



© АО "ВНИИДРЕВ"

Вестник ВНИИДРЕВ

Выпуск 6 (23) за 2016 год

Уважаемые коллеги!

«Вестник ВНИИДРЕВ» предлагает Вашему вниманию материалы 19-ой научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития производства древесных плит», прошедшей 16-17 марта в г. Обнинске

Обращаем Ваше внимание на то, что копирование содержимого материалов запрещено согласно условиям охраны авторских прав. Приобрести напечатанный полный сборник докладов Вы можете в АО «ВНИИДРЕВ» (г Балабаново).

e-mail: vniidrev@mail.ru

Содержание

Стр.

1. *Н.М. Романов.* Успехи химии аминокормальдегидных смол.....2
2. *Д.А. Богачев* Перспективы применения восковых нанодисперсий для гидрофобизации древесных материалов.....12
3. Содержание сборника докладов конференции15

Успехи химии аминформальдегидных смол

Н.М. Романов - ООО «ТД «ТРАССИНТЕЗ»

В Российской Федерации динамично развивается производство древесных плит: древесностружечных, древесноволокнистых, плит из крупноразмерной ориентированной стружки, фанеры и отделочных бумажно-смоляных пленок повышенного качества. Все эти материалы базируются на использовании терморезактивных смол: карбамидо-, меламино- и карбамидомеламиноформальдегидных, которые принято называть аминформальдегидными или сокращенно аминсмолами. Процесс образования аминсмолов изучается в течение многих лет и к настоящему времени достигнуты значительные успехи в химии аминсмолов. Установлены закономерности образования смол, состояние в водных растворах, изучены процессы отверждения, термо- и гидродеструкции смол, а также связанные с ними вопросы токсичности материалов на их основе. Функциональный состав карбамидоформальдегидных смол (КФ – смол) однозначно установлен с помощью спектроскопии ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Также охарактеризован состав меламиноформальдегидных смол (МФ – смол), однако, в случае меламинокарбамидоформальдегидных смол (МКФ – смол), ЯМР – спектроскопия не дает такого однозначного результата, в связи с низкой растворимостью МКФ - смол в диметилсульфоксиде – растворителе, используемом при анализе смол.

Для контроля синтеза аминсмолов на основе ИК-спектроскопии разработан метод, позволяющий отслеживать реакцию карбамида с формальдегидом в режиме реального времени, рисунок 1. Метод дает возможность точно отследить как нежелательное направление реакции, так и установить насколько быстро проходит реакция от одной стадии к другой. На рисунке 1 представлен стандартный путь известного процесса синтеза смолы, черные точки. Ошибки в проведении процесса приводят к некорректному пути, красные треугольники. Оперативное вмешательство и коррекция процесса синтеза смолы – голубые точки.

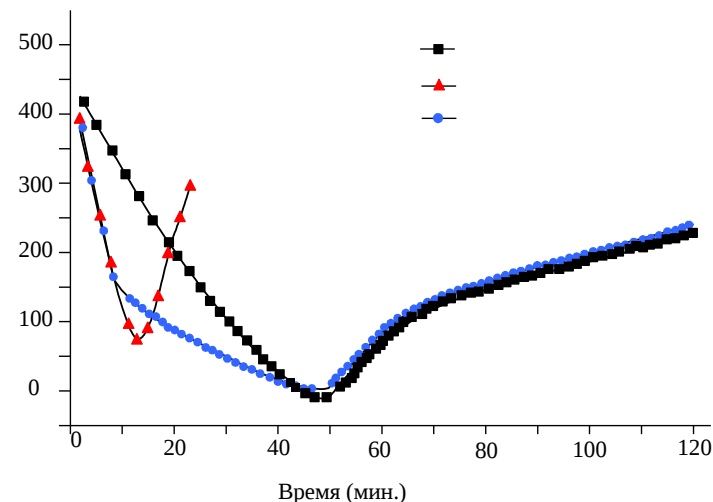


Рисунок 1. Отслеживание процесса синтеза смолы. Отклонение от стандартного пути может быть обнаружено и скорректировано. (Пояснения в тексте). По оси ординат – развитие реакции.

Очень эффективным, для исследования аминсмолов, оказался метод гелепроникающей хроматографии (ГПХ). На рисунке 2, показана типичная ГПХ КФ-смолы.

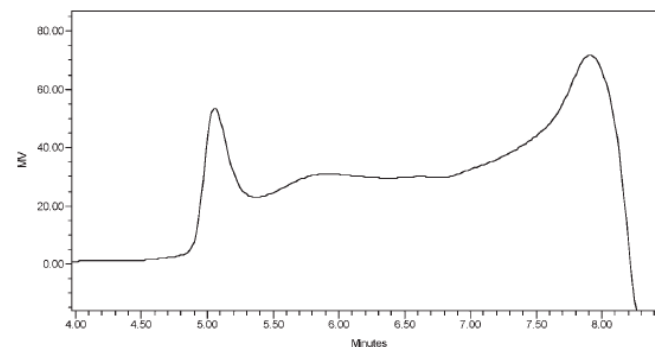


Рисунок 2. ГПХ хроматограмма типичной КФ – смолы

КФ – смола содержит молекулы различной молекулярной массы, четко просматривается две группы компонентов смолы, относительно низкомолекулярных (7,5 — 8,0 мин) и высокомолекулярных (5,0 — 5,5 мин). Это идеальная ситуация, поскольку высокомолекулярные компоненты смолы обеспечивают высокие значения предела прочности при растяжении, тогда как низкомолекулярные компоненты обеспечивают высокую смачиваемость древесных частиц, благоприятствуя хорошей адгезии.

ГПХ позволяет точно отследить молекулярно-массовое распределение (ММР) КФ-смол в зависимости от технологии ее получения. Такие данные используют для оптимизации процесса синтеза смолы. На рисунке 3 представлена поверхность отклика величины полидисперсности КФ-смолы как функция числа добавлений карбамида и интервалов между ними при синтезе КФ-смол. Видно, что величина полидисперсности проходит через максимум, когда интервал между добавлениями изменяется от 7,43 до 22 мин. С другой стороны, полидисперсность снижается при увеличении числа добавлений, рисунок 4.

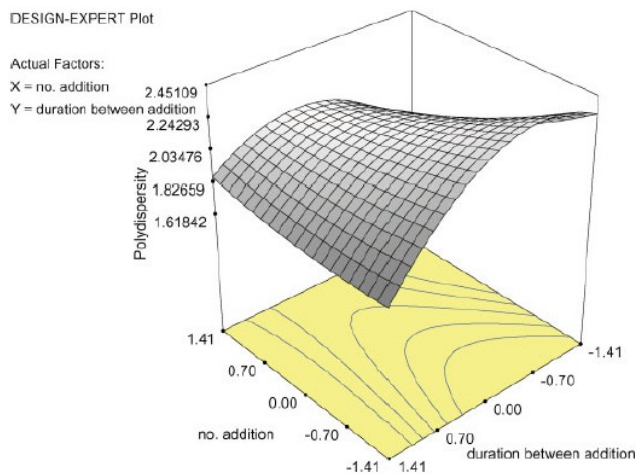


Рисунок 3. Поверхность отклика величины полидисперсности как функции числа добавлений и интервалов между ними при синтезе КФ – смол.

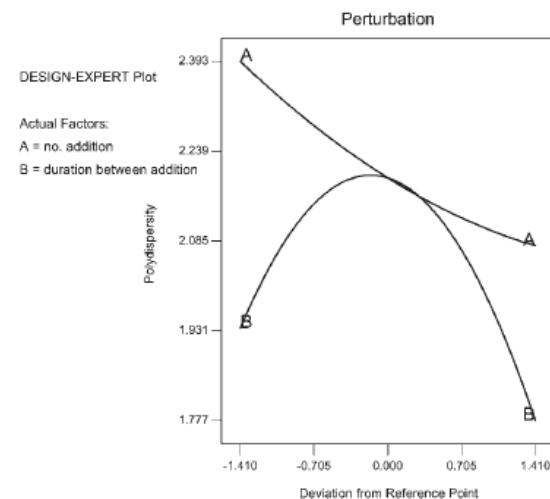


Рисунок 4. Величина полидисперсности КФ – смолы как функция двух факторов синтеза смолы. А – нет добавлений. В – интервал между добавлениями. Ось ординат – полидисперсность, ось абсцисс – нормированные значения интервалов. (-1,41 соответствует 7,93 мин., 0 – 15мин., 1,41 – 22,07 мин.).

Из рисунков видно, что величина полидисперсности проходит через максимум, когда интервал между добавлениями изменяется от 7,93 до 22 мин. С другой стороны, полидисперсность снижается при увеличении числа добавлений. При низком уровне числа добавлений масса каждой порции карбамида увеличивается. Вероятно, что определенная часть карбамида остается не прореагировавшей и переходит на следующую стадию (стадия 3, реакция при пониженной величине рН). Реакционная масса в конце стадии 2 будет, таким образом, включать карбамид, некоторое количество метилолкарбамидов и олигомеры, образованные на 1 стадии. На стадии 3 не прореагировавший карбамид может реагировать с формальдегидом и мономерными метилолкарбамидами. Продукт реакции после 3 стадии содержит (а) олигомеры с относительно низкой молекулярной массой, образовавшиеся на стадии 3, (в) олигомеры, образовавшиеся на 1 стадии, чья молекулярная масса, возможно, является относительно высокой. В итоге наблюдается высокая величина полидисперсности. Но как только число добавлений увеличивается, количество карбамида в каждой порции

уменьшается и расходуется на образование метилол-карбамидов. Определенное время необходимо также и для миграции метилольных групп от олигомерных частиц, образовавшихся на 1 стадии, к не прореагировавшему карбамиду. Итоговый результат в этих условиях заключается в том, что полидисперсность снижается. Таким образом, техника последовательного добавления карбамида может быть использована как прием для синтеза КФ – смол с желаемым и уникальным молекулярно-массовым распределением в интересах производства древесных плит. Эффект числа добавлений и интервалов между ними на эмиссию формальдегида показан на рисунке 5.

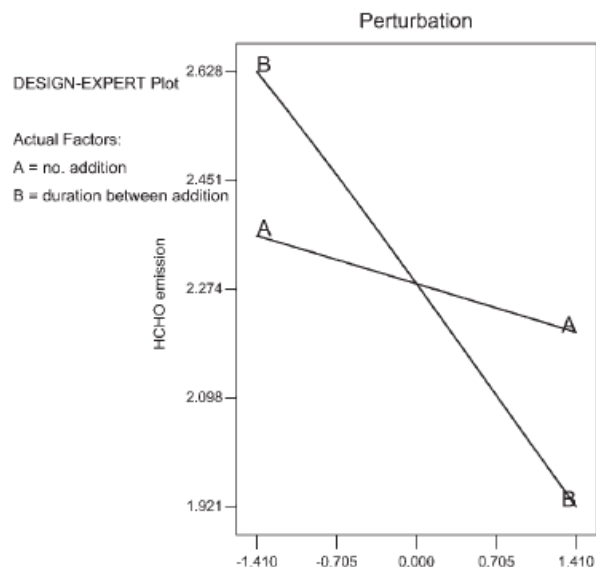


Рисунок 5. Эмиссия формальдегида как функция двух факторов синтеза смолы. А – нет добавлений. В – интервал между добавлениями. Ось ординат – полидисперсность, ось абсцисс – нормированные значения интервалов. (-1,41 соответствует 7,93 мин., 0 – 15мин., 1,41 – 22,07 мин.).

Как видно из рисунка эмиссия формальдегида снижается с увеличением числа добавлений, а также с увеличением интервала между ними. Более того, интервал между добавлениями показывает более сильный эффект на эмиссию формальдегида, поскольку наклон линии ВВ круче (is steeper) по сравнению с линией АА, рисунок 5.

Эти результаты связаны с конверсией карбамида и миграцией метилольных групп, как обсуждалось выше. Самая низкая эмиссия формальдегида в точке А, где число добавлений и интервал между ними имеют максимальные значения в пределах исследованного интервала, рисунок 5. Эффект числа добавлений и интервалов между ними на предел прочности при растяжении показан на рисунке 6. Можно видеть, что прочность растет с увеличением числа добавлений и величиной интервалов между ними, т.е. такая технология синтеза смолы обеспечивает такое молекулярно – массовое распределение, которое повышает прочность ДСтП.

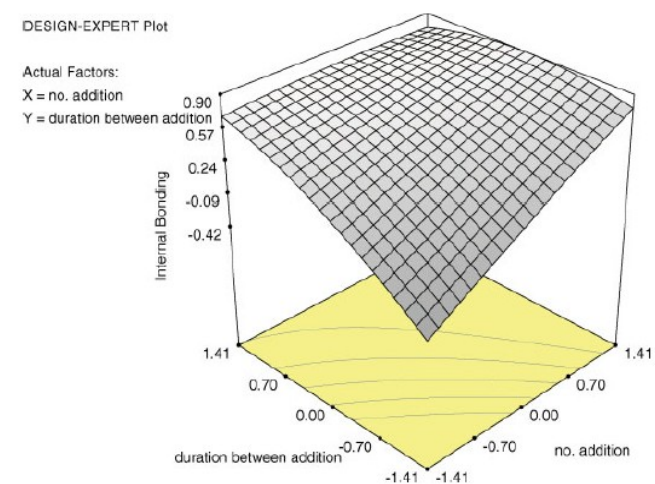


Рисунок .6. Поверхность отклика величины предела прочности при растяжении как функция числа добавлений и интервалов между ними.

На основании полученных данных был рассчитан оптимум технологического процесса синтеза КФ – смол. В таблице 1 приведены рассчитанные параметры в точке оптимума и фактические показатели, найденные в результате эксперимента. Предсказанные и экспериментальные значения ММР очень близки, прогноз прочности плиты и эмиссии формальдегида практически совпадают, с экспериментально найденными.

Таблица 1 - Сравнение предсказанных (расчетных) и экспериментальных значений молекулярно массового распределения КФ - смолы и свойств ДСтП на её основе.

Образец	Число добавлений	Интервал между добавлениями	M _w	M _n	Полидисперсность/ M _w /M _n	Предел прочности при растяжении	Эмиссия формальдегида, мг/л
Решение 1	2	15,82	7696	3717,92	2,02	0,82	2,0568
Образец КФ - смолы	2	15,82	7899	3882,5	2,05	0,79	2,0269

Еще один пример использования ГПХ. На рисунке 7 представлена серия ГПХ МКФ-смолы по стадиям процесса синтеза: а) начало КФ-конденсации, б) развитие КФ-конденсации, в) введение меламина, начальные стадии, г) процесс сополиконденсации, д) готовая смола. Отслеживается эффект введения меламина и развития ММР в смоле.

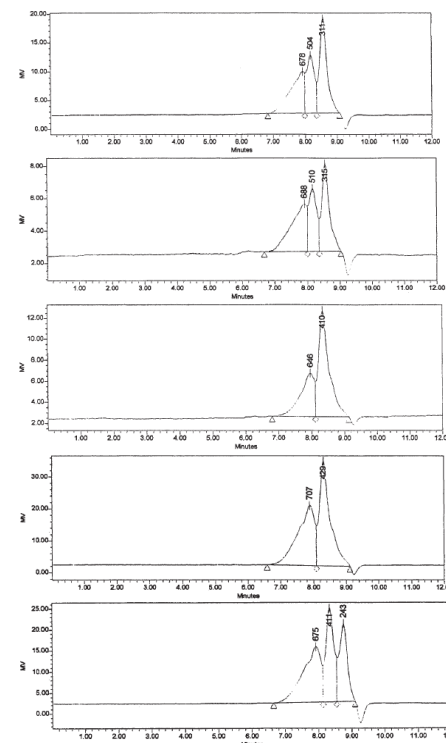


Рисунок 7. Гель-хроматограммы последовательной МКФ1 (MUF1) смолы по стадиям процесса синтеза (сверху вниз): (а) образец U1,(b) U2,(c) UM2,(d) UM5 и (е) UMF в конце синтеза.

Ясно показано, что равновесие олигомеризация смолы – деполимеризация существует не только в процессе синтеза, но и даже при окружающей температуре, после изготовления смолы. Продукты, с меньшей молекулярной массой, реагируют вновь с высокомолекулярными олигомерами в течение всего периода хранения.

Этот результат обосновывает промышленную практику, а именно, выдержку (maturing) смолы перед использованием от 24 часов

до недели после изготовления. В этот период смолы претерпевают молекулярно массовое перераспределение и образуя кластеры, рисунок 8.

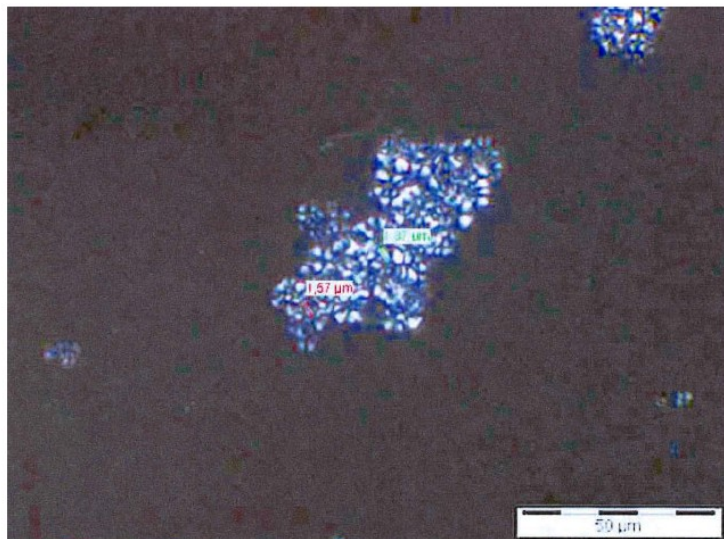


Рисунок 8. Микрофотография непоследовательной МКФ-смолы, после 2-х месяцев старения. Заметны частицы размерами 1,5 мкм, черная часть – раствор

Вопрос о сополиконденсации карбамида с меламинам. Считается, что сополиконденсация происходит, однако, точных доказательств этому не было, во всяком случае, выделить такой продукт пока не удавалось до последнего времени. Используя тройную спектроскопию ЯМР по H^1, C^{13}, N^{15} , доказали существование сополиконденсатов, структуры которых представлена на рисунке 9.

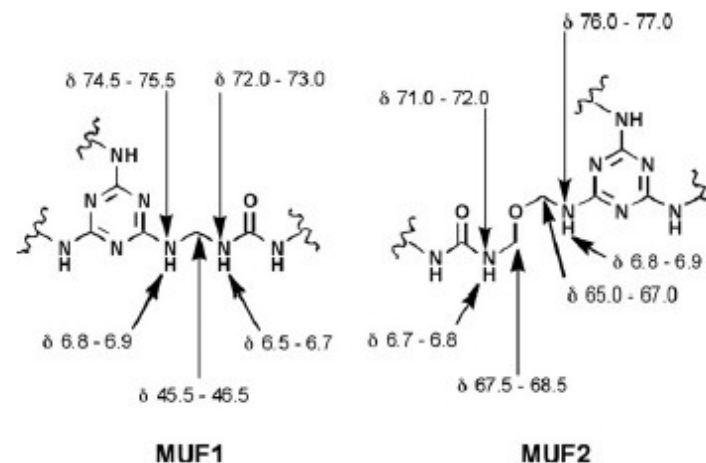


Рисунок 9. Структуры сополиконденсатов карбамида с меламинам

В дополнение к этим результатам можно отнести и данные полученные с помощью "пролетной хромато-масс спектроскопии", где также наблюдаются молекулярные массы, которые следует отнести к сополиконденсатам.

На рисунке 10 показано изменение модуля упругости при скоростях нагрева в пределах 5 – 40 °С/мин как функция времени. Из рисунка 10 следует: первое – максимальное значение модуля наибольшее при наименьшей скорости нагрева, при 5 °С/мин — 4000 МПа, а при скорости 40 °С/мин — 1550 МПа; второе – медленная скорость нагрева увеличивает время достижения максимального значения модуля, тогда как температура, при которой достигается максимум, приблизительно одна и та же ~ 150 °С для КФ-смолы с МС 1,5. Надмолекулярная структура полимера, как показали исследования, существенно отличается в зависимости от условий отверждения. При медленном отверждении образуется глобулярная структура, рисунок 11, а при быстром отверждении определенной структуры нет, ее можно охарактеризовать как хаотичную, рисунок 12. Возможно, это и является причиной падения прочности полимера при высоких скоростях отверждения.

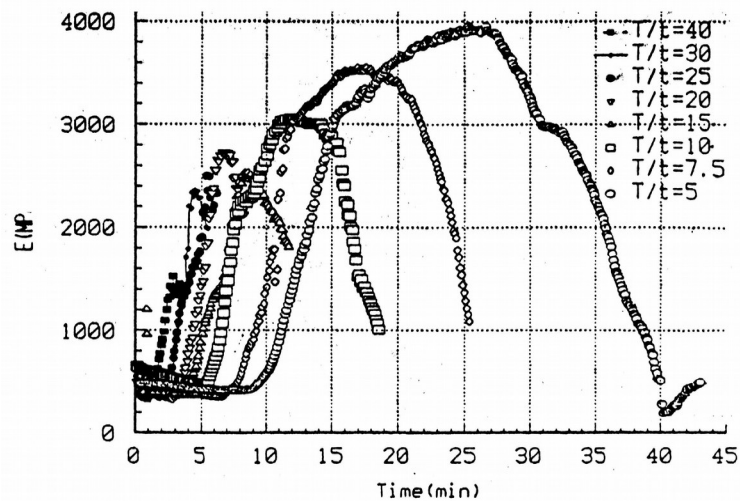


Рисунок 10. Изменение модуля упругости КФ – смол при разных скоростях отверждения

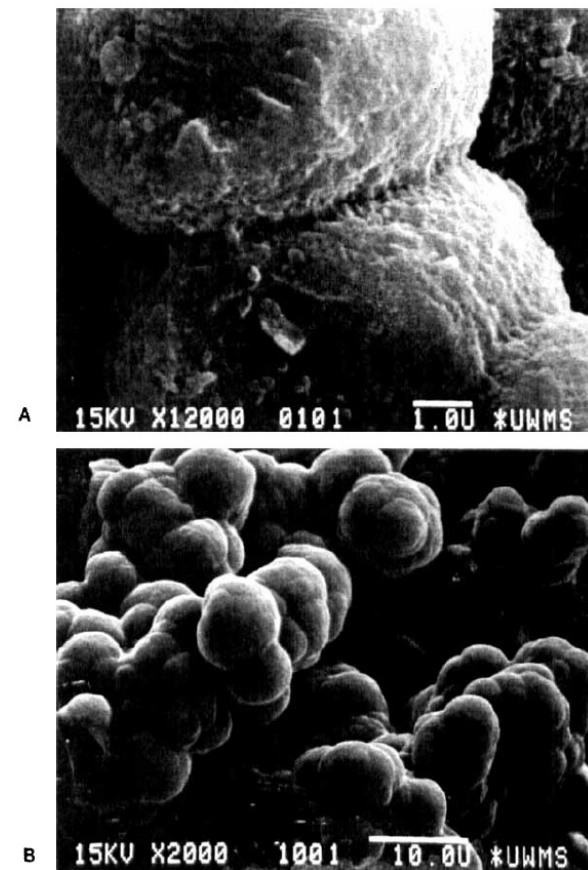


FIGURE 4 SEM of solution cured UF for low solids content oligomers (25%). Temperature of cure was 25°C for 120 days (0.5% NH₄SO₄ catalyst based on total dry solids content).
A F/U = 1.0
B F/U = 1.5

Рисунок 11. СЕМ микрофотография отвержденных КФ смол с сухим остатком 25 %. Температура отверждения 25 °С в течение 120 дней в присутствии 0,5 % (на сухое вещество) сульфата аммония. (А) КФ – 1,0; (В) КФ – 1,5

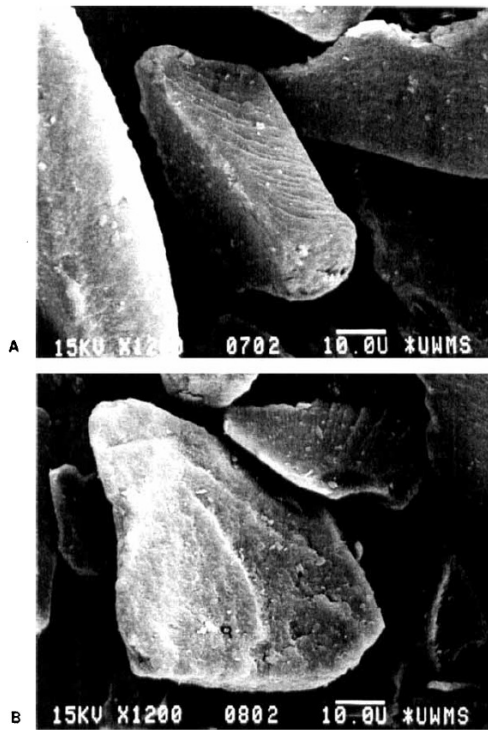


FIGURE 6 SEM of cured FPL UF resins at two F/U ratios. These samples were cured at 160°C for 4 minutes and then milled at low temperatures to obtain small particles of approximately 80 mesh sizes. (0.7% NH₄Cl catalyst based on total dry solids content.)
A F/U = 1.2
B F/U = 1.6

Рисунок 12. СЕМ микрофотография двух КФ – смол. Температура отверждения 160 °С в течение 4 мин в присутствии 0,7 % хлористого аммония . Образцы после отверждения были измельчены до частиц размерами 80 меш. (А) КФ – 1,2; (В) КФ – 1,6

Динамический механический анализ дает возможность оценить влияние мольного соотношения (МС) на модуль упругости отвержденных КФ-смол. Снижение МС уменьшает модуль упругости, что влечет к снижению прочности древесных плит. Атомно-силовая микроскопия, позволила установить структуру поверхности отвержденной КФ-смоли, после травления, рисунок 13.

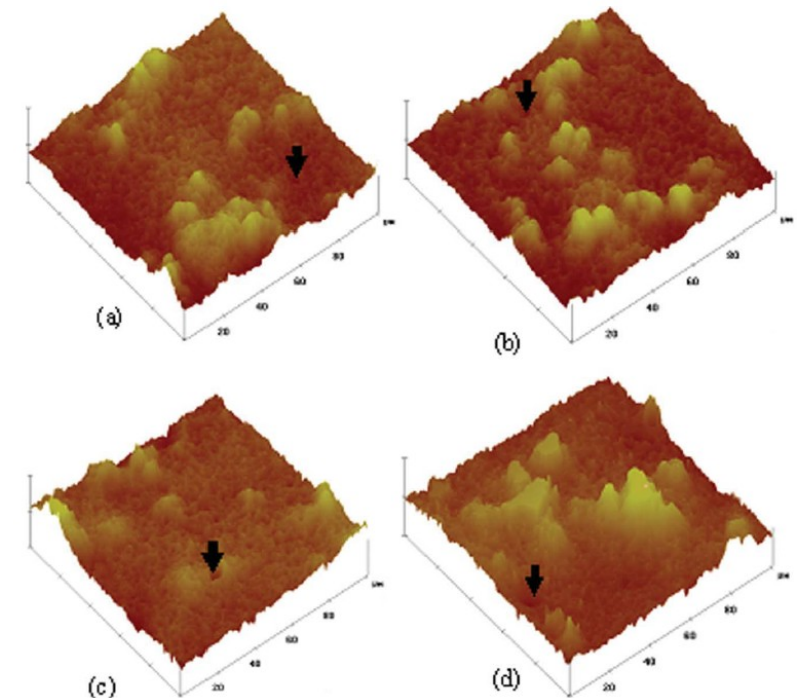


Рисунок 13. АСМ – изображения отвержденных пленок КФ – смол, в зависимости от времени травления: (а) - 10, (b) - 20 и (с) — 40 с

Светлые и темные области были классифицированы как жесткие и мягкие фазы отверждения полимера. Кроме того наблюдаются поры, показанные черными стрелками. Этот метод позволил также отследить изменения жесткой и мягкой фаз в результате гидролиза смолы. Гидролиз начинается с мягкой фазы, а затем переходит на жесткую фазу. Жесткую фазу связывают с кристаллическими структурами смолы, а мягкую - с аморфными структурами. Рентгеноструктурный анализ КФ-смол, показывает, что низкомолекулярные смолы содержат больше кристаллической фазы, чем высокомолекулярные. Повышение температуры отверждения повышает долю кристаллической фазы. Активность используемых тех или иных катализаторов отверждения КФ-смол различного состава, успешно оценивается методом ДСК. Определяется

тепло реакции, положение максимума температурного пика отверждения, рисунок 14.

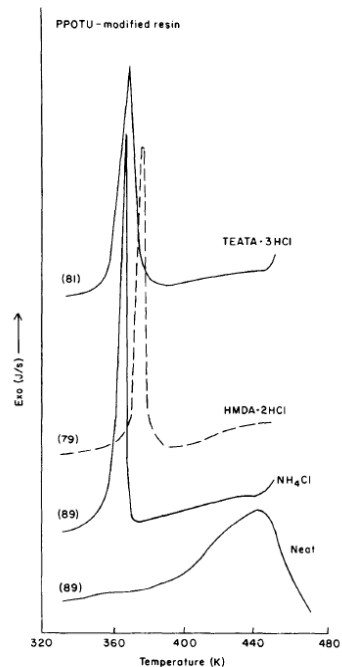


Рисунок 14. Эффект различных катализаторов на ДСК термограммы КФ-смолы модифицированной РРОТИ (числа в скобках тепло экзотермы в Дж/г, количество катализатора – 5 % от массы смолы).

Как для МФ – смол, так и для МКФ – смол очень важна стабильность при хранении. Стабильность МФ – смол определяется, главным образом, величиной водного числа. Детальные исследования МКФ – смол показали, что их стабильность связана не только с водным числом, но и концентрационным соотношением метилэнэфирных и метиленовых групп, рисунок 15.

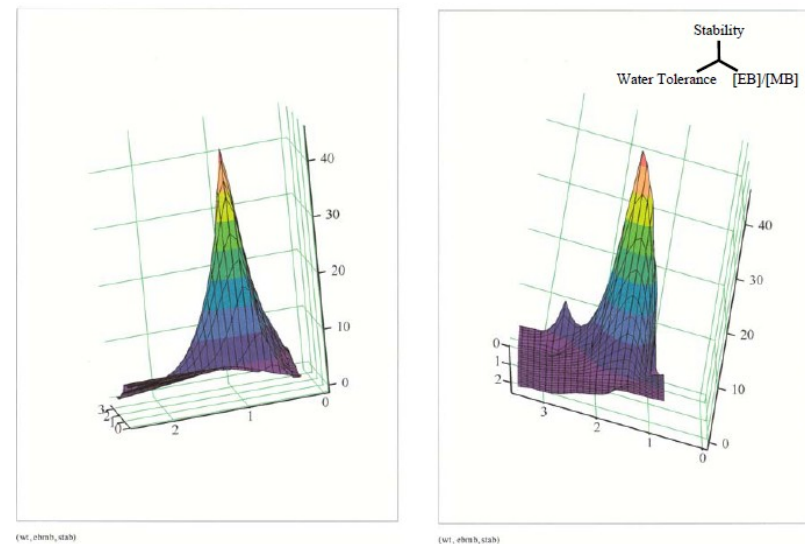


Рисунок 15. Стабильность при хранении в зависимости от водного числа и концентрационного соотношения (метилэнэфирные / метиленовые группы)

Собственно МФ – смолы широко применяются для изготовления бумажно-смоляных пленок, свойства которых определяются различными факторами.

На рисунке 16 показаны зависимости качественных показателей поверхности ламината - пористости и блеска от конверсии и количества катализатора.

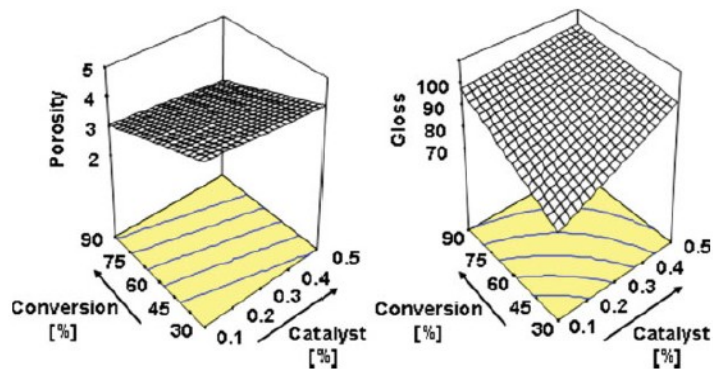


Рисунок 16. Зависимость пористости (а) и блеска (б) ламинированных ДСтП пленками на основе МФ – смолы от содержания в них катализатора и степени конверсии

Интересно отметить, что модель для пористости линейна, в отличие от модели для блеска. При этом максимальные значения блеска достигаются при относительно низкой конверсии (~ 40 %). Полученные модели были использованы для предсказания свойств ламинатов. Результаты показывают, что количество катализатора влияет на блеск поверхности независимо от степени конверсии в пленке. Высокий блеск можно достичь даже при очень низкой конверсии, если используется высокая концентрация катализатора в пропиточном растворе.

Весьма интересным является вопрос влияния меламина в МКФ – смолах на токсичность древесных плит на их основе. Общепринято считать, что введение меламина снижает токсичность, однако исследования этого вопроса не дают однозначного ответа. По одним данным введение меламина в КФ – смолу снижает токсичность, тогда как другие результаты показывают определенные пределы этого эффекта.

В МКФ-смолах с мольным соотношением 1,5 эмиссия формальдегида определенно снижается с повышением содержания меламина в смоле, (мольное соотношение М/К увеличивается). Однако, даже при мольном соотношении М:К=1,0, эмиссия формальдегида не достигает нижнего предела, соответствующего стандарта JAS-FcO (0,5 мг/л). Этот результат подтверждает, что эффект содержания меламина в смоле имеет

определенный предел по снижению формальдегида. С другой стороны, все смолы с $\Phi:(M+K)=1,125$ демонстрируют исключительно низкие уровни эмиссии формальдегида, без определенной связи с содержанием меламина в смоле, рисунок 17.

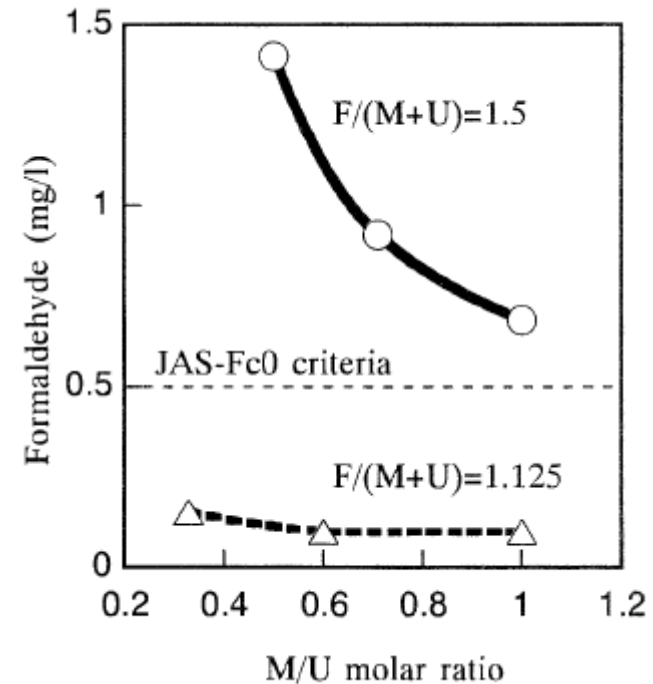


Рисунок 17. Эффект содержания меламина, выраженный как М:К мольное соотношение МКФ-смоле, на эмиссию формальдегида, определенную по диссикаторному методу. Эмиссия формальдегида из фанеры на МКФ-смолах с мольным соотношением $\Phi:(M+K)=1,5$ значительно выше, чем на смолах с мольным соотношением 1,125

В процессе хранения образцов, эмиссия снижается, сохраняя общую тенденцию между двумя сериями МКФ-смол.

Общий итог рассмотренных примеров свидетельствует, что МКФ-смолы обеспечивают снижение эмиссии формальдегида с сохранением физико-механических свойств плит.

Что касается разноречивых результатов по влиянию меламина на

эмиссию формальдегида из древесных плит, позволим следующее замечание. Как уже неоднократно отмечалось, свойства МКФ–смола значительно зависят от технологии получения, которая, в свою очередь, зависит от количества вводимого меламин в смолу.

Наблюдаемые противоречивые результаты безусловно связаны с технологией синтеза смол, а не с количеством меламин в смоле, оптимальная технология получения смол обеспечит получение структуры полимера, коррелирующей с массовой долей меламин.

На практике не всегда реализуется оптимальная технология и, как следствие, наблюдаются разноречивые результаты по влиянию меламин на свойства смол и материалов на их основе. Необходимо также учитывать влияние технологических факторов, распределение смолы на древесные частицы, пенетрацию смолы, природу древесного сырья и эффекты термической модификации древесины.

Этот краткий обзор подготовлен по материалам монографии Романова Н.М. «Химия карбамидо– и меламиноформальдегидных смол, Москва, 2016 г.», где можно найти литературные ссылки на результаты, приведенные в обзоре.

Перспективы применения восковых нанодисперсий для гидрофобизации древесных материалов

Д.А. Богачев - ООО «ЭМУЛЬКОМ»

Способность дисперсной системы к формированию водоотталкивающих свойств определяется несколькими факторами:

- водной составляющей (главным образом, содержанием воды в восковой эмульсии и степенью ее очистки),
- восковой композицией (в которой можно выделить такие параметры, как содержание масла в парафиновом воске, содержание в парафине n-алканов с числом атомов углерода более 20, содержание и тип добавки, усиливающей водоотталкивающие свойства основы – парафинового воска),
- размером восковых частиц,
- типом эмульгатора и добавок (для регулирования вязкости эмульсии, придания устойчивости к замораживанию-оттаиванию),
- а также процессом эмульгирования.

Благодаря дисперсной системе, состав которой точно подобран для соответствующего применения, можно получать наилучшие показатели набухания и результаты процесса.

Большинство публикаций и патентов посвящено восковым дисперсиям/эмульсиям, в которых размер частиц находится в интервале 1-5 мкм. Улучшения в составе таких дисперсий для увеличения гидрофобизирующего эффекта достигались, в основном, за счет модификации восковой фазы – введением восков растительного, животного или синтетического происхождения (например, буроугольного или монтажно-воска) /1-2/, алкилсилоксановых полимеров и т.д. Несмотря на то, что для эмульгирования модифицированной восковой композиции могли использоваться разные типы эмульгаторов, последние редко рассматривались как компоненты, вносящие вклад в водоотталкивающую емкость восковой дисперсии, так как большинство используемых эмульгаторов сохраняют свои гидрофильные свойства и после разрушения дисперсии в ходе технологического процесса производства древесных материалов.

Таким образом, в качестве другого способа повышения водоотталкивающей емкости восковой дисперсии стоит рассматривать увеличение дисперсности (уменьшения размера частиц воска) – переход от

классических эмульсий к микроэмульсиям (нанодисперсиям). В литературе уже существуют некоторое количество источников /3, 4/ с описанием способа получения таких дисперсий и преимущества использования их в производстве древесных материалов. Кратко опишем ключевые закономерности, реализующие при переходе к высокодисперсным системам.

Влияние размера частиц на распределение воска.

Тем меньше размер частиц воска, тем масштабнее проникновение воска в материал плиты и тем меньше расход восковой дисперсии при том же уровне гидрофобизации.

Влияние дисперсности системы на формирование водоотталкивающих свойств.

С увеличением дисперсности D удельная площадь поверхности s_0 частиц воска возрастает

$$s_0 \sim D \sim 1/d_p,$$

где – d_p диаметр частиц,

следовательно, поверхность обрабатываемого материала – как древесных волокон (в древесноволокнистых плитах высокой плотности), так и крупной древесной стружки (в древесностружечных плитах) – более равномерно покрывается воском. Таким образом, более эффективно происходит смачивание обрабатываемой поверхности, и, как следствие, реализуется более эффективное использование воска.

По теоретическим расчетам, уменьшение размера частиц воска в 5 — 6 раз (с 1 мкм до 200 нм) должно также увеличивать эффективность смачивания воском древесного материала в 5 — 6 раз. По данным работы /3/ уменьшение размера частиц воска примерно в 6 раз приводило к увеличению времени смачивания водой поверхности испытываемых волокнистых материалов на 38 % при одинаковом массовом расходе дисперсии, что напрямую говорит об увеличении эффективности гидрофобизации восковой дисперсии.

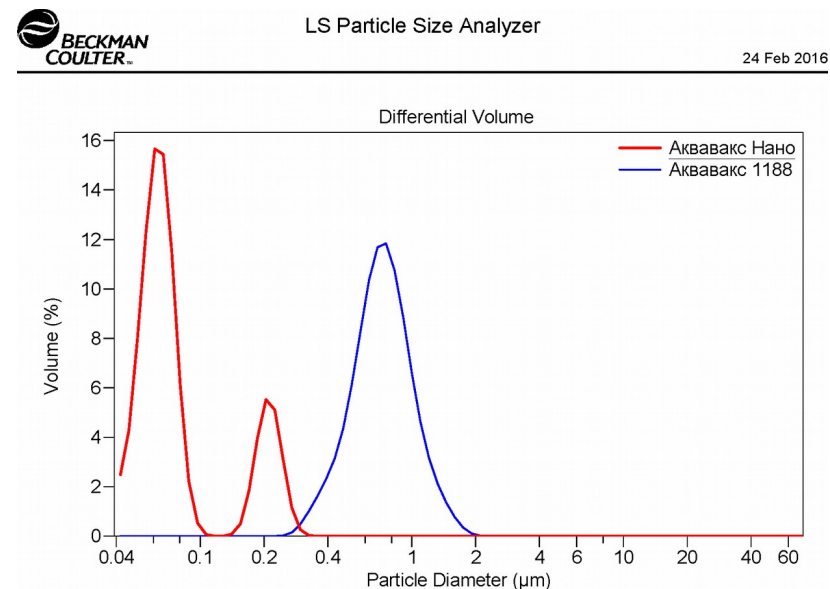
В компании ООО «Эмульком» также проводятся исследования по разработке восковой нанодисперсии, за основу взят парафиновый нефтяной воск. На сегодняшний момент на лабораторном гомогенизаторе высокого давления удалось получить дисперсию, стабилизированную комбинацией неионогенных ПАВ, с сухим остатком 55 % масс., рН 7.5 — 8, плотностью 0.95 г/мл, динамической вязкостью 200

— 400 МПа·с. Для данной дисперсии определен дисперсный состав двумя методами – дифракции лазерного излучения и динамического рассеяния света (рисунки 1 и 2), дзетта-потенциал – методом электрофоретического рассеяния света. Величина дзетта-потенциала составила $-27 \div -31$ В, что говорит об удовлетворительной устойчивости восковой дисперсии как коллоидной системы. Также для оценки стабильности дисперсии проводили испытание методом центрифугирования при 2300 g в течение 1 часа – отслоение воды составило 2 — 4 % (стоит отметить, что при отслаивании не более 5 % H₂O в указанных условиях гарантировано хранение эмульсии в течение 6-ти месяцев без изменения дисперсного состава).

Расхождения результатов по измерению размеров частиц воска разными методами можно объяснить тем, что метод лазерной дифрактометрии позволяет достоверно измерять размер частиц до 300 нм, ниже этого значения погрешность измерения может возрастать.

Для полученной восковой нанодисперсии запланировано испытание по гидрофобизации лабораторных древесных плит.

Выражаем благодарность компании ООО «Фотокор» за предоставленные результаты измерений размера частиц методом ДРС и дзетта-потенциала.



Аквавакс 1188 – стандартная парафиновая эмульсия, выпускаемая ООО «ЭмульКом» для производства древесно-стружечных плит. АкваваксНано – восковая нанодисперсия, полученная в лаборатории ООО «ЭмульКом»

Рисунок 1. Дисперсионный анализ методом дифракции лазерного излучения

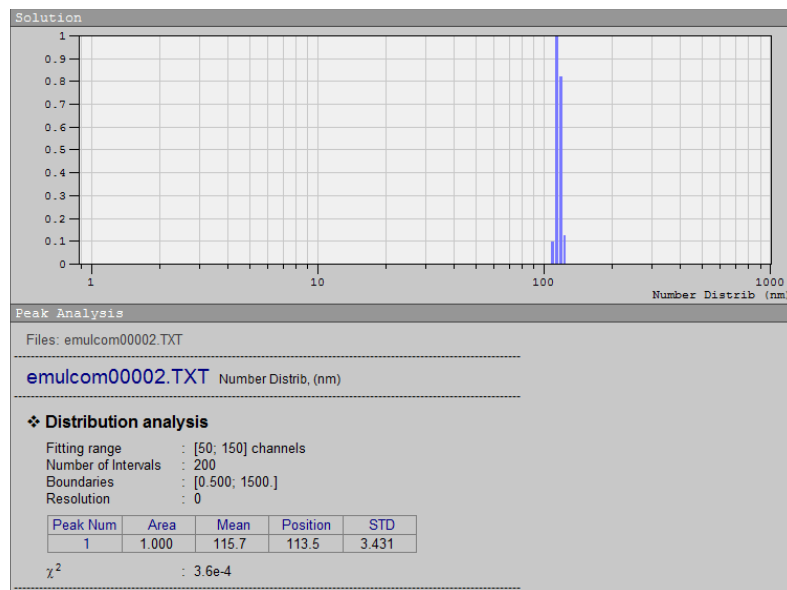


Рисунок 2. Дисперсионный анализ восковой нанодисперсии (Аквашак Нано) методом динамического рассеивания света (ДРС). Результаты измерений выражены через гидродинамический радиус

Список литературы

1. Патент US 2010/0116406, 13.05.2010.
2. Плотникова Г.П., Плотников Н.П. Модификация парафиновых эмульсий для производства древесностружечных плит. // Системы. Методы. Технологии. – 2013. - №2 (18). – С. 147-151.
3. Патент РФ 2449887 С2, 10.05.2012.
4. Наговицына Т.Ю., Королева М.Ю. Получение прямых наноземульсий, стабилизированных TWEEN 80 и SPAN 80, низкоэнергетическим методом. // Успехи в химии и химической технологии. – Том XXVI. – 2012. – №7 (136). – С. 82-84.
5. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – 3-е изд., исправл.– СПб.: Химия, 1995. — 400 с.

СОДЕРЖАНИЕ СБОРНИКА ДОКЛАДОВ

19-ой научно-практической конференции

«Состояние и перспективы развития производства древесных плит»,

Шалашов А.П., Поблагуева Т.М. Состояние и перспективы развития производства древесных плит в России	3
Грошев И.М., Буркин А.Н., Дубоделова Е.В. Проблемы использования международных стандартов в отрасли производства листовых древесных материалов....	15
Леонович А.А. О необходимости модифицирования древесностружечных плит.....	21
Шелоумов А.В., Леонович А.А. Промышленное получение огнезащитного ДБСП с использованием антипирена КМ.....	28
Васильев В.В., Багаев А.А., Лебедева В.В., Петухов Н.И. Листовой теплоизоляционный материал на основе древесного волокна.....	35
Васильев В.В., Хоссейни С.З. Влияние способа горячего прессования MDF на свойства поверхности плит.....	41
Баулина Н.С., Шишлов О.Ф., Глухих В.В. Получение и свойства древесно-волоконистых плит мокрого способа фенолокарданолформальдегидными связующими.....	49
Васичев А.Г. Производство древесных плит с использованием современных контрольно-измерительных приборов и установок фирмы «ГРЕКОН».....	54
Иванов Б.К. О химической безопасности древесных композиционных материалов и изделий из них по выделению формальдегида и других вредных веществ.....	65
Денисова Д.В., Каличкина Л.Е., Хабибуллина И.Р. и др. Новый модификатор карбамидоформальдегидных смол - «Glyazin».....	70
Хабибуллина И.Р., Денисова Д.В., Перминова Д.А. и др. Снижение токсичности древесных плит с применением модификатора «Gly4wood».....	75

Грошев И.М., Дойлин Ю.В. Экологические проблемы производства древесноволокнистых плит средней плотности (МДФ) и пути их решения	81
Глушень Е.М., Шаповалов Ю.П., Грошев И.М. Опыт внедрения абсорбционно-биохимических установок для очистки ветвыбросов от формальдегида на предприятиях деревообработки в т.ч. от производства МДФ.....	90
Дубина А.В., Марцуль В.Н., Грошев И.М. Очистка сточных вод производства и применения карбамидоформальдегидных смол.....	99
Романов Н.М. Успехи в разработке и производстве аминокформальдегидных смол.....	107
Богачев Д.А. Перспективы применения восковых нанодисперсий для гидрофобизации древесных материалов.....	127