

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Гуманитарно-педагогический институт  
(наименование института полностью)

---

Кафедра «Теория и практика перевода»  
(наименование)

45.03.02 Лингвистика  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

---

Перевод и переводоведение  
(направленность (профиль) / специализация)

---

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Преодоление трудностей перевода научных текстов сферы химической промышленности с английского языка на русский

Студент

Н. В. Шрамко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к. филол. н., доцент Т. Г. Никитина

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

## АННОТАЦИЯ

**Актуальность** бакалаврской работы на тему «Преодоление трудностей перевода научных текстов сферы химической промышленности с английского языка на русский» заключается в том, что в настоящее время, с развитием технологий и химической промышленности, представлено множество научных текстов химической тематики, которые требуют выполнения качественного перевода, не отличающегося своей простотой. Неотъемлемой частью подобных текстов являются термины, переводу которых необходимо уделять должное внимание и подбирать к ним правильные эквиваленты. Несмотря на изучение специфики перевода научных текстов, перевод терминологических единиц остается главной трудностью технического перевода, и исследование его в аспекте перевода требует глубокого теоретического исследования.

**Объектом** исследования является языковое оформление текстов сферы химической промышленности. **Предметом** исследования являются трудности перевода текстов сферы химической промышленности.

**Цель работы** – определить способы преодоления трудностей перевода текстов химической тематики.

**Задачи:** рассмотреть специфику научного стиля речи и текстов сферы химии; изучить структуру научного текста, а также провести анализ языка научных текстов; определить специфику перевода научных текстов; провести анализ трудностей перевода текстов химической тематики и путей их преодоления.

Работа прошла **апробацию** на конференции «Студенческие дни науки ТГУ 2020».

**Структура работы** включает введение, две главы, заключение, список используемой литературы и приложений.

**Список используемой литературы** включает 54 источника.

**Общий объем** работы составляет 40 страниц.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	4
ГЛАВА 1. ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТИЛИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ НАУЧНЫХ ТЕКСТОВ.....	7
1.1. Специфика научного стиля речи и текстов сферы химии .....	7
1.2. Структура и анализ языка научного текста .....	11
1.3. Предпереводческий анализ научных статей химической промышленности.....	19
Выводы по первой главе.....	26
ГЛАВА 2. СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОРИГИНАЛА И ПЕРЕВОДА ТЕКСТОВ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКИ.....	27
2.1. Специфика перевода научных текстов .....	27
2.2. Анализ трудностей перевода текстов химической тематики .....	32
Выводы по второй главе.....	39
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	40
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	41
Приложение А. Основные элементы статей научного(академического) стиля	47
Приложение Б. Демонстрационная научная статья химической тематики .....	48
Приложение В. Анализ материала исследования.....	58

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая бакалаврская работа посвящена исследованию способов преодоления трудностей перевода научных текстов сферы химической промышленности с английского языка на русский. Она выполнена на материалах сайтов, размещающих англоязычные статьи химической тематики.

Нынешний век технического прогресса и постоянных инноваций влечет за собой появление новых исследований в сфере химии, а вместе с тем, и научных статей, закрепляющих результаты подобных исследований. В свою очередь, увеличение спроса на конечные продукты интеллектуальной деятельности ученых, а также различных организаций в сфере химии, а также химической промышленности порождают запрос на интернационализацию научных статей химической тематики. Из этого делаем вывод, что в настоящее время наблюдается необходимость переводческого сопровождения научных статей сферы химии, что помогает людям из других стран лучше ориентироваться в структуре и содержании подобных статей, быстрее извлекать из них всю необходимую информацию.

**Актуальность** данного исследования обусловлена увеличением объема научной информации, что привело к необходимости повышения требований к высококачественному профессиональному переводу и поиску стратегий перевода информации, заключенной в научных текстах химической тематики.

**Объектом** исследования является языковое оформление текстов сферы химической промышленности.

**Предметом** – трудности перевода текстов сферы химической промышленности.

**Цель исследования** заключается в определении способов преодоления трудностей перевода текстов химической тематики.

Для достижения поставленной цели были выделены следующие **задачи**:

1. Рассмотреть специфику научного стиля речи и текстов сферы химии.
2. Изучить структуру научного текста, а также провести анализ

языка научных текстов.

3. Определить специфику перевода научных текстов.

4. Провести анализ трудностей перевода текстов химической тематики.

**Материалом исследования** являются научные статьи сферы химической промышленности с сайтов [pubs.rsc.org](http://pubs.rsc.org) и [script.org](http://script.org).

**Теоретической базой** послужили научные труды как отечественных, так и зарубежных исследователей и ученых. Среди них И. С. Базалина, Л. И. Борисова, Л. А. Коняева, О. Д. Митрофанова, Т. Г. Попова, Н. И. Колесникова, Ю. Найда.

**Методы**, которые были использованы в бакалаврской работе:

1) методы анализа и синтеза для сбора и обобщения теоретического материала по исследуемой теме;

2) метод сплошной выборки для отбора материала для проведения дальнейшего исследования;

3) сравнительно-сопоставительный метод для выявления сходств и различий в текстах оригинала и перевода;

4) метод трансформационного анализа.

**Практическая значимость** работы заключается в том, что материалы исследования могут использоваться в профессиональной переводческой деятельности и на занятиях по переводу. Данное исследование также может служить основой пособия для желающих ознакомиться с особенностями перевода научных текстов.

**Апробация работы:** Результаты исследования были представлены в виде доклада на всероссийской студенческой научно-практической конференции «Студенческие дни науки ТГУ 2020», ежегодно проходящей в ТГУ, а также тезисов в сборнике по результатам данной конференции.

**Структура работы** включает в себя введение, две главы, выводы, заключение, список используемой литературы, а также приложения.

Во введении обосновывается выбор темы, её актуальность,

определяются объект и предмет исследования, характеризуются цели, задачи, методы, практическая значимость.

В первой главе рассматриваются специфика научного стиля речи, а также текстов сферы химии, определяется структура научного текста и проводится анализ языка текстов научного стиля, а также предпереводческий анализ научных статей химической промышленности.

Вторая глава посвящена проведению сопоставительного анализа переводов текстов химической тематики, определению специфики перевода научных текстов, а также проведению анализа трудностей перевода текстов химической тематики.

В заключении подводятся итоги проведенной работы.

**Список используемой литературы** насчитывает 54 теоретических источника, три из которых – на иностранном языке, один словарь, а также шесть источников иллюстративного материала.

**В приложениях** представлен анализ материала исследования.

# ГЛАВА 1. ФУНКЦИОНАЛЬНО-СТИЛИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ НАУЧНЫХ ТЕКСТОВ

## 1.1. Специфика научного стиля речи и текстов сферы химии

Хотелось бы для начала отметить, что текст представляет собой явление объективной реальности и способ ее отражения, он также является способом реализации системы языка и представляет собой главную коммуникативную единицу; это специфический жанр, а также форма сохранения и передачи информации [31, с. 37].

Лингвистами выделяются несколько функциональных стилей устной и письменной речи, среди которых: официально-деловой, научный, публицистический, художественный и разговорный стили. Современное представление о стилях речи складывается из следующих аспектов: сфера употребления, тема и содержание, характеристика отправителя и получателя, цель, формы речи, наиболее общие свойства, лингвистические особенности и типы текстов. Исследование различных стилей языка представляет особый практический интерес, поскольку, к примеру, научный стиль, является средством осуществления профессиональной коммуникации и передачи информации некоторой области знания.

О. Н. Ильдудова в своем научном труде писала, что «научный стиль – язык науки, язык научно-технической литературы, его также называют языком научного общения, стилем научной литературы, стилем научной прозы, научной речью и т. д.» [16].

Н. И. Колесникова отмечает основные классификационные характеристики данного жанра:

- реализация в двух формах: устной и письменной;
- полевое представление жанровой структуры (ядерные, периферийные, пограничные жанры);
- тексты данного жанра излагают первичные или переработанные сведения (первичные/вторичные жанры);

– жанр различается по подстилям и делится на: собственно научные, учебно-научные жанры;

– текст имеет свою композиционно-смысловую организацию (с жестко фиксированной или «открытой», «свободной», «мягкой» структурой) [21].

Важно упомянуть, что «тема и содержание текстов научного стиля речи напрямую зависят от специализации ученого и, соответственно, области его научных интересов. Однако, несмотря на разнообразие тем, содержание в данном стиле все же можно назвать относительно типовым, поскольку оно, в конечном счете, сводится к исследованию, процедура которого является достаточно отработанной, меняется лишь объект исследования» [16, с. 87]. О. Н. Ильдудова также утверждает, что «научный стиль неоднороден, но, в то же время, он отличается от других функциональных стилей и имеет свои особенные характеристики» [16, с. 90].

Е. А. Баженова и М. П. Котюрова отмечают, что «жанры научной литературы определяются также как исторически сложившиеся устойчивые типы произведений научной литературы, обладающие функционально-стилевой спецификой и стереотипной композиционно-смысловой структурой, а научный текст является бессубъектным (рафинированным, обезличенным) продуктом научного стиля речи, в котором зафиксирована научная информация» [4, с. 57].

О. Н. Ильдудова в своем труде делает акцент на том, что «характеристика отправителя и получателя текстов научного стиля речи важна для фиксации нейтрального в эмоциональном плане отношения отправителя речи к сообщаемой им информации. Это объясняется языковой традицией данной сферы общения и официальной ситуацией, в которой оно протекает, а также стремлением отправителя речи сообщить эту информацию в ясной форме. Обычно считается, что получателем информации является подготовленный слушатель или читатель, обладающий примерно одинаковыми с отправителем речи фоновыми знаниями. Как правило, предполагаемая реакция адресата на текст – восприятие» [16, с. 87].



Цель текста научного стиля речи также имеет свою специфику. Подобные тексты обслуживают сферу науки, научного общения, поэтому их целью является представить, классифицировать, описать, сравнить и обобщить факты, выдвинуть гипотезу, привести логические доказательства, сформулировать закономерности и законы, описать эксперимент, его результаты и т. д.

О. Н. Ильдудова также замечает, что «письменная форма речи считается традиционной для научных текстов (диссертация, монография, учебник, статья, реферат, тезисы, отчет, патент). Но сегодня, в условиях глобализации, особое значение приобретает устная форма научной речи (доклад, выступление на конференции, обсуждение диссертации). Ведущий вариант данного стиля – письменный – оказывает существенное влияние на его устный вариант. Вне зависимости от формы речи, созданию научного текста всегда предшествует обдумывание. Как правило, научная речь является подготовленной, в последствии обработанной, протекающей в официальной обстановке и обычно без непосредственной обратной связи. Ясность и официальность выдвигаются основными качествами данной речи» [16, с. 88].

Тем не менее, «владение логичной, целостной и связной речью более значимо для письма, чем для говорения. Следовательно, функциональный научный стиль, будучи книжным стилем, характеризуется ярко выраженной ориентацией на письменную форму, выступающую хранителем и транслятором научного знания» [22, с. 200].

Ознакомившись с теоретическими положениями, описанными в трудах О. Н. Ильдудовой, можно выделить некоторые типичные свойства, а также характеристики научных текстов. К ним можно отнести: *сжатость, обобщенность, аргументированность, подчеркнутая логичность и ясность изложения, объективность* при насыщенности содержания. В текстах научного стиля непременно могут использоваться такие невербальные элементы, как «схемы, графики, таблицы, диаграммы, а также различные

условные обозначения» [16, с. 88].

Научные тексты, безусловно, обладают некой системностью. Е. А. Баженова отмечает, что «речевая структура научного текста соотносится с субъектом познания, объектом исследования и самой познавательной активностью – способом взаимодействия субъекта с объектом» [4].

Следует подчеркнуть, что «всякое текстовое произведение создается в соответствии с требованиями оформления того или иного стиля речи. Установленные правила вынуждают автора сообщения действовать избирательно при использовании языковых единиц. Несмотря на подобное положение дел, каждое новое высказывание представляет собой уникальный и неповторимый текст, который одновременно служит выражением индивидуального стиля речи адресанта» [41, с. 61].

Научный текст отличается такими универсальными чертами, как *«целостность, связность, информативность, интертекстуальность, интенциональность и модальность, а также высокой степенью формализованности, аналитичности и доказательности»*. В лексическом плане характерной чертой научных текстов является строгий отбор языковых средств, отказ от элементов эмоциональности и образности» [35, с. 56–60].

Тем не менее, эмоционально-оценочный компонент не может быть полностью исключен из научной речи, так как именно в нем содержится оценочная характеристика представляемой информации. В частности, согласно утверждению Кожиной, научная речь должна быть яркой, в меру экспрессивно-эмоциональной и образной [20].

Важно знать, что изучение и использование в документе литературных источников и правильное их цитирование имеет особое значение при определении научной новизны и актуальности. Автор документа обязан давать ссылки на авторов и документы, откуда он заимствует материалы или отдельные результаты. Использование чужого материала без ссылок на источники информации классифицируется как некорректное заимствование и

является недопустимым, а после публикации оно может расцениваться как плагиат, что является нарушением авторских прав и уголовно наказуемо [1, с. 83].

Итак, в данном параграфе нами были выявлены специфика научного стиля речи, а также текстов сферы химии. Теперь перейдем к рассмотрению структуры и анализа научного языка.

## 1.2. Структура и анализ языка научного текста

Научные статьи имеют свою строгую структуру, которая, в свою очередь, «позволяет субъекту речи при текстообразующей деятельности выстроить коммуникативные блоки – текстовые функционально-смысловые единицы жанра – в определенную последовательность для управления вниманием адресата» [22, с. 210].

Так называемая модель, каноническая структура IMRaD (от англ. Introduction, Methods, Results and Discussion) используется для написания преимущественно технической научной статьи в современном англоязычном дискурсе [45]. Модель формирования жанровой компетенции на русском языке, согласно исследованиям Н. И. Колесниковой и Ю. В. Ридной, полностью коррелирует с межжанровой моделью научного текста на английском языке [22].

Легко можем проследить данную закономерность с помощью сопоставительной Таблицы 1, раскрывающей композиционное построение научных статей [22, с. 210]:

Таблица 1 – Композиционное построение научных статей

Композиционное построение англоязычных статей	Композиционное построение русскоязычных статей
1. Topic of Paper. Importance of Study / Paper.	1. Обоснование актуальности темы.
2. Background of Study.	2. Изложение истории вопроса.
3. Lack of Knowledge.	3. Нерешенные вопросы по данной теме.
4. Focus / Purpose of Study / Paper.	4. Выдвижение и обоснование новых идей.
5. Description of Methods and Techniques, Equipment and Materials, Experimental Conditions and Procedure.	5. Описание содержания работы.
	6. Описание результатов эксперимента.

## Продолжение Таблицы 1

Композиционное построение англоязычных статей	Композиционное построение русскоязычных статей
6. Results. 7. Significance of Results / Study [Ридная, формирование ино.; КолеснРидн, жанровая модель].	7. Значение (полезность, эффективность) данного исследования для науки и общества [Колесникова, лингводидактическая, с. 217; Колесникова, Ридн, формирование].

Научный продукт есть не что иное, как конструкт социального взаимодействия действующих субъектов научной сферы, выраженный в письменной форме – научной статье. Несомненно, такой текст должен соответствовать некоторому эталону. В противном случае, он не будет квалифицирован как «научный» [32, с. 52]. Речь идёт не только о соблюдении правил построения научной публикации, немаловажно также помнить об определенном регистре – придерживаться требований научного стиля речи.

Основными компонентами академической публикации (статьи) в признанной сегодня модели мира науки являются: Title (название), Abstract (аннотация), Keywords (ключевые слова), Introduction (введение), Methods (методы), Results (результаты) и Discussion (обсуждение результатов), Conclusion (заключение), Acknowledgements (благодарности), а также References (список литературы). Наглядный пример ключевых элементов статьи и так же текст демонстрационной статьи представлены в Приложении А и Приложении Б [53].

Следование заданной структуре статьи, как правило, помогает автору упорядочить ее содержание, сделать его изложение более точным и последовательным, адекватно оценить собственный текст с точки зрения полноты раскрытия заявленной проблемы. Также структурированность статьи делает ее лучше воспринимаемой для читателя [1, с. 81].

Поскольку статьи изначально созданы для того, чтобы передавать некоторую информацию, и имеют своих реципиентов (читателей), то они должны быть четко распланированы не только по тематике, которую в своих трудах собираются затрагивать автор, но и по структуре. Важно

придерживаться эталона оформления статей, что будет способствовать более лёгкому восприятию текста читателем.

Перейдем к анализу языка текстов научного стиля речи. Среди лексических особенностей научного стиля речи отмечают:

- «широкое использование терминов, что обуславливает сжатость высказывания;

- смысловую точность, обеспечивающую однозначность высказывания и достигаемую тщательным подбором слов, использованием слов в их прямом значении, а также широким употреблением специальной лексики;

- частую повторяемость ключевых слов, что придает ясность сообщению;

- отсутствие образных средств, что также обеспечивает сжатость, точность и однозначность высказывания;

- использование интернациональных слов или слов с интернациональными корнями, приставками и суффиксами» [16, с. 88].

К морфологическим особенностям научного стиля речи относят:

- «преобладание имен существительных (преимущественно среднего рода, например, качество, количество);

- употребление единственного числа существительных в значении множественного, что, в свою очередь, придаёт собирательное значение;

- использование глаголов преимущественно несовершенного вида 3-го лица настоящего времени (изучает, исследуют);

- использование страдательного залога (явление объясняется, проблема рассматривается);

- наличие большого количества причастий и деепричастий (приступая, обобщая, заключающий);

- употребление кратких прилагательных (вероятность невелика);

- использование наречий, подчеркивающих логичность изложения (сначала, прежде всего, далее, затем);

- широкое использование предлогов и союзов, в том числе сложных (в

продолжение, в заключение, ввиду)» [16, С. 88–89].

Термины постоянно находятся в центре внимания исследователей, а составление словарей и глоссариев различных отраслевых терминосистем является необходимым [13, с. 316]. М. М. Боришанская отмечает, что «В среднем терминологическая лексика обычно составляет 15–20 % общей лексики научного стиля» [8, с. 166]. К тому же, очень важно понимать, что термины «имеют повышенную смысловую точность (которую и надо закрепить в словаре определением)» [17, с. 225].

Важно отметить, что «наполненность терминами – не единственная особенность научных текстов. Клишированные фразы, присущие научной речи, охватывают широкий круг словосочетаний: *из вышесказанного следует, на полученных данных, суммируя выводы, как показало проведенное исследование, нетрудно заметить* и т. д. К подобным фразам относятся вводные слова и составные союзы, характеризующие логические связи между частями изложения (в связи с, таким образом, вследствие того что, в отличие от, отсюда следует) или же указывающие источник сообщения (по нашему мнению, исходя из данных и т. п.). Для научного стиля характерно использование абстрактной лексики, например, употребление таких существительных как: результат, процесс, проблема, а также глаголов существовать, иметь, являться и многих других.

Некоторые грамматические особенности научного текста:

- использование более кратких вариантных форм;
- использование форм единственного числа имен существительных в значении множественного числа;
- номинализация (названия понятий преобладают над названиями действий, то есть характеризуется большим употреблением существительных, нежели глаголов);
- частое употребление глаголов-связок: «быть», «являться», «называться», «считаться», «казаться», «заключаться», «составлять» и т. д.;
- использование безличных и неопределенно-личных форм глагола

(например, «можно вывести заключение» или «выводится заключение» и пр.);

– процент глаголов настоящего времени в три раза превышает процент форм прошедшего времени;

– формы несовершенного вида глаголов составляют около 80 %, являясь более отвлеченно-обобщенными (тем не менее, немногие глаголы совершенного вида используются в устойчивых оборотах в форме будущего времени, которое синонимично настоящему вневременному: «рассмотрим...», «уравнение примет вид» и т. д.);

– использование пассивного залога;

– практически не используются формы 2-го лица и местоимения ты, вы, так как они являются наиболее конкретными, мал процент форм 1-го лица ед. числа» [8, С. 166–167].

Основной формой предложений в научной и технической литературе служат сложносочиненные и сложноподчиненные предложения с преобладанием существительных, прилагательных и не личных формы глагола [27, с. 52].

Что же касается научных статей, то «частотными для подобных текстов являются такие языковые средства, как, например, термины, пассивный залог глагольного предиката, сложные и развернутые атрибутивные и предикативные словосочетания, характерные для научного стиля средства когезии: итак; таким образом, в заключение и т.д». В научных статьях часто используются сложноподчиненные предложения [30, с. 117].

Очередной особенностью научных статей по химии является использование и внедрение имен собственных, названий профессиональных организаций, а также предприятий химической промышленности.

Е. Т. Иванова, Т. Ю. Кузнецова и Н. Н. Мартынюк в своём труде писали, что «в состав текста научной статьи могут входить следующие элементы: сокращения, условные обозначения, ссылки, примечания, таблицы, иллюстрации, формулы, уравнения» [15, с. 9].

С точки зрения качественных характеристик, лексические единицы, организующие научный текст, распадаются на *общую* и *специальную части*. К первой относится общий лексический пласт, в смысловом отношении тесно связанный с лексикой общенационального языка, известный всем носителям языка; ко второй – термины, «логизированная, подвергнутая социальной обработке и отбору часть специальной лексики», ограниченная в своем употреблении определенными сферами общения и известная в основном только специалистам [29, с. 32].

С. В. Гринев-Гриневиц разделил все терминологические словосочетания, с точки зрения их компонентного состава, на *двухсловные*, *трехсловные* и *многословные* (имеющие в своем составе четыре и более слов) [12, с. 62].

А. А. Стрельцов отмечает, что термины, имея определённую структуру, могут по своей классификации подразделяться на:

- 1) **Простые термины**, состоящие из одного слова (*oxide* – окись, *sucrose* – сахароза);
- 2) **Производные термины**, образованные при помощи:
  - а) *аффиксации*, которая представляет собой присоединение аффикса к основе (*oxidation, nitrogenous*);
  - б) *конверсии* – образования одной части речи от основы другой без изменения формы (*chloroform – to chloroform*);
  - в) *реверсии*, то есть обратного словообразования (*back formation*) – образования глагола путем отсечения элемента, осознаваемого как аффикс (*laser – to lase, blood-transfusion – to blood-transfuse*).

Наиболее частотными и продуктивными способами словопроизводства являются конверсия, а также образование новых слов с помощью аффиксов.

- 3) **Сложные термины**, которые состоят из двух основ слов и пишутся вместе: *thermostable, radioactivity* или через дефис: *fat-soluble* – жирорастворимый.

Термины, относящиеся к сложным словам (*compound words*)



образовываются путем словосложения – способа образования новых слов, который может быть передан формулой «основа + основа» (gas + meter = gasometer).

4) *Термины-словосочетания*, в состав которых входят несколько компонентов (многокомпонентные термины): mineral salts – минеральные соли, barium peroxide – перекись бария и т.д.) [37].

В. М. Лейчик, в свою очередь, разделяет термины на: общенаучные (или, другими словами, общетехнические), межотраслевые, а также узкоспециальные [28, с. 90].

И. И. Конькова выделяет некоторые особенности терминологических словосочетаний:

1) «Основными компонентами терминологических словосочетаний выступают имена существительные (N) и имена прилагательные (Adj), в том случае, когда связь между компонентами терминологического словосочетания обеспечивается предлогом, то чаще всего этим предлогом является предлог “of”;

2) преобладающая конструкция двухсловного терминологического словосочетания – это N + N, то есть терминологическое словосочетание образуется путем соединения двух простых терминов, что объясняется усложнением знания, технологий и созданием новых приборов» [26, с. 205].

Научный текст отражает сложные мыслительные процессы автора, которые реализуются в виде суждений и умозаключений. Поэтому на уровне синтаксиса особенностями научного стиля речи считаются:

- прямой порядок слов;
- преимущественное использование сложносочиненных и сложноподчиненных предложений;
- обилие сложных предложений;
- частое употребление причастных и деепричастных оборотов;
- редкое использование неполных предложений;
- преобладание безличных и неопределенно-личных предложений;

– употребление предложений с рядом однородных членов и обобщающим словом);

– использование вводных слов, подчеркивающих логичность изложения (во-первых, во-вторых, с одной стороны, с другой стороны, следовательно, итак, наконец) [16, С. 87–89].

В лексическом плане характерной чертой научных текстов является строгий отбор языковых средств. Многие лингвисты отмечают, что язык науки «сухой», лишенный элементов эмоциональности и образности. Строгостью, внутренней связностью и упорядоченностью характеризуется также научный синтаксис [10, с. 66].

Особый интерес представляют особенности функционирования дискурсивных маркеров в научных текстах, так как они не только упорядочивают структуру, но и служат некими аттракторами, носителями авторской оценки.

Рассмотрим некоторые примеры дискурсивных маркеров в научных текстах:

1) «Уточняющие маркеры (*In particular, ..., Indeed, ...* и т.д.) – могут быть использованы последовательно с целью показать параллелизм синтаксических конструкций (анафора) и подчеркнуть информацию, заложенную в двух предложениях» [10, с. 66];

2) «Контрастивные маркеры (*By contrast, ..., However, ...* и т. д.) – позволяют сопоставлять те или иные факты и тем самым подтверждать или опровергать их истинность» [10, с. 66];

3) «Перфоматив (*I recall, ...*) – используется автором для инициирования дальнейшего повествования. Подобная вставка придает высказыванию менее официальный оттенок и сокращает эмоциональную дистанцию между коммуникантами, благодаря чему читатель ощущает себя причастным к опыту автора» [10, с. 66];

4) «Оценочные маркеры (*Interestingly, ..., Unfortunately, ...* и т. д.) – выражают авторское отношение к проблеме и делают текст более

привлекательным для потенциального читателя» [10, с. 66];

5) «Маркеры смены темы и маркеры, указывающие на источник информации (*I shall return to ...*, *According to ...* и другие) являются наиболее характерными для текстов научной направленности, поскольку позволяют сослаться на уже существующие научные труды, а также организовать текст на смысловом и синтаксическом уровнях» [10, с. 66].

Итак, в данном параграфе нами были рассмотрены структура научных статей по химии, а также произведен анализ языка, присущего подобным текстам.

### **1.3. Предпереводческий анализ научных статей химической промышленности**

После изучения материала нашего исследования – текстов научных статей по химии, представленных на различных сайтах сети Интернет – необходимо провести предпереводческий анализ текста для дальнейшего выявления возможных трудностей перевода. Важно отметить, что доминирующим типом информации научных статей химической промышленности, безусловно, является *когнитивная (познавательная)* информация.

Как только переводчик получает текст, над которым собирается работать, он стремится для начала произвести глубокий и всесторонний анализ текста, учитывая специфику пары языков, и чётко для себя понять, с чем именно он имеет дело. Цель предварительного анализа (который и называется предпереводческим анализом текста) заключается в выяснении характера текста исходя из его внешних сведений и содержания.

Несомненно, скорость выполнения работы и качество перевода (которое достигается как раз за счёт широкой информативной базы) определяют компетентного интерпретатора текста с иностранного на родной язык (или в обратном порядке). Предварительно выполняемый анализ текста оригинала позволяет сократить время, которое переводчик затрачивает на

выполнение трансляции текста с одного языка на другой. Тем не менее, нельзя сказать, что опытные переводчики со временем пренебрегают выполнением ПАТ, поскольку данный анализ всегда является одним из главных критериев создания в конечном итоге более качественного продукта переводческой деятельности.

Общие принципы предпереводческого анализа, как утверждают М. П. Брандес и В. И. Провоторов, «помогают усвоить, что главная трудность перевода – передача смысла во всем его объеме» [9, с. 5]. И первостепенными пунктами, которые необходимо выяснить для себя переводчику, оба лингвиста считают следующие: 1) речевой жанр текста; 2) функциональный стиль этого текста. Далее они выделяют стратегию перевода, которая заключается в выявлении следующих характеристик: цели текста, намерения автора, художественных качеств текста, а также характера читателя. В. В. Сдобников же считает, что «переводческий анализ текста/ситуации не является сугубо начальным этапом переводческого процесса» [36, с. 53]. Соответственно, к ПАТ (предпереводческому анализу текста) автор перевода может обращаться сколько угодно раз. Тем не менее, предварительный анализ выполняется всегда и имеет высокую значимость.

И. С. Алексеева в своих трудах замечает, что «текст нужно обязательно пробежать глазами; если это целая книга, то почитать и полистать в разных местах, а затем выбрать несколько фрагментов и сделать специальный подготовительный анализ» [2, с. 148]. Если же этого не сделать, то в процессе перевода выяснится, что времени тратится больше, что, определённо, является отрицательным моментом в деятельности переводчика. Многим переводоведам видятся задачи и предназначение предпереводческого анализа в том, чтобы «воспринять переводимый текст как единое целое, а затем, разложив его на компоненты, выявить его типологические признаки, понять, какие трудности он содержит, что в нем релевантно, значимо для последующего перевода, а чем можно пожертвовать, какую стратегию перевода избрать» [11, с. 4; 18, с. 5].

Н. А. Каширина считает, что «предназначение предпереводческого анализа заключается в том, чтобы:

- воспринять переводимый текст как единое целое;
- выявить типологические признаки текста, разложив его на компоненты;
- понять, какие трудности он содержит, а также какую стратегию перевода текста избрать;
- понять, что в тексте значимо, а чем можно пожертвовать» [18, с. 274].

Некоторые языковеды объясняли, что «правильно сделанный переводческий анализ текста значительно упрощает процесс перевода, равно как и повышает его качество» [Цатурова, с. 4].

В рассматриваемой нами работе за основу взят именно предпереводческий анализ текста по схеме И.С. Алексеевой, поскольку данная классификация является наиболее полной и достойной, а использование такой удобной схемы позволит осуществить более качественный перевод, предварительно выработав правильную стратегию. Основные аспекты ПАТ (предпереводческого анализа текста), выделяемые ею, следующие:

1) *«сбор внешних сведений о тексте (автор текста; время создания и публикации текста; источник текста – то, из какого глобального текста взят ваш текст, а также реципиент текста);*

2) *определение состава информации (это важно именно потому, что после определения вида информации можно более точно подобрать нужные средства, существующие в языке, с помощью которых будет оформлен тот или иной текст со своей определённой спецификой);*

3) *плотность информации или её компрессивность (средствами повышения плотности информации может служить использование сокращений, формул, множества терминов и т.д.);*

4) *коммуникативная цель или коммуникативное задание текста (к примеру, что-либо продемонстрировать или сообщить какие-либо новые*

сведения);

5) *речевой жанр* (каждый речевой жанр имеет свои стилистические особенности)» [3, С. 149-157].

Определение того, на какого реципиента нацелен текст, также влияет на выбор между лексическими единицами при переводе. Впоследствии, данный фактор будет «подсказывать» переводчику, как следует переводить тот или иной текст. Раскрывая *прагматические аспекты перевода*, В. Н. Комиссаров объяснял, что «сторонники концепции, именуемой «скопос-теорией», полагают, что единственная задача переводчика заключается в создании такого текста на языке перевода, который обеспечивал бы достижение цели, поставленной заказчиком, в чьих интересах делается перевод» [25, с. 138]. Говорящий также отбирает языковые средства при построении высказывания в соответствии со своим намерением произвести определенное воздействие. В некоторых случаях, в зависимости оттого, кто составляет основную аудиторию, желательно избегать использования чрезвычайно сложных конструкций. Несмотря на то, что в текстах научного стиля присутствует довольно-таки сложная по уровню и степени понимания лексика, при переводе текстов некоторых подстилей возможна адаптация текста под реципиента. И. С. Алексеева отмечает, что «адаптация прежде всего заключается в упрощении текста, как формальном, так и содержательном» [2, с. 23].

Перейдём к более подробному рассмотрению и анализу языка статей по химии. Прежде всего, важно отметить, что «содержание научных статей по химии связано с описанием экспериментов, методик и результатов частных научных исследований. Они, как правило, достаточно конкретны и имеют сравнительно невысокую степень обобщенности» [33, с. 106]. Например: *“Inspired by the seminal reports of the Mislow and Saegusa laboratories as well as previous work from their own laboratories, Baran and co-workers utilized an oxidative enolate coupling strategy to achieve the first total synthesis of stephacidin A (forming C22–C6 , Fig. 1B)”* [50].

Научные статьи химической тематики, как любой текст, имеют свои особенности и обладают различными лингвостилистическими средствами. Особое место в подобных текстах, посвященных научным исследованиям, занимают парентетические конструкции, с помощью которых любой факт можно представить как достоверный (*indeed, of course*), предполагаемый (*obviously*) или возможный (*probably*) [19, с. 51]. Например, “***Indeed***, reused Fe@C-CN<sub>x</sub> particles were shown to enable the similar degradation of RhB dye at as a high yield as 58 %” [51].

Стоит сделать уклон на то, что «при написании научных статей по химии, частотным является, как правило, использование пассивного залога, с помощью которого описывается ход научных экспериментов» [19, с. 51]. Например: “Briefly, 10 g of succinic anhydride fine powder (Aldrich) ***was added*** to 20 mL of ice cold 8 % hydrogen peroxide and ***stirred*** for 30 min until all of the powder dissolved and a white gel like solution formed” [51].

Тексты научных статей по химии, несомненно, имеют чрезвычайно сложный синтаксис. В таких текстах также прослеживается использование такого стилистического приема, как повтор (repetition) [33, с. 47], например: “***Immersion potential was measured*** during the tests with reference to Ag/AgCl, and the potentials in the following discussion are given with reference to this reference electrode unless otherwise stated. ***Immersion potential was measured*** three times for each material using an electrometer” [49].

Что касается инверсии, которая, по сути, является отклонением от обычного, нормального порядка слов, Джеффри Лич [46] охарактеризовал данное явление термином «foregrounding», который можно перевести как «выдвижение», «заострение внимания на чем-либо». Таким образом, расстановка приоритетности информации достигается за счет целенаправленного выдвижения определенных лексических или синтаксических единиц на первый план. С помощью инвертированного синтаксического порядка внимание читателя заостряется на первой части предложения: “*After pretreatment, nickel foam was added in above solution and*

*the temperature was maintained at 120°C for 4 h*” [52]. Приведём следом предложение с возможным прямым порядком слов: *“Nickel foam was added in above solution after pretreatment and the temperature was maintained at 120°C for 4 h”*. Следует также сделать акцент на том, что при применении инверсии изменяется (не во всех случаях) пунктуационный строй предложений. Следовательно, переводчику необходимо заострять внимание на такой особенности.

В исследуемых нами текстах может также использоваться такая категория словосочетаний, как устойчивые выражения (set expressions). Например, такая характеристика прослеживается в следующих примерах предложений: *“In order to explore the feasibility of this one-pot Hofmann/cyclization event, access to pentacyclic indole 12 was required”* [50].

В рассматриваемых нами текстах научного стиля можно найти такие языковые средства выражения экспрессивности, как:

- 1) Усилительные частицы (even, whatever/whenever и другие);
- 2) Ограничительные частицы (absolutely, only и другие). Например: *“An alternative procedure for nitrile hydration reported by Lee and co-workers using Wilkinson's catalyst and acetaldoxime in toluene at reflux led **only** to decomposition of starting material”* [50];
- 3) Количественные наречия (very, extremely, highly, quite, enough и другие), например: *“The pharmacological activity of these mixed ligand complexes is **highly** dependent on the nature of the metal ions and the donor sequence of the ligands”* [48];
- 4) Эмоционально-экспрессивные прилагательные, например: *“Magnetic nanoparticles create **tremendous** interests largely because of their unique properties towards biomedical applications for cancer treatment that combine a targeted drug delivery and hyperthermia”* [51];
- 5) Суперлятивы (прилагательные в превосходной степени), например: *“**The most** sensitive strains were the bacteria species *E. coli* and *K. pneumoniae*”* [48].



В текстах научных статей, несомненно, используются различные вводные слова: so, thus, consequently, finally/at last, besides и другие. Например: “**Thus**, treating with an excess of DIBAL-H effected chemoselective reduction of the tertiary amide” [50].

Довольно широкое употребление наречий также характерно для анализируемых нами текстов: therefore, hence, here, then, above. Например: “A shift was observed to higher wave number for the  $\nu(N-H)$  symmetric stretching frequency thus suggestive of deprotonation and **hence** coordination of the nitrogen atom of the amino moiety to the metal ion” [48].

Как утверждает Д.В. Каштанова, «авторы стремятся к большей объективности при описании фактов или своей личной точки зрения. Поэтому, что касается грамматики, то использование настоящего простого времени (Present Simple) преобладает в научных текстах» [19, с. 51]. Например: “Among a potential selection of coating materials,  $CN_x$  **presents** an interesting choice since it **shows** a mix of attractive photophysical and catalytic properties” [51].

В текстах научных работ также часто появляется настоящее совершенное (Present Perfect) время (иногда в сочетании с пассивным залогом для предоставления результатов ранее проведенных исследований по теме раскрываемого явления): “Further, this material **has been separated** into two differently colored materials: a black colored one with the use of strong magnet and another one green in color with weak magnetic separation” [51].

Итак, предпереводческий анализ, представленный в данном параграфе, показал следующие единицы, которые могут встречаться в текстах научных статей химической промышленности: парантетические конструкции, инверсия, повторы, клишированные фразы, наречия, частицы, оценочные прилагательные, превосходная степень сравнения.

## **Выводы по первой главе**

Научный стиль имеет свои определенные характеристики. Письменный вариант выражения данного стиля является более частотным, по сравнению с устной формой. Поскольку тексты данного стиля являются средством передачи когнитивной информации, можно говорить о том, что в рамках научного стиля обеспечивается научное и учебное общение.

Цель текстов научных статей видится в том, чтобы информация подавалась языком академического стиля, но при этом была воспринимаема читателем и вполне ясна. Также важным фактором является следование эталону написания статей сферы химии, что позволит читателю быстрее и лучше ориентироваться в тексте.

Тексты научного стиля обладают своими типичными свойствами, среди которых: обобщенность, объективность, логичность и ясность изложения, аргументированность. Следующей характеристикой является использование схем, графиков, таблиц, диаграмм, а также различных условных обозначений, формул и т. п.

Более того, научные тексты характеризуются сложным синтаксисом, а также большим процентом содержания терминов и клишированных фраз соответствующего регистра. В настоящее время не только появляется огромное количество новых терминов с развитием технологий, но и одни языки заимствуют термины из других языков.

## ГЛАВА 2. СОПОСТАВИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОРИГИНАЛА И ПЕРЕВОДА ТЕКСТОВ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕМАТИКИ

### 2.1. Специфика перевода научных текстов

Для начала, хотелось бы отметить, что изучать специфику перевода научных статей по химии текстов необходимо, поскольку подобные тексты востребованы в современном обществе, диктующем новые условия.

Профессиональной компетентностью является степень квалификации специалиста, позволяющая ему успешно решать стоящие перед ним профессиональные задачи, осуществлять продуктивную профессиональную деятельность и актуализировать свои личностные ресурсы [14, с. 354]. Высококвалифицированного переводчика определяют не только знания, но и умение применять эти знания (несомненным преимуществом будет являться владение совершенно разносторонней и узконаправленной информацией широкого спектра) наиболее практичным способом. Соответственно, для того чтобы сформировать личную профессиональную компетенцию, одним из немаловажных критериев является накопление информационного фона переводчика, а также осваивание терминологии.

А. В. Федоров в своих трудах обозначил, что «Перевести – значит выразить верно и полно средствами одного языка то, что уже выражено ранее средствами другого языка» [40, с. 10], что, собственно, и является главной задачей, стоящей перед переводчиком.

Перейдем к рассмотрению вопросов специфики перевода текстов научного стиля. Поскольку тексты различны по характеру, их перевод должен осуществляться с учетом особенностей конкретного жанра. Если речь идет о научном или научно-техническом тексте, то кроме знания приемов перевода также необходимо владение терминологией и областью, описываемой в тексте [27, с. 51]. Действительно, «из всей совокупности исследуемых учеными проблем, возникающих в связи с изучением функционального языка научно-технической литературы, наибольшее

внимание по праву уделяется исследованию лексики как наиболее специфическому уровню языка науки и техники» [7, с. 5]. Тексты научного стиля изобилуют терминами (что и является одной из главных особенностей научных текстов). Е. Н. Базалина считает, что переводу и межъязыковому сопоставлению этих единиц в научной литературе совершенно справедливо уделяется огромное внимание [6, с. 103].

Переходя к переводу терминов, переводчику крайне необходимо обращаться к специализированным словарям. Терминологические единицы зачастую являются частью семантического целого и их нельзя рассматривать по отдельности [17, с. 225]. «Двойственная природа термина объясняется тем, что, с одной стороны, он создаётся для обозначения специального понятия, место которого всегда определено в системе специальных понятий, с другой, в процессе функционирования речи термин, подобно всякой другой лексической единице, становится многозначным» [39, с. 162; 13, с. 318]. А. В. Суперанская замечает, что «нельзя рассматривать многослойность термина как его недостаток» [38, с. 131]. Один и тот же термин можно применить в различных областях науки и техники, но перевод его будет зависеть от той области, в которой он применяется. [6, с. 104].

Для того чтобы наглядно рассмотреть, как определённый контекст влияет на последующий перевод различных коллокаций, обратимся к примерам предложений, представленных в трудах С. А. Хоменко:

1) «A *short circuit* can divert current from its natural path.

Цепь короткого замыкания может отвести прохождение тока с его нормального пути.

(Слово употреблено в своём терминологическом значении.)

2) A *short circuit* of mountains stretched behind the forest.

Короткая цепь гор простиралась за лесом.

(Слово употреблено в своём обычном значении.)» [42, с. 25]

Под выборочным переводом обычно подразумевается «перевод лексических единиц с помощью одного из синонимичных выражений» [42,

с. 34]. Переводчику необходимо разбираться в материале, с которым он работает, и находить правильный и наиболее подходящий перевод, исходя из контекста.

Тем не менее, М. М. Боришанская отмечает, что «если в общем языке (вне данной терминологии) слово может быть многозначным, то, попадая в определенную терминологию, оно становится однозначным, и при переводе используется значение, отличное от употребления в повседневном обиходе» [8, с. 166]. По этой причине основные ошибки при переводе терминов связаны с непониманием предметной ситуации.

Н. К. Яшина выделяет основные виды перевода терминов:

1. «Перевод путем *использования* имеющихся в русском языке *эквивалентов*, то есть постоянных и равнозначных соответствий в двух данных языках, в большинстве случаев, не зависящих от контекста, например: viscose – вискоза, heating – нагревание» [44, с. 82];

2. «Перевод с помощью *аналогов*, то есть слов синонимичного ряда. allowance – разрешение, поправка на что-либо, допуск.

Надо выбрать из этого ряда вариант, наиболее подходящий по контексту» [44];

3. «*Калькирование*, или дословный перевод, состоит в переводе английского слова или выражения путем точного воспроизведения их средствами русского языка, например: superpower system – сверхмощная система» [44];

4. «Для перевода английских слов, не имеющих лексических соответствий в русском языке, можно использовать *описательный перевод* (или, другими словами, – экспликация). Он представляет собой передачу значения английского слова при помощи более или менее распространенного объяснения, например: prompt-period accident – авария, связанная с переходом реактора на мгновенно-критический режим.

5. *Транслитерация* – это передача буквами русского письма букв английского письма независимо от произношения английского слова.

Для использования транслитерации можно и не знать произношения английского слова, ограничиваясь лишь его зрительным восприятием: *retarder* – ретардер, *transposition* – транспозиция» [44, с. 82–84];

б. *Транскрибирование* – это передача произношения английского слова русскими буквами, то есть передача его фактического облика: *white spirit* – уайт-спирит, *Whitehall* Уайт-холл (улица в Лондоне, на которой расположены правительственные учреждения)» [44, с. 82–84].

Ю. Найда ввел такое понятие как «динамическая эквивалентность», в связи с которым реакция реципиента на текст перевода выдвигается на первый план в качестве критерия оценки качества перевода. По мнению американского лингвиста, перевод должен вызывать аналогичную исходному тексту реакцию, будучи полноценной заменой оригинала в коммуникативном аспекте [47, с. 24].

Чтобы перевод научно-технического текста был адекватным и эквивалентным, то есть качественным, переводчику необходимы общие и специфические навыки, умения и следующие знания:

– *теоретические* – о фонетическом, лексическом и грамматическом строе иностранного языка (лексические единицы, грамматические правила, словообразование);

– *практические* – об особенностях перевода научно-технических текстов (виды переводческих трансформаций и соответствий);

– *лингвистические практические знания* (способы перевода: транслитерация, калькирование, замены, перестановки, добавления, опущения, способы описательного и антонимического перевода);

– *экстралингвистические знания* (владение достаточной информацией для перевода специализированного текста), необходимые в процессе переложения текста и построения осмысленных и адекватных предложений на языке перевода» [27, С. 52–53].

Безусловно, овладеть иностранным языком в полном объеме в процессе образования практически невозможно. Принимаясь за самостоятельный

перевод с родного или английского (или любого другого) языка на иностранный, существует вероятность того, что перевод будет иметь некоторые недостатки и неточности. Поэтому, проблема, связанная с трудностями перевода, актуальна во все времена.

Рассмотрим основные положения и *трудности перевода научно-технических текстов*, выявленные Л. А. Коняевой:

а) Сложность технического перевода заключается в том, что он должен быть максимально точным, так как малейшие погрешности перевода могут изменить смысловую нагрузку текста. Оформление переведенного текста осуществляется строго в соответствии с принятыми стандартами и ГОСТами, определяющими стиль и особенности технического перевода.

б) Кроме знания приемов перевода требуется владение терминологией и областью знаний, описываемой в тексте.

в) Лексические единицы отбираются с особой тщательностью для максимально точной передачи содержания.

г) Основной трудностью научно-технического перевода является необходимость совмещения знания иностранного языка со знанием техники: грамотный технический перевод требует профессионального знания соответствующей области техники.

д) Еще одна сложность перевода технических текстов – это несовпадение требований к всевозможным сокращениям, а также параметры или ГОСТы, принятые в разных странах и отличающиеся друг от друга. Аббревиатуры также могут отличаться, что вызывает определенные сложности для переводчика.

е) Перевод научно-технических текстов должен отвечать следующим требованиям: эквивалентность, адекватность, информативность, логичность и четкость изложения [27, С. 51–53].

Л. А. Коняева обозначает, что «для успешного перевода научно-технической литературы переводчику необходимо иметь определенный лексический запас, в том числе специальных терминов; знать специфические

грамматические конструкции иностранного языка; знать лексические, грамматические и стилистические правила перевода; особенности построения словаря и уметь им пользоваться; ориентироваться в специфической области научного знания, к которой относится переводимый текст» [27, с. 53]. Вполне понятно, что тщательный отбор соответствующих лексических единиц способствует четкости перевода.

Снова подтверждается тот факт, что компетентный переводчик должен быть подкован совершенно в разных областях. Отталкиваясь от рассматриваемого нами текста, можно прийти к выводу, что переводчики, которые являются специалистами в области перевода научно-технических текстов, должны иметь знания в разных областях науки и уметь оперировать терминами – главными лексическими единицами, присущими текстам, которые могут быть причислены к рассматриваемой жанровой разновидности.

## **2.2. Анализ трудностей перевода текстов химической тематики**

Безусловно, перевод текстов химической тематики представляется довольно сложной деятельностью, поскольку химия является комплексной, глубокой, развивающейся наукой. Более того, допускаемые переводчиком ошибки от незнания или невнимательности могут привести к необратимым последствиям. Поэтому, наблюдается острая необходимость проводить глубокие анализы, предъявлять качественный перевод в соответствии со всеми требованиями и сроками, постоянно сверяться с узкоспециализированными словарями и глоссариями, быть знакомым с терминологическими гостами в сфере химии, а также различными номенклатурами.

В результате проведенного предпереводческого анализа, были выявлены некоторые трудности, в большинстве своем связанные с переводом лексических единиц, а именно – терминологических единиц. Перейдем к рассмотрению некоторых из них, а именно – к изучению лексического



аспекта содержания научных текстов сферы химической промышленности, обратившись к Приложению В (см. Таблицу В.1 и Таблицу В.2). В основе нашего анализа лежит научная статья (общим объемом в 34789 знаков с пробелами), взятая с интернет-источника Scientific Research. An Academic Publisher.

Из представленной классификации лексических единиц наибольшую трудность для переводчика могут представлять термины-словосочетания (многокомпонентные термины), поскольку даже малейшая ошибка (например, в порядке слов) может привести к тому, что реципиенты принимающего языка (в нашем случае – русского), вероятнее всего, столкнутся с проблемами восприятия текста.

Рассматривая выделенную нами проблематику перевода сложных терминов, можно также упомянуть немаловажный факт, касающийся того, что переводчику, несомненно, необходимо придерживаться орфографии и, по необходимости, сверяться со словарями. К примеру, термины-словосочетания, состоящий из двух компонентов, “vanadyl sulphate” или “amino acids” в русском языке будут иметь слитное написание – «ванадилсульфат» и «аминокислоты».

Рассмотрим некоторые другие примеры слитного написания терминологических единиц, обозначающих химические соединения и касающихся словообразования в русском языке: chloromethiuron – хлорометиурон; sulfonamido – сульфонамидо; cyanofenphos – цианофенфос.

Эти примеры связывает то, что связующая буква сохраняется при переводе на русский язык, а, например, в таких примерах сложных терминах, как, “cyclopropanecarbohydrazide” – «циклопропанкарбогидразид», “tribromopyrimidine” – «трибромпиримидин», “tetrafluoroethyl” – «тетрафторэтил» и “pentachlorophenyl” – «пентахлорфенил» – нет. Это говорит о том, что переводчику необходимо уделять должное внимание ко всем мелочам.

Существует также проблема двойственного перевода терминов,

которая встречается даже в словарях. Например, для таких терминов, как “5-fluorouracil”, “periodinane” могут встретиться следующие варианты эквивалентов: «5-фторурацил/5-фтороурацил», «перйодинан/периодинан». Переводчику следует помнить о такой особенности терминов, как неоднозначность перевода и явление омонимии.

Стоит быть осторожным с такими терминами-словосочетаниями, как, например, “gram positive”, имеющим как такой вариант написания, так и второй – “gram-positive”. Поскольку в переводящем языке такой термин пишется единственно верным способом – «грамположительный».

И, конечно же, нельзя обойти стороной так называемых «ложных друзей переводчика», которые также могут встречаться и в научных текстах химической промышленности, поскольку такие термины могут переводиться иначе, в отличие от их написания. К таким терминам могут относиться следующие: “asphalt” – «битум»; “absorbit” (в отличие от его более легкого для восприятия синонимичного термина “activated carbon”) – активированный уголь.

Таблица 2 – Перевод простых терминов

Оригинал	Перевод	Примечания/Комментарии
Exciton	Экситон	При переводе данного термина используется соответствие, возникшее при применении такой лексической трансформации как <i>транскрипция</i> .
Lifetime	Время жизни	При переводе данного термина используется соответствие, обусловленное применением инверсии, а также такой переводческой трансформации как <i>калькирование</i> .
Si; Ge	Кремниевый; Германиевый	При переводе данных терминов происходит грамматическая замена частей речи (N. – Прил.).

Итак, систематизируя перевод простых терминов, состоящих из одного слова, мы можем видеть, что, чаще всего, такие единицы переводятся с помощью применения соответствий или таких переводческих трансформаций как транскрипция и транслитерация. Более того, проведя сопоставительный анализ переводов с английского языка на русский, мы выявили, что могут происходить при переводе также грамматические

замены.

При переводе научных статей химической промышленности необходимо быть осведомленным в терминологических гостах по химии; быть ознакомленным со специализированными словарями и глоссариями; знать обозначения химических элементов, а также названия соединений.

Таблица 3 – Перевод сложных терминов

Оригинал	Перевод	Комментарии
Wavelength	Длина волны	При переводе данных терминов наблюдается использование соответствия (эквивалента перевода). До того, как рассматриваемые термины вышли из разряда безэквивалентной лексики, применялась такая переводческая трансформация как <i>калькирование</i> .
Photoluminescence; <i>Nanocrystals</i>	Фотолюминесценция; Нанокристаллы	
Nanostructures	Наноструктуры	
Zero-dimension	Нульмерный	При сопоставлении рассматриваемых оригиналов терминов с их переводами, мы видим, что переводческой трансформацией, которая была применена, является модуляция (или, другими словами, смысловое развитие).
Quantum-mesoscopic; Nonmonotonous; Zero-phonon	Квантово-мезоскопический; Немонотонный; Бесфононный	

Подытоживая результаты небольшого исследования, проведенного нами в данной сопоставительной таблице, можем сказать, что сложные термины, вероятнее всего, переводятся с применением модуляции или калькирования.

Таблица 4 – Перевод терминов-словосочетаний  
(многокомпонентных терминов)

Оригинал	Перевод	Комментарии
Silicon ions	Ионы кремния	При сопоставлении оригинала термина и его перевода наблюдается применение соответствий (обусловленное первоначальным использованием такого приема как <i>инверсия</i> )
Dominant D1 line	<i>Доминирующая линия D1</i>	
Annealing time	Время отжига	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> matrix	Матрица Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; матрица оксида алюминия	
Si, Ge quantum dots	Квантовые точки Si, Ge	
Pulsed laser deposition method	Метод импульсного лазерного осаждения	
Photon energy range	Диапазон энергий фотонов	
Nanostructures formed by Si or Ge nanocrystals	Кремниевые и германиевые наноструктуры, состоящие из системы нанокристаллов Si или Ge	При сопоставлении оригинала термина и его перевода наблюдается использование приема инверсии, а также такой переводческой трансформации как <i>добавления</i>
Radiative recombination processes	Излучательные процессы	При сопоставлении оригинала термина и его перевода наблюдается использование такой переводческой трансформации как <i>опущение</i>
Single crystal silicon	Монокристаллический кремний	Перевод многокомпонентного термина сопровождается изменением структуры словосочетания (Adj. + Adj. + N. – Прил. + Сущ.)
Chlorine containing atmosphere	Хлорсодержащая атмосфера	Перевод многокомпонентного термина сопровождается изменением структуры словосочетания (N. + Adj. + N. – Прил. + Сущ.)

Переводчику также следует знать формулы химических соединений, обращаясь к химическим номенклатурам и глоссариям. В представленном примере (*Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – оксид алюминия*) формульное обозначение химического элемента в переводе передано словесной формой.

Можем сделать вывод о том, что частотным приемом, к которому

прибегают при переводе многокомпонентных терминов, является калькирование с применением инверсий. Подобные термины, имеющие в своем составе несколько компонентов, также переводятся с помощью добавлений и опущений. Отметим, что при переводе подобных терминов может изменяться структура словосочетания в языке перевода.

Переводчику также приходится работать с единицами измерения и их переводом ( $^{\circ}\text{C}$ ; keV – кэВ; см – см;  $\mu\text{m}$  – мкм; min – мин; eV – эВ; ns – нс;  $\mu\text{s}$  – мкс). Неотъемлемой частью любого научного текста химической промышленности, конечно, являются химические формулы и уравнения (например,  $\text{CrCl}_3 + 2(\text{L1}) \rightarrow [(\text{Cr}(\text{L1})_2(\text{H}_2\text{O})_2)]$ ). Сложность для переводчика может состоять в том случае, если в тексте будет представлена только формула, без ее буквенного представления, что увеличит время на поиски эквивалентов и перевод в целом.

То же самое касается и аббревиатур, которые, к тому же, зачастую имеют множество расшифровок, среди которых нужно выбрать нужную, единственно правильную и подобрать к ней эквивалент, который был бы адекватным с точки зрения перевода. К примеру, возьмём термин-аббревиатуру “MIC” (minimal inhibitory concentration). Обратившись к Интернет-ресурсам и глоссариям, казалось бы, необходимо сразу сделать акцент на нужной нам отрасли – химической. Тем не менее, нужный перевод (каким он представлен в рассматриваемой нами статье [48]) находится совсем не в том разделе [54].

Говоря об именах собственных – антропонимах, названиях различных химических объединений, предприятий и учреждений, а также топонимов, которые также могут являться частью рассматриваемых нами текстов, – некоторые из них могут не иметь эквивалентов. К тому же, поскольку химия является развивающейся областью, появляются новые термины, называющие новые понятия, соединения и т. д.; пока что не переведенные новообразованные языковые единицы переходят в разряд безэквивалентной лексики и вызывают трудности при переводе.

Рассмотрим особенность научных текстов, о которой уже упоминалось в настоящем исследовании, – использовании пассивного залога и проведем сопоставительный анализ перевода предложений.

Таблица 5 – Способы перевода пассивных конструкций

Оригинал	Перевод
<b>It was shown</b> that the first monomolecular layer of the adsorbate is formed due to interaction of water molecules with extra framework cations and electronegative sites of sorbent framework.	<b>Показано</b> , что образование мономолекулярного слоя адсорбата протекает в результате взаимодействия молекул воды с внекаркасными катионами и электроотрицательными центрами матрицы сорбентов.
<b>We have studied</b> , both theoretically and experimentally, radiative recombination processes in zero-dimension nanostructures formed by Si or Ge nanocrystals embedded into Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> matrix.	<b>Работа посвящена</b> теоретическому и экспериментальному <b>исследованию</b> излучательных процессов в нульмерных кремниевых и германиевых наноструктурах, состоящих из системы нанокристаллов Si или Ge, погруженных в матрицу оксида алюминия.

Итак, в первом предложении используется страдательный залог (“It was shown ...”), а в трансляте – безличный глагол («Показано, ...»). Второй пример нам показывает, что активный залог (“We have studied”), фигурирующий в тексте ИЯ (исходного языка) предпочли перевести через пассивную форму («Работа посвящена исследованию...») в тексте ПЯ (переводящего языка).

В английском языке употребление пассивного залога является частотным. Изучение способов перевода предложений, заключающих в себе страдательный залог, является актуальной темой для изучения, поскольку переводчикам в своей практике приходится широко использовать конструкции со страдательным залогом.

Поскольку такая характеристика как использование преимущественно сложного синтаксиса является основной из черт текстов научного текста, хотелось бы рассмотреть и сопоставить оригинал и перевод предложений, взятых из статей сферы химии, в которых как раз прослеживается названная закономерность.

Перейдем к рассмотрению предложений, отличающихся сложным

синтаксисом. К примеру, вычленим из одной из рассматриваемых статей, являющейся материалом нашего исследования, следующее предложение: “For example, Williams and co-workers employed a biomimetic intramolecular Diels–Alder reaction to construct the bicyclo ring system en route to (–)-VM5599, rac-pre-paraherquamide, rac-marcfortine C, and (+) and (–)-versicolamide B (forming C22–C6 and C4–C5, Fig. 1B) and recently, Lawrence and co-workers leveraged a similar bioinspired approach to access (+)-brevianamide A”. Производя анализ данного предложения, можно сказать, что целый комплекс элементов (наличие множественных дополнений, однородных членов предложения, деепричастного оборота, обстоятельства цели) делает предложение более сложным для перевода.

Итак, нами были выявлены основные трудности, которые могут возникать при переводе научных текстов сферы химической промышленности.

### **Выводы по второй главе**

Для того чтобы перевод научно-технического текста был адекватным и эквивалентным, то есть качественным, переводчику необходимы общие и специфические навыки, умения и следующие знания. Более того, кроме знания приемов перевода также необходимо владение терминологией и областью, описываемой в тексте. Сложность технического перевода заключается в том, что он должен быть максимально точным, так как малейшие погрешности перевода могут изменить смысловую нагрузку текста. Итак, как было выявлено нами в данной главе, основные трудности, с которыми сталкивается переводчик в работе с текстами научных статей сферы химии, отражаются в переводе терминологических единиц. Для преодоления этих трудностей переводчику стоит на протяжении всей своей переводческой деятельности накапливать теоретическую и терминологическую базы, уметь пользоваться узконаправленными словарями.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Тексты научного стиля, как и любые другие тексты, имеют свои определённые характеристики. Научный стиль речи обеспечивает сферу научного и учебного общения, а основной задачей научных текстов, как уже было выявлено нами, является точное и ясное доведение до читателя сообщаемой информации. Соответственно, научные тексты выступают в роли неких «мостов» между некоторой существующей информацией, заключенной в конкретном тексте, и реципиентами текстов – людьми, заинтересованными в прочтении конкретных статей, описывающих некоторые факты или анализирующих проводимые исследования. В данном случае, переводчики будут являться посредниками, проводящими этот мост и обеспечивающие заинтересованных лиц информацией. Конечным продуктом является грамотно переведенная статья, а конечным результатом – восприятие информации реципиентом. Для выполнения качественного и адекватного перевода научных текстов необходимо прибегать к использованию узконаправленных словарей, более детально изучать семантику слов и сферу, с которой работает переводчик.

Итак, в данной работе нами выделены основные трудности, связанные с переводом научных текстов (в нашем случае – научных статей) сферы химической промышленности: перевод терминологии, передача пассивного залога, а также такая присущая характеристика научным текстам как сложный синтаксис. Грамотному переводчику необходимо для перевода подобных текстов владеть широким набором компетенций, а также иметь дополнительные навыки и уметь работать с различными вспомогательными ресурсами, в том числе и техническими.

Проанализировав все особенности, рассмотренные в данной работе, а также проведя предпереводческий анализ научных статей химической промышленности, можно сделать вывод, что для перевода подобных текстов нужно всегда учитывать их наполненность терминами, поскольку существует риск столкнуться с областью незнания.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеева Н. В., Сусь И. В. Практические особенности структурирования и оформления научных текстов // Научная периодика: проблемы и решения. 2016. Том 6. № 2. С. 81–87.
2. Алексеева И. С. Введение в переводоведение : Учеб. пособие для студ. филол. и лингв, фак. высш. учеб. заведений. М. : Издательский центр «Академия» ; СПб. : Филологический факультет СПбГУ, 2004. 352 с.
3. Алексеева И. С. Профессиональный тренинг переводчика : Учебное пособие по устному и письменному переводу для переводчиков и преподавателей. СПб. : Издательство «Союз», 2001. 288 с. (Серия «Библиотека переводчика»).
4. Баженова Е. А. Современные подходы к изучению научного текста // Вестник ТГПУ. 2018. №2 (191).
5. Баженова Е. А., Котюрова М. П. Жанры научной литературы // Стилистический энциклопедический словарь. М., 2003. С. 57–67.
6. Базалина Е. Н. К проблеме перевода терминов научно-технических текстов // Вестник Майкопского государственного технологического университета. 2009. №1. С. 102–107.
7. Борисова Л. И. Лексические особенности англо-русского научно-технического перевода. Теория и практика перевода : Уч. Пос. М. : НВИ-ТЕЗАУРУС, 2005. 216 с.
8. Боришанская М. М., Курбакова М. А. Об особенностях перевода научного текста // Известия МГТУ. 2014. №4 (22). С. 165–168.
9. Брандес М. П., Провоторов В. И. Предпереводческий анализ текста (для институтов и факультетов иностранных языков) : Учеб пособие. 3-е изд., стереотип. М. : НВИ-ТЕЗАУРУС, 2001. 224 с.
10. Вишневская Г. М., Загороднова О. А. Метаязыковые свойства дискурсивных маркеров в различных стилях речи // Верхневолжский филологический вестник. 2015. №2.
11. Гараева М. Р., Гиниятуллина А. Ю. Переводческий анализ текста.

- Translation analysis : учебное пособие под ред. доктора филол. наук, профессора Хисамовой В. Н. Казань, 2016. 96 с.
12. Гринев-Гриневи́ч С. В. Терминоведение : учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений. М. : Издательский центр «Академия», 2008. 304 с.
  13. Закирова Е. С. Лексикографическое описание технических терминов : современный подход // Известия МГТУ. 2012. №2. С. 316–324.
  14. Закирова Е. С. Роль отраслевой терминологии в формировании профессиональной коммуникативной компетенции специалиста // Известия МГТУ. 2012. №1. С. 352–360.
  15. Иванова Е. Т. Как написать научную статью: методическое пособие / Е. Т. Иванова, Т. Ю. Кузнецова, Н. Н. Мартынюк. Калининград: Изд-во БФУ им. И. Канта, 2011. 31 с.
  16. Ильдудова О. Н. Учет особенностей научного стиля речи при обучении будущих научных сотрудников иностранному языку // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Филология, педагогика, психология. 2014. №5. С. 84–90.
  17. Карапетьян А. Э. Вопросы упорядочения и лексикографического описания терминологической танцевальной лексики // Научный журнал КубГАУ – Scientific Journal of KubSAU. 2007. №31. С. 221–228
  18. Каширина Н. А. Понимание и интерпретация в предпереводческом анализе текста // Известия ЮФУ. Технические науки. 2004. №1. С. 271–274.
  19. Каштанова Д. В. Краткий анализ лингвостилистических особенностей научного дискурса английского языка // Проблемы Науки. 2018. №3 (123).
  20. Кожина М. Н. Стилистика русского языка : учебник / М. Н. Кожина, Л. Р. Дускаева, В. А. Салимовский. 4-е изд., стереотип. М. : Флинта : Наука, 2008. 464 с.
  21. Колесникова Н. И. Лингводидактическая концепция формирования

- жанровой компетенции учащихся в системе непрерывного языкового образования : дис. ... д-ра пед. наук. Орел, 2009. 450 с.
22. Колесникова Н. И. Формирование жанровой компетенции студентов и магистрантов в профессиональной сфере общения // Сибирский педагогический журнал. 2009. №7. С. 57–65.
  23. Колесникова Н. И., Ридная Ю. В. Жанровая модель научной статьи на русском и английском языках // Высшее образование в России. 2016. № 6 (202). С. 98–105.
  24. Колесникова Н. И., Ридная Ю. В. Формирование жанровой компетенции иностранных учащихся в научной сфере общения // Язык и культура. 2018. №44.
  25. Комиссаров В. Н. Современное переводоведение. 2-е изд., Р.Валент, 2011. 408 с.
  26. Конькова И. И. Структурные особенности терминологических словосочетаний в англоязычном научно-техническом дискурсе // Иностранные языки в диалоге культур : материалы Всерос. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), 30 нояб. – 2 дек. 2017 г. отв. ред. И. В. Коровина. редкол. : Е. Н. Ваганова [и др.]. Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2018. С. 200-207.
  27. Коняева Л. А. О некоторых трудностях научно-технического перевода // Перевод и сопоставительная лингвистика. 2015. №11. С. 50–54.
  28. Лейчик В. М. Терминоведение: предмет, методы, структура. Изд. 4-е. М. : Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 256 с.
  29. Митрофанова О. Д. Язык научно-технической литературы. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1973. 145 с.
  30. Наумова А. П. Научная статья как жанр профессионального дискурса переводчиков // Вестник ЮУрГУ. Серия: Лингвистика. 2012. №25. С. 116–118.
  31. Попова Т. Г. Функционально-стилистические основы изучения

- научного текста // Евразийский Союз Ученых. 2016. № 30–5.
32. Попова Н. Г. Введение к научной статье на английском языке: структура и композиция // Высшее образование в России. 2015. №6. С. 52–56.
  33. Разинкина Н. М. Стилистика английской научной речи : Элементы эмоцион.-субъективной оценки. М. : Наука, 1972. 168 с.
  34. Ридная Ю. В. Формирование иноязычной жанровой компетенции магистрантов технического профиля в научной сфере общения : дис. ... канд. пед. наук. М., 2017. 245 с.
  35. Саврушева М. И. Философия науки и техники: учеб. пособие для магистрантов. – Омск: Омск. гос. агр. ун-т, 2013. 120 с.
  36. Сдобников В. В. Принципы обучения переводу, или О чем еще не было сказано // Мосты: журнал переводчиков. 2015. № 1 (45). С. 51–59.
  37. Стрельцов А. А. Основы научно-технического перевода : English ↔ Russian / А. А. Стрельцов. 3-е изд., испр. и доп. М. : ФЛИНТА, 2019. 148 с.
  38. Суперанская А. В., Подольская Н. В., Васильева, Н. В. Общая терминология: вопросы теории. 6-е изд. М. : Либроком, 2012. 248 с.
  39. Табанакова В. Д., Ковязина М. А. Функциональная модель переводного специального словаря // Вестник ТюмГУ. Тюмень : Изд-во ТюмГУ, 2006. № 4. С. 158–165.
  40. Федоров А. В. Основы общей теории перевода (лингвистические проблемы) : Для институтов и факультетов иностр. Языков : учеб. пособие. 5-е изд. СПб. : Филологический факультет СПбГУ; М. : ООО "Издательский Дом "ФИЛОЛОГИЯ ТРИ", 2002. 416 с.
  41. Филичева О. С. Функционирование синтаксических схем в англоязычных научно-учебных текстах // Вестник Московского государственного лингвистического университета. Гуманитарные науки. 2018. №9 (801).
  42. Хоменко С. А., Цветкова Е. Е., Басовец И. М. Основы теории и

практики перевода научно-технического текста с английского языка на русский : учеб. пособие. Мн. : БНТУ, 2004. 204 с.

43. Цатурова И. А., Каширина Н. А. Переводческий анализ текста. Английский язык : Учебное пособие с методическими рекомендациями. 2-е изд., испр. и доп. СПб. : Перспектива, Изд-во "Союз", 2008. 296 с. (Библиотека переводчика).
44. Яшина Н. К. Учебное пособие по переводу научно-технической литературы с английского языка на русский. Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. 2-е изд., испр. и доп. Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. 112 с.
45. Heard, Stephen B. The Scientist's Guide to Writing: How to Write More Easily and Effectively throughout Your Scientific Career. Princeton University Press, 2016.
46. Leech G. Language in literature: style and foregrounding/ Harlow: Pearson Longman, 2008. 222 p.
47. Nida E. The Theory and Practice of Translation. Brill, 1982. 218 p.

#### **Словари и энциклопедии**

48. Multitran. Англо-русский онлайн словарь [Электронный ресурс]. URL: <https://www.multitran.ru/>

#### **Иллюстративный материал**

49. Aiyelabola, T., Okunade, I., Jordaan, J., Otto, D. (2020) Syntheses of Coordination Compounds of 2-Amino-3-Methylbutanoic Acid Their Mixed Ligand Complexes and Antibacterial Activities // Advances in Biological Chemistry, Vol. 10. No. 3. 2020. P. 67–85.
50. Ikeda I., Tanaka N., Kuratani M., Yamada Y., Sakurada O. Study of Corrosion on Film Properties of High Strength Cu-Sn-Zr Alloys in Tap Water // Materials Sciences and Applications. Vol. 11, No. 1. January 2020. PP 70–80.
51. Mercado-Marin, Richter S., Mukai K., Sarpong R. A unified strategy to reverse-prenylated indole alkaloids: total syntheses of preparaherquamide,

premalbrancheamide, and (+)-VM-55599 // Chem. Sci. 28 May 2020

52. Murugesan S., Kuznetsov O., Zhou Z., Khabashesku V. Fluorescent Superparamagnetic Core-Shell Nanostructures: Facile Synthesis of Fe@C-CN<sub>x</sub> Particles for Reusable Photocatalysts // Advances in Nanoparticles. Vol. 8. No. 1. February 2019. PP. 1–19.
53. Yang Y., Fan X., Zhu S., Xu H. Study on Capacitance of Zn-Based Electrode in Redox Electrolyte System // Journal of Materials Science and Chemical Engineering. Vol. 8, No. 1. January 2020. PP. 35–43.
54. Gadhave R., Mahanwar P. and Gadekar P. Study on Various Compositions of Polyvinyl Alcohol and Starch Blends by Cross-Linking with Glyoxal // Open Journal of Polymer Chemistry. Vol. 9, No. 4. November 2019. PP. 76–85.

Приложение А  
**Основные элементы статей научного (академического) стиля**  
**(На основе статьи Study on Various Compositions of Polyvinyl Alcohol and Starch Blends**  
**by Cross-Linking with Glyoxal из Приложения Б)**

**Структура:**

1. Title
- 1.1. Authors
- 1.2. Affiliation
2. Abstract
3. Keywords
- 3.1. Share and site
4. Introduction
5. Experimental
- 5.1. Materials
- 5.2. Preparation Method
6. Characterization and Testing
7. Results and Discussions
8. Conclusion
9. Conflicts of Interest
10. References

## Study on Various Compositions of Polyvinyl Alcohol and Starch Blends by Cross-Linking with Glyoxal

Ravindra V. Gadhave\*, Prakash A. Mahanwar, Pradeep T. Gadekar

Department of Polymer and Surface Engineering, Institute of Chemical Technology, Mumbai, India.

### Abstract

The aim of this study is to analyze the various compositions of polyvinyl alcohol (PVA) and starch blends. The blends have been cross-linked with glyoxal to enhance its properties. The hydroxyl groups of PVA and starch react with glyoxal via formation of acetal bonds; hence crosslinking could take place. The cross-linking of glyoxal is observed in various analytical methods such as DSC and FTIR. The cross-linked blends showed better thermal and mechanical properties. Viscosity, tensile shear strength, pencil hardness and ultimate stress were evaluated to estimate the changes due to cross-linking. It was observed that the cross-linking is directly proportional to starch, since the starch hydroxyl groups are easily accessible for reacting. The cross-linked blend showed better cohesion between its chains, thereby increasing glass transition temperature. It was reflected in the subsequent increase in tensile strength properties.

### Keywords

[Starch](#), [Polyvinyl Alcohol](#), [Cross-Linking](#), [Glyoxal](#), [Mechanical Testing](#)

### Share and Cite:

Gadhav, R., Mahanwar, P. and Gadekar, P. (2019) Study on Various Compositions of Polyvinyl Alcohol and Starch Blends by Cross-Linking with Glyoxal. *Open Journal of Polymer Chemistry*, **9**, 76-85. doi: [10.4236/ojchem.2019.94007](https://doi.org/10.4236/ojchem.2019.94007).

## 1. Introduction

Starch is a relatively inexpensive and renewable product that can be obtained from multiple plant sources and that has been extensively used as wet end additive, coating binder, sizing agent, adhesive, and textile size [1] [2]. However, its bonding capacity is not strong enough to glue wood [3] [4] [5] [6] [7]. A few studies have been conducted on the potential of utilizing starch as wood adhesive. Recent studies have focused on formaldehyde-free wood adhesives, which are obtained through the reaction between a cross-linker and a blend of starch with other polymers, such as starch/polyvinyl alcohol [8], starch/tannin [9] [10] [11] and starch/isocyanates [12]. However, such wood adhesives cannot be used at room temperature because the required curing temperature is usually over 100°C [13]. Many efforts have been exerted to develop starch-based polymers as alternatives of petroleum-based polymers [14] [15] [16].

Polyvinyl alcohol (PVA) is water soluble polymers, strong, durable and biodegradable. It possesses high crystalline structure [17]. Physical and chemical properties of PVA depend on the synthetic condition and degree of hydrolysis of the polymer [18] [19] [20] [21] [22]. To improve the properties, researchers have blended starch with other biodegradable polymers such as methyl cellulose and hydroxyl propylmethyl cellulose, polyhydroxyalkanoates poly lactic acid (PLA) and PVA. PVA contains secondary hydroxyl group that easily forms hydrogen bonds with starch. There is a wide variety of crosslinking agents for PVA, such as maleic acid, formaldehyde, and glyoxal [23].

PVA crosslinked with dialdehydes is one of the most commonly used techniques. It is well known that hydroxyl groups from PVA react with aldehydes via formation of acetal bonds. When dialdehyde is used, such as glyoxal or glyoxal, crosslinking reactions of PVA can be conducted under mild conditions [24] [25] [26]. Dialdehydes are the multifunctional reagents



that cross-link starch by reacting with the hydroxyl groups of starch and introduce intermolecular bridges between the polysaccharides chains.

In this paper, the effects of various factors such as increasing starch content, increasing amount of glyoxal, on the performance properties like tensile strength, pencil hardness and thermal properties were studied.

## 2. Experimental

### 2.1. Materials

PVA (containing 86.5 % to 89 % degree of hydrolysis) were obtained from Kuraray Cooperative Limited, India. Maize starch containing 25 % - 30 % of amylose content was obtained from Sanstar Ltd. Glyoxal (~40 % content in water) was purchased from Sigma-Aldrich. Deionized water was used as the solvent in all experiments. Maize starch was dried to remove moisture.

### 2.2. Preparation Method

First, Maize starch and PVA blends were mixed in water and poured into a kettle. Second, the kettle was closed and was sealed to make it air tight. Third, the seal tight kettle was heated to 60°C temperature while mixing the sample at 175 rpm. The cross-linker was later added as per the amount given in [Table 1](#). Subsequently, the temperature was raised to 90°C - 95°C keeping the constant stirring 2 hrs. After completion of cross-linking the solution was brought to room temperature for further analysis.

### 2.3. Casting of Films

A bar applicator was used for casting films of 1000 µm. The films were then kept

**Table 1.** Preparation of various adhesive compositions with glyoxal.

	Blends	PVA	Starch	Glyoxal	Water
Formulation 1	PVA/S-07	25	5	0	70
	PVA/S-GLY.01	25	5	0.5	70
	PVA/S-GLY.02	25	5	1.0	70
	PVA/S-GLY.03	25	5	1.5	70
Formulation 2	PVA/S-08	20	10	0	70
	PVA/S-GLY.04	20	10	0.5	70
	PVA/S-GLY.05	20	10	1.0	70
	PVA/S-GLY.06	20	10	1.5	70

at room temperature for curing for 24 hrs.

Formulation 1:

For formulation 1, the PVA/S blend was kept constant at 25/5 with composition of glyoxal varied from 0 to 1.5 ([Table 1](#)).

Formulation 2:

For formulation 1, the PVA/S blend was kept constant at 20/10 with composition of glyoxal varied from 0 to 1.5 ([Table 1](#)).

## 3. Characterization and Testing

### 3.1. Viscosity

A Brookfield DV1 Viscometer was used to measure the viscosities of the formulations 1 and 2. All readings were taken at 30°C.

### 3.2. Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy (FTIR)

Infrared spectra of crosslinked PVA and starch blends were measured on a PerkinElmer FTIR spectrum 100 instrument. Thin films were made from crosslinked blends prior to analysis.

### 3.3. Differential Scanning Calorimetry (DSC)

A Perkin Elmer instrument Q100 DSC has been used for estimating the glass transition temperature ( $T_g$ ).

### 3.4. Pencil Hardness Test

Testing method employed to calculate pencil hardness was ASTM D 3363.

### 3.5. Ultimate Stress of Films

ATinus Olsen 5ST instrument was used for determining the ultimate stress of the films.

### 3.6. Tensile Strength

A Tinus Olsen H25KT instrument has been used for calculating the tensile strength. Two pieces of steamed beech wood were taken for determining the tensile strength. The adhesive was applied on one end (2.5 cm × 2.5 cm) of the two pieces and was held together for 2 and 24 hrs at room temperature. The cured wood samples were then tested using a controlled speed of 10 mm/min to obtain the tensile strength values.

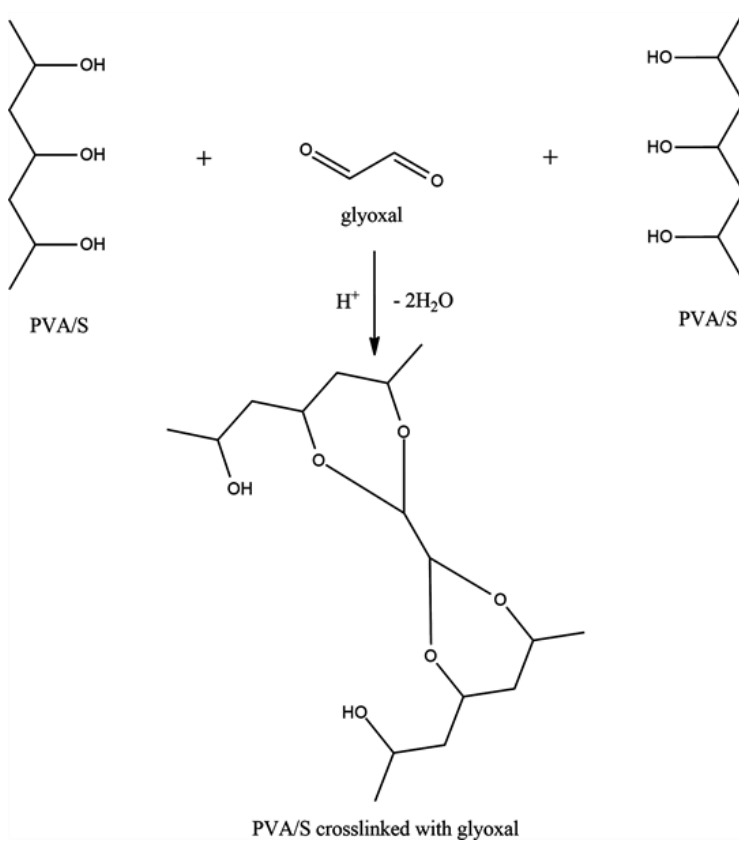
## 4. Results and Discussion

The hydroxyl groups of PVA and starch react with glyoxal via formation of acetal bonds hence crosslinking could take place [25]. Since, the glyoxal at 90°C reacts with the hydroxyl groups, forming a between two inter-molecular chains for intra-molecular chains. The medium required for this reaction to occur is acidic, which is inherent in the solution. The cross-linking mechanism of PVA/S with glyoxal is given below in [Figure 1](#). The results obtained by carrying out various tests are given in [Table 2](#) (Formulation 1) and [Table 3](#) (Formulation 2)

### 4.1. Viscosity

The glyoxal acts as a cross-linker for PVA/S, which has led to subsequent viscosity

**Figure 1.** Crosslinking of mechanism of PVA/S with glyoxal.



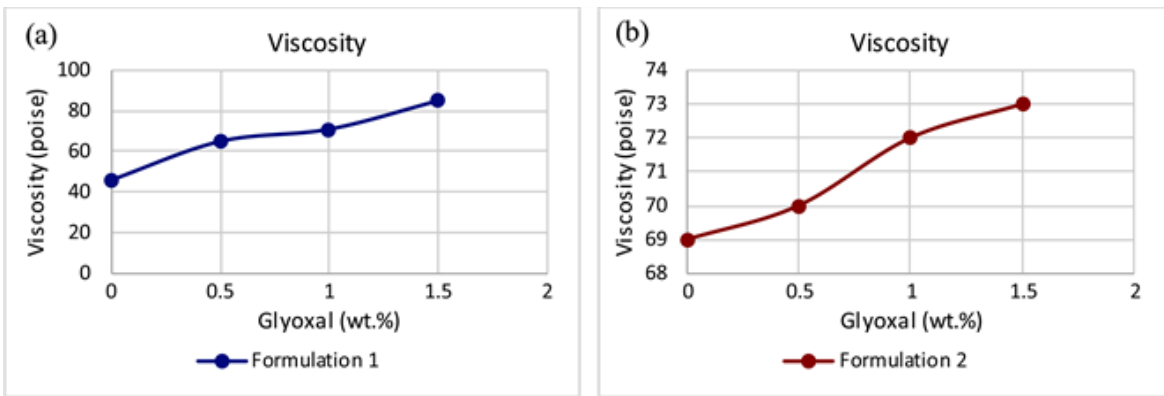
**Table 2.** Results obtained by carrying out various tests for Formulation 1.

	Viscosity (poise)	Ultimate Stress	T <sub>g</sub> (°C)	Pencil hardness	Tensile strength (Kg/sq.in.)	
					2 hrs	24 hrs
PVA/S-07	46	7.6	65	H	7	11.2
PVA/S-GLY.01	65	8.9	67	6H	7.1	11.4
PVA/S-GLY.02	71	9.7	70	6H	8.4	12.8
PVA/S-GLY.03	85	14.7	72	7B	8.5	13.5

**Table 3.** Results obtained by carrying out various tests for Formulation 2.

	Viscosity (poise)	Ultimate Stress	T <sub>g</sub> (°C)	Pencil hardness	Tensile strength (Kg/sq.in.)	
					2 hrs	24 hrs
PVA/S-08	55	7.9	69	2H	7.2	9.3
PVA/S-GLY.04	65	9.9	70	5H	7.8	10.3
PVA/S-GLY.05	73	10.8	72	7H	8.2	12.9
PVA/S-GLY.06	93	16.4	73	7H	9.9	14

**Figure 2.** Viscosity at increasing concentration of glyoxal given by (a) Formulation 1 and (b) Formulation 2.



change as shown in [Figure 2](#).

The effect of cross-linking between the hydroxyl groups of PVA/S is evident in [Figure 2](#). The glyoxal has reacted with the hydroxyl groups and thus forming a cross-link. This cross-link increases the chain length of the PVA and S, thus the increase in viscosity. Since, the longer chain length increases the chances of entanglement, it has led to increase in viscosity as evident in [Figure 2](#). Although, while comparing the formulation 1 and formulation 2 values, we get a much greater viscosity in formulation 2. This is due to presence of hydrolyzed starch which has contributed to increase in viscosity.

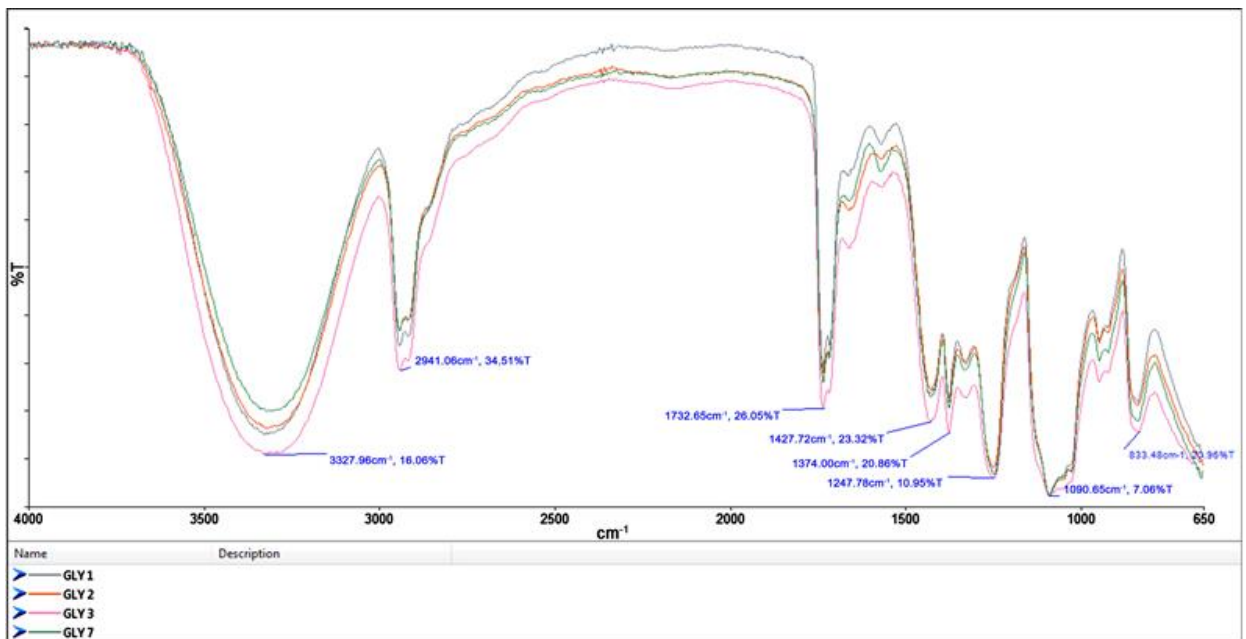
#### 4.2. Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy (FTIR)

As, the concentration of cross-linker is increased, there is a movement of curve towards the lower wave number. This is observed since the cross-linker reduces the distance between chains by bridging between them, this bridging leads to lower H-bonding in the adhesive. The effect of decreased H-bonding can be seen in [Figure 3](#) as the curve shifts towards lower wavenumber. Additionally, the increase in starch content also contributes to decrease in H-bonding (shown in [Figure 3](#)).

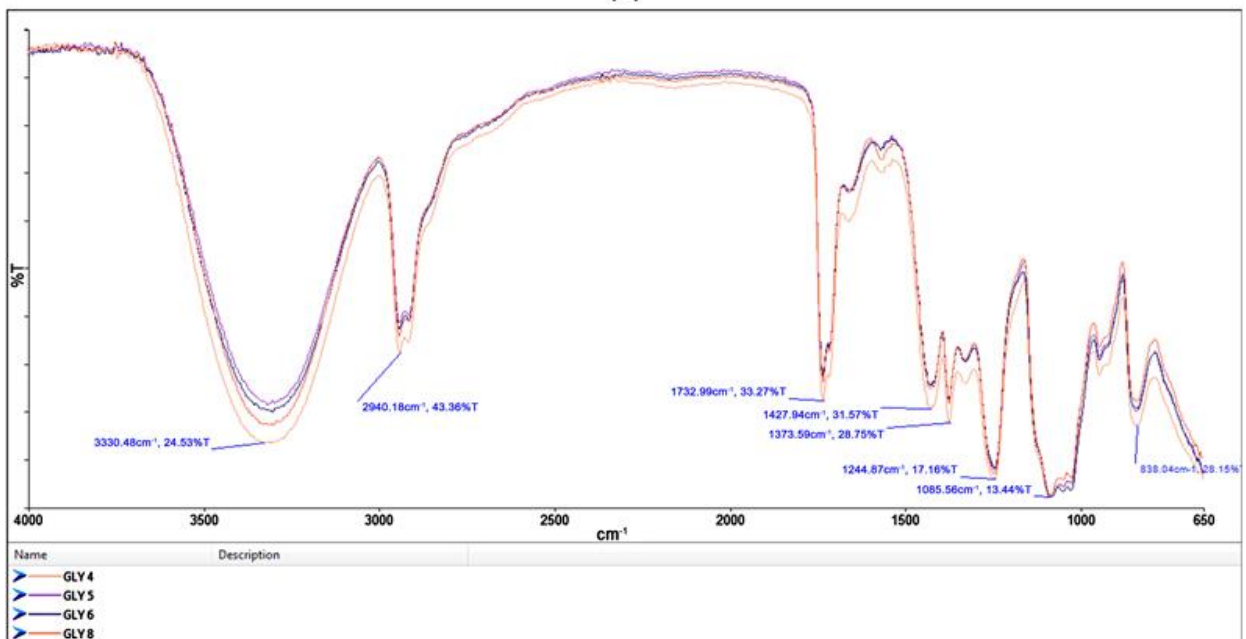
#### 4.3. Differential Scanning Calorimetry (DSC)

The glyoxal acts as a cross-linker for PVA/S, which has led to subsequent glass transition temperature change as shown in [Figure 4](#).

**Figure 3.** FTIR curves for (a) Formulation 1 and (b) Formulation 2.



(a)



(b)

The effect of cross-linking between the hydroxyl groups of PVA/S is evident in [Figure 4](#). The glyoxal has reacted with the hydroxyl groups and thus forming a cross-link. This cross-link increases the chain length of the PVA and S, thus the increase in glass transition temperature. As evident from the FTIR curves, there is a decrease in H-bonding of the adhesive with subsequent increase in cross-linker. The similar trend is observed for Tg, there is an increase in Tg with increase in concentration of cross-linker. In comparing formulation 1 and formulation 2, there is slightly higher Tg for formulation 2 due to hydrolysis of starch.

#### 4.4. Pencil Hardness of Film

Pencil hardness is a property dependent on the flexibility of the polymeric chains. The flexible chains of PVA are replaced partially by starch (which contains large 6 membered rings). The presence of rings in starch has contributed to increase in hardness of the formulations 2. Better cohesion in blends has also contributed to increase in hardness (as seen in [Table 4](#)). Both the

formulations show a large difference in hardness with and without cross-linker. The cross-linking has clearly enhanced the hardness of the blends.

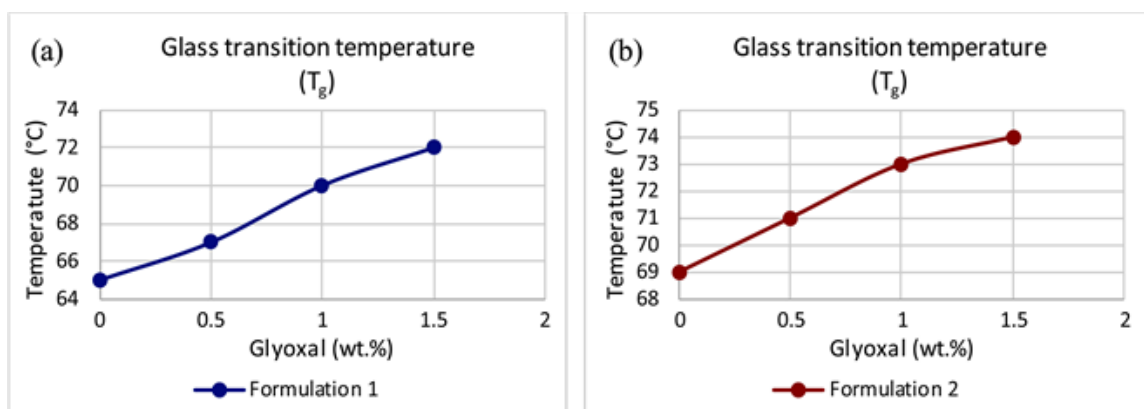
#### 4.5. Tensile Shear Strength

The glyoxal acts as a cross-linker for PVA/S, which has led to subsequent tensile strength change as shown in [Figure 5](#).

**Table 4.** Values of pencil hardness by cross-linking with glyoxal.

Formulation 1		Formulation 2	
Blends	Pencil Hardness	Blends	Pencil Hardness
PVA/S-07	H	PVA/S-08	2H
PVA/S-GLY.01	6H	PVA/S-GLY.04	5H
PVA/S-GLY.02	6H	PVA/S-GLY.05	7H
PVA/S-GLY.03	7H	PVA/S-GLY.06	7H

**Figure 4.** Glass transition temperature ( $T_g$ ) at increasing concentration of glyoxal given by (a) Formulation 1 and (b) Formulation 2.



As seen in the previous sections, there is an increase in viscosity, glass transition temperature and pencil hardness of the blends. The tensile strength shows a similar trend as there is decrease in free volume between the chains, there is an increase in number of hydroxyl groups at the surface, as the hydroxyl groups become abundant on the surface there is an increase in tensile strength. Since, more cross-linker causes this decrease in free volume more rapidly, the tensile strength is increased subsequently ([Figure 5\(a\)](#) and [Figure 5\(b\)](#)). The cohesion between chains has also increased which further reduces the chances of tensile failure.

#### 4.6. Ultimate Stress of Films

The cross-linking of glyoxal has decreased the mobility of the polymer chains. This has led to increase in stress bearing capacity of the chains. Thereby, increasing the stress required to break the blends. Also while comparing the formulation 1 and formulation 2, the larger number of six membered ring in starch help in increasing the stress (as seen from [Table 5](#)).

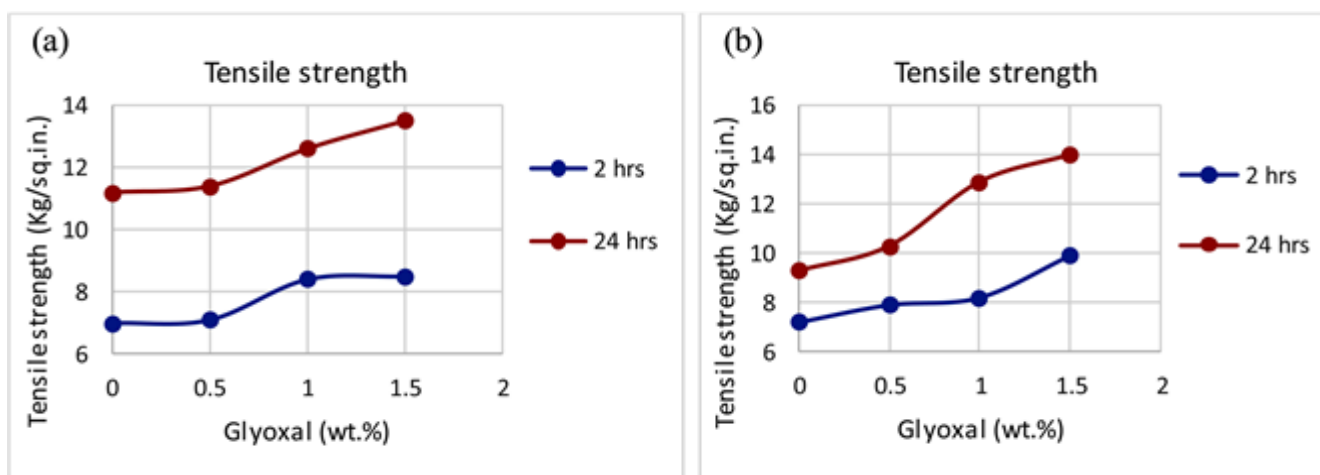
### 5. Conclusion

The cross-linking of PVA/S blends has efficiently increased thermal and mechanical properties. There is an increase in cohesion and decrease in H-bonding which has contributed majorly to increase in viscosity. Mechanical properties such as tensile strength, ultimate stress and pencil hardness have also shown

**Table 5.** Values of ultimate stress by cross-linking with glyoxal.

Formulation 1		Formulation 2	
Blends	Ultimate stress	Blends	Ultimate stress
PVA/S-07	7.6	PVA/S-08	7.9
PVA/S-GLY.01	8.9	PVA/S-GLY.04	9.9
PVA/S-GLY.02	9.7	PVA/S-GLY.05	10.8
PVA/S-GLY.03	14.7	PVA/S-GLY.06	16.4

**Figure 5.** Tensile shear strength with increasing concentration of glyoxal after 2 hrs and 24 hrs of (a) Formulation 1 and (b) Formulation 2.



enhancing effect due to cross-linking. There is a shift in the glass transition temperature which supports the cross-linking mechanism. FTIR proves the presence of H-bonding which has effected its various thermal and mechanical properties. The presence of more starch content is found to increase the cross-linking due to easy accessibility for cross-linker to attack hydroxyl groups. Additionally, an increase in ratio of starch to PVA in a blend with constant concentration of glyoxal resulted in increase in the mechanical and thermal properties.

## Conflicts of Interest

The authors declare no conflicts of interest regarding the publication of this paper.

## References

- [1] Bemiller, J. and Whistler, R. (2009) Starch: Chemistry and Technology. 3rd Edition, Academy Press, Cambridge, 310-315.
- [2] Wang, Z.J., Gu, Z.B., Li, Z.F., Hong, Y. and Cheng, L. (2013) Effects of Urea on Freeze-Thaw Stability of Starch-Based Wood Adhesive. Carbohydrate Polymers, 95, 397-403. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.02.009>
- [3] Imam, S.H., Gordon, S.H., Mao, L. and Chen, L. (2001) Environmentally Friendly Wood

- Adhesive from a Renewable Plant Polymer: Characteristics and Optimization. *Polymer Degradation and Stability*, 73, 529-533.  
[https://doi.org/10.1016/S0141-3910\(01\)00114-8](https://doi.org/10.1016/S0141-3910(01)00114-8)
- [4] Kaewtatip, K. and Tanrattanakul, V. (2008) Preparation of Cassava Starch Grafted with Polystyrene by Suspension Polymerization. *Carbohydrate Polymers*, 73, 647-655.  
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.01.006>
- [5] Sanjiv Kasbe, P., Kumar, N. and Manik, G. (2017) A Molecular Simulation Analysis of Influence of Lignosulphonate Addition on Properties of Modified 2-Ethyl Hexyl Acrylate/Methyl Methacrylate/Acrylic Acid Based Pressure Sensitive Adhesive. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 78, 45-54.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijadhadh.2017.06.014>
- [6] Qu, B., Li, H. and Niu, Y. (2013) Graft Copolymerization of Poly(vinyl acetate) onto Starch Using KMnO<sub>4</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Redox System. *Journal of Polymer Engineering*, 33, 521-526.  
<https://doi.org/10.1515/polyeng-2013-0105>
- [7] Zhang, Y., Ding, L., Gu, J., Tan, H. and Zhu, L. (2015) Preparation and Properties of a Starch Based Wood Adhesive with High Bonding Strength and Water Resistance. *Carbohydrate Polymers*, 115, 32-37.  
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.08.063>
- [8] Conner, A.H., Lorenz, L.F. and River, B.H. (1989) Carbohydrate-Modified Phenol-Formaldehyde Resins Formulated at Neutral Conditions. *ACS Symposium Series*, 385, 355-369.  
<https://doi.org/10.1021/bk-1989-0385.ch025>
- [9] Moubarik, A., Pizzi, A., Allal, A., Charrier, F. and Charrier, B. (2009) Cornstarch and Tannin in Phenol-Formaldehyde Resins for Plywood Production. *Industrial Crops and Products*, 30, 188-193.  
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2009.03.005>
- [10] Moubarik, A., Charrier, B., Allal, A., Charrier, F. and Pizzi, A. (2010) Development and Optimization of a New Formaldehyde-Free Cornstarch and Tannin Wood Adhesive. *European Journal of Wood and Wood Products*, 68, 167-177.  
<https://doi.org/10.1007/s00107-009-0357-6>
- [11] Amine, M., Nicolas, C., Thomas, P., Ahmed, A., Antonio, P. and Fatima, C. (2012) Shear Refinement of Formaldehyde-Free Corn Starch and Mimosa Tannin (*Acacia mearnsii*) Wood Adhesives. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 25, 1701-1713.  
<https://doi.org/10.1163/016942411X576176>
- [12] Tan, H., Zhang, Y. and Weng, X. (2011) Preparation of the Plywood Using Starch Based Adhesives Modified with Blocked Isocyanates. *Procedia Engine*, 15, 1171-1175.  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.08.216>
- [13] Karim, A.A., Norziah, M.H. and Seow, C.C. (2000) Methods for the Study of Starch Retrogradation. *Food Chemistry*, 71, 9-36.  
[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00130-8](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00130-8)
- [14] Gadhawe, R.V., Mahanwar, P.A. and Gadekar, P.T. (2018) Starch Stabilized Polyvinyl Acetate Emulsion: Review. *Polymers from Renewable Resources*, 9, 75-84.  
<https://doi.org/10.1177/204124791800900203>
- [15] Li, Z., Wang, J., Li, C., Gu, Z., Cheng, L. and Hong, Y. (2015) Effects of Montmorillonite Addition on the Performance of Starch-Based Wood Adhesive. *Carbohydrate Polymers*, 115, 394-400.  
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.08.106>
- [16] Masci, G., Husu, I., Murtas, S., Piozzi, A. and Crescenzi, V. (2003) Physical Hydrogels of Poly(vinyl alcohol) with Different Syndiotacticity Prepared in the Presence of Lactosilated Chitosan Derivatives. *Macromolecular Bioscience*, 3, 455-461.  
<https://doi.org/10.1002/mabi.200350017>



- [17] Othman, N., Azahari, N.A. and Ismail, H. (2011) Thermal Properties of Polyvinyl Alcohol (PVOH)/Corn Starch Blend Film. *Malaysian Polymer Journal*, 6, 147-154.
- [18] Klenina, O.V., Klenin, V.I. and Frenkel, S.Ya. (1970) Formation and Breakdown of Supermolecular Order in Aqueous PVA Solutions. *Polymer Science USSR*, 12, 1448-1461.  
[https://doi.org/10.1016/0032-3950\(70\)90077-8](https://doi.org/10.1016/0032-3950(70)90077-8)
- [19] Stauffer, S.R. and Peppas, N.A. (1992) Poly(vinyl alcohol) Hydrogels Prepared by Freezing-Thawing Cyclic Processing. *Polymer*, 33, 3932-3936.  
[https://doi.org/10.1016/0032-3861\(92\)90385-A](https://doi.org/10.1016/0032-3861(92)90385-A)
- [20] Gadhave, R.V., Kasbe, P.S., Mahanwar, P.A. and Gadekar, P.T. (2018) To Study the Effect of Boric Acid Modification on Starch-Polyvinyl Alcohol Blend Wood Adhesive. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*, 15, 190-198.  
<https://doi.org/10.1007/s13196-018-0225-2>
- [21] Nambu, M. (1984) Freeze-Dried Poly(vinyl alcohol) Gel. US Patent No. 4,472,542.
- [22] Othman, N., Azahari, N.A. and Ismail, H. (2011) Thermal Properties of Polyvinyl Alcohol (PVOH)/Corn Starch Blend Film. *Malaysian Polymer Journal*, 6, 147-154.
- [23] Rahayu, L.B.H., Wulandari, I.O., Santjojo, D.H. and Sabarudin, A. (2018) Synthesis and Characterization of Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles Using Polyvinyl Alcohol (PVA) as Capping Agent and Glyoxal (GA) as Crosslinker. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 299, Article ID: 012062.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/299/1/012062>
- [24] Park, J.Y., Hwang, K.J., Yoon, S.D., Lee, J.H. and Lee, I.H. (2015) Influence of Glyoxal on Preparation of Poly(Vinyl Alcohol)/Poly(Acrylic Acid) Blend Film. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 15, 5955-5958.  
<https://doi.org/10.1166/jnn.2015.10470>
- [25] Blanes, M., Gisbert, M.J., Marco, B., Bonet, M., Gisbert, J. and Balart, R. (2010) Influence of Glyoxal in the Physical Characterization of PVA Nanofibers. *Textile Research Journal*, 80, 1465-1472.  
<https://doi.org/10.1177/0040517509357654>
- [26] Gahlawat, P., Sen, C. and Das, M. (2015) Effect of Molecular Weight of Polyvinyl Alcohol on Properties of Starch Film Cross-Linked with Glutaraldehyde. *Journal of Agricultural Engineering and Food Technology*, 2, 12-16.

Приложение В

Анализ материала исследования

Таблица В.1 – Содержание лексических и терминологических единиц в научной статье сферы химической промышленности (по классификации В. М. Лейчика)

<i>№</i>	<i>Общенаучные (общетехнические) термины</i>	<i>Межотраслевые термины</i>	<i>Узкоспециальные термины</i>
1.	ability	absorption	1,10-phenantroline
2.	activity	action	2-amino-3-methylbutanoic acid
3.	analysis	activity	adducts
4.	complex	agent	agar
5.	compound	agreement	amino acids
6.	development	analysis/analyses	amino moiety
7.	efficacy	apparatus	antibiotics
8.	energy	assay	antimicrobial screening
9.	factor	centre	aqueous solution
10.	frequency	charge	atomic absorption spectroscopy
11.	method	class	<i>B. cereus</i> (NCIB 6349)
12.	methodology	colour	<i>B. subtilis</i> (NCIB 6639)
13.	mixture	comparison	biologically important compounds
14.	nature	complex	capillary tube
15.	preparation	concentration	charge
16.	procedure	configuration	chelation
17.	reaction	content	chemotherapeutics
18.	report	control	chromium (III)
19.	research	degree	chromium complexes
20.	result/results	department	chromium(III) chloride hexahydrate
21.	study/studies	determination	content
22.	volume	difference	coordination chemistry
23.		energy	coordination compounds
24.		equation	desiccator
25.		evaluation	diameter
26.		evidence	diethyl ether
27.		figure	diseases
28.		formation	dispersion
29.		frequency	drugs
30.		grade	<i>E. coli</i> (NCIB 86)
31.		growth	electron donation
32.		heater	electronic spectrum (spectra)
33.		impact	enzymes
34.		indices	ethane-1,2-diamine monohydrate
35.		material	ethylenediamine
36.		melting	ethylenediamine monohydrate
37.		mixture	flat bottom flask
38.		nature	gallenkamp melting point apparatus
39.		organism	gram negative bacteria
40.		outbreak	gram positive bacteria
41.		point	inhibition

Продолжение Приложения В  
Продолжение таблицы В.1

<i>№</i>	<i>Общенаучные (общетехнические) термины</i>	<i>Межотраслевые термины</i>	<i>Узкоспециальные термины</i>
42.		position	inoculum
43.		potential	K. pneumoniae (NCIB 418)
44.		pre-organization	ligands
45.		preparation	linkage
46.		product	melting points
47.		properties	metal
48.		purity	metal complexes
49.		ratio	metal compounds
50.		reaction	methanol
51.		resistance	nitrogen atom
52.		row	nutrients
53.		set	organic compound
54.		shift	oven
55.		solution	oxovanadium (IV)
56.		spectrum/spectra	p. aeruginosa (NCIB 950)
57.		state	P. fluorescence (NCIB 3756)
58.		stirring	P. vulgaris (NCIB 67)
59.		stretching	pathogenic bacteria
60.		structure	pharmacological activity
61.		susceptibility	precipitate
62.		synthesis/syntheses	reaction mixture
63.		test	reaction
64.		transition	S. aureus (NCIB 8585)
65.		tube	solution
66.		volume	solvent
67.		zones	spectrophotometry
68.			standard solution
69.			stock solution
70.			strain
71.			streptomycin
72.			synthesized compound
73.			transition metal
74.			vanadium(IV) oxide sulphate
75.			vanadyl sulphate
76.			variable heater
77.			vibrational frequency

Продолжение Приложения В

Таблица В.2 – Содержание лексических и терминологических единиц в научной статье сферы химической промышленности (по классификации А. А. Стрельцова)

№	Простые термины	Производные термины			Сложные термины	Термины-словосочетания
		Аффиксация	Конверсия	Реверсия		
1.	agar	Префиксы	result	locate	antibacterial	ligand complexes
2.	analyse s	<b>a-</b>	assay	penetrate	infra- red/infrared	coordination compounds
3.	antibiot ics	acyclic	report	inactivate	octahedral	octahedral geometry
4.	apparatus	asymmetric	precipitate	indicate	geometry	water molecules
5.	bacteria	<b>anti-</b>	dry	thwart	ethylenedia mine	inhibitory concentration
6.	cell	antibacterial (adj.)	soak	characteri ze	spectrophoto metry	coordination chemistry
7.	charge	antibiotics	impact	determine	bio-active	transition metal
8.	chemis try	antiferromagn etism	transfer	dissolve	chemotherap eutics	pharmacological activity
9.	chromi um	antimicrobial	discard	utilize	pre- organization	metal compounds
10.	degree	<b>bi-</b>	shift	describe	antibiotics	metal ion
11.	diamet er	bidentate	spin	impregnate	spectroscopy	therapeutic agents
12.	disease	binary	supports	evaluate	wavelength	donor sequence
13.	enzym e	<b>com-</b>	display	obtain	hexahydrate	drug resistance
14.	evaluat ion	comparison	test	examine	drop-wise	versatile ligand
15.	inhibiti on	complex		inhibit	streptomyci n	organic compound
16.	insertio n	compound		investigat e	microdilutio n	resulting complex
17.	ligand	<b>con-</b>		add	co-worker	bio-active compounds
18.	linkage	concentration		obtain	monomeric	pathogenic bacteria
19.	metal	concomitant		mix	ultraviolet	antibacterial agents
20.	methan ol	consequence		carry	electromagn etic	biologically important compounds
21.	method ology	<b>de-/dis-</b>		adjust	antimicrobia l	amino acids
22.	microb e	department		transfer	chromophor es	metal ligand ratio
23.	mixtur e	deprotonation		repeat	antiferromag netism	atomic absorption spectroscopy

Продолжение Приложения В  
Продолжение таблицы В.2

№	Простые термины	Производные термины			Сложные термины	Термины-словосочетания
		Аффиксация	Конверсия	Реверсия		
24.	molecule	desiccator		provide	spin-only	magnetic susceptibility
25.	nutrient	dissolve		incubate	intra-ligand/intraligand	disc diffusion agar method
26.	organism	<b>di-/dia-</b>		express	heteroaromatic	gram positive/gram-positive
27.	oxygen	diamine		present	bacteriostatic	gram negative/gram-negative
28.	precipitate	diameter		calculate		melting points
29.	ratio	<b>im-/in-</b>		corroborate		capillary tube
30.	reaction	impregnate		exhibit		variable heater
31.	screening	inactivate		observe		<i>Gallenkamp</i> melting point apparatus
32.	solution	increased		elicit		metal complexes
33.	spectrum	insertion		reveal		electronic spectra
34.	syntheses	insoluble		ascribe		wavelength range
35.	universality	<b>micro-</b>		support		antimicrobial screening
36.		microdilution		suggest		the equations of the reactions
37.		microorganism		exist		syntheses of compounds
38.		<b>mono-</b>		assign		aqueous solution
39.		monodentate		attribute		chromium(III) chloride hexahydrate
40.		monohydrate		serve		flat bottom flask
41.		monomeric		establish		aqueous ethanolic solution
42.		<b>pre-</b>		appear		reaction mixture
43.		precipitate		correspond		diethyl ether
44.		pre-organization		confirm		dark green precipitate

Продолжение Приложения В  
Продолжение таблицы В.2

№	Простые термины	Производные термины			Сложные термины	Термины-словосочетания
		Аффиксация	Конверсия	Реверсия		
45.		preparation		produce		light pink precipitate
46.		<i>Суффиксы</i>		distort		vanadyl sulphate
47.		<b>-able/-ible/- -uble</b>		interpret		ethylenediamine monohydrate
48.		ascribable		accept		zones of inhibition
49.		assignable		occupy		room temperature
50.		attributable		align		resulting solutions
51.		favourable		expect		sterile whatman no 2 discs
52.		remarkable		notice		aggregation potential
53.		responsible				natural water
54.		soluble				antimicrobial actions
55.		suitable				minimal inhibitory concentration
56.		variable				standard drug
57.		visible				microdilution method
58.		<b>-al/-ial</b>				test compound
59.		additional				stock solution
60.		analytical				broth micro-dilution
61.		antibacterial				lowest concentration
62.		antimicrobial				visible growth
63.		bactericidal				muller–hinton broths
64.		biological				bacterial nutrients
65.		medical				mcfarland standard solutions
66.		microbial				standard drug broth
67.		minimal				antibacterial compound
68.		orbital				antibacterial concentrations
69.		pharmacologic al				bacteria suspension
70.		potential				active sample
71.		pyramidal				physico-chemical properties
72.		serial				percentage yield

Продолжение Приложения В  
Продолжение таблицы В.2

№	Простые термины	Производные термины			Сложные термины	Термины-словосочетания
		Аффиксация	Конверсия	Реверсия		
73.		structural				synthesized compounds
74.		typical				sharp melting points
75.		vibrational				ethanol/water mixture
76.		<b>-ance/-ence</b>				organic solvents
77.		appearance				percentage analysis
78.		resistance				atomic absorption spectroscopy/titre metric method
79.		evidence				calculated values
80.		difference				vibrational frequency bands
81.		<b>-ant</b>				cationic nh+ 3 ion
82.		concomitant				stretching frequencies
83.		important				amine substituent
84.		relevant				chromium complexes
85.		<b>-ate/-iate</b>				stretching frequency
86.		appropriate				nitrogen atom
87.		carboxylate				amino moiety
88.		hexahydrate				monodentate nature
89.		moderate				oxygen atom
90.		monodentate				absorption frequencies
91.		monohydrate				bis(2-amino-3-methylbutanoic acid)chromium (III) complex
92.		precipitate				high frequency
93.		sulphate				free ligand
94.		<b>-ent/-ency</b>				carboxylate ion
95.		consistent				amino substituent
96.		different				primary ligand
97.		evident				secondary ligand
98.		frequency				mixed ligand complex
99.		solvent				octahedral structure

Продолжение Приложения В  
Продолжение таблицы В.2

№	Простые термины	Производные термины			Сложные термины	Термины-словосочетания
		Аффиксация	Конверсия	Реверсия		
100.		substituent				electron donation
101.		<b>-er/-or</b>				vanadium atom
102.		co-worker				vanadium ion
103.		desiccator				ultraviolet region
104.		heater				electromagnetic spectrum
105.		researcher				magnetic moment
106.		zeta-sizer				configuration system
107.		<b>-ic/-etic/-istic/-oic</b>				intra-ligand transition/ intraligand transitions
108.		acyclic				square pyramidal geometry
109.		asymmetric				bacteria growth
110.		atomic				microbial growth
111.		butanoic				bactericidal effects
112.		cationic				
113.		characteristic				
114.		cyclic				
115.		electromagnetic				
116.		electronic				
117.		ethanolic				
118.		heterocyclic				
119.		magnetic				
120.		monomeric				
121.		organic				
122.		pathogenic				
123.		symmetric				
124.		synergistic				
125.		therapeutic				
126.		<b>-ile</b>				
127.		sterile				
128.		versatile				
129.		<b>-ing</b>				
130.		bending				
131.		corresponding				
132.		corroborating				
133.		differing				
134.		melting				
135.		mixing				
136.		promising				



Продолжение Приложения В  
Продолжение таблицы В.2

№	Простые термины	Производные термины			Сложные термины	Термины-словосочетания
		Аффиксация	Конверсия	Реверсия		
137.		resulting				
138.		rocking				
139.		stacking				
140.		stirring				
141.		stretching				
142.		suggesting				
143.		<b>-ion</b>				
144.		diffusion				
145.		dispersion				
146.		suspension				
147.		<b>-ism</b>				
148.		antiferromagnetism				
149.		microorganism				
150.		organism				
151.		<b>-ity</b>				
152.		ability				
153.		activity				
154.		diversity				
155.		susceptibility				
156.		<b>-ive/-ative/-itive</b>				
157.		additive				
158.		bio-active				
159.		indicative				
160.		negative				
161.		positive				
162.		suggestive				
163.		supportive				
164.		<b>-ly</b>				
165.		additionally				
166.		automatically				
167.		biologically				
168.		fairly				
169.		finally				
170.		generally				
171.		highly				
172.		individually				
173.		partly				
174.		respectively				
175.		serially				
176.		slightly				
177.		weakly				
178.		<b>-ment/-ement</b>				

Продолжение Приложения В  
Продолжение таблицы В.2

№	Простые термины	Производные термины			Сложные термины	Термины-словосочетания
		Аффиксация	Конверсия	Реверсия		
179.		agreement				
180.		department				
181.		development				
182.		increment				
183.		measurement				
184.		<b>-ory/-ary</b>				
185.		inhibitory				
186.		primary				
187.		<b>-ous/-ious</b>				
188.		aqueous				
189.		numerous				
190.		previous				
191.		<b>-tion/-ation</b>				
192.		absorption				
193.		adaptation				
194.		concentration				
195.		configuration				
196.		contribution				
197.		coordination				
198.		deprotonation				
199.		determination				
200.		dilution				
201.		donation				
202.		equation				
203.		evaluation				
204.		formation				
205.		inhibition				
206.		insertion				
207.		micro-dilution				
208.		position				
209.		pre-organization				
210.		preparation				
211.		reduction				
212.		solution				
213.		transition				
214.		vibration				
215.		<b>-ure/-age</b>				
216.		linkage				
217.		mixture				
218.		percentage				
219.		procedure				
220.		temperature				
221.		<b>-y</b>				

Продолжение Приложения В  
Продолжение таблицы В.2

<i>№</i>	<i>Простые термины</i>	<i>Производные термины</i>			<i>Сложные термины</i>	<i>Термины-словосочетания</i>
		<i>Аффиксация</i>	<i>Конверсия</i>	<i>Реверсия</i>		
222.		binary				
223.		capillary				