

Таблица 1

Полиэтилен, T = 130°C								Полиэтилен, T = 150°C							Канал круглого сечения d = 4,2 мм
P*, кгс/см ²	L ₁ = = 10мм	L ₂ = = 20мм	L ₃ = = 30мм	L ₄ = = 40мм	L ₅ = = 70мм	L ₆ = = 110мм	L ₇ = = 120мм	L ₁ = = 10мм	L ₂ = = 20мм	L ₃ = = 30мм	L ₄ = = 40мм	L ₅ = = 70мм	L ₆ = = 110мм	L ₇ = = 120мм	
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	P ₇	
20	18	17	15	14,2	13	12,6	12	16	15	14	13,5	13	12	11	
40	45	24	22	20,5	19	18	16,5	23	22	21	19	17	16	13,0	
60	32	30	28	26	24	20	19	31	28	27	26	23	18	14,5	
80	45	42	39	37	31	26,5	25,5	36	34	33,5	32	30	27	23	
100	55	48	39	35	31	29,5	28	44	40	39	34	30,5	28	25	
120	74	64	50	42,5	39	37	34	50	47	45	40	36	32,5	29	
130	80	67	61	56	50,5	45	39	57	54	51	50	47	43	41	

P*, кгс/см ²	L ₁ = 11 мм	L ₂ = 21 мм	L ₃ = 40 мм	L ₄ = 50 мм	L ₅ = 103 мм	L ₁ = 11 мм	L ₂ = 21 мм	L ₃ = 40 мм	L ₄ = 50 мм	L ₅ = 103 мм	Канал треугольного сечения с углом при вершине 90°
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	
20	15	13,5	12	11	10	12	9	8	7	6	
40	21	18	14	12,5	11,5	20	17	11	10	9	
60	32	20	14,8	14	13	29	19	13,5	12	10	
80	44	27	19,5	15	14	42	24	15	14	12	
100	57	35	28,5	17	15	54	32	20	16	14	
120	71	41	21	19	16	63	39	20	18	15	
140	86	47	29,5	25	18	80	42	23	20	17	

*P — общее давление перед входом в канал.

Полученные экспериментальные данные имеют практический интерес для проектирования формующего инструмента сложного профиля с учетом давления на входе и выходе из канала, а также дают возможность точно определить длину начального участка формующей части мундштука.

ЛИТЕРАТУРА

1. Han C. Entrance Region Flow of Polymer Melts. — AICHE Journal, 1971, v. 17, N 6.

УДК 531.3+629.11.012.5

М.А.ЛЕВИН

ПО ПОВОДУ СТАТЬИ Ю.А.ГУРВИЧА "ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАБИЛИЗИРУЮЩЕГО МОМЕНТА ПРИ БОКОВОМ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ДЕФОРМИРУЕМОГО КОЛЕСА". ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА. МИНСК, 1978. ВЫП. 5

В процессе редактирования сборника автор статьи [1] Ю.А.Гурвич без ведома редакционной коллегии и по недосмотру редакции включил дополнение, содержащее ряд ошибок.

Цель экспериментальной работы, к которой Ю.А.Гурвич был привлечен, заключалась в получении экспериментальных частотных характеристик катящегося пневматика и сравнения их с теоретическими, которые вытекают из различных теорий качения. Существенным для понимания такого подхода является доклад [3] и его сокращенное изложение в [4], основывающееся на сравнении частотных характеристик среди прочего и по минимуму квадратического отклонения.

Первая задача, которая решалась при создании экспериментальной установки и отработке методики эксперимента, заключалась в определении качественного характера частотных характеристик катящегося деформируемого колеса. Эта задача была решена, так как оказалось, что во многих случаях даже при проскальзывании в области контакта порядка 20...30% сохраняется ряд качественных особенностей, типичных для случая пренебрежимо малого проскальзывания, и таким образом, по виду частотных характеристик сразу появляется возможность судить о применении различных теорий качения. Следовательно, в этом случае экспериментальная установка и методика оказались достаточно эффективными.

Что касается количественного анализа на основе эксперимента, т.е. определения коэффициентов, входящих в теорию качения по экспериментальным частотным характеристикам, то эта задача может быть решена с использованием указанной установки только в случае тщательного выбора шины и соблюдения ряда условий. Последнее, в частности, в большинстве случаев не было сделано в работе [1]. Укажем на одно из этих условий. Например, шина 7,5–20, упомянутая в [1], имеет наружный диаметр 0,91 м, а диаметр бегового барабана равен 0,60 м. В результате в пересчете на плоскую поверхность качения расчетный диаметр шины составил $1/(1/0,6 + 1/0,91) = 0,36$ м, что существенно отличается от 0,91 м. Таким образом, при этих условиях в опыте участвует как бы другая шина, для которой контактный угол изменяется в пределах (см. табл. 1 в [1]) от $2 \arcsin(0,125/0,36) = 40^\circ$ до $2 \arcsin(0,23/0,36) = 80^\circ$. Если учесть осадку шины, то контактные углы окажутся в действительности еще большими.

Контактный угол 80° чрезвычайно велик; немалым является и угол в 40° . В случае больших контактных углов даже при отсутствии боковых сил имеет место существенное проскальзывание в области контакта. Это очень хорошо видно во время опыта, который сопровождается шумным выпрыгиванием элементов протектора на границе области контакта. Проскальзывание еще более возрастает при наличии боковых сил на поверхности гладкого стального барабана. Казалось, в случае меньшего угла в 40° при давлении $2,4 \text{ кГ/см}^2$ и нагрузке 500 кГ положение в смысле проскальзывания должно быть лучше, однако это не так. По условиям в [1] при амплитуде бокового перемещения, равной 0,01 м, амплитуда боковой силы достигает значения 192 кГ, что составляет 55% от предельной по сносу $350 \text{ кГ} = 500 \times 0,7$ при коэффициенте сцепления, равном 0,7. В этом случае, даже если не учитывать

зону проскальзывания, существующую при отсутствии боковой силы, зона проскальзывания в долях от длины области контакта только за счет боковой силы может изменяться в пределах от 30 до 50% в зависимости от жесткости протектора. Из сказанного следует, что эксперимент в [1] сопровождался значительным проскальзыванием в области контакта и соответствует нелинейной системе с сухим трением.

Теория М.В. Келдыша [2] является линейной и не учитывает эффекта скольжения. Поэтому обработка эксперимента в соответствии с теорией [2] не может в условиях такого опыта (см. [1]) привести к приемлемым количественным результатам. Вследствие проскальзывания в области контакта максимумы и минимумы на частотных характеристиках становятся менее характерными (заметными) в сравнении со случаем отсутствия проскальзывания. Подбор же теоретической зависимости по методу наименьших квадратов в значительной мере реагирует именно на экстремальные точки. Поэтому обеспечение минимума квадратического отклонения в [1] приводит к существенному изменению значений C_1 и C_2 в сравнении с теми, которые должны были иметь место, если бы условия эксперимента в точности соответствовали области применения теории [2].

Следовательно, большинство количественных результатов определения C_1 и C_2 (см. табл. 1 в [1]) нельзя считать приемлемыми из-за несовпадения области применения линейной теории и эксперимента, проведенного в нелинейной области при заметном проскальзывании.

Все сказанное относится и к остальным результатам в [1], на которые наложили отпечаток непонимание основных положений теории [2] и другие ошибки.

Хорошо известно, что в теории М.В.Келдыша [2] не существует соотношения иного, чем $C_2/C_1 = K/C_y$. Отказ от последнего, т.е. так называемый "свободный выбор" C_1 и C_2 при заданных K и C_y , неминуемо приводит к несоответствию и, в частности, к ошибке в определении такого важного параметра, как коэффициент увода. Например, для шины 7,5–20 из табл. 1 в [1] с использованием значений $C_1^{(2)}$ и $C_2^{(2)}$ находим по формуле $K = C_y C_2^{(2)} / C_1^{(2)}$ в соответствии с тремя первыми столбцами значения $K = 3640, 4600, 4500$, которые отличаются существенно от соответствующих экспериментальных значений $K_{cp} = 2430, 2510, 2680$ на 50, 83, 67%.

Таким образом, так называемый "второй вариант" в данной интерпретации не имеет смысла, так как противоречит теории, в соответствии с которой определяются коэффициенты. Конечно, подогнать эксперимент к теоретической кривой легче, если варьируется большее число параметров, так как в этом случае легче уменьшить минимум квадратического отклонения. При конечном числе экспериментальных замеров в принципе всегда можно подобрать такой полином, при котором квадратическое отклонение будет равно нулю. Однако такой полином ничего не будет говорить о возможности использования той или иной теории качения. Следовательно, в данном случае

”свободный выбор” C_1 и C_2 недопустим, так как противоречит теории [2] и, в частности, важнейшему соотношению, вытекающему из этой теории.

К чему это может привести становится еще более очевидно из результатов так называемого ”третьего варианта”, полученных в [1] для случая больших кинематических параметров. Уже из формул (7) – (10) в [1] следует, что результат зависит только от отношения C_1/C_2 . Тем не менее на стр. 125 подчеркивается необходимость ”свободного выбора” C_1 и C_2 , что вызывает недоумение. Используя равенство (7), можно найти только отношение C_1/C_2 , которое, впрочем, и не нужно искать, так как оно заранее известно. Однако автор [1] нашел значения $C_1^{(3)}$ и $C_2^{(3)}$, что принципиально невозможно. Это показывает, что ”созданный и отлаженный” им ”комплекс программ на языке АКИ–Т” содержит ошибки.

Отметим, что важным для работы программы является вводимое значение $C_y^{\text{эф}}$. Методика определения этого значения, использованная в [1], некорректна, так как была разработана для другого варианта теории. Заметим, что относительная разность между статической и эффективной жесткостями $C/C_y^{\text{эф}} - 1$ тем больше, чем больше углы контакта, т.е. чем больше скольжение в области контакта даже при отсутствии боковой силы.

”Способы”, упомянутые в [1] и связанные с определением C_1 и C_2 по частотной характеристике стабилизирующего момента при повороте, не эффективны для указанных в [1] шин в связи с сильным влиянием ширины области контакта на результат. Теория [2] предписывает одинаковые значения коэффициента увода по стабилизирующему моменту и угловой жесткости. В действительности для тракторных шин они отличаются в два и более раз. Для того чтобы связать экспериментальные данные с теорией М.В.Келдыша [2], необходимо в выражения теории вместо угловой жесткости подставить коэффициент увода по стабилизирующему моменту. Это обеспечивает совпадение с экспериментом при пренебрежимо малом проскальзывании в наиболее важной области изменения кинематической частоты.

В статье [1] имеются и методологические ошибки. Так, вызывает удивление и подтверждает ошибочность результатов то, что в табл. 1 помещены существенно различные значения одних и тех же коэффициентов, вытекающие из одних и тех же экспериментальных данных, для одной и той же шины при одинаковых давлениях и нагрузках.

Публикация [1] содержит и другие ошибки. В неаккуратно заимствованной формуле (6) ошибочным является знак ”минус”, а вместо квадратных скобок в числителе должны стоять прямые модульные скобки. Работа [4] существенная с точки зрения подхода, используемого в [1] упоминается лишь как использующая некоторое соотношение. Отметим, также, что добавленный материал не соответствует заголовку статьи.

В статье [1] приведены совершенно неправдоподобные результаты. Так, на стр. 129 по ”третьему варианту” в двух предпоследних строках табл. 1 совпадает ряд значений $C_1^{(3)}$ и $C_2^{(3)}$. В одном случае результат определения ми-

нимума $F \cdot 10^{-5}$ равен 28,21 по этому заведомо неверному варианту. Последнее даже в четыре раза меньше того, что следует из первого варианта (98,87), который считается наиболее точным. Некоторые значения коэффициентов (например, C_1) для одной и той же шины в одних и тех же условиях отличаются в десять раз (в десятом столбце табл. 1 для последней шины имеем значения 84,9 и 882 при значениях минимума $F \cdot 10^{-5}$, равных 68,61 и 76,87).

Таким образом, добавления в публикации Ю.А.Гурвича не содержат новых результатов и являются некорректными с точки зрения теории качения и обработки экспериментальных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г у р в и ч Ю.А. Экспериментальное определение частотных характеристик стабилизирующего момента при боковом перемещении деформируемого колеса. — В сб.: Теоретическая и прикладная механика. Мн., 1978, вып. 5. 2. К е л д ы ш М.В. Шимми переднего колеса трехколесного шасси — Труды ЦАГИ, М., 1945, № 564. 3. Л е в и н М.А. Определение параметров стационарного и нестационарного увода колеса. V и VI все-союзные научно-технические семинары "Опыт работы по улучшению устойчивости и управляемости автомобиля в соответствии с нормами безопасности движения", 18–20 ноября 1969, 27–29 октября 1970. Тез. докл. НАМИ. — М., 1972. 4. Л е в и н М.А. Стационарные и амплитудно-фазо-частотные характеристики для реакций колеса с пневматической шиной. — В сб.: Механизация лесоразработок и транспорт леса. Мн., 1972, вып. 2.