

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

С. Я. ВЕЙЛЕР, Л. А. ШРЕЙНЕР и академик П. А. РЕБИНДЕР

**ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЗОЧНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ
ПРОЦЕССА ГЛУБОКОЙ ВЫТЯЖКИ**

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 20 V 1950)

В предыдущей работе (^{1, 2}) было показано, что методом продавливания стального шарика можно исследовать влияние смазки на упруго-пластическое деформирование поверхностного слоя металла. Однако указанным методом невозможно определить нормальные сжимающие усилия и рассчитать условный коэффициент трения.

Для исследования эффективности смазочных материалов нами был разработан новый метод, основанный на моделировании процесса вытяжки. Принцип метода состоит в измерении тангенциально-растягивающих и радиально-сжимающих усилий при вытяжке полоски металла с утонением стенки. Вытяжка производится плоским пуансоном и соответствующими разрезными матрицами, укрепленными на U-образном жестком динамометре (см. рис. 1).

Упругие деформации прогиба динамометра, определяющие нормальные усилия при вытяжке, измеряются индикатором. Вытяжка осуществляется на любом лабораторном прессе, позволяющем измерять давление на пуансон и варьировать скорость деформации.

Таким образом, в процессе вытяжки можно определить одновременно тангенциальные усилия вытяжки P и нормальные сжимающие усилия N . Эти данные позволяют вычислить отношение P/N , эффективное напряжение вытяжки $\sigma_1 = P/2S_1$ и растягивающее напряжение $\sigma_2 = P/2S_2$ (где S_1 — площадь поперечного сечения снятого слоя и S_2 — площадь поперечного сечения образца после вытяжки).

Изменяя зазор между матрицами и пуансоном, можно производить вытяжку при различных степенях деформации вплоть до обрыва образца.

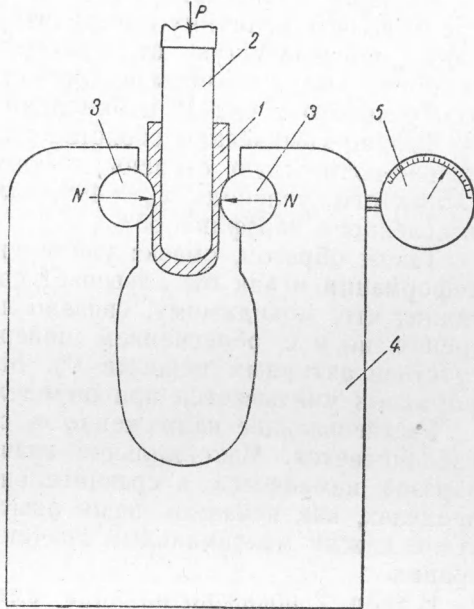


Рис. 1. Схема метода. 1 — образец (полоска металла), 2 — плоский пуансон, 3 — круглые цилиндрические матрицы, 4 — жесткий динамометр (упругая скоба), 5 — индикатор

В табл. 1 приведены данные для σ_1 и σ_2 в кг/мм² для стальных образцов (сталь-2) размером 40 × 10 × 1 мм при различных степенях деформации. В качестве смазок были использованы окисленный парафин, минеральное масло, гель желатины и четыреххлористый углерод.

Таблица 1

Степень деформации ϵ %	Четыреххлористый углерод		Всухую		Минеральное масло (веретенное)		60% гель желатины		Окисленный парафин	
	σ_1	σ_2	σ_1	σ_2	σ_1	σ_2	σ_1	σ_2	σ_1	σ_2
7,0	(83)	8,0	70	5,4	63	5,0	—	—	—	—
14	109	20	70	12	64	10	(44)	9,0	(40)	6,0
22	110	37	70	19	63	20	59	16	43	13
31	103	54	63	29	72	32	59	25	44	18
40	105	82	79	53	70	47	59	37	43	29
49	105	105	75	73	70	68	60	50	46	43
57	—	—	74	99	67	93	68	72	44	59
65	—	—	—	—	—	—	—	—	46	86
$\sigma_{\text{средн}}$	106	—	72	—	67	—	61	—	44	—

Из табл. 1 следует, что в самых различных условиях среды σ_1 представляет величину инвариантную, по отношению к степени деформации, но зависящую от природы смазки и ее структурно-вязких свойств. Так, для четыреххлористого углерода $\sigma_1 = 106$, всухую 72, минерального масла 61 и окисленного парафина 44.

Физико-химические свойства смазки оказывают влияние на максимально-возможную степень деформации ϵ_m ; например, для четыреххлористого углерода $\epsilon_m = 49\%$, для минерального масла 57% и для окисленного парафина 65%.

Таким образом, смазка увеличивает предельно возможную степень деформации и как бы повышает способность металла к глубокой вытяжке, что, повидимому, связано не только с облегчением внешнего трения, но и с облегчением поверхностного течения металла в присутствии активных веществ (3). Максимально возможная степень деформации учитывается при определении числа переходов (4).

Растягивающее напряжение σ_2 с увеличением степени деформации увеличивается. Максимальное значение σ_2 , соответствующее обрыву образца, изменяется в сравнительно узких пределах, причем в этих пределах, как показали наши опыты, наблюдается некоторое соответствие между максимальным значением σ_2 и условным коэффициентом трения.

В табл. 2 показано влияние смазок на эффективные напряжения для стали-2 и латуни.

Таблица 2

Смазка	Эффективные напряжения вытяжки σ_1 в кг/мм ²	
	сталь-2	латунь
Без смазки (всухую) . . .	71	55
5% водный раствор мыла (олеат натрия) . . .	63	33
Окисленный парафин . . .	43	25
Четыреххлористый углерод	106	83

Из этих данных видно, что σ_1 зависит от природы металла, его механических свойств и физико-химических свойств смазки.

Далее нами был вычислен также условный коэффициент трения P/N после одного и повторных многократных пропусков. Оказалось, что P/N для стали-2 после многократных пропусков

(при $P = \text{const}$) составляет с четыреххлористым углеродом 0,28 и с окисленным парафином 0,15. Всухую отношение P/N точно определить не удалось вследствие налипания металла на инструмент при многократных пропусках.

Из проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1. Разработанный метод, основанный на принципе глубокой вытяжки полоски с утонением стенки, позволяет измерять не только тангенциальные усилия вытяжки, как это обычно принято, но и определять в процессе вытяжки нормальные, радиально-сжимающие усилия при различных степенях деформации.

2. Метод дает возможность исследовать эффективность смазочных материалов, применяемых при глубокой вытяжке, и определять способность металла к глубокой вытяжке в лабораторных условиях.

3. Пользуясь данным методом, нам удалось установить, что основными характеристиками смазочного действия являются эффективные напряжения вытяжки σ_1 и условный коэффициент трения $[P/N]$.

4. Метод позволяет исследовать смазочные материалы самой разнообразной консистенции, а также определять смазочное действие металлческих покрытий при различных температурах.

5. Данный метод может быть использован как для разработки рецептур смазочно-охлаждающих жидкостей, так и в качестве контрольного метода для заводских лабораторий.

Отдел дисперсных систем
Института физической химии
Академии наук СССР

Поступило
20 V 1950

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. Я. Вейлер и Л. А. Шрейнер, ДАН, 68, № 2 (1949). ² С. Я. Вейлер и Л. А. Шрейнер, ЖТФ, 19, 1, 84 (1949). ³ П. А. Ребиндер, Влияние активных смазочно-охлаждающих жидкостей на качество поверхности при обработке металлов. Изд. АН СССР, 1946. ⁴ А. Н. Ганичев, Вооружение, № 8, 13 (1941).