

ние (1) подставить вместо $\sigma_{жс}$ – равновесного поверхностного натяжения жидкости поверхностное натяжение уже отвержденного связующего.

Отсутствие фундаментальной связи между условиями образования и разрушением адгезионных соединений может быть объяснено в известной мере многочисленностью факторов, влияющих на адгезию полимеров. Влияние каждого из этих факторов детально пока не установлено.

В связи с этим применение термодинамических расчетов при рассмотрении физической картины явлений, происходящих на границе раздела фаз, открывает широкие возможности для оценки адгезии.

Однако следует учитывать, что в процессе образования адгезионного соединения происходит полимеризация исходной жидкости, что сказывается на величине поверхностного натяжения и краевого угла смачивания Θ . Другая особенность процесса образования адгезионного соединения заключается в том, что процесс протекает в условиях постоянно нарастающей вязкости. Это приводит к тому, что использование понятий поверхностного натяжения и краевого угла как равновесных величин становится неправомерным. Значение этих величин определяется не только стремлением системы к равновесию, но и кинетикой процесса.

Очевидно, для оценки адгезии акриловых клеев, отвержденных на твердой поверхности, необходимо использовать понятия свободной поверхностной энергии и краевого угла смачивания твердого тела отвержденным полимером. Отсюда ясна неправомерность перенесения данных по адгезии исходных жидкостей на адгезию отвержденных полимеров.

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭКСТРУЗИЕЙ

Гукасян С.Ж., *д-р техн. наук*

*Ереванский государственный университет архитектуры и строительства
0009, Армения, г.Ереван, ул. Теряна, 105*

E-mail: info@ysuac.am

Целью работы является исследование физико-механических свойств армированных высокопрочных композиционных материалов на основе меди, полученных экструзией.

На основании проведенных исследований выявлено, что прочность композиционных материалов на основе меди линейно зависит от объемного содержания волокон (до 40%) при всех температурных интервалах (рис. 1) и хорошо согласуется с правилом аддитивности [1, 2], описываемым в виде [3]

$$(\sigma_B)_H = (\sigma_B)_{\hat{a}} \cdot V_{\hat{a}} \left[1 - (1 - \beta) \cdot \frac{\ell_{кр}}{\ell} \right] + \sigma_M' (1 - V_B), \quad 1 \geq V_B \geq V_{кр},$$

$$(\sigma_B)_K = (\sigma_B)_M (1 - V_B) + \frac{\ell_{kp}}{\ell} \cdot \beta V_B (\sigma_B)_B, \quad 0 \leq V_B \leq V_{kp},$$

где β – коэффициент; $\beta < 1$; ℓ – длина волокна.

Значение σ_M является напряжением течения материала матрицы в момент разрушения композиционного материала. Экстраполяция кривых (рис. 1) до $V_{B(об)} = 100\%$ дает условную прочность волокон в композиции. Так, при 20°C условная прочность стальных волокон в композиции Си-сталь составляет 1200 МПа, а прочность молибденовых волокон в композиции Си-Мо достигает 1400 МПа.

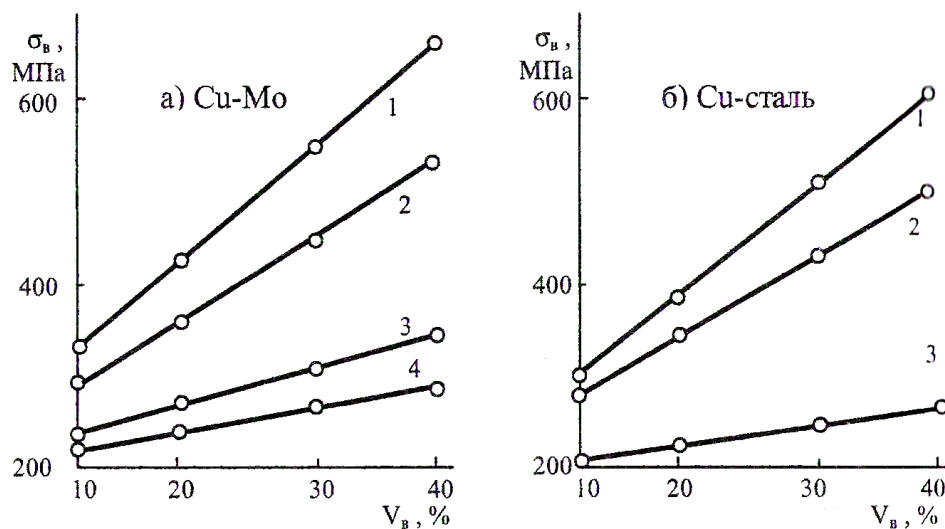


Рис. 1 – Зависимость прочности при растяжении композиционных материалов, упрочненных волокнами из стали 55 и молибдена, от объемного содержания волокон на основе медных порошков марки ПМС-1 и $T^\circ\text{C}$:
 а – Си-Мо, 1- 20°C , 2- 300°C , 3- 500°C , 4- 600°C ; б – Си-сталь, 1- 20°C , 2- 200°C , 3- 300°C

Сравнивая полученные данные с прочностью исходных проволок, следует отметить, что в экструдированных композиционных материалах почти полностью реализуется первоначальная прочность отожженных стальной (1350 МПа) и молибденовой (1640 МПа) проволок.

В этой связи определенный интерес представляют аналогичные исследования, изложенные в [4], в основу которых положены процессы динамического горячего прессования как метода формирования композиционных материалов. Так, при 20°C средняя прочность стальных волокон в композиции, полученной методом ДГП, составляет 2160, 2040 и 3010 МПа соответственно для сталей У8А, Х18Н10Т и Х13Н13М2; при 100°C – 1911, 1761 и 2860 МПа; при 200°C – 1570, 1588 и 2650 МПа; при 300°C – 1340, 1380 и 250 МПа; при 400°C – 840, 1140 и 2140 МПа. Сравнивая полученные данные с прочностью исходных проволок, можно отметить, что в композиционных материалах, полученных методом ДГП, реализуется 57...70% прочности высокоугле-

родистой особовысокопрочной (3200 МПа) проволоки У8А, 73,0...81,5% прочности стали Х18Н10Т и 70...89% прочности стали Х13Н13М2. Этого и следовало ожидать, так как экструзия значительно лучше обеспечивает контактную прочность “волокна-матрицы”, ориентирует и перераспределяет волокна в матрице за счет сдвиговых пластических деформаций, что не наблюдается при ДГП. Кроме того, экструзия, пожалуй, – единственный метод компактирования армированных материалов, при котором деформация (как правило, удлинение) волокон положительно влияет на прочность композиции.

Увеличение прочности матрицы при растяжении можно охарактеризовать коэффициентом упрочнения K , представляющим собой отношение прочности КМ к прочности матрицы при заданной температуре. Температурная зависимость коэффициента упрочнения K указывает на то, что значение K возрастает с увеличением объемного содержания волокон и температуры испытания (рис. 2). Чем меньше прочность матрицы, тем больше значение K при прочих равных условиях. Полученные результаты свидетельствуют об эффективности армирования композиционных материалов на основе меди.

Ориентация волокон определяет характер разрушения КМ при растяжении. Как видно из кривых растяжения КМ (рис. 3), при малых углах ориентации (до 30°) КМ разрушается преимущественно за счет разрыва волокон, при больших углах (до 90°) происходит сдвиг по матрице, волокна не разрушаются и их высокая прочность не реализуется, т.е в процессе экструзии армирующая фаза в основном приобретает ориентацию в направлении действующих сил. Следовательно, чем больше доля ориентированных волокон, тем выше прочностные свойства композиционного материала.

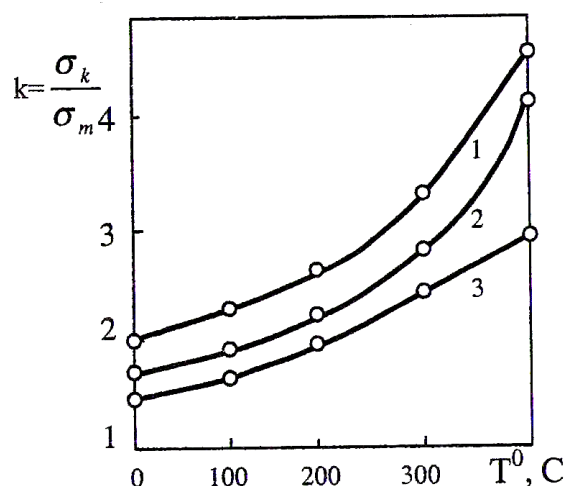


Рис. 2 – Зависимость коэффициента упрочнения от температуры:
1 – Си-Мо ($V_{об}=35\%$), 2 – Си-Мо ($V_{об}=25\%$), 3 – Си-сталь ($V_{об}=25\%$)

Как отмечалось, прочность КМ зависит также от прочности самих волокон (рис. 1 а, б, кривая 1). Аналогичная закономерность сохраняется и для

твердости (рис. 4а), хотя в этом случае в большей мере, чем для σ_B , проявляется влияние и самой матрицы. Как и следовало ожидать, с увеличением объемной доли волокон заметно снижается ударная вязкость (рис. 4б). Данные получены в результате испытаний при комнатной температуре образцов с размерами 55x10x10 мм и V-образным надрезом глубиной 2мм при скорости нагружения 5м/с. Поскольку механизм рассеяния ударной энергии связан главным образом с пластической деформацией матричного материала как вблизи места разрушения, так и во всем объеме образца, более высоким сопротивлением удару обладают композиции Си-сталь.

В таблице приведены основные свойства КМ, полученных экструзией.

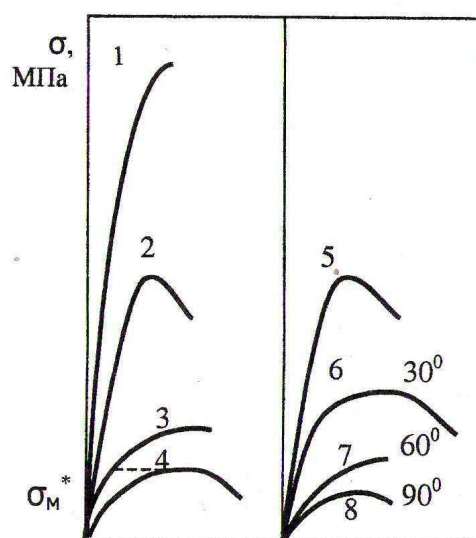


Рис. 3 – Типичные кривые “напряжение-деформация” композиционных материалов при растяжении: 1-сталь; 2,5-АД1 -20 объем.% сталь, $T=20^{\circ}\text{C}$; 3-АД1-20 объем.% сталь, $T=400^{\circ}\text{C}$; 4-АД1; 6-АД-20 объем.% сталь, $T=20^{\circ}\text{C}$, ориентация волокон 30° ; 7-АД1-20 объем.% сталь, $T=20^{\circ}\text{C}$, ориентация волокон 60° ; 8-АД1-20 объем.% сталь, $T=20^{\circ}\text{C}$, ориентация волокон 90° объемной доли волокон, заметно снижается ударная вязкость (рис. 4б)

Механические свойства композиций и материала матрицы, полученных по оптимальным режимам экструзии

Материал	$M(\sigma_B)_K$, Па	δ , %	ψ , %	Микротвердость взаимодействия, МПа
Си	248...252	45...52	75...81	-
Си-сталь 55	390...400	35...40	68...70	2500
Си-Мо	400...450	30...33	45...48	2000...2600

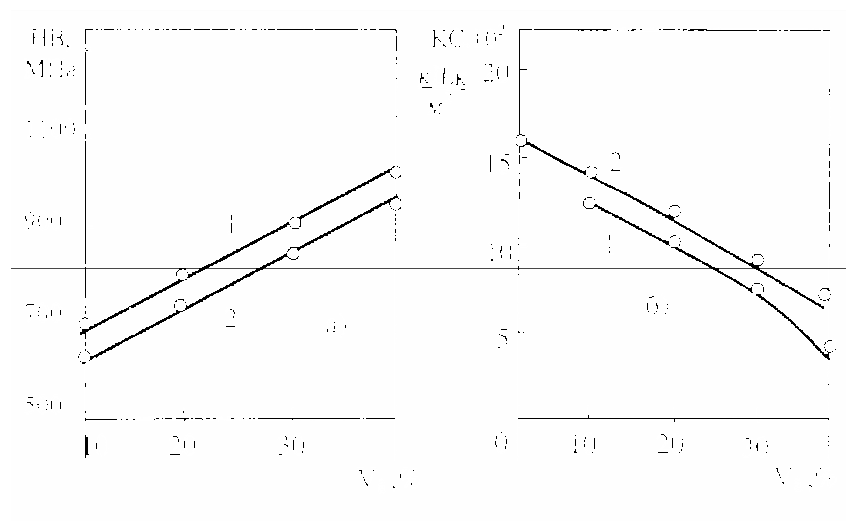


Рис. 4 – Зависимость твердости (а) и ударной вязкости (б) композиционных материалов от объемного содержания волокон: 1 – Си-Мо; 2 – Си-сталь (образцы получены по оптимальным режимам экструзии)

Таким образом, экструзия – единственный способ компактирования армированных материалов, при котором деформация волокон (как правило, удлинение) положительно влияет на прочность композиции, резко повышая ее. В этой связи при объемной доле волокон 20...25% достигается максимальная прочность, так как при других способах компактирования порошково-волокнистых композиций объемное содержание волокон колеблется в пределах 35...45%.

1. Композиционные материалы волокнистого строения / Под ред. Д.М.Карпиноса. – К.: Наукова Думка, 1970. – 403 с.
2. Современные композиционные материалы / Под ред. Л. Браутмана и Р.Крока. – М.: Мир, 1970. – 672 с.
3. Kovacs W.J. Londen G.J. Synthesis and materials characterization of beryllium / Ti-6AL-4V composites // Met. Trans. – 1977. – A8, 1. – P. 179-185.
4. Карпинос Д.М., Максимович Т.Г., Кадыров В.Х., Лютый Е.М. Прочность композиционных материалов. – К.: Наукова Думка, 1978. – 236 с.

СВОЙСТВА СОСТАВОВ ДЛЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Золотов М.С., канд. техн. наук, проф., Любченко М.А.

*Харьковская национальная академия городского хозяйства
61002, Украина, г. Харьков, ул. Революции, 12
E-mail: lama2000@front.ru*

Водно-дисперсионные составы и покрытия для наружной отделки на их основе должны обладать необходимыми свойствами для решения задачи соответствующего декоративного вида зданий и сооружений и защиты поверхности от действия атмосферной влаги, солнечного света, механических и