

НПО "АВТОПРОММАТЕРИАЛЫ"

ИНСТИТУТ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ И ПЕРЕПОДГОТОВКИ РУКОВОДЯЩИХ
РАБОТНИКОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ МИНАВТОСЕЛЬХОЗМАША СССР

М Е Т О Д И К А

по выбору литевых термопластов и режимов их переработки
с учетом возможности образования "холодного спая"

НПО «Автопромматериалы»

ЛУНИН

Анатолий Сергеевич

*Старший научный сотрудник
Научно-исследовательского института
автотракторных материалов (НИИАТМ)*

113184, Москва,
Озерковская наб., 22/24
СССР

Тел. 233-87-35

МОСКВА 1990 г.

В процессе переработки термопластов в изделия в силу конструктивных особенностей изделий неизбежно образование так называемого "холодного спая", то есть места слияния двух противоположных потоков расплава термопласта. Здесь, как правило, происходит значительное ослабление (в зоне "холодного спая") физико-механических показателей материала в изделии. Однако, конструкторы обычно руководствуются при выборе пластмасс для данного изделия только показателями их свойств, полученных испытанием стандартных образцов или справочными данными. Поэтому допускаются весьма грубые отклонения от реальных минимальных свойств данного термопласта при образовании "холодного спая". Это может приводить к существенным просчетам в правильном выборе термопласта для некоторых изделий и соответственно к неожиданному преждевременному разрушению детали в зоне "холодного спая".

Поэтому представляет значительный практический интерес иметь несложный способ оценки степени ослабления таких важных физико-механических показателей, как ударная вязкость, прочность и др. в зоне "холодного спая", смоделировав это на соответствующих образцах.

Требуется также подкрепление результатов испытаний соответствующим статистическим анализом, так как в зоне "холодного спая" значительно возрастает разброс физико-механических показателей.

Для реализации данной задачи нами были разработаны типовые схемы прессформ на стандартные (по размерам) образцы для физико-механических испытаний на ударную вязкость. Причем оснастка сконструирована таким образом, чтобы одновременно в одних ус-

ловиях получать образцы с наличием "холодного спая" и без него (рис. 1).

Получая на такой оснастке стандартные образцы методом литья под давлением, можно проводить различные исследования влияния на образование "холодного спая" следующих факторов:

- а) природы базового термопласта;
- б) модификации базового термопласта;
- в) технологических режимов переработки в изделия;
- г) старения материала.

Можно также, до некоторой степени, косвенно оценить и свариваемость такого термопластичного материала.

Основная же цель данной работы дать надёжные рекомендации по правильному выбору термопластичного полимерного материала для применения в изделиях, где неизбежно образование "холодного спая". Возможен также и подбор оптимальных режимов переработки уже выбранного термопласта в изделие.

Справочные данные по прочностным характеристикам материала обычно получают из условия однородности и стабильности свойств. В реальной конструкции на прочность оказывают влияние различные технологические факторы. В частности, "холодный спай" ослабляет изделие. Отношение реальных свойств материала, например, с "холодным спаем" к идеальным справочным данным и даёт коэффициент ослабления K . По полученному коэффициенту ослабления K , выбранного показателя свойств, конструктор или другой специалист может судить о правильности назначения данного термопласта для такого изделия.

После изготовления образцов в соответствии с принятыми стандартами проводятся физико-механические испытания. Их результаты представляются в виде двух массивов: А - для образцов без "холодного спая" и В - для образцов с "холодным спаем".

Рис. 1 Образец для исследования "холодного спая" (стрелками показаны линии тока расплава)

Образец без "холодного спая"

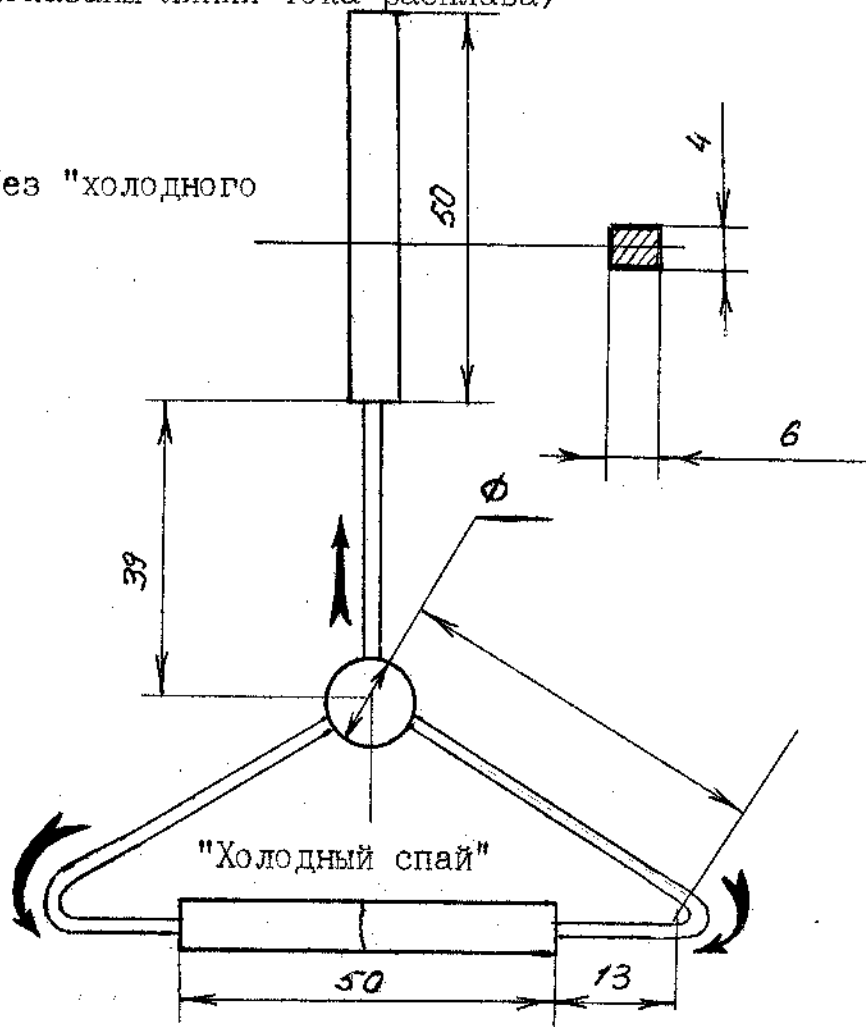
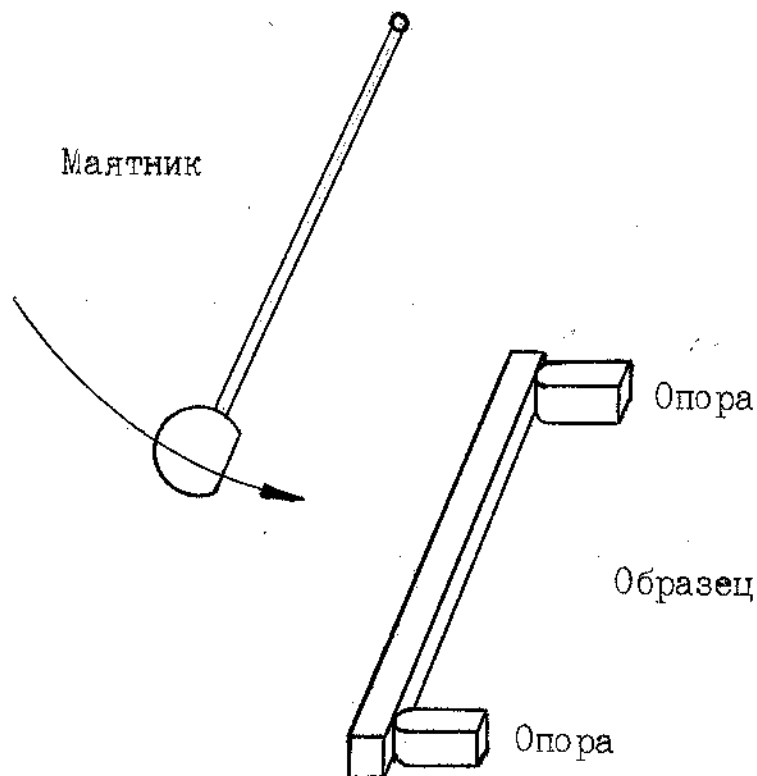


Рис. 2 Схема ударных испытаний образцов с помощью маятникового копра



2

Значения (результаты испытаний) в этих массивах располагаются в порядке убывания для последующего статистического анализа по прилагаемой здесь ПРОГРАММЕ (язык "БЕЙСИК").

Сущность предлагаемого статистического анализа прослеживается по блок-схеме ПРОГРАММЫ "ХОЛОДСПАЙ" (Приложение I).

В компьютер (например, IBM-PC) после загрузки данных ПРОГРАММЫ и версии языка "БЕЙСИК" вводят в оперативную память и резервируют ячейки памяти:

- массивы A(30) и B(30), то есть до 30 значений результатов испытаний (для каждого конкретного материала или режима);
- вспомогательные массивные переменные E(30), X(30), XI(30), X2(30), служащие промежуточными результатами;
- в дальнейшем односторонние критерии Стьюдента до 30 значений степеней свободы.

Далее производится проверка: имеются ли выпадающие результаты в этих массивах - по критерию Стьюдента с доверительной вероятностью 0,95 -, подлежащие отсеву из массивов A и B. Этому служат программы (P) и (PI), где используются стандартные формулы для проверки принадлежности к массиву нормально распределенных случайных величин по критерию Стьюдента. Причем используется односторонний критерий, так как конкретной проверке подвергаются либо максимальное, либо минимальное случайное значение.

После соответствующего отсева выпавших значений по разработанной здесь схеме (если, конечно таковые имеются) остающиеся скорректированные массивы далее используются для оценки коэффициента ослабления показателя $K = \bar{B}/\bar{A}$ в зоне "холодного спая" с доверительной вероятностью также 0,95.

Этому служит Подпрограмма, начинающаяся после вычисления и вывода на печать коэффициента K . Здесь принимается, что если $K \leq 0,7$, то статистический анализ не выполняется, так как снижение показателя достоверно с вероятностью $\gg 0,95$ (при имеющихся на практике разбросе результатов). В противоположном случае, то есть при $K > 0,7$, особенно когда он приближается к единице, статистический анализ нужен, так как в силу разброса результатов в массивах А и В возможны весьма значительные случайные отклонения. Если получаемое значение $R \geq 1$, то делается вывод, что изменения показателя в зоне "холодного сна" на происходит. Коэффициент принимается равным 1, а отклонение в большую сторону признают случайным. Возможно, что такого случая на практике просто не будет — но предусмотреть его в ПРОГРАММЕ всё равно следует. При значении $1 > K > 0,7$ статистический анализ выполняется также посредством одностороннего критерия Стьюдента, так как заведомо известно, что математическое ожидание для элементов массива В не превышает соответствующее для массива А. Здесь использован статистический анализ путем сравнения средних выборочных значений нормально распределенных совокупностей, когда обе дисперсии неизвестны и не предполагается, что они равны. Статистика соответствующего критерия (в программе R) распределена весьма близко к t — распределению Стьюдента с эффективным числом степеней свободы Q . Величина Q всегда лежит между наименьшим из двух значений степеней свободы для обеих дисперсий (в данном случае $(N-1)$), так как по условию $N \leq M$, то есть количество образцов с "холодным сном" не должно быть меньшим количества образцов без "холодного сна", так как разброс здесь больше. На практике же они просто равны и, таким образом $(N-1) < Q < 2(N-1)$. Далее автоматически выполняется интерполяция критерия Стьюдента T для эффективного числа сте-

пней свободы. Из рассмотрения (проверки) статистической гипотезы $R > T$ делается вывод: "Показатель снижается с вероятностью $> 0,95$ и дается оценка K ", либо: "Отклонение K от единицы может быть просто случайным, то есть $K \approx 1$ ". В последнем случае материал (и технологию переработки) можно было бы считать подходящим для обеспечения достаточной стойкости в зоне "холодного спая".

При получении же конкретных коэффициентов ослабления $K \neq 1$ необходимо, конечно, их учитывать, так как это будет характеризовать прочностные свойства материала в самом ослабленном месте изделия.

На рис. 3 представлены образцы полимерных материалов с неопределенной литниковой системой для испытания на ударную вязкость. Стрелками показано направление движения вязко-текущего полимера при изготовлении данных образцов литьем под давлением. Даже на образцах видно, что в различных материалах "холодный спай" выражен в большей или меньшей степени. На рис. 5 показаны образцы изделий, где также изменением материала можно практически избежать существенного влияния "холодного спая". Однако, безусловно, существуют конструкции (рис. 4), где из условий их функционирования конструктором заложены элементы, в которых при изготовлении не избежать встречи потоков материала. В таком случае в прочностные расчеты должны быть заложены характеристики материала скорректированные коэффициентом ослабления K .

Способ изготовления образцов, представленный в данной работе, в совокупности с современным методом статистической обработки по доверительной вероятности представляет собой по существу методику оценки влияния технологических и конструкторских параметров на оценку надежности изделий. Из приведенных результатов становится ясным, что это лишь начало работы.

Рис. 3

Образцы из различного полимерного материала с "холодным спаем" и без него (стрелками показаны линии тока расплава).



Рис. 4

Конструкция детали, где неизбежно возникновение "холодного спая"




Рис. 5

Детали из различных полимерных материалов. Изменением состава композита и технологических режимов удается избежать "холодного спая"



Уже очевидна необходимость распространения данной методики на другие виды прочностных испытаний, на оценку более широкого спектра технологических параметров (режимы переработки, состав композита и др.). Есть также основания предполагать корреляционную связь между склонностью материала к образованию "холодного спая" и свариваемостью. Эти вопросы должны стать предметом дальнейших углубленных исследований.



Лукин С.

return

15.10.90

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ХОЛОДНОГО СПАЯ НА МАТЕРИАЛЕ - polypropilen

СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ брусок ТИП 3 ГОСТ 4647-80

ПОКАЗАТЕЛЬ СВОЙСТВА - прочност

ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ - КД/м²

№ ПУНКТОВ	ПОКАЗАТЕЛЬ БЕЗ Х.С.	ТОЧКА	ЗНАЧЕНИЕ	ПОКАЗАТЕЛЬ С Х.С.
1	62.700	1		12.200
2	62.400	2		12.100
3	62.200	3		11.800
4	62.100	4		11.300
5	61.700	5		11.200
6	61.700	6		11.000
7	61.100	7		10.900
8	61.000	8		10.900
9	58.400	9		10.500
10	58.400	10		10.500
11	58.400	11		10.100
12	58.200	12		10.100
13	57.400	13		9.700
14		14		9.700
СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ	60.438	СРЕДНЕЕ ЗНАЧЕНИЕ		10.957

ПОКАЗАТЕЛЬ СНИЖАЕТСЯ, ОЦЕНКА... К= 0.180

Руководство оператора по
использованию программы "holod.exe" статистического
анализа результатов экспериментов на холодном спале

1. Включить ПЭВМ (IBM PC) и вставить дискету с программой на дисковод
2. Ввести с клавиатуры: holod <ENTER>

ПРИМЕЧАНИЕ: <ENTER> означает клавишу окончания ввода строки

3. Ответить на вопросы программы

-
-
4. Ввести с клавиатуры: <имя файла для результатов>
(например, S1B1090.dat.)

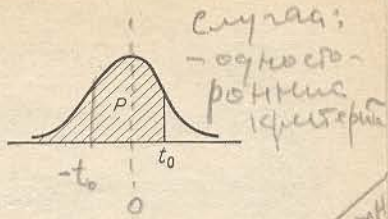
ПРИМЕЧАНИЕ: По умолчанию результаты записываются в файл holod.dat

5. Подготовить печатающее устройство к работе
6. Ввести с клавиатуры: lx/g rus1 <ENTER>
7. Ввести с клавиатуры: print <имя файла результатов>
8. Получить на печатающем устройстве распечатку результатов программы holod.exe

ПРИМЕЧАНИЕ: В случае неверного выполнения одного из пп. 1-8
повторить его правильно, либо начать заново с п.1

Таблица E¹⁾

Процентные точки t -распределения Стьюдента
 Величины t_0 таковы, что $P =$



$$= \int_{-\infty}^{t_0} \frac{1}{\sqrt{v\pi}} \frac{\Gamma\left(\frac{v+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{v}{2}\right)} \left(1 + \frac{t^2}{v}\right)^{-\frac{v+1}{2}} dt$$

P	0,50	0,90	0,95	0,975	0,99	0,995	0,998	0,999	0,9995
1	1,000	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	318,31	636,62	
2	0,816	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	22,326	31,598	
3	0,765	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	10,213	12,924	
4	0,741	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	7,173	8,610	
5	0,727	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	5,893	6,869	
6	0,718	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,208	5,959	
7	0,711	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	4,785	5,408	
8	0,706	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	4,501	5,041	
9	0,703	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,297	4,781	
10	0,700	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,144	4,587	
11	0,697	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,025	4,437	
12	0,695	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	3,930	4,318	
13	0,694	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	3,852	4,221	
14	0,692	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	3,787	4,140	
15	0,691	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	3,733	4,073	
16	0,690	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	3,686	4,015	
17	0,689	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,646	3,965	
18	0,688	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,610	3,922	
19	0,688	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,579	3,883	
20	0,687	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,552	3,850	
21	0,686	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,527	3,819	
22	0,686	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,505	3,792	
23	0,685	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,485	3,767	
24	0,685	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,467	3,745	
25	0,684	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,450	3,725	
26	0,684	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,435	3,707	
27	0,684	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,421	3,690	
28	0,683	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,408	3,674	
29	0,683	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,396	3,659	
30	0,683	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,385	3,646	
40	0,681	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,307	3,551	
60	0,679	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,232	3,460	
120	0,677	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,160	3,373	
∞	0,674	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,090	3,291	

двусторонний критерий
 односоставные критерии

¹⁾ Перепечатано из Pearson, Hartley, Biometrika Tables for Statisticians, Vol. 1, 1958, p. 138, и из таблицы III, Fisher, Yates, Statistical Tables for Biological, Agricultural and Medical Research, Oliver and Boyd, Edinburgh, 1953, с разрешения авторов и издателей.