

Е.Ф. Морозов, канд. техн. наук,
Т.П. Цедрик, М.С. Кебич

ДИФФУЗИЯ ФУРФУРОЛА ИЗ ДРЕВЕСИНЫ БЕРЕЗЫ В УСЛОВИЯХ ПАРАФАЗНОЙ ОБРАБОТКИ

В процессах химической переработки растительного сырья, в частности при парафазных способах получения фурфурола, существенную роль играет внутренняя физическая обстановка, обусловленная сложной капиллярно-пористой структурой материала. Особого внимания заслуживают диффузионные процессы, которые по своей природе являются медленными и нередко лимитирующими скорость удаления образующихся продуктов из реакционного пространства [1].

Фурфурол, образующийся из пентозанов и уроновых кислот, которые входят в состав гемицеллюлоз растительного сырья, в результате окислительных и полимеризационных процессов может разрушаться. И чем длительнее пребывание в реакционной зоне, тем ниже его реальный выход. Если при нагревании пентоз в присутствии сильных кислот с непрерывной отгонкой паром образующегося фурфурола в лабораторной практике удается получать почти теоретический выход [2], то выход его из растительного сырья, как правило, не превышает 50% от теории [3]. Следовательно, значительную долю потерь фурфурола в процессах,

осложненных транспортированием продукта из толщи обрабатываемого материала, следует отнести за счет диффузионных и других макрокинетических факторов.

Учитывая недостаточную изученность диффузионных явлений, влияющих на эффективность фурфурольного процесса, исследования, посвященные раскрытию закономерностей диффузии фурфурола из растительного сырья, следует считать актуальными.

Изучение диффузии фурфурола, образующегося непосредственно в растительном сырье, связано с известными экспериментальными трудностями. Создание же условий, моделирующих массообмен в системе растительный материал — фурфурол, позволяет упростить решение этой задачи и получить определенную информацию о диффузионных процессах.

Поставленная задача экспериментально решалась следующим образом. В кубики из древесины березы, имеющие размер грани 5, 10, 15, 20 мм с помощью медицинского шприца вводилось определенное количество свежеперегнанного фурфурола. Последний очень быстро и равномерно пропитывал образцы, о чем свидетельствовало появление влаги как на торцовых, так и на боковых поверхностях кубиков. Определенное количество кубиков одинаковых размеров с общей массой 28,5 г сразу после пропитки помещалось в цилиндрический контейнер из медной сетки, который устанавливался в предварительно прогретый паром автоклав проточного типа. После герметизации автоклава в его нижнюю часть подавался насыщенный пар с температурой 170°C. При давлении в автоклаве 8 ата начинался отбор паров, которые конденсировались и собирались в приемнике. Отобранные через каждые 10 мин пробы анализировались на содержание фурфурола методом ГЖХ [4].

Наряду с отгонкой из кубиков введенного фурфурола образцы исходной древесины таких же размеров подвергались парафазной обработке в идентичных условиях. Количество фурфурола, образующееся в этом случае непосредственно из растительного материала, исключалось из показателей опытов с введенным фурфуролом.

На рис. 1, а представлена динамика отгонки введенного в образцы фурфурола. Рассматривая характер кривых, можно отметить, что для кубиков с размером грани 5, 10, 15 мм максимальное содержание фурфурола в отбираемых парах наблюдается через 10 мин от начала опыта, а для кубиков с гранью 20 мм — соответственно через 20 мин. Этот период соответствует времени прогрева и испарения фурфурола с поверхности образцов,

после чего его содержание в отбираемых парах снижается процесс переходит в диффузионную область. В течение второго периода в зависимости от размера образцов отгонялось от до 40% общего количества отобранного в парах фурфурола. Продолжительность периода соответственно изменялась от 80 до 140 мин. В табл. 1 приведены основные экспериментальные расчетные данные, характеризующие диффузию фурфурола исследуемых образцов древесины березы.

Дополнительную информацию о влиянии диффузии на выход фурфурола при нагревании образцов различного размера представляют данные о динамике его образования непосредственно из фурфуролообразующих компонентов сырья, представленные на рис. 1, б и в табл. 1.

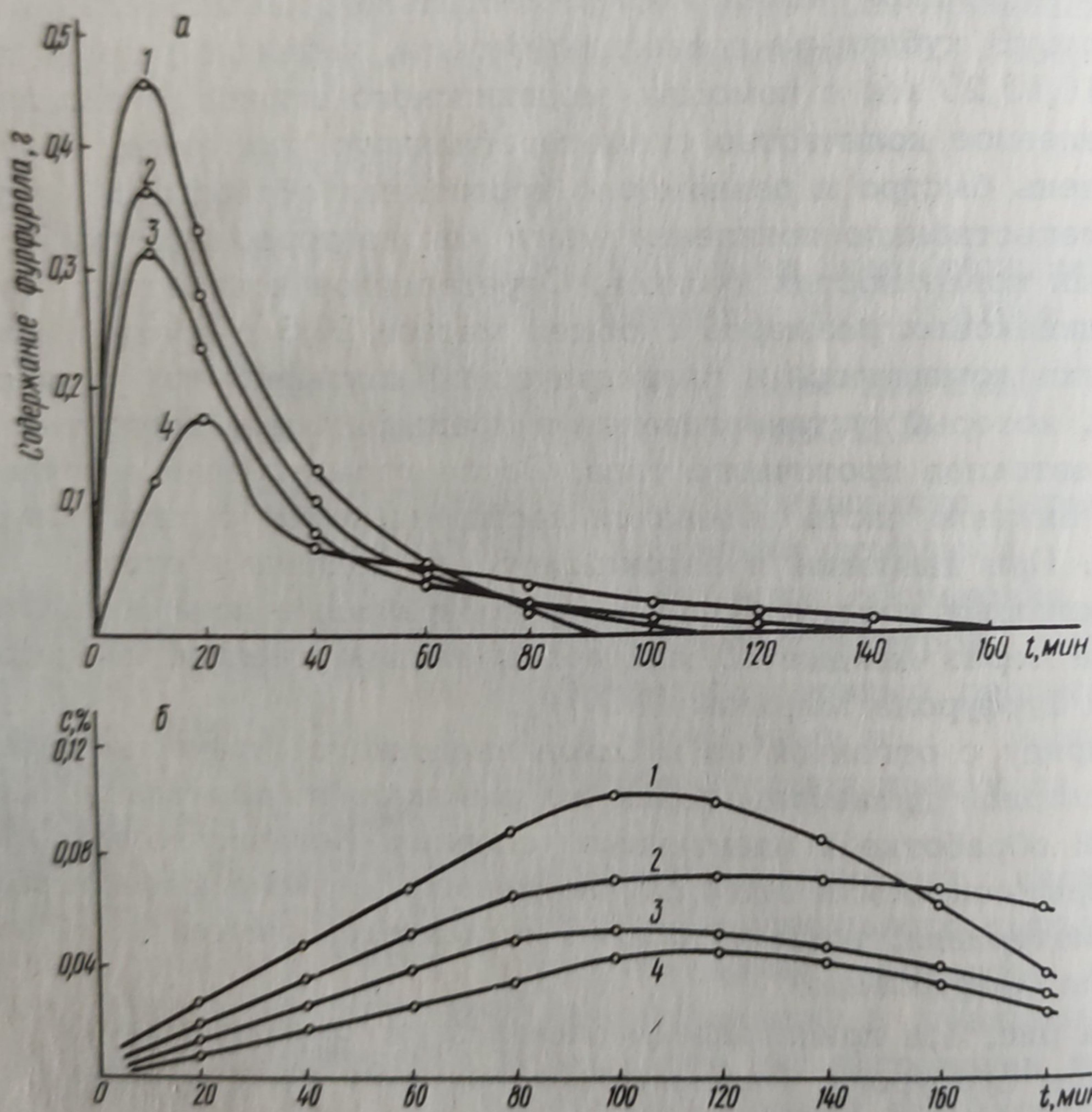


Рис. 1. Динамика отгонки фурфурола: а — введенного в образцы древесины; б — образующегося непосредственно из этих образцов: 1, 2, 3, 4 — кубики с размером грани соответственно 5, 10, 15, 20 мм.

Из таблицы следует, что с увеличением размера кубиков от 5 до 20 мм выход фурфурола снижается в 2 раза, что под

Табл. 1. Основные характеристики процессов отгонки введенного фурфурола и его обра-
зации

Размер образцов, мм	Средний показатель диффузии, м ²	Время отгонки фурфурола во второй период, мин	Получено фурфурола, г	Средняя скорость отгонки фурфурола, г/мин	Коэффициент массоотдачи, г/м ² с
I. Процесс отгонки					
5	0,000127	80	0,73		
10	0,000182	100	0,61	0,0061	0,44
15	0,000173	120	0,51	0,0061	0,54
20	0,000142	140	0,40	0,0045	0,42
				0,0029	0,39
II. Процесс образования					
5	0,000327	180	1,07		
10	0,000182	180	0,92	0,0060	0,31
15	0,000173	180	0,70	0,0055	0,46
20	0,000142	180	0,54	0,0040	0,37
				0,0030	0,35

тверждается характером кривых на рис. 1 б. Учитывая идентичность условий парафазной обработки образцов различных размеров, уменьшение выхода фурфурола с повышением размера образцов можно отнести за счет возрастания диффузионных потерь. Средняя скорость отгонки фурфурола, представленная в табл. 1, для первого случая может косвенно характеризовать и среднюю скорость диффузии. Для второго случая эта величина включает в себя также и скорость образования фурфурола из древесины. В то же время в обоих случаях наблюдается равномерное снижение скорости отгонки, пропорциональное увеличению размера образцов.

Величина коэффициента массоотдачи, рассчитанного как средний показатель процесса при движущей силе, равной единице [5], для образцов всех размеров с введенным фурфуролом несколько выше аналогичных показателей, полученных при образовании фурфурола непосредственно из образцов исходной древесины. По-видимому, эту разницу можно отнести за счет протекания химических процессов образования продукта из фурфуролаобразующих компонентов сырья во втором случае.

Таким образом, данные полученные по результатам эксперимента, свидетельствуют о существенном влиянии диффузионных процессов на реальный выход фурфурола из растительного сырья и зависимости этого выхода от гранулометрического состава сырья.

В ы в о д ы

Исследована диффузия фурфурола из кубиков древесины березы размером 5,10,15,20 мм. По результатам опытов с введенным в образцы фурфуролом и фурфуролом, образующимся из

компонентов сырья при парафазной обработке в проточном реакторе, определены коэффициенты массоотдачи и другие показатели процесса.

Л и т е р а т у р а

1. Калугина З.С., Коротов С.Я. К вопросу о диффузии веществ в капиллярах древесины в полярных растворителях. — "Изв. вузов. Лесной журнал", 1971, 6, №4, с. 145–148. 2.
- Кюршнер К. Быстрый метод определения пентозанов в древесине. — ЖПХ, 1956, 24, № 8, с. 1209–1223. 3. Мельников Н.П. Пути совершенствования технологии производства фурфурола. — В реф. сб.: Гидролизное производство, 1971, №2, с. 15–18. 4.
- Морозов Е.Ф. и др. Применение метода ГЖХ при исследовании процессов образования фурфурола в условиях обработки сырья перегретым паром. — "Химия древесины", 1975, №1, с. 105–108. 5. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М., 1973, с. 752.