



ОПИСАНИЕ ПРОДУКТА

POLYEX MESH® - синтетические волокна, созданные с целью улучшения механических свойств и долговечности бетона.

POLYEX MESH® - это волокна типа монофиламент, состоящие из специальной смеси кополимера и полипропилена. Они создают армирование в трёх измерениях, которое сокращает либо полностью устраняет пластическую усадку бетона, является заменой армирования стальными

волокнами, лёгкими стержнями и противоусадочными сетками.

Волокна POLYEX MESH® применяются для производства SNSRFC – бетона, армированного структурным волокном, с улучшенными свойствами по сравнению с бетонами, армированными стальными волокнами.

POLYEX MESH® увеличивает прочности: • эквивалентную прочность на растяжение при изгибе • на сжатие • усталостную • ударную • на истирание
увеличивает: • пластичность • долговечность, в т.ч. торкрет-бетона • морозостойкость
• перемешиваемость • удобоукладываемость бетонной смеси

УПАКОВКА

10кг картонные коробки.

ДОЗИРОВКА

В зависимости от предназначения бетона: 0,5÷3 кг волокон на 1 м³ бетона.

Это количество позволяет придать бетону отличные свойства и в некоторых случаях полностью исключить явление пластической усадки.

Для сравнения – дозировка стальных волокон - 25÷30 кг/1 м³ бетона.

С целью придания специальных свойств можно увеличить дозировку до более чем 0,5% от объёма, что невозможно при применении стальных волокон.

ТЕХНИКА ДОЗИРОВКИ

POLYEX MESH® - дозировку следует производить при соблюдении специальных условий:

- бетонный завод, смеситель с подачей: волокна следует подавать непосредственно на дозатор одновременно с наполнителем, цементом, песком и первой частью гравия.

ВНИМАНИЕ: не следует добавлять волокон в первую очередь.

После подачи мешать на максимальных оборотах в течение минимум 10 мин.

- бетоновоз:
 - с загрузочным устройством: добавляем POLYEX MESH® с гравием (после цемента, песка, воды и добавок);
 - без загрузочного устройства: добавляем волокна в конце (после всех компонентов), 4 мешка/ мин, скорость вращения – 10–17 об/мин.

В обоих случаях после добавления продолжать мешать минимум 10 минут.

ХИМИЧЕСКИЕ, ФИЗИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Материал	кополимер/полипропилен
Форма	монофиламент/фибрриллы
Плотность	0,91 кг/дм ³
Длина	24/38/54 мм
Диаметр	0,069 мм
Отношение длина/диаметр	347/551/782
линейная плотность	3020
Прочность	620 – 758 МПа
Устойчивость к химикатам	полная

УСТОЙЧИВОСТЬ К ХИМИКАЛИЯМ

POLYEX MESH[®] являются химически нейтральными синтетическими волокнами. Не подвергаются деградации в кислотах, щёлочах либо растворах соли. Не реагируют с химическими растворителями и в связи с этим рекомендуются к применению на предприятиях химической и пищевой промышленности, а также для поверхностей, имеющих контакт с топливом (стартовые полосы, ёмкости на топлива и масла, механизированные предприятия).

СООТНОШЕНИЕ ДЛИНА/ДИАМЕТР

Свойства бетонного композита зависят от:

- характеристики волокон, геометрии, жёсткости, способности сцепления с бетоном
- длины волокна: чем длиннее волокно – тем бóльшая поверхность соприкосновения с бетоном, лучшие свойства, в т. ч. долговечность
- диаметр волокна – чем волокно тоньше, тем большее количество волокон находится в том же объёме, что является существенным фактором, влияющим на увеличение прочности на растяжение, ударной прочности и снижению пластической усадки.

Длина и диаметр волокна связаны в одном параметре формы, т. е. соотношении длина/диаметр. Это соотношение прямо пропорционально связыванию с бетоном. У POLYEX MESH[®] этот фактор равняется 782, т. е. в 10 раз больше, чем у стальных волокон того же диаметра, следовательно волокон POLYEX MESH[®] больше по количеству, они более тонкие и, в отличие от стальных волокон, лучше распределены в бетоне. Бетон с POLYEX MESH[®] получается лучшего качества чем бетон со стальными волокнами.

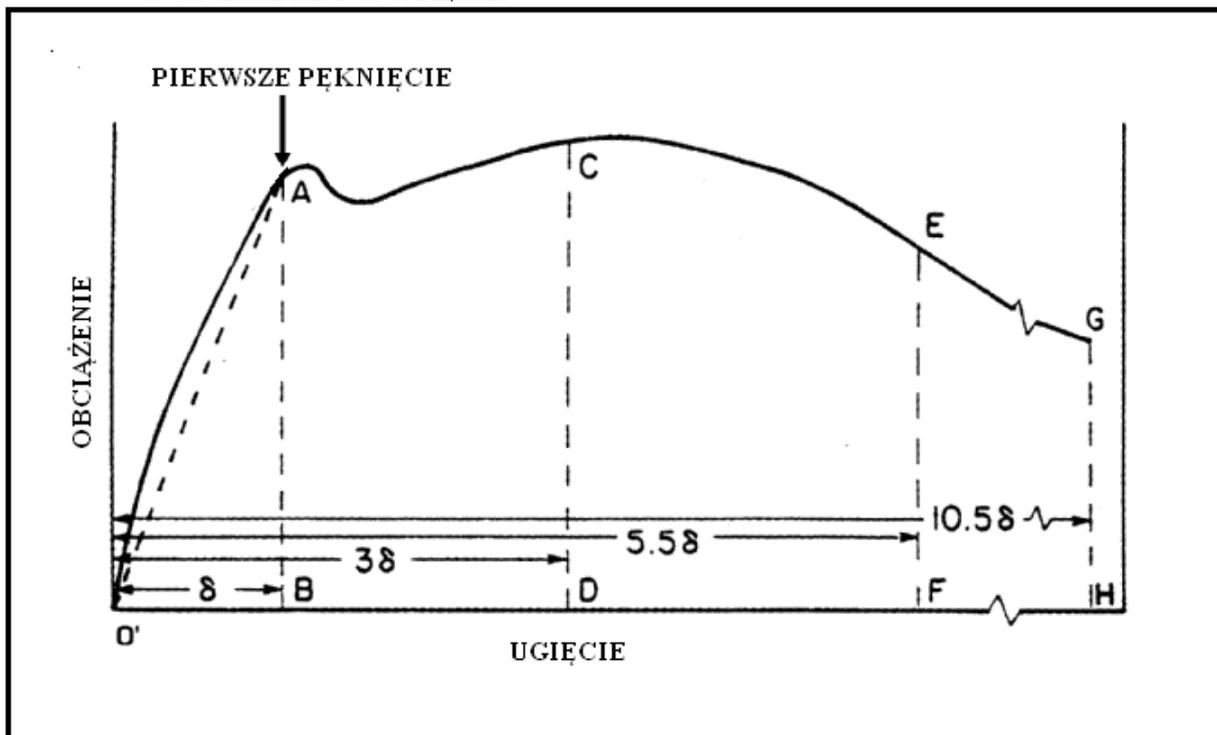
МОМЕНТЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ, РАССЧИТАННЫЕ ПО МЕТОДУ ASTM – С 1018

Тест оценивает состояние бетона, армированного волокном посредством испытаний на прочность. Прочность определяется как работа, необходимая для образования трещины, а также как способность выдержки нагрузки даже после образования трещин. Прочность определяется, учитывая площадь под кривой нагрузка-прогиб (эту кривую рисуют при нормальном тесте на прогиб).

Этот метод использует определение численных параметров, т. е. показателей прочности, которые определяют модель поведения композита под влиянием нагрузки.

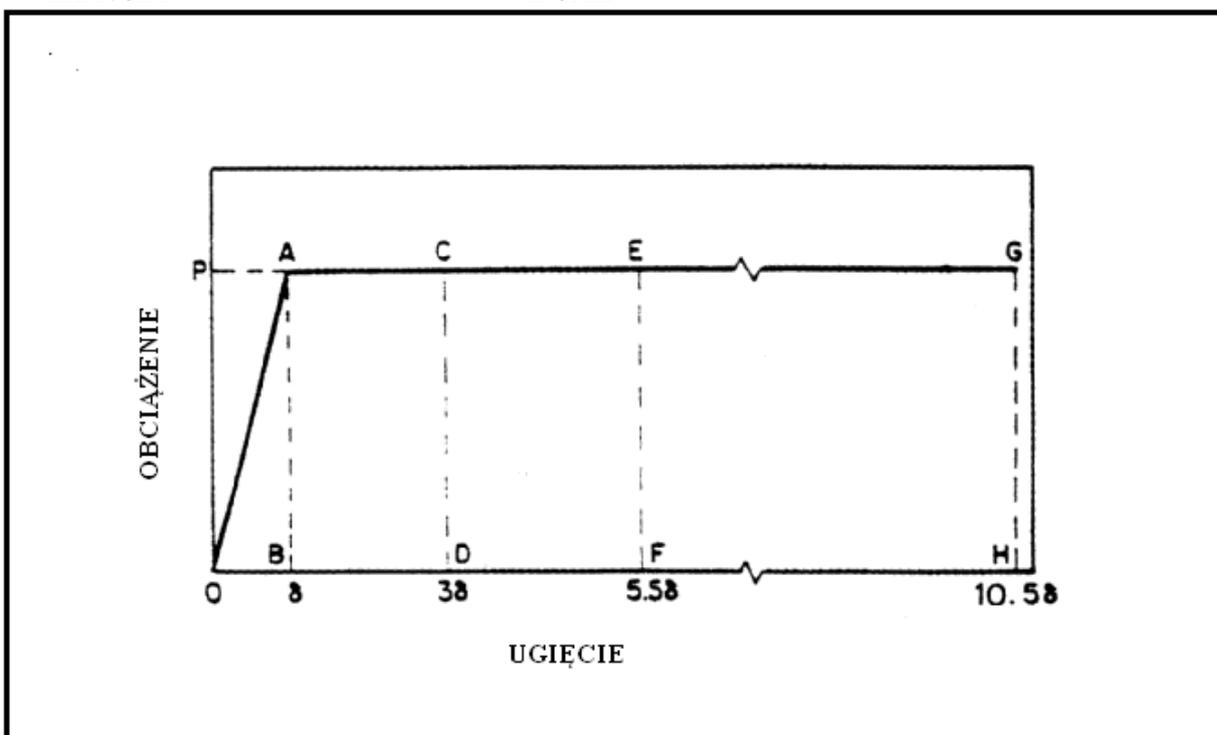
Параметры определяют посредством подела поля под кривой на части при прогибах в специфических пунктах (3 δ , 5,5 δ , 10,5 δ), причём δ – значение прогиба при появлении первой трещины (см. рисунок).

ПОЯВЛЕНИЕ ПЕРВОЙ ТРЕЩИНЫ



НАГРУЗКА

ПРОГИБ



НАГРУЗКА

ПРОГИБ

Показатели прочности рассчитываются следующим способом:

$$I_5 = \text{площадь } OACD / \text{площадь } OAB$$

$$I_{10} = \text{площадь } OAEF / \text{площадь } OAB$$

$$I_{20} = \text{площадь } OAGH / \text{площадь } OAB$$

В образце из обычного бетона (без волокон) образуются хрупкие трещины, он разламывается на 2 части при прогибе с критической величиной прочности на изгиб в пункте А.

В этом случае площадь ОАВ равняется площади нагрузки, при которой образуется первая трещина и показатель прочности = 1.

Показатели прочности определяют возрастание вязкости бетона с волокнами в сравнении с бетоном без волокон: в 1, 2, 6, 9 и более раз.

Показатели прочности нужны для сравнения структурных волокон разного рода.

В Японии используются прочностные показатели J_j .

ОГНЕСТОЙКОСТЬ

POLYEX MESH® быстро сгорают в температуре, превышающей температуру плавления вещества. Однако это ложный недостаток.

В случае пожара, когда температура превысит температуру плавления, волокна сгорают без выделения вредных газов, образуя сеть взаимосвязанных каналов - дорожки, по которым перемещается пар и тепло, появившиеся при нагреве содержащейся в бетоне воды. Бетон, упрочнённый волокном POLYEX MESH®, имеет меньшую тенденцию к разрыву, чем обычный бетон либо бетон, армированный стальным волокном.

ВЛИЯНИЕ ВОЛОКОН НА ПЛАСТИЧЕСКУЮ УСАДКУ БЕТОНА

POLYEX MESH® сокращает, а в некоторых случаях полностью исключает пластическую усадку бетона. Это в первую очередь является результатом влияния фактора формы и большого количества волокон в единице объёма бетона.

Когда в результате пластической усадки в бетоне образуется микротрещина, в следующей фазе наблюдается её спонтанное увеличение. Когда растущая трещина встретит на своём пути волокно, её развитие затормаживается. Следовательно, при увеличении содержания волокон POLYEX MESH® в бетоне сокращается либо целиком исчезает явление пластической усадки.

Ограничение пластической усадки также зависит от суммарной поверхности стыка волокно-бетон. Одновременно с увеличением этой поверхности уменьшается средний размер микротрещин, образующихся в процессе твердения бетона.

Для расчёта эффективности волокон POLYEX MESH® можно применить следующую формулу:

$$FC_1 = (d_2/d_1)^2 \times FC_2$$

где:

FC_1 - количество волокон POLYEX MESH®

FC_2 - количество стальных волокон 50/1,0

d_1 и d_2 - соответствующие диаметры

Принимая во внимание то, что диаметр стальных волокон более 0,7 мм, а волокно POLYEX MESH® - 0,069 мм, согласно формуле получается, что при том же объёмном содержании и той же длине, количество волокон POLYEX MESH® в 100 раз превышает количество стальных волокон.

На этом примере хорошо видно, что волокна POLYEX MESH® играют роль не только элемента структуры, но и ограничивают до минимума явление пластической усадки.

С целью иллюстрации достоинств волокна POLYEX MESH® произведено следующий тест.

Изготовлен бетонный блок размерами 5 x 100 x 50 см.

Состав цементной смеси

песок	0-2 мм	608 кг
гравий	2-8 мм	538 кг
гравий	8-16 мм	579 кг
М 500		450 кг
вода		225 кг
В/Ц		0,50

Блоки изготовлены из той же смеси и при том же В/Ц при использовании пластификатора в разных дозах (1,0 – 1,8% от массы цемента).

Из каждой смеси изготовлено по 3 плиты.

Сразу после изготовления плит их поверхность подвергнуто воздействию горячего воздуха со скоростью 22 км/ч.

Усадочные трещины начали появляться по истечении 2-3 часов после выливки смеси. По истечении 24 часов замерено ширину и длину трещин, а также их полную поверхность как произведение длины и ширины.

Свойства образца бетона с волокном POLYEX MESH® по сравнению с образцом без волокон

Тип смеси	Содержание волокон (% от объёма)	Средняя поверхность трещин (мм ²) *	Сокращение поверхности трещин (%)	Суммарная длина трещин** (мм)	Общая толщина трещин (мм)	Время до образования первой трещины (мин)
Бетон без волокон	---	304,85	0	431,30	9,99	125
Бетон с POLYEX MESH®	0,5	24,09	92	52,73	1,37	170
Бетон с POLYEX MESH®	1,0	6,73	98	47,10	1,02	195
Бетон с POLYEX MESH®	2,0	0,00	100	0,00	0,00	0

* - средняя величина на 3 плитах, для каждой плиты определено среднюю поверхность трещин

** - средняя величина

Когда содержание волокон POLYEX MESH® увеличивается от 0,5 % до 1% и 2%, появление трещин сокращается до 92%, 98%, и наконец на 100%. При содержании волокон в количестве 2 % по объёму усадка полностью исключается.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНА С POLYEX MESH®

В лаборатории фирмы произведено тестирование бетона с волокном POLYEX MESH®

Состав цементной смеси 2

песок	0-2 мм	608 кг
гравий	2-8 мм	538 кг
гравий	8-16 мм	579 кг
М 500		450 кг
вода		225 кг
волокно POLYEX MESH®	0,5 % от объёма	4,55 кг
пластификатор	1,4 % от массы цемента	6,3 кг
В/Ц		0,50

Результаты теста показали, что даже низкое содержание волокна POLYEX MESH® значительно улучшает его механические характеристики.

	1 сутки	7 сутки	28 сутки
Прочность на сжатие (МПа)	31,3	42,5	52,3
Модуль упругости (МПа)	-	-	29,718
Прочность на изгиб ($F_{max} - daN$)	730,9	842,6	972,7
Показатели прочности (I_5, I_{10}, I_{20}, I_j)	$\delta_c = 0,021mm$ $I_5 = 5,1$ $I_{10} = 9,2$ $I_{20} = 15,8$ $I_j = 0,18$	$\delta_c = 0,033 mm$ $I_5 = 5,0$ $I_{10} = 8,8$ $I_{20} = 15,1$ $I_j = 0,20$	$\delta_c = 0,031mm$ $I_5 = 4,9$ $I_{10} = 8,4$ $I_{20} = 13,6$ $I_j = 0,21$
Прочность плиты	-	-	(1) = 69 кН
Максимальная нагрузка (1)	-	-	-
Поглощённая энергия (2)	-	-	(2) = 895 Дж

* величины в таблице получено в официальной процедуре сертификации DISTART

ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ POLYEX MESH® НА МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БЕТОНА

Тест на ударную прочность

Тест проведено в соответствии с процедурой ACJ 544, согласно которой выпусканию молотка с определённой высоты и определении количества ударов, достаточных до разрушения бетонного образца.

Установлено увеличение ударной прочности при увеличении содержания волокна POLYEX MESH®.

Содержание волокна (в % от объёма)	Количество ударов для появления первой трещины	Количество ударов для полного разрушения
0,5 %	70	180
1,0 %	80	340
1,5 %	90	410
2,0 %	220	550

Тест на изгиб и прочность

Тест произведено согласно процедуре ASTM C1018 (для четырёх пунктов). Дозировку волокон произведено в количестве 0,5 %, 1,0 %, 1,5 % и 2,0 % по объёму. Произведено расчёт прочности на изгиб и показателей I_5, I_{10}, I_{20}, I_j .

Результаты теста показали улучшение механических характеристик пропорционально содержанию волокон.

Также произведено соответствующие испытания согласно японским стандартам JSCE.

Содержание волокон (% по объёму)	Прочность на изгиб (МПа)	Показатель прочности		
		I_5	I_{10}	I_{20}
0,5 %	4,4	3,5	6,2	11,0
1,0 %	4,5	4,0	7,4	13,1
1,5 %	5,0	4,0	7,6	14,7
2,0 %	5,1	4,0	7,6	14,3

Согласно JSCE

Содержание волокон (% по объёму)	Прочность на растяжение (Н/м ²)	Прочность на изгиб (МПа)
0,5 %	12,2	1,7
1,0 %	19,7	2,7
1,5 %	33,3	4,3
2,0 %	31,8	4,7

СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ БЕТОНА С POLYEX MESH® И БЕТОНА СО СТАЛЬНЫМ АНКЕРНЫМ ВОЛОКНОМ

Определение прочности на изгиб и прочности на растяжение

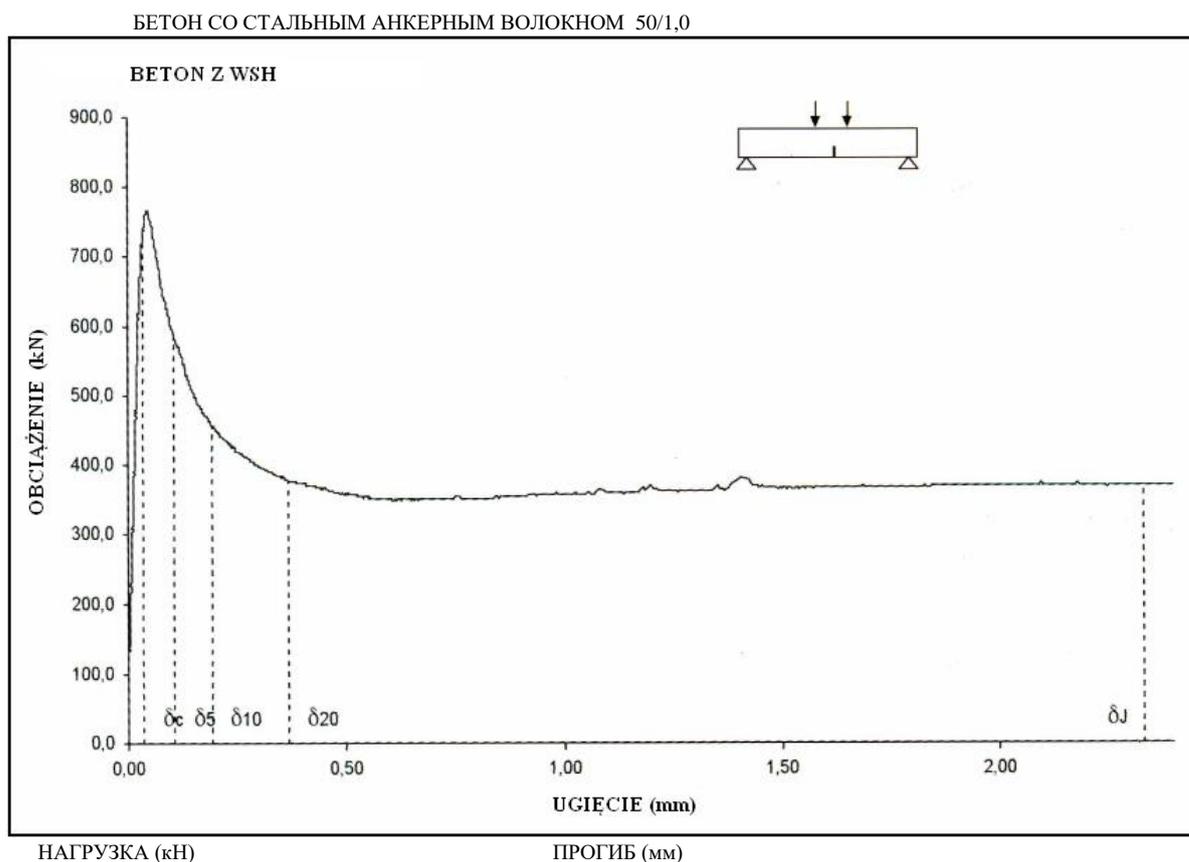
Состав цементной смеси

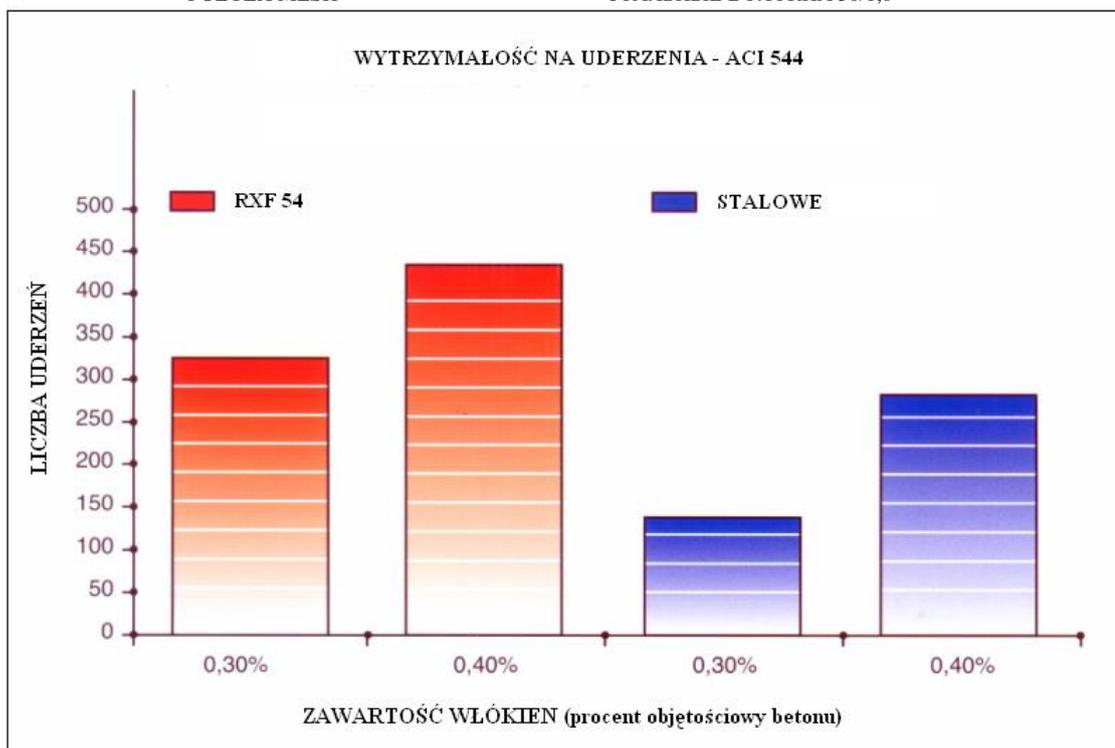
песок	0-2 мм	608 кг
гравий	2-8 мм	538 кг
гравий	8-16 мм	579 кг
М 500		450 кг
вода		225 кг
волокно POLYEX MESH®	0,5 % от объёма	4,55 кг
стальное волокно	0,5 % от объёма	39,05 кг
В/Ц		0,40

Испытания произведено согласно процедуре ASTM C1018 (4 пункта).

Произведено исследования на прочность, величину нагрузки для появления первой трещины, показатели I_5 , I_{10} , I_{20} и I_j .

График нагрузка –прогиб





КОЛИЧЕСТВО УДАРОВ СОДЕРЖАНИЕ ВОЛОКОН (в % от объёма бетона)

Тест на прочность плиты

Испытания произведено согласно французским ж/д стандартам SNCF. Этот тест считается важным для торкрет-бетона с волокном. Волокна дозируются в количестве 0,5%, что соответствует 4,55 кг/м³ для POLYEX MESH® и 39,05 кг/м³ для стальных волокон типа 50/1,0. Волокна POLYEX MESH® обеспечивают возможность поглощения энергии в бетоне на 28% больше, чем у стальных волокон 50/1,0.

Измерения произведено на 10 образцах (для каждого типа волокна), что позволило определить стандартное отклонение, которое для POLYEX MESH® составляет 30, для стального анкерного волокна 50/1,0 – 200.

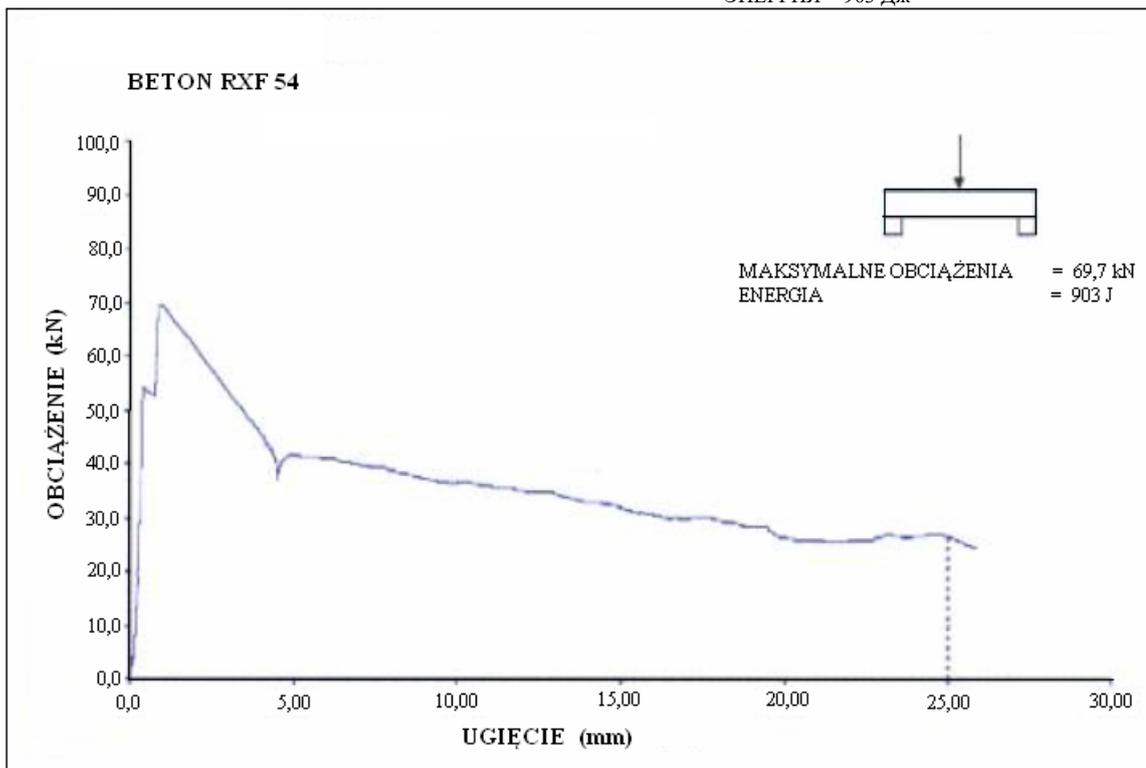
Так высокое значение для стального волокна означает большую разницу значений в разных образцах, что указывает на неравномерное распределение в бетоне стальных волокон. Этот результат подтверждают сообщения в публикациях, касающихся трудностей в получении равномерного распределения стальных волокон в бетоне. В то же время волокна POLYEX MESH® распределены равномерно, создавая однородный изотропный материал.

Цементные смеси	Номер образца	Стандартное отклонение	Максимальная нагрузка (кН)	Поглощённая энергия (Дж)
Бетон с POLYEX MESH®	10	30	69	895
Бетон со стальным волокном типа 50/1,0	10	200	81	646

График прогиба плиты

БЕТОН С POLYEX MESH®

МАКСИМАЛЬНАЯ НАГРУЗКА = 69,7 кН
ЭНЕРГИЯ = 903 Дж



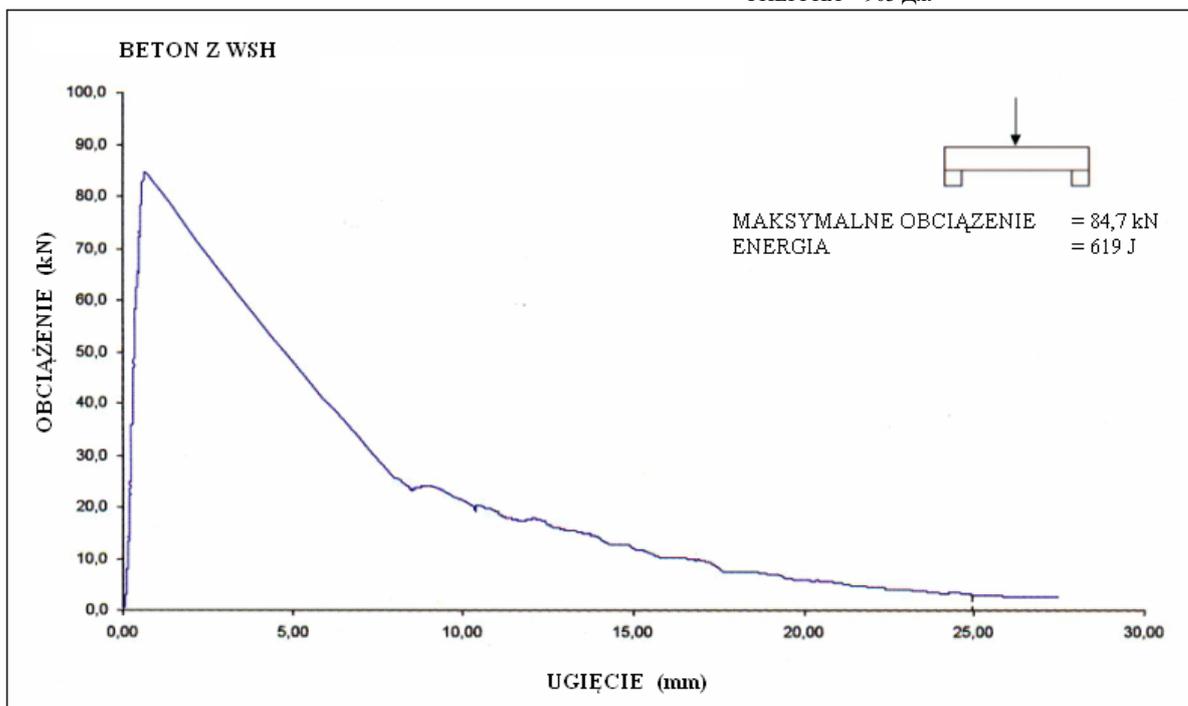
НАГРУЗКА (кН)

ПРОГИБ (мм)

График прогиба плиты

БЕТОН СО СТАЛЬНЫМИ ВОЛОКНАМИ 50/1,0

МАКСИМАЛЬНАЯ НАГРУЗКА = 69,7 кН
ЭНЕРГИЯ = 903 Дж



НАГРУЗКА (кН)

ПРОГИБ (мм)

Прочность на изгиб (МПа)	28 суток
Próbka odniesienia	3,6
Бетон с POLYEX MESH®	4,6
Бетон со стальным волокном 50/1,0	4,9

Результаты испытаний дозировки POLYEX MESH® 54 и стальных волокон

Установлено, что дозы испытанных волокон, необходимых для того, чтобы бетон отвечал французским и американским требованиям ASTM C1018 следующие:

- 1 : 12; т.е. 1 кг/м³ для POLYEX MESH® 54 и 12 кг/м³ для стального анкерного либо волнового волокна.
- 1 : 15; т.е. 1 кг/м³ для POLYEX MESH® 54 и 15 кг/м³ для гладкого стального волокна.

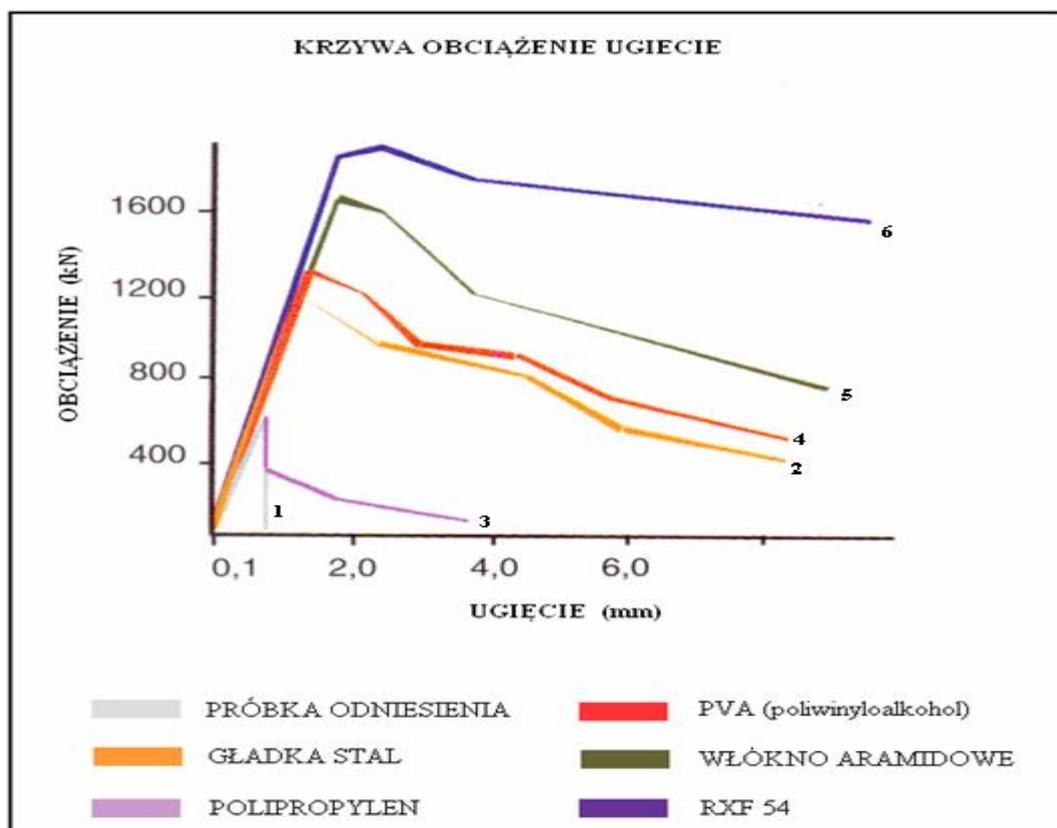
Волокна POLYEX MESH® - заменитель стальной противосадочной сетки

Произведённые лабораторные тесты подтверждают, что волокна POLYEX MESH® при соответствующей дозировке могут полностью исключить необходимость применения противосадочной арматурной сетки.

- Пол толщиной 20 см, армированный сеткой Ø 6/20/2; соответствуют наливные полы толщиной 18 см при содержании волокон POLYEX MESH® в количестве 2,5 кг/м³.

Сравнение характеристик бетона, армированного волокнами

ГРАФИК НАГРУЗКА-ПРОГИБ



- образец
- сталь гладкая
- полипропилен
- поливинилалкоголь
- арамидное волокно
- POLYEX MESH® 54

ПРИМЕНЕНИЕ

Волокна POLYEX MESH® можно использовать в бетоне каждого рода и при всех классах факторов (согласно EN 206).

Поскольку POLYEX MESH® 54 химически нейтральны, могут быть незаменимы в морском строительстве и химической промышленности, где сталь нельзя применить по причине коррозии.

POLYEX MESH® особо рекомендуется применять в следующих областях:

ЖБИ

- Сточные трубы
- Стеновые плиты
- Тоннели
- Септики
- Ёмкости для питьевой воды
- Тоннели для электрических и оптических кабелей
- Ж/д шпалы
- Плиты для укладки покрытий
- Ёмкости для сбора дождевой воды
- Элементы виадуков
- Разнообразные консоли
- Бордюрные плиты
- Столбы и трубы с виброцемента
- Ёмкости для химических загрязнений

Наружные и внутренние полы

- Промышленные полы
- Стоянки
- Полы с динамической нагрузкой (движение транспортных средств)
- Наливные полы
- Станции техобслуживания и мастерские
- Холодильные камеры
- Перегрузочные платформы
- Судоверфи
- Стартовые полосы

Тоннели и подземные конструкции

- Тоннели
- Опорные стены
- торкрет-бетон
- Стабилизация дорожного покрытия

Жилые дома

- Ленточные и пр. фундаменты
- Полы
- Перекрытия
- Укрепления перекрытий (деревянных либо стальных)
- Опорные стойки