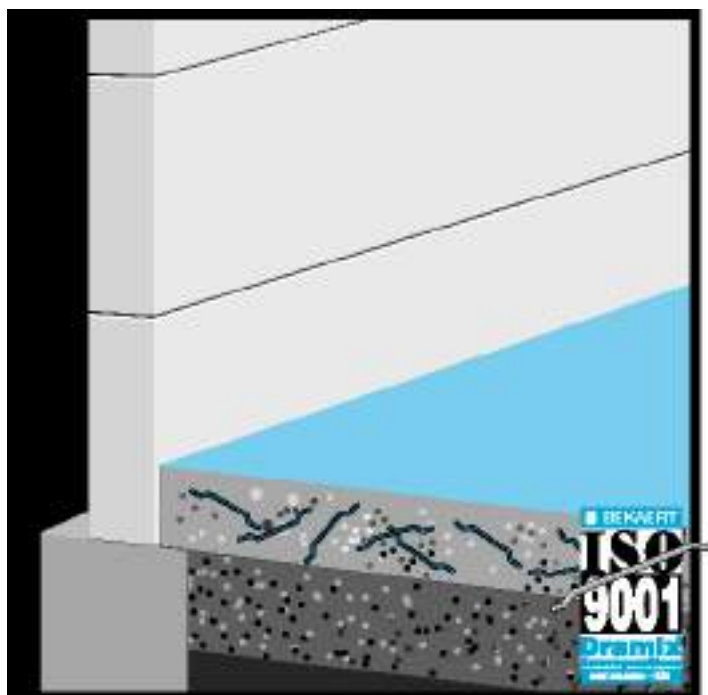


Dramix®



Dramix® ProV 5.2.31
Copyright© NV BEKAERT SA
Bekaertstraat 2, 8550 Zwevegem
Все права защищены

Расчет сталефибробетонных полов по грунтовому основанию на основе теории линий разрушения Лосберга.

Расчет выполнен для : [Промышленные полы_Алма-Ата](#)

Проект : [Завод по производству продуктов питания_Капшагай](#)

Часть проекта : [Монолитная сталефибробетонная плита_покрытие проездов и площадок для разгрузки](#)

Расчет выполнен : [Пушкарев Алексей](#)

Улица : [Бутырская, 77](#)

Адрес : [Москва](#)

Тел. : [+7-963-867-77-88](#)

Факс : [+7 \(499\) 937-70-13](#)

Email : aleksey.pushkarev@bekaert.com

Введение

● Основные принципы расчета

Стальная фибра Dramix® может существенно изменять характеристики бетона. Основным эффектом от добавления ее в смесь является появление пластичности у этого хрупкого материала.

Введение

Одним из основных применений, для которого фибра Dramix® особенно подходит, является бетонный пол по грунту. Неармированные полы разрушаются сразу после появления первых трещин, в то время как фибробетон способен выдерживать даже большие нагрузки.

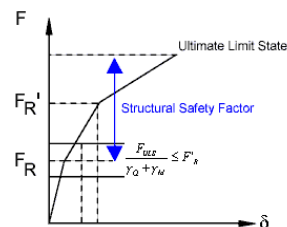
Применение соответствующих методов расчета, которые учитывают прочность фибробетона после появления трещин, является очень важным!

Расчеты по допустимым напряжениям, основанные на теории Вестергарда, в этом случае не будут правильными, т.к. они не учитывают деформационное упрочнение бетона, в результате добавления стальной фибры.

Поэтому настоящий расчет основан на теории линий разрушения и состоит из 3 основных частей :

РАСЧЕТ ПО ПРОЧНОСТИ

Полномасштабные лабораторные испытания пола на грунтовом основании показали, что поведение сталефибробетона линейно-упруго до наступления предела (F_R). Далее: предел упругости превышен, но бетон все еще остается пластичным, модуль упругости уменьшается. Это иллюстрируется на Графике 1 уменьшением угла наклона между точками F_R и F_R' . Т.к. нагрузка превышает точку F_R , модуль упругости снова уменьшается. Перераспределение напряжений и поглощение энергии происходит до достижения предела прочности поперечного сечения плиты пола. При расчете в проекте, запас прочности закладывается путем деления рассчитанной предельной прочности на коэффициент надежности по нагрузке (γ_Q) и коэффициента надежности по материалу (γ_{fd}).



Свойства материала, эквивалентная прочность на изгиб бетона со стальными волокнами Dramix® должны быть протестированы в соответствии с JSCE-SF4 (Япония), ASTM C 1609 (США.), TR34 (Великобритания), DBV – Merkblätter Faserbeton (Германия), CUR 35 (Голландия), NF P 18 – 409 (Франция), NBN B 15-238 (Бельгия) или похожими стандартами.

Важно упомянуть, что прочность после раскрытия первой трещины до прогиба $l/1,5$ mm (l = расстояние между опорами тестируемой балки) должна быть измеряна с помощью оборудования позволяющего контролировать деформацию.

Прочность бетона до образования первой трещины НЕ является верным проектным показателем, т.к. не учитывает поведение композитного материала в стадии раскрытия трещин.

РАСЧЕТ ПО ПРЕДЕЛЬНОМУ СОСТОЯНИЮ ПРИГОДНОСТИ К НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

При данном расчете учитывается следующее.

>> Нормативные внешние нагрузки

>> Напряжения усадки

>> ΔT сверху вниз по плите пола.

Прогиб плиты пола (вследствие осадки грунтового основания)

Продавливание

Несмотря на то, что продавливание крайне редко может стать причиной разрушения бетонного пола, настоящий проект проверяет возможность разрушения плиты из-за продавливания от действия наибольшей точечной или колесной нагрузки.

● Рекомендации по технологии строительного производства

Следующие аспекты представляют некоторые наиболее важные особенности технологии строительства полов на грунтовых основаниях. Пожалуйста, ознакомьтесь со руководствами, таким как TR34 и ACI 306 содержащих более развернутое описание технологий и правил. Эти правила должны быть детально разработаны инженером по авторскому надзору и прописаны в подрядных договорах.

Рекомендации ни в коем случае не заменяют общую спецификацию договора подряда или необходимость наличия опытного прораба/рабочих.

1. Спецификации -Техническая информация о сталефибробетоне доступна в Компании BEKAERT по запросу.

2. Тип стальной фибры и дозировка -Несмотря на то, что вся стальная фибра Dramix® для бетонных полов имеет одинаковую форму загнутых концов, тип фибры (длина, диаметр, прочность на растяжение) может варьироваться в зависимости от условий конкретного проекта. ВАЖНО использовать тип и дозировку фибры в соответствии с проектной документацией.

3. Информация по дозированию -См. рекомендации по дозировке и перемешиванию Dramix®.
<http://www.bekaert.com/dosingdramix>

4. Система основания -Грунтовое основание должно быть сухим и обладающим соответствующей несущей способностью равномерно по всей площади. Подготовке основания на строительной площадке должно быть уделено особое внимание, включая с качество уплотнения. Несущая способность системы Фактическая плотность основания должна соответствовать минимальным параметрам, учтенным в проектной спецификации, основание не должно быть промерзшим во время укладки бетонной смеси и должно выдерживать нагрузку от транспорта, например вес полного миксера.

Проверка методом прокатки тяжелой техники - наилучший способ убедиться, что грунтовое основание способно обеспечить необходимую несущую способность в процессе строительства и после него. Тест прокаткой под наблюдением представителя заказчика должен быть выполнен загруженным двухосным самосвалом, загруженным бетонным миксером, катком или любой другой единицей тяжелой строительной техники. В любом из вариантов, должно быть выполнено несколько прокаток по определенной сетке.

Если во время подготовки основания происходит продавливание или пучение грунта, его необходимо (но не ограничиваясь этим) выровнять и уплотнить соответствующим оборудованием. Продавливание возможно в случае, если верхний слой основания переувлажнен, а пучение в случае, если нижележащий слой переувлажнен. В любом случае, все отклонения от плоскости грунта, превышающие 13 мм, должны быть устранены.

Допустимые отклонения должны соответствовать действующим нормативным документам и проектной документации с максимальными значениями:

- ° +/- 10 mm для $h \leq 150\text{mm}$
- ° +/- 30 mm для $h \geq 400\text{mm}$
- ° Линейная интерполяция между 150 mm и 400 mm для определения соответствующих максимальных отклонений

5. Защита от влаги -Защита от влаги должна быть предусмотрена для любых "полов по гунту", которые в последствии будут покрыты плиткой, деревом, непроницаемыми покрытиями (полиуретановые, эпоксидные, плитки ПВХ) или на которых предполагается наличие чувствительного к влаге оборудования или материалов. Тем не менее подавляющее большинство складов или производственных цехов не требуют какой-либо паро/влагоизоляции, в связи с чем ее использование целесообразно тогда, когда она оправдывает свое предназначение.

Если гидроизоляционный слой необходим вследствие местных условий, его необходимо располагать под слоем крупно-фракционного материала (например щебень) минимальной толщиной от 75 мм до 100 мм. Последующее уплотнение с "расклиновкой" поможет уменьшить трение плиты пола и грунта основания. Крупный заполнитель, так же как и "клиновое", должны быть достаточно влажными для достижения необходимого уплотнения, но в то же время достаточно сухими в момент укладки бетона для водопоглощения (в случае отсутствия полиэтиленовой пленки на поверхности грунтового основания).

6. Заполнители -Заполнители должны удовлетворять требования нормативов, например ASTM C 33. Составной заполнитель должен соответствовать ведомственным стандартам, например ACI 544.1R⁸. Равномерный гранулометрический состав необходим для создания требуемой матрицы и сокращения требуемого количества воды в бетоне и, следовательно, сокращения количества цементной пасты для затворения заполнителей и стальных фибр.

7. Пропорция -Рецептура бетонной смеси сталефибробетона ничем не отличается от обычного бетона. Рекомендованные пропорции указаны в ведомственных нормативах (например ACI 544.1R). В случае высоких дозировок фибры, рецептура должна быть оптимизирована для удобства работы со сталефибробетоном во время укладки и прокачки насосом.

8. Добавки -Добавки широко используются в сталефибробетоне для облегчения его укладки и финишной обработки. Если используется более одного вида добавок, их следует вносить в смесь по отдельности. Все добавки должны соответствовать действующим нормативным документам.

9. Уход за бетоном - Уход за бетоном - важная часть хорошего результата. В качестве средств по уходу за бетоном могут выступать: увлажняемые полога, пластиковая пленка, напыляемые/наносимые полимерные материалы. Более подробную информацию можно получить из специальных нормативных документов (например ACI 302).

10. Деформационные швы - В качестве деформационных швов в сталефибробетоне можно применять нарезку как по свежему, так и по застывшему бетону. В обоих случаях глубина прорезания не должна быть меньше 1/3 толщины плиты. В случае со свежим бетоном, при отсутствии возможности достижения глубины в 1/3, нарезка не должна быть менее 25 мм.

Независимо от выбранного способа, нарезка швов должна быть выполнена (1) до начала твердения бетона, (2) бетон должен схватиться до такой степени, чтобы избежать повреждений в процессе нарезки, (3) до момента образования усадочных трещин. Напряжения усадки появляются после завершения процесса схватывания и начала процесса остывания. Если этот момент упущен и нарезка швов не была произведена, бетон может развить трещины в хаотическом порядке.

11. Детальная техническая информация по устройству полов - Доступна по запросу в компании Bekaert и должна быть всегда учтена.

● Ответственность

Бетон, в случае, если он армирован стальными фибрами Dramix®, дает возможность выдерживать большие нагрузки (по сравнению с обычным бетоном) после момента образования первой трещины. В соответствии с этим "Dramix® Pro" представляет возможность тем, кто использует стальную фибру Dramix® (в тех случаях, когда именно эта фибра добавлена в бетон), определить показатели границ прочности сталефибробетона. Под показателями границ прочности подразумевается: предел между показателями нормальной эксплуатации и небезопасной эксплуатации сталефибробетона Dramix® под действием определенных нагрузок.

BEKAERT подтверждает научную и техническую обоснованность "Dramix® Pro" (програмное обеспечение), а также результаты, полученные с ее помощью, тем самым подтверждая правильность работы программного обеспечения, но в то же время BEKAERT не может гарантировать (а также контролировать) правильность предоставленной информации (включая, но не ограничиваясь: нагрузки, коэффициенты надежности), которая была использована 3-ми лицами для расчетов в данной программе.

Компания BEKAERT не может знать (а также контролировать) другие условия (включая, но не ограничиваясь: качество грунтового основания, правильность внесения и перемешивания фибры Dramix® в соответствии с требованиями компании BEKAERT, своевременность ухода за бетоном, использование подходящих кюрингов), которые необходимы для получения определенного уровня прочности сталефибробетона с Dramix®.

В соответствии с вышеупомянутым, компания BEKAERT не несет никакую ответственность за любые убытки или ущерб (понесенные кем-либо), которые явились результатом использования неверных данных (которые использовались для любых расчетов на базе программного обеспечения) или пренебрежения другими любыми предписанными условиями применения сталефибробетона с фиброй Dramix®. BEKAERT не может являться архитектором/конструктором по причине того, что предоставляет 3-м лицам "Пояснительная записка к расчету" Dramix®, и по этой причине BEKAERT не может брать на себя ответственность, которая лежит на архитекторах/конструкторах.

"Пояснительная записка к расчету" Dramix® не освобождает других от необходимости проведения тестов свойств материала, относительной прочности на изгиб сталефибробетона с Dramix® в соответствии с нормативными документами, упомянутыми выше.

Факт использования "Пояснительной записки к расчету" Dramix® подтверждает, что ее пользователь соглашается с тем, что ее применение будет происходить в соответствии с условиями, перечисленными выше. Этот же факт подтверждает, что пользователь отказывается от всех прав регрессии к BEKAERT, и/или освобождает BEKAERT от ответственности в случае возникновения (каких-либо и у кого-либо) претензий в связи с любыми повреждениями и/или разрушениями, по которым, в соответствии с вышеупомянутым, BEKAERT не несет ответственность.

"Пояснительная записка к расчету" Dramix® не может быть использована для каких-либо иных целей кроме расчета сталефибробетона с Dramix®; нарушение этого условия влечет процессуальные действия со стороны BEKAERT с целью возмещения всех убытков, которые BEKAERT может понести в результате подобных нарушений. В любом случае, права на интеллектуальную собственность на пояснительную записку к расчету Dramix® остаются за BEKAERT; факт использования пояснительной записки к расчету 3-ми лицами ни при каких обстоятельствах не может передать право интеллектуальной собственности на "Пояснительную записку к расчету" Dramix® кому-либо. Продажа "Пояснительной записки к расчету" Dramix® (и/или получение прибыли от нее каким-либо иным способом) 3-м лицам строго запрещена; нарушение этого условия влечет процессуальные действия со стороны BEKAERT с целью возмещения всех убытков, которые BEKAERT может понести в результате подобных нарушений.

2. Исходные данные

Варианты загрузки

| Две колесных нагрузки | | | | |
|-----------------------|----------|------------------------|------------|------------|
| № | Нагрузка | Давление контакта | Расстояние | |
| W1 | 55.00 kN | 0.70 N/mm ² | a | 2040.00 mm |
| W2 | | | | |

| Четыре колесных нагрузки в линию | | | | |
|----------------------------------|----------|------------------------|------------|------------|
| № | Нагрузка | Давление контакта | Расстояние | |
| W1 | 25.00 kN | 0.70 N/mm ² | a | 500.00 mm |
| W2 | | | b | 2000.00 mm |
| W3 | | | c | |
| W4 | | | | |

| Четыре колесных нагрузки прямоугольником | | | | |
|--|----------|------------------------|------------|------------|
| № | Нагрузка | Давление контакта | Расстояние | |
| W1 <=> W2 | 38.00 kN | 0.70 N/mm ² | a | 2040.00 mm |
| W3 <=> W4 | 38.00 kN | 0.70 N/mm ² | b | 1310.00 mm |

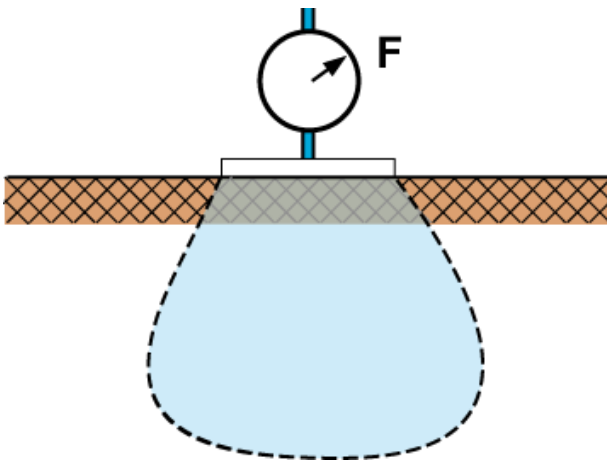
Характеристики бетона

Следующие прочностные характеристики бетона были учтены в настоящем расчете

| Характеристики бетона | | |
|--|---------------|----------------------------|
| Прочность на сжатие | | C20/25 |
| Прочность на изгиб | f_{ctk} | 2.90 N/mm ² |
| | f_{ctm} | 3.70 N/mm ² |
| Модуль упругости E | E_c | 28800.00 N/mm ² |
| Коэффициент Пуассона | ν_c | 0.15 |
| Коэффициент релаксации | K_c | 2.6 |
| Коэффициент трещинообразования (‰) | ϵ'_c | 0.4 |
| Корректирующий коэффициент возраста бетона | | 1 - 28d. |

Упругое основание

• Исходные данные



Коэффициент постели k измеряется круглым штампом 760 mm (30 inch) в соответствии с указаниями ACI 360. Если для испытания применялся иной диаметр, результат должен быть приведен к стандартному тесту.

$$k_s = 0.070 \text{ N/mm}^3$$

Раиус зоны упругой жесткости

$$l_k = \sqrt[4]{\frac{D}{k_s}} = 672.52 \text{ mm}$$

$$D = \frac{E_c i}{(1 - \nu_c^2)} = 14318.98 \text{ kNm/m}$$

$$i = 486000 \text{ mm}^3/\text{m}$$

$$\nu_c = 0.15$$

Коэффициенты надежности

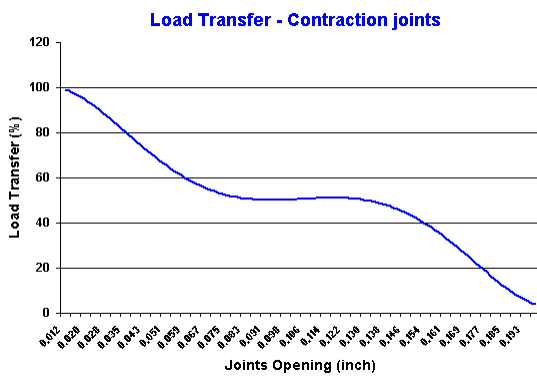
| Коэффициенты надежности по материалу | | Первое предельное состояние | Второе предельное состояние |
|--------------------------------------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Бетон | γ_c | 1.5 | 1 |
| Сталефибробетон | $\gamma_{сФ}$ | 1.2 | 1 |
| Сталь | γ_s | 1.15 | 1 |
| Коэффициенты надежности по нагрузкам | | | |
| Переменные нагрузки | γ_Q | 1.2 | 1 |
| Коэффициент надежности по динамике | γ_{Qd} | 1.2 | 1 |

Распределение нагрузки

Введение

Общая площадь бетонных полов разделена на части путем устройства деформационных швов-пропилы. Зерна крупного заполнителя, смыкающие соседние участки, позволяют некоторое распределение нагрузок между ними. Все значения, применяемые в настоящем расчете, вз

●Усадочные швы



$$w_s = \varepsilon_c' \cdot \max|x_s, y_s| = 1.60 \text{ mm}$$

(X_s, Y_s , см. трещинообразование)

$$\chi_{te} = 1 - \frac{\text{Loadtransfer}}{2} = 0.71$$

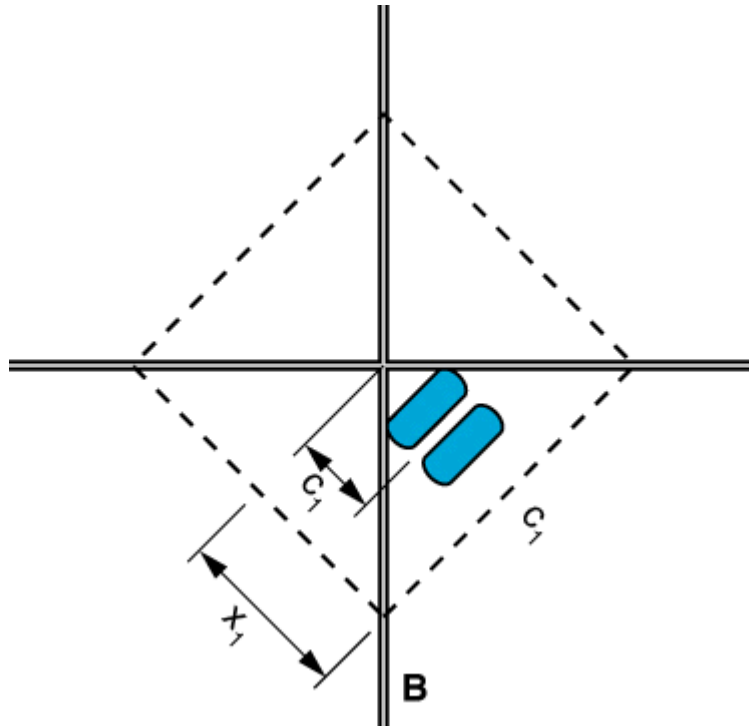
●Пересечение двух швов-пропилы

$$\chi_{te} = 1 - \left[\sqrt{2} (1 - \chi_{te}) \right] = 0.59$$

●Нагельный шов

$$\chi_{te} = 0.6$$

Тип нагрузки : Колесная нагрузка
Количество загрузений : 2
Расположение нагрузок : В линию
Расположение нагрузок на полу : Рядом с пересечением двух усадочных швов.



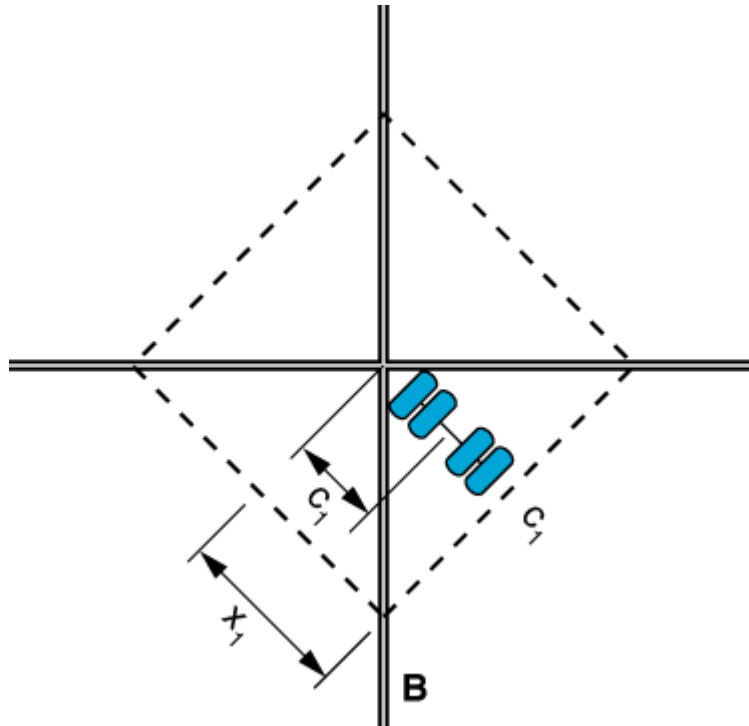
| Случай | C1 | l | m'+m ULS | m'+m SLS |
|--------|------------|-----------|-------------|------------|
| | 223.65 mm | 672.52 mm | 10.66 kNm/m | 7.88 kNm/m |
| | 1243.65 mm | 672.52 mm | 0kNm/m | 0kNm/m |

Тип нагрузки : Колесная нагрузка

Количество загрузений : 4

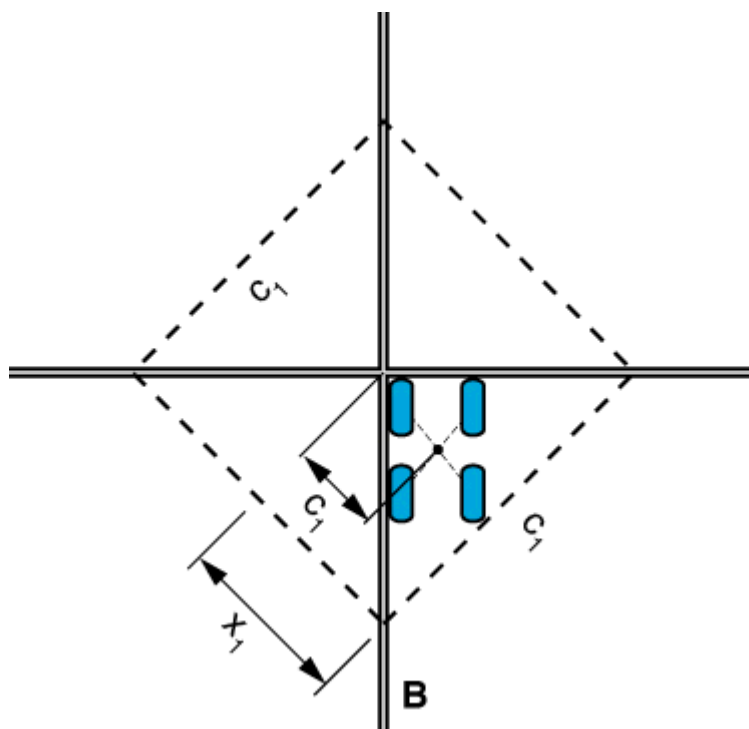
Расположение нагрузок : В линию

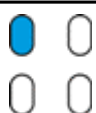
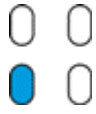
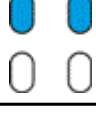
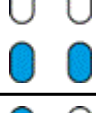
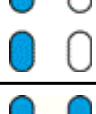
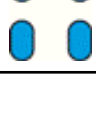
Расположение нагрузок на полу : Рядом с пересечением двух усадочных швов.



| Случай | C1 | l | m'+m ULS | m'+m SLS |
|--------|------------|-----------|------------|------------|
| | 150.79 mm | 672.52 mm | 6.07 kNm/m | 4.39 kNm/m |
| | 400.79 mm | 672.52 mm | 5.36 kNm/m | 3.95 kNm/m |
| | 1150.79 mm | 672.52 mm | 0kNm/m | 0kNm/m |
| | 1400.79 mm | 672.52 mm | 0kNm/m | 0kNm/m |

Тип нагрузки : Колесная нагрузка
Количество загрузений : 4
Расположение нагрузок : Прямоугольником
Расположение нагрузок на полу : Рядом с пересечением двух усачочных швов.



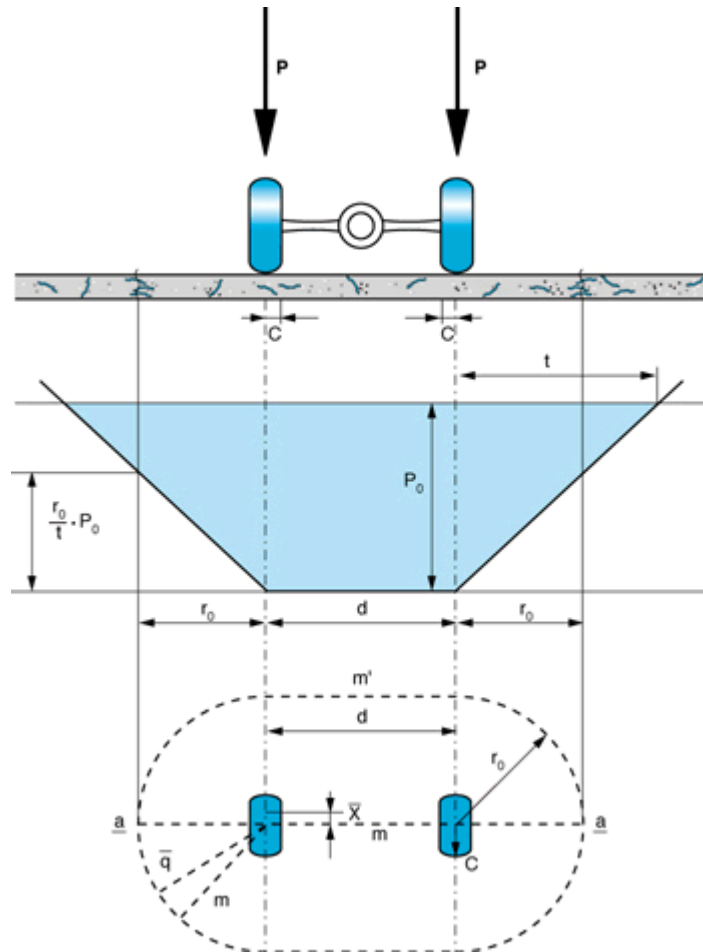
| Случай | C1 | I | m'+m ULS | m'+m SLS |
|--|------------|-----------|------------|------------|
|  | 185.90 mm | 672.52 mm | 8.30 kNm/m | 6.05 kNm/m |
|  | 185.90 mm | 672.52 mm | 8.30 kNm/m | 6.05 kNm/m |
|  | 1205.90 mm | 672.52 mm | 0kNm/m | 0kNm/m |
|  | 1205.90 mm | 672.52 mm | 0kNm/m | 0kNm/m |
|  | 2225.90 mm | 672.52 mm | 0kNm/m | 0kNm/m |
|  | 1398.10 mm | 672.52 mm | 0kNm/m | 0kNm/m |



Тип нагрузки : Колесная нагрузка

Количество загрузений : 2

Расположение нагрузок : В линию

Расположение нагрузок на полу : По центру



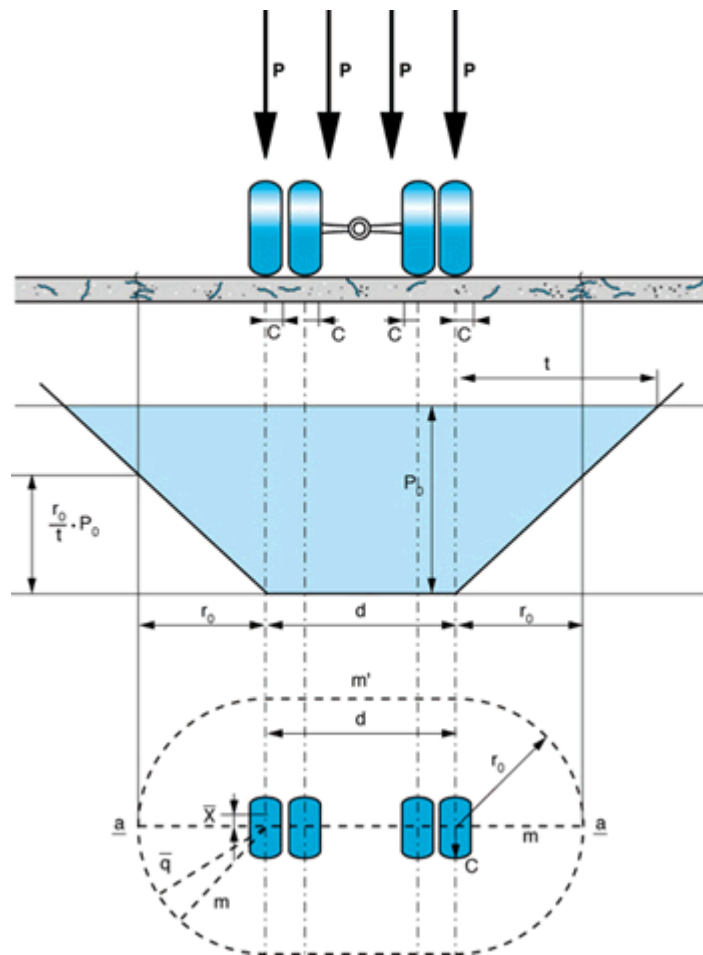
| Случай | x | d | γ | t/l | r ₀ /l | m'+m ULS | m'+m SLS |
|---|----------|------------|----------|-------|-------------------|------------|------------|
|  | 67.12 mm | 67.12 mm | 0.1271 | 3.013 | 0.9134 | 9.06 kNm/m | 6.43 kNm/m |
|  | 67.12 mm | 2040.00 mm | 0.0637 | 2.705 | 1.4412 | 8.05 kNm/m | 5.65 kNm/m |




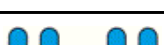
Тип нагрузки : Колесная нагрузка

Количество загрузений : 4

Расположение нагрузок : В линию

Расположение нагрузок на полу : По центру



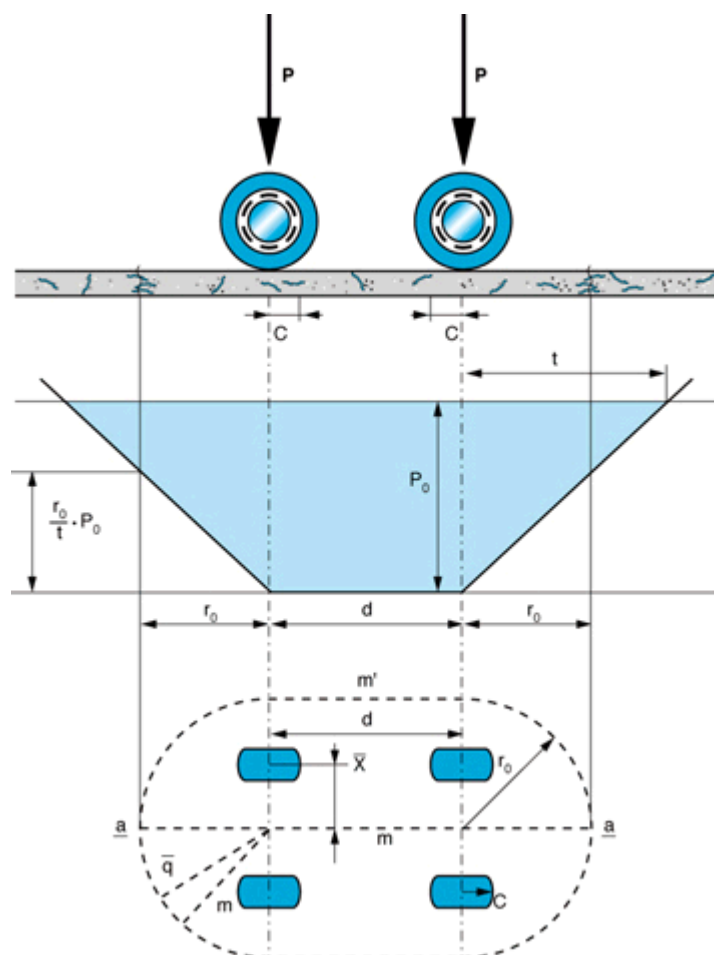
| Случай | x | d | γ | t/l | r ₀ /l | m'+m ULS | m'+m SLS |
|--|----------|------------|----------|-------|-------------------|------------|------------|
|  | 45.25 mm | 45.25 mm | 0.1280 | 3.164 | 0.7854 | 4.47 kNm/m | 3.16 kNm/m |
|  | 45.25 mm | 500.00 mm | 0.1137 | 2.538 | 1.0776 | 6.34 kNm/m | 4.45 kNm/m |
|  | 45.25 mm | 2000.00 mm | 0.0658 | 2.694 | 1.3808 | 3.85 kNm/m | 2.69 kNm/m |
|  | 45.25 mm | 2500.00 mm | 0.0547 | 2.718 | 1.5046 | 7.10 kNm/m | 4.96 kNm/m |

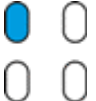
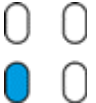
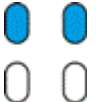
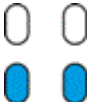
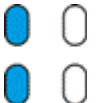
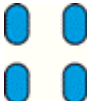
Тип нагрузки : Колесная нагрузка

Количество загрузений : 4

Расположение нагрузок : Прямоугольником

Расположение нагрузок на полу : По центру



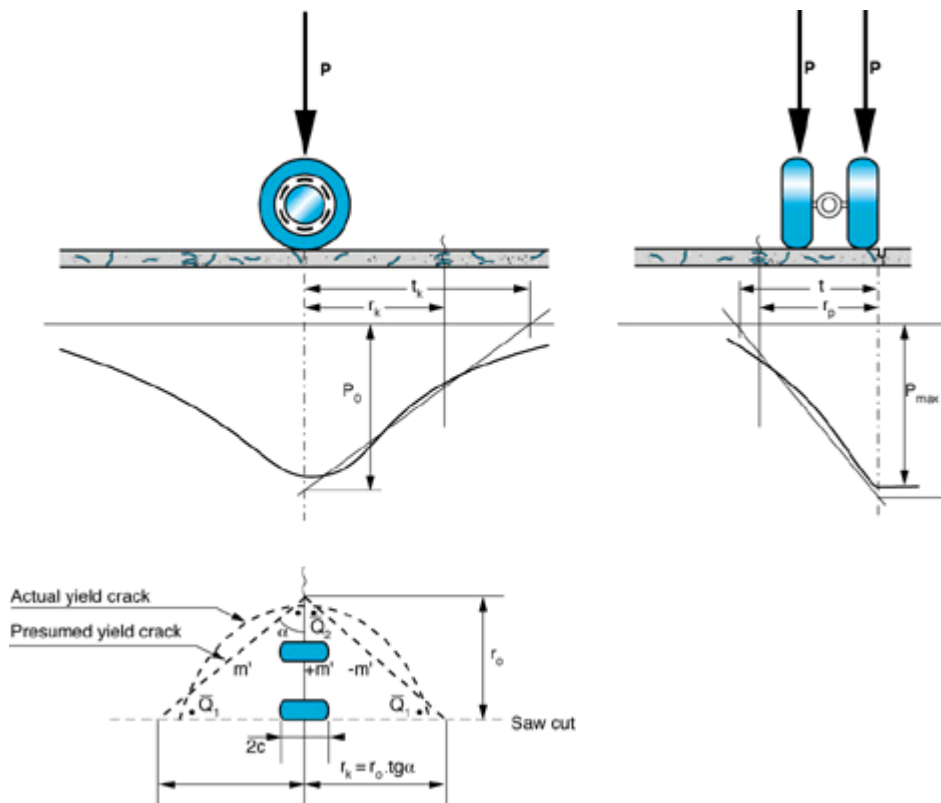
| Случай | x | d | γ | t/l | r ₀ /l | m'+m ULS | m'+m SLS |
|---|-----------|------------|----------|-------|-------------------|------------|------------|
|  | 55.79 mm | 55.79 mm | 0.1276 | 3.080 | 0.8503 | 6.53 kNm/m | 4.62 kNm/m |
|  | 55.79 mm | 55.79 mm | 0.1276 | 3.080 | 0.8503 | 6.53 kNm/m | 4.62 kNm/m |
|  | 55.79 mm | 2040.00 mm | 0.0643 | 2.699 | 1.4146 | 5.69 kNm/m | 3.99 kNm/m |
|  | 55.79 mm | 2040.00 mm | 0.0643 | 2.699 | 1.4146 | 5.69 kNm/m | 3.99 kNm/m |
|  | 55.79 mm | 1310.00 mm | 0.0842 | 2.656 | 1.2683 | 6.77 kNm/m | 4.76 kNm/m |
|  | 655.00 mm | 2040.00 mm | 0.0401 | 4.222 | 2.6399 | 1.58 kNm/m | 1.10 kNm/m |



Тип нагрузки : Колесная нагрузка

Количество загрузений : 2

Расположение нагрузок : В линию

Расположение нагрузок на полу : Усадочный шов



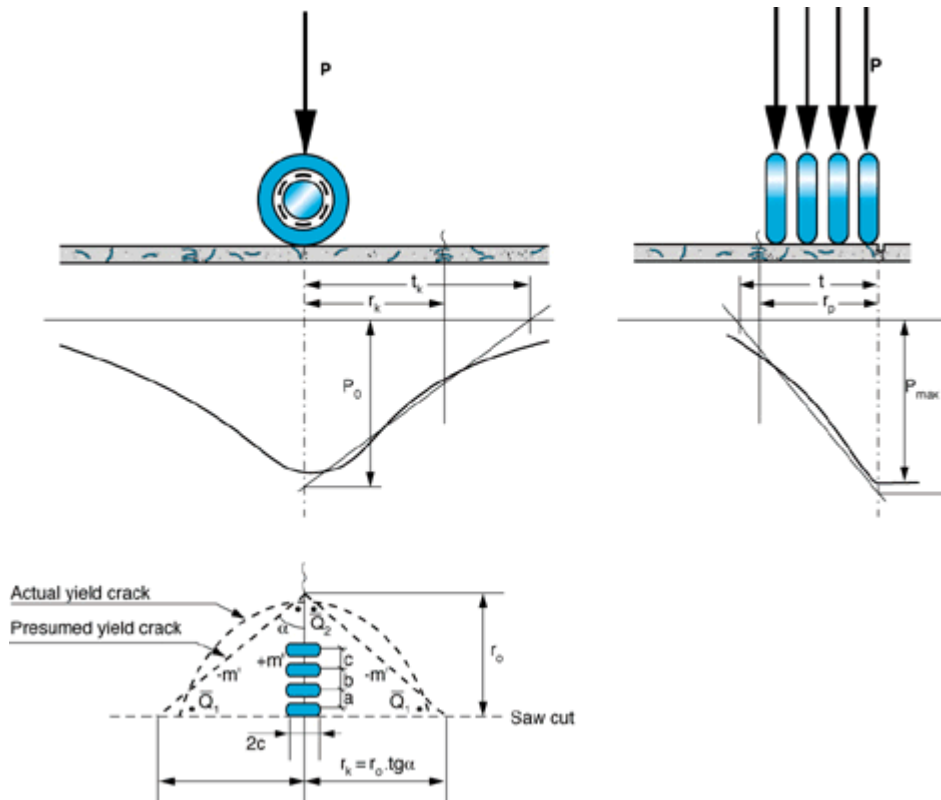
| Случай | \bar{x} | \bar{y} | t | tk | γ | tg alfa | r _o /l | m'+m ULS | m'+m SLS |
|---|-------------|-------------|---------------|---------------|----------|------------|-------------------|----------------|---------------|
|  | 67.12 mm | 67.12 mm | 1483.21 mm | 2175.70 mm | 0.3775 | 1.1114 | 0.9220 | 13.78 kNm/m | 9.80 kNm/m |
|  | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |





Тип нагрузки : Колесная нагрузка

Количество загрузений : 4

Расположение нагрузок : В линию

Расположение нагрузок на полу : Усадочный шов



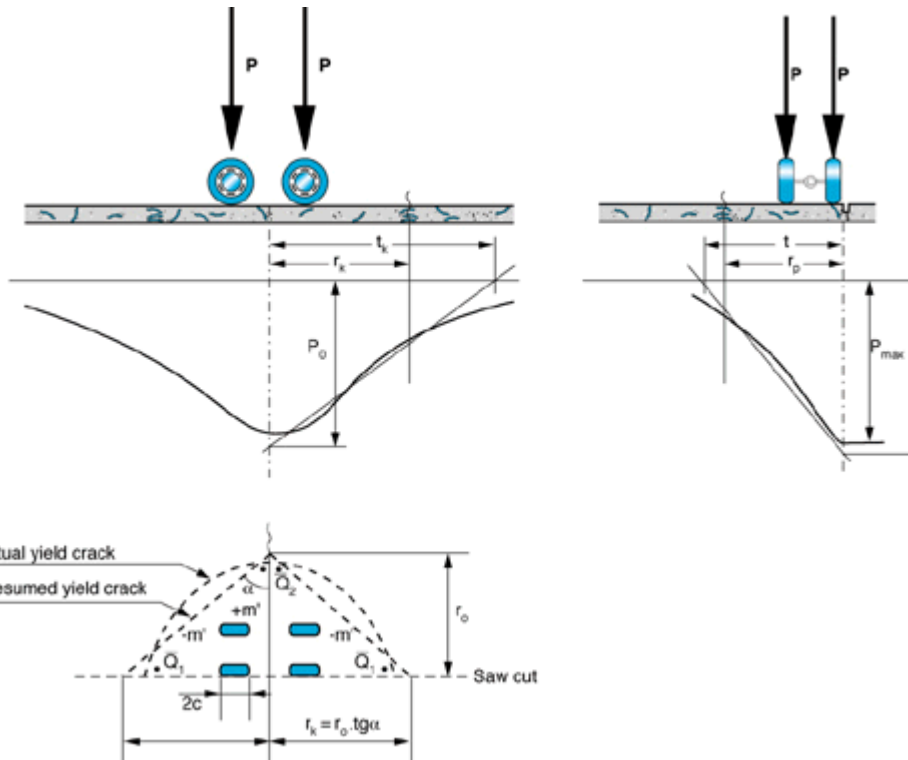
| Случай | \bar{x} | \bar{y} | t | tk | γ | tg alfa | r ₀ /l | m'+m ULS | m'+m SLS |
|--|--------------|-------------|---------------|---------------|----------|------------|-------------------|---------------|---------------|
|  | 45.25 mm | 45.25 mm | 1328.64 mm | 2124.17 mm | 0.3876 | 1.1843 | 0.7800 | 6.86 kNm/m | 4.85 kNm/m |
|  | 250.00 mm | 45.25 mm | 1758.78 mm | 2267.55 mm | 0.3603 | 1.1035 | 1.3546 | 8.62 kNm/m | 6.14 kNm/m |
|  | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |
|  | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |

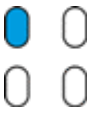
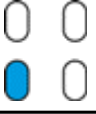
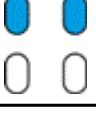
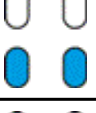
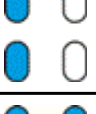
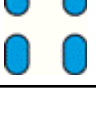
Тип нагрузки : Колесная нагрузка

Количество загрузений : 4

Расположение нагрузок : Прямоугольником

Расположение нагрузок на полу : Усадочный шов



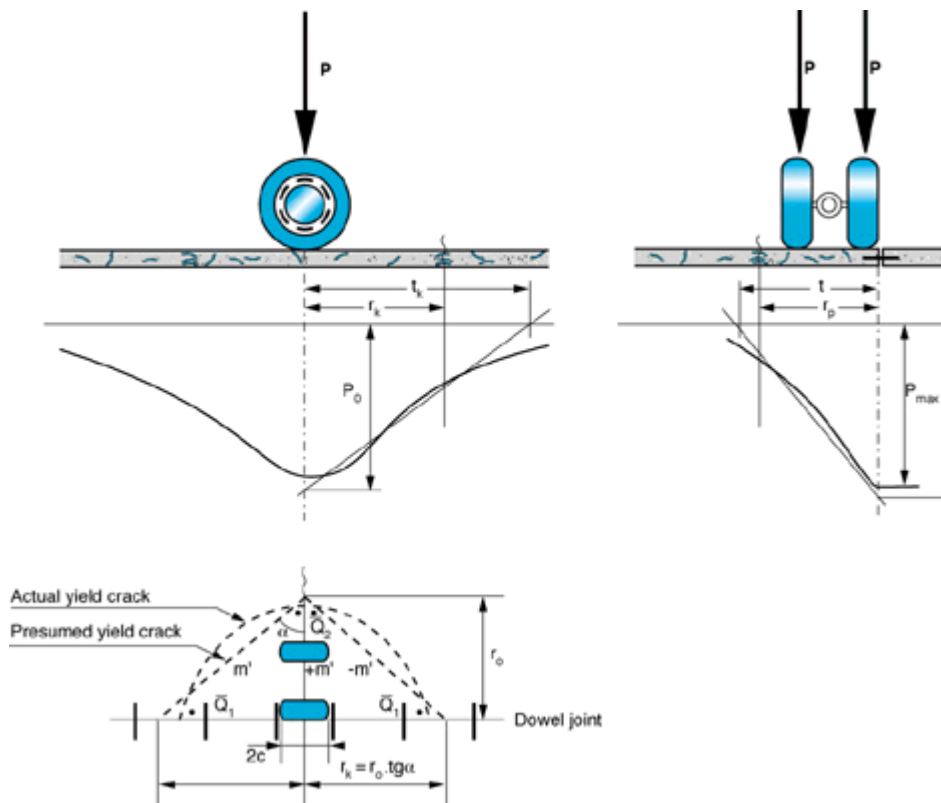
| Случай | \bar{x} | \bar{y} | t | tk | γ | tg alfa | r ₀ /l | m'+m ULS | m'+m SLS |
|--|-------------|--------------|---------------|---------------|----------|------------|-------------------|----------------|----------------|
|  | 55.79 mm | 55.79 mm | 1403.13 mm | 2149.00 mm | 0.3827 | 1.1481 | 0.8512 | 9.98 kNm/m | 7.07 kNm/m |
|  | 55.79 mm | 55.79 mm | 1403.13 mm | 2149.00 mm | 0.3827 | 1.1481 | 0.8512 | 9.98 kNm/m | 7.07 kNm/m |
|  | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |
|  | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |
|  | 55.79 mm | 655.00 mm | 1176.15 mm | 2073.34 mm | 0.3977 | 1.167 | 2.8060 | 15.87 kNm/m | 11.15 kNm/m |
|  | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |

Тип нагрузки : Колесная нагрузка

Количество загрузений : 2

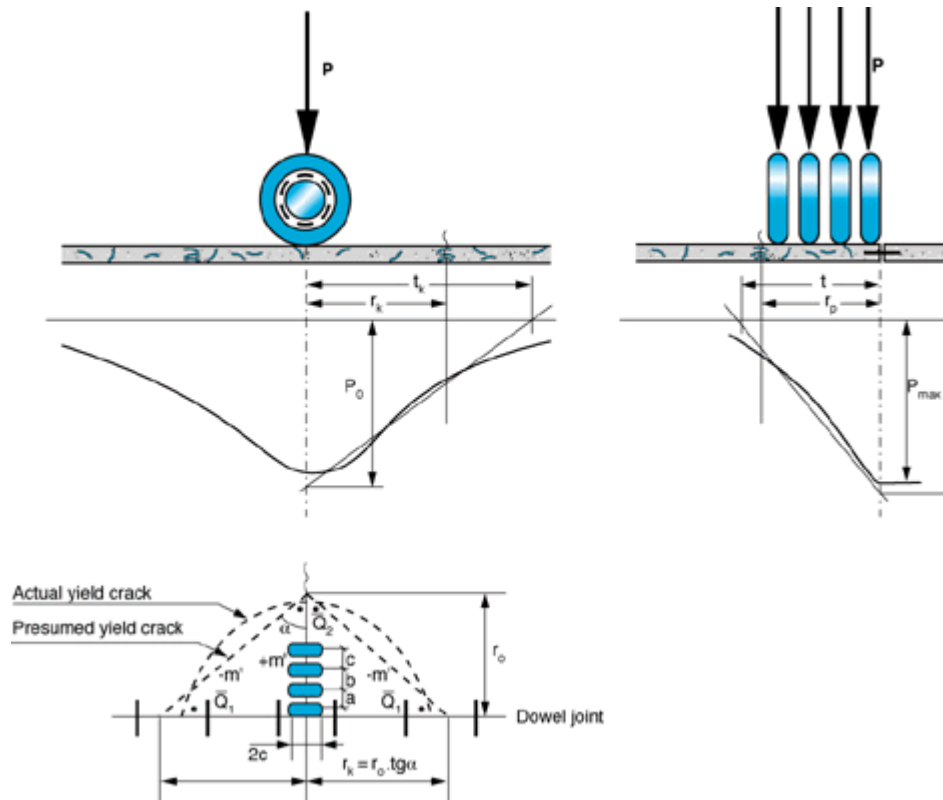
Расположение нагрузок : В линию

Расположение нагрузок на полу : Рабочий шов с нагелями



| Случай | \bar{x} | \bar{y} | t | tk | γ | tg alfa | r _o /l | m'+m ULS | m'+m SLS |
|--------|-------------|-------------|---------------|---------------|----------|------------|-------------------|---------------|---------------|
| 00 | 67.12 mm | 67.12 mm | 1483.21 mm | 2175.70 mm | 0.3775 | 1.1114 | 0.9220 | 9.61 kNm/m | 6.92 kNm/m |
| 00 | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |

Тип нагрузки : Колесная нагрузка
Количество загрузений : 4
Расположение нагрузок : В линию
Расположение нагрузок на полу : Рабочий шов с нагелями



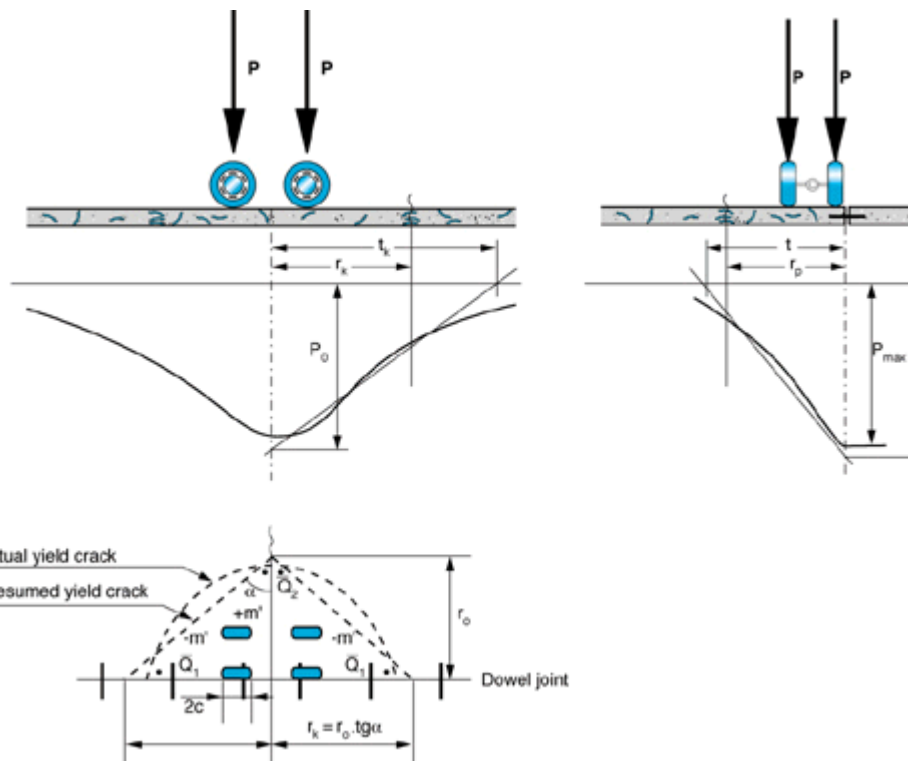
| Случай | \bar{x} | \bar{y} | t | tk | γ | tg alfa | r ₀ /l | m'+m ULS | m'+m SLS |
|--------|--------------|-------------|---------------|---------------|----------|------------|-------------------|---------------|---------------|
| 00 00 | 45.25 mm | 45.25 mm | 1328.64 mm | 2124.17 mm | 0.3876 | 1.1843 | 0.7800 | 5.01 kNm/m | 3.57 kNm/m |
| 00 00 | 250.00 mm | 45.25 mm | 1758.78 mm | 2267.55 mm | 0.3603 | 1.1035 | 1.3546 | 7.27 kNm/m | 5.18 kNm/m |
| 00 00 | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |
| 00 00 | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |

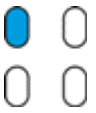

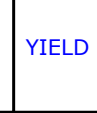
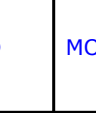
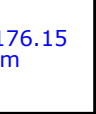
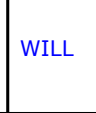
Тип нагрузки : Колесная нагрузка

Количество загрузений : 4

Расположение нагрузок : Прямоугольником

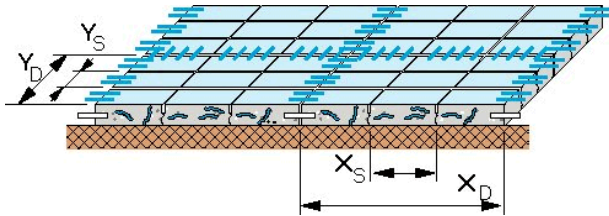
Расположение нагрузок на полу : Рабочий шов с нагелями



| Случай | \bar{x} | \bar{y} | t | tk | γ | tg alfa | r ₀ /l | m'+m ULS | m'+m SLS |
|--|-------------|--------------|---------------|---------------|----------|------------|-------------------|----------------|---------------|
|  | 55.79 mm | 55.79 mm | 1403.13 mm | 2149.00 mm | 0.3827 | 1.1481 | 0.8512 | 7.12 kNm/m | 5.09 kNm/m |
|  | 55.79 mm | 55.79 mm | 1403.13 mm | 2149.00 mm | 0.3827 | 1.1481 | 0.8512 | 7.12 kNm/m | 5.09 kNm/m |
|  | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |
|  | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |
|  | 55.79 mm | 655.00 mm | 1176.15 mm | 2073.34 mm | 0.3977 | 1.167 | 2.8060 | 13.38 kNm/m | 9.39 kNm/m |
|  | THIS | YIELD | MODEL | WILL | NOT | OCCUR | - | - | - |

Расчет появления усадочных трещин

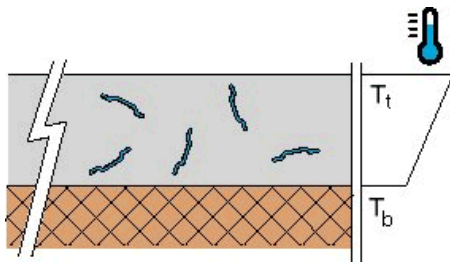
• Исходные данные



Xs = 4000.00 mm
Ys = 4000.00 mm
Xd = 36000.00 mm
Yd = 36000.00 mm

Температура

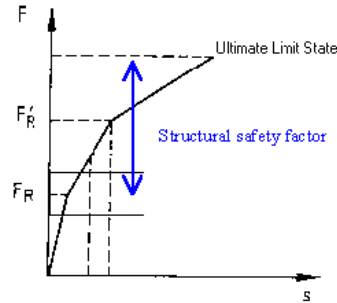
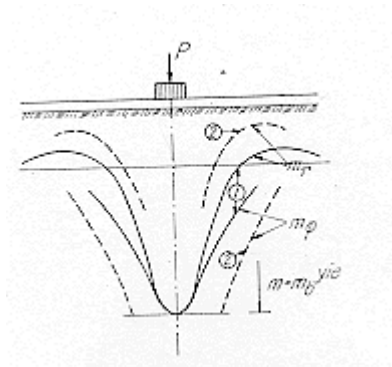
• Вводные данные



Tt = -20.00 °C
Tb = 0°C

Результат

Сводные данные



Общее описание метода расчета продемонстрировано на примере сосредоточенной нагрузки График 1. Когда сосредоточенная нагрузка, величина которой значительно меньше предельного разрушающего значения, прикладывается на небольшой круглый участок бесконечно большого бетонного пола, возникающие напряжения могут быть подсчитаны как для упругой бесконечной плиты на упругом основании (см. график 1). Первая часть кривой (до величины F_R) иллюстрирует этот случай на Графике 2. В момент, когда нагрузка достигает значений выше F_R , в нижней части сечения пола образуется пластический шарнир. Напряжения начинают распространяться по плите снизу вверх. В момент, когда величина нагрузки достигает значения F_R' , пластические шарниры формируют окружность на поверхности пола. Полное разрушение наступает в результате продавливания нагрузкой большей, чем F_R' при соответствующей площади опоры. Разрушающее напряжение при изгибе в нижней и верхней частях поперечного сечения плиты определяется значением эквивалентной прочности (Уравн. 1) и характеристикой модуля разрыва (Уравн. 2) :

Различают 2 случая

Трещины в нижней части плиты

Eqn. 1

Возникающий момент : m
 Возникающее напряжение при изгибе :

$$f = \frac{6M}{h^2} \leq f_{fct,eq,150}$$

Трещины в верхней части плиты

Eqn. 2

Возникающий момент : m'
 Возникающее напряжение при изгибе :

$$f' = \frac{6M'}{h^2} \leq f_{fctk}$$

-> Следовательно условие прочности Когда :

$$(f_{fct,eq,150} + f_{fctk}) = \frac{6(M + M')}{h^2}$$

-> условие нормальной эксплуатации достигается следующим :

Увеличение нагрузок коэффициентами безопасности (см. выше)

Уменьшение максимально возможных воспринимаемых напряжений коэффициентами надежности по материалу (см. выше)

$$\left(\frac{f_{fct,eq,150}}{\gamma_{SF}} + \frac{f_{fctk}}{\gamma_c} \right) = \frac{6(m + m')}{h^2}$$

Из анализа возможных линий разрушения и выбранных вариантов загрузений, следующие максимальные моменты были получены:

| | | Предельное состояние по потере несущей способности | | Предельное состояние по пригодности к нормальной эксплуатации | |
|--|-------------|---|-------------|---|-------------|
| Изгибающий момент | Нагрузки | (m+m')max | 15.87 kNm/m | (m+m')max | 11.15 kNm/m |
| | Усадка | | | M_s | 3.16 kNm/m |
| | Температура | | | $M_{\Delta T}$ | 2.81 kNm/m |
| | Осадка | | | M_w | 0kNm/m |
| Толщина пола: | | 180 mm | | | |
| Требуемое напряжение изгиба сталефибробетона | | $f_{SF} = \left(\frac{6(m+m')}{h^2} - \frac{f_{fctk}}{\gamma_c} \right) * \gamma_{SF}$ | | $f_{SF} = \left(\frac{6 \sum(M)}{h^2} - \frac{f_{fctk}}{\gamma_c} \right) * \gamma_{SF}$ | |
| | | 1.21 N/mm ² | | 0.27 N/mm ² | |

• Материалы

| | | Предельное состояние по потере несущей способности | | Предельное состояние по пригодности к нормальной эксплуатации | |
|-------------------------------|--|--|--|---|-------------------------|
| Расчетное напряжение бетона | $f_{fctk,d} = \frac{f_{fctk}}{\gamma_c}$ | 1.93 N/mm ² | | $f_{fctk,d} = \frac{f_{fctk}}{\gamma_c}$ | 2.90 N/mm ² |
| Dramix | Тип | 3D 55/60BL | | Тип | 3D 55/60BL |
| | Дозировка | 25.00 kg/m ³ | | Дозировка | 25.00 kg/m ³ |
| | $f_{fct,eq,150}$ | 1.90 N/mm ² | | $f_{fct,eq,150}$ | 2.20 N/mm ² |
| Вязкость сталефибробетона (%) | $R_{v,s} = \frac{f_{fct,eq,150}}{f_{fctm}} \times 100$ | 51.35 | | $R_{v,s} = \frac{f_{fct,eq,450}}{f_{fctm}} \times 100$ | 59.46 |

Предельное состояние по потере несущей способности: $f_{fct,eq,150} \geq f_{SF}$ для дозировки в 25.00 kg/m³ Dramix 3D 55/60BL

Предельное состояние по пригодности к нормальной эксплуатации: $f_{fct,eq,450} \geq f_{SF}$ для дозировки: 25.00 kg/m³ Dramix 3D 55/60BL

• Заключение по 1 и 2-му предельным состояниям; Проект-рекомендации по стальной фибре Dramix

Толщина пола: 180 mm

Тип фибры: 3D 55/60BL

Дозировка фибры: 25.00 kg/m³

Предложение по решению DRAMIX®

Сводные данные

| | | | |
|--------|--|-----------------|--|
| Клиент | Промышленные полы_Алма-Ата | Проект | Завод по производству продуктов питания_Капшагай |
| Объект | Монолитная сталефибробетонная плита_покрытие проездов и площадок для разгрузки | Расчет выполнил | Пушкарев Алексей |

Расчет бетонного пола Dramix® с указанием степени армирования. Решение Dramix® разработано на основании следующих данных:

| Допущения /Данные для проектирования | |
|--|-------------------------|
| К значение : | 0.070 N/mm ³ |
| Предел прочности бетона при сжатии, f_{ck} : | C20/25 |
| Для условия потери несущей способности, расчетные нагрузки и случаи приняты : Четыре колеса прямоугольником - на шве пропила | 15.87 kNm/m |
| Для условия пригодности к эксплуатации, расчетные нагрузки и случаи приняты : Четыре колеса прямоугольником - на шве пропила | 17.11 kNm/m |
| Разница температур между верхней и нижней гранями пола | -20.00 °C |
| Коэффициент трения (μ) между плитой пола и грунтовым основанием: | 0.50 |
| Решение Dramix ® | |
| Толщина пола : | 180 mm |
| Дозировка : | 25.00 kg/m ³ |
| Тип фибры : | 3D 55/60BL |
| $R_{e,z}$ значение : | 51.35% |
| Эквивалентная прочность на изгиб ($F_{ft,eq,150}$) : | 1.90 N/mm ² |
| Максимальное расстояние между деформационными швами : | 4000.00 mm * 4000.00 mm |

ПРИМЕЧАНИЯ : Настоящее предложение выполнено на основании понимания того, что пол будет выполнен в соответствии с рекомендациями, содержащимися в вводной части данного документа.