

УДК 621.315.619

Л. В. Макатун, Г. М. Горский,
В. Т. Шевчук, М. С. Аникин

**ПРОПИТКА БУМАЖНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ
ЭПОКСИДНО-ФЕНОЛЬНЫМИ СВЯЗУЮЩИМИ
В ПРОИЗВОДСТВЕ ФОЛЬГИРОВАННОГО ГЕТИНАКСА**

Качество пропитанной бумаги (препрега) в значительной мере определяет качество фольгированного гетинакса. Дефекты подклеевого препрега, вызванные недостаточной пропиткой бумаги, лишь ее поверхностной лакировкой, вызывают отслаивание фольги от основания, ее вспучивание [1] и не могут быть исправлены воз-

действием температуры и давления на последующей технологической стадии — прессовании.

Целью работы явились исследование влияния состава эпоксиодно-фенольного связующего, его концентрации и вязкости на пропитываемость, насыщаемость бумаги лаком (нанос) и продолжительность пропитки бумаги в производстве фольгированного гетинакса и выбор параметров пропитки бумаги для обеспечения требуемого уровня качества подклеиваемого препрега.

Для исследования были отобраны четыре вида электроизоляционной пропиточной бумаги — отечественного (ЭИП-66А, ЭИП-66Б, ЭИПВ-80А) и финского производства, в качестве связующего — эпоксиодно-фенольные лаки, полученные на базе трех партий (I, II, III) смолы ЭД-16.

Смолу ЭД-16 анализировали методом жидкостной хроматографии с целью определения молекулярно-массового распределения. Вычисленные среднечисленная, среднемассовая молекулярные массы (СЧММ, СМММ) и массовая доля олигомера приводятся в табл. 1. Полу-

Таблица 1

Характеристики смолы ЭД-16 различных партий

Показатель	Смола ЭД-16 разных партий		
	I	II	III
СЧММ	463	495	486
СМММ	581	638	627
Массовая доля олигомера, %	44,88	39,69	39,39

ченные данные свидетельствуют о заметном отличии СМММ и СЧММ смолы ЭД-16 партии I от смолы партий II и III: первая уступает последним по наличию высокомолекулярной фракции (больше олигомера) и величине макромолекул (меньше СМММ). Различия в фракционном составе смол, естественно, сказываются на вязкости лака на их основе и, следовательно, проникновении связующего в бумагу, т. е. на ее пропитываемости и наносе [2].

Пропитываемость определяли по времени полного

проникновения связующего через толщу бумаги с сеточной стороны на лицевую. В испытываемых бумагах использовались различные совмещенные эпоксино-фенольные связующие, массовая доля ω которых изменялась в пределах 60—75 % и вязкость которых соответственно различна. В табл. 2 данные о пропитываемости бумаги представлены в виде дроби: в числителе — среднеарифметическое значение для 10 образцов, характеризующее общую пропитываемость бумаги данным связующим, в знаменателе — минимальное и максимальное значения, отражающие неравномерность пропитывания бумажного полотна по ширине.

Из табл. 2 следует, что лаки ЭИФ-4, изготовленные на основе ЭД-16 разных партий, с одинаковой долей смолы различаются, как и следовало ожидать, вязкостью. Так, лак ЭИФ-4 (I), изготовленный на основе ЭД-16 партии I, с большим содержанием олигомера и малой степенью полимеризации полимера имеет и более низкую вязкость.

Испытывавшиеся бумаги различаются по впитывающей способности в среднем на 7—17 мм (капиллярная впитываемость), причем лучшая впитываемость по воде характеризует бумагу марки ЭИПВ-80А.

Анализ пропитываемости бумаг свидетельствует о том, что этот показатель зависит от впитываемости бумаги, состава и вязкости лака. Пропитываемость возрастает с увеличением впитываемости бумаги. Исключением является бумага финского производства: по впитываемости по воде она в среднем примерно на 7 мм уступает бумаге ЭИПВ-80А, но пропитывается различными лаками в некоторых случаях не хуже ее. Например, при пропитке лаком ЭИФ-4 (I), изготовленным на основе относительно более низкомолекулярных смол, финская бумага лучше пропитывается, чем ЭИПВ-80А, тогда как при пропитке лаками ЭИФ-4 (II) и ЭИФ-4 (III), полученными с использованием высокомолекулярных смол, она уступает бумаге ЭИПВ-80А и тем в большей степени, чем выше доля высокомолекулярной фракции и вязкость лака. Это, по-видимому, можно объяснить следующим. Бумага ЭИПВ-80А, содержащая около 20 % полиэфирных волокон, обладает более крупнопористой структурой, чем финская целлюлозная бумага, поэтому пропитываемость ее лаками на основе смол с большей молекулярной массой осуществляется быстрее и равномернее. Сни-

Пропитываемость бумаги лаком ЭИФ-4, изготовленным на базе смолы ЭД-16 трех партий

Капиллярная впитываемость по Клемму (5 мин)		Массовая доля, %, и вязкость, с, ЭИФ-4									
длина машинного направления, мм	перпендикулярно машинному направлению, мм	I			II			III			
		75%, 63 с	65%, 37 с	60%, 26,5 с	75%, 81 с	65%, 55,5 с	60%, 31 с	75%, 84 с	65%, 46 с	60%, 28 с	
ЭИПВ-80А											
51,5	37,0	44,3	29	10,3	6,7	33	16,6	9,4	48,7	16,5	13,5
		24,6—35,2	10—12	5,8—7,2	29—43	16—19	8,4—11,8	38—70	15—21,5	10—18	
ЭИП-66А											
31,0	23,5	27,3	65,9	28,9	12,8	67	38,4	21,5	94,3	41,4	18,8
		30—83	22—37	10,5—14,0	60—75	32—43	17—22	87—145	36—51	16,8—25	
ЭИП-66Б											
35,0	26,0	30,5	44,8	17,21	9,2	55,3	21,5	16,8	72,4	26	17,9
		34,5—57,0	15,5—18,2	7,0—11,2	31—69	12,5—20	12,5—20	56—95	16,2—36	16—23	
Финская бумага											
40,0	34,5	37,5	25,7	8,8	6,2	38,5	15,04	9,3	56,4	16,8	9,7
		22—31	7—10	5,2—7,0	28—55	13,0—19,5	8,0—11,2	43—90	13—21	8,2—12	

жение доли лака и соответственно вязкости уменьшает разницу в пропитываемости между обеими рассматриваемыми бумагами. Худшими показателями пропитываемости и равномерностью пропитки отличаются бумаги ЭИП-66А и ЭИП-66Б, причем ЭИП-66А, имея самую низ-

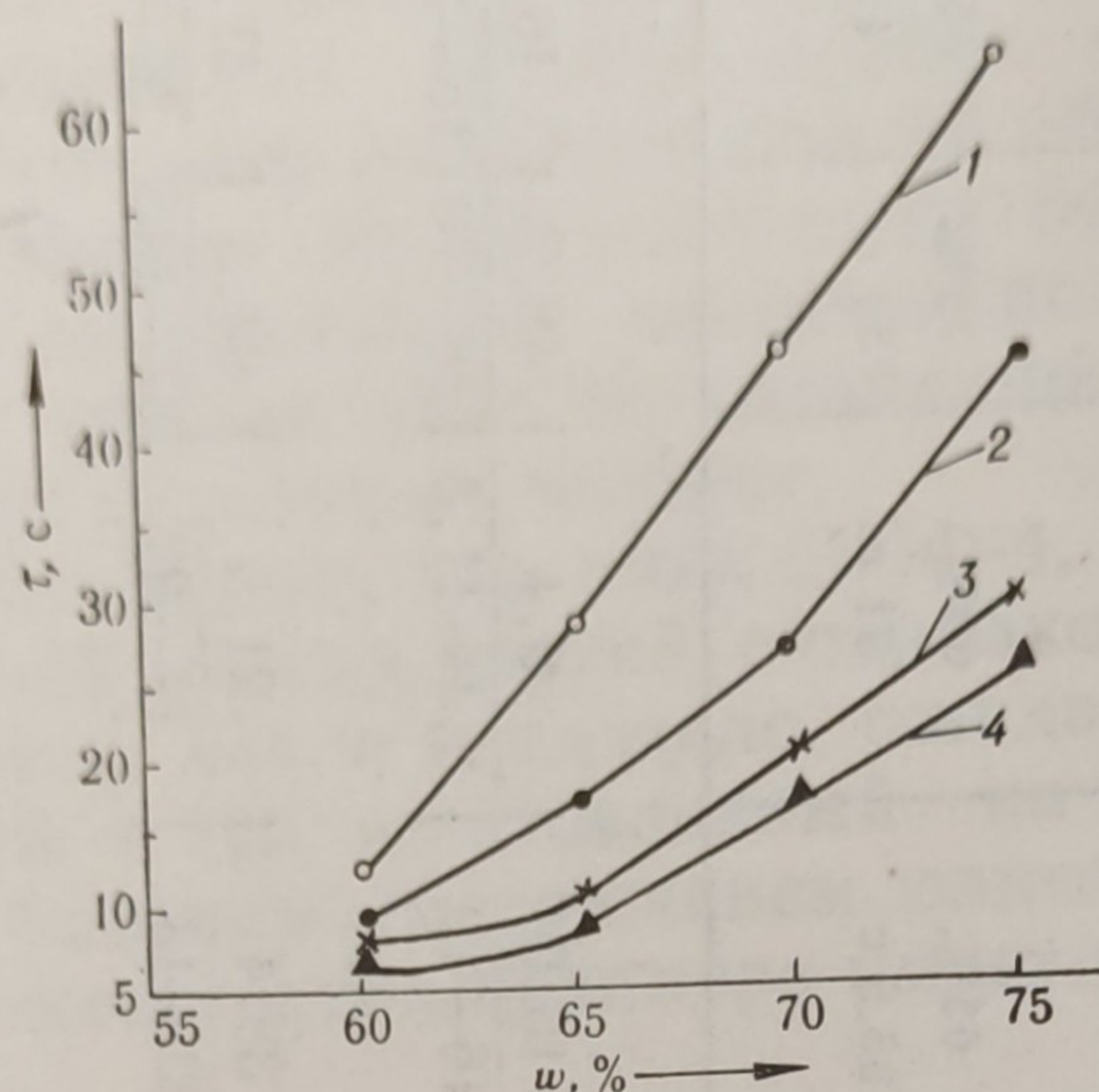


Рис. 1. Зависимость пропитываемости бумаги от массовой доли смолы в лаке ЭИФ-4 (III): 1 — ЭИП-66А; 2 — ЭИП-66Б; 3 — ЭИПВ-80А; 4 — финская

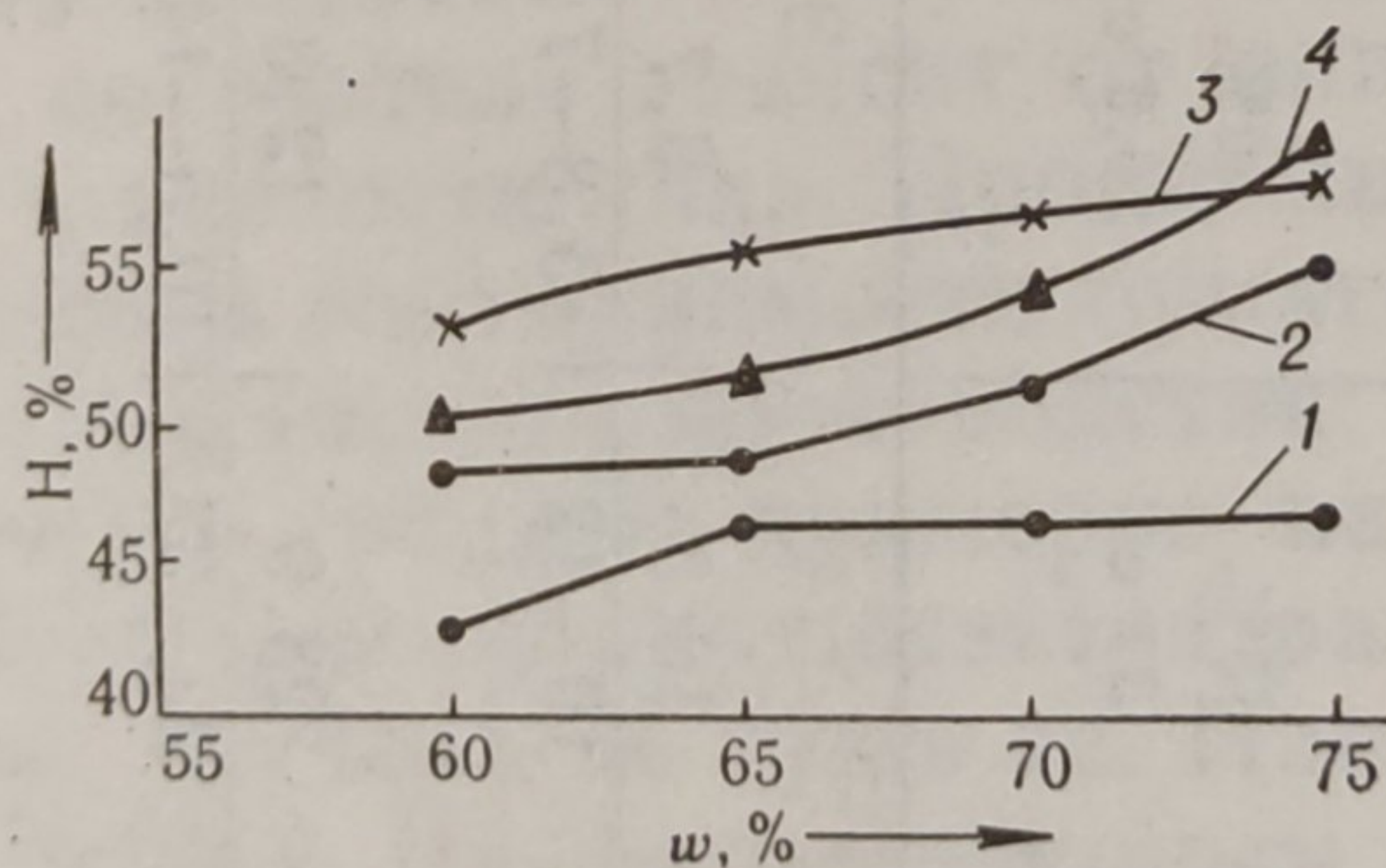


Рис. 2. Зависимость наноса смолы от ее массовой доли в лаке ЭИФ-4 (III) для бумаги разных марок:

1 — ЭИП-66А; 2 — ЭИП-66Б; 3 — ЭИПВ-80А; 4 — финская

кую впитываемость, пропитывается примерно в 1,5 раза хуже бумаги ЭИП-66Б и в 2 раза хуже лавсаносодержащей и финской бумаги.

Влияние доли и вязкости связующего на пропитываемость, нанос и продолжительность пропитки бумаги различных марок изучали, используя лак ЭИФ-4 (II) (рис. 1—3).

Как видно из рис. 1, с увеличением доли ω смолы и, следовательно, вязкости лака возрастает время проникновения его τ , причем в большей степени для бумаг с низкой впитываемостью. По мере увеличения впитываемости снижается и время проникновения связующего, которое, как известно [3], возрастает с увеличением доли смолы. Финской бумаге свойствен несколько лучший показатель пропитываемости при низкой доле смолы. По мере увеличения этой доли возрастает пропитываемость бумаги ЭИПВ-80А.

Нанос смолы N при продолжительности пропитки 30 с увеличивается с ростом доли смолы, достигая требуемого значения (50—55 %) при содержании смолы в лаке 60—65 % для бумаги ЭИПВ-80А (см. рис. 2, кривая 4) и финской (кривая 3). Причем с увеличением доли

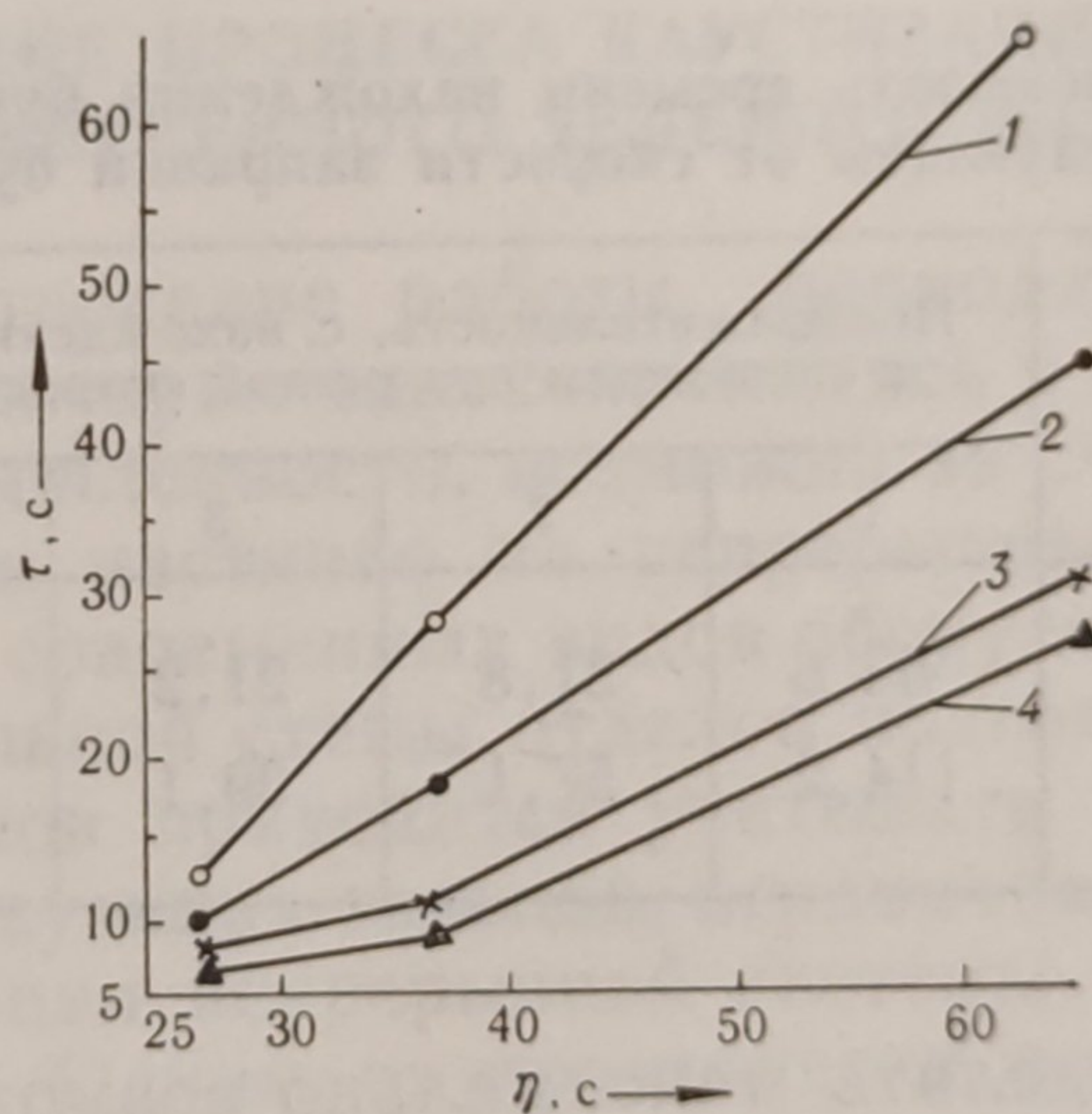


Рис. 3. Зависимость продолжительности пропитки бумаги от вязкости лака ЭИФ-4 (III) для бумаги разных марок:

1 — ЭИП-66А; 2 — ЭИП-66Б; 3 — ЭИПВ-80А; 4 — финская

смолы до 75 % нанос для лавсаносодержащей бумаги несколько превышает этот показатель для финской. Для бумаги ЭИП-66Б требуемый нанос можно получить при доле смолы не менее 70—75 %, тогда как для бумаги ЭИП-66А за принятое время пропитки необходимый нанос не достигим.

Изменение продолжительности пропитки τ в зависимости от вязкости η лака (см. рис. 3) аналогично изменению пропитываемости бумаги (см. рис. 1).

В результате обработки экспериментальных данных по программе регрессионного анализа на ЭВМ ЕС-1022 установлено, что лучший эффект пропитки достигается при доле смолы в лаке ЭИФ-4 64—68 %, время пропитки для подклеевого листа не превышает 15 с, а насыщаемость бумаги лаком не ниже 54 %.

При пропитке подклеевого листа на пропиточной машине можно применять два способа заправки бумаги в пропиточном узле — «длинный» и «короткий». Время нахождения бумаги в связующем зависит от способа заправки, скорости пропитки и уровня лака в ванне пропиточной машины [4].

Сопоставление результатов, приведенных в табл. 3,

Таблица 3

Зависимость времени нахождения бумаги в связующем от скорости заправки бумаги

Способ заправки бумаги	Продолжительность, с, нахождения бумаги ЭИПВ-80А в связующем при разной скорости пропитки, м/мин				
	1	2	3	4	5
«Короткий»	63,6	31,8	21,2	15,9	12,7
«Длинный»	114,2	57,1	39,1	28,5	22,8

позволяет определить максимально возможную скорость для полной пропитки бумаги лаком ЭИФ-4. Для лака ЭИФ-4 (III) с долей смолы в нем 68 % при «короткой» заправке для бумаги ЭИП-66Б она должна быть не более 2 м/мин. С целью увеличения скорости следует снижать концентрацию и вязкость лака или применять «длинную» заправку.

Уменьшение уровня лака в ванне пропиточной машины вызывает уменьшение продолжительности пребывания бумаги в связующем. Для обеспечения полного пропитывания бумаги необходимо для каждой марки применяемой бумаги и вида лака по разработанной методике определять пропитываемость, а затем по времени проникновения связующего с помощью табл. 3 — допустимую скорость пропитки. В соответствии со скоростью пропитки подбирается и режим сушки препрега.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плоткин Л. Г. Технология и оборудование пропитки бумаги полимерами.— М., 1975.— 258 с.
2. Макадун Л. В., Горский Г. М., Дербинский И. А. Композиционные слоистые пластики электротехнического назначения // Композиционные полимерные материалы и их применение в народном хозяйстве: Тез. докл. II Всесоюз. науч.-техн. конф.— Ташкент, 1983.— С. 89—90.
3. Сум Б. Д., Горюнов Ю. В. Физико-химические основы смачивания и растекания.— М., 1976.— 252 с.
4. Шалун Г. Б., Сурженко Е. М. Слоистые пластики.— Л., 1978.— 232 с.