

КАРБАМИДОДИАНФУРАНОВЫЕ СМОЛЫ – НОВЫЙ ВИД СВЯЗУЮЩИХ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Республика Беларусь имеет хорошо развитую машиностроительную промышленность. В настоящий момент в Беларуси действуют 86 предприятий, имеющих литейное производство, среди них такие крупные как МАЗ, БелАЗ, МТЗ, Минский завод отопительного оборудования, Гомельский завод «Центролит» и другие. В 2007 г на предприятиях страны было произведено 23,4 тыс. т отливок из цветных металлов, 80,8 тыс. т стального литья и 276,7 тыс. т чугунного литья. Согласно укрупненных отраслевых норм средний расход связующих составляет 5 кг на 1 т чугунного литья, 6 кг на 1 т стального и 8 кг на 1 т отливок из цветных металлов. Укрупненный расчет показывает, что в 2007 г. в литейном производстве было израсходовано 2 тыс. т литейных смол. Цена связующих составляет от 2000 до 4000 \$ за 1 т. При средней цене 2500 \$ затраты на закупку смол составили около 5 млн. \$.

В Республике Беларусь литейные смолы не производятся, и вся потребность в них удовлетворяется за счет экспорта. Основными поставщиками смол в РБ являются фирмы «Furtenbach» (Австрия), «Huttenes-Albertus» (ФРГ), «Cavenaghi» (Италия) и некоторые другие. Часть смол закупается из Российской Федерации, в которой производителями смол являются ОАО «Уральская химическая компания» г. Нижний Тагил, НПО «Карбохим» г. Орехово-Зуево, «Тверьхимволокно» г. Тверь. Использование смол российского производства в настоящее время значительно снижается из-за их крайне неудовлетворительных экологических показателей. В частности, содержание свободного фенола в российских смолах достигает 10%, а свободного формальдегида – 5%.

Литейное производство характеризуется значительным разнообразием технологических процессов и используемого оборудования. Это связано как с видом используемого металла (сталь, чугун, алюминий, бронза), так и с видом технологических процессов («горячие» ящики, «холодные» ящики, тепловая сушка, холодно-твердеющие смеси).

Вследствие указанных причин к литейным смолам предъявляются различные требования как по химическому составу, так и по технологическим свойствам. В частности, допустимое содержание азота для смол, используемых для литья цветных металлов,

составляет 15%, для серого чугуна – 8–12%, для низко-легированного чугуна 3–6%, для стали – не более 2% от массы смолы. Выход коксового остатка при использовании смол для алюминиевого литья должен составлять не более 30%, а для стального – не менее 50% от массы смолы. Различны и условия использования смол. В «горячих» ящиках температура отверждения смол составляет 200–260°C, а время – 30–120 с. В «холодных» ящиках температура отверждения составляет 20–30°C, а время 10–30 с. При тепловой сушке температура отверждения составляет 160–200°C, а время – 1–1,5 ч.

Столь разнообразные требования предопределяют использование нескольких видов смол, катализаторов и вспомогательных веществ. Указанные выше особенности учитываются фирмами – производителями. В каталогах Западно-Европейских фирм содержится 10–20 видов смол для разных металлов и технологических процессов. Для каждого вида смолы указывается конкретный катализатор и вспомогательные составы.

Состав смолы, катализатора и вспомогательных составов не расширяется и указывается в самых общих терминах. Например, смола «Resita 13362» производства фирмы «Huttenes-Albertus» – это карбамидофурановая смола модифицированная фенолсодержащим компонентом. Катализатор «Harter AT22» – это водный раствор аммониевых солей, карбамида, производных целлюлозы и добавок, стабилизирующих pH. Модификатор «Feranex 7523» – это смесь неорганических компонентов и органических добавок.

Совершенствование известных и разработка новых связующих весьма актуально как для нашей страны, так и для других стран.

В НИЛ «Химической переработки растительного сырья» разработаны основы технологического процесса получения карбамидодифенилолпропановых смол. Исходным сырьем для их производства служат: карбамид (мочевина), формальдегид (формалин), едкий натр, дифенилолпропан (диан, бисфенол А) и фурфуроловый спирт. Указанные вещества являются крупнотоннажными продуктами и используются во многих отраслях промышленности. По результатам исследований установлено влияние целочного агента, мольного соотношения компонентов, температуры процесса на реакцию синтеза смол и их свойства. Исследования показали, что после введения в молекулу дифенилолпропана (ДФП) метилольной группы, её реакционная способность увеличивается, и последующее присоединение молекулы формальдегида облегчается. Замена гидроокиси натрия гидроокисью калия практически не влияет на

скорость реакции синтеза олигомеров. При мольном соотношении дифенилолпропан : едкий натр менее 0,75 щелочного агента недостаточно для перевода всего ДФП в раствор и реакция протекает в гетерогенных условиях. В этих условиях скорость расходования ДФП зависит от скорости растворения ДФП и образующихся олигомеров в реакционной смеси.

При мольном соотношении ДФП: формалин 1 и менее количество формальдегида недостаточно для синтеза высокомолекулярных продуктов и реакция синтеза останавливается на стадии образования низкомолекулярных олигомеров. При увеличении мольного соотношения ДФП : формалин до 1:2 в течение первых 60 мин условная вязкость возрастает незначительно и составляет 23–30 с. Увеличение мольного соотношения до 1:3 и 1:4 приводит к заметному возрастанию вязкости, особенно после 70–90 мин нагрева. Это связано с образованием высокомолекулярных олигомеров. Ведение карбамида и диановую смолу приводит к резкому снижению содержания формальдегида в смоле. Этот эффект особенно замечен при дозировке карбамида 0,5 моля и более. Чем выше содержание формальдегида в исходной смоле, тем резче происходит снижение его концентрации при добавке карбамида. Наилучшими стабилизаторами карбамидо-диановых смол являются фурфуроловый спирт, триэтанолламин, пикетон, метиловый и этиловый спирты.

Выполненные исследования позволили отобрать два наиболее перспективных образца № 85 и 93 смол для испытаний, химический состав которых приведен в таблице.

Испытания смол проводились в лаборатории специальных методов литья черных металлов УП «Институт БелНИИлит». С использованием указанных смол на лабораторном смесителе готовились песчано-смоляные смеси. Использовался кварцевый песок марки Об1К025. Расход смолы составлял 2,5% от массы песка. Смесь перемешивалась 3 мин. Катализатор или модификатор в состав смеси не вводился. Из песчано-смоляной смеси изготавливались образцы «восьмерки» по типовой методике. «Восьмерки» отверждались методом нагрева в сушильном шкафу при температуре 200°C в течение 15 мин. Прочность образцов «восьмерок» на растяжение проводили на установке модели 04116. Каждое измерение проводили три раза. Прочность образцов на разрыв составила 2,2–2,4 МПа и 1,2–1,6 МПа для смол № 85 и 93 соответственно. При хранении образцов на воздухе в условиях лаборатории в течение 1 сут их прочность не изменилась.

Таблица - Химический состав полученных смол

Показатель	Величина показателя	
	смола № 85	смола № 93
Содержание нелетучих веществ, %	62,4	68,5
Водородный показатель, рН	9,7	10,6
Содержание свободного формальдегида, %	0,05	0,07
Содержание свободного фенола, %	отсутствует	отсутствует
Содержание свободного фурфурилового спирта, %	5,7	8,9
Содержание азота, %	7,7	12,5
Условная вязкость по вискозиметру ВЗ-4, с	45	64

На втором этапе испытаний проводилось изготовление опытных стержней и их использование при изготовлении чугунных отливок. Исследование полученных отливок показало, что при использовании смолы № 85 отливки не имеют внутренних дефектов. Чистота поверхности удовлетворительная.

При использовании смолы № 93 качество поверхности значительно хуже (пригар), что связано, вероятно, с недостаточной механической прочностью стержней. На основании проведенных испытаний можно заключить, что смола № 85 может быть использована для изготовления отливок из серого чугуна.

Указанные смолы были использованы для получения трехслойной фанеры. Использовался березовый шпон толщиной 1,3 мм, расход смолы составлял 130 г/м² шпона, температура прессования – 145°C, время склеивания – 3 мин, время снятия давления – 1 мин. Прочность полученной фанеры на скалывания составила 1,3–1,6 МПа. После вымачивания в воде в течение 24 ч – 0,9–1,2 МПа, а после кипячения в течение 1 ч – 0,8–1,1 МПа.

Результаты исследования свойств полученных смол показали возможность их использования в машиностроительной и деревообрабатывающей промышленности.

УДК 674.023:621.914

П.В. Рудак, инженер (БГТУ, г. Минск)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПЛИТНЫХ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ КОНЦЕВЫМ ФРЕЗЕРНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Обработка кромок плитных древесных материалов концевыми фрезами – достаточно широко распространенный технологический процесс и его экспериментальные исследования являются актуальной задачей. Интерес представляет исследование не только процесса резания с классической кинематикой, но и изучение особенностей