

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
научно-технического характера  
«ФЕДЕРАЛЬНОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ЦЕНТРАЛЬНОЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ  
И ПРИМЕНЕНИЕ  
ПОЛИМЕРОВ  
В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ



 ИЗДАТЕЛЬСТВО МГУ

ТЕХНОЛОГИЯ  
И ПРИМЕНЕНИЕ  
ПОЛИМЕРОВ  
В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ЛЕСА»

**ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ  
В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом университета  
в качестве учебно-методического пособия  
к курсовой работе для направлений подготовки 35.03.02 «Технология  
лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств»  
и 18.03.01 «Химическая технология»



Москва  
Издательство Московского государственного университета леса  
2015

T38

Разработано в соответствии с ФГОС ВО для направлений подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» и 18.03.01 «Химическая технология» на основе рабочей программы дисциплины «Технология и применение полимеров в деревообработке»

**Авторы: В. Е. Цветков, Ю. В. Пасько, О. П. Мачнева,  
М. Ю. Екимова**

Рецензенты: доктор технических наук, профессор Б. М. Рыбин, кафедра технологии деревоперерабатывающих производств;  
доктор технических наук, профессор Г. Н. Кононов, кафедра химической технологии древесины и полимеров

Работа подготовлена на кафедре технологии  
древесных плит и пластиков

T38 **Технология** и применение полимеров в деревообработке : учеб.-методич. пособие. – М. : ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. – 36 с.

*Учебное издание*

**Цветков Вячеслав Ефимович  
Пасько Юлия Вячеславовна  
Мачнева Ольга Павловна  
Екимова Мария Юрьевна**

## **ТЕХНОЛОГИЯ И ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИМЕРОВ В ДЕРЕВООБРАБОТКЕ**

*В авторской редакции*

*Компьютерный набор и верстка автора*

По тематическому плану внутривузовских изданий учебной и научной литературы на 2015 г.

Подписано в печать 13.05.2015. Формат 60×90 1/16. Бумага 80 г/м<sup>2</sup>  
Гарнитура «Гаймс». Ризография. Усл. печ. л. 2,25.  
Тираж 300 экз. Заказ № 106.

Издательство Московского государственного университета леса. 141005, Мытищи-5,  
Московская обл., 1-я Институтская, 1, МГУЛ.  
E-mail: [izdat@mgul.ac.ru](mailto:izdat@mgul.ac.ru)

По вопросам приобретения литературы издательства ФГБОУ ВПО МГУЛ  
обращаться в отдел реализации.

Телефон: (498) 687-41-33, E-mail: [kurilkina@mgul.ac.ru](mailto:kurilkina@mgul.ac.ru)

© В. Е. Цветков, Ю. В. Пасько,  
О. П. Мачнева, М. Ю. Екимова, 2015  
© ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015

3

Титульный лист

Московский государственный университет леса  
Кафедра технологии древесных плит и пластиков

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_ (номер группы)

\_\_\_\_\_ (личная подпись, дата)

### **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА** к курсовой работе по дисциплине «Технология и применение полимеров в деревообработке»

Руководитель работы

\_\_\_\_\_ (фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_ (подпись, дата)

Проект защищен с оценкой

Комиссия

\_\_\_\_\_ (подпись, фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_ (подпись, фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_ (подпись, фамилия, имя, отчество)

\_\_\_\_\_ (дата, год)

**ЗАДАНИЕ**  
на курсовую работу по дисциплине  
"Технология и применение полимеров в деревообработке"

Студент \_\_\_\_\_ курса \_\_\_\_\_ группы \_\_\_\_\_  
Дата выдачи \_\_\_\_\_ Окончание работы \_\_\_\_\_  
Тема работы \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

*Исходные данные:*

Марка смолы (олигомера) \_\_\_\_\_

Программа выпуска \_\_\_\_\_

Дополнительные данные \_\_\_\_\_

*Состав курсовой работы*

Курсовая работа состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка включает: описание технологического процесса с обоснованием принятых технологических решений и режимов; расчет сырья и материалов и технологического оборудования; материальный и тепловой балансы. Графическая часть представляется в виде технологической схемы производства и общего чертежа единицы основного технологического оборудования.

Задание выдал \_\_\_\_\_

Задание получил \_\_\_\_\_

Предисловие

Курсовая работа является завершающим этапом в изучении дисциплины «Технология и применение полимеров в деревообработке» и ставит своей целью углубить и расширить практические знания студентов по данной дисциплине, подготовить будущего инженера-технолога к самостоятельной работе и научить грамотно применять теоретические знания при решении вопросов производственно-технического характера.

При выполнении курсовой работы студенты приобретают навыки пользования справочной литературой, государственными стандартами (ГОСТами), каталогами, инструкциями, выполнения различных расчетов, графических работ и составления пояснительных записок.

Знания, полученные при изучении дисциплины «Технология и применение полимеров в деревообработке», студенты должны использовать в наиболее рациональных вариантах технологии, подборе оборудования, проектирования цехов заданной мощности.

1. Общие положения

*1.1. Состав и содержание курсовой работы*

Курсовая работа содержит расчетно-пояснительную записку и графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка состоит из введения, технологической и расчетной части.

В введении должны быть освещены вопросы, отражающие основные задачи, поставленные перед деревообрабатывающей промышленностью, состояние и перспективы ее развития как в целом, так и в отношении конкретного вида продукции, предусмотренного заданием на курсовую работу. Здесь же приводятся нормы расходов синтетических материалов, принятые в среднем по отрасли для конкретного вида продукции, в производстве которой используются они и дается краткая характеристика свойств видов готовой продукции. Источниками для написания этой части работы являются журналы «Деревообрабатывающая промышленность», «Пластические массы», «Лесной журнал», экспресс-информация по плитному и мебельному производству, справочная учебная литература, а также научные труды лесотехнических вузов. Указанные периодические издания должны быть изучены не менее чем за 5 последних лет (с указанием в библиографическом списке). Объем этого раздела не превышает 3-5 страниц.

В технологической части приводится характеристика исходного сырья и способы его получения, краткое описание способов производства поликонденсационных олигомеров (непрерывный, периодический,



полунепрерывный и т.п.) и выбор того или иного способа получения конкретного вида олигомера, указанного в задании. Здесь же должны быть подробно рассмотрены основные закономерности и химизм реакций, протекающих при получении и переработке олигомеров.

Расчетная часть включает в себя расчет годового фонда рабочего времени, расчет годовой программы и режима работы цеха по производству олигомеров, материальный баланс.

В следующем разделе приводится обоснование выбора оборудования для цеха по производству олигомеров.

В заключительном разделе расчетно-пояснительной записки обязательно должны быть рассмотрены вопросы охраны труда и техники безопасности при производстве и использовании олигомерных материалов, предусмотренных заданием.

Графическая часть курсовой работы должна быть выполнена в объеме 1-2 листов формата А-1, на которых должна быть представлена схема технологического процесса получения олигомера и общий вид одной или нескольких единиц оборудования (реактор, конденсатор, плавильник, дробилка и т.п.).

#### 1.2. Виды и характеристика олигомеров, применяемых в деревообрабатывающей промышленности

Наибольшее распространение в деревообрабатывающей промышленности находят следующие типы поликонденсационных олигомеров: карбамидоформальдегидные, фенолоформальдегидные, меламиноформальдегидные и карбамидомеламиноформальдегидные.

Карбамидоформальдегидные олигомеры выпускаются в соответствии с ГОСТ 14231-88 «Смолы карбамидоформальдегидные». Различают основные четыре марки карбамидоформальдегидных смол, каждая из которых объединяет группу смол, характеризующихся близкими технологическими показателями. Смолы марки КФ-О объединяют группу малотоксичных олигомеров, КФ-Б - быстроотверждающихся, КФ-БЖ - быстроотверждающихся при нагревании, но медленно при 20 °С, КФ-Ж - обладающих высокой жизнеспособностью.

В табл. 1.1 приведены области применения указанных марок карбамидоформальдегидных смол.

Основные физико-химические показатели указанных марок карбамидоформальдегидных олигомеров приведены в табл.1.2. Для комбинированной пропитки бумаг, изготовления пленок на бумажной основе с полной поликонденсацией смолы (синтетического шпона), а также для облицовывания внутренних поверхностей мебельных изделий применяют карбамидоформальдегидные пропиточные смолы марок МФП; ПКФ-1; ПКФ-2 и НКС. Основные данные по вопросам производства и применения таких смол содержатся в [1,2].

Марки, технологические свойства и рецептуры даны в табл. 1.1, 1.2, 1.3.

Таблица 1.1

#### Марки олигомеров

Марки олигомеров по ГОСТу 14231-78	Примечание
КФ-О	В производстве фанеры, для склеивания бумаги, укрепления грунтов и др.
КФ-Б	В производстве фанеры, мебели, теплоизоляционных материалов и др.
КФ-Ж	В производстве фанеры, мебели, для изготовления линейных стержней и форм.
КФ-МТ-15	В производстве древесностружечных плит для мебельной промышленности.
СПКФ	В производстве бумажно-смоляной пленки для ламинирования.
КФ-НФП	В производстве ДСтП и облицовывании натуральным или синтетическим шпоном.
КФК	В производстве древесных плитных материалов.

Регламент синтеза карбамидоформальдегидных олигомеров представлены в табл. 1.4.





Таблица 1.4

Регламент синтез карбамидоформальдегидных олигомеров

Наименование операции синтеза	Контролируемая величина	Величина показателей для марок					
		КФ-О	КФ-Б	КФ-Ж	КФ-МТ-15	СПКФ	КФ-НОФ
Нейтрализация формалина	pH	7,0-7,5	7,0-7,5	7,0-7,8	7,0-7,5	8,5-9,0	7,0-7,5
Загрузка карбамида	(Кр)	По рецепту	По рецепту	По рецепту	По рецепту	По рецепту	По рецепту
Нагревание смеси	°С(мин)	40-50	40-50	30	40-50	78-82(10)	55-60
Отбор пробы (до и после растворения)	pH	6,8-7,2 6,5-7,0	6,8-7,2 6,5-7,0	8,0-8,5	6,8-7,2 6,5-7,0	4,5-4,6	7,0-7,5
Нагревание смеси (15-30 мин)	°С	90-92	90-92	95-98	90-92	90-95	90-92
Загрузка карбамида (нет выдержки)	°С	90-92	90-92	95-98	90-92	90-95	90-92
Выдержка при температуре	мин	30	30	15	30	30	30
	pH (*мин)	6,5-7,0	6,5-7,0	6,0-6,5(+15)	6,5-7,0	4,5-4,6	6,5-7,0
Кислая стадия	pH	4,2-4,5	4,2-4,5	4,2-4,8	4,2-4,5	-	3,9-4,3
Выдержка (по смешиваемости с водой)	°С	90-92	90-92	95-98	90-92	90-92	90-92
	мин	30	30	(через 10 мин до 1:1000)	30	-	20-40 (1:1000)
Нейтрализация	pH	4,2-4,5	4,2-4,5	4,5-4,8	4,2-4,5	-	3,9-4,2
Охлаждение	pH	6,7-7,0	6,7-7,0	7,2-7,8	6,7-7,0	8,7-9,2	7,5-7,9
Дополнительный карбамид	°С	60-65	60-65	65-70	60-65	60-65	80-85
Выдержка	мин	30	30	30	30	35-40	30
Вакуум-сушка	°С	60-70	60-70	65-70	60-70	-	68-72
Отбор проб 25, 30 мин (показатель предомления)	pH (Кр)	6,7-7,0	6,7-7,0	7,0	6,7-7,0	-	7,5-7,9
Нейтрализация	Кр	до 1,460-1,467	до 1,467	до 1,466-1,474	до 1,460-1,467	7,3-7,8	до (1,452-1,454)
Охлаждение	pH	8,0-8,5	8,0-8,5	7,0-7,5	8,0-8,5	7,3-7,8	7,5-7,9
	°С	25-30	25-30	25-35	25-30	25-30	25-30

Фенолоформальдегидные олигомеры (ФФО) выпускаются в соответствии с ГОСТ 20907-75 «Смолы фенолоформальдегидные жидкие». Марки наиболее распространенных ФФО в деревообработке и области их применения приведены в лабораторном практикуме по данной дисциплине, там же представлены их свойства, рецептуры и регламенты применения.

Рецептуры, свойства и варианты применения фенолоформальдегидных олигомеров приведены в табл. 1.5, 1.6, 1.7.

Регламент синтеза фенолоформальдегидных олигомеров представлен в таблице 1.8.

Таблица 1.5

Марки жидких резольных фенолформальдегидных олигомеров

Обозначение марок	Рекомендуемые области применения
СФЖ-305, СФЖ-3012	Теплозвукоизоляционные изделия
СФЖ-3011, СФЖ-3013, СФЖ-3014	Фанера, древесностружечные и древесноволокнистые плиты
СФЖ-3038, СФЖ-3039	Абразивные инструменты на гибкой основе
СФЖ-323	Стеклопластики
СФЖ-309	Клеи и лаки
СФЖ-303, СФЖ-3031, СФЖ-3032	Асботехнические и асбофрикционные изделия, углепластики
СФЖ-3016, СФЖ-3024	Клеи, древесноволокнистые плиты и др.
СФЖ-3044	Плиты из отходов сельскохозяйственной продукции

Таблица 1.6

Рецептуры ФФО

Компоненты	Марки олигомеров					
	СФЖ-3011	СФЖ-3013	СФЖ-3014	СКС-1	СБС-1	УБФ
Фенол	100	100	100	-	100	100
Формальдегид (формалин 37 % р-р)	47(127)	67,3(182)	76,27(206)	37(100)	38,5(100)	55,5(100)
1 порция	-	(104)	-	-	-	-
2 порция	-	(60)	-	-	-	-
3 порция	-	(18)	-	-	-	-
Едкий натр (42 %-й р-р) 1 порция	23,8	51,4	20,4	-	-	-
2 порции	-	-	10,8	-	-	-
Крезол	-	-	-	100	-	-
Раствор аммиака (25 %-й р-р)	-	-	-	3	6	-
Каустическая сода	-	-	-	-	-	-
Этиловый спирт	-	-	-	100	100	-
Вода	64,2	78,6	197,9	-	-	-

Таблица 1.7

## Технологические показатели применяемых в деревообработке ФФО

№ пп	Показатель	Марка олигомеров					
		СФЖ-3011	СФЖ-3013	СФЖ-3014	СКС-1	СБС-1	УБФ
Прозрачный раствор красноватого или красновато-бурого цвета							
1	Внешний вид						
2	Вязкость, сП	120-140	40-130	17-90	111-299	111-299	60-200
3	Содержание летучих веществ, %	43-47	39-43	46-52	50-55	50-55	55-60
4	Содержание свободного фенола, %	2,50	0,18	0,10	Не более 14	Не более 14	Не более 1,7
5	Содержание свободного формальдегида, %	1,00	0,18	0,15	-	-	2
6	Время желатинизации, с (150 °С)	-	-	-	50-90	50-90	70
7	Растворимость в спирте	-	-	-	полная	полная	полная
8	Содержание воды, %	-	-	-	не более 7	не более 7	-
9	Срок хранения, мес.	2	2	2	2	2	2

12

Таблица 1.8

## Рецептура ФФО

Наименование сырья компонента	Контролируемая величина	Величина показателя для марок						УБФ
		СФЖ-3011	СФЖ-3013	СФЖ-3014	СКС-1	СБС-1	По рецептуре	
Загрузка основных компонентов		По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре
Нагревание смеси	°С (мин)	50-55 (5)	50-55 (до растворения фенола)	38-50 (до растворения фенола)	До кипения (30-45)	До кипения (30-45)	До кипения (30-45)	40-45
Загрузка основных компонентов		По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре
Нагревание (охлаждение)	°С (мин)	90-95 50-60	60 15	(24-32)	40-60	40-60	40-60 (80-90)	50-60 (80-90)
Выдержка при температуре	°С	-	90-95/90	60-70	-	-	-	До кипения
Сушка (до желатинизации при 150°С)	мин	-	40/30	90	-	-	100-105	30
	°С	-	-	-	100-105	55-90	-	-
Охлаждение (нагрев)	°С	20-25	20-35	(94-98)	60-70	60-70	60-70	20-40
	мин	-	-	25-30	-	-	-	-
Загрузка компонентов		-	-	-	По рецепту	По рецепту	По рецепту	-
Выдержка	мин	-	-	-	-	-	-	-
Отбор проб (через 5 мин) д.	Кр, ВЗ-4, pH	-	-	1,447-1,468 25-90 10,5-10,9	-	-	-	-
Нейтрализация	pH	-	-	-	-	-	-	-
Охлаждение	°С	-	-	25-40	-	-	-	-

13



Таблица 1.11

## Регламент синтеза меламиноформальдегидных смол

Наименование операции синтеза	Контролируемая величина	Величина показателя для марок		
		СПМФ-4	СПМФ-5	СПМФ-6
Нейтрализация формалина	pH	9,3-9,4	9,3-9,4	9,2-9,3
Нагревание смеси	°C(мин)	35-40	35-40	-
Загрузка основных компонентов	(Кр)	По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре
Нагревание смеси	°C (15-30 мин)	92-93	92-93	93-94
Выдержка при температуре (до растворения меламина)	°C	92-93	92-93	92-93
	мин	30-40	30-40	20-30
	pH (смешиваемость)		(1:1000)	(1:1000)
Выдержка (до смешиваемости с водой)	°C	92-93	92-93	-
	мин	30-40 (1:1000)	-	-
	pH			-
Охлаждение	°C	88-90	88-90	88-90
Загрузка карбамида (нет кислой выдержки)		По рецептуре	По рецептуре	По рецептуре
	мин	20	20	20
Отбор проб(через 5 мин) до смешиваемости		1:2,2	1:2-1:1,2	1:1-1:1,2
Нейтрализация	pH	8,5-9,0	8,5-9,1	8,5-9,1
Охлаждение	°C	25-30	25-30	25-30

Примечание: в табл. 1.4, 1.8, и 1.11 используются единицы измерения:

pH- показатель водородных ионов, °C- градус Цельсия, Кр –коэффициент рефракции, мин –минуты, с –секунды.

Меламиноформальдегидные смолы (типа МП, СПМФ и др.) обладают комплексом физико-химических свойств, обеспечивающих широкое применение в производстве слоистых пластиков и отделки плитных древесных материалов.

Применение меламиноформальдегидных смол в деревообрабатывающей промышленности сдерживается их стоимостью. В последнее время разработаны несколько марок меламиноформальдегидных пропиточных смол, в которых часть меламина заменена дешевым карбамидом. Это, смолы марок СПМФ-4; СПМФ-5; СПМФ-6; СПМФ-7 применяемые для изготовления бумажно-смоляных пленок. Свойства, рецептуры и регламент их синтеза приведены в [4] и табл. 1.9, 1.10, 1.11.

Таблица 1.9

## Рецептуры пропиточных меламиноформальдегидных олигомеров

Наименование	Количество					
	СПМФ-4		СПМФ-5		СПМФ-6	
	молн	гр	молн	гр	молн	гр
Меламин	0,77	97,5	0,77	97,5	0,7	87,6
Формальдегид	1,8	54	1,8	54	18	54
Формалин (37 %-й р-р)	-	146	-	146	-	146
Капролактан	0,07	8	0,027	3	0,07	7,9
Карбамид	0,125	7,5	0,125	7,5	0,3	17,6
Едкий натр (20 % р-р)	для нейтрализации					
Вода дистиллированная	2,44	44	2,44	44	1,53	27,6
Пропиленгликоль	-	-	0,04	3	-	-
Изобутиловый спирт	-	-	-	-	0,087	6,5

Таблица 1.10

## Свойства пропиточных меламиноформальдегидных олигомеров

Наименование показателя	Марка олигомера		
	СПМФ-4	СПМФ-5	СПМФ-6
Внешний вид	Бесцветная прозрачная жидкость	Бесцветная прозрачная жидкость	Бесцветная прозрачная жидкость
Концентрация, %	58±1	58±1	56-57
Вязкость при 20°C по ВЗ-4, с	16-18	16-20	16-18
Концентрация водородных ионов, pH	8,5-9,0	8,5-9,1	8,0-8,8
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,22-1,35	1,22-1,35	1,19-1,2
Смешиваемость с водой	1:1-1:2	1:1-1:2	1:1-1:5

## 1.3 Производство олигомеров

Карбамидоформальдегидные и фенолоформальдегидные олигомеры получают непрерывным и периодическим способами. По непрерывному способу, как правило, их получают на предприятиях химической промышленности при больших объемах производства газофазным или жидкофазным методом по одноаппаратной и многоаппаратной схемам. На предприятиях наибольшее распространение получил периодический способ получения олигомеров, осуществляемый, как правило, в одном аппарате. Технологический процесс в этом случае складывается из нескольких стадий:

- хранение и подготовка исходного сырья;
- приготовление конденсационного раствора;

- конденсация начальных продуктов;
- вакуум-сушка;
- слив и паспортизация.

*Хранение исходных материалов.* Формалин поступает на предприятия-изготовители синтетических смол в железнодорожных цистернах или автоцистернах, из которых при помощи центробежных или вакуумных насосов его перекачивают в обогреваемые емкости для хранения, изготовленные из кислотостойкой стали, алюминия или эмалированные. Хранят формалин при температуре не ниже +21 °С (для высшего сорта) и не ниже +7 °С (для 1 сорта). Емкости располагают вне цеха.

Карбамид и меламин хранят в закрытых сухих складских помещениях в упаковке предприятия-изготовителя.

Фенол поступает на предприятия в твердом виде в металлических барабанах или других закрытых емкостях. Хранение фенола производится в оцинкованных алюминиевых или других нержавеющих емкостях, без доступа воздуха и влаги.

Условия хранения различных химических соединений находятся в зависимости от их физико-механических свойств.

*Подготовка исходного сырья к синтезу.* Технологическая стадия подготовки компонентов синтеза к производству заключается в определении соответствия их требованиям ГОСТов и технологической инструкции на данный технологический процесс, приготовление рабочих растворов или смесей, транспортировки веществ из хранилищ и складов, подачи на весовые или объемные мерники, загрузки компонентов в реактор и физико-химической оценки состояния реакционной системы. Например, подготовка формалина заключается в анализе формалина на содержание основного вещества и рН, перекачивании из емкости для хранения через весовой мерник непосредственно в реактор и его нейтрализации.

Кристаллический карбамид перед загрузкой в реактор измельчают в дробилках. Для гранулированного карбамида и меламина измельчения не требуется. Дозировка производится при помощи весов, а загрузка через люк высыпанием из мешков или через специальный штуцер с помощью пневмотранспорта.

Фенол перед загрузкой в реактор выплавляют из металлических барабанов в плавильниках фенола, обогреваемых паром и при температуре 40-50 °С, подают в весовой мерник фенола и затем в предварительно нагретый до этой температуры реактор.

*Приготовление конденсационного раствора.* Эта операция производится непосредственно в реакторе - основной единице технологического оборудования цехов по производству поликонденсационных олигомеров.

Загрузку жидких компонентов в реактор осуществляют при помощи центробежных насосов, сыпучих - при помощи электротельферов с подъемным устройством с помощью шнековых транспортеров или пневмотранспорта. При проектировании последнего способа загрузки следует учитывать, что при попадании паров из реактора в трубопроводы пневмотранспортных устройств могут возникать трудности с загрузкой гигроскопичных веществ и, как показывает практика, такая схема загрузки не оправдывает себя.

На некоторых предприятиях с целью сокращения времени, затрачиваемого на загрузку реактора, а следовательно увеличения мощности цеха, загрузку компонентов и приготовление реакционных смесей производят в специальных емкостях, оборудованных мешалками. Готовую реакционную смесь при помощи центробежных или вакуумных насосов подают в реактор. Типы реакторов и их технические характеристики приведены в [5].

Наибольшее распространение в деревообработке находят реакторы объемом 3,2 и 6 м<sup>3</sup>, так как использование реакторов меньшего объема (например 2 м<sup>3</sup>), приводит к необходимости увеличения их общего числа, усложнению их обслуживания и нерациональному использованию производственных площадей.

Реакторы для получения поликонденсационных олигомеров имеют рубашки для подачи пара при его нагреве и воды при охлаждении. Они снабжены мешалками для перемешивания реакционной смеси со скоростью вращения 50-60 мин<sup>-1</sup> (якорная, якорно-рамная, турбинная и др.), термометрами и термографами для определения температуры внутри реактора. Реакторы для получения карбамидо-, меламино- и фенолоформальдегидных смол изготавливают из антикоррозионных материалов, чаще из нержавеющей стали или покрывают кислотостойкой эмалью.

В нижней части корпуса реакторов имеются устройства для слива готовой смолы и штуцеры для отбора проб.

В верхней крышке реактора располагаются штуцеры ввода и вывода. Через штуцеры ввода загружают жидкие, твердые и сыпучие компоненты и вводят различные технологические добавки. Выход конденсационных паров производится через выходные штуцеры, соединенные, как правило, с холодильниками кожухотрубного типа. Имеются также штуцеры для возврата конденсата в сферу реакции, размещения термометров и установки смотрового стекла, необходимого для визуального слежения за процессами, протекающими в реакторе; для установки освещения внутри реактора, а также для размещения предохранительного клапана, необходимого для контроля за давлением в реакторе.

Оснастка реактора включает конденсатор-холодильник, чаще кожухотрубного типа, вакуум-сборник конденсата, вакуум-насос для



создания и разрежения в реакторе при вакуумировании олигомера, а также системы трубопроводов.

Технологический процесс получения поликонденсационных олигомеров различных марок ведется в соответствии с действующими технологическими инструкциями, основные положения которых приводятся в вышеуказанной литературе.

Готовые олигомерные продукты (смолы) хранят в специально установленных для этой цели емкостях различного объема, оборудованных механическими мешалками и установленных непосредственно в цехе смол.

## 2. Расчет годовой программы

### 2.1 Расчет годового фонда рабочего времени

Производство поликонденсационных олигомеров на деревообрабатывающих предприятиях осуществляется периодическим или полунепрерывным способом. В производстве синтез олигомеров ведут в строгом соответствии с технологическим регламентом. Поэтому, цеха по производству смол в деревообрабатывающей промышленности обычно работают без остановок в три смены по скользящему графику.

В табл. 2.1 приведена структура фонда времени.

Таблица 2.1

Годовой фонд рабочего времени

Нерабочие дни	Количество
Праздничные дни	8
Капитальный ремонт	10
Профилактический ремонт	22
Итого нерабочих дней	40
Число рабочих дней в году	325

Часовой фонд рабочего времени рассчитывается по формуле

$$T_{\text{год}} = T_{\text{дн}} \times Q_{\text{см}} \times \tau_{\text{см}}, \quad (2.1)$$

где  $T_{\text{дн}}$  - число рабочих дней в году (325);

$Q_{\text{см}}$  - количество смен (3);

$\tau_{\text{см}}$  - количество часов в смену (8).

### 2.2 Расчет годовой программы

Мощность цеха смол определяется техническими и количеством реакторов.

Расчет производительности реактора ( $\Pi$ ) осуществляется по формуле

$$\Pi = \frac{V \times T_{\text{год}} \times K_n}{\tau_c} \quad (2.2)$$

где  $V$  - полезный выход одного синтеза, т;

$T_{\text{год}}$  - годовой фонд рабочего времени, ч;

$K_n$  - коэффициент использования оборудования, 0,75÷0,9;

$\tau_c$  - продолжительность одного синтеза, ч.

$$\tau_c = \tau_p + \tau_{\text{всп}}, \quad (2.3)$$

где  $\tau_{\text{всп}}$  - вспомогательное время, которое складывается из затрат времени на загрузку исходных мономеров, выгрузку готовых олигомеров, охлаждение или нагрев реактора и принимается равным 30 ÷ 40 мин (0,5 ÷ 0,75 ч);

$\tau_p$  - время проведения синтеза по технологическому регламенту.

Реакторы, используемые для проведения процесса поликонденсации, различаются по номинальной вместимости от 3,2 до 16 м<sup>3</sup>. Выбор реактора производится с учетом необходимой производительности цеха смол для обеспечения выполнения производственной программы основного производства, при этом желательно иметь минимальное количество реакторов одного объема.

Количество реакторов ( $n$ ) определяется по формуле

$$n = P / \Pi \quad (2.4)$$

где  $\Pi$  - производительность одного реактора, т;

$P$  - необходимое количество олигомера для выполнения программы, т.

## 2.3. Основные расчеты.

### 2.3.1 Расчет выхода олигомера и количества растворителя.

Выход олигомеров рассчитывают по весовому количеству сухого олигомера, получаемого из 100 массовых частей основного реагента. Для точного расчета должна быть учтена влага всех компонентов, составляющих рецепт олигомера. Летучие катализаторы (например, аммиак) в расчет не входят, так как они удаляются в процессе



конденсации или вакуумирования.

Формалин рассчитывают на газообразный формальдегид, вступающий в реакции с основным реагентом (фенол, карбамид и т.д.). Влагу формалина учитывают как водный растворитель. В количественный выход смолы она не входит.

Пример 1. Рецептатура фенолоформальдегидной смолы, г.

фенол	100
формальдегид	38
катализатор (едкий натр)	3
выход теоретический абс.сух. олигомера	141

В ходе синтеза возможны производственные потери, образующиеся, например, за счет выделения свободных фенола и формальдегида, а также летучих веществ. Практический выход олигомера определяется с учетом потерь:

$$ПВ = ТВ - ПП \quad (2.9)$$

где  $ТВ$  - теоретический выход, м.ч.;

$ПП$  - производственные потери, м.ч.;

$ПВ$  - практический выход, м.ч.

Производственные потери определяются как сумма содержания свободных мономеров в составе олигомера и летучих веществ. Для примера 1 практический выход можно определить, зная, что в составе готового олигомера содержится 2 м.ч. свободного фенола и 3 м.ч. свободного формальдегида:

$$141 - 5 = 136 \text{ м.ч.}$$

Зная практический выход сухой смолы рассчитывают количество испаренной влаги:

$$V_w = \frac{100 \times П_в}{K_0} - (П_в + B), \quad (2.10)$$

где  $П_в$  - практический выход олигомера, м.ч.;

$K_0$  - требуемая концентрация олигомеров, %;

$B$  - количество воды, вводимое с формалином, м.ч.;

$V_w$  - количество необходимого растворителя.

Количество воды  $B$ , вводимое с формалином, рассчитывают по формуле:

$$B = \Phi - \Phi_A \quad (2.11)$$

где  $\Phi$  - количество формалина по рецептуре, м.ч.;

$\Phi_A$  - количество формальдегида по рецептуре, м.ч.

После выполнения данного расчета можно приступить к расчету расхода сырья на производство 1 тонны смолы.

### 2.3.2. Расчет расхода сырья на производство 1 т смолы.

Исходными данными для расчета являются: концентрация готового олигомера ( $K_0$ ), количество отгоняемой в процессе вакуум сушки воды ( $V_{исп}$  %) и рецептура олигомера в массовых частях.

1. Расход сырья на приготовление реакционной смеси:

$$P = P_{M1} + P_{M2} + \dots + P_{Mn}, \text{ м.ч.}, \quad (2.12)$$

где  $P_{M1}, P_{M2}, P_{Mn}$  - количество загружаемых в реактор мономеров, м.ч.;

2 Выход после вакуум сушки:

$$P' = P - V_w, \quad (2.13)$$

где  $P$  - количество сырья в исходной реакционной смеси, м.ч.;

$V_w$  - количество испаряемой влаги, м.ч.

$$V_w = (100 \times П_в) / K_0 - (П_в + B) \quad (2.10)$$

где  $П_в$  - практический выход олигомера, м.ч.;

$K_0$  - требуемая концентрация олигомеров, %;

$B$  - количество воды, вводимое с формалином, м.ч.;

$V_w$  - количество необходимого растворителя.

Количество воды  $B$ , вводимое с формалином, рассчитывают по формуле:

$$B = \Phi - \Phi_A \quad (2.11)$$

где  $\Phi$  - количество формалина по рецептуре, м.ч.;

$\Phi_A$  - количество формальдегида по рецептуре, м.ч.

3. Общий выход смолы ( $P''$ ):

$$P'' = \frac{P' \times 100}{P}, \quad (2.14)$$

где  $P'$  - выход после вакуум-сушки, м.ч.;

$P$  - количество сырья в исходной реакционной смеси, м.ч.

4. Расход мономера на 1 т товарной смолы:

$$X_1 = \frac{G_m \times 1000}{P'}, \quad (2.15)$$

где  $G_m$  - количество мономера в реакционной смеси, м.ч.;

$P'$  - выход олигомера после вакуумсушки, м.ч.

5. Расход мономера на 1 т условной сухой смолы:

$$X_2 = \frac{X_1 \times 100}{K_0}, \quad (2.16)$$

где  $X_1$  - расход мономера на 1 т товарной смолы, кг;  
 $K_0$  - концентрация готового олигомера, %.

6. Расход мономера на 1 т условно сухой смолы с учетом потерь:

$$X_3 = X_2 \times K_n, \quad (2.17)$$

где  $X_2$  - расход мономера на 1 т условно сухой смолы, кг;  
 $K_n$  - коэффициент потерь (1,01+1,05).

### 2.3.3 Расчет потребного количества пара

Расходуемое тепло складывается из тепла нагрева смеси  $Q_1$ , тепла нагрева реактора  $Q_2$ , потерь тепла в окружающую среду  $Q_3$ :

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3, \text{ ккал.} \quad (2.18)$$

Расход тепла на нагрев смеси можно определить по формуле

$$Q_1 = mC(t_2 - t_1), \text{ ккал} \quad (2.19)$$

где  $m$  - количество смеси, кг;  
 $C$  - теплоемкость смеси, ккал/(кг·°C);  
 $t_1$  - начальная температура смеси, °C;

$t_2$  - конечная температура смеси, °C;

Теплоемкость смеси определяется по теплоемкости исходных компонентов по принципу аддитивности:

$$C = \frac{(C_1 \times m_1) + (C_2 \times m_2) + \dots + (C_n \times m_n)}{m_1 + m_2 + \dots + m_n}, \frac{\text{ккал}}{\text{кг} \cdot \text{град}}, \quad (2.20)$$

где  $C_1, C_2, \dots, C_n$  - теплоемкость компонентов смеси, ккал/(кг·°C). (табл. 2.2);

Тепло, потребное для нагрева реактора, определяют по формуле

$m_1, m_2, \dots, m_n$  - масса компонентов смеси, кг.

$$Q_2 = m_1 C_1 (t_2 - t_1), \text{ ккал} \quad (2.21)$$

где  $m_1$  - вес реактора, кг;

$C_1$  - удельная теплоемкость материала, из которого изготовлен реактор (для стали 0,115 ккал/(кг·°C), ккал/кг·°C);

$t_1$  - температура в цехе, °C;

$t_2$  - конечная температура смеси, °C;

Таблица 2.2

Значения теплоемкости используемых компонентов

Наименование вещества	Теплоемкость, ккал/кг·град.
Фенол	0,661
Формальдегид	0,281
Карбамид	0,37
Меламин	0,352
Капролактан	0,356
NaOH	0,356
NH <sub>4</sub> Cl	0,374

Потери тепла в окружающую среду принимаются 2÷5 % от  $Q_2$ .

Расход тепла при вакуум-сушке при остаточном давлении  $P(0,2 \text{ кг/м}^2)$  составляет:

$$Q_n = m \times Q_{исп}, \text{ ккал,} \quad (2.22)$$

где  $m$  - масса отогнанной воды, кг;

$Q_{исп}$  - теплота испарения, ккал/кг.

### 2.3.4 Расчет количества пара необходимого для плавления фенола

Тепло, расходуемое на расплавление фенола, складывается из расхода тепла на нагрев аппарата и непосредственно на процесс плавления. Процесс плавления длится 4-6 часов. Все трубопроводы, по которым транспортируется расплавленный фенол, обогреваются.

$$Q = Q_{нагр.ап} + Q_{пл.ф.}$$

$$Q_{нагр.ап} = m \times C_{ст} \times (t_2 - t_1), \text{ ккал,}$$

где  $Q_{нагр.ап}$  - тепло, расходуемое на нагрев аппарата;

$C_{ст}$  - удельная теплоемкость стали из которой изготовлен плавильник;

$t_1, t_2$  - начальная и конечная температура плавильника.

$$Q_{пл.ф.} = m_{фен} \times C_{фен} \times (t_2 - t_1), \text{ ккал,}$$

где  $Q_{пл.ф.}$  - тепло, затрачиваемое непосредственно на плавление фенола;

$m_{фен}$  - масса расплавленного фенола, кг;

$C_{фен}$  - удельная теплоемкость расплава фенола



$$(C = 2,345 \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}));$$

$i_1$  и  $i_2$  - разницы температур в начале и в конце процесса.

Исходя из приведенных расчетов определяют количество пара, необходимого для проведения процесса по формуле 2.23.

**Пример 2.** При массе плавильника 1000 кг, температура пара при входе в аппарат +110 °С, на выходе +70 °С, рассчитать количество тепла, необходимое для расплавления 500 кг фенола, если температура исходного вещества составляет +20 °С и конечного +45 °С.

$$Q_{\text{исп.в.}} = 1000 \times 0,115 \times 40 = 460 \text{ ккал}$$

$$Q_{\text{пл.ф.}} = 500 \times 2,345 \times (45 - 20) = 29312,5 \text{ ккал}$$

$$Q = 29312,5 + 460 = 29772,5 \text{ ккал}$$

Предположим, что процесс должен протекать за 45 минут. Тогда расчетное количество тепла

$$Q_{\text{расч}} = 29772,5 : 0,75 = 39696,6 \text{ ккал/час.}$$

Теперь можно рассчитать приближенное количество пара ( $Q_{\text{пара}}$ ), необходимое для проведения процесса:

$$Q_{\text{пара}} = \frac{Q_{\text{расч}}}{\tau_{\text{ср}}}, \text{ кг,}$$

где  $\tau_{\text{с}}$  - теплота испарения, ккал/кг;

$$Q_{\text{пара}} = 39696,6 : 510 = 352 \text{ кг/ч.}$$

Расчет количества пара, используемого для нагрева реакционной смеси и реактора, а также испарения лишней воды в процессе вакуум-сушки, производится по формуле:

$$D = \frac{Q}{(i_n - i_k)} \times 1,02 \text{ кг,} \quad (2.23)$$

где Q - расходуемое тепло, ккал;

$i_n$  - энтальпия греющего пара;

$i_k$  - энтальпия конденсата на выходе.

Значение энтальпии для греющего пара и конденсата находят в справочной литературе [9].

### 2.3.5 Расчет расхода электроэнергии.

Расход электроэнергии при изготовлении олигомеров периодическим способом представлен в табл.2.3.

Для расчета удельного расхода электроэнергии суммируется мощность всех электродвигателей.

Удельный расход электроэнергии рассчитывается по формуле:

$$N_{\text{уд}} = \frac{\sum NK \times 24}{Q}, \text{ кВт} \cdot \text{ч/т} \quad (2.24)$$

где  $\sum NK$  - суммарная мощность электродвигателей, кВт;

$K$  - коэффициент непрерывности;

$Q$  - суточная производительность цеха, т.

Таблица 2.3

Расход электроэнергии

Наименование аппарата или механизма с электродвигателем	Кол-во аппаратов	Мощность эл. двигателей	Кэф-фициент одно-врем.	Число часов работы в сутки
Вакуум насос	1-6	2,2	0,9	2-3
Центробежный насос для формалина, фенола, щелочи и т.д.	3-5	2,8	0,9	4-5
Тельфер с мотором для подъема и передвижения				
Реактор для синтеза	1-6	4,5	0,9	5-17
Мешалка для олигомера в емкости стандартизатора	1-6	4,54	0,9	2-10
Насос для перекачки готового олигомера	1-6	6,0	0,9	2-6
Дробилка для сухих материалов	1	1,5	0,9	2-5
Эlevator	1	1,7	0,9	2,5
Насос роторно-зубчатый для цеха потребителя смол	1	2,2	0,9	2-4
Лаборатория: муфельная печь	1	2,0	0,6	6
электроплитки	4	2,0	0,6	8



### 3. Правила безопасности для производства синтетических олигомеров

#### Общие положения.

1. Настоящие правила распространяются на все предприятия по производству пластических масс, имеющие взрывоопасные и взрыво- и пожароопасные производства, цехи, участки, подконтрольные Госгортехнадзору.

2. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий по производству пластических масс должны производиться в соответствии со строительными нормами и правилами (СНиП), утвержденными Госстроем, с соблюдением «Правил безопасности во взрывоопасных и взрыво-пожароопасных химических производствах».

3. Лица, вновь принятые в производственные цехи, а также переводимые на другую работу, должны быть проинструктированы по правилам внутреннего распорядка, техники безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии и обучены безопасным методам работы в соответствии с ГОСТ 12.0.004-79 «Организация обучения работающих безопасности труда».

4. К самостоятельной работе они могут быть допущены только после стажировки на рабочем месте и проверки знаний по технике безопасности на допуск к самостоятельной работе.

5. Продолжительность работы стажера-дублера устанавливается руководителем предприятия с учетом сложности производства и профессии, но должна быть для основных производственных работ не менее 10 дней.

#### Строительный комплекс.

1. Генеральные планы предприятий для производства пластических масс, объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений этих предприятий должны соответствовать требованиям СНиП, ПБВХП-74, а также требованиям правил безопасности.

2. На покрытии зданий с производствами категорий А, Б и Е допускается размещать:

- а) воздушные холодильники, в трубах которых находятся легковоспламеняющиеся (ЛВЖ) и горючие (ГЖ) жидкости при установке их на поддоны, с отводом пролитой жидкости в емкость;
- б) технологические аппараты, в которых отсутствуют ЛВЖ и ГЖ;
- в) бункера с порошкообразным или гранулированным продуктом;
- г) агрегаты вытяжной вентиляции.

3. При производстве олигомеров, где возможно образование взрывоопасной или вредной пыли, строительные конструкции должны

иметь гладкую поверхность с минимальным числом выступов и отделку, допускающую очистку их от пыли и влажную уборку.

4. Помещения с производствами категории Б, в которых возможно выделение взрывоопасной пыли, следует отделять от помещений с производствами других категорий тамбуром-шлюзом, без подачи в него воздуха. В указанных помещениях с выделением взрывоопасной пыли должно обеспечиваться превышение вытяжки над притоком на 5 %.

5. Предприятие должно обеспечивать регулярный контроль качества сбрасываемых производственных загрязнений и вод по графику, утвержденному главным инженером предприятия.

6. При содержании в сточных водах загрязнений сверх допустимых норм или аварийных проливах продукции стоки следует подвергать локальной очистке, регенерации или направлять их на установки термического обезвреживания.

7. Спуск в канализацию вредных продуктов производства реагентов (в том числе и при аварийных случаях) и вод после промывки аппаратов, трубопроводов и других производственных операций, а также загрязненных от мытья полов сточных вод в производственных помещениях запрещается.

Указанные продукты и воды должны направляться в специальные технологические емкости и после предварительного контроля на содержание в них вредных веществ должен решаться вопрос об их утилизации, обезвреживании или выпуске в канализацию.

Сточные воды, содержащие загрязнения, превышающие допустимые пределы для сброса их на очистные сооружения, подлежат уничтожению способом, предусматриваемым в технологической части проекта. Отработанные реактивы лабораторий должны обезвреживаться до их выпуска в канализацию.

#### Технологическое оборудование и предохранительные устройства.

1. Расположение оборудования и коммуникаций должно обеспечить безопасность и удобство эксплуатации и ремонта, а также свободное передвижение крупногабаритного оборудования при его монтаже, демонтаже и ремонте.

2. Управление и контроль за работой оборудования, установленного на открытых площадках, должны осуществляться, как правило, с центрального пульта управления, располагаемого в закрытом помещении.

3. Аппараты, работающие под избыточным давлением, свыше 0,07 МПа, должны соответствовать требованиям «Правил устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Аппараты, работающие под вакуумом, должны рассчитываться с

учетом гидравлического испытания их на давление не менее 0,2 МПа и пневматического - на 0,1 МПа, а также проверены на устойчивость при вакуумировании согласно ГОСТ 14249-80.

4. С целью исключения подсоса при "больших и малых дыханиях" в аппараты с ЛВЖ должна быть предусмотрена подача инертного газа для поддержания в них инертной газовой подушки.

5. Расчетное и рабочее давление для аппаратов и сосудов надо принимать с учетом указаний ГОСТ 14249-80. для аппаратов, работающих с вредными, взрыво- и пожароопасными продуктами, расчетное давление следует принимать с учетом давления продувочного инертного газа, пара и сжатого воздуха.

6. Все аппараты, работающие под давлением, должны быть снабжены запорной арматурой, контрольно-измерительными приборами и предохранительными устройствами в соответствии с требованиями «Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

7. При проектировании оборудования для высококипящего органического теплоносителя (ВОТ) следует руководствоваться «Дополнительными требованиями к паровым и жидкостным котлам, работающим с высокотемпературными органическими теплоносителями (ВОТ)».

*Специфические требования к отдельным производствам  
Карбамидоформальдегидные меламиноформальдегидные и  
фенолоформальдегидные смолы.*

1. Для предотвращения выбросов реакционной массы из аппарата необходимо предусмотреть:

а) сигнализацию и автоматическое отключение подачи пара в рубашку аппарата при достижении установленной температуры реакционной массы;

б) контроль скорости нагрева реакционной смеси и пуска охлаждающей воды в рубашку аппарата;

в) поверхность теплообмена конденсатора, обеспечивающую полную конденсацию поступающих в него паров;

г) сечение шламовой трубы и ее прокладку между реактором и конденсатором, обеспечивающие свободный пропуск паров из реактора в конденсатор;

д) аварийную емкость или специальную ловушку для сбора паров и газов от предохранительного клапана или мембраны реакционного

аппарата.

2. Установка арматуры на шламовых трубах и на линиях сброса от предохранительных устройств не допускается.

3. Подача в реактор соляной кислоты должна осуществляться через дозирующее устройство.

4. Для перекачивания фенола необходимо применять обогреваемые насосы.

5. Открытый слив расплава смолы из реактора допускается только для твердых резольных и новолачных смол, при этом охлаждающее устройство должно размещаться в укрытии с местным отсосом, а расстояние от сливного клапана реактора до охлаждающего устройства должно быть минимальным.



4. Схемы производства олигомеров для деревообрабатывающей промышленности

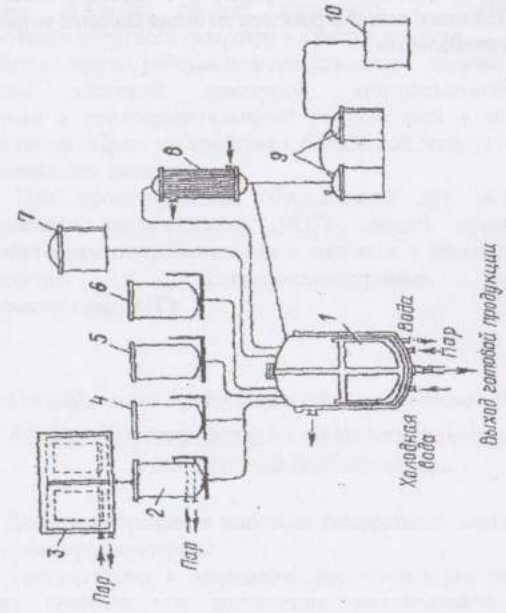


Рис. 4.1 Схема процесса производства резолов фенолов периодическим способом:  
 1-реактор; 2- мерник; 3- плавитель фенола; 4,5,6-мерники жидких фенолов, формалина, катализаторов; 7- мерник воды; 8- кожухотрубный холодильник; 9- вакуум-сборник конденсата; 10- вакуум-насос.

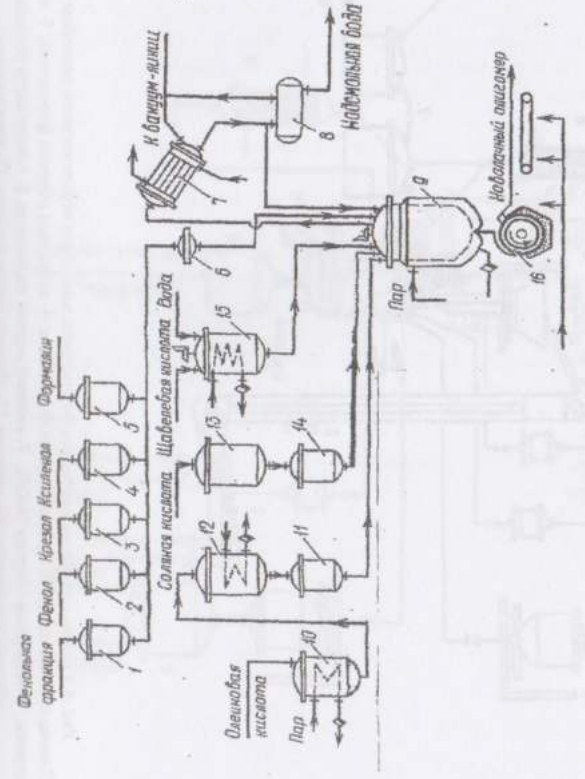


Рис. 4.2 Схема процесса производства новолоков периодическим способом:  
 1,2,3,4,5,11,14 – мерники сырья; 6- сетчатый фильтр; 7- кожухотрубный холодильник; 8- сборник надомольной воды; 9- реактор поликонденсации и сушки; 10- плавитель олеиновой кислоты; 12- напорная емкость олеиновой кислоты; 13- напорная емкость; 15- аппарат для растворения шапелевой кислоты 16- охлаждающий барабан



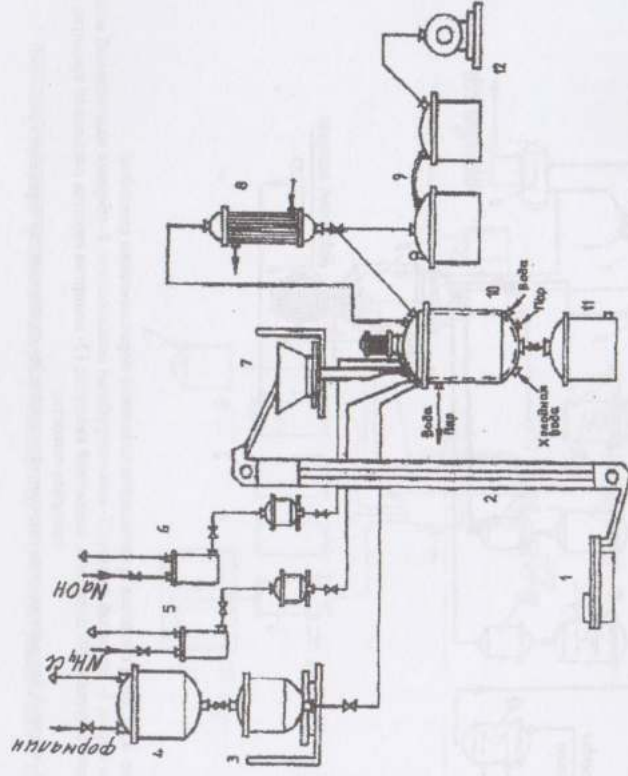


Рис. 4.3 Схема получения карамидоформальдегидных смол периодическим способом:  
 1 - дробилка; 2-ковшовый элеватор; 3- весовой мерник формалина; 4- напорный сборник формалина; 5- напорный сборник хлористого аммония; 6- напорный сборник NaOH; 7- весовой мерник карбамида; 8- конденсатор (холодильник); 9- вакуум-сборник конденсата; 10- реактор; 11- сборник готовой смолы; 12- вакуум-насос

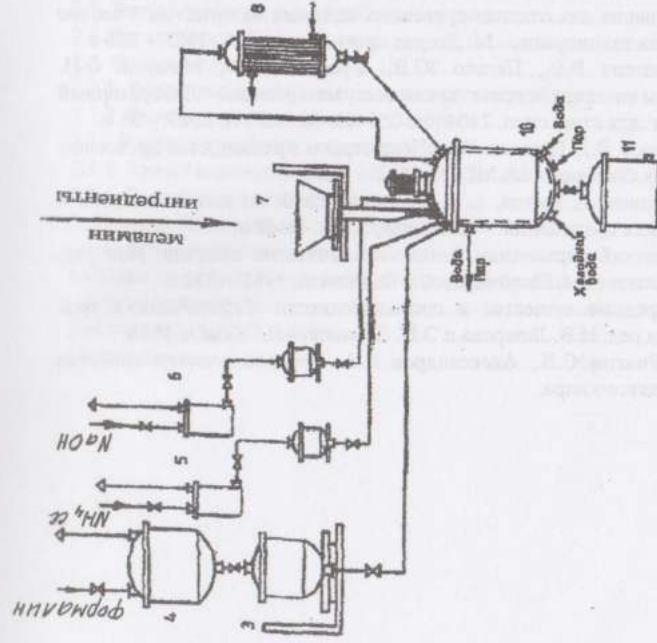


Рис. 4.4.Схема получения меламиноформальдегидных смол периодическим способом  
 3- весовой мерник NaOH; 4- напорный сборник формалина; 5- напорный сборник хлористого аммония; 6- напорный сборник NaOH; 7- весовой мерник меланина и дополнительных ингредиентов; 8- конденсатор (холодильник); 9- вакуум-сборник конденсата; 10- реактор; 11- сборник готовой смолы

## Библиографический список.

1. Ю.Г. Доронина, М.М. Свиткина, С.М. Мирошниченко «Синтетические смолы в деревообработке» - М.: Лесная промышленность, 1979. - 207 с.
2. Азаров В. И., Цветков В. Е. Полимеры в производстве древесных материалов: Учебник для студентов спец. 260300, 260200. -М.:МГУЛ 2003.-236 с.
3. Тупицына Ю.С., Мирошниченко С.Н. и Ноткина М.М. Процессы и оборудование для отделки древесных плитных материалов: Учебное пособие для техникумов. - М: Лесная промышленность, 1983. - 256 с.
4. Цветков В.Е., Пасько Ю.В., Кремнев К.В., Мачнева О.П. «Полимеры в производстве древесных материалов». Лабораторный практикум для студ. спец. 240406 и 250403 -М: МГУЛ, 2007. - 55 с.
5. Азаров В.Д Цветков В.Е. Полимеры в производстве древесных материалов, Учебник - М: МГУЛ, 2003. - 236 с.
6. Справочник химии, т. II. Основные свойства неорганических и органических соединений. - Л.: Химия, 1971. - 1168 с.
7. Краткий справочник физико-механических величин. Под ред. А.А. Равделя и А.М. Пономаревой. - Л.: Химия, 1983. - 232 с.
8. Вредные вещества в промышленности. Справочник в трех томах. Под ред. Н.В. Лазарева и Э.Н. Левиной. - Л.: Химия, 1976.
9. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара.

## Оглавление

Предисловие .....	5
1. Общие положения.....	5
1.1. Состав и содержание курсовой работы .....	5
1.2. Виды и характеристики олигомеров, применяемых в деревообрабатывающей промышленности.....	6
1.3. Производство олигомеров.....	15
2. Расчет годовой программы .....	18
2.1. Расчет годового фонда рабочего времени.....	18
2.2. Расчет годовой программы .....	19
2.3. Основные расчеты.....	19
2.3.1. Расчет выхода олигомера и количества растворителя.....	19
2.3.2. Расчет расхода сырья на 1 т смолы.....	21
2.3.3. Расчет потребного количества пара.....	22
2.3.4. Расчет количества пара необходимого для плавления фенола.....	23
2.3.5. Расчет расхода электроэнергии.....	24
3. Правила безопасности для производства синтетических олигомеров .....	26
4. Схемы производства олигомеров в деревообрабатывающей промышленности.....	30
Библиографический список.....	34
Оглавление.....	36