

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 110 стр., 20 рис., 8 табл., 36 источников, 1 приложение.

Ключевые слова: дициклопентадиеновая фракция, циклопентадиеновая фракция, хлорид кобальта, цеолит, диэтилалюминийхлорид, триэтилалюминий, нефтеполимерная смола.

Объектом исследования в настоящей работе являются нефтеполимерные смолы, синтезированные из свежеперегнанной дициклопентадиеновой фракции жидких продуктов пиролиза прямогонного бензина установки ЭП-300 ООО «Томскнефтехим», и покрытия на их основе.

Целью настоящей работы является разработка наиболее эффективного способа получения нефтеполимерных смол, с помощью каталитических систем: хлорида кобальта нанесенного на различные типы цеолитов в комплексе с сокатализаторами – триэтилалюминием и диэтилалюминийхлоридом.

В процессе работы проводили синтез нефтеполимерных смол, на различных типах цеолитов, исследовали состав полученных нефтеполимерных смол и изучали свойства покрытий на их основе.

Область применения: лакокрасочная, целлюлоза - бумажная, мебельная промышленность.

Экономическая значимость работы – получение качественной нефтеполимерной смолы с низкой себестоимостью, и улучшенными механическими характеристиками.

REFERAT

Qualifikationsarbeit 110 S, 20 Abb, 8 Tab, 36 Informationsquelle, 1 Beilage

Stichworte: Dicyclopentadien Fraktion, Cyclopenta Fraktion, Kobaltchlorid, Zeolith, Diethylaluminiumchlorid, Aluminiumtriethyl, Erdölpolymerharz

Die Forschungsobjekte in dieser Arbeit sind Erdölpolymerharze, die aus der frisch destillierten Dicyclopentadienfraktion von flüssigen Pyrolyseprodukte des Destillatbenzins synthetisiert werden.

Das Ziel dieser Arbeit ist das effizienteste Verfahren für Herstellung von Erdölpolymerharze mit Hilfe der katalytischen Systemen zu entwickeln. Und zwar durch Verwendung von Kobaltchlorid, das auf verschiedene Typen von Zeolithen in Kombination mit Cokatalysatoren (Diethylaluminiumchlorid und Aluminiumtriethyl) angewendet wird.

In dieser Arbeit war Synthese von Erdölpolymerharzen durchgeführt. Wir untersuchten auch die Struktur der hergestellten Erdölpolymerharze und auf dieser Basis studierten die Eigenschaften von Beschichtungen.

Anwendungsgebiet: Lack- und Farbenindustrie, Zellstoff- und Papierindustrie, Möbelindustrie.

Die wirtschaftliche Bedeutung der Arbeit: die Herstellung von hochwertigen Erdölharzen mit niedrigen Selbstkosten und verbesserten mechanischen Eigenschaften.

Обозначения и сокращения

ДЦПДФ – дициклопентадиеновая фракция

ЦПДФ – циклопентадиеновая фракция

НПС_{ЦПДФ} – циклопентадиеновая нефтеполимерная смола

ЖПП – жидкие продукты пиролиза

ОП – оксид пропилена

ДЭАХ - диэтилалюминийхлорид

ТЭА – триэтилалюминий

ИК – инфракрасная спектроскопия

ЯМР – ядерный магнитный резонанс

ВКЦ – высококремнеземные цеолиты

ZSM – Zeolite — «Sokoni Mobil»

Оглавление	
Введение	9
1 Литературный обзор	12
1.1 Сырьё для синтеза нефтеполимерных смол	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Способы получения нефтеполимерных смол.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Применение нефтеполимерных смол.....	22
1.4 Основные характеристики цеолитов, их свойства и применение.....	29
2 Объекты и методы исследования	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Характеристика исходных веществ ...	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Вспомогательное оборудование.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Методики подготовки фракции для синтеза НПС ..	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.1 Методика получения ДЦПДФ на роторном испарителе.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.3.2 Методика перегонки дициклопентадиеновой фракции с дефлегматором	Ошибка! Закладка не определена.
2.4 Методики синтеза НПС.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.1 Подготовка компонентов синтеза ...	Ошибка! Закладка не определена.
2.4.2 Синтез в присутствии каталитической системы хлорид кобальта, нанесенный на модифицированный цеолит H-ZSM-5 с диэтилалюминийхлоридом	Ошибка! Закладка не определена.
2.5 Методика определения выхода нефтеполимерных смол	40
2.6 Исследование физико-химических характеристик нефтеполимерных смол.....	41
3 Экспериментальные результаты и их обсуждение	44
5 Социальная ответственность	83
5.1 Производственная безопасность	84
5.2 Химические факторы.....	85

5.3 Физические вредные факторы.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.4 Физические опасные факторы.....	90
5.5 Экологическая безопасность	91
5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	92
5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	93
Список использованных источников	96
Приложение А.....	99

Введение

Углеводородное сырье используется не только в качестве энергоносителя, но и является базой для получения ценных органических веществ и материалов. Наряду с основными продуктами образуется значительное количество побочных продуктов, не находящих экономически эффективного применения. Очевидно, что разработка экономически выгодных веществ и материалов, основанная на использовании побочных продуктов, является значимой задачей.

В процессах пиролиза, проводимого с целью получения низших олефинов, образуется от 20 до 40 % побочных жидких продуктов.

Актуальность работы состоит в необходимости разработки гетерогенно-каталитического процесса получения нефтеполимерных смол, обеспечивающего:

1. Снижение расхода катализатора и расхода нейтрализующих агентов.
2. Снижение коррозионности среды.
3. Уменьшение вредного воздействия катализатора и продуктов его разложения на человека.

Повышению реакционной способности ДЦПДФ может способствовать мономеризация ДЦПД до ЦПД при отгонке. Поскольку в процессе дистилляции через дефлегматор ДЦПД почти полностью разлагается с образованием ЦПД, его реакционная способность во фракции может способствовать процессу каталитической полимеризации.

Настоящая работа посвящена разработке способа получения нефтеполимерных смол из ЦПДФ, получаемой дистилляцией ДЦПДФ, с использованием гетерогенных каталитических систем.

Целью настоящей работы является разработка эффективного способа получения нефтеполимерных смол, с помощью каталитических систем на

основе хлорида кобальта нанесенного на различные типы цеолитов, в комплексе с сокатализаторами – триэтилалюминием и диэтилалюминийхлоридом.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- подготовить фракцию к синтезу и исследовать ее состав;
- синтезировать НПС с использованием гетерогенных каталитических систем на основе хлорида кобальта на различных типах цеолитов с алюминийорганическим соединением;
- определить характеристики смол и покрытий на их основе.

Научная новизна.

1. Показана возможность синтеза нефтеполимерных смол с помощью каталитических систем на основе хлорида кобальта, нанесенного на модифицированный цеолит $\text{H-ZSM-5/20\% Al}_2\text{Cl}_3$ в присутствии диэтилалюминийхлорида.

2. Установлено влияние типа цеолита и сокатализатора на выход плёнкообразующих веществ. С увеличением диаметра пор цеолита и повышением его кислотных свойств возрастает выход НПС.

Практическая значимость.

1. Разработан способ получения нефтеполимерных смол с неоднократным использованием катализатора $\text{CoCl}_2 \cdot \text{H-ZSM-5/20\% Al}_2\text{Cl}_3$. Показано что каталитическая система при повторном использовании снижает активность.

2. С помощью ИК-, ЯМР¹H спектроскопии и ГХМС произведена оценка влияния состава каталитической системы на выход и состав продуктов полимеризации.

3. Исследованы характеристики нефтеполимерных смол и покрытий на их основе.

1 Литературный обзор

1.1 Сырьё для синтеза нефтеполимерных смол

НПС в последнее время находят все более широкое применение в различных отраслях промышленности, как в России, так и за рубежом. Уникальный комплекс физико-химических свойств позволяет использовать смолы в самых разных отраслях промышленности например в целлюлозно-бумажной и др. [2].

Углеводородный состав фракций C₅, C₈, C₉.

Углеводородный состав C ₅ , %		Углеводородный состав, %		C ₈ – C ₉	C ₉
Углеводороды C ₄	0,87	Бензол		1,5	3,3
n-Пентан	12,80	Толуол		8,2	6,8
Циклопентан	1,88	Этилбензол		2,4	6,5
2-Метилбутан	9,63	м-,п-Ксилолы		8,5	19,3
Пентены	22,11	о-Ксилол		3,9	5,8
Изопрен	12,60	Стирол		20,9	9,3
Пентадиен-1,3	11,62	Мезителен		0,8	2,0
Пентадиен-1,4	0,99	α-Метилстирол		3,5	7,5
Циклопентадиен-1,3	26,18	Псевдокумол		0,5	2,0
Ацетиленовые	0,31	Винилтолуолы		7,5	6,0
Углеводороды C ₆ и выше	1,01	Дициклопентадиен		22,1	9,0
		Индан		1,0	1,0
		Инден		12,0	6,6
		Дивинилбензол		0,2	0,3
		Нафталин		1,6	1,9
		Неидентифицированные углеводороды		5,4	12,7

Таблица 1 - Физико-химические свойства и фракционный состав фракции C₅

Показатель	Свойства и состав фракции C ₅ , полученной пиролизом	
	бензина	атмосферного газойля
Плотность, кг/м ³	620-700	650-720
Бромное число, г Br ₂ /100 г	100-200	100-800
Температура, °C: вспышки застывания	-25÷-80 менее -60	-25÷-80 менее -60
Вязкость кинематическая при 20 °C, мм ² /с	0,8-1,0	0,8-1,0
Массовая доля, %: серы воды и механических примесей	менее 0,003 отсутствуют	менее 0,030 отсутствуют

Использование в качестве полимеризуемого сырья фракции C₈-C₉ и «зеленого масла» позволяет повысить ненасыщенность получаемых НПС па 48-58,7 г I₂/100г, при этом выход целевого продукта возрастает с 44 % (мас.) до 59-65 % (мас.).

1.2 Способы получения нефтеполимерных смол

Ионная полимеризация протекает с образованием либо карбокатиона, либо карбоаниона с последующей передачей по цепи положительного или отрицательного заряда [6].

Катионной полимеризацией называется процесс получения высокомолекулярных соединений, при котором растущая цепь несет положительный заряд, являясь катионом.

Катализаторы процесса:

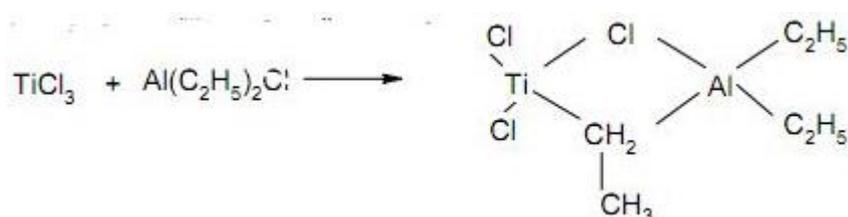
- протонные кислоты: H₂SO₄; H₃PO₄;
- апротонные кислоты (кислоты Льюиса, общей формулы MX_n, где M – металл, X – галоген (BF₃, AlCl₃);
- соли оксония типа RO⁺[A],
- алкилпроизводные металлов: R₃Al, R₂Zn.

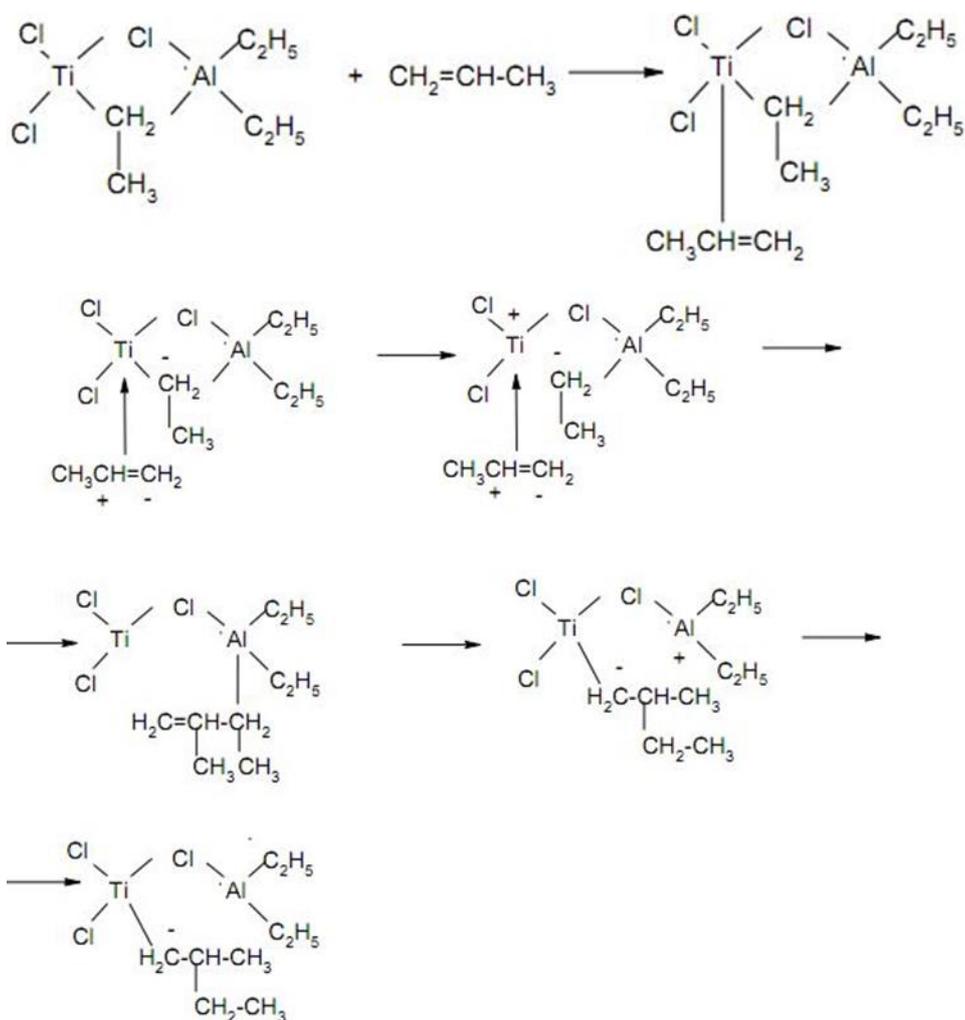
Анионной полимеризацией называют процессы, в которых растущая цепь представляет собой отрицательно заряженную частицу (анион) [2].

В качестве катализаторов наибольшее распространение получили комплексные соединения трех типов:

- соединения Циглера – Натта,
- π-аллильные комплексы переходных металлов,
- оксидно-металлические катализаторы.

Схема полимеризации под влиянием комплексов включает несколько стадий:





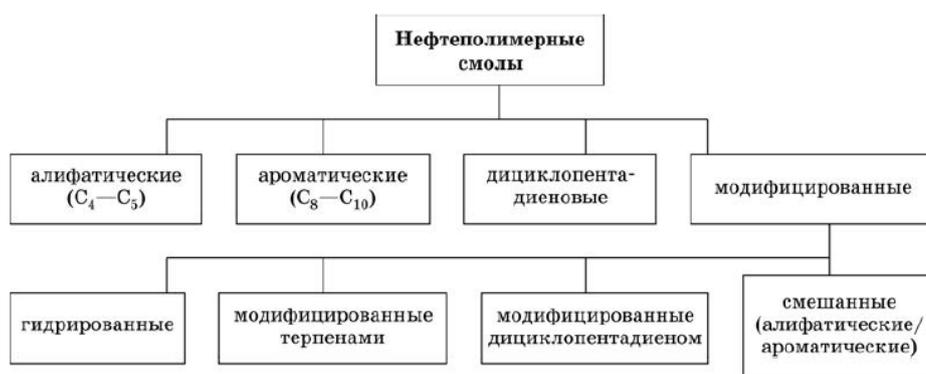
Анализируя способы получения НПС с использованием различных катализаторов и инициаторов полимеризации, следует отметить, что каждый способ, наряду с определенными преимуществами, имеет и специфические недостатки, но, регулируя условия полимеризации, можно получать смолы различного качества. Состав полученных НПС зависит как от углеводородного состава исходного сырья (содержания непредельных мономеров), так и от способа полимеризации.

Следует отметить, что каталитическая полимеризация обладает рядом преимуществ перед другими способами, менее энергоемка и легко адаптируется для организации производства в любом регионе России.

Все нефтеполимерные смолы классифицируют по типу сырья, из которого они получены. Выделяют:

1. алифатические смолы C_5 . Смолы полученные полимеризацией фракции C_5 в основном состоящей из пиперилена, циклопентадиена, изомерных пентенов и пентанов.
2. ароматические смолы C_9 . Смолы получаемые из фракции $C_8 — C_{10}$, преимущественно из C_9 . Основными мономерами здесь являются стирол, α -метилстирол, изомерные винилтолуолы, инден.
3. смолы на основе дициклопентадиена (ДЦПД). Их получают из технического ДЦПД, смесей ДЦПД с вышеописанными фракциями или из фракций, содержащих значительное количество ДЦПД.
4. комбинированные C_5 - C_9 смолы. Получают из смесей фракций C_5 и C_9 .

Рис.1 – Классификация нефтеполимерных смол.



1.3 Применение нефтеполимерных смол

Нефтеполимерные смолы используются в самых различных отраслях народного хозяйства, а именно:

Они широко используются за рубежом для получения синтетических олиф, масляно-смоляных лаков, алкидных смол, а также в качестве добавок в различные лакокрасочные композиции.

Нефтеполимерная олифа представляет собой раствор нефтеполимерной смолы в керосиновой фракции. Смолы применяют так же в текстильной промышленности.

Композиции из термореактивных смол, в качестве которых могут быть использованы также смолы, полученные на основе продуктов переработки нефти, с наполнителем в виде металлического порошка или волокон, представляют интерес как конструкционные материалы благодаря своей низкой плотности по сравнению с металлами и регулируемой тепло- и электропроводности. Они применяются в качестве формовочных и замазочных композиций, компаундов в электронике, материалов для производства подшипников и т.д.

Раствор смолы является хорошим пропиточным материалом для древесностружечных плит, придающим им водонепроницаемость и предохраняющим от коробления [10].

Нефтеполимерные смолы используют в производстве: резино-технических изделий и искусственных кож в строительной технике и производстве бумаги и картона. Широкое применение нефтеполимерные смолы находят также в составах для разметки дорог. Для этих целей рекомендуется использовать нефтеполимерные смолы, получаемые каталитической полимеризацией различных фракций продуктов пиролиза: алифатической ненасыщенной углеводородной фракции C_4-C_5 , ароматической фракции C_9 , смеси алифатической и ароматической фракций C_4-C_5 и C_9 , широкой фракции [2].

НПС применяются в гидроизоляционных композициях, которые используются в покрывных и пропиточных массах при изготовлении рулонных кровельных материалов. При этом происходит расширение температурного диапазона эксплуатации, деформативности, водостойчивости, снижение себестоимости продукции и экологическая сообразность. В данном битумополимерном составе находятся битум, маслопластификатор и полимерная добавка, в качестве последней содержит растворенный в мягчителе "ПМ" композиционный отход КО-2, являющийся отходом производства липкой изоляционной ленты и содержащий в своем составе в массе следующие компоненты: полиэтилен высокого давления,

полиэтилен низкого давления, бутилкаучук, смола нефтеполимерная, сажа, масло-мягчитель "ПМ", тальк, оксид цинка, антиоксидант [11].

НПС применяются в композициях, предназначенных для длительной наружной защиты от коррозии и абразивного износа подкузовной части автомашин, сельхозтехники, железнодорожных вагонов. Битумно-полимерная защитная композиция, включающая битум нефтяной, твердые углеводороды, присадку, растворитель, смолу нефтеполимерную, пигмент и смесь модифицированных азотсодержащих оснований обладает повышенной абразивостойкостью, а также высокой стойкостью к коррозии [5].

Применяются в строительстве автомобильных дорог и могут быть использованы для устройства верхних слоев дорожных одежд. Мировой объем производства нефтеполимерных смол имеет тенденцию к росту, что объясняется широкой и доступной сырьевой базой, низкой стоимостью и возможностью использования в различных отраслях промышленности.

1.4 Основные характеристики цеолитов, их свойства и применение.

Цеолиты – это водные кристаллические алюмосиликаты. В их кристаллах при дегидратации освобождается регулярная система каналов и полостей, диаметр которых составляет примерно 0,3-1,0 нм [3].

Каркас цеолитов выстроен из почти правильных тетраэдров TO_4 , первичных структурных единиц, где Т – атомы кремния или алюминия, О – атомы кислорода [4, 5]. Угол связи О-Т-О отклоняется от правильного тетраэдрического угла ($109^{\circ}28'$) на 2 - 3°. Ионы Si^{+4} сбалансированы четырьмя ионами кислорода в вершинах тетраэдра, поэтому кремний кислородные тетраэдры имеют электрически нейтральный заряд.

При этом Al^{+3} имеет координационное число равное четырем и, по сути, алюмокислородному тетраэдру соответствует заряд -1. Электронейтральность обеспечивается благодаря катионам, расположенным возле тетраэдров. В качестве катиона выступают одно- и двухзарядные

щелочные, щелочноземельные, редкоземельные и органические катионы, которые входят в структуру цеолита в процессе приготовления [6].

В данный момент известно очень много разновидностей синтетических цеолитов – около 100. Цеолиты структуры А, X, Y и морденит являются аналогами фожазита – природного цеолита. Данные цеолиты относятся к цеолитам первого поколения. Мольное отношение $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ для цеолитов этого поколения составляет 2–6 [20].

Искусственные цеолиты марок NaX, NaA – современные пористые материалы, которые применяют при проведении очистки жидких и газообразных веществ. Международное название synthetic zeolite / фожазит X, синтетический гранулированный фожазит. Цеолиты NaX, NaA отличаются высокой адсорбционной способностью, основанной на катионном обмене. Материал имеет пористую структуру. Отверстия на входе в поры обладают точно заданными размерами. Цеолиты имеют уникальную способность адсорбции обращаемой в исходное состояние, благодаря сложной структуре минерала и большому размеру внутренней поверхности. Цеолиты NaX, NaA имеют структуру трехмерного типа, создающую заданную систему каналов. В составе данного материала входят: алюминий, кремний, кислород, а также небольшой процент других химических элементов. По сравнению с другими аналогичными материалами синтетические цеолиты обладают важным преимуществом. Они способны осушать газы с небольшим содержанием влаги. Помимо этого, цеолиты можно применять в условиях повышенных температур. На данный момент довольно активно развиваются различные исследования, которые направлены на разработку новых ВКЦ.

Новые пентасилсодержащие катализаторы оказались более эффективными и селективными катализаторами в процессах изомеризации, диспропорционирования и алкилирования ароматических углеводородов, конверсии метанола в углеводороды, крекинга газойлевых фракций, депарафинизации нефтяных фракций [11]. Кроме того, пентасилы обладают уникальной способностью превращать низшие парафины и олефины в

высокомолекулярные продукты, что позволяет получать из доступного сырья ценные химические соединения- полимерные материалы, ароматические углеводороды, изоалканы, а также различные полупродукты тонкого органического синтеза. Из семейства цеолитов пентасил наиболее подробно изучены и описаны цеолиты типа ZSM-5[20], которые проявляют особые каталитические свойства.

Тетраэдры SiO_4 и AlO_4 объединяются между собой так, что любой ион кислорода входит в состав другого кремний- или алюминий содержащего тетраэдра. Затем, в результате присоединения этих тетраэдров, образуются вторичные элементы пространственной структуры пентасилов – пятичленные кольца. А объединение колец уже приводит к образованию гексагональных призм, которые соединены между собой окнами. В данных пространственных единицах есть внутренние пустоты, которые и составляют пористую структуру цеолитов. Отличительной особенностью цеолитов типа ZSM является очень малое содержание алюминия. Таким образом, содержание кремния велико, что делает данные цеолиты гидрофобными и высоко термически стабильными.

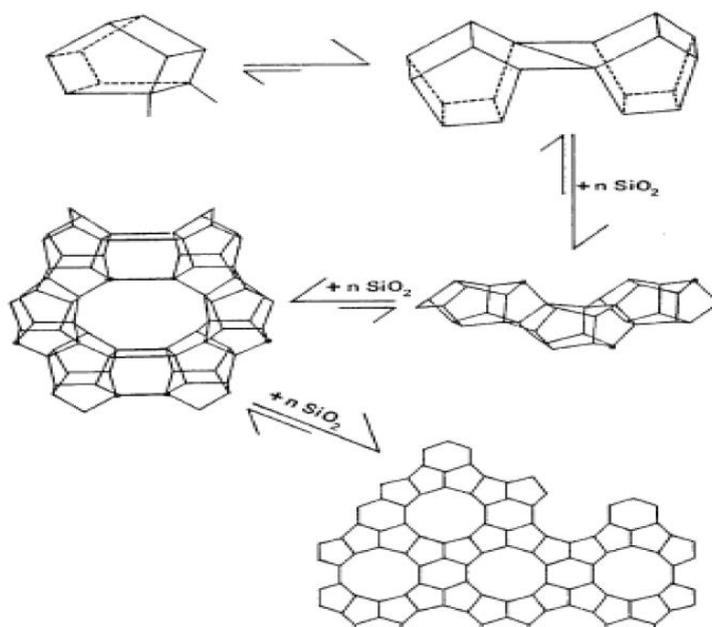


Рисунок 1.1 - Структурные элементы ZSM – 5

Название «пентасилы» данные ВКЦ получили благодаря тому, что их основной структурной единицей являются 5-членные кислородные кольца, которые образуются в основном из тетраэдров SiO_4 , т.к. содержание Al в каркасе мало. В результате соединения данных тетраэдров в трехмерный каркас в кристаллах происходит образование системы сквозных каналов диаметром 6–7 Å. На рисунке 1.1 схематически изображены структурообразующие элементы из пятичленных колец. [12].

Данные элементы соединяются в цепочки, а цепочки – в слои. Слои, состоящие из этих цепочек, могут соединяться одним из двух способов. Кристаллическая решетка пентасила типа ZSM-5 образуется в том случае, если два соседних слоя при соединении дают инверсию по отношению друг к другу [4, 9]. Во время формирования кристаллической решетки ВКЦ происходит образование системы каналов, пересекающихся под прямыми углами. В сечении такие каналы имеют форму десятичленных колец. У

цеолита типа ZSM-5 такая система образована прямыми и «синусоидальными» каналами.

Каталитические свойства цеолитов определяются их кислотными свойствами, точнее наличием, силой и доступностью активных центров, а последнее, в свою очередь, зависит от особенностей пористой структуры и адсорбционных свойств. Многие ученые считают, что сила кислотных центров пентасила увеличивается с ростом силикатного модуля ($\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$) [12].

2 Объекты и методы исследования

2.1 Характеристика исходных веществ

1. Кубовые остатки ректификационной колонны К-27 установки ЭП-300 ООО «Томскнефтехим». ТУ 2451-178-72042240-2006.

2. Дихлорид кобальта $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – блестящие бледно-голубые кристаллы, весьма гигроскопичные. $T_{\text{кип}}$ - 1049 °С, $T_{\text{пл}}$ – 724 °С.

3. Диэтилалюминий хлорид $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cl}$ – прозрачная подвижная жидкость ρ_4^{20} 1,0059 г/см³, $T_{\text{кип}}$ 125...126 °С (50 мм. рт. ст.), использовали в виде раствора в гептане с концентрацией 0,232 г/мл.

4. Оксид пропилена $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$ – подвижная бесцветная жидкость с характерным запахом, $T_{\text{пл}}$ –98 °С, $T_{\text{кип}}$ 35 °С, ρ_4^{20} 0,83 г/см³.

5. Бутиловый спирт $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH}$ - Бесцветная жидкость, $T_{\text{пл}}$ = – 89,59 °С, $T_{\text{кип}}$ =117,25 °С, d_{20} = 0,809 г/см³. ГОСТ 6006-78.

6. Триэтилалюминий $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_3$ – бесцветная подвижная жидкость, ρ = 0,875 г/ см³, $T_{\text{кип}}$ 136 °С (100 мм. рт. ст.), использовали в виде раствора с концентрацией 0,200 г/мл.

7. Растворитель сольвент нефтяной ГОСТ 10214-78 – прозрачная жидкость, бесцветная или слабо-желтая, ρ = 0,86 г/ см³, $T_{\text{кип}}$ 134 – 150 °С

2.2 Вспомогательное оборудование

1. Насадки и шлифы для атмосферной и вакуумной перегонки взаимозаменяемые ГОСТ 8682-93.
2. Стаканы, колбы, воронки, пробирки ГОСТ 19908-90.
3. Мерная посуда: цилиндры, колбы, мензурки ГОСТ 1770-74.
4. Тигли фарфоровые ГОСТ 9147-80.
5. Весы электронные «НЛ – 100» Япония. Класс точности II, предельно допуская погрешность $\pm 0,015$ г.
6. Терморегулятор РП-1. ООО «ИТМ» г. Томск. Точность поддержания температуры от 0 до 300 °С ± 2 °С.
7. Термометр лабораторный электронный «ЛТ-300». ООО «Термэкс». Погрешность оценки метрологических характеристик $\pm 0,01$ °С.
8. Измеритель прочности покрытий при ударе[14].

Таблица 2 – Технические характеристики измерителя прочности покрытий при ударе

Удар 4765-0,5м	
Масса груза, кг	1 $\pm 0,001$
Длина шкалы прибора, мм	500
Цена деления шкалы, мм	10 $\pm 0,5$
Диаметр рабочей части наковальни, мм	30
Диаметр отверстия наковальни, мм	15
Диаметр шарика, мм	8

9. Толщиномер магнитный карандашного типа Константа М1

Таблица 3 – Технические характеристики магнитного толщиномера

Диапазон контролируемых толщин Т, мкм	Основная погрешность измерения, мкм	Масса прибора, гр	Диапазон рабочих температур, °С
20 – 700	не более $\pm (0.1T + 5)$	150	-30 + 50

Работа состоит из следующих основных этапов:

- перегонка на роторном испарителе кубовых остатков ректификационной колонны К-27 установки ЭП-300 ООО «Томскнефтехим», с получением ДЦПДФ;
- перегонка с дефлегматором ДЦПДФ, после роторного испарителя, с получением ЦПДФ;

- подготовка каталитической системы катализатор – носитель;
- синтез НПС;
- исследование характеристик и свойств полученных НПС.

2.3 Методики подготовки фракции для синтеза НПС

2.3.1 Методика получения ДЦПДФ на роторном испарителе



Рис. 2 – Роторный испаритель

Сущность метода заключается в отделении ДЦПДФ от смолистых соединений. Для этого в колбу объемом 1000 мл загружают до 2/3 объема (около 600 мл) кубовые остатки колонны К-27, подсоединяют к испарителю с помощью шлифов и зажима и затем опускают в масляную баню. Включают подачу воды в холодильник и вакуумный насос. У роторного испарителя можно регулировать частоту вращения колбы и температуру бани. Перегонку начинаем с частотой вращения колбы 80 об/мин и температурой бани 80 °С. Весь процесс перегонки занимает четыре часа. При этом частота оборотов может быть увеличена до 120 об/мин, а температура процесса увеличивается через каждые 30 минут на 20 °С. Конечная температура достигает 200 °С. После перегонки полученную ДЦПДФ переливают из приемной колбы в

чистую емкость, добавив в нее хлористый кальций (для удаления воды) и ставят в темное место.

2.3.2 Методика перегонки дициклопентадиеновой фракции с дефлегматором

Сущность метода заключается в очистке жидкости, содержащей небольшое количество высококипящих примесей. Перед началом перегонки проверяют герметичность всех соединений установки и положение ртутного шарика термометра относительно отводной трубки перегонной колбы. Собирают установку, представленную на рис. 4. В отгонную колбу наливают такой объем жидкости, чтобы он занимал не более двух третей от объема колбы. Нагрев колбы регулируют таким образом, чтобы жидкость в течение первого часа от начала падения первой капли конденсата кипела в диапазоне от 42 до 60°C. Таким образом в отгоне может собраться значительное количество ЦПД до 30%. Скорость отбора конденсата 2 – 3 капли в секунду. Весь процесс занимает около четырех часов. Максимальная температура кипения 170°C. Перегонку прекращают, когда в отгонной колбе не остается жидкости либо ее количество составляет 2 – 3 мл [5].

Для предотвращения димеризации ЦПД конденсат собирают в приемную колбу, помещенную в ледяную воду. Полученную смесь ЦПДФ хранят в морозильной камере не более суток.

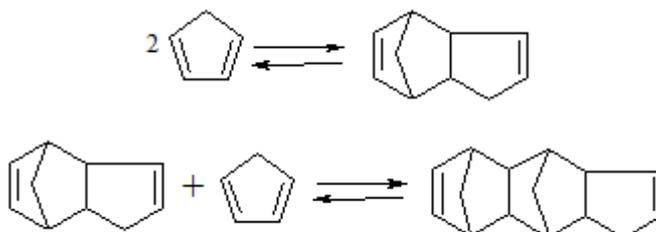


Рис.3. Реакция димеризации и тримеризации циклопентадиена

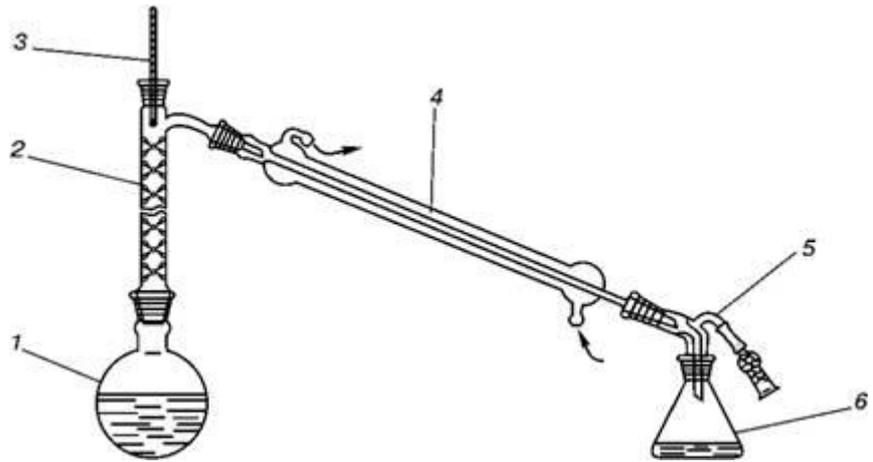
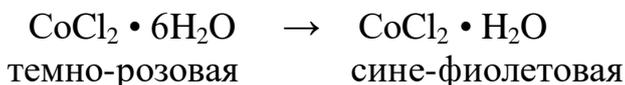


Рис. 4 – Схема установки для перегонки с дефлегматором
1 – отгонная колба, 2 – дефлегматор, 3 – термометр, 4 – прямой холодильник,
5 – алонж, 6 – приемная колба.

2.4 Методики синтеза НПС

2.4.1 Подготовка компонентов синтеза

Навеску гексагидрата хлорида кобальта прокалили в муфельной печи при температуре 200°C с целью удаления кристаллизационной воды. По мере обезвоживания гексагидрата его окраска меняется в следующем порядке:



Полученный моногидрат хлорида кобальта хранили в склянке из темного стекла с притертой пробкой. Далее готовили насыщенный раствор хлорида кобальта в этаноле с таким расчетом, чтобы его соотношение к ЦПДФ составляло 1%, 2% и 4% в зависимости от условий синтеза. Что соответствовало 1,2 и 4 граммам хлорида кобальта, поскольку масса фракции составляла 100 г.

Цеолит перед нанесением хлорида кобальта прокаливали в муфельной печи при температуре 600°C в течение одного часа для максимального обезвоживания. В полученный насыщенный раствор хлорида кобальта добавляли прокаленный цеолит и таким образом получали каталитическую систему. Непосредственно перед синтезом каталитическую систему – хлорид кобальта нанесенный на цеолит, прокаливали в муфельной печи при температуре 150°C в течение одного часа.

2.4.2 Синтез в присутствии каталитической системы хлорид кобальта, нанесенный на модифицированный цеолит H-ZSM-5/20 % Al₂O₃ с диэтилалюминийхлоридом.

Расчет компонентов синтеза.

Мольное соотношение катализатора к сокатализатору CoCl₂ : ДЭАХ (1:1).

Данные для расчета ДЭАХ: $\rho_{\text{ДЭАХ}} = 0,232 \text{ г/см}^3$; $M_{\text{CoCl}_2} = 129,83 \text{ г/моль}$; $M_{\text{ДЭАХ}} = 120,57 \text{ г/моль}$, $m_{\text{CoCl}_2} = 2 \text{ г}$.

$m_{\text{ДЭАХ}} = 120,57 \times 2 / 129,83 = 1,857 \text{ г}$; $V_{\text{ДЭАХ}} = 1,857 / 0,232 = 8 \text{ мл}$.

Данные для расчета оксида пропилена для дезактивации:
 $\rho_{\text{ОП}}=0,859\text{г/см}^3$; $M_{\text{CoCl}_2}=129,83\text{ г/моль}$; $m_{\text{CoCl}_2}=2\text{ г.}$, $M_{\text{ДЭАХ}}=120,57\text{ г/моль}$,
 $m_{\text{ДЭАХ}}=1,857\text{ г.}$



$$m_{\text{ОП}} = ((58 \times 2) \times 2) / 129,83 = 1,787\text{ г.}$$

$$m_{\text{ОП}} = 1,857 \times 58 / 120,57 = 0,893\text{ г.}$$

$$V_{\text{ОП}}=(1,787 + 0,893)/0,859 \times 1,1=3,5\text{ мл, где } 1,1 \text{ – коэффициент избытка.}$$

На 100г ЦПДФ потребуется: 2 % масс. хлорида кобальта, что составляет 2 г., ДЭАХ – 8 мл., ОП – 3,5 мл.

Данный пример является основой для всех последующих расчетов компонентов синтезов, в которых изменялись следующие параметры: массовое соотношение катализатора, мольное соотношение катализатора и сокатализатора, тип цеолита, вид алюминий органического соединения.

Синтез.

Собирают установку для синтеза НПС, представленную на рис. 4. В трёхгорлую колбу объемом 250 мл загружают свежеперегнанную дициклопентадиеновую фракцию в количестве 100 г. Добавляют приготовленную каталитическую систему. Загрузка производится при комнатной температуре с включенной мешалкой и обратным холодильником. Загрузку диэтилалюминийхлорида производят при помощи шприца, небольшими порциями. Затем температуру реакционной смеси поднимают до 80 °С и ведут процесс полимеризации при постоянной температуре в течение 4 часов. Через каждые 30 минут и до окончания синтеза производят отбор фракции из реакционной колбы в объеме 2 мл в керамические тигли и взвешивают их на весах. По истечении четырех часов реакционную смесь охлаждают до 30°С и добавляют окись пропилена. Далее при температуре 80°С ведут процесс дезактивации в течение 30 мин при постоянном перемешивании. Затем установку разбирают последовательно отключая

нагрев, мешалку, подачу воды в холодильник. Освобождают водяную баню а полученную нефтеполимерную смолу переливают из колбы в емкость из темного стекла, подписывают и хранят при комнатной температуре для дальнейших исследований.

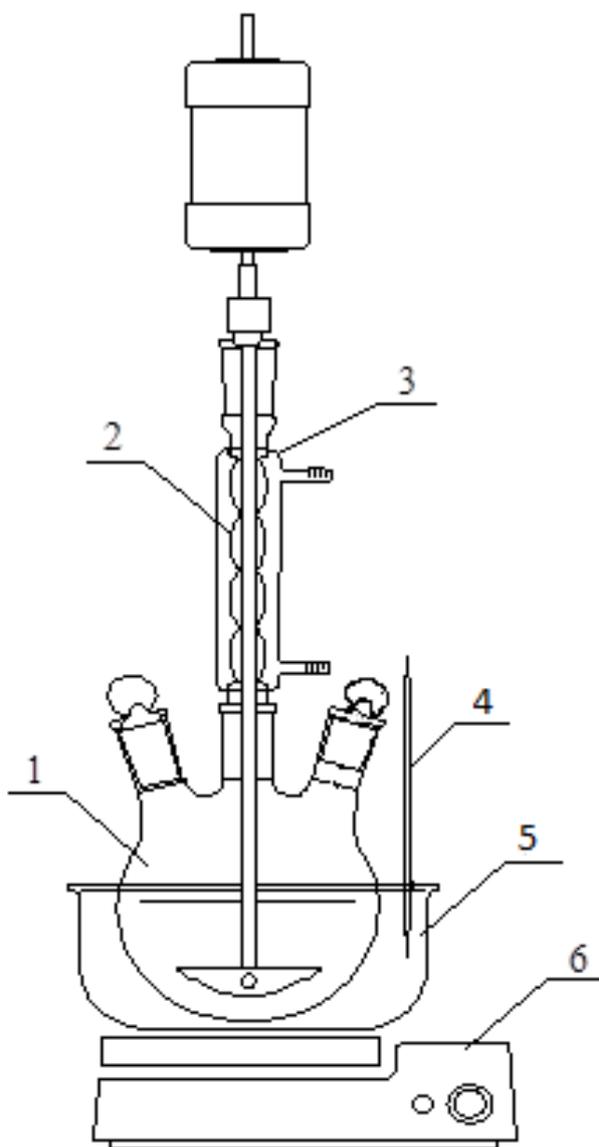


Рис. 4 – Установка для синтеза НПС

1 – колба, 2 – обратный холодильник, 3 – мешалка, 4 – термометр, 5 – водяная баня, 6 – электрическая плита.

2.5 Методика определения выхода нефтеполимерных смол

В предварительно взвешенный керамический тигель помещают 2 мл исследуемой НПС отбираемой из реакционной колбы при помощи пипетки. Тигель со смолой взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,01, помещают на песочную баню, которая затем нагревают до 180 °С и выдерживают при данной температуре в течение 60 мин. В течение этого времени периодически перемешивают содержимое тиглей для предотвращения образования пленки на поверхности НПС. После чего тигли вынимают из песочной бани при помощи щипцов, дают им остыть до комнатной температуры и взвешивают[5].

Содержание пленкообразующих веществ рассчитывается по формуле:

$$x = \frac{(m_3 - m_1)}{(m_2 - m_1)} \cdot 100\%$$

где m_1 – масса пустого тигля, г;

m_2 – масса тигля со смолой, г;

m_3 – масса тигля со смолой после высушивания, г.

2.6 Исследование физико-химических характеристик нефтеполимерных смол

ЯМР ^1H – спектроскопия. ЯМР ^1H - спектры НПС записывают на спектрометре «AVANSE AV 300» фирмы «Bruker» с рабочей частотой 300 МГц. В качестве внутреннего стандарта используют ГМДС.

ИК - спектроскопия. Наличие функциональных групп в НПС и исходном сырье проводят при помощи ИК - спектроскопии на ИК-Фурье спектрометре Nicolet 5700, спектральный диапазон 400–4000 см^{-1} .

Газовая хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ГХМС).

Состав непрореагировавших углеводородов, ДЦПДФ, ЦПДФ фракций жидких продуктов пиролиза (ЖПП) определяли с использованием хромато-масс-спектрометрических приборных комплексов. Хромато-масс-спектрометрическое исследование проводили на газо-хроматографическом комплексе Agilent 7820 с масс-селективным квадрупольным детектором Agilent 5975.

Цвет. Цвет НПС определяется по йодометрической шкале (ИМШ) по ГОСТ 19266-79.

Время высыхания. Время высыхания 50 % раствора НПС в толуоле определяется по ГОСТ 19007-73.

Определение толщины пленки. Толщина покрытия - расстояние между поверхностью покрытия и окрашиваемой поверхностью. Определяется по ГОСТ 22555-77.

Сущность метода - установив прибор вертикально, прижимают его торцом корпуса и магнита к поверхности покрытия. Затем медленно поднимают ползун до отрыва магнита от поверхности покрытия, определяемого по легкому удару магнита через пружину о ползун. Отсчитывают по шкале показания прибора и находят толщину испытуемого покрытия.

Адгезия.

Сущность метода заключается в нанесении на готовое лакокрасочное покрытие параллельных и перпендикулярных надрезов при помощи «Адгезиметра РН» и визуальной оценке состояния покрытия.

Прочность покрытия на изгиб. Прочность покрытия на изгиб определяется на приборе «Изгиб» по ГОСТ 6806-73.

Прочность на изгиб - механическое напряжение σ_b , выше которого происходит разрушение материала.

Прочность покрытия на удар. Прочность покрытия на удар определяется по ГОСТ 4765-73.

Прочность при ударе – это максимальная высота, при падении с которой груз массой 1 кг разрушает покрытие. Испытание на удар - определение минимальной высоты падения и массы груза, при водящих к растрескиванию и/или отслаиванию.

5 Социальная ответственность

Введение

Химическая промышленность характеризуется большим разнообразием производственных опасностей. В связи с этим большое внимание отводится охране труда.

Техника безопасности, пожарная безопасность и промышленная санитария имеют чрезвычайно большое значение в химической промышленности. На предприятиях химической промышленности техника безопасности и противопожарная техника неотделимы от производственного процесса.

На основе научного анализа условий труда, технологического процесса, аппаратного оформления, применяемых и получаемых продуктов определяют вредные и опасные участки производства, выявляют возможные опасные ситуации и разрабатывают меры их предупреждения и ликвидации.

Объектом исследований в данной работе является химическая лаборатория органического синтеза и непосредственно рабочее место исполнителя работы – лабораторная установка для процесса синтеза нефтеполимерных смол.

5.1 Производственная безопасность

Перечень опасных и вредных факторов представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 Опасные и вредные факторы при выполнении работ на установке синтеза нефтеполимерных смол.

Источник фактора, наименование видов работ	Вредные	Опасные	Нормативные документы
<p>Работы:</p> <p>1) Осмотр рабочей зоны и оборудования;</p> <p>2) Подготовка проб и реактивов;</p> <p>3) Синтез смолы;</p> <p>4) Выгрузка каталитического комплекса.</p>	<p>1. Отклонение показателей микроклимата в помещениях;</p> <p>2. Превышение уровней шума и вибрации;</p> <p>3. Недостаточная освещенность рабочей зоны;</p> <p>4. Химические факторы.</p>	<p>1. Проникающие в организм человека через:</p> <p>органы дыхания;</p> <p>желудочно-кишечный тракт;</p> <p>кожные покровы и слизистые оболочки;</p> <p>2. Электрический ток;</p> <p>3. Повышенная температура поверхностей оборудования.</p>	<p>Допустимые шумовые характеристики устанавливаются ГОСТ 12 - 1.003 - 88 и СН 2.2.4/2.1.8.562–96;</p> <p>Гигиенические допустимые уровни вибрации регламентирует ГОСТ 12.1.012-78;</p> <p>Параметры освещения устанавливаются СНиП 23-05-95;</p> <p>Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны;</p> <p>ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ. Средства защиты работающих;</p> <p>СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;</p> <p>СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.</p>

При нарушениях нормального технологического режима могут иметь место:

- термические ожоги, полученные в процессе работы с горячими масляной и песочной банями;
- химические ожоги при попадании на тело человека химических веществ.

Опасности при нарушениях правил безопасности:

- загорание масляной бани и обтирочных материалов при несоблюдении правил хранения их и нарушений противопожарных норм.

5.2 Химические факторы

Все вещества, с которыми приходится работать в процессе синтеза нефтеполимерных смол, по токсическому действию условно можно разделить на несколько групп по результатам преимущественного воздействия на организм человека и признакам отравления.

Для предотвращения отравлений необходимо все стадии синтеза проводить в условиях, исключающих контакт работающих с вредными веществами. Все работы, при которых используются и выделяются токсичные вещества, следует проводить в вытяжном шкафу. Запрещается проводить такие работы при выключенной или неисправной вентиляции. Обязательным является наличие спецодежды (халат) и средств индивидуальной защиты (перчатки, очки, противогаз марки «А»), нейтрализующих и дегазирующих растворов, аптечки доврачебной медицинской помощи. Во время работы створки вытяжного шкафа должны быть закрыты, их разрешается поднимать на высоту не более 30 см. Работы с концентрированными растворами кислот и щелочей необходимо проводить в защитных очках и перчатках. В помещении, где проводятся работы с ядовитыми веществами, необходимо периодически проводить анализ воздушной среды.

В химической лаборатории на установке синтеза нефтеполимерных смол применяют следующие вредные и опасные вещества:

Наименование вещества	Характеристика
1	2
Толуол	Бесцветная жидкость с характерным запахом. Проявляет слабое наркотическое действие, токсичный яд, канцероген, вызывает поражение нервной системы.
Бутанол	Бесцветная прозрачная горючая жидкость со своеобразным запахом. Легковоспламеняющаяся жидкость. Наркотик с раздражающим действием на слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей.
Диэтилалюминийхлорид	Бесцветная жидкость. Горюч. Может вызвать ожог. На воздухе дымит, мгновенно разлагается, может самовоспламениться.
Оксид пропилена	Бесцветная легковоспламеняющаяся жидкость с эфирным запахом. Ядовита.
Хлорид кобальта	хлористый кобальт, представляет собой красно-фиолетовые кристаллы, легко растворимые в воде и этиловом спирте. Может вызывать токсические явления: потерю аппетита, рвоту, покраснение лица и конечностей, а также острый дерматит.
Калия иодид	Бесцветная кристаллическая соль. Может привести к серьезным нарушениям – от насморка до отека Квинке. Контакт с иодистым калием противопоказан при туберкулезе легких, заболеваниях почек и кожных покровов.
Кальций дихлорид	Бесцветные кристаллы. Хлористый кальций быстро поглощает влагу, при систематическом воздействии раздражает и осушает кожу; особенно раздражающе действует на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и глаз.

Мероприятия по предупреждению отравлений вредными и опасными веществами:

Работы с токсичными и неприятно пахнущими веществами проводятся в вытяжном шкафу с хорошо действующей тягой при максимально закрытых створках и при наличии респиратора.

В лаборатории всегда присутствует не менее двух человек, для оказания первой медицинской помощи в случае аварии. В лаборатории обязательно находится специально оснащенная аптечка.

Перед началом работы проводится обязательное ознакомление с характеристикой исходных веществ и продуктов реакции. Емкости с реактивами хранятся в специальных шкафах в строгом порядке. Они снабжены надежно наклеенными этикетками с разборчивыми надписями.

Во избежание несчастных случаев при проведении опытов используются следующие средства защиты:

- средства нормализации воздушной среды в лаборатории (система вентиляции, специальные сборники для органических отходов);
- индивидуальные средства защиты (халат из хлопчатобумажной ткани, перчатки).

Вентиляция помещений

В помещении химической лаборатории где возможны внезапные выбросы в воздух рабочей зоны больших количеств, вредных или взрывоопасных веществ, имеется принудительная вентиляция. Предусмотрена также и естественная вентиляция.

В случаях, когда в воздух производственных помещений все же проникают токсические вещества, наибольшее содержание их в воздухе рабочей зоны не должно превышать тех концентраций, которые даже при длительном действии не вызывают патологических изменений в организме человека.[2]

Средства индивидуальной защиты, спецодежда

Работники лаборатории снабжены средствами индивидуальной защиты. Спец. обувь, защитные очки, перчатки, халат выдаются по установленным «Нормам бесплатной выдачи, спецодежды, спец. обуви и других средств индивидуальной защиты».[13]

5.3 Физические вредные факторы

Повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны

Основной принцип нормирования микроклимата - создание оптимальных условий для теплообмена тела человека с окружающей средой. В соответствии с СанПин 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»,

Повышение уровней шума и вибрации

В лаборатории органического синтеза источниками механического шума могут быть работающие механические мешалки, технологический морозильник, компрессоры и электродвигатели вакуумного насоса. Эти виды механического шума являются непостоянными, и их уровень – 73 дБ не превышает безопасного уровня, регламентируемого ГОСТ 12.1.003-90, который составляет 75 дБ. Уровень вибрации согласно ГОСТ 12.1.003-90 не должен превышать 40 дБ.

Допустимые уровни параметров шума и вибрации на рабочих местах определяет ГОСТ 12.1.005-89 и ГОСТ 12.1.012-90. Снижение шума и вибрации можно достичь следующими методами:

- уменьшение шума и вибрации в источнике их образования - виброизолирующие прокладки во фланцах на трубопроводах для вентиляционного оборудования, установка вентиляторов на виброоснованиях и присоединение к воздуховодам через мягкие вставки;
- изоляция источников шума и вибрации средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения;
- применение средств индивидуальной защиты.

Недостаточная освещенность рабочей зоны

Для нормальной работы в лаборатории необходима освещенность порядка 300 люкс. [14]

5.4 Физические опасные факторы

Повышенная температура поверхностей оборудования.

Термическая опасность связана с повышенными температурами при работе с водяной, песочной и масляной банями. В результате на стадии их изготовления используют материалы для защиты от высоких температур из асбеста или керамзита, а в процессе эксплуатации для персонала предусмотрены – средства индивидуальной защиты – перчатки, очки. [13]

Повышенная напряженность электрического поля.

При выполнении работ в лаборатории широко используются следующие электроприборы: электроплитки, электродвигатели вакуум-насосов, электродвигатели перемешивающих устройств, электротерморегуляторы и т. д. Помещение лаборатории относится к помещениям с повышенной опасностью, т. к. относительная влажность воздуха длительное время превышает 80 %. В соответствии с этим электроприборы, установленные в лаборатории, выбирают в защищенном исполнении. Для защиты людей от поражения электрическим током применяют следующие меры:

- все токоведущие части должны быть надежно изолированы; в сырых помещениях исправность изоляции должна проверяться не реже одного раза в год, как это определяют правила технической эксплуатации электроустановок, в лаборатории это относится к электроустановкам в вытяжных шкафах;
- обеспечение недоступности токоведущих частей достигается устройством механических ограждений, блокировок и расположения частей в недоступном месте;
- предусматривается защитное заземление электроприборов (преднамеренное соединение с землей токоведущих металлических частей,

которые могут оказаться под напряжением при нарушении электрической изоляции) и зануление электроустановок;

- проведение организационных мероприятий, включающих в себя обучение персонала правилам электробезопасности, наличие инструкций, плакатов и т. д.).

5.5 Экологическая безопасность

В процессе работ в химической лаборатории важно свести к минимуму попадание вредных выбросов в окружающую среду. Выбросы в атмосферу состоят из газов HCl, CO₂, NH₃, SO₂ и др., а также из паров органических растворителей. Для таких выбросов существуют следующие методы очистки:

- для первой группы перечисленных веществ – адсорбционные и электрохимические методы. В условиях лаборатории наиболее применим адсорбционный метод;
- для второй группы – адсорбционные методы с последующей десорбцией и сжиганием паров (каталитическое сжигание в печах).

Так как в условиях лаборатории выбросы в атмосферу характеризуются незначительным содержанием вредных газов и паров, то можно ограничиться только адсорбцией. Для этого в лаборатории на выходе вентиляционных труб установлены перегородки, поверх которых уложен слой адсорбента. В качестве адсорбента наиболее часто используют активированный уголь. Воздушный поток, пройдя через слой адсорбента очищается от вредных газов и паров.

Все выбросы в канализацию также необходимо подвергать обезвреживанию и очистке. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

5.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При работе в лаборатории используется большое количество огне- и взрывоопасных веществ. К ним, в частности, можно отнести такие широко распространенные органические растворители как ацетон, бензол, толуол, ксилол, этилацетат и др. Несоблюдение правил техники безопасности при работе с этими веществами и их хранении может привести к возникновению производственной аварийной ситуации, такой как пожар.

Если в лаборатории произошло возгорание, первым делом необходимо выключить из сети все работающие электроприборы и полностью обесточить помещение лаборатории, выключив рубильник на распределительном щите. Также, необходимо в срочном порядке убрать все, находящиеся поблизости от источника возгорания, ЛВЖ, огнеопасные и легкогорючие вещества в безопасное место. При тушении очага возгорания следует помнить, что водой можно тушить только растворимые в ней органические вещества (спирты, некоторые кетоны и альдегиды), а также жидкости, плотность которых выше плотности воды. Категорически запрещается тушить водой горящие вещества, реагирующие с ней с выделением водорода (например, металлический натрий). Для тушения таких нерастворимых в воде жидкостей как бензол, гептан, гексан и т. д. используют порошковый огнетушитель ОП-10, песок или асбестовые одеяла. Загоревшиеся деревянные предметы тушат водой или пенным огнетушителем ОХВП-10, который обязательно должен иметься в химической лаборатории [15].

В химической лаборатории также большую опасность представляет неосторожное обращение с концентрированными неорганическими кислотами и щелочами. В случае разлива кислоты, ее сначала засыпают песком, затем пропитанный кислотой песок убирают, а место, где была разлита кислота, заливают водой и вытирают досуха.

Не меньшую опасность может представлять разлив большого количества жидкости, пары которой обладают раздражающим, удушающим или лакриматорным действием, например, соляной кислоты, раствора

аммиака, уксусной кислоты, азотной кислоты, ацетофенона, хлористого ацетила и т. д. В случае разлива значительного количества такой жидкости необходимо в первую очередь провести эвакуацию людей из лаборатории. Проводить сбор жидкости такого рода и дегазацию помещения необходимо только в соответствующем противогазе. [15].

5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Трудовое законодательство

Каждый сотрудник лаборатории получает заработную плату в соответствии с квалификацией и сложностью работы, а также каждый работник имеет право на оплачиваемый отпуск, прохождение медицинского осмотра, оплату больничного листа, отчисление в пенсионный фонд, добровольное медицинское страхование, оплату части стоимости билета на санитарно-курортную базу отдыха.

Решаются вопросы, связанные с бесплатной выдачей молока или других равноценных пищевых продуктов.

Компоновка оборудования

При размещении оборудования в химической лаборатории учитываются следующие требования к его компоновке:

- размещение отдельных приборов и аппаратов при ремонтах;
- обеспечение максимально коротких расстояний к трубопроводам подачи оборотной воды и емкостям для ее слива;
- обеспечение источниками питания электрическим током (розетками) в максимальной близости к электрооборудованию.

Поскольку вся основная работа по синтезу нефтеполимерных смол проводится в вытяжном шкафу, он оснащается электрическими розетками, трубопроводами подвода воды и дренажными емкостями, люминесцентными лампами для освещения рабочего места.

Кроме того в шкафу предусмотрено место для хранения химических реактивов, кислот, нейтрализующих жидкостей и т.д. Все это создает

работнику максимально безопасные условия для проведения работ при обязательном соблюдении техники безопасности. [15]

Приложение А

ИК спектры



Рисунок А.7 - ИК-спектр НПС_{цпдф} Синтез №1

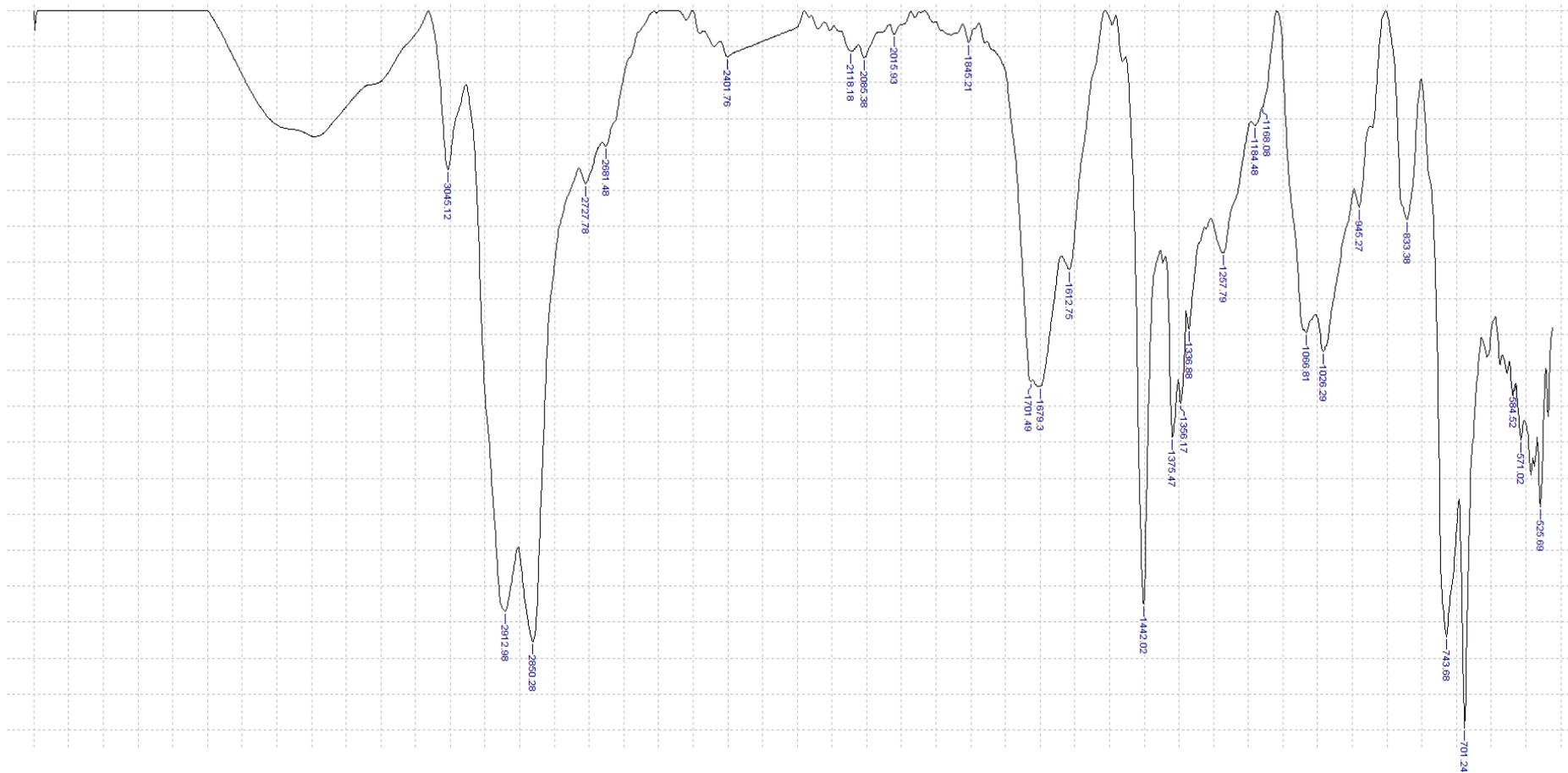


Рисунок А.8 - ИК-спектр НПС_{шдф} Синтез №2

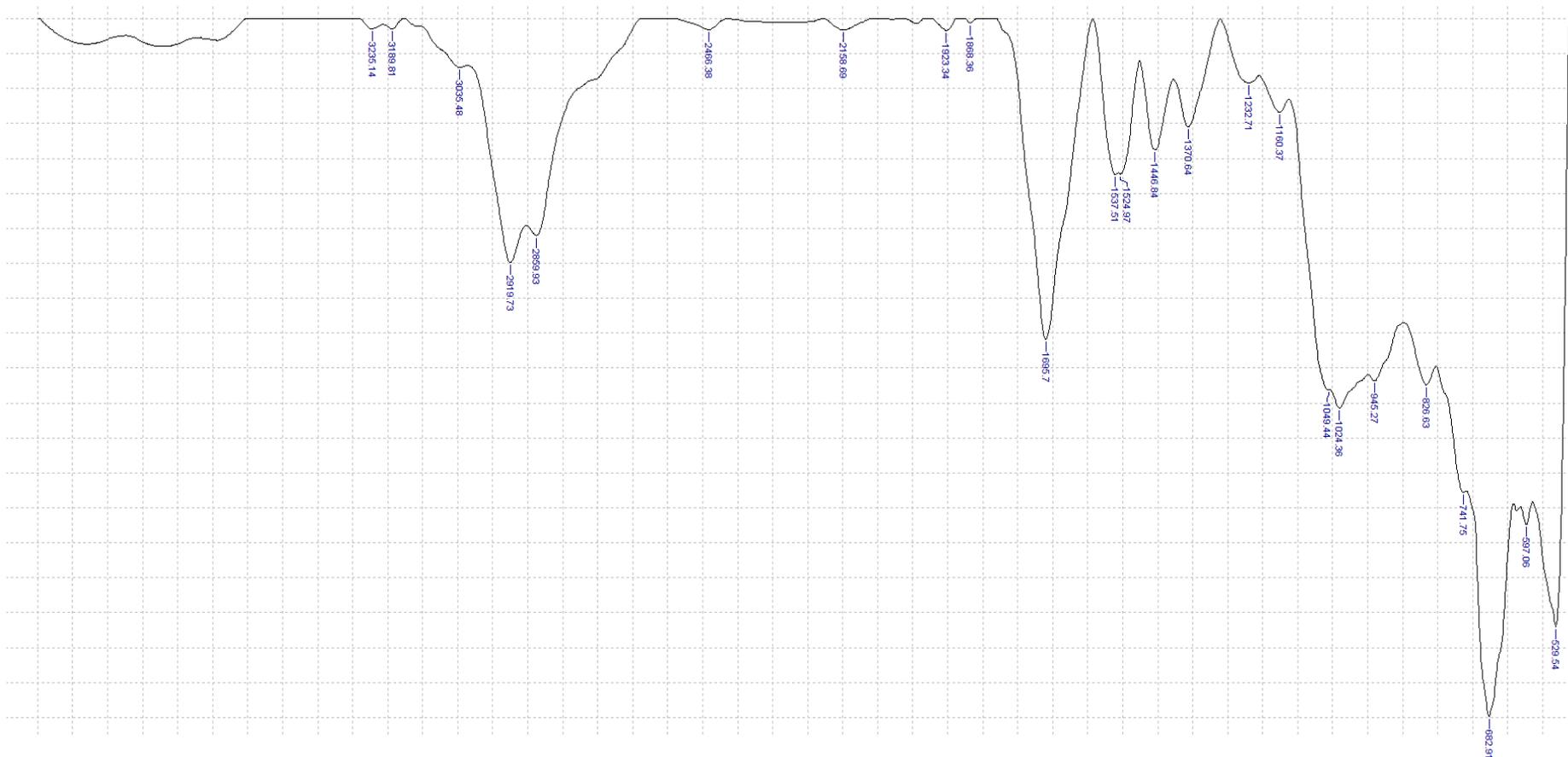


Рисунок А.10 - ИК-спектр НПС_{цпдф} Синтез №9

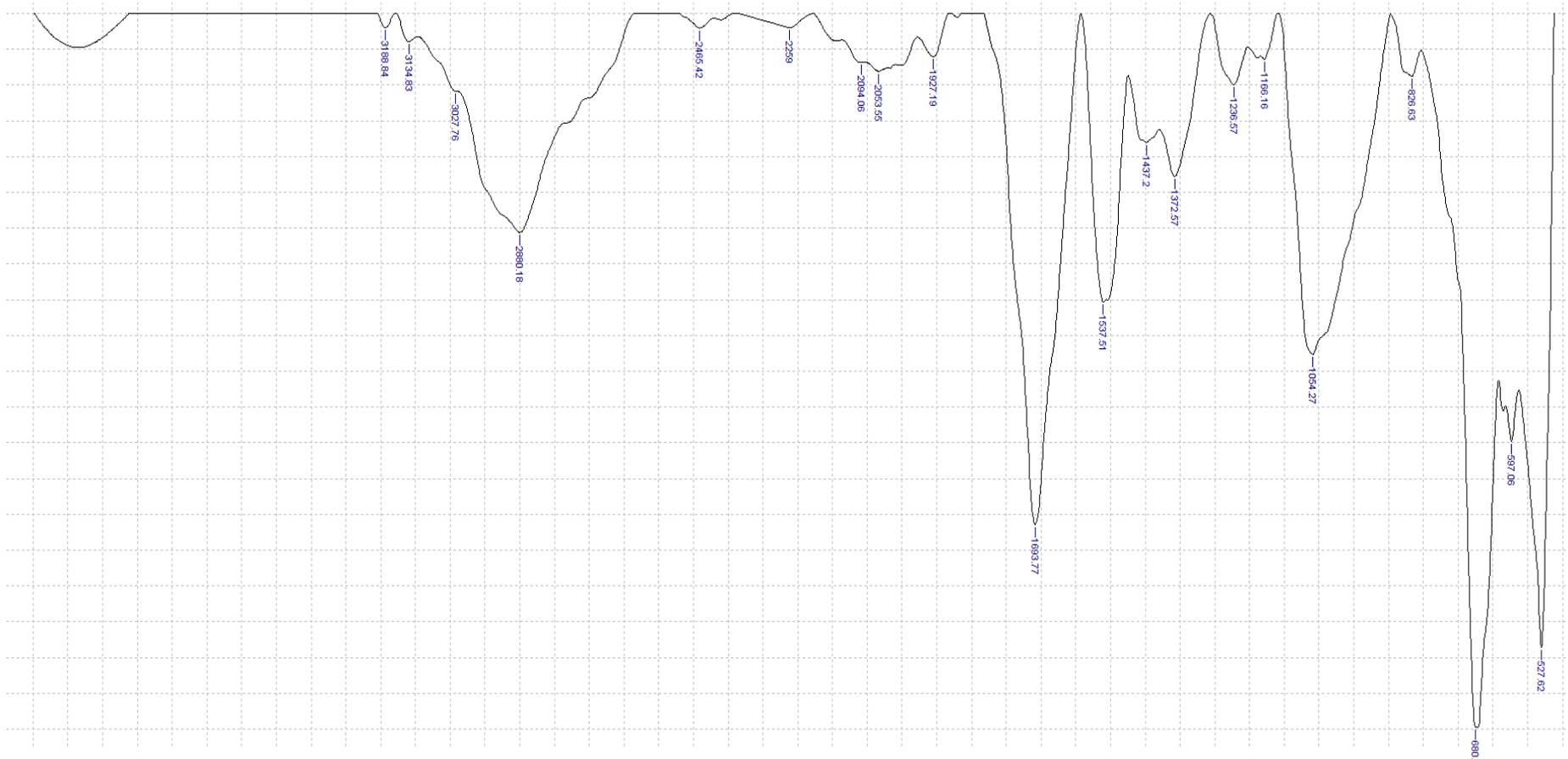


Рисунок А.11 - ИК-спектр НПС_{цпдф} Синтез №7

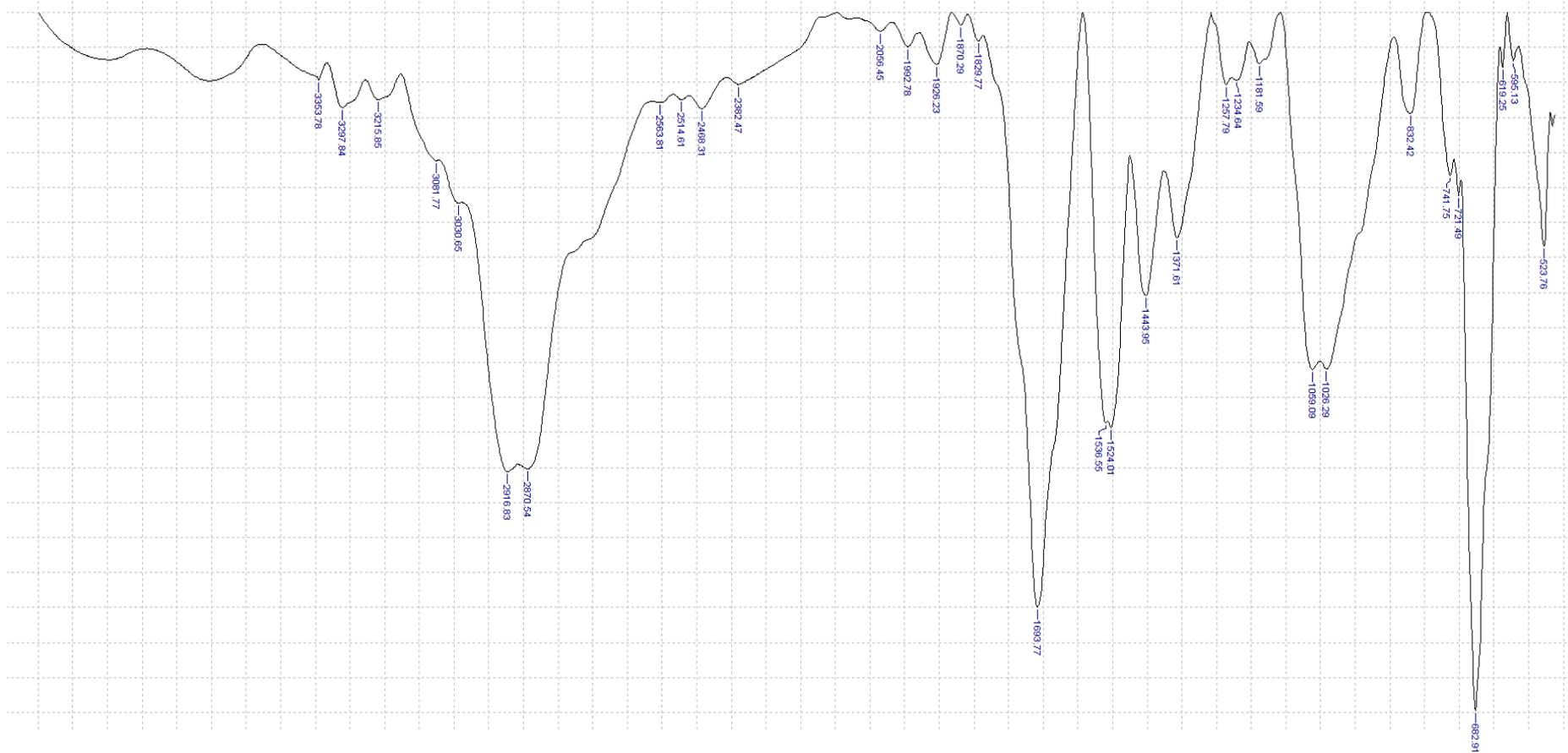


Рисунок А.12 - ИК-спектр НПС_{цпдф} Синтез №10