

УДК. 541.182.2

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Б. Ф. САДОВСКИЙ, Г. И. БАБЕРКИНА, Г. А. ЧЕРНЯЕВА,
академик И. В. ПЕТРЯНОВ

ОБРАЗОВАНИЕ ТОНКИХ УСТОЙЧИВЫХ СЛОЕВ ЖИДКОСТИ НА ВОЛОКНАХ ПРИ ФИЛЬТРАЦИИ ТУМАНОВ

При фильтрации туманов волокнистыми фильтрами в фильтрующем слое накапливается жидкость, что ведет к изменению параметров фильтра и, следовательно, его фильтрующих характеристик. Если процесс осаждения частиц на волокнах есть собственно фильтрация, или внешняя фильтрация, то процессы, приводящие к изменению фильтрующих

свойств фильтра, рассматриваются как внутренний механизм фильтрации. Изучению этого механизма, его элементарных процессов, т. е. установлению характера распределения и поведения жидкости на единичном волокне, и посвящено данное сообщение.

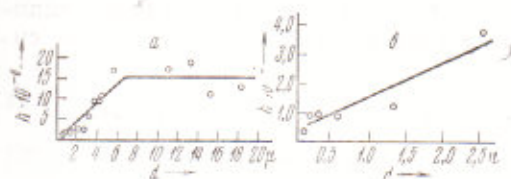


Рис. 1. Зависимость толщины устойчивого жидкого слоя силиконового масла ВКЖ-94 от диаметра волокна на стеклянных волокнах (а) и на волокнах перхлорвинила (б)

исходит осаждение капель на волокне. Коснувшись волокна, капли, независимо от природы жидкости и волокна, растекаются по поверхности волокна, образуя на ней тонкие слои жидкости (1).

По мере поступления тумана на фильтр, жидкий слой на волокне увеличивается по толщине, становится неустойчивым и распадается на отдельные капли. Характер распада слоя на равновеликие капли, сидящие примерно на одинаковых расстояниях друг от друга (подобно распаду жидкой струи по Рэлею), наблюдал ряд авторов (1-3). Однако по нашим наблюдениям, чаще имеет место иная картина: из неустойчивого жидкого слоя в локальных местах образуется одна или несколько разных по размеру вторичных капель, которые по мере дальнейшего поступления тумана на фильтр растут до определенной величины и скатываются по волокну. Это происходит при больших концентрациях тумана.

Наблюдения над поведением жидкости на волокне проводились в специальной кювете с помощью оптического микроскопа и в электронном микроскопе ЭМ. Установлено: 1) при распаде жидкого неустойчивого слоя образуются вторичные капли на волокне, между которыми сохраняется устойчивый жидкий слой, равномерно покрывающий волокно. Если упругость паров жидкости мала, то такие слои сохраняются в течение длительного времени; 2) вторичные капли перемещаются по жидкому устойчивому слою за счет силы тяжести и под действием напора газа, а при прекращении подачи газа происходит миграция жидкости из малых капель в большинстве за счет разности внутреннего давления в каплях; 3) установлено также, что толщина устойчивой жидкости пленки на волокнах зависит от диаметра волокна.

Для определения толщины пленки малолетучих жидкостей при помощи ЭМ была предложена методика (4). Она заключалась в определении

диаметра волокна до и после нанесения на него жидкости, путем сопоставления отношения диаметра к длине волокна между метками, откуда определялась толщина устойчивого жидкого слоя. Предварительно на волокно наносились метки или использовались микронеоднородности на поверхности волокна.

Названный метод использован для определения толщины жидких слоев на волокнах из перхлорвинила — ФПП, диаметром от 0,068 до 2,56 μ и стекла диаметром от 0,34 до 18,5 μ . Так как измерение толщины жидкого слоя проводилось при помощи ЭМ, использовалось силиконовое масло ВКЖ-94 с упругостью пара 10^{-6} мм рт. ст. при вакууме 10^{-4} мм рт. ст. На рис. 1а точки являются средними из 3—8 измерений для волокон диаметром до 5 μ , а для волокон диаметром более 5 μ — единичные замеры; на рис. 1б средние величины из 3 замеров.

Полученные результаты показывают, что толщина слоя жидкости на толстых волокнах диаметром больше 5 μ , очевидно, не зависит от диаметра волокна и соизмерима с толщиной пленок на плоской поверхности. Устойчивые слои на субмикронных волокнах тоньше, чем на плоских поверхностях, и величина их является функцией диаметра волокна. Вероятно, причину этих закономерностей следует искать в том факте, что во взаимодействии между молекулами жидкости и твердого тела участвуют не только наружные слои молекул волокна, но и лежащие более глубоко. Отсюда кривизна поверхности твердого тела должна существенно влиять на силу этого взаимодействия. Зависимость толщины слоя жидкости на волокне от диаметра волокна может служить мерой действия межмолекулярных сил взаимодействия между жидкостью и материалом волокна.

Все сказанное выше относится к системе туман — волокно, если материал волокна смачивается веществом тумана. При фильтрации высокодисперсных туманов, несмачивающих материал волокна, на волокнах диаметром меньше 0,2 μ всегда образуется жидкий устойчивый слой. Для более толстых волокон, как показали предварительные опыты в газовой камере ГУ-2 электронного микроскопа УЭМВ-100К^(*), в зависимости от диаметра волокна может наблюдаться как полное, так и неполное смачивание. Опыты проводились для системы перхлорвиниловые волокна ФПП — 75% водный раствор глицерина, в макросостоянии не смачивающий волокна, на волокнах диаметром от 0,012 до 0,45 μ .

Результаты наблюдений показали, что для случая несмачивающихся волокон существует, видимо, переходная область с диаметром волокна 0,2 μ , ниже которой всегда наблюдается смачивание — равномерное растекание жидкости по волокну и образование вторичных капель в форме ундулоида, как и для смачивающихся волокон.

На волокнах ФПП, диаметр которых превышает диаметр волокон переходной области, не всегда наблюдается сплошной равномерный слой жидкости из-за отсутствия смачивания поверхности волокна. Образующиеся вторичные крутые капли несимметричны относительно волокна, неустойчивы и легко скатываются с него. При непрерывной подаче тумана на фильтр и большем количестве жидкости в фильтре волокна могут быть полностью смочены жидкостью.

Физико-химический институт
им. Л. Я. Карпова
Москва

Поступило
8 II 1971

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ И. В. Петрянов, Н. Д. Розенблюм, ДАН, 11, № 4 (1948). ² В. С. Бондаренко, Тр. Грозненск. нефт. инст., сборн. № 4, 195 (1948). ³ G. L. Fairs, Trans. Inst. Chem. London, 36, 475 (1958). ⁴ В. Ф. Садовский, Г. И. Баберкина и др., Зав. лаб., 35, № 4 (1969). ⁵ И. Г. Стоянова, Изв. АН СССР, сер. физич., 23, № 4, 490 (1959).