

сопротивление почти независит от времени воздействия теплового потока. Трёхслойные пакеты обладают меньшим тепловым сопротивлением приблизительно на 15–20 % в сравнении с однослойными пакетами. В данном случае время воздействия теплового потока приводит к увеличению теплового сопротивления. используемый в работе метод симплекс-планирования позволил выявить динамику изменения суммарного теплового сопротивления от вида (состава) пакетов материалов и продолжительности воздействия теплового потока. Теплозащитные свойства (ТЗС) зависят от количества слоёв в пакете и величины воздушных прослоек.

Список использованных источников

1. Орлов И.В., Орлова С.И. технологические требования к процессам для ВТО. – Изв. вузов. техн. лёгк. пром., 1985 № 4.
2. Шайдоров М.А., Ковчур С.Г. Исследование гигиенических свойств пакетов материалов, используемых при изготовлении детской одежды. Материалы международной научно-технической конференции, часть 2, Витебск, 2003.
3. Махаринский Е.И., Ящерицын П.И. Планирование эксперимента в машиностроении: Справ. пособие. – Мн., 1985.
4. Тихомиров В.в. Планирование и анализ эксперимента – М.: лёгкая индустрия, 1974.
5. Адкер ЮП., Горений В.Г. Планирование промышленных экспериментов. – М.: 1978.

SUMMARY

In clause the brief materials of research of processes humidity-warm of processing and warm-physical of the characteristics of materials for the top clothes coating assortment are stated. The researches were spent on the experimental installation, designed by the authors. The basic circuit of installation is given. The installation allows to simulate influence of the directed air thermal flow on samples of materials. Using a mathematical method of simplex - planning a number of dependences between heat-shielding properties and structures of packages of materials established. The optimum parameters of technological process of damp - thermal processing are established.

УДК 687.03: (677.022.6:677.494.742.3)

ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫЕ ШВЕЙНЫЕ НИТКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЯГКОЙ ТАРЫ

В.А. Родионов

Область применения полипропиленовых (ПП) волокон и нитей в различных отраслях промышленности простирается от производства нижней и верхней одежды до технических тканей и обивки автомобилей. Постепенно ПП ткани вытесняют продукцию из полиэфирных (ПЭ) и полиамидных (ПА) нитей благодаря специфическим свойствам ПП нитей. Особенно быстрыми темпами ПП нити вытесняют натуральное сырье и другие синтетические нити в производстве мягкой тары: небольших упаковочных мешков (до 50 кг), а также крупных мешков для транспортировки сыпучих грузов (общей массой 0,5-2 т). До недавнего времени стропы, шнуры, стягивающие горловину мешков, швейные нитки изготавливали из других синтетических материалов в основном ПА, что усложняло процесс утилизации мягкой тары. В связи с ужесточением экологических требований большинство производителей мешкотары переходят на 100% использование только ПП комплексных и пленочных нитей и швейных ниток, что значительно облегчает вторичную переработку отслуживших свой срок мешков, значительно улучшая условия труда обслуживающего персонала. Поэтому вопрос разработки оптимизации технологии получения ПП швейных ниток из различных исходных:

волокон, пленочных рифленых и фибрированных и комплексных нитей отечественного и зарубежного производства в настоящее время является актуальным, т.к. позволит производить 100% утилизацию использованной мешкотары и значительно улучшить условия обслуживающего персонала, исключая загрязнения окружающей среды.

При разработке технологии производства швейных ниток из полипропиленовых волокон была использована ПП пряжа линейной плотности 25 текс. Первоначально были наработаны двухкруточные швейные нитки линейной плотности 100 и 150 текс. Используя математические методы планирования эксперимента, были получены уравнения регрессии, позволившие выбрать оптимальные технологические параметры выработки швейных ниток структуры 25текс×2×2 и 25текс×2×3, которые обеспечивают их высокие физико-механические показатели. Нарботка образцов нитей проводилась на отечественном тростильно-крутильном оборудовании ТКМ-21, ТКМ-12 и на бобинажно-перемоточной машине БП-260-В с одновременным нанесением замасливателя. В результате переработки опытных образцов на автоматической линии при пошиве ПП мешков стандартного размера были выявлены следующие недостатки: не слишком плотная структура нитки, смещение витков крутки и стренг при прохождении нитки через ушко иглы. Поэтому была предложена новая однокруточная структура швейной нитки линейной плотности 25текс в пять сложений. В качестве исходного сырья использовалась ПП пряжа 25текс, наработанная на АО «Московская шерстопрядильная фабрика». Данная структура позволила получить компактную структуру швейной нитки с равномерными свойствами по ее длине. Опытная апробация при пошиве мягкой тары дала положительные результаты.

В результате проведенных теоретических исследований была получена эмпирическая формула для определения укрутки крученой ПП пряжи, которая дает результаты очень близкие к экспериментальным.

$$y_1 = - \frac{1,24 \cdot \sqrt[3]{K_1^4} \cdot m_1 \cdot \sqrt[3]{T^2} \cdot \sqrt[3]{K_0}}{10^5} + \frac{0,00228 K_1^2 \cdot \sqrt[3]{m_1^5}}{\sqrt[3]{K_0^2} \cdot \sqrt{T}}$$

где m_1 - число сложений; T - линейная плотность пряжи, текс; K_0 - величина крутки пряжи, кр/м; K_1 - величина крутки при кручении, кр/м.

Однако следует отметить, что производство швейных ниток из ПП волокон требует больших материальных и трудовых затрат, т.к. технология является многoperеходной, а прочностные показатели уступают аналогичным показателям ПА, ПЭ швейных ниток.

Следующим этапом была разработка технологии получения ПП пленочных швейных ниток с использованием нового вида пленочных рифленых (тисненых) нитей (рис. 1,а). Данная структура рифленой нити была получена на современном формовочном оборудовании фирма «Сима» Италия установленном на ЗАО «Прогресс» в городе Москве.

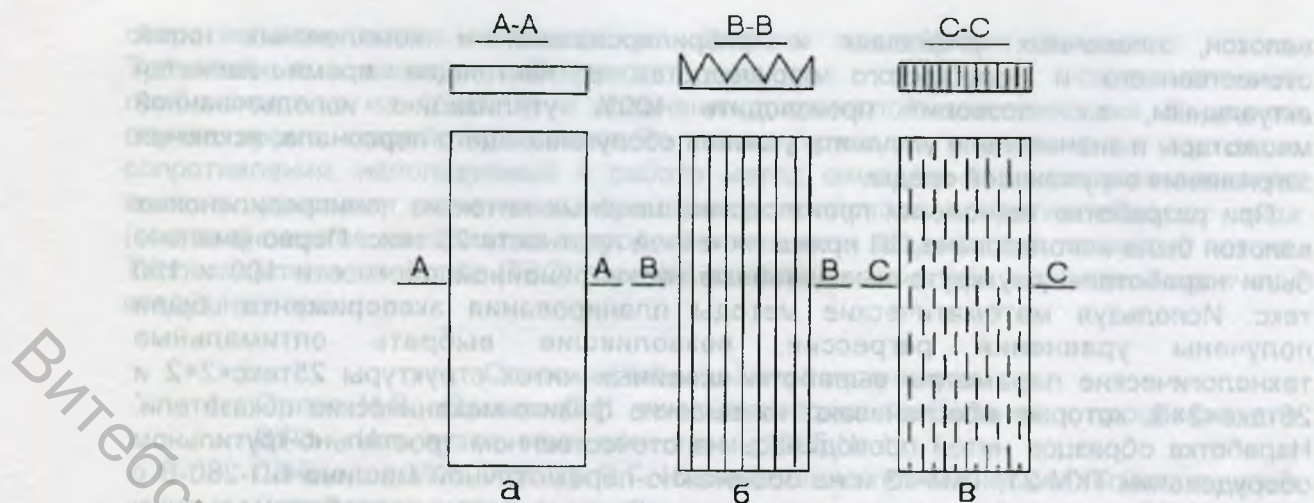


Рисунок 1 - ПП пленочные нити:
а - гладкая; б - рифленая; в - фибрированная

Предварительно были проведены физико-механические исследования ПП пленочных нитей различной структуры полученных на оборудовании зарубежных фирм. Результаты исследований образцов гладких, фибриллованных и рифленых нитей приведены в таблице 1.

Таблица 1

Вид нити	Страна изгот. оборуд.	Ассортимент, текс	P, Н	E, %	T, текс	P _y , cH/текс	Гкр, усл. ед.	Гизг, мгс·см ²	H, мм	B, мм	Примечание
Гладкая	Германия	75	45	18,8	76	60	214	48	0,032	2,3	
Гладкая	Болгария	80	41	19,2	83	50	258	35	0,040	2,5	
Гладкая	Германия	90	33	11,5	89	37	164	-	0,024	4,3	
Гладкая	Германия	100	51	21,8	96	53	286	42	0,038	2,5	
Гладкая	Германия	110	27	25,3	107	25	233	-	0,026	4,6	7-10% ПЭ
Гладкая	Китай	110	62	20,4	116	57	589	45	0,064	2,3	
Фибрилл.	Италия	110	56	16,1	105	53	185	-	0,050	2,5	1%мел 0,3% краситель
Рифленая	Италия	110	58	22,7	120	53	256	74	0,080	2,2	1%мел
Рифленая	Италия	100	46	9,5	99	47	106	58	0,058	2,7	1%мел
Рифленая	Италия	70	31	10,4	69	45	68	52	0,060	2,1	1%мел
Рифленая	Италия	60	32	12,3	61	52	55	28	0,050	2,1	5%мел
Рифленая	Италия	50	26	11,7	50	52	56	19	0,047	2,0	3%мел 3%свет
Рифленая	Италия	55	27	12,7	56	48	48	16	0,050	2,0	3%мел 3%свет

Анализ физико-механических свойств ПП рифленых нитей, полученных на итальянской линии для формования, показывает, что увеличение толщины (по рифлям) в 1,4 раза при одновременном снижении толщины в 1,2 раза, приводит к увеличению разрывной нагрузки в 1,3 раза, удельной разрывной нагрузки в 1,2 раза, жесткости при кручении в 2,4 и жесткости на изгиб в 1,3. При увеличении величины вытяжки до 10-11 (образцы 11, 12, 13) происходит уменьшение ширины

ленточки в 1,15 раза и толщины в 1,35 раза по сравнению с образцами 8, 9, 10, что дает возможность получать ПП рифленые нити линейной плотности 55текс, с хорошими показателями по жесткости при кручении и изгибы (жесткость при изгибе образца 13 в 4 раза ниже, чем у образца 8). Данная тенденция сохраняется и у показателя жесткости при кручении в 5,3. При этом удельная разрывная нагрузка увеличилась до 52 сН/текс и стала на уровне гладких пленочных нитей. Таким образом, уменьшение толщины рифленых ПП пленочных нитей приводит к снижению ее жесткости при изгибе, а при увеличении степени вытягивания происходит снижение поперечных размеров и как следствие значительному снижению показателей жесткости. Кроме того, увеличение степени вытягивания позволяет получить ПП рифленые нити небольшой линейной плотности. Таким образом, применение рифленых пленочных нитей позволяет получить удельную разрывную нагрузки близкую к гладким нитям, а жесткость при кручении и изгибе, как у фибриллированных.

На основании выше изложенного можно сделать вывод, что для производства ПП пленочных швейных ниток целесообразно использовать ПП рифленые и пленочные нити с высокой степенью ориентационного вытягивания 10-11, линейной плотности 50-60 текс.

При использовании пленочных нитей при производстве круглотканых ПП мешков и швейных ниток очень остро встает вопрос о влиянии светопогоды (ультрафиолетового облучения) при их эксплуатации. По этому показателю ПП пленочные нити в чистом виде уступают изделиям из ПА и ПЭ нитей, что может ограничить область их применения. Однако использование светостабилизаторов способно обеспечить высокий уровень светостойкости. Изучение механики старения под влиянием различных факторов (тепло, свет, механические нагрузки, влага и др.) является одной из важнейших задач эффективной защиты полимерных материалов. С этой целью были проведены испытания в Москве (56 градусов северной широты) в естественных условиях в течение шести месяцев. Было испытано три образца: образец 1 – 3% светостабилизатора "тинувин-770 (622)" (фирма "Ziba" Швейцария), 5% концентрации мела; образец 2 – 1% светостабилизатора "бензон ОА" (Россия), 1% концентрации мела (бензон ОА - это торговое название 4-Алкокси-2-гидроксibenзофенон ($C_{13}H_9O_3R$), где $R = C_7H_{15} - C_9H_{19}$) [1]; образец 3 – без светостабилизатора, 5% концентрации мела. По результатам испытаний была построена диаграмма (рис. 2).

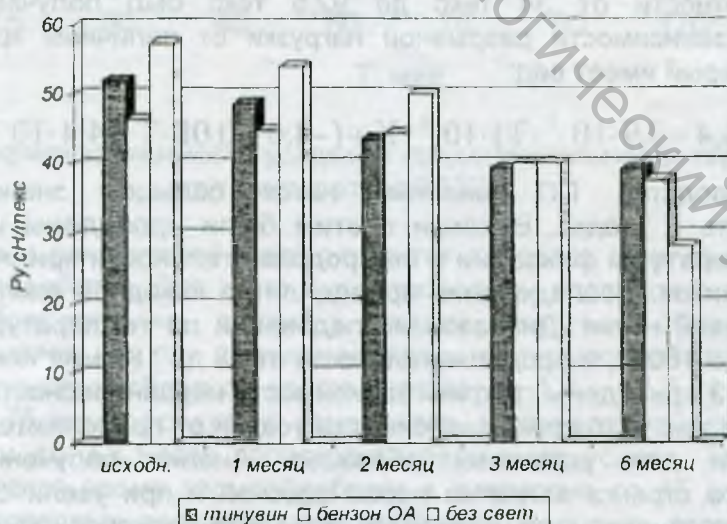


Рисунок 2 - Диаграмма зависимости удельной разрывной нагрузки ПП пленочных нитей от срока воздействия светопогоды

Анализ полученных результатов показывает, что с увеличением времени действия светопогоды происходит снижение удельной разрывной нагрузки, однако

наименьшее снижение удельной разрывной нагрузки наблюдается у пленочной нити со светостабилизатором «Тинувин».

Оптимизация технологического процесса получения ПП пленочных швейных ниток осуществлялась с использованием математических методов планирования эксперимента. При первом кручении была использована уточненная формула Белицина М.Н. по расчету оптимальной разрывной нагрузки в зависимости от величины крутки:

$$P = p n \eta_p K_{Pa}$$

В формулу подставляется новый универсальный коэффициент зависимости разрывной нагрузки от линейной плотности и величины крутки, который имеет вид:

$$K_{KT} = 1 + (0,00127 \cdot T^2 - 0,35 \cdot T + 26,14) \cdot 10^{-4} \cdot K + (-0,000208 \cdot T^2 + 0,031 \cdot T - 3,31) \cdot 10^{-6} \cdot K^2$$

Использование нового коэффициента для ПП пленочных нитей линейной плотности 55-250текс позволяет получить результаты очень близкие к фактическим. В результате планирования эксперимента удалось оптимизировать технологические процессы кручения при выработке ПП пленочных швейных ниток линейной плотности 70текс×1×2.

Опытная переработка при пошиве стандартных мешков на автоматической линии дала хорошие результаты. При пошиве 9600 мешков на швейной машине Л-1 №536 по вине швейной нитки было забраковано 192 мешка (не связанные концы-косички, пропуск стежков, обрыв швейной нитки), что составляет 2% при норме 3%. Прочность донного шва на разрыв составила 495 Н при норме 330 +/- 30 Н.

В связи со строительством нового современного производства по выпуску комплексных нитей в г. Краснодар (фирма «АС-ПРЕСС») встал вопрос о разработке рациональной технологии получения ПП швейных ниток из комплексных в сравнении с импортным сырьем словацкого производства. При разработке данной технологии использовали комплексные ПП нити линейной плотности 34, 67, 92,5текс, как отечественного, так и импортного производства. При определении оптимальных параметров технологического процесса использовали математические методы планирования эксперимента по плану БОКС-3. Кроме того, была проведена многокритериальная оптимизация с использованием универсальной программы «MathCad 2001».

Для расчета абсолютной разрывной нагрузки крученных ПП комплексных нитей линейной плотности от 34 текс до 92,5 текс был получен универсальный коэффициент зависимости разрывной нагрузки от величины крутки и линейной плотности, который имеет вид:

$$K_{KT} = 1 + (4,4 - 3,9 \cdot 10^{-3} \cdot T) \cdot 10^{-4} \cdot K + (-4,6 + 0,08 \cdot T - 4,4 \cdot 10^{-4} \cdot T^2) \cdot 10^{-6} \cdot K^2$$

При производстве ПП швейных ниток большое значение имеет их неравновесность и усадка. В связи с этим были проведены исследования по влиянию температуры фиксации и ее продолжительности при обработки готовых ПП швейных ниток. Исследования проводили на исходной комплексной ПП нити, стренги и готовой нитки. Диапазон исследований по температуре фиксации был выбран от 60 до 160°C, а продолжительность от 15 до 180 мин или от 15 мин до 3-х часов. На рис. 3 приведены графики зависимости неравновесности от температуры фиксации, а на рис. 4 графики зависимости усадки от продолжительности процесса термообработки для указанных образцов. Анализ полученных результатов показывает, что стренга является неравновесной и при увеличении температуры фиксации ее неравновесность снижается. Исходная полипропиленовая комплексная нить и готовая швейная нитка имеют высокую степень равновесности в диапазоне температур от 60 до 100°C. Поэтому целесообразно за оптимальную принять температуру фиксации равную 80°C, которая позволяет сохранить высокие показатели по разрывной нагрузке.

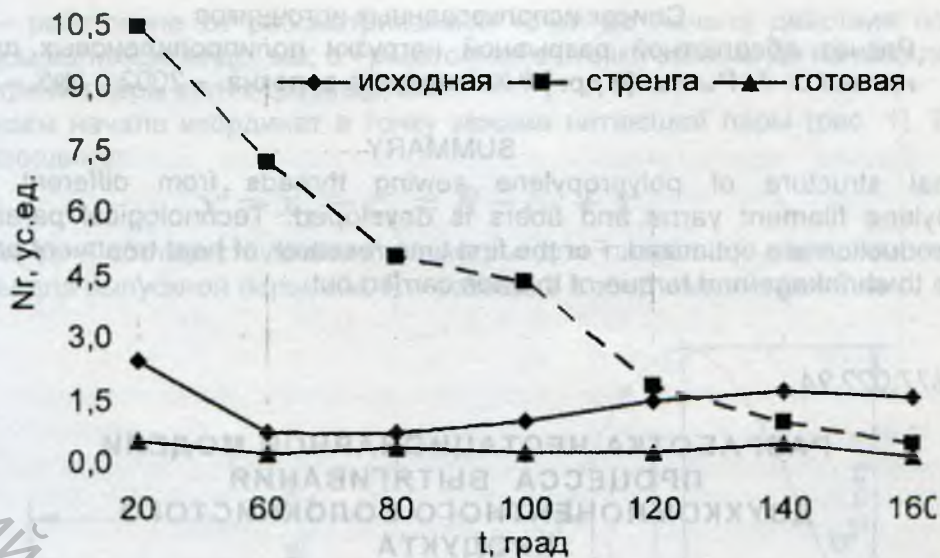


Рисунок 3 - Графики зависимости неравновесности от температуры фиксации

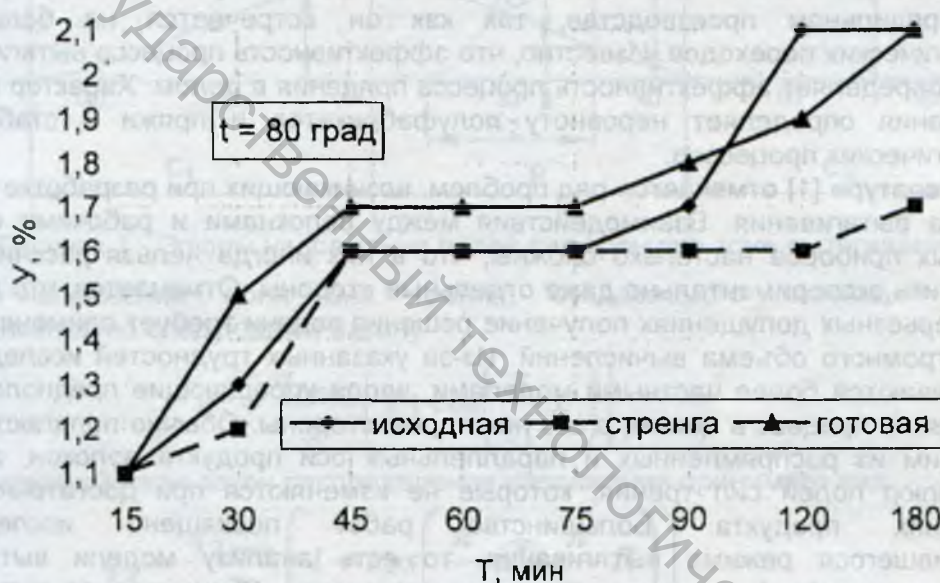


Рисунок 4 - Графики зависимости усадки от продолжительности термообработки при температуре 80 °C

Одним из важных показателей швейных ниток является величина их усадки в результате термообработки. Для этого были проведены исследования по влиянию времени термообработки на величину усадки опытных образцов. Анализ результатов показывает, что при увеличении времени термообработки до 45 минут усадка полипропиленовых образцов увеличивается до 1,6 — 1,7 %. В интервале времени от 45 до 75 минут усадка не изменяется, а при дальнейшем увеличении времени обработки до 3-х часов происходит увеличение усадки. Таким образом, оптимальным является время термообработки в диапазоне от 45 до 75 минут. С целью экономии тепловых ресурсов целесообразно проводить термообработку в течении 50 минут при температуре 80°C.

Таким образом, проведенные исследования позволили разработать оптимальную структуру полипропиленовых швейных ниток из различных видов полипропиленовых нитей и волокон и определить технологические параметры их производства. Впервые были проведены исследования по влиянию параметров термообработки на неравновесность и усадку.

1. Расчет абсолютной разрывной нагрузки полипропиленовых пленочных нитей / С. А. Рыжов [и др.] // Химические волокна. – 2002. – №5. – С. 45-47.

SUMMARY

Optimal structure of polypropylene sewing threads from different kinds of polypropylene filament yarns and fibers is developed. Technological parameters of threads production are optimized. For the first time research of heat treatment parameters influence to shrinkage and torque of threads carried out.

УДК 677.022.94

РАЗРАБОТКА НЕСТАЦИОНАРНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ВЫТЯГИВАНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНОГО ВОЛОКНИСТОГО ПРОДУКТА

Д.Б. Рыклин

Процесс вытягивания можно назвать самым распространенным процессом во всем прядильном производстве, так как он встречается на большинстве технологических переходов. Известно, что эффективность процесса вытягивания во многом определяет эффективность процесса прядения в целом. Характер процесса вытягивания определяет неровноту полуфабрикатов и пряжи и стабильность технологических процессов.

В литературе [1] отмечается ряд проблем, возникающих при разработке моделей процесса вытягивания. Взаимодействия между волокнами и рабочими органами вытяжных приборов настолько сложны, что в них иногда нельзя рассчитать или определить экспериментально даже отдельные стороны. Отмечается, что даже при очень серьезных допущениях получение решения задачи требует применение ЭВМ ввиду огромного объема вычислений. Из-за указанных трудностей исследователи ограничиваются более частными моделями, вводя упрощающие предположения и описывая не процесс в целом, а его некоторые стороны. Обычно полагают продукт состоящим из распрямленных и параллельных оси продукта волокон, задаются видом эпюр полей сил трения, которые не изменяются при достаточно малых изменениях продукта. Большинство работ посвящено исследованию установившегося режима вытягивания, то есть анализу модели вытягивания ровного по линейной плотности и структуре продукта. Стационарное вытягивание волокнистого материала характеризуется тем, что скорости волокон в вытяжном поле полностью определяются их положениями и не зависят от времени. Важность учета нестационарности вытягивания определяется тем, что в реальных условиях именно с нестационарностью связано в основном повышение неровноты продукта. Нестационарные модели позволяют степень влияния на неровноту продукта после вытягивания ряда факторов: неровнота входящего продукта по линейной плотности и структуре, биение рабочих органов машин и другие. В разрабатываемой модели нестационарность процесса учитывается за счет изменения эпюры напряжения поля сил трения из-за биения рабочих органов вытяжного прибора, а также из-за неровноты вытягиваемого волокнистого продукта по линейной плотности.

По мнению М.В. Эммануэля закон распределения напряжений поля сил трения (q) в разных точках зажима пары валик-цилиндр в зависимости от максимального напряжения ($q_{\max}$) может быть описан формулой [2]

$$q = \frac{q_{\max}}{2} \left(1 - \cos \left(\frac{\pi}{c} x \right) \right) \quad (1)$$