

ция может продолжаться и при повышенных температурах, сопровождающих эксплуатацию изделий. В результате наступает предельное охрупчивание ПЭ резины и аутогезионная связь ее с мягкой резиной разрушается. Резиновая облицовка становится непригодной для эксплуатации.

Таким образом, введение серы в поверхностный слой резиновой смеси перед формированием адгезионного контакта позволяет заменить существующую технологию крепления резины через полуэбонитную прослойку. При этом достигается достаточно высокий уровень прочности соединения резины с подложкой – около 4,5–5 кН\м.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лин, Д.Г. Физико-химическая механика адгезионного взаимодействия полимер-металл / Д.Г. Лин // Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины. – 2005. – № 3 (30). – С. 21-28.
2. Жеребков, С.К. Крепление резин к металлам / С.К. Жеребков. – М.: Химия, 1966. – 347 с.
3. Эммануэль, Н.М. Химическая физика старения и стабилизации полимеров / Н.М. Эммануэль, А.Л. Бучаченко. – М.: Наука, 1982. – 360 с.

УДК 621.9

Молочко В.И.

КАНАВОЧНЫЙ МЕТОД ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОДОЛЬНОЙ УСАДКИ СТРУЖКИ

*Белорусский национальный технический университет,
г. Минск Республика Беларусь*

Экспериментальное определение коэффициента продольной усадки стружки входит в перечень основных лабораторных работ по курсу "Теория резания и режущий инструмент", выполняемых студентами машиностроительного направления как на инженерно-педагогическом, так и на машиностроительном факультетах. Поэтому усовершенствование методики проведения этой работы имеет межфакультетское значение, поскольку в случае ее одобрения она может быть внедрена в учебный процесс как на инженерно-педагогическом, так и на машиностроительном факультетах.

Как известно, усадка стружки имеет место при обработке резанием пластичных материалов, например, точении сталей и ряда цветных металлов и их сплавов. Различают усадку по длине γ_1 , толщине γ_a и ширине γ_b стружки. Практически для оценки степени пластического деформирования срезаемого слоя удобнее всего использовать усадку по длине

$$\gamma_1 = \frac{l_{\text{н.д}}}{l_{\text{н.д.н.с}}} \quad (1)$$

или ее обратную величину, называемую коэффициентом усадки стружки

$$K = \frac{1}{\gamma_1} = \frac{l_{\text{н.д.н.с}}}{l_{\text{н.д}}} \quad (1')$$

Это связано с тем, что из трех параметров $(l_{\text{н.д}}, \dot{a}_{\text{н.д}}, b_{\text{н.д}})$ удобнее всего измерять длину стружки $l_{\text{н.д}}$, так как толщина стружки $\dot{a}_{\text{н.д}}$ – величина, составляющая доли миллиметра, а ширина стружки $b_{\text{н.д}}$ может колебаться в связи с неравномерностью срезаемого припуска.

При точении пластичных материалов чаще всего образуется сливная стружка в виде винтовых завитков. Измерение длины такой стружки производится с помощью гибкой нити, которую прикладывают по средней линии сечения стружки вдоль всей ее длины. Затем гибкую нить выпрямляют и прикладывают к измерительной линейке. В результате измерения получают величину длины стружки $l_{\text{н.д}}$.

Основная трудность при экспериментальном определении величины K является нахождение длины участка на поверхности заготовки, с которого срезана стружка, т.е. определение величины $l_{\text{н.д.н.с}}$. Существует два способа решения этой задачи. Первый – массовый [1] способ, в соответствии с которым кроме измерения длины стружки $l_{\text{н.д}}$ при проведении эксперимента измеряют еще и массу стружки $m_{\text{н.д}}$. Это позволяет исходя из закона сохранения массы срезаемого слоя при переходе его в стружку, т.е. исходя из равенства

$$m_{\text{н.д.н.с}} = m_{\text{н.д}}$$

определить $l_{\text{н.д.н.с}}$ как

$$l_{\text{н.д.н.с}} = \frac{m_{\text{н.д.н.с}}}{f_{\text{н.д.н.с}} \cdot \rho} = \frac{m_{\text{н.д}}}{t \cdot s \cdot \rho} \quad (2)$$

Входящие в формулу параметры обычно измеряют: глубину резания t и подачу на оборот S – в мм, площадь сечения срезаемого слоя $f_{\text{н.д.н.с}}$ – в мм², массу стружки – в граммах. В тоже время удельную массу обрабатываемого металла в справочниках задают обычно в г/см³. Поэтому для приведения расчетных параметров к одной системе единиц величину ρ необходимо разделить на 10^3 . Тогда формула (2) переписывается в виде

$$l_{\text{н.д.н.с}} = \frac{10^3 \cdot m_{\text{н.д}}}{t \cdot s \cdot \rho} \quad (2')$$

Измерение массы стружки требует использования весовых приборов для измерения малых масс (типа чашечных аналитических весов). Процесс измерения массы на таких весах связан с определенными подготовительными трудностями: весы должны быть установлены строго горизонтально и отре-

гулированы на нулевую отметку. Забирает немало времени и сам процесс взвешивания, так как подхватывание мелких гирек пинцетом при установке их на чашку весов требует внимания и минимальных навыков, которые приобретаются студентами лишь к концу проведения экспериментов. Затрачивается время и на успокаивание весов после загрузки очередного разновеса. Все это удлиняет время проведения экспериментальной части, а следовательно, и всей работы в целом.

Порядок проведения лабораторной работы при использовании массового метода определения $l_{\text{н.д.н.е}}$ подробно изложен в [1].

Второй, канавочный, способ определения длины срезаемого слоя $l_{\text{н.д.н.е}}$ связан с периодическим прерыванием процесса резания и расчетом длины участка обрабатываемой поверхности, с которого срезана стружка. Это достигается за счет прорезания на обрабатываемой поверхности заготовки одной или нескольких равноудаленных друг от друга узких канавок глубиной $t_{\text{г.и.}}$ в несколько раз превосходящей глубину резания t при проведении единичного опыта. Тем самым обеспечивается возможность многократного повторения эксперимента без дополнительного углубления канавок.

Очевидно, что при наличии канавок длина срезаемого слоя на цилиндрической поверхности заготовок при обработке валика будет равна

$$l_{\text{н.д.н.е}} = \frac{\pi d - z\hat{a}}{z}, \quad (2)$$

где d – диаметр обрабатываемой заготовки, мм; \hat{a} – ширина канавки, мм и z – число продольных канавок.

При использовании заготовок сравнительно небольшого диаметра (до 50 мм) бывает достаточно одной канавки. Тогда длина срезаемого слоя будет равна

$$l_{\text{н.д.н.е}} = \pi d - \hat{a} \quad (2')$$

После определения длин $l_{\text{н.д.д}}$ и $l_{\text{н.д.н.е}}$ коэффициент усадки стружки K рассчитывается по формуле (1').

Канавочный метод определения $l_{\text{н.д.н.е}}$ существенно (почти вдвое) сокращает время проведения экспериментальной части лабораторной работы, поскольку исключает необходимость измерения массы стружки. Тем не менее его использование сдерживается из-за существенного увеличения времени на подготовку лабораторной работы, так как прорезание продольных канавок на предназначенных для проведения опытов цилиндрических заготовках – достаточно длительный процесс, к тому же требующий наличия в лаборатории свободного фрезерного станка и специального канавочного инструмента (прорезной фрезы шириной $B=\hat{a}$, если работа ведется на горизонтально-фрезерном или концевой фрезы диаметром $D_{\text{ф.с}} = \hat{a}$, если работа ведется на вертикально-фрезерном станке). При этом лаборант должен владеть определенными умениями и иметь разрешительные документы для работы не только на токарном, но и на фрезерном станках, т.е. он фактически должен обладать

квалификацией станочника широкого профиля. Отмеченные условия в полном объеме не всегда присутствуют в реальных условиях работы специальных кафедр.

Указанные трудности подготовительного периода могут быть в значительной мере устранены, если вместо продольных канавок, прорезаемых на цилиндрической поверхности заготовок, перейти к винтовым. Длина срезаемого слоя при этом не изменится и будет определяться теми же формулами (2) и (2').

Возможность использования винтовых канавок для определения $I_{\text{об.л.к}}$ снимает вопросы о наличии в лаборатории фрезерного станка и фрезерного инструмента, а также вопрос о наличии у лаборанта дополнительной квалификации фрезеровщика, так как нарезание винтовых канавок может быть осуществлено на том же токарно-винторезном станке, на котором выполняются эксперименты в процессе выполнения лабораторной работы. При этом наладка токарного станка на нарезание винтовых канавок предельно проста – она осуществляется поворотом рукоятки управления на передачу движения суппорту станка от ходового винта. При выборе шага винтовой канавки следует исходить из того, что он должен быть больше максимальной подачи на оборот S_0 , используемой при проведении экспериментов. Для нарезания винтовых канавок могут быть использованы резьбовые, канавочные или отрезные резцы.

Нарезание винтовых канавок на токарном станке занимает меньше времени, чем при фрезеровании продольных канавок. Поэтому оно может быть осуществлено даже во время выполнения лабораторной работы.

Переход к канавочному (вместо массового) методу определения величины $I_{\text{об.л.к}}$ уменьшает общее время проведения лабораторной работы, что позволяет либо уменьшить плановое время ее проведения, либо дает возможность расширить программу исследования путем изучения влияния на величину K не только режимных, но и других факторов, например, геометрии инструмента (угла резания δ) или вида обрабатываемого материала (стали другой марки или цветного сплава, например, латуни).

ЛИТЕРАТУРА

1. Молочко, В.И. Лабораторный практикум по курсу "Теория резания" для студентов специальности 0577 – «Машиностроение» / В.И. Молочко, И.Ф. Шелковский. – Минск, 1985 г.