

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

С. Я. ВЕЙЛЕР

**ОБ ОТРИЦАТЕЛЬНОМ СМАЗОЧНОМ ДЕЙСТВИИ НЕКОТОРЫХ
ЖИДКИХ СРЕД ПРИ ГЛУБОКОЙ ВЫТЯЖКЕ МЕТАЛЛОВ
С УТОНЕНИЕМ СТЕНКИ**

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 21 II 1952)

Смазки при глубокой вытяжке металлов применяются с целью получения высококачественной поверхности на обрабатываемых изделиях, уменьшения износа инструмента и понижения тангенциальных усилий вытяжки. Эффективность действия смазочных материалов оценивается по их способности понижать тангенциальное усилие вытяжки, которое сравнительно легко определяется в лабораторных и производственных условиях.

При исследовании различных смазок для процессов обработки металлов давлением нами было обнаружено, что многие обычные органические соединения в жидком состоянии действуют не как положительные смазки, снижающие тангенциальные усилия вытяжки, а как отрицательные — повышающие эти усилия по сравнению с вытяжкой всухую. К таким отрицательным смазкам относятся все низшие члены гомологических рядов, например предельных спиртов, кислот, углеводов и их хлорпроизводные (четырёххлористый углерод, тетрахлорэтилен, дихлорэтан), а также некоторые технические продукты (керосин, скипидар и др.).

Еще ранее А. К. Чертавских (1) установил отдельные случаи отрицательного смазочного действия маловязких жидкостей (технического керосина) при обработке давлением меди и алюминия.

Высоковязкие же смазки могут быть отрицательными на мягких металлах и положительными на твердых. Водные жидкости, содержащие поверхностно-активные вещества (типа мыл), обычно обладают положительными смазочными свойствами.

В данной работе был использован сконструированный нами ранее (2) прибор, позволяющий одновременно измерять тангенциальные и нормальные усилия вытяжки. Исследования проводились на полосках углеродистой стали 2 (1 × 10 × 40 мм), подвергнутых соответствующей подготовке (отжигу, травлению, промывке и сушке). Образцы обильно смазывались жидкостями, причем твердые смазки наносились в расплавленном состоянии и вытяжка производилась после застывания смазок.

На рис. 1 показано изменение тангенциальных усилий вытяжки P (кГ) в зависимости от длины углеводородной цепи органического соединения при комнатной температуре, при степени деформации 38—41%.

Из рис. 1 видно, что жидкие при комнатной температуре органические соединения проявляют отрицательное смазочное действие — они резко повышают тангенциальные усилия вытяжки. Между тангенциаль-

ными усилиями и длиной углеводородной цепи органического соединения (молекулярным весом) обнаруживается в основном линейная зависимость, которая несколько нарушается при переходе к твердым смазкам. При одной и той же длине углеводородной цепи жирные кислоты и спирты значительно сильнее понижают тангенциальные усилия, чем углеводороды. При вытяжке с отрицательными смазками почти не наблюдается налипания металла на матрицы в результате непосред-

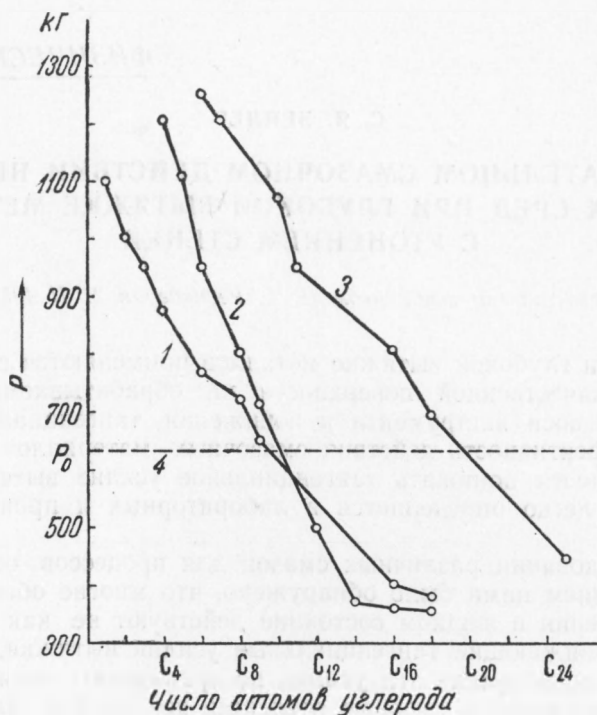


Рис. 1. Зависимость усилий вытяжки (сталь 2) от длины углеводородной цепи индивидуальных смазок. 1 — спирты, 2 — кислоты, 3 — углеводороды, 4 — всуюхую

венной адгезии, как это имеет место при вытяжке всуюхую. Образцы всегда приобретают гладкую и блестящую поверхность. Твердые углеводороды, спирты и кислоты, а также некоторые высоковязкие пластичные смазки (окисленные парафин, петролатум и церезин) при комнатной температуре понижают тангенциальные усилия вытяжки, а при нагревании выше температуры размягчения (плавления) в значительной степени теряют свои смазочные свойства. При этом плавное движение пуансона переходит в прерывистое, скачкообразное.

Было также исследовано влияние отрицательных и положительных смазок на деформацию и упрочнение поверхностного слоя металла (по измерениям микротвердости). В качестве положительной смазки был выбран 5% раствор мыла (при содержании в мыле 60% жирных кислот), а в качестве отрицательной — четыреххлористый углерод. Результаты исследования приведены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно, что раствор мыла уменьшает тангенциальное усилие вытяжки P_m с 650 до 500 кг (на 23%), а четыреххлористый углерод увеличивает P с 650 до 1050 кг (на 60%). В присутствии отрицательных смазок при движении металла в упругих матрицах происходит большее утонение стенок образца, чем с положительными смазками, т. е. в первом случае поверхностные слои металла как бы задерживаются у входа в матрицы, а во втором проскальзывают. Сте-

Таблица 1

Смазка	Тангенц. усилие вытяжки P_t , кг	Норм. сжимающее усилие N , кг	Степень деформации ε в % при зазоре 500 μ	Микротвердость поверхности образца H_b в кг/мм ² при различной степени деформации ε	
				$\varepsilon_1 = 31\%$	$\varepsilon_2 = 49\%$
5% раствор мыла . .	500	1562	39	157	160
Всухую	650	1420	40	167	184
Четыреххлористый углерод	1050	1278	41	186	192

пень деформации ε (при начальном зазоре между матрицами 500 μ) с четыреххлористым углеродом всегда на 1—2% выше, а с раствором мыла на 1—1,5% ниже, чем всухую.

Здесь следует указать, что отношение P/N при многократных пропусках в присутствии четыреххлористого углерода уменьшается, а всухую увеличивается, что, повидимому, связано с налипанием металла на матрицы.

Упрочнение поверхностного слоя металла на внешней поверхности образца (в указанных пределах деформации) с четыреххлористым углеродом несколько выше, а с раствором мыла ниже, чем всухую. Повышенная упрочненность поверхностного слоя металла, наблюдаемая при работе с четыреххлористым углеродом, оказывает отрицательное влияние на способность металла к глубокой вытяжке. Так, наибольшая степень деформации (при обрыве образца) с четыреххлористым углеродом составляет 49%, а с мыльным раствором 60%.

Выше указывалось, что активность смазочных материалов обычно определяется их способностью понижать тангенциальное усилие вытяжки. Однако смазки чрезмерно активные (сильно понижающие трение между металлом и инструментом) приводят к резкому повышению нормальных (сжимающих) усилий. При применении таких смазок может иметь место образование складок на изделиях и растрескивание вытяжных матриц (3). Применение же оптимальных смазок полностью устраняет эти недостатки.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы.

Уменьшение тангенциальных усилий вытяжки в присутствии твердых смазок обуславливается полным предотвращением контакта между поверхностями металлов и зависит от упруго-вязких, прочностных и адгезионных свойств смазочной пленки. Снижение структурно-механических свойств (консистенции) смазок при повышении температуры вызывает ухудшение смазочного действия.

Действие активированных водных жидкостей (водных растворов мыл) сводится не только к облегчению внешнего трения, но, очевидно, и к облегчению течения металла в тонком поверхностном слое, как это показано в работах П. А. Ребиндера и его сотрудников (4), что в совокупности благоприятно влияет на процесс вытяжки и повышает качество обрабатываемой поверхности металла.

Увеличение тангенциальных усилий и уменьшение сжимающих (нормальных) усилий в присутствии органических отрицательных смазок — низших гомологов, повидимому, обуславливается: а) понижением смазочного действия, зависящего, как известно, от длины углеводородной цепи органического соединения, и б) более глубоким проникновением молекул жидкой среды в поверхностный слой металла, что вызывает соответствующие изменения в его структуре и механических свойствах. Эти изменения зависят от природы металла и физико-химических

свойств жидкой среды и ее способности, проникая в деформируемый металл, облегчать его внутреннее диспергирование (упрочнение) ⁽⁵⁾, взаимодействуя адсорбционно-химически с атомами металла, предельно активированными деформацией ⁽⁶⁾.

Полученные данные позволяют ближе подойти к выяснению механизма смазочного действия жидких сред, а также искусственно наносимых на металл покрытий, широко применяемых в сочетании с жидкими смазками при обработке металлов давлением.

Институт физической химии
Академии наук СССР

Поступило
2 II 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ А. К. Чертавский, ЖТФ, 14, № 9 (1944). ² С. Я. Вейлер, Л. А. Шрейнер и П. А. Ребиндер, ДАН, 73, № 3 (1950). ³ J. McElgin, Steel Processing, 35, № 6 (1949). ⁴ П. А. Ребиндер, Юбил. сборн. АН СССР к 30-летию Великой Октябрьской социалистич. революции, 1, 1947. ⁵ Т. Ю. Любимова, ЖТФ, 20, 11 (1950). ⁶ Н. А. Плетенева и Г. И. Епифанов, ДАН, 77, № 6 (1951).