

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Дайюба Тарека «Влияние параметров надмолекулярной структуры сверхвысокомолекулярного полиэтилена на физико-механические свойства материалов с ориентированной структурой», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния» и состоявшейся в НИТУ «МИСиС» 14 декабря 2021 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» 11.10.2021, протокол № 32.

Диссертация выполнена на кафедре физической химии и в центре композиционных материалов НИТУ «МИСиС».

Научный руководитель – к.ф.-м.н., научный сотрудник НИЦ композиционных материалов НИТУ «МИСиС» Максимкин Алексей Валентинович.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ «МИСиС» (протокол № 32 от 11.10.2021) в составе:

1. Мухин Сергей Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической физики и квантовых технологий НИТУ «МИСиС» – председатель комиссии;
2. Ховайло Владимир Васильевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ «МИСиС»;
3. Сорокин Павел Борисович, доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник НИЛ «Неорганические наноматериалы» НИТУ «МИСиС»;
4. Бурмистров Игорь Николаевич, доктор технических наук, директор инжинирингового центра РЭУ имени Г.В. Плеханова;
5. Самойлов Владимир Маркович, доктор технических наук, начальник управления научно-технического развития АО «НИИГрафит».

В качестве ведущей организации утверждено Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- Построены физические модели ориентационного упрочнения сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) в зависимости от механизма

деформации надмолекулярной структуры полимера, описывающие вероятность возникновения эффекта кавитации;

- Продемонстрировано влияние межламеллярного и внутриламеллярного скольжения кристаллической фазы в процессе трансформации надмолекулярной структуры СВМПЭ при термоориентационном упрочнении на интенсивность эффекта кавитации;

- Продемонстрировано негативное влияние интенсификация процессов кавитации в процессе термоориентационного упрочнения на конечные механические свойства высокоориентированных лент СВМПЭ;

- Продемонстрирована роль добавления полиэтиленового воска в матрице СВМПЭ на снижение эффекта кавитации и формирование однородной ламеллярной структуры, имеющей высокую предрасположенность к термоориентационному упрочнению;

- Продемонстрирована роль процесса термоориентационного упрочнения и добавления углеродного наполнителя (ГНП) на улучшение антифрикционных свойств высокоориентированных лент СВМПЭ;

- Продемонстрирована роль использования сверхкритического диоксида углерода в качестве среды для кристаллизации макромолекул СВМПЭ с целью получения текстурированной пористой структуры.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- Разработана модель ориентационного упрочнения СВМПЭ в зависимости от механизма деформации надмолекулярной структуры полимера, описывающая вероятность возникновения эффекта кавитации;

- Разработаны механизмы ориентационного упрочнения ориентированных лент из крупнотоннажных марок СВМПЭ, позволяющих достигать высоких механических свойств и минимизировать эффект кавитации за счет добавления малых количеств полиэтилена с низкой молекулярной массой (полиэтиленового воска, ПЭ) в качестве межмолекулярной смазки; а также позволяющих достигать высоких трибологических свойств за счет добавления углеродного наполнителя, способствующего увеличению жесткости полученных высокоориентированных материалов;

- Предложена модель кристаллизации макромолекул СВМПЭ на поверхности протяженных кристаллов КВЦ в среде сверхкритического диоксида углерода, приводящей к формированию пористого текстурированного материала с надмолекулярной структурой "шиш-кебаб", отличающейся отсутствием аморфной фазы между дисками ламелей.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- Добавка ПЭ-воск выступают в качестве модификатора межмолекулярных взаимодействий и увеличивает подвижность макромолекул СВМПЭ, следствием чего является увеличение степени кристалличности ксерогелей СВМПЭ и формирование однородной ламеллярной структуры, имеющей высокую предрасположенность к термоориентационному упрочнению;
- Добавление ПЭ-воска снижает эффект кавитации, возникающий в полимере в процессе его термоориентационного упрочнения. ПЭ-воск уменьшает напряжения, возникающие на аморфной фазе в процессе термоориентационной вытяжки, что снижает эффект кавитации;
- Модифицирование надмолекулярной структуры с использованием ПЭ-воска позволило увеличить предел прочности на растяжение и модуль упругости более чем на 80% для ориентированных лент СВМПЭ. Работа разрушения ориентированных лент была увеличена в 6÷9 раз, по сравнению с не модифицированными лентами СВМПЭ;
- Добавление графеновых нанопластин в полимерную матрицу СВМПЭ позволило снизить коэффициент трения ориентированных лент более чем в два раза и увеличить их износостойкость более чем на порядок;
- Впервые осуществлена кристаллизация растворенных макромолекул СВМПЭ на поверхности ориентированных кристаллов СВМПЭ в условиях сверхкритического диоксида углерода, в результате чего, была получена надмолекулярная структура «шиш-кебаб» с высокой степенью кристалличности и отсутствием аморфной фазы между «дисками». Отсутствие аморфной фазы позволяет получать высококристаллические материалы СВМПЭ с текстурованной пористостью.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

По диссертационной работе автором опубликованы 9 работ в изданиях из перечня ВАК и входящих в базы Web of Science, Scopus. Полученные результаты соотносились с данными доступных экспериментальных измерений, в том числе проводились экспериментальные измерения, в которых диссертант принимал непосредственное активное участие. Большинство теоретических результатов количественно и качественно согласуются с экспериментальными данными. Использование в расчетах программных пакетов, успешно примененных ранее, также указывает на достоверность теоретических результатов.

Личный вклад соискателя состоит в:

выполнении анализа литературных данных, приготовлении образцов, проведении механических и трибологических испытаний, проведении ДСК, ДМА и СЭМ исследований, выполнении статистической обработки полученных результатов, подготовке публикаций и докладов на конференциях.

Пункт 2.6 Положения о порядке присуждения степени кандидата наук в НИТУ «МИСиС» соискателем учёной степени не нарушен.

Диссертация Дайюба Тарека соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСиС», так как в ней разработаны модели ориентационного упрочнения СВМПЭ в зависимости от механизмов деформации надмолекулярной структуры полимера, описывающие вероятность возникновения эффекта кавитации, разработаны механизмы ориентационного упрочнения ориентированных лент из крупнотоннажных марок СВМПЭ, позволяющих достигать высоких механических и трибологических свойств, а также минимизировать эффект кавитации, предложена модель кристаллизации макромолекул СВМПЭ на поверхности протяженных кристаллов КВЦ в среде сверхкритического диоксида углерода, приводящей к формированию пористого текстурированного материала с надмолекулярной структурой "шиш-кебаб".

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Дайюбу Тареку ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.07 - «Физика конденсированного состояния».

При проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве __4__ человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за __4__, против _нет____, недействительных бюллетеней _нет____.

Председатель Экспертной комиссии



С. И. Мухин

14.12.2021