

Вязкоупругое вдавливание и сопротивление, движению конвейерных лент с использованием обобщенной модели Максвелла материала прокладки.

Введение

Вдавливание в резиновых материалах, изготовление ленты и технологии ленточных конвейеров, вместе с требованиями для больших систем перевозки объемных сыпучих материалов, чтобы перевести насыпные гранулированные материалы, применяют эффективное системное проектирование. Мощность, чтобы вводить большие системы конвейера является критическим параметром, количество энергетических затрат по сроку службы системы. Диссипативный энергетический сбор потерь к неэластичной деформации и вдавливания покрытия ленты, или "прокладки" материала по ленте, поскольку это дистиллирует каждую промежуточную роликкоопору системы, как вообще полагают, является одним из, доминирующий механизмов потерь в системе. Nager и Hintz¹ оценивают, что этот источник потери мощности составляет больше чем 60 % суммарных потерь. Прогнозирующие аналитические модели этой потери важны для проектировщиков таких систем, и несколько моделей были разработаны и использовались.

Модель сопротивления качению следует и основывается на работе нескольких авторов, включая May Morris and Atak, Jonkers, Spaans, Lodewijks and Johnson. Эти авторы моделируют вдавливание промежуточной роликкоопоры в прокладку как одномерная модель с напряжением и деформацией с промежуточной роликкоопоры, которую рассматривают твердой и прокладку как основал Уинклер на твердой основе. Таким образом сжатые слои, через вдавливание прокладки, действуют независимо таким образом, что есть не составление сдвига в процессе деформации. Полные двумерные модели Hunter⁸ и Morland⁹ составляют деформацию сдвига, хотя они предполагают, что прокладка вязкоупругое полупространство, в противоположность наличию конечной

глубины, и требует решения двойных интегральных уравнений удовлетворить контактное равновесие и условия деформации.

Что еще более важно, однако, в упомянутых выше анализах, вязкоупругое поведение материала, как предполагают, является тем из простого, твердого тела Максвелла с тремя параметрами. Однако, резиновые материалы, обычно используемые для того, чтобы отступить на конвейерных лентах, являются чрезвычайно температурой и иждивенцем коэффициента груза, таким образом, полезная вязкоупругая конститутивная модель должна точно составлять эти эффекты. Три модели параметра - чрезвычайно ограниченная амплитуда, и в температуре и в эффектах коэффициента, чтобы захватить реальное вязкоупругое поведение. В существующем анализе конститутивная модель с тремя параметрами обобщается к произвольным $2N + 1$ параметрам, и используется в комбинации с моделью деформации основы Уинклера. Тепловой и эффекты коэффициента включаются через принятое правило наложения времени на температуры из линейных viscoelasticity, чтобы снабдить простое, все же достаточно всесторонняя модель деформации и материальной реакции, захватить реалистическое материальное поведение по широкой амплитуде коэффициентов груза и температур.

Модель сопротивления вдавливания

Для линейного вязкоупругого материала и одномерного состояния напряжения, напряжения релаксационная формула для заданной деформации определяется:

$$\sigma(t) = \Psi(t)\varepsilon(0^+) + \int_0^t \Psi(t-s)\dot{\varepsilon}(s)ds \quad (1)$$

где $\Psi(t)$ является функцией релаксации напряжения, $\dot{\varepsilon} \equiv d\varepsilon/dt$ - является скорость деформации, и $\sigma(t)$ напряжение в момент время t . Для настоящего анализа время $t = 0$ берется этот момент, на которые лента первые контакты холостой так, что $\varepsilon(0^+) = 0$.

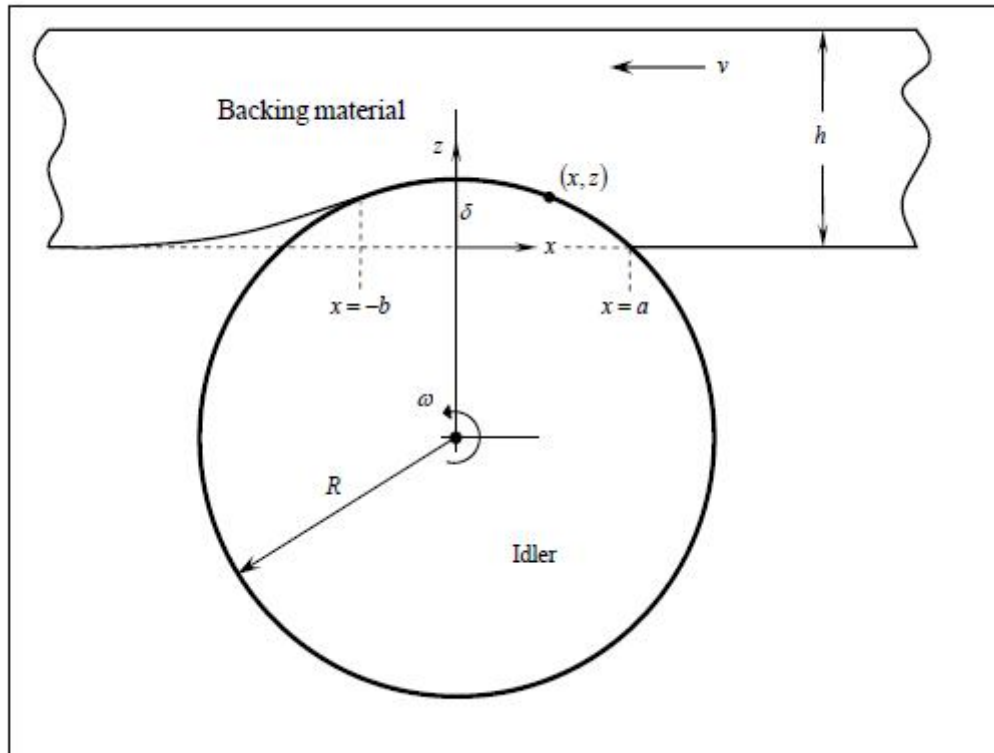


Рисунок 1. Вдавливание промежуточного ролика в материал прокладки и геометрические параметры.

После работы и общих письменных соглашений Jonkers³, Spaans⁴, Lodewijks^{5,6} и Johnson⁷, кинематику процесса деформации для роликоопоры ленты, дистиллирующей промежуточный ролик на постоянной скорости v , показывают на рисунке 1. На постоянной скорости процесс деформации - по существу установившееся состояние относительно Эйлеровой координаты $x = a - vt$, где t обозначает время и точка контакта ленты и промежуточного ролика (x устанавливается относительно промежуточного ролика, но не вращающийся с этим). Задача установившегося движения может тогда быть брошена с точки зрения координаты x в противоположность явному времени t посредством вышеупомянутого преобразования.

Для малой максимальной глубины вдавливания δ по сравнению с радиусом промежуточного ролика R , или $\delta/R \ll 1$, аппроксимируется количество вдавливания в точке x на поверхности промежуточного ролика параболой, таким образом, что $z = \delta - x^2/2R$, где $\delta = a^2/2R$. Следовательно сжатие деформация

материала прокладки в координате x , смоделированной как основа Уинклера или независимые линейные элементы посредством роlikоопоры:

$$\varepsilon = \frac{z}{h} = \frac{1}{h} \left(\delta - x^2 / 2R \right) = \frac{1}{2Rh} (a^2 - x^2) \quad (2)$$

Используя зависимость скорости координаты перевода, $\dot{x} = -v$, so $\dot{z} = -2x\dot{x} / 2R = xv / R$, скорости деформации, или производной по времени уравнения (2) становится $\dot{\varepsilon} = \dot{z} / h = vx / Rh$. С этим коэффициентом деформации скорость сжатия между промежуточным роликом и лентой, в уравнения (1), может быть выражено как функция t или как установившаяся функция x :

$$\sigma = \int_0^t \Psi(t-s) \frac{v}{Rh} (a - vs) ds = -\frac{1}{Rh} \int_a^x \Psi \left(\frac{\xi - x}{v} \right) \xi d\xi \quad (3)$$

Теперь, за данный материальный релаксационный Ψ функции, это уравнение может, в принципе, быть объединено, чтобы явно определить контактный профиль напряжения между лентой и промежуточным роликом как изображено в рисунке 2. Однако, контактная длина $a + b$, или и точка первого контакта a и пункт отправления b , является неопределенной; они зависят от груза или сети сила между лентой и промежуточным роликом, и следовательно, как в большинстве материалов замыкания контактов вовлечения ситуаций, эта задача геометрически нелинейна.

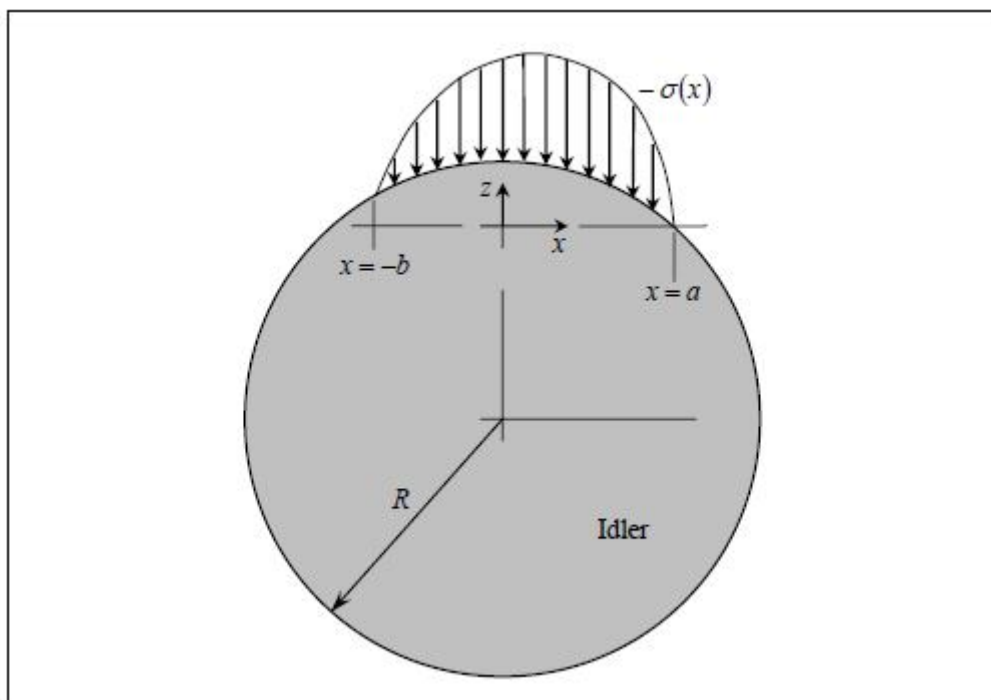


Рисунок 2. Контактное распределение напряжений между промежуточным роликом и прокладкой.

В равновесии груз W (сила за ширину единицы через промежуточный ролик) и результирующий вектор распределения напряжений должен быть в балансе, таким образом что

$$W = \int_{-b}^a \sigma(x) dx \quad (4)$$

Чтобы определить a и b , уравнения (3) и (4) должны быть удовлетворены одновременно, но явное решение не возможно. Однако, как показано Lodewijks⁵, простая итерация может использоваться, чтобы балансировать груз и контактную длину, определяя a и b , учитывая груз W .

Однако профиль напряжения и контактная длина определяется, момент, который M распределения напряжений о центре промежуточным роликом

$$M = \int_{-b}^a x \sigma(x) dx \quad (5)$$

Тогда сила сопротивления, чтобы катиться является M/R , и коэффициент сопротивления качению, или эквивалентный коэффициент лобового сопротивления Кулона μ

$$\mu = \frac{M}{RW} = \frac{1}{R} \frac{\int_{-b}^a x \sigma(x) dx}{\int_{-b}^a \sigma(x) dx} \quad (6)$$

В следующем разделе вышеупомянутые уравнения оцениваются, включая обобщенную материальную модель, чтобы снабдить закрытую модель формы для сопротивления вдавливания.

Обобщенная модель материала Максвелла

Для резиновых составов, используемых в качестве отступающий для ленточных конвейеров, распространено использовать простого Максвелла с тремя параметрами конститутивная модель. Для реалистических материалов подложки, однако, три модели параметра не способны к представлению вязкоупругого поведения по амплитуде температур и скоростей нагружения. Три модели параметра легко обобщаются к $2N + 1$ параметр как показано в рисунке 3, или к тому, что иногда называют Zener

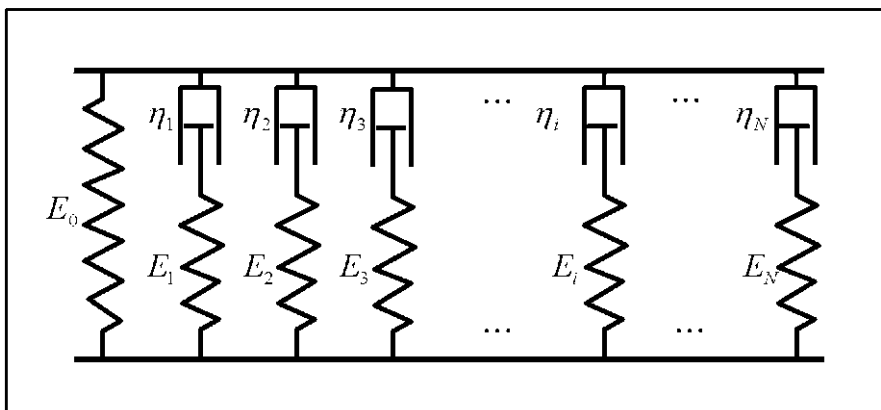


Рисунок 3. Механические элементы модели твердого тела Максвелла.

модель. Константы E_i и η_i представляют различную резинку и диссипативный вязкий элементы модели и постоянного E_0 упоминаются как долгий срок или равновесие модуль.

Согласно этим обобщенным $2N + 1$ модель параметра, функция реакции напряжения дается Prony series

$$\Psi(t) = E_0 + \sum_{i=1}^N E_i e^{-t/\tau_i} \quad (7)$$

где $\tau_i = \eta_i / E_i$ являются характеристическими периодами различных поглощающих элементов механической модели. Введение этой функции реакции в уравнение (3) для напряжения, включая преобразование $t = (a-x) / v$, каждый имеет,

$$Rh\sigma(t) = -\int_a^x \left[E_0 + \sum_{i=1}^N E_i e^{-(\xi-x)/v\tau_i} \right] \xi d\xi \quad (8)$$

Тогда, как и 3-параметра модели, каждый член ряда в это уравнение может быть интегрирована в приходим к результату,

$$\frac{Rh}{a^2} \sigma(x) = \frac{E_0}{2} \left(1 - \frac{x}{a} \right) \left(1 + \frac{x}{a} \right) + \sum_{i=1}^N E_i k_i \left[(1 + k_i) \left(1 - e^{-\frac{1}{k_i} \left(1 - \frac{x}{a} \right)} \right) - \left(1 - \frac{x}{a} \right) \right] \quad (9)$$

где $k_i = v\tau_i / a$ являются Дебора (волны) чисел, соответствующих пар N элемент материала модели.

Теперь, вводя безразмерный параметр длины $\zeta = v/a$, и приравнивая напряжение уравнение (8) к нулю при $x = -v$ обеспечивает условия,

$$\frac{E_0}{2} (1 + \zeta)(1 - \zeta) + \sum_{i=1}^N E_i k_i \left[k_i - \zeta - (1 + k_i) e^{-(1+\zeta)/k_i} \right] = 0 \quad (10)$$

При заданных параметрах материала, решение этого уравнения будет предоставлять только отношение $\zeta = v/a$, а не a или v в явном виде. Дополнительное условие, которое должно быть выполнено, уравнение (4), которое, при интеграции, а также выражается через ζ является

$$\frac{Rh}{a^3} W = \frac{E_0}{6} (2 + 3\zeta - \zeta^3) + \sum_{i=1}^N E_i k_i \left\{ \frac{1}{2} (1 - \zeta^2) - k_i \left[(1 + k_i) \left(1 - e^{-(1+\zeta)/k_i} \right) - (1 + \zeta) \right] \right\} \quad (11)$$

Тогда, для данных материальных параметров E_i , k_i , и системные параметры пояса W , R и h , величины ζ и a , которые удовлетворяют оба уравнения (10) и (11),

будет в равновесии с грузом W . Одновременно решение с готовностью достигается численно простой итерацией:

(а) Калибруйте предположение для ζ и решите уравнение (11) для a .

(б) Используйте эту величину, чтобы определить материальные параметры $k_i = \nu\tau_i/a$.

(с) С этими величинами k_i и E_i , решите (численно) уравнение (10) для ζ .

(д) Используйте обновленную величину ζ , заместите начальное предположение шага (а) и продолжите повторение шагов (а), (б) и (с), пока ζ не сойдется с предопределенной точностью.

После этого итеративного процесса, чтобы определить точную величину $\zeta = b/a$, a и b , уравнение (5) может тогда быть оценено, чтобы получить момент распределения напряжений. Таким образом,

$$M = \frac{E_0 a^4}{8R^2 h} (1 - 2\zeta^2 + \zeta^4) + \sum_{i=1}^N \frac{E_i a^4 k_i}{R^2 h} \left[k_i^3 - \frac{k_i}{2} (1 + \zeta^2) + \frac{1}{3} (1 + \zeta^3) - k_i (1 + k_i) (k_i + \zeta) e^{-(1+\zeta)/k_i} \right] \quad (12)$$

Тогда коэффициент сопротивления вдавлыванию следует из Уравнений (6), (11) и (12).

Комбинируя эти уравнения таким способом, чтобы устранить явное появление контактного параметра длины a , уравнение (6) может быть написано как

$$\mu = \frac{1}{R} \left(\frac{M}{W} \right) = \left(\frac{Wh}{E_0 R^2} \right)^{1/3} \frac{M^*}{(F^*)^{4/3}} \quad (13)$$

где безразмерные функции F и M были введены и даются,

$$F^*(\zeta) \equiv \frac{1}{6} (2 + 3\zeta - \zeta^3) + \sum_{i=1}^N \left(\frac{E_i}{E_0} \right) k_i \left\{ \frac{1 - \zeta^2}{2} - k_i \left[(1 + k_i) (1 - e^{-(1+\zeta)/k_i}) - (1 + \zeta) \right] \right\} \quad (14)$$

$$M^*(\zeta) \equiv \frac{1}{8} (1 - 2\zeta^2 + \zeta^4) + \sum_{i=1}^N \left(\frac{E_i}{E_0} \right) k_i \left[k_i^3 - \frac{k_i}{2} (1 + \zeta^2) + \frac{1}{3} (1 + \zeta^3) - k_i (1 + k_i) (k_i + \zeta) e^{-(1+\zeta)/k_i} \right] \quad (15)$$

На обеих этих функциях модули были нормализованы E_0 , давая начало отношению (Ei/E_0) в каждом выражении и вводит безразмерный коэффициент $(Wh/E_0R^2)^{1/3}$ как коэффициент μ в уравнении (13).

Уравнение (12) тогда прямая зависимость u на $(Wh/R^2)^{1/3}$, как прямое следствие модели основы Уинклера и плотный с результатами трех моделей материала параметра. Вложение E_0 в этом коэффициенте штукатурит это безразмерный. Отражая этот коэффициент, нормализованное вдавливание F определяется,

$$F \equiv \mu \left(\frac{Wh}{E_0R^2} \right)^{-1/3} = \frac{M^*}{(F^*)^{4/3}} \quad (15)$$

Это замечается, так как этот нормализованный коэффициент вдавливания - отношение двух величин, которые зависят только от материальных параметров k_i и Ei , таким образом, после ζ коэффициента иждивенца груза был определен итеративным процессом, описанным выше, тогда F - исключительно функция материала прокладки вязкоупругих свойств. Также, F независим от системных параметров ленты W , h , и R , в отличие от коэффициента μ , является по существу материальным свойством, от которого сопротивление вдавлыванию может быть определено для любого W , h и R .

Температурное зависимое моделирование материала

Механические свойства вязкоупругого материала, как правило, измеряются циклически приложенными критериями деформации на стандартных образцах в простом растяжении, сдвиге, сгибании или кручении при температурах, которыми управляют, и при относительно низких частотах, чтобы избежать инерционных эффектов. Проверять по широкому температурному интервалу, но ограниченным частотам, и используя правило наложения, которое связывает время (эквивалентно частота или скорость) и температурные эффекты, можно экстраполировать к частотам или загрузить коэффициенты значительно вне

таковых из критерия. Эта теоретическая реологическая модель для вязкоупругих материалов, поддержанных экспериментальными измерениями, и постулированием эквивалентности температуры и эффектов времени, известна как наложение времени на температуры. Согласно этому правилу, если T обозначает температуру и T_0 справочная температура, то материал свойство в t и T эквивалентно этому во внимании времени aT и температурном T_0 , где aT параметр "сдвига" вовремя так, чтобы $aT = aT(T, T_0)$. Обычно используемое выражение для aT , применимый к аморфным полимерам при температурах выше стеклянного переходного температурного T_g , сбора Williams, Landel и Ferry и называемый уравнением WLF, является логарифмической формой $\log(a_T) = C_1(T - T_0) / [C_2 + (T - T_0)]$, где C_1 и C_2 - константы, определенные опытным путем от данных.

Поочередно, для данных, взятых из циклических или частотных экспериментов деформации, которыми управляют, эмпирическое представление параметра сдвига времени/температуры aT может быть определено, покрывая, через сдвиги в частоте, температурных зависимых данных модуля на "образцовую" кривую. Заданный частотный сдвиг, на логарифмической шкале, для данных при каждой испытательной температуре, чтобы произвести деревянную инкрустацию определяет эквивалент уравнения WLF, или может быть взят основная температурная/частотная зависимость правила наложения. Этот образцовый подход кривой используется здесь, чтобы связать температуру и частоту, или эффекты коэффициента груза, в пределах обобщенной модели материала Максвелла. Так вместо вышеупомянутой функциональной формы для aT Уравнения WLF только с двумя константами, зависимостью между aT и температура T берется как,

$$\log(a_T) = \sum_{i=0}^n a_i T^i = a_0 + a_1 T + a_2 T^2 + \dots + a_n T^n \quad (16)$$

и константы решительного аппроксимацией кривой наименьших квадратов обрабатывают в строительство образцовой кривой для материала.

Экспериментальное измерение механических свойств полимерных материалов чаще всего делается, подвергая образцы циклическим программам деформации при установленных температурах и по ограниченному диапазону частот. Для синусоидальной истории деформации формы $\varepsilon = \varepsilon_0 \sin(\omega t)$, где ω - круговая частота и ε_0 амплитуда, и после начального преходящее состояние, напряжение следует за деформацией в частоте, но в отсроченной фазе. Для упругого материала напряжение и деформация являются синфазными, но для вязкоупругих материалов есть отсроченная реакция, и удобно выразить эту зависимость в form¹⁰,

$$\sigma(t) = E^*(\omega)\varepsilon(t) = \left[E'(\omega)^2 + E''(\omega)^2 \right]^{1/2} \varepsilon_0 \sin(\omega t + \delta) \quad (17)$$

E^* является величиной комплексного модуля с реальным и реактивными составляющими $E'(\omega)$ и $E''(\omega)$, названный хранением и модулями потерь, соответственно, и $\delta(\omega) = \arctan(E''(\omega)/E'(\omega))$ является углом сдвига фаз или инерционностью напряжения позади деформации. Для обобщенной модели Максвелла хранение и модули потерь связываются с механическими элементами модели, показанной в рисунке 3

$$E'(\omega) = E_0 + \sum_{i=1}^N E_i \frac{\omega^2 \tau_i^2}{1 + \omega^2 \tau_i^2} \quad (18)$$

и

$$E''(\omega) = \sum_{i=1}^N E_i \frac{\omega \tau_i}{1 + \omega^2 \tau_i^2} \quad (19)$$

где E_i - теперь дискретные или спектральные величины модели Максвелла, и $\tau_i = \eta_i/E_i$ - периоды различных элементов.

Неявный в материале свойства $E'(\omega)$ и $E''(\omega)$ зависимость от температуры. В частотном домене правило наложения связывает свойства при температурах и частотах согласно зависимостям

$$E'(\omega, T) = E'(a_T \omega, T_0), \quad E''(\omega, T) = E''(a_T \omega, T_0) \quad (20)$$

От этих уравнений, которые представляют образцовые кривые материала E' (ω) и E'' (ω), каждый может экстраполироваться к частотам, и следовательно скоростям нагружения, значительно вне таковых экспериментальных данных. Для данной скорости ленты v , зависимости между коэффициентом груза и частотой берется, чтобы быть

$$\omega = \frac{\pi v}{a + b} \quad (21)$$

который берет производную из предположения, что элемент материала прокладки проходит через полупериод нагрузки во время контактного периода. Это уравнение, которое соединяет свойства материала и контактную длину, и следовательно свойства материала к деформации и равновесным уравнениям, через итеративный процесс, выделенный ранее для уравнений (10) и (11) в создании a и b .

Рисунки 4 и 5 показывают комбинационные образцовые кривые и коэффициент сдвига модулей $G'(\omega) = E'(\omega)/3$ и $G''(\omega) = E''(\omega)/3$ для типичного, несжимаемого, опоясывают материал прокладки. Эти кривые были построены из данных, взятых в критерии режима кручения/сдвига по температурному интервалу - 60° к + 70° C в приблизительно 10° возрастание и частоты от 0.01 до 15 гц приблизительно с 13 равномерно распределенным возрастанием на логарифмической шкале. Коэффициент сдвига a_T рисунка 5 был развит согласно уравнению (16), от данных в каждом температурном возрастании, начинающемся с выбранной справочной температуры.

Хранение (G') и Потеря (G'') модули против частоты

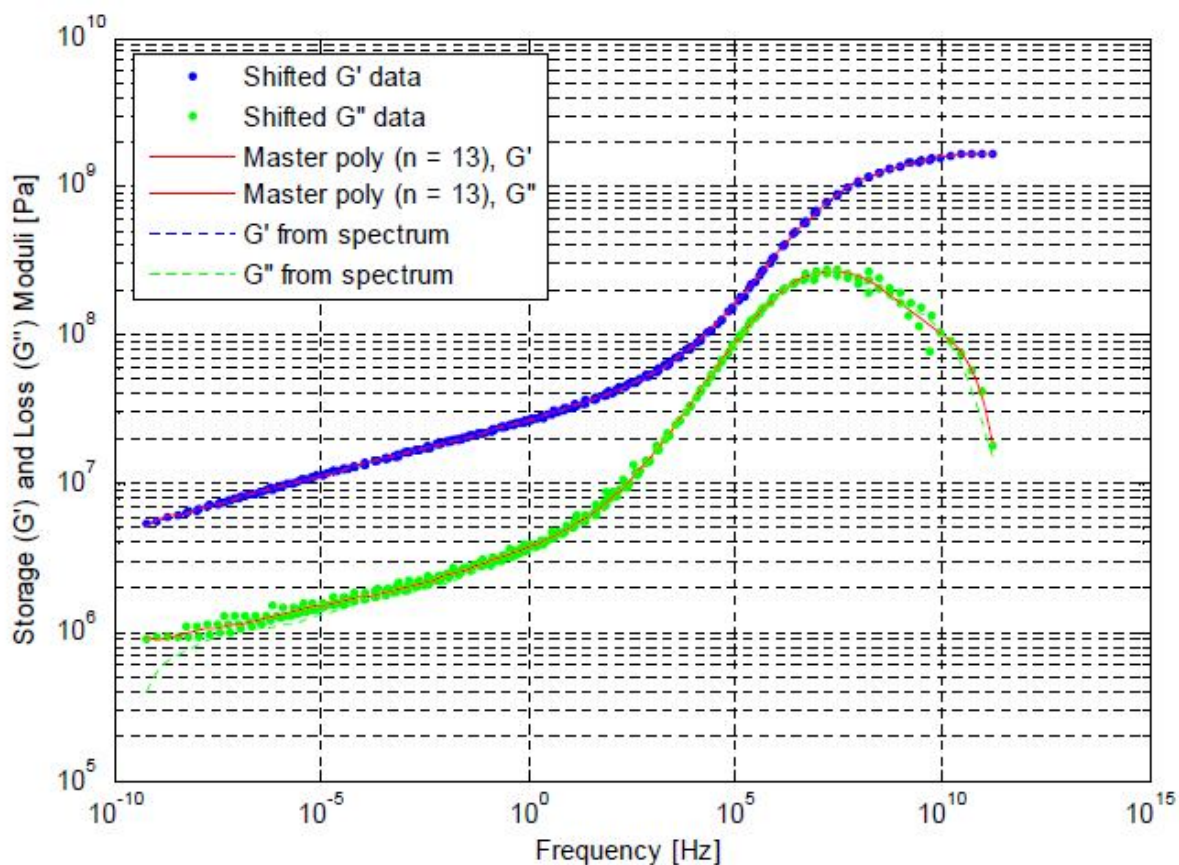


Рисунок 4. Образцовая кривая для типичного материала прокладки ленты.

Справочная температура для этой кривой - 0°C , который является, где a_T приравнивает 1 из рисунка 5, и многочлен порядка 5 показывают на кривой с дискретным a_T величинах процесса пригонки, как предписано уравнением (16).

Температурный/Частотный Коэффициент сдвига против температуры

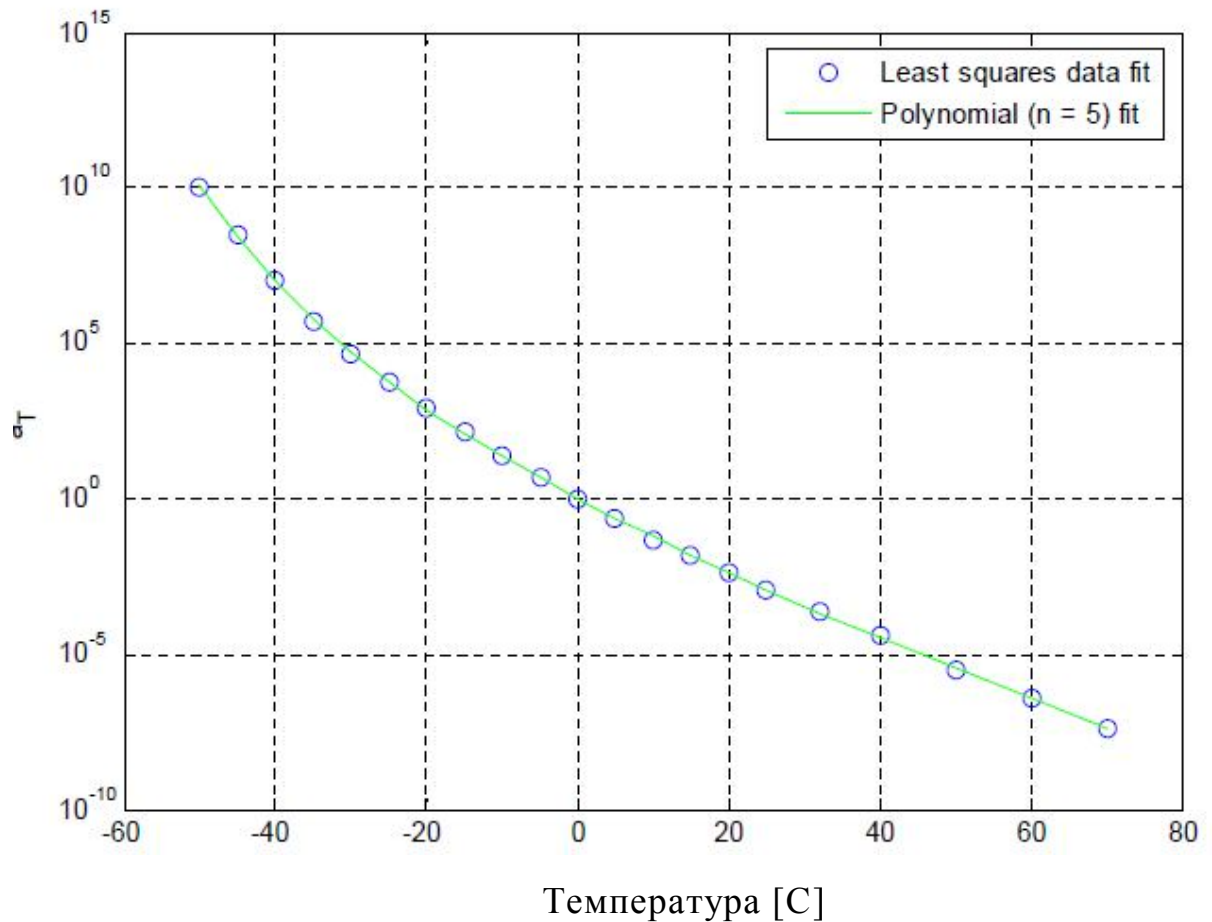


Рисунок 5: частотный/температурный коэффициент сдвига.

Для этого материала, как характеризующийся образцовой кривой и частотой/температурой сдвигают коэффициент, дискретное $2N + 1$ параметр модели Максвелла, то есть, величины E_i и η_i из уравнений (17) и (18) также определяются. Это составляет, эквивалентно, к определению дискретного спектра материала, где уравнения (18) и (19) представляют дискретные версии сопоставимых непрерывных преобразований.

Определение этих дискретных спектральных величин было в центре внимания многих исследований и различных методов и математических процессов пригонки - Tschoegl¹³ и Emri и Tschoegl¹⁴. Нейронные сети и генетические алгоритмы также использовались к "лучшей посадке" и E_i и η_i , или эквивалентно E_i и τ_i , от данных как в рисунке 4.

Поочередно, общий и довольно простой подход должен установить периоды $\tau_i = 1/\omega_i$ в величинах, равномерно распределенных на $\log(\omega)$ шкала

(полудекадное возрастание достаточно), и затем используйте посадку кривой наименьшего квадрата для "данных" как вычислено от подбора многочлена образцовой кривой в $\tau_i = 1/\omega_i$ оцениваю по амплитуде данных. Здесь, нелинейный, неотрицательный, метод наименьшего квадрата используется, чтобы приспособить данные. Неотрицательная реакция связи на процесс пригонки не необходима, но устраняет возможность отрицательных коэффициентов E_i , который весьма характерно для этого типа преобразования.

Рисунок 6 показывает следующие спектральные величины, которые следуют из пригонки G' образцовая кривая к Уравнению (18). Повторно вычислить величины G' и G'' , которые следуют спектр, через уравнения (16) и (17) показывают в первоначальных образцовых кривых в рисунке 4. Заметьте, что перерасчетный G' точен, так как спектр - посадка к этому "данные", но также и вычисление G'' от спектра, выведенного из приспособляющего G' , также

Дискретный спектр модуля хранения G'

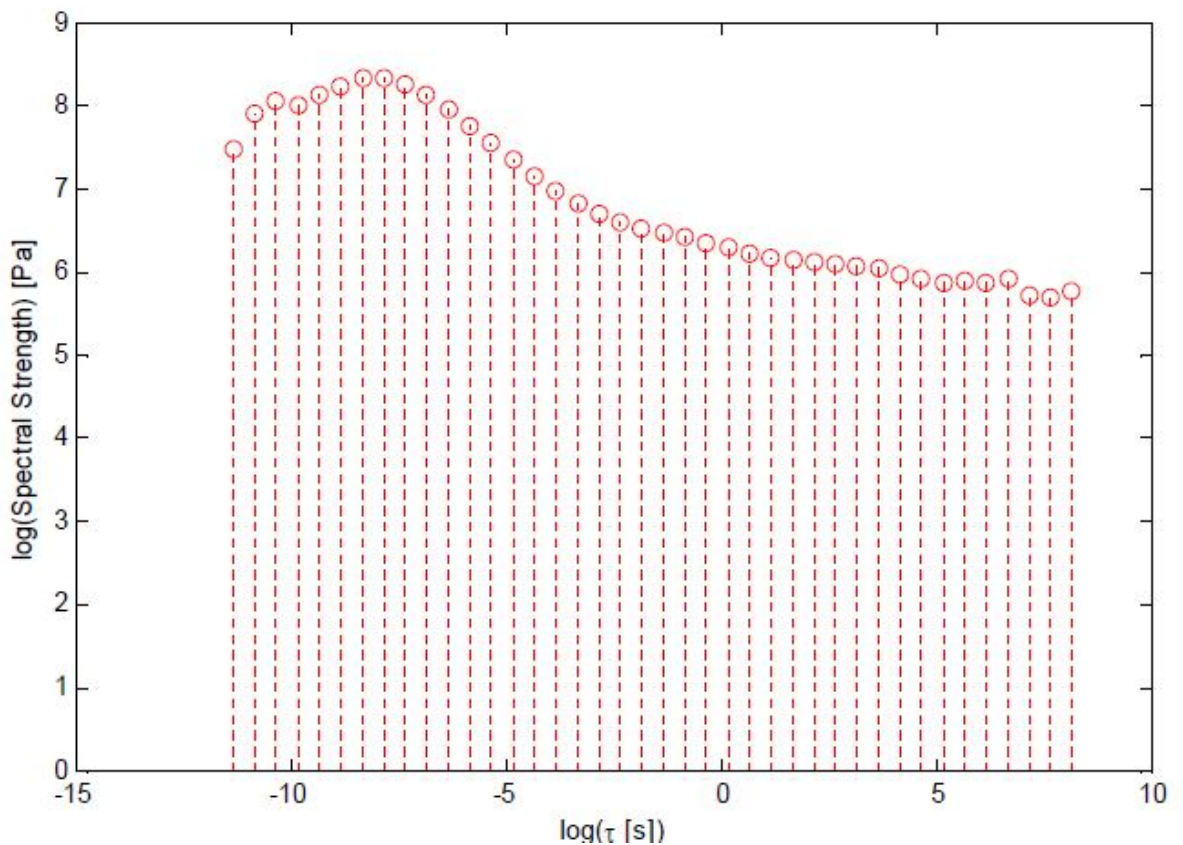


Рисунок 6. Дискретный спектр модуля хранения G' .

точный по амплитуде данных. Некоторая девиация очевидна в частотных крайних членах пропорции, но консистенция посадки - доказательства избыточности, завернутой в спектральную характеристику обоих Уравнений (16) и (17).

Вычисления сопротивления вдавливания

С дискретным спектром рисунка 6 как характеристика типичного материала подложки модель сопротивления вдавливания уравнений (10) - (15) была оценена для амплитуды температур и скоростей ленты, и в типичных величинах системных параметров: $W = 10 \text{ lb/in} = 1751.3 \text{ N/m}$, $h = 0.25 \text{ in} = 0.00635 \text{ м}$. $R = 3 \text{ in} = 0.0762 \text{ м}$. Скорость пояса, будучи функцией времени, имеет отношение также к температуре через правило наложения, которое учитывает строительство универсальных кривых μ и F , для любого комбинация температуры/скорости когда чертящийся график как функции va_T . Таким образом, усадка рисунков 7 и 8, соответственно, коэффициент трения μ уравнения (13) и безразмерная величина F уравнения (13).

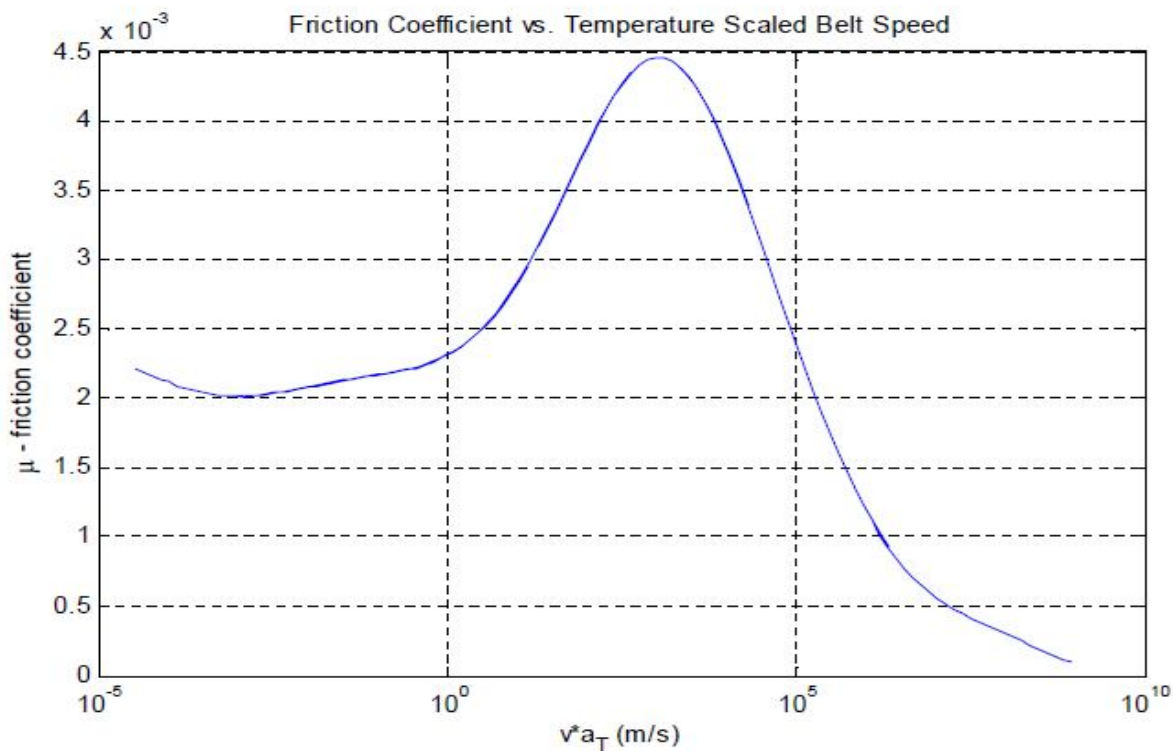


Рисунок 7. Сопротивление внедрению μ против скорость движения ленты.

Нормализованный коэффициент трения против температурной вычисленной скорости ленты

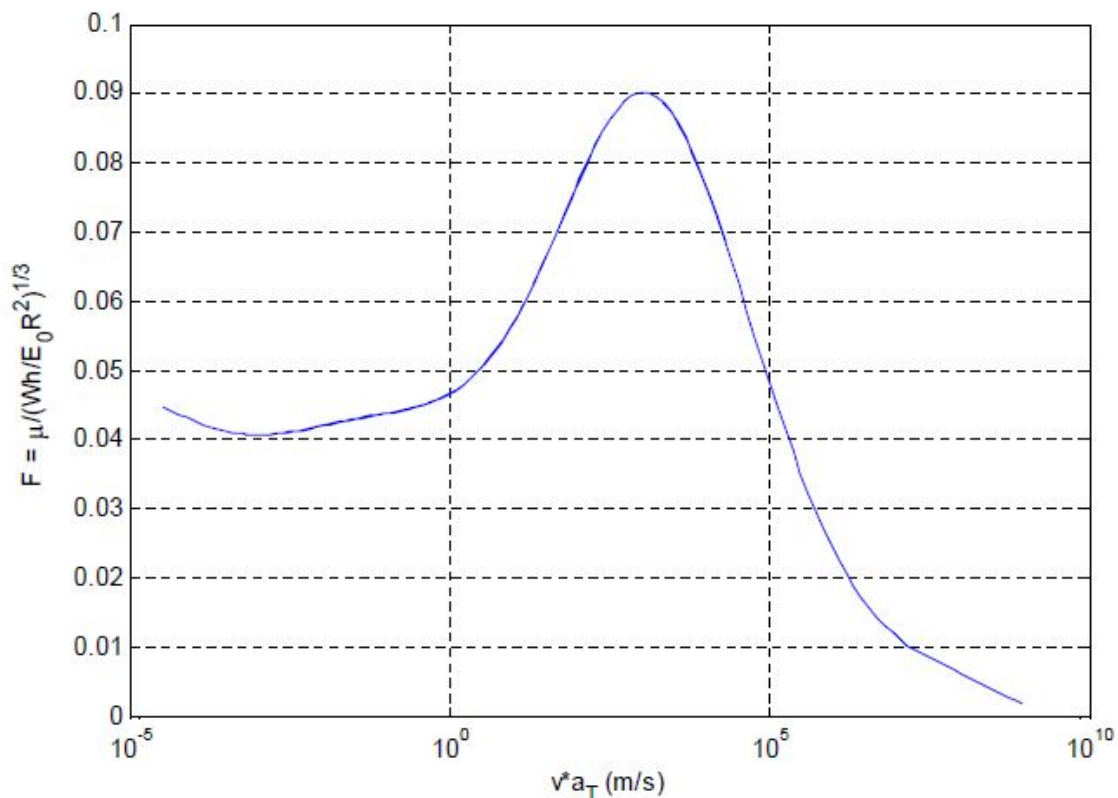


Рисунок 8. Нормализованное сопротивление вдавливания F против вычисленной скорости ленты

Эти диаграммы - фактически соединения, или накладывающиеся сегменты, вычисления μ и F через алгоритм выше, с вычислениями, выполненными через вставленные петли через возрастание в температуре T и скорости v . Когда чертящийся график против va_T , эти следующие кривые фактически накладываются, но накладывающиеся части только слабо видимы в диаграммах, который является последствием правила наложения. Таким образом, рисунки 7 и 8 - универсальные кривые, неявные в температуре, то есть, применимые ко всем температурам в амплитуде, снабженной параметром сдвига a_T рисунка 5.

Определение удельных величин μ или F от кривых рисунков 7 и 8, в данных величинах скорости пояса v и температуры T , тогда делается в соединении с v кривой рисунка 5. Данный T , можно было бы сначала обнаружить величину a_T из рисунка 5, снабжая va_T ординаты для соответствующей величины

μ и F из рисунков 7 и 8. Таким образом, для этого материала при температуре, скажем, $T = -20^\circ \text{C}$, рисунок 5 снабжает величину $a \approx 10^3$, и со скоростью 2 м/с так, чтобы $va_T = 2 \times 10^3 \text{ м/с}$, величины μ и F из рисунков 7 и 8 были бы расположены на кривых только в приблизительно пиках кривых и были бы приблизительно 0.0044 и 0.089, соответственно. Как замечено ранее, полезность безразмерного F рисунка 8 - то, что это принадлежит системам с любыми величинами W , h и R .

Для того же самого материала и вычислений, рисунок 9 показывает соответствующий контактный параметр длины $\zeta = b/a$ как следствия итеративного процесса, при котором груз W находится в равновесии с контактным напряжением. Это замечается здесь, в котором происходит минимальная величина ζ происходит при $va_T \approx 10^3 \text{ м/с}$, который, не удивительно, является той же самой скоростью/температурой, на которой сопротивление углубления разлагает на множители μ и F , достигает их максимальных величин.

b/a против температурной вычисленной скорости ленты

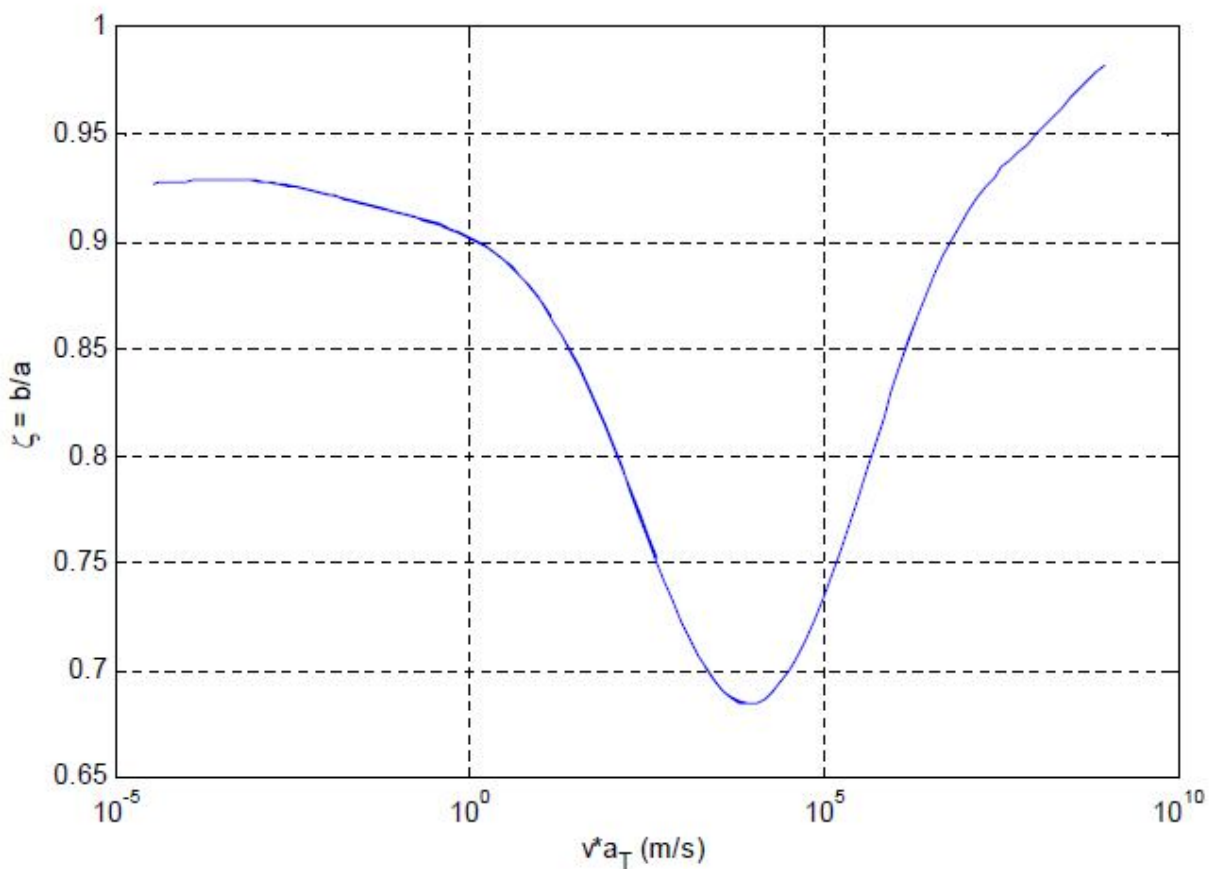


Рисунок 9. Контактное отношение длины против вычисленной частоты.

Обсуждение и Заключение

Прогнозирующая модель вдавливания и сопротивление качению линейной вязкоупругой материальной прокладки на конвейерной ленте, используя обобщенную модель материала Максвелла, материала прокладки были сделаны. Это представляет обобщение трех моделей параметра, которые традиционно использовались для вычисления сопротивления вдавливания, но которые способны к завоеванию реального полимерного поведения резины прокладки используемый на больших, современных системах конвейера. Вязкоупругий слой, как предполагают, является одним размерным в смысле той из основы Уинклера.

Явные формулы для коэффициента сопротивления были развиты, и типовые вычисления со свойствами материала, типичными для общего материала прокладки, были сделаны. Подробность материал, который рассматривают в вычислениях в качестве примера, показывает типичное дифференцирование сопротивления вдавливания в некоторый момент в амплитуде температуры/скорости. Как помощь проектировать и минимизация мощности, требуемой для систем конвейера, развитая методология прямо полезна для оценки рабочих характеристик материала подложки, когда-то свойства материала устанавливаются через стандартные методы тестирования.