

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

С. Я. ВЕЙЛЕР и Г. И. ЕПИФАНОВ

**ВЛИЯНИЕ СМАЗОК НА КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ
ПРИ ГЛУБОКОЙ ВЫТЯЖКЕ МЕТАЛЛОВ**

(Представлено академиком П. А. Ребиндером 11 VII 1953)

В предыдущих работах одного из авторов данной статьи (1, 2) указано, что облегчение процесса вытяжки металла с утончением стенки под влиянием активных смазок происходит не только за счет уменьшения сил внешнего трения (как это принято считать), но и за счет облегчения пластического течения металла в поверхностном слое под влиянием адсорбции поверхностно-активных веществ по развивающимся поверхностям металла в зоне деформирования, как это установлено в работах П. А. Ребиндера и сотр. (3).

Разграничить эти явления — эффект облегчения течения металла в поверхностном слое и понижение внешнего трения — оказалось возможным, пользуясь методом многократных пропусков (2, 4). Это позволяет определить в отдельности эффективный коэффициент трения при вытяжке, т. е. в условиях пластического деформирования при первом пропуске, и коэффициент внешнего трения между металлом и инструментом в пределе, после многократных пропусков, т. е. после исчерпания пластической деформации.

Указанный прибор (4) позволяет одновременно определить тангенциальное (P) и нормальное (N) усилия вытяжки металла. По этим данным можно рассчитать, как обычно, эффективный коэффициент трения $\mu = P/N$.

Данная работа имела целью выяснить роль внешнего трения при глубокой вытяжке металла с утончением стенки.

Работа проводилась на стали 10, меди и латуни. Для того чтобы исследовать действие смазок в чистом виде, полоски металла после отжига, травления и сушки тщательно обезжиривались криоскопическим бензолом. Матрицы и пуансоны перед опытом также тщательно обрабатывались бензолом. Вытяжка производилась после обезжиривания. Если не производить специального обезжиривания, то при применении в качестве смазок таких жидкостей, как керосин, четыреххлористый углерод и др., тангенциальные усилия по сравнению с обработкой «всухую» увеличиваются, т. е. в этом случае жидкости такого типа как бы проявляют отрицательное смазочное действие (5, 6).

Медные и стальные образцы (размером $40 \times 10 \times 1$ мм) вытягивались пуансоном толщиной 15 мм при расстоянии между матрицами 16,1 мм. Степень деформации при первом пропуске составляла 35—36%; после 8-го пропуска она увеличивалась до 42—43%, при максимально возможной степени деформации 45%. Степень деформации для латунных образцов ($40 \times 10 \times 1,7$ мм) при первом пропуске равнялась 12%. Вытяжка производилась на испытательной машине типа Р-5 Москов-

ского экспериментального завода машин и весов. Скорость движения пуансона 1 см/мин. Радиус кривизны матрицы 25 мм. Матрицы изготовлялись из инструментальной стали У-8, поверхности их шлифовались и хромировались.

Результаты измерений представлены на рис. 1. Из него видно, что изменение эффективного коэффициента трения μ с числом пропусков n

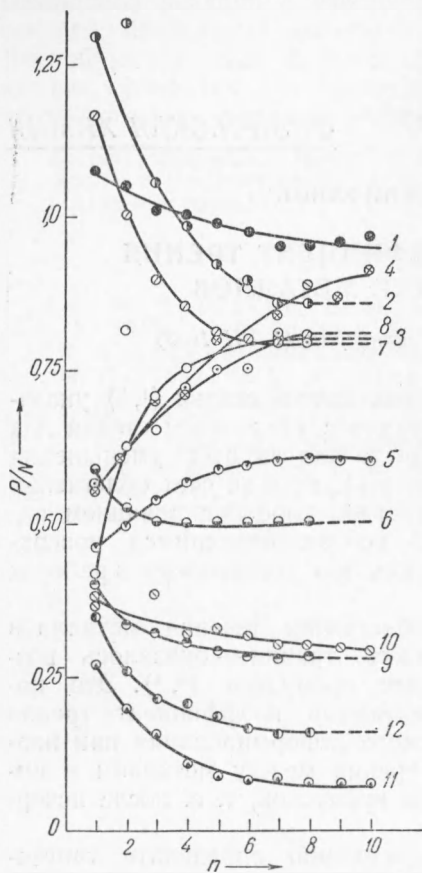


Рис. 1. Изменение коэффициента трения P/N в зависимости от числа пропусков n при вытяжке металлов в различных средах. Всухую: 1—сталь, 2—латунь, 3—мель; метиловый спирт: 4—сталь, 5—латунь, 6—медь; бутиловый спирт: 7—сталь, 8—латунь, 9—медь; нониловая кислота: 10—сталь, 11—латунь, 12—медь

при вытяжке всухую и в присутствии смазочных сред различны. При вытяжке образца всухую эффективный коэффициент трения во всех случаях имеет наибольшее значение при первом пропуске, с увеличением числа пропусков μ падает, стремясь к некоторому предельному значению, которое для стали равно 0,95, латуни 0,85 и меди 0,80.

Такое изменение μ с числом пропусков можно объяснить тем, что при первом пропуске, кроме внешнего трения, происходит пластическое деформирование образца (собственно вытяжка). С увеличением n пластическая деформация исчерпывается, и уже начиная с некоторого числа пропусков усилие затрачивается лишь на преодоление внешнего трения между металлом и инструментом.

Все жидкости резко снижают эффективный коэффициент трения при первом пропуске. Так, нониловая кислота уменьшает эффективный коэффициент трения на стали в 3 раза, меди в 3,5 раза и латуни в 6 раз. При повторных пропусках образцов через матрицу влияние разных смазок на эффективный коэффициент трения различно: в одних случаях эффективный коэффициент трения убывает с возрастанием числа пропусков (вытяжка меди и латуни в нониловой кислоте), в других случаях мало изменяется (вытяжка стали в нониловой кислоте и меди в бутиловом спирте) и, наконец, в некоторых жидкостях довольно резко возрастает с увеличением числа пропусков (вытяжка стали и латуни в метиловом и бутиловом спиртах).

После многократных пропусков латуни в бутиловом спирте коэффициент трения оказался в 6 раз выше, чем в нониловой кислоте. Коэффициент трения для стали в метиловом спирте в 3 раза выше, чем в нониловой кислоте. Несмотря на это, при первом пропуске все эти жидкости ведут себя как хорошие смазки, снижающие эффективный коэффициент трения. Такое изменение эффективных коэффициентов трения при первом и многократных пропусках свидетельствует о том, что основным фактором, определяющим низкое значение μ (а следовательно, и P), при первом пропуске является не внешнее смазочное действие, а пластифицирующее действие смазки, ее способность облегчать поверхностное течение металла в тончайшем слое, соприкасающемся с рабочим инструментом.

Такой пластифицированный граничный слой смазки играет роль твердой смази и по своему действию подобен слою мягкого металла, нанесенного на поверхность твердого металла при плакировании.

Отсюда становится понятным, почему смазки для глубокой вытяжки металлов не следует подбирать только по их способности понижать коэффициент внешнего трения.

Институт физической химии
Академии наук СССР

Поступило
24 VI 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ С. Я. Вейлер, Л. Шрейнер, Тр. Ин-та физ. хим. АН СССР, в. 1, 178 (1950). ² С. Я. Вейлер, Л. А. Шрейнер, ЖТФ, 19, 1, 84 (1949). ³ П. А. Ребиндер, Юбил. сборн. АН СССР, посвящ. 30-летию Октябрьской революции, ч. 1, М.—Л., 1947. ⁴ С. Я. Вейлер, Л. А. Шрейнер, П. А. Ребиндер, ДАН, 73, № 3 (1950). ⁵ С. Я. Вейлер, ДАН, 83, № 5 (1952). ⁶ А. К. Чертавский, Тр. Цинцветмета, 217 (1936).