

УДК 674.815.3

В. Б. Снопков, И. А. Хмызов, Й. Эрдеи, Т. Куташи

ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ СВЯЗУЮЩЕГО НА ПОВЕРХНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

Обработка древесной стружки связующим (осмоление) является одной из наиболее важных технологических операций в производстве древесностружечных плит. При этом качество готовой продукции зависит от вида и расхода синтетических смол [1], равномерности распределения связующего по поверхности древесных частиц [2], продолжительности хранения осмоленной стружки перед горячим прессованием. Технологическая выдержка осмоленной стружки свыше 1 ч приводит к значительному снижению прочности и водостойкости древесностружечных плит [3], ухудшению транспортабельности стружечного ковра. Отмеченные явления объясняются увеличением концентрации связующего на поверхности древесной стружки и частичным проникновением его в глубь древесины при хранении. Однако экспериментальные данные, подтверждающие данную позицию, в литературе отсутствуют. В связи с этим нами была поставлена цель изучить изменение концентрации

связующего после нанесения на поверхность древесных частиц, а также оценить влияние некоторых факторов на проникновение его в глубь древесины.

Для проведения опытов были выбраны породы древесины, наиболее широко используемые для изготовления древесностружечных плит на белорусских предприятиях: сосна, береза и ольха. Образцы готовили в виде лущеного шпона толщиной 1,5 мм. Их поверхность обрабатывали до достижения максимальной высоты неровностей $R_m = 100$ мкм. В качестве связующего использовали карбамидоформальдегидные смолы (КФС) марок Amikol-50MA и Amikol-65SZ, а также технические лигносульфонаты (ТЛС) на аммониевом основании марки Ж. Массовая доля сухих веществ w связующих составляла 50 и 45 %.

Порядок проведения опытов был следующим. На образец шпона размером 20×20 мм, высушенный до постоянной массы, наносили каплю связующего массой 0,02–0,03 г. После 30-ми-

Таблица 1

Баланс, %, связующего и его компонентов

Но- мер опы- та	Компоненты связующего	Ольха			Береза			Сосна		
		оста- лось на по- верх- ности	впита- лось в древе- сину	испа- рилось	оста- лось на по- верх- ности	впита- лось в древе- сину	испа- рилось	оста- лось на по- верх- ности	впита- лось в древе- сину	испа- рилось
КФС ($w = 50\%$)										
1	Раствор связующего	73,16	15,02	11,82	75,00	13,77	11,23	77,16	11,81	11,03
	Сухие вещества	92,97	7,03	—	93,80	6,20	—	94,73	5,37	—
	Вода	53,30	23,03	23,67	56,19	21,35	22,46	59,58	18,36	22,06
КФС ($w = 45\%$)										
2	Раствор связующего	65,25	19,87	14,88	—	—	—	—	—	—
	Сухие вещества	88,78	11,22	—	—	—	—	—	—	—
	Вода	44,81	28,14	27,05	—	—	—	—	—	—
ТЛС ($w = 50\%$)										
3	Раствор связующего	69,79	18,01	12,20	72,11	14,47	13,42	71,14	17,07	11,79
	Сухие вещества	94,93	5,07	—	94,04	5,96	—	96,00	4,00	—
	Вода	44,57	31,00	24,43	50,13	23,00	26,87	46,24	30,16	23,60
ТЛС ($w = 45\%$)										
4	Раствор связующего	59,03	24,75	16,22	—	—	—	—	—	—
	Сухие вещества	92,92	7,08	—	—	—	—	—	—	—
	Вода	34,71	35,78	29,51	—	—	—	—	—	—

нутной выдержки при комнатной температуре связующее с поверхности образца удаляли, а шпон высушивали. Каждую операцию сопровождали взвешиванием образца на аналитических весах. На основании результатов взвешиваний рассчитывали баланс связующего и отдельных его компонентов: сухих веществ и воды, остающихся на поверхности древесины, испарившихся (для воды) или впитавшихся в глубь древесины (табл. 1).

Сравнение опытов 1 и 3, 2 и 4 показывает, что при равной исходной массовой доле раствор КФС впитывается меньше, чем раствор ТЛС. При этом следует отметить, что из раствора связующего древесина впитывает воду в большей степени, чем сухие вещества. Это указывает на своеобразную фильтрацию связующего древесиной, приводящую, наряду с испарением воды, к увеличению доли сухих веществ на поверхности: с 50,00 до 61,43 – 68,13 %. Причем при использовании ТЛС сухие вещества поглощаются в меньшей степени, чем в условиях проведения эксперимента с КФС, а вода – в большей, т. е. по отношению к лигносульфонатам фильтрующий эффект древесины сильнее. В результате через 30 мин после нанесения массовая доля сухих веществ ТЛС на поверхности древесины была заметно выше (65,27–68,13 %), чем смолы (61,43–63,65 %).

Сравнив опыты 1 и 2, 3 и 4, можно также увидеть, что уменьшение исходной массовой доли связующего приводит к увеличению количества сухих веществ, проникающих в глубь древесины. Сказанное в равной мере относится как к смоле, так и лигносульфонатам. Таким образом, в производстве древесностружечных плит нецелесообразно применять связующее низкой концентрации, поскольку это приведет к его перерасходу.

Для того чтобы количественно оценить процесс высыхания связующего, нами были получены кинетические кривые изменения массовой доли сухих веществ КФС на поверхности древесины и металлической фольги (рис. 1), а также зависимость скорости высыхания от w связующего. Анализ полученных результатов показывает, что процесс высыхания связующего может быть условно разделен на два периода, различающихся между собой скоростью высыхания и быстротой ее изменения. Переход от первого периода ко второму происходит при достижении связующим некоторого значения w , которое в дальнейшем будем называть критическим ($w_{кр}$).

Зависимость, представленную на рис. 2, можно описать уравнением прямой: $dw/d\tau = k(w_{\infty} - w)$, или $w = w_{\infty} - dw/kd\tau$, где $dw/d\tau$ – скорость высыхания; w – массовая доля связующего через время τ после нанесения; w_{∞} , k – константы про-

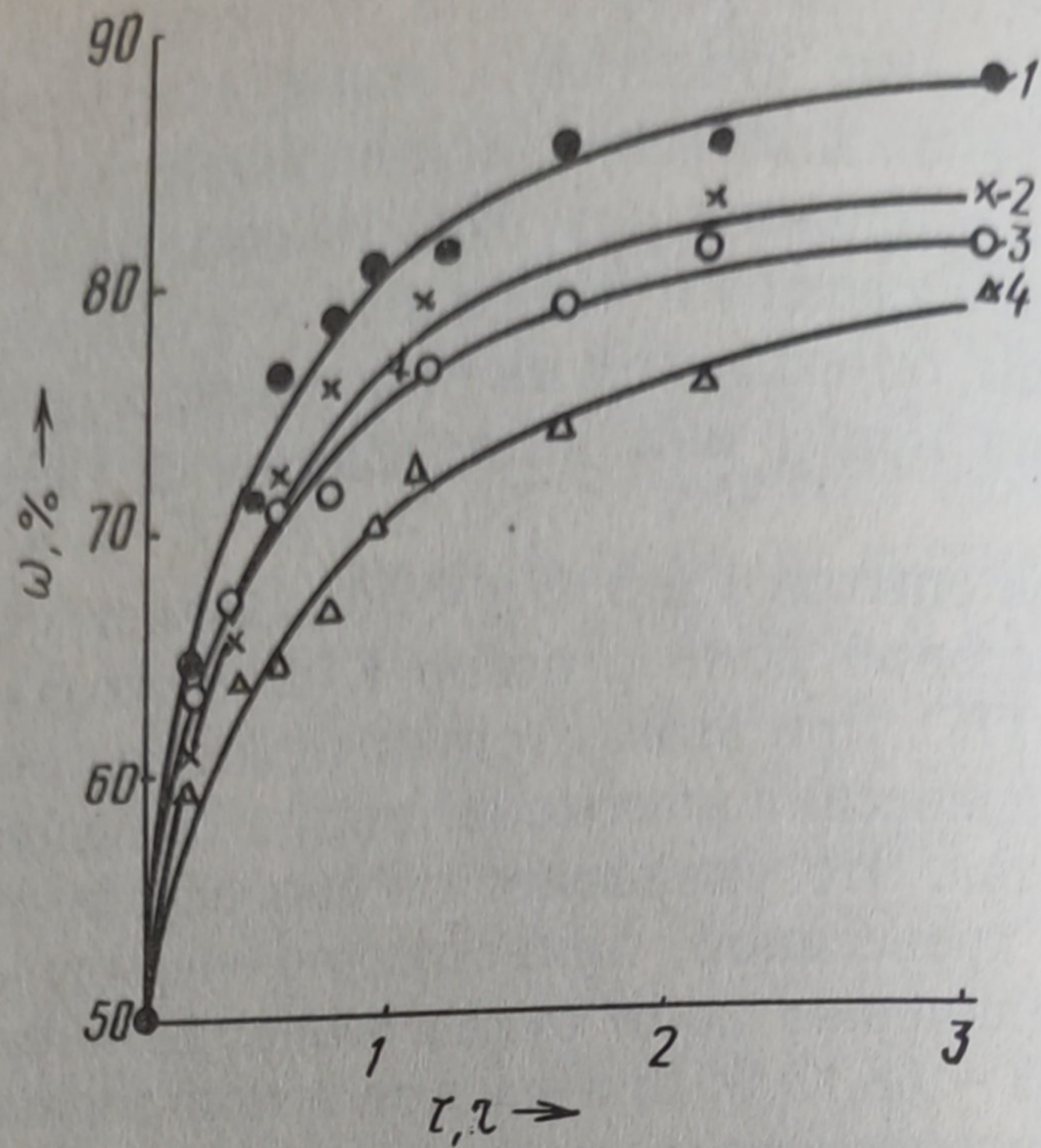


Рис. 1. Зависимость массовой доли сухих веществ от времени нахождения смолы на поверхности древесины и металлической фольги:

1 — ольха; 2 — береза; 3 — сосна; 4 — металлическая фольга

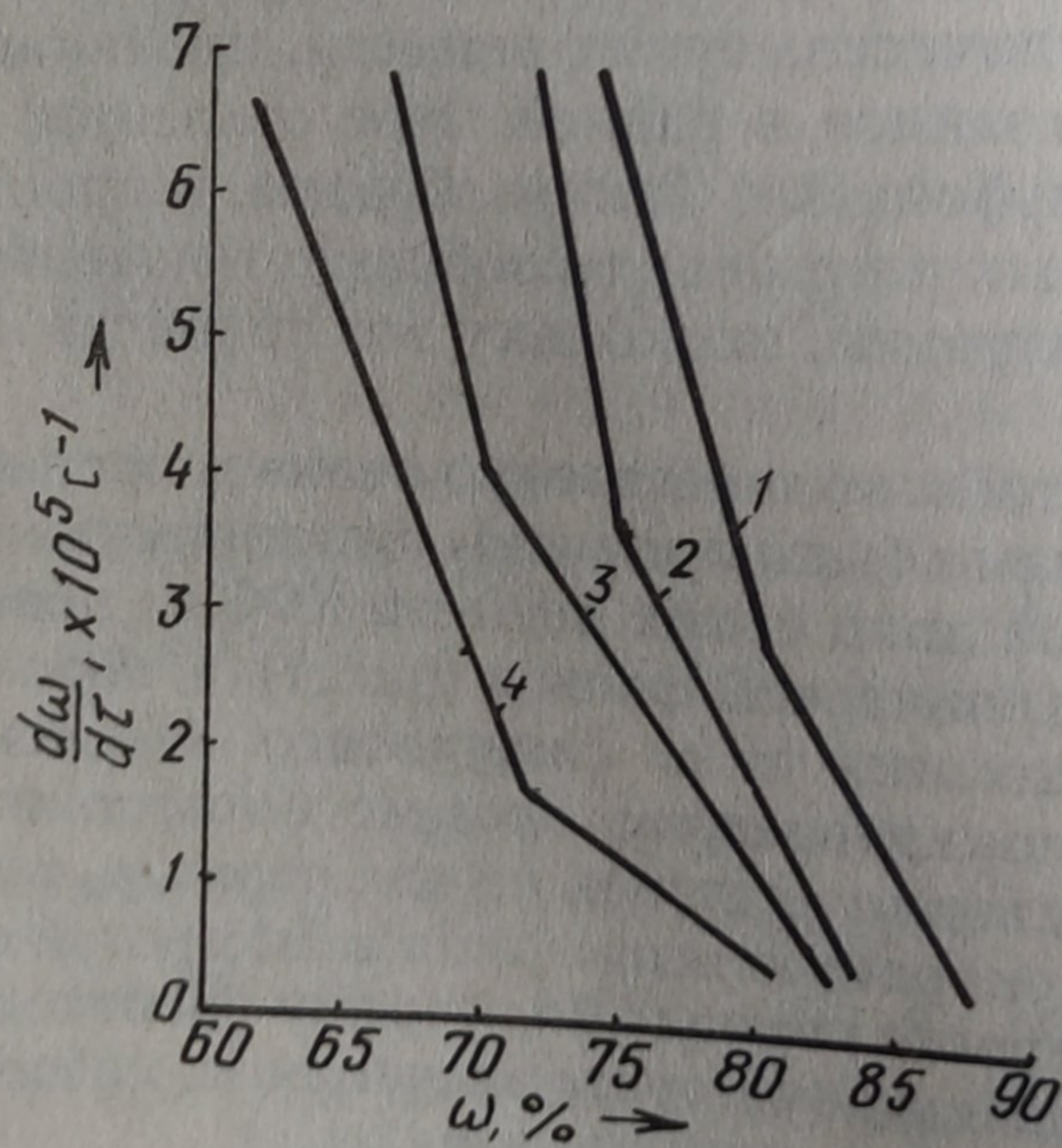


Рис. 2. Зависимость скорости высыхания карбамидоформальдегидной смолы от массовой доли сухих веществ:

1 — ольха; 2 — береза; 3 — сосна; 4 — металлическая фольга

цесса. Константа w_{∞} численно равна длине отрезка, отсекаемого прямой на оси абсцисс, и может быть определена как предельная массовая доля связующего, достигаемая в данных условиях. Константа k характеризует изменение скорости процесса высыхания. Численные значения констант для всех рассматриваемых случаев (табл. 2) получены путем обработки экспериментальных данных на ЭВМ.

Таблица 2

Значения констант процесса высыхания

Порода древесины	Константы процесса высыхания				$w_{кр}, \%$	Время достижения $w_{кр}, \text{мин}$
	1-й период		2-й период			
	$w_{1\infty}, \%$	$k_1, \times 10^{-5} \text{с}^{-1}$	$w_{2\infty}, \%$	$k_2, \times 10^{-5} \text{с}^{-1}$		
Ольха	84,07	0,625	88,14	0,327	79,61	44
Береза	78,83	0,845	82,90	0,431	74,60	37
Сосна	75,17	0,792	82,15	0,343	69,83	30
Фольга	74,81	0,478	83,53	0,129	71,59	63

Анализируя данные, представленные на рис. 2 и в табл. 2, следует отметить, что первый период высыхания характеризуется высокой скоростью процесса, быстро снижающейся с увеличением w связующего. Так, можно рассчитать, что для 69%-ной смолы скорость высыхания на ольховом шпоне составляет $9,42 \cdot 10^{-5} \text{с}^{-1}$, березовом — $8,31 \cdot 10^{-5}$, сосновом — $4,89 \times 10^{-5}$ и на металлической фольге — $2,78 \cdot 10^{-5} \text{с}^{-1}$. Значительно более высокую скорость высыхания связующего на древесине по сравнению с металлической фольгой можно объяснить тем, что возрастание w связующего происходит за счет как испарения влаги, так и впитывания воды древесиной. На металлической фольге может иметь место только первый из этих процессов. В пользу подобного объяснения говорят и данные, приведенные в табл. 1. Чем больше разница между скоростью высыхания связующего на шпоне и фольге, тем больше воды впитывает данная порода древесины. Например, если сосновый шпон через 30 мин после нанесения впитывает только 18,38 % от общей массы воды, то березовый — 21,35, а ольховый — 23,03 %. Масса испарившейся воды при этом остается приблизительно одинаковой (22,06–23,67 %).

Во втором периоде скорость высыхания связующего значительно меньше, чем в первом. Для $w = 80 \%$, например, были получены следующие значения: ольха — $2,66 \cdot 10^{-5} \text{с}^{-1}$, береза — $1,25 \cdot 10^{-5}$, сосна — $0,74 \cdot 10^{-5}$, фольга — $0,25 \cdot 10^{-5} \text{с}^{-1}$. Важно отметить, что константа скорости процесса k уменьшилась во

втором периоде по сравнению с первым: для древесины – в 1,9–2,3 раза, фольги – в 3,7 раза, т. е. более резко. Полученные факты можно объяснить, если допустить, что второй период высыхания начинается с момента образования на поверхности капли сплошной гелеобразной пленки. Препятствуя свободному испарению влаги, она замедляет процесс обезвоживания капли. После этого дальнейшее увеличение w связующего происходит преимущественно за счет впитывания воды древесиной.

В производстве древесностружечных плит желательно, чтобы увеличение массовой доли сухих веществ связующего на поверхности древесной стружки происходило благодаря испарению влаги. В этом случае влажность осмоленной стружки уменьшается, что создает благоприятные условия для протекания процесса прессования. Проникновение же воды из связующего в глубь стружки затрудняет прессование.

Таким образом, технологический процесс должен быть организован так, чтобы время между осмолением и прессованием по возможности соответствовало времени достижения $w_{кр}$ связующего, т. е. составляло 30–44 мин. Отклонение от этого значения в обе стороны негативно скажется на качестве плит [3].

Из опыта работы предприятий, изготавливающих древесностружечные плиты, известно, что разогрев ТЛС до температуры 80–95 °С может значительно снизить их вязкость и сделать тем

Таблица 3

Влияние начальной температуры t_0 ТЛС на способность к впитыванию древесиной

Компоненты ТЛС	Ольха			Береза			Сосна		
	осталось на по- верх- ности	впита- лось в древе- сину	испа- рилось	осталось на по- верх- ности	впита- лось в древе- сину	испа- рилось	осталось на по- верх- ности	впита- лось в древе- сину	испа- рилось
$t_0 = 20\text{ °C}$									
Раствор связующего	73,97	14,28	11,75	74,09	14,45	11,46	73,69	14,38	11,93
Сухие вещества	95,33	4,67	—	92,57	7,43	—	95,34	4,66	—
Вода	49,69	25,21	25,10	53,10	22,43	24,47	49,26	25,17	25,57
$t_0 = 80\text{ °C}$ (для сосны 110 °C)									
Раствор связующего	77,28	14,10	8,62	79,27	13,61	7,12	84,96	12,44	2,60
Сухие вещества	97,51	2,49	—	96,49	3,51	—	98,39	1,61	—
Вода	54,15	27,42	18,43	59,72	25,07	15,21	69,68	24,76	5,56

самым более технологичными [1]. В связи с этим представляло интерес рассмотреть, каким образом температура лигносульфонатов влияет на их поведение на поверхности древесины. Результаты эксперимента (табл. 3) свидетельствуют, что разогретые ТЛС впитываются древесиной в меньшей степени, чем холодные. Вследствие этого увеличивается доля связующего, остающегося на поверхности древесины после 30-минутной выдержки (77,28–84,96 % против 73,69–74,09 %), и, что особенно важно, уменьшается доля впитавшихся сухих веществ (1,61–3,51 % против 4,66–7,43 %).

Таким образом, увеличение массовой доли сухих веществ связующего, нанесенного на поверхность древесины, является следствием испарения воды и ее преимущественного впитывания по сравнению с сухими веществами. Время между осмолением древесной стружки и прессованием целесообразно поддерживать в пределах 30–44 мин. Возрастание исходной массовой доли и температуры связующего уменьшает его впитывание древесиной.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эльберт А. А. Химическая технология древесностружечных плит. — М., 1984. — С. 224.
2. Корчаго И. Г. Влияние продолжительности выдержки осмоленной стружки на качество древесностружечных плит // Механическая обработка древесины: Реф. — 1965. — № 8. — С. 7–9.
3. Анохин А. Е. О подсыхании карбамидного связующего на поверхности стружки при производстве древесностружечных плит // Деревообраб. пром-сть. — 1986. — № 7. — С. 7–8.