

53
Б24

498/-

P-P

Министерство просвещения УССР
Киевский государственный педагогический
институт им. А.М. Горького

На правах рукописи

БАРАНОВСКИЙ В.М.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В СТАТИСТИЧЕСКИХ
И МАТРИЧНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ

Ю.054. Молекулярная физика

498 (м.к.)



376

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

НБ НПУ
імені М.П. Драгоманова

Киев - 1970



100310713

Работа выполнена в отраслевой лаборатории теплофизики дисперсных и полимерных материалов кафедры физики Киевского государственного педагогического института им.А.М.Горького.

Научный руководитель - кандидат физико-математических наук, доц.ДУЩЕНКО В.П.

Официальные оппоненты:

1. Доктор технических наук,
профессор КАЗАНСКИЙ М.Ф.

2. Кандидат физико-математических наук,
доцент КУЛАНДИНА А.Н.

Ведущее предприятие - Институт коллоидной химии и химии воды АН УССР, отдел физико-химии дисперсных металлов

Автореферат разослан " _____ 1970 г.

Защита состоится " _____ 1970 г.

на заседании Ученого Совета Киевского государственного педагогического института им.А.М.Горького

/Киев, Бульвар Шевченко, 22/24 /

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

Министерство просвещения УССР
Киевский государственный педагогический
институт им. А. М. Горького

На правах рукописи

БАРАНОВСКИЙ В. М.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В СТАТИСТИЧЕСКИХ
И МАТРИЧНЫХ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМАХ

Ю. 054. Молекулярная физика

498 / сул



А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук

Киев - 1970

Работа выполнена в отраслевой лаборатории теплофизики дисперсных и полимерных материалов кафедры физики Киевского государственного педагогического института им.А.М.Горького.

Научный руководитель – кандидат физико-математических наук, доц.ДУШЕНКО В.П.

Официальные оппоненты:

1. Доктор технических наук,
профессор КАЗАНСКИЙ М.Ф.

2. Кандидат физико-математических наук,
доцент КУЛАНДИНА А.Н.

Ведущее предприятие – Институт коллоидной химии и химии воды АН УССР, отдел физико-химии дисперсных металлов

Автореферат разослан " _____ 1970 г.
Защита состоится " _____ 1970 г.

на заседании Ученого Совета Киевского государственного педагогического института им.А.М.Горького
/Киев, Бульвар Шевченко, 22/24 /

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ СОВЕТА

В В Е Д Е Н И Е

Одной из важных задач современной молекулярной теплофизики является изучение теплофизических свойств новых материалов, которые представляют собой, как правило, гетерогенные системы /ГС/ и применяются в различных отраслях народного хозяйства, особенно в таких молодых и быстроразвивающихся как вакуумная, ракетная, космическая и других областях новой техники.

Изучение теплофизических свойств ГС осуществляется экспериментальным путем, т.е. с помощью известных методов определения теплофизических свойств в широком диапазоне температур и во взаимосвязи с другими факторами, определяющими эти свойства.

В литературе в настоящее время имеется достаточно большое количество достоверных экспериментальных данных о теплофизических свойствах не только многих однокомпонентных материалов, но и ряда широко встречающихся гетерогенных систем /ГС/. На основании имеющихся данных можно составить определенное представление о переносе тепла в таких телах или системах, о зависимости теплофизических свойств от структурных факторов, характеризующих материалы и системы.

Несмотря на то, что в последние годы большое внимание уделяется экспериментальному изучению теплофизических коэффициентов /ТФК/ материалов, значительное их количество остается еще не изученным. В настоящее время это число приумножается благодаря развитию химии синтеза. Экспериментальное изучение ТФК такого количества материалов и ГС в ближайшем будущем вряд ли представляется возможным.

Дальнейшее развитие науки о тепловых свойствах материалов требует теоретического анализа имеющихся уже экспериментальных данных и установления их взаимосвязи со структурой материалов и ГС.

Следовательно, путь экспериментального изучения ТК материалов и ГС не должен быть единственным.

Другой путь исследования ТК ГС предполагает: рассмотрение структуры реальной системы, моделирование такой системы и расчет эффективного коэффициента теплопроводности / λ эфф/, исходя из теплопроводности отдельных фаз системы, их соотношения, структуры и других факторов, описывающих такие системы, а также учета отсутствующих процессов, которые могут существенным образом обуславливать перенос тепла в ГС.

Наличие большого количества факторов и условий, от которых зависит в конечном итоге перенос тепла в ГС, делает задачу, казалось бы, весьма затруднительной. Однако, в последнее время некоторыми отечественными и зарубежными исследователями, анализ работ которых приведен в первой главе настоящей работы, получен ряд аналитических выражений, которые дают возможность с определенной степенью достоверности рассчитывать коэффициент λ эфф. некоторых двухфазных ГС.

Последние работы Г.Н.Дульнева и его школы, а также работы М.Г.Каганера, В.И.Оделевокого, М.Ф.Казанского, А.Н.Кулацкой и др, посвященные расчетам коэффициента λ эфф. некоторых многокомпонентных ГС являются определенным успехом в данной области и свидетельствуют о важности и перспективности дальнейшего исследования теплофизических свойств ГС путем расчета λ эфф. многокомпонентных матричных и статистических гетерогенных систем /ГС/.

С введением наполнителя полимер представляет матричную гетерогенную систему /МГС/, которая может эксплуатироваться в различных тепловых режимах. Последнее обстоятельство, а также задача создания теории теплопереноса в полимерах и полимерных композициях требует знания их ТК. Научно-технические потребности исследования необходимых

ТФК материалов без значительной затраты времени, сил и средств на проведение трудоемкого теплофизического эксперимента приводят к развитию аналитических методов расчета характеристик ГС с помощью формул смешения.

Наличие большого числа таких формул для расчета λ эфф. ГС однако не облегчает поставленную задачу. Каждая из упомянутых формул выведена для конкретного случая, порой без должного строгого учета реальных факторов, характеризующих ГС.

В связи с этим в данной диссертационной работе поставлены следующие задачи:

1. Выбор среди имеющихся формул смешения формулы для расчета

λ эфф. статистических гетерогенных систем /СГС/ и матричных гетерогенных систем /МГС/, которые в определенной степени учитывали бы реальные структурно-геометрические особенности этих систем.

2. Выбор методик и оптимальных условий измерений ТФК дисперсных тел и полимерных материалов и установление зависимостей этих коэффициентов от формы связи влаги, температуры, концентрации и физико-химической природы наполнителей.

3. Рассмотрение процесса теплопереноса в последующих ГС и их компонентах с учетом некоторых реальных факторов, определяющих этот процесс.

4. На основании сопоставления экспериментальных и расчетных данных установить возможность применения формул смешения для расчета

λ эфф. реальных СГС с учетом форм и видов связи влаги с материалом.

б. На основании экспериментальных данных получить информации относительно влияния температуры, концентрации, природы и формы частиц наполнителей, а также структуры полимеров на λ эфф. МГС. Выяснить возможности применения существующих формул смешения для нахождения λ эфф. МГС с полимерной матрицей.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, общих выводов и изложена на 103 страницах машинописного текста. Кроме того, диссертация содержит 52 рисунка, 14 таблиц экспериментальных данных и перечень использованной отечественной и зарубежной литературы.

Г.

В первой главе диссертационной работы рассмотрены некоторые структурно-геометрические характеристики ГС.

Согласно классификации В.И.Оделевского, все исследуемые ГС разделяются по структурно-геометрическим признакам на статистические и матричные ГС.

Дан критический анализ методов расчета λ эфф. этих систем.

Влажные дисперсные материалы в зависимости от влагосодержания представляют собой двухфазные, либо трехфазные ГС.

Полимеры, содержащие однородный наполнитель и не имеющие воздушных включений, являются двухфазными МГС.

Важнейшими характеристиками систем, состоящих из двух или нескольких фаз, являются геометрические особенности распределения фаз и форма частиц, которые прежде всего определяют классификацию этих систем и, в конечном итоге, методику расчета их ТФК.

Основными ТФК являются параметры, входящие в уравнение теплопроводности и определяющие температурное поле внутри веществ. К ним относятся коэффициенты тепло- и температуропроводности, а также удельная теплоемкость веществ.

Для решения подавляющего числа задач внутреннего теплопереноса необходимо знание двух основных теплофизических характеристик материала - объемной /или удельной/ теплоемкости /С/ коэффициента теплопроводности / λ / и комбинаций из них.

Для большинства ГС, как показано А.В.Лыковым и другими исследователями, удельная теплоемкость и плотность материала подчинены закону аддитивности.

Поскольку коэффициент температуропроводности α гетерогенной системы может быть легко найден, если известны теплоемкость, коэффициент теплопроводности и плотность компонент, становится понятным то большое внимание, которое уделяется в периодической литературе вопросам расчета λ эфф. ГС. По той же причине в настоящей работе ограничимся расчетом только коэффициента λ эфф. СГС и МГС. Критический анализ существующих методов расчета коэффициента λ эфф. ГС, приведенный в первой главе настоящей работы показывает, что применение для этой цели принципа обобщенной проводимости в сочетании с рассмотрением реальной структуры материала, учетом пористости системы, размеров частиц диспергированной фазы, способов контактирования частиц между собой, оценкой влияния - кондуктивной, конвективной и радиационной составляющих на λ эфф. ГС, является наиболее надежным путем нахождения этого коэффициента.

Согласно вышеизложенных представлений наиболее подходящими для расчета коэффициента λ эфф. ГС являются формулы, предложенные В.И.Одедовским. Они выгодно отличаются от им подобных корректностью вывода и охватывают широкий диапазон содержания диспергированной фазы. Однако, существование дисперсных тел, обладающих вторичной пористостью /гель кремниевой кислоты и др./, которые в отдельных случаях представляют собой трехфазные СГС, вынудило применять для нахождения коэффициента λ эфф. метод расчета, предложенный М.Г.Каганером. Метод М.Г.Каганера имеет те же достоинства, что и метод, предложенный В.И.Одедовским. Теоретические

предпосылки, лежащие в основе этого метода, позволяют расширить границы его применимости и использовать для расчета коэффициента λ эфф. трехфазных СГС. Последнее обстоятельство особенно важно, поскольку большинство дисперсных тел в реальных условиях является трехфазными СГС, и формул расчета их ТЖ, за исключением формулы для многокомпонентных систем, предложенной в последнее время Г.М.Дульневым, нам в литературе не удалось обнаружить.

П.

Во второй главе рассматриваются некоторые вопросы современного состояния теории теплопроводности твердых тел и возможности применения этой теории к полимерам. Температура Дебая для большинства полимеров, как это известно из ряда работ, посвященных исследованиям теплоемкости полимеров, лежит в области температур ниже 0°C , а интервал температур $20-100^{\circ}\text{C}$ является практически наиболее важным температурным интервалом, в котором эксплуатируется значительная часть изделий из полимерных материалов. Это послужило причиной ограничения интервала температур исследований.

В современной теории теплопроводности твердых тел предполагается, что перенос тепла в основном осуществляется посредством фононов и электронов. Согласно принятой модели фононной теории теплопроводности энергия теплового движения распространяется по нормальным колебаниям кристаллической решетки тела, а решетка рассматривается как объем, заполненный фононным газом.

Теплоперенос в полимерных материалах - явление весьма сложное, зависящее от многих факторов. В настоящее время еще не существует специальной теории переноса тепла в таких материалах. Изучая теплофизические свойства полимерных материалов, имеющих различное строение, и пользуясь некоторыми установленными эле-

ментами теории теплопроводности низкомолекулярных твердых тел, автору; удалось сделать некоторые качественные выводы относительно теплопроводности высокомолекулярных соединений.

Так, теплопроводность аморфного полимера будет в основном определяться состоянием термического сопротивления, которое возникает при распространении части теплового потока вдоль макромолекулы, т.е. состоянием сопротивления, соответствующего "сильным" связям.

При переходе теплового потока, который распространяется в полимере от макромолекулы к макромолекуле одной пачки, или различных пачек, возникает термическое сопротивление, соответствующее "слабым" связям. Это сопротивление также несет одну из основных ответственностей за величину теплопроводности материала. Вклад такого термического сопротивления можно проследить, изменяя число поперечных сшивок в сетчатом полимере.

Кристаллизующиеся полимеры представляют собой еще более сложные системы для анализа теплопереноса. В таких полимерах величина коэффициента теплопроводности будет определяться не только величинами термических сопротивлений вдоль "сильных" и "слабых" связей, но и соотношением аморфных и кристаллических областей, размером, морфологией и совершенностью кристаллических образований, а также рядом других менее существенных причин. При длительных постоянных температурных воздействиях структура полимера-матрицы может существенно изменяться, а при исследовании СГС /влажные сыпучие материалы/ на процесс теплопередачи может в значительной степени влиять миграция влаги.

Перечисленные обстоятельства, по-видимому, являются одной из основных причин, приводящих к тому, что в литературных источ-

никах, посвященных теплофизическим свойствам этих классов систем и их компонент, имеются значительно отличающиеся, а порой и противоречивые данные.

Ш.

В третьей главе диссертация дан критический анализ применяющихся в настоящее время методов измерения ТФК указанных систем.

Анализ литературных источников по теплофизической метрологии позволяет сделать вывод, что для измерения ТФК исследуемых систем могут быть использованы нестационарные методы, которые получили широкое применение в нашей стране.

Наиболее надежным и удобным, с точки зрения автора, для теплофизических измерений применительно к полимерным материалам является разработанный Г.Н.Дульневым, Е.С.Платуновым и В.В.Курепиным ^{х/} метод динамического монотонного разогрева исследуемых материалов в широком интервале температур.

Ввиду того, что промышленность выпускает полимерные материалы в виде листов, для определения их теплофизических свойств был использован несколько нами модернизированный нестационарный метод источника постоянной мощности, предложенный А.Б.Вершинской.

Для определения ТФК дисперсных материалов применялся метод двух температурно-временных точек, предложенный В.С.Волькенштейн и Н.Н.Медведевым, а также и метод регулярного режима первого рода, основы которого разработаны Г.М.Ковдрачевым.

^{х/} Автор считает своим долгом выразить глубокую признательность Г.Н.Дульневу за предоставление чертежей установки, а Е.С.Платунову и В.В.Курепину за практическую помощь в ее наладке.

При использовании метода двух температурно-временных точек для определения ТЖ дисперсных тел, содержащих большое количество влаги, основная трудность заключалась в задании и поддержании постоянства температуры на нижней грани образца.

Нами была разработана и изготовлена электронная приставка, обеспечивающая задание и постоянство температуры. На стыке эталон-образец исследуемых дисперсных тел, имеющих значительное количество влаги, скорость изменения температуры возрастает настолько, что ее невозможно зарегистрировать обычными методами. Нами разработана и применена для этой цели автоматическая система, позволяющая осуществлять регистрацию изменения температуры с помощью автоматического электронного потенциометра ЭПП-09.

Из тех же соображений при определении ТЖ методом регулярного режима первого ряда использовано разработанное нами специальное электронное устройство, позволяющее непосредственно определять темп охлаждения /или нагревания/ тела по автоматически записанной в полулогарифмическом масштабе кривой охлаждения /или нагревания/.

Экспериментальные значения ТЖ эталонных материалов/плавленого кварца, полиметилметакрилата и др./, полученные с помощью используемых нами методов исследования, в пределах 5-9% совпадают с литературными данными.

IV.

В четвертой главе приведены характеристики объектов исследования.

ТЖ модельного капиллярнопористого тела- кварцевого песка, обладающего однородной формой связи влаги довольно детально рассмотрены в работах М.Ф.Казанского, А.Н.Куландиной и др.авторов.

Нами в качестве объектов исследования использовался песок однородного тонкопористого силикагеля КСМ-5 - представителя модельных капиллярнопористых тел с разнородной формой связи влаги.

Исследовались некоторые линейные, разветвленные и сетчатые полимеры /полистирол, поливинилхлорид, полиэтилен, эпоксидная смола ЭД-5, капроамид, пластмасса АСТ-Т/, имеющие аморфное или кристаллическое строение и применяющиеся в качестве матриц при создании матричных ГС на их основе. Исследовались также матричные ГС на основе этих полимеров. В качестве диспергированной фазы были применены материалы, значительно отличающиеся между собой по величине коэффициента теплопроводности /железо, кобальт, никель, медь, олово, карбиды, просяновский каолин, стекловолокно/ и характеру зависимости коэффициента теплопроводности от температуры.

Частицы используемых наполнителей имели сферическую форму /железо, кобальт, никель, медь / или близкую к ней /стеклопорошок/. Частички порошка алюминия, используемого для наполнения эпоксидной смолы ЭД-5, имели пластинчатую форму.

Диаметры частиц используемых дисперсных наполнителей, определенные с помощью оптического микроскопа, равны 40-80 мкм. Для наполнения капроамида использовалось бесцелочное альбобороосилкатное стекловолокно длиной 1-2 мм и диаметром 10 мкм.

Описаны также методы получения образцов и их некоторые физико-химические характеристики.

У.

В пятой главе приводятся экспериментальные зависимости ТФК ГС от температуры и формы связи влаги. Для исследуемых МГС /наполненных полимеров/ приводятся зависимости ТФК от температуры, природы, формы частиц и концентрации диспергированной фазы/наполнителя/

В этой же главе приводятся значения коэффициента λ эфф. исследуемых систем, полученные расчетным путем с помощью формул смешения.

В специальной литературе отсутствуют формулы по которым, с достаточной для практического пользования точностью, можно было бы производить расчет λ эфф. влажных зернистых материалов, обладающих вторичной пористостью. Поэтому нам пришлось перенести известный для двухфазных систем метод М.Г.Каганера на трехфазные системы. Полученная при этом расчетная формула может быть использована для расчета коэффициента λ эфф. влажных дисперсных тел с разнородной формой связи влаги.

В зависимости от форм связи влаги расчет коэффициента λ эфф. проводился по формуле М.Г.Каганера или по формуле, предложенной нами.

Значения λ эфф. исследуемой СГС /песок однородного тонкопористого селпакагеля ИСМ-5, содержащий влагу/, найденные расчетным путем, несколько отячтаются от экспериментальных. Так, экспериментальные значения λ эфф. засыпки сухого ИСМ-5 отячтаются от расчетных в пределах 10%, а при достижении системой влагосодержаний, соответствующих влаге мономолекулярной адсорбции, расчетные и экспериментальные значения коэффициента λ эфф. системы равны в пределах ошибки измерения.

При влагосодержаниях, соответствующих влаге полимолекулярной адсорбции, расчетный коэффициент λ эфф. становится больше экспериментального. Различие между экспериментальными и расчетными значениями λ эфф. становится порядка 8-10%. С увеличением влагосодержания системы наблюдается тенденция к более быстрому возрастанию расчетного значения коэффициента λ эфф. СГС, а значит, к увеличению расхождения между экспериментальными и расчетными

значениями коэффициента λ эфф. Причин такого расхождения может быть несколько. Главные из них, по нашему мнению, заключаются в следующем.

Во-первых, перенос тепла в системах, содержащих влагу, может осуществляться также под влиянием миграции влаги, хотя миграция влаги при определенных условиях /небольшие влажности, малый градиент температур в образце и др./ может быть сведена к минимуму.

Во-вторых, для расчета λ эфф. нами, за отсутствием коэффициента λ_0 связанной воды, бралась во всех случаях теплопроводность свободной воды.

В-третьих, в зависимости от влагосодержания системы, воздух в микро- и макропорах ее изменяется по составу и свойствам, постепенно переходя в паровоздушную смесь, давление которой изменяется.

Таким образом, коэффициент теплопроводности газа / λ_2 / в расчетных формулах также должен быть переменной величиной, зависящей от форм связи влаги. Однако, определение переменного состава паровоздушной смеси в порах системы и ее переменного давления в настоящее время связано с большими техническими трудностями, поэтому во всех расчетах λ эфф. использовалась теплопроводность сухого воздуха при нормальных условиях.

Проведенное сопоставление расчетных и экспериментальных значений λ эфф. исследуемой СГС и анализ возможных источников расхождения этих значений показывает, что определение λ эфф. подобного класса СГС, в определенном интервале влагосодержаний, может осуществляться расчетным путем. Точность полученных при этом λ эфф. будет соответствовать современным требованиям теплофизической метрологии.

Зависимость коэффициента λ эфф. от концентрации диспергированной фазы для большинства исследуемых МГС можно представить тремя участками.

При концентрациях диспергированной фазы до 30% для МГС с аморфной матрицей коэффициент λ эфф. увеличивается, в основном, за счет тех изменений структуры, которые происходят в полимере - матрице под действием вводимого наполнителя. С увеличением концентрации наполнителя повышается вклад теплопроводности наполнителя в общую теплопроводность системы. При концентрациях наполнителя больших 30% влияние его теплопроводности на изменение λ эфф. ГС становится доминирующей.

Резкое увеличение коэффициента λ эфф., определенного опытным путем, при концентрациях наполнителя 40-50% происходит за счет установления в системе прямых тепловых "мостиков" между частицами наполнителя.

Изменение коэффициента λ эфф. МГС с кристаллизующейся матрицей /капроамид, наполненный стекловолокном, стеклопорошком, просьяновским каолином, Fe, Co, Ni, Cu / при малых концентрациях наполнителя происходит более интенсивно. Это изменение можно объяснить значительным изменением надмолекулярной структуры капроамада, которое наблюдали И.А.Усков, Э.М.Натансон, С.С.Пелипенко, Д.И.Химченко и др.

Сопоставление и анализ расчетных и экспериментальных значений коэффициента λ эфф. исследуемых МГС показали, что этот коэффициент для систем на основе полимеров, не подвергавшимся значительным структурным изменениям/в большинстве аморфных полимеров/, при малых концентрациях наполнителя можно, с достаточной для практического применения точностью, получать путем расчета по формуле В.И.Одедевского.

Путем экстраполяции опытных значений коэффициента λ эфф. исследуемых систем, полимер-матрица которых претерпевает существенные изменения надмолекулярной структуры под действием вводимого

го наполнителя, удалось найти поправочный член в формулу Оделевского, учитывающий в какой-то степени превращения, происходящие в полимере. При помощи такой "исправленной" формулы Оделевского можно получать расчетные значения коэффициента λ эфф. исследуемых систем весьма близкие к экспериментальным.

Для выяснения причин отклонений расчетных значений коэффициента λ эфф. таких систем от экспериментальных, в настоящей главе рассмотрены некоторые особенности механизма теплопроводности наполненных полимеров и его зависимость от изменения температуры и времени исследования.

Несмотря на различный характер зависимости коэффициента $\lambda(t)$ полимера-матрицы и наполнителей, характер зависимости λ эфф. (t) МГС с аморфной матрицей подобен зависимости $\lambda(t)$ аморфного полимера.

Для МГС с кристаллизующейся матрицей характер зависимости коэффициента λ эфф. (t) подобен зависимости $\lambda(t)$ кристаллизующейся полимерной матрицы.

Различная интенсивность изменения λ эфф. (t) МГС, содержащих различное количество металла, в некоторой мере обусловлена изменением подвижности элементов цепи макромолекулы и ее ответвлений, которое может происходить под действием внешнего наполнителя.

Такая зависимость λ эфф. (t) исследуемых МГС свидетельствует о том, что теплопроводность таких систем во многом определяется свойствами матрицы.

Концентрационные и температурные зависимости коэффициента температуропроводности исследуемых МГС можно объяснить характером и интенсивностью изменения коэффициента теплопроводности, удельной теплоемкости и плотности этих систем от температуры и концентрации наполнителя.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Проведено усовершенствование методов измерения теплофизических коэффициентов гетерогенных систем. Усовершенствовано экспериментальное оформление метода двух температурно-временных точек и метода регулярного режима I рода с целью более строгого соблюдения граничных условий, а также возможности применения для измерения ТФК ГС, содержащих значительное количество влаги.
2. Установлены экспериментальные зависимости ТФК ГС /песка силикагеля КСМ-5/ от форм связи влаги при температурах 20, 40, 60°C.
3. Установлены экспериментальные зависимости коэффициентов тепло- и температуропроводности ГПС - наполненных аморфных и кристаллических полимеров от температуры, концентрации, природы и формы частиц наполнителей.
4. На основании экспериментального изучения коэффициентов тепло- и температуропроводности ГПС /капроамид, содержащий стекловолокно, стеклопорошок, просьяновский каолин, а также медь, железо, кобальт и никель в коллоидном состоянии установлены зависимости ТФК таких систем от изменения надмолекулярной структуры, которое достигалось путем старения наполненного капроамида в естественных условиях, а также путем введения наполнителей с примерно одинаковыми ТФК, но обладающих различной активностью по отношению к этому полимеру.
5. Расширены границы применимости метода расчета Λ эфф., предложенного Каганером для двухфазных ГС, на случай трехфазных систем. По полученной расчетной формуле произведен расчет Λ эфф. трехфазной ГС /песок силикагеля КСМ-5, содержащий различное количество влаги/.

6. Произведен расчет λ эфф. МГС с использованием формул омешения, предложенных Максвеллом, Бруггеманом, Оделевоким.

Показано при каких концентрациях используемых наполнителей значения коэффициента λ эфф., полученного по формулам: Максвелла, Бруггемана, Оделевокого лучше согласуются с экспериментальными данными.

7. Показано, что λ эфф. МГС /наполненных полимеров/ при малых концентрациях диспергированной фазы /наполнителей/ в основном определяется теплопроводностью полимера-матрицы и в меньшей степени зависит от теплопроводности наполнителя и характера ее зависимости от температуры.

8. Показано, что расчетные значения λ эфф. некоторых МГС будут близки к экспериментальным, если расчет вести по формулам Оделевокого, Бруггемана, Максвелла, содержащих "поправочные" коэффициенты, которые отражают некоторые особенности передачи тепла в этих системах. В частности "поправочные" коэффициенты с качественной стороны характеризуют взаимодействие частиц наполнителя с полимером.

Проведен расчет "поправочных" коэффициентов некоторых классов исследуемых МГС.

9. Установлено, что ТФН ненаполненного и наполненного капромида бесцелочным аллюмоборосиликатным стекловолокном, стеклопорошком и просяновским каолином изменяются в процессе естественного старения.

10. Экспериментально установлена качественная связь между изменением λ эфф. и удельным объемным электрическим сопротивлением некоторых МГС, содержащих в качестве диспергированной фазы наполнители.

II. Исследованы причины расхождения экспериментальных и расчетных значений λ эфф. исследуемых ГС. Основные причины такого расхождения заключаются в следующем:

а/ Существующие формулы смешения для расчета λ эфф. МГС выведены для определенных структурных моделей, которые в реальных ГС не всегда соблюдены.

б/ Эти формулы не учитывают взаимодействия дисперсной и диспергированной фазы, что особенно важно для матриц, представляющих собой кристаллические полимеры, в которых возможны глубокие структурные превращения под действием вводимого наполнителя.

в/ Формулы смешения не учитывают наличия "тепловых" мостиков между частицами дисперсных наполнителей при концентрациях последних в полимере свыше 40-50% вес.

Основные результаты работы доложены:

на Сессии Научного Совета АН УССР по проблеме "Высокотемпературная теплофизика" /ноябрь 1966 г., Киев/, на I-й Украинской межвузовской конференции по применению полимеров в машиностроении /сентябрь 1965г. Луганск/, на 3-м Всесоюзном совещании по тепло- и массообмену /май 1968, Минск/, на Всесоюзном совещании по высокомолекулярным соединениям /май 1968 г., Харьков/, на Всесоюзной конференции молодых ученых по тепло- и массообмену /январь 1969г., Минск/, на II-й Украинской межвузовской конференции по применению полимеров в машиностроении /сентябрь 1965 г., Луганск/, на научных конференциях Киевского государственного педагогического института им.А.М.Горького/1965-1970 г.г., Киев/, а также опубликованы в следующих работах;

1. В.П.Дудченко, В.М.Барановский, Х.В.Вайджанов. Зависимость коэффициентов тепло- и массообмена коллоидных материалов от влагосодержания и температуры, Изв.вузов СССР, Пищевая технология, № 3, 146, 1967.
2. В.М.Барановский, В.П.Дудченко, Н.И.Шут, Д.Н.Краснобокий. Температурная зависимость теплофизических свойств некоторых полимерных материалов, Пластмассы, № 9, 66, 1967.
3. В.П.Дудченко, В.М.Барановский, Д.Н.Краснобокий, Автоматизация определения темпа охлаждения или нагревания, Заводская лаборатория, № II, 1452, 1967.
4. В.И.Коновенко, В.М.Барановский, В.П.Дудченко. Исследование теплопроводности пористого металлокерамического железа, Порошковая металлургия, № 3, 19, 1968.
5. В.П.Дудченко, В.М.Барановский, И.А.Усков. Теплофизические свойства наполненной эпоксидной смолы ЭД-5, Сб. "Полимеры в машиностроении", Изд. Львовского гос. университета, Львов, т. 5, 43, 1968.
6. В.П.Дудченко, В.М.Барановский и др. Температурная зависимость ненаполненных и наполненных аморфных полимеров, Сб. Тепло- и массообмен, Наука и техника, Минск, т. 7, 485, 1968.
7. В.П.Дудченко, В.М.Барановский, И.А.Усков, С.С.Пелишенко. Стабилизация механических и теплофизических свойств полиакриламида, Тезисы докладов Всесоюзного совещания по высокомолекулярным соединениям, Харьков, 56, 1968.

8. В.М.Барановский, С.С.Пелишенко, Д.Н.Краснобокий, В.В.Левандовский. Исследование температурной зависимости и стабилизации теплофизических свойств наполненного капроамида, Тезисы докладов Всесоюзной конференции молодых ученых по тепло- и массообмену, Изд.института тепло-и массообмена АН ВССР, Минск, 118, 1969.

9. В.П.Дущенко, В.М.Барановский и др. Тезисы докладов отчетно-научных конференций Киевского государственного педагогического института им.А.М.Горького, Киев, 1965-1968 г.г.