

**Исследование и разработка технологии производства
атмосферо- и водостойкой фанеры с использованием клеев
на основе меламиновых смол.**

ООО «ЦНИИФ»
Заведующий отделом
связующих материалов и
отделки фанеры, к.т.н., с.н.с.
Кондратьев В.П.

Рынок клееной фанеры может быть охарактеризован как насыщенный рынок. Производство фанеры растет с умеренными темпами, близкими к темпам роста мировой экономики.

За период с 1990 по 2006 г. производство клееной фанеры росло со средним темпом прироста в 2,74% в год и выросло более чем на 45%. Прирост объемов выпуска перемежается кратковременными спадами, вызванными изменениями конъюнктуры рынка и изменениями законодательства стран-производителей.

В таблице 1 приведены данные по производству, экспорту и импорту фанеры по 10 странам мира за 2006 г.

Таблица 1. Производство, экспорт и импорт фанеры по 10 странам мира за 2006 г.

№ п/п	Наименование страны	Объем производства фанеры, м ³		Объем фанеры импортируемой, м ³
		Всего	В том числе экспорт	
1.	Китай	21797000	4614901	1829877
2.	Соединенный Штаты Америки	14537010	503000	6181000
3.	Малайзия	4977000	4349000	23000
4.	Индонезия	4514000	4004600	10093
5.	Япония	3149000	9000	5122000
6.	Бразилия	2900000	2500000	2000
7.	Россия	2551000	1538000	42000
8.	Канада	2323000	1078000	329758
9.	Индия	1936000	50000	10000
10.	Финляндия	1305000	1173052	96024

В России выпуск фанеры стабильно растет на протяжении последних 10 лет после значительного спада объемов производства в 1991-1995 гг., вызванного политическими и экономическими изменениями ситуации в России. С 1996 г. по 2006 г., выпуск фанеры в России вырос в 2,49 раза, среднегодовой темп прироста выпуска составил 8,7% (табл. 2).

Рост производства в России в большей мере определяется ростом экспорта, чем ростом внутреннего потребления. По нашим расчетам, 62% прироста производства фанеры в России с 1996 по 2006 объясняется ростом экспорта, и лишь 38% - внутренним потреблением.

Таблица 2. Динамика производства и экспорта фанеры в России

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Производство, тыс. м ³	972	943	1102	1324	1484	1590	1821	1978	2233	2551
Экспорт, тыс. м ³	614	632	740	916	977	1020	1139	1313	1438	1714
Темп роста производства	103,5	97,0	116,8	120,2	112,1	107,1	114,6	108,6	112,9	114,2
Темп роста экспорта	91,5	102,9	117,1	123,8	106,7	104,4	111,7	115,2	109,5	119,2
Доля РФ в мировом объеме производства, %	1,85	1,7	2,2	2,45	2,55	2,91	3,06	2,89	3,3	

Несмотря на рост, доля России в мировом объеме производства начала увеличиваться только с 1998 г. в 1997 г. в РФ было произведено только 1,7% мирового производства, в 2006 г. эта доля составила уже 3,5%, то есть увеличилась более чем на 100% (табл. 2).

Однако, благоприятные для России тенденции на внешнем рынке фанеры могут вскоре исчерпать себя, по крайней мере, для большей части производителей. Россия экспортирует в основном необлагороженную фанеру без специальных свойств, имеющую низкую долю добавленной стоимости в цене. Кроме того, в экспорте доминирует продукция устаревшего формата

1525x1525 мм («квадрат»), которую неудобно или невозможно применять во многих видах строительных работ. На него приходится 62% совокупного объема производства в 2006 г.

Производство фанеры формата 1525x3050 мм растет наиболее быстрыми темпами. С 2004 г. по 2006 г. объем производства увеличился на 33% или 26700 м³. увеличение производства в 2006 г. составило уже 40%. Объемы производства были увеличены всеми российскими производителями. С учетом наибольших объемов производства фанеры данного формата и большим потенциалом спроса на нее со стороны строительных организаций в России и за рубежом, мы ожидаем роста производства с не меньшими темпами по крайней мере в течение ближайших трех лет. Наши предположения подтверждаются и данными по предположительному вводу новых мощностей.

В ближайшие три года ожидается ввод мощностей по крайней мере на 100 тыс. м³ фанеры данного формата в год. Интерес к фанере 1525x3050 мм обусловлен экономическим ростом в США, являющихся основным рынком сбыта для данной фанеры.

В настоящее время выделяют всего две марки фанеры общего назначения в соответствии с уровнем водостойкости: ФК и ФСФ.

Фактически классификация по маркам соответствует принятой в мировой практике классификации продукта по возможности/невозможности использования продукта для наружных элементов конструкций и оформления. Фанера ФК может использоваться без ограничений в производстве мебели и использоваться как конструкционный материал в условиях менее агрессивной внешней среды.

На фанеру марки ФК приходится 69% российского производства фанеры общего назначения. Фанера марки ФК в России всегда производится форматом 1525x1525 мм.

Очевидно, что 41% российского производства фанеры общего назначения составляет фанера ФСФ. В основном это большеформатная фанера, которая производится практически только на основе клеев повышенной водо-

стойкости (табл. 3). Фанера ФСФ используется как конструкционный материал в условиях более агрессивной внешней среды, в производстве опалубки и в производстве автофургонов и контейнеров.

Таблица 3.

Объемы производства фанеры в РФ по форматам и маркам (2006)

Марка	Формат 1525x1525 мм (и меньше)	Формат 1830x1525 мм	Формат 2440x1220 мм	Формат 1525x3050 мм	Всего
ФК	1531939	82900	0	0	1614839
ФСФ	46000	0	738416	151500	935916
Всего	1577939	82900	738416	151500	2550755

Для производства фанеры марки ФСФ применяются фенолоформальдегидные смолы. Однако фенолоформальдегидные смолы токсичны и их производство является экологически опасным. При их производстве также складывается трудная ситуация и с токсичными газовыми выбросами.

Суммарное количество токсичных газовых выбросов из хранилищ сырья, емкостей аппаратов, мерников и другого технологического оборудования составляет 700-1000 м³/час. Содержание вредных веществ в газовых выбросах, в частности по фенолу, во много раз превышает нормы ПДК (табл. 4). Поэтому производство фенольных смол является экологически опасным, что привело уже к прекращению выпуска их на ряде деревообрабатывающих предприятий.

Фанера на основе меламиноформальдегидных смол и клеев в России в больших объемах пока не производится. В 2005 г. компания UPG (Жешартский фанерный комбинат) начала осваивать производство фанеры на основе меламиновых смол. Однако объем производства фанеры на меламиновых смолах остается очень незначительным.

Таблица 4. Характеристика газовых выбросов производства фенолоформальдегидных смол

Наименование сброса	Удельная норма выброса на единицу готовой продукции, кг/т	Количество образования выбросов по видам, кг/сутки	Периодичность выбросов
1. Реакторное отделение, вентиляторы			
- фенол	0,0055	0,033	постоянно
- формальдегид	0,006	0,036	постоянно
2. Воздушники емкостей формалина			
- формальдегид	0,111	0,668	постоянно
3. Расходная емкость фенолов и мерники фенолов			
- фенол	0,377	2,263	постоянно
4. Емкость фенолов			
- фенол	0,202	1,214	постоянно
5. Дыхательные клапаны			
- фенол	0,171	1,024	постоянно
6. Вентиляционный зонд над раковиной			
- фенол	0,001	0,0064	постоянно
- формальдегид	0,0008	0,0048	постоянно
7. Весовые мерники формалина, воздушники			
- формальдегид	0,069	0,414	постоянно

В настоящее время проблема разработки и освоения меламиновых смол и клеев для производства клееных материалов из древесины является наиболее актуальной и имеющей большое практическое значение для лесопромышленного комплекса России. Учитывая, что в настоящее время происходит внедрение высокопроизводительных процессов склеивания древесины перед отраслью возникают большие и сложные задачи, связанные с созданием меламиновых клеев, обеспечивающих экологическую чистоту клееной древесной продукции и самое главное повышение водостойкости и атмосферостойкости клееной древесной продукции.

Экологически чистая и атмосферостойкая фанера на меламиновых клеях является основной частью экспорта в США и страны Евросоюза.

В настоящее время при поставке фанеры в США и на Европейский рынок резко снижается спрос на отечественную водостойкую фанеру на основе фенолоформальдегидных смол и клеев. Одновременно с этим значительно повышается спрос на водостойкую низкотоксичную фанеру на основе меламиноформальдегидных клеев, которая в отличие от фанеры марки ФСФ является не только экологически безопасной, но и более атмосферостойкой продукцией.

По имеющимся прогнозам в ближайшие 1-2 года потребность в нетоксичной атмосферостойкой фанере на основе меламиноформальдегидных клеев резко увеличивается и особенно для поставки ее в США.

В ООО «ЦНИИФ» проведен комплекс поисковых работ по изучению стабильности при хранении растворов меламиноформальдегидных смол.

Меламиноформальдегидные смолы (МФС) являются одним из известных синтетических продуктов, которые находят широкое применение в качестве основы для производства клеев, связующих, ламинатов, ДСтП, лаков и эмалей. В настоящее время наблюдается рост производства древесностружечных плит и отделочных бумажно-смоляных пленок повышенного качества для производства, которых используют стабильные при хранении меламиновые смолы.

Реакция меламина с формальдегидом подчиняется закономерностям общего кислотно-основного катализа, причем величина рН не только определяет скорость реакции, но и структуру образующей смолы.

Механизм стабильности при хранении растворов меламиновых смол является комплексным и включает различные процессы которые, возможно, происходят одновременно в растворе смолы с определенной степенью конденсации. Стабильные при хранении меламиновые смолы можно получить только при строго определенных условиях. Полученные смолы в процессе хранения при температуре 20-25⁰С из прозрачных жидкостей превращаются

в мутные гели, а затем в твердоподобное состояние. При нагревании таких гелей и масс меламинаовые смолы становятся вновь прозрачными жидкостями.

Явление нестабильности растворов меламинаовых смол при хранении и ее взаимосвязь с условиями синтеза смол и их строением исследовано в работах различных зарубежных специалистов. В результате установлено, что нестабильность меламинаовых смол вызвана процессом физического гелирования за счет водородных связей, образование агрегатов меламинаовых смол происходит сразу же после охлаждения смолы от температуры синтеза до комнатной и продолжается в течение определенного периода времени. Процесс отверждения меламинаовых смол – продолжение химических реакций их синтеза.

Изученные закономерности позволили разработать технологию производства стабильных низкотоксичных меламинаоформальдегидных смол и клеев на их основе. Основные показатели данных смол приведены в таблице 5.

Таблица 5. Основные свойства меламинаоформальдегидной смолы

Наименование показателей	Величина показателя
1. Внешний вид	Бесцветная однородная прозрачная жидкость
2. Коэффициент рефракции	1,484-1,487
3. Содержание сухого остатка, %	60,0-66,0
4. Вязкость условная по вискозиметру ВЗ-246 после изготовления, с	40-90
5. Время желатинизации при 100 ⁰ С с 1% NH ₄ Cl, с	45-70
6. Содержание свободного формальдегида, %, не более	0,3
7. Жизнеспособность, сутки	90

Проведенными поисковыми исследованиями установлено, что фанера на основе меламинаовых клеев обладает высокими физико-механическими показателями как после вымачивания так и после кипячения в течение 3-х и 6-ти часов и является атмосферостойкой.

Меламинаоформальдегидные смолы могут выпускаться на обычном, установленном в цехе смол оборудовании, а меламинаовые клеи в обычных смесителях, имеющих на фанерных заводах. Таким образом синтез мела-

миновых смол и приготовление клеев на их основе не требует дополнительного оборудования и не требует дополнительных капитальных затрат.

Освоение производства меламина смол обусловит:

- исключение из технологического процесса изготовления водостойких смол высокотоксичного компонента – фенола и, как следствие, ликвидацию на деревообрабатывающих предприятиях участков по его приемке и хранению в подогретом (до температуры 42-50⁰С) состоянии;

- улучшение экологических показателей окружающей среды из-за отсутствия высокотоксичных газовых выбросов в атмосферу, а также сточных вод;

- меламина по величине показателя токсичности (степени вредного воздействия на организм человека) на порядок менее токсичен фенола.

Разработка и освоение технологии производства меламина смол и клеев позволит предприятиям лесопромышленного комплекса:

- получить экологически безопасную древесную клееную продукцию повышенной водо- и атмосферостойкости для использования в строительстве, в частности, в домостроении, на транспорте и в производстве мебели.

Склеивание березового шпона толщиной 1,5 мм опытной меламинаформальдегидной смолой проводили по двум технологическим схемам:

- склеивание по несколько листов в рабочем промежутке пресса при постоянном рабочем давлении в период термообработки;

- склеивание по одному листу в одном промежутке пресса при постоянном рабочем давлении в период термообработки.

При этом установлено, что склеивать фанеру толщиной более 8 мм целесообразно по одному листу в одном промежутке пресса, а при толщине менее 8 мм – по несколько листов в одном промежутке.

Для склеивания березового шпона применяли следующие состав клея:

меламинаформальдегидная смола – 100 м.ч.

хлористый аммоний – 1 м.ч.

Физико-механические показатели фанеры приведены в таблице 5.

Из приведенных данных можно сделать вывод о том, что продолжительность склеивания фанеры толщиной 4 мм в течение 8-9 минут, 12 мм – 7-8 минут и 18 мм – в течение 13-15 минут обеспечивает высокие физико-механические показатели фанеры как после вымачивания, так и после кипячения в течение 3 и 6 часов.

Нами были изготовлены опытные партии меламиновых смол и фанеры на их основе меламина 3-х различных ведущих производителей. Свойства полученных смол и прочностные показатели фанеры приведены в таблице 7.

Из приведенных данных видно, что полученные смолы по своим показателям практически идентичны. Исследуя прочностные показатели фанеры видно, что на меламиновых смолах из меламина ведущих мировых производителей, получается фанера с высокими физико-механическими свойствами.

Таблица 6

Толщина фанеры, мм	Предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры, МПа, после				Статический изгиб, МПа мин. – макс. ср.
	вымачивание в течение		кипячение в течение		
	24 ч мин. – макс. ср.	48 ч мин. – макс. ср.	3 ч мин. – макс. ср.	6 ч мин. – макс. ср.	
4	<u>1,9-2,5</u> 2,1	-	<u>1,6-2,6</u> 2,1	<u>1,5-1,8</u> 1,6	-
4	<u>2,2-2,6</u> 2,4	-	<u>2,0-2,4</u> 2,2	<u>1,8-2,3</u> 1,8	-
4	-	-	<u>1,7-2,0</u> 1,9	<u>1,6-1,9</u> 1,6	-
12	<u>1,7-2,0</u> 1,8	-	<u>1,4-1,7</u> 1,5	<u>1,7-1,9</u> 1,6	<u>100-112</u> 103
12	<u>2,2-2,3</u> 2,2	-	<u>1,7-2,1</u> 1,9	<u>2,3-2,9</u> 2,7	<u>90-102</u> 96
12	<u>2,1-2,3</u> 2,2	-	<u>1,7-2,0</u> 1,8	<u>1,6-1,8</u> 1,5	<u>101-104</u> 108
12	<u>2,6-2,9</u> 2,8	-	<u>1,6-2,0</u> 1,9	<u>1,6-2,3</u> 2,1	<u>99-106</u> 103

Таблица 7. Свойства смол и прочностные показатели фанеры.

Показатели смолы	Производители меламина		
	Образец 1	Образец 2	Образец 3
Внешний вид	Бесцветная однородная прозрачная жидкость		
Массовая доля сухого остатка, %	62,1	62,0	61,8
Вязкость условная по вискозиметру ВЗ-246 после изготовления, с	80,0	76,0	85,0
Время желатинизации при 100 ⁰ С с 1% NH ₄ Cl, с	58,0	61,0	70,0
Содержание свободного формальдегида, %	0,18	0,19	0,25
Прочностные показатели фанеры			

Толщина фанеры, мм	Предел прочности при скалывании по клеевому слою фанеры, после кипячения в воде в течение 1 ч, МПа		
4 мм	$\frac{2,3 - 3,0}{2,8}$	$\frac{2,0 - 2,8}{2,6}$	$\frac{2,1 - 2,6}{2,5}$
4 мм	$\frac{2,1 - 2,9}{2,7}$	$\frac{2,4 - 2,9}{2,8}$	$\frac{2,4 - 3,0}{2,6}$
4 мм	$\frac{2,4 - 2,9}{2,6}$	$\frac{2,3 - 2,9}{2,7}$	$\frac{2,5 - 3,0}{2,7}$