

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Ташкентский автомобильно-дорожный институт

На правах рукописи

УДК: 678,504,631,43 (088,8)

ШАРАФУТДИНОВА МУХАРРАМХОН ИРГАШЕВНА

Тема: **«РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ
ЖИДКОСТЕЙ ИЗ МЕСТНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ
АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ»**

Специальность: 5А521207 – Химмотология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание академической степени магистра
автомобильного транспорта

Работа рассмотрена
и допущена к защите

Научный руководитель
_____ к.т.н., ст. преп. Хакимов Р.М.

Зав. кафедрой «Химмотология»
К.х.н. Барханаджян А.Л. _____

Эксперт

«__» _____ 2009

Р А З Р Е Ш Е Н И Е**Тема магистерской диссертации «РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ
НОВЫХ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЖИДКОСТЕЙ ИЗ МЕСТНЫХ СЫРЬЕ-
ВЫХ РЕСУРСОВ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ»**

Я, Шарафутдинова Мухаррамхон Иргашевна, разрешаю библиотеке Ташкентского автомобильно-дорожного института (ТАДИ) производить выкопировку моей магистерской диссертации в целом или ее отдельных разделов в установленном ректоратом ТАДИ порядке.

В случае, если материалы моей диссертации будут использоваться для коммерческих целей или для получения прибыли необходимо получение дополнительного моего согласия и кафедры «Химмотология». Для чего прошу поставить меня в известность по адресу: г. Ташкент, ул. Профсоюзная, туп. Бустон, д.10

« _____ » _____ 2009

подпись автора

РЕФЕРАТ

Ключевые слова: композиция, технология, сивушные масла, госсиполовая смола, подготовка сырья, характеристики, тормозная система, автотранспортные средства, новая композиционная тормозная жидкость, физико-химические, эксплуатационные свойства, установка для определения смазывающих свойств, набухаемость, антикоррозионная активность, температура кипения

В диссертационной работе разработана эффективная тормозная жидкость на основе госсиполовой смолы, являющейся отходом масложировых производств и сивушного масла – отхода производства спирта. Исследования зависимости вязкости от температуры и соотношения госсиполовой смолы (3, 5, 10, 15, 20%) и сивушного масла (97, 95, 90, 85, 80%), а также температуры кипения от времени эксплуатации позволили установить, что оптимальным соотношением для получения эффективной жидкости (ГСТЖ) является 20% госсиполовой смолы и 80% сивушного масла.

Установлено, что сивушное масло представляет собой масляную жидкость, а госсиполовая смола является гидрофильным веществом. Композиции на их основе обладают свойством пониженного водопоглощения, что обуславливает незначительное снижение температуры кипения композиции, а, именно, от 120 до 118°C, в течении длительного времени эксплуатации – 2 - 2,5 года.

Сравнительными исследованиями на машине трения смазывающих свойств разработанной ГСТЖ в зависимости от температуры эксплуатации, показано, что по смазывающим свойствам она не уступает тормозной жидкости БСК. Установлено, что износ дюралюминиевых пластин, работающих на этих жидкостях, составляет 2,2 мг и 115 мг соответственно, а износ в случае разработанной КТЖ составляет 2,2-2,3 мг. В целях

ускорения контроля смазывающих свойств тормозных жидкостей также был разработан модернизированный прибор, отличающийся простотой конструкции и экспрессностью.

Исследованиями антикоррозионных свойств разработанной жидкости ГСТЖ на образцах из меди, чугуна, стали Д и алюминия АЛ-9 установлены их высокая стойкость при соотношении: госсиполовая смола : си-вушное масло 13:87, что свидетельствует о повышенных антикоррозионных свойствах разработанной нами тормозной жидкости. В частности, коррозионная активность ГСТЖ по изменению массы пластинок меди и стали, составила 0,001 - 0,002 и 0,003 - 0,007 г, соответственно, что на порядок ниже требований технических условий ТУ 2451-004-36732629-99.

Сравнительными исследованиями набухаемости резиновых манжет в различных тормозных жидкостях выявлено, что резиновые манжеты в разработанной КТЖ значительно меньше набухают, чем в тормозной жидкости БСК. Это указывает на практическую нейтральность ГСТЖ, при взаимодействии с резиновыми деталями.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его предотвращению в условиях Узбекистана	10
Глава I. Литературный обзор	14
1.1. Специальные жидкие композиции для тормозных систем	14
1.2. Эксплуатационные свойства композиционных тормозных жидкостей.....	24
1.3. Целесообразность и практические возможности разработки эффективных композиционных тормозных жидкостей на основе местных вторичных ресурсов для автотранспортных средств.....	31
Глава II. Объекты и методики исследований	34
2.1. Объекты исследования и их характеристики.....	34
2.2. Технология получения композиционной тормозной жидкости в лабораторных условиях.....	38
2.3. Методики исследований разрабатываемой композиционной тормозной жидкости.....	41
Глава III. Разработка и исследование специальных композиционных тормозных жидкостей на основе местных вторичных сырьевых ресурсов	53
3.1. Исследование влияния соотношения госсиполовой смолы и сивушного масла и на физико-химические свойства композиций и разработка композиционных тормозных жидкостей на их основе.....	53
Глава IV. Исследование физико–химических и эксплуатационных свойств композиционной тормозной жидкости разработанной на основе местных вторичных сырьевых ресурсов	56
4.1. Исследование температуры кипения разработанной композиционной тормозной жидкости.....	56

4.2. Исследование смазывающих свойств композиционной тормозной жидкости.....	57
4.3. Исследование коррозионной активности композиционной тормозной жидкости.....	61
4.4. Исследование воздействия композиционной тормозной жидкости на изменение показателей резиновых деталей тормозной системы автомобилей.....	64
5. ОЖИДАЕМЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ РАЗРАБОТКИ.....	69
ВЫВОДЫ.....	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	73

СОКРАЩЕНИЯ

1. НИИАТ – Научно-исследовательский институт автомобильного транспорта
2. НАМИ – Научный автотормозный институт
3. БСК – бутиловый спирт, касторовое масло
4. ЭСК – этиловый спирт, касторовое масло
5. АСК – изоамиловый спирт, касторовое масло
6. ГТЖ 21 – гидротормозная жидкость 21
7. ГТЖ – 22 – гидротормозная жидкость 22
8. ГТЖ – 22М – гидротормозная жидкость 22М
9. ДОТ – транспортный департамент
10. ГТЦ – главный тормозной цилиндр
11. ГТН – тормозная жидкость на нефтяной основе
12. FMVSS – Требования американского федерального общества по безопасности транспортных средств
13. КТЖ – композиционная тормозная жидкость
14. ИТатЖ – измеритель температуры тормозной жидкости
15. ЭЦВМ – электронно-цифровая вычислительная машина

В В Е Д Е Н И Е

Актуальность работы. При эксплуатации автомобилей наряду с топливом смазочными материалами применяют и специальные жидкости: тормозные, охлаждающие, амортизаторные и другие.

Исходным сырьём для получения этих жидкостей являются сложные гликоли, двухатомные спирты и другие сложные химические соединения.

Производство этих жидкостей в Республике не налажено и соответственно нет технологии их получения. По этому эти жидкостей, в частности, тормозные завозятся из дальнего зарубежья, что экономически не совсем целесообразно.

В связи с этим разработка тормозных жидкостей из местных сырьевых ресурсов имеет большее практическое значение и эта проблема является актуальной.

Целью настоящей работы является разработка конкурентоспособной тормозной жидкости из отходов местных производств. Для реализации этой цели необходимо решать следующие задачи:

1. Изучить отходы местных производств (спиртовое производство и масложиркомбинат).
2. Выбрать объекты исследования и изучить их характеристики.
3. Составить композиции из отходов (сивушного масла и госсиполовой смалы).
4. Определить оптимальное соотношение компонентов.
5. Определить физико-химические свойства полученной ГСТЖ.
6. Определить эксплуатационные свойства.
7. Дать сравнительный анализ полученной новой жидкости с известными.
8. Разработка рекомендаций по применению новой ГСТЖ.

Объект исследования:

1. Объектом исследования является госсиполовая смала ОСТ 18-114-73
2. Сивушное масло ГОСТ 17071-91

Научная новизна:

1. Получена тормозная жидкость из отходов пищевых производств.
2. Установлено оптимальное соотношение компонентов составляющих композиционной тормозной жидкости.
3. Показана возможность применения полученной ГСТЖ для автомобильной техники.

Практическая значимость:

Использование полученной ГСТЖ позволит исключить ввоз импортных тормозных жидкостей в Республику, дефицит жидкостей, а также решить экологические проблемы.

Реализация результатов исследования

Результаты исследования могут быть реализованы в автопредприятия Республики Узбекистан.

Апробация работы.

Результаты исследования мной доложены на Республиканской научно-практической конференции, проводимой в ГАДИ в ноябре 2008года, опубликованы 2 статьи.

1. «Зависимость ресурса работы тормозных жидкостей от их физико-химических свойств».
2. Характеристики тормозных жидкостей для автомобильной техники.

Структура и объем работы:

Диссертация состоит из введения, 4-х глав, общих выводов, списка использованной литературы.

Пояснительная записка состоит из 75 страниц, 13 рисунков, 13 таблиц. Библиографии из ... наименований.

На защиту выносятся:

1. Принципиальная схема технологии получения ГСТЖ.
2. Характеристика полученной жидкости и рекомендации по применению.

МИРОВОЙ ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ КРИЗИС, ПУТИ И МЕРЫ ПО ЕГО ПРЕОДОЛЕНИЮ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

Мировой финансовый кризис, воздействие его на экономику Узбекистана и факторы, предупредившие и смягчившие его последствия.[2]

Получив начало с провалов и несостоятельности ипотечного кредитования в США, кризис нашел свое масштабное отражение в кризисе ликвидности важнейших банков и финансовых структур, катастрофическом падении индексов и рыночной стоимости крупнейших компаний на ведущих фондовых рынках мира. Все это, в свою очередь, явилось причиной серьезного спада производства, резкого снижения темпов роста экономики во многих странах, со всеми вытекающими отсюда негативными последствиями.

Принимающий все больше размеры мировой финансовый кризис не может не оказать воздействия на нашу страну.

Каждый из нас должен отдавать себе отчет в том, что Узбекистан сегодня – это составная часть мирового пространства и глобального финансово-экономического рынка.

Из-за сокращающегося спроса на мировом рынке снижаются цены на экспортируемую Узбекистаном продукцию, такую как драгоценные и цветные металлы, хлопок, уран, нефтепродукты, минеральные удобрения и другие. Это в свою очередь приводит к уменьшению экспортной выручки хозяйствующих субъектов и инвесторов, отражается на их прибыли и рентабельности производства и в конечном итоге – на темпах роста и на наших макроэкономических показателях.

Для нейтрализации воздействия мирового финансового кризиса и преодоления его последствий у нас в стране есть все необходимые условия. За истекший период сформирован достаточно прочный фундамент экономического и финансового потенциала страны, созданы надежные механизмы управления финансово-банковской инфраструктурой.

Совсем недавно принят и сегодня реализуется Указ Президента Республики Узбекистан по оказанию дополнительной помощи банковским и финансовым структурам, поддержке деловой активности предприятий и компаний реального сектора экономики, повышению рентабельности производства и экспортных возможностей, выделению им в этих целях дополнительных налоговых льгот и преференций и реализации наряду с этим других крупномасштабных мер и проектов.

Исходя из этого, само собой разумеется, что важнейшим нашим приоритетом в социально-экономическом развитии Узбекистана на 2009 год продолжит оставаться реализация принятой в стране антикризисной программы на 2009-2012 годы.

У нас есть сегодня все основания заявить о том, что принятая нами модель перехода к социально ориентированной свободной рыночной экономике, базирующейся на известных пяти принципах, с каждым годом нашего продвижения вперед оправдывает свою правильность и состоятельность.

В первую очередь такие принципы, как деидеологизация, прагматичность экономической политики, выраженной как приоритет экономики над политикой, возложение роли главного реформатора на государство, обеспечение верховенства закона, проведение сильной социальной политики, поэтапность и постепенность в реализации реформ – все это, особенно в экстремальных условиях разразившегося мирового финансового и экономического кризиса, доказывает свою актуальность и жизненность.

Коротко остановимся на конкретных разделах-комплексах мероприятий Антикризисной программы, направленных на решение следующих ключевых задач.

В первую очередь, это дальнейшее ускоренное проведение модернизации, технического и технологического перевооружения предприятий, широкое внедрение современных гибких технологий. Это прежде всего ка-

сается базовых отраслей экономики, экспорта ориентированных и локализуемых производств.

Ставится задача ускорения реализации принятых отраслевых программ модернизации, технического и технологического перевооружения производства, перехода на международные стандарты качества, что позволит обеспечить устойчивые позиции как на внешнем, так и на внутреннем рынках.

Во- вторых, реализация конкретных мер по поддержке предприятий – экспортеров в обеспечении их конкурентоспособности на внешних рынках в условиях резкого ухудшения текущей конъюнктуры, создание дополнительных стимулов для экспорта, в частности:

- выделение им льготных кредитов на пополнение оборотных средств сроком до 12 месяцев по ставке, не превышающей 70 процентов от ставки рефинансирования Центрального банка;

- продление до 2012 года освобождения от уплаты в бюджет всех видов налогов и сборов, кроме налога на добавленную стоимость, предприятий с иностранными инвестициями, специализирующихся на производстве готовой продукции;

- реструктуризация суммы просроченной и текущей задолженности по кредитам банков и списание пени по платежам в бюджет и предоставление других не менее важных льгот и преференций.

В-третьих, повышение конкурентоспособности предприятий за счет введения жесткого режима экономии, стимулирования снижения производственных затрат и себестоимости продукции. В 2008 году одобрены предложения хозяйствующих субъектов по реализации мер, направленных на снижение в текущем году себестоимости продукции не менее чем на 20 процентов в ведущих отраслях и сферах нашей экономики.

Предусмотрена разработка действенного механизма по стимулированию руководителей и ответственных лиц за достижение намеченных параметров по снижению себестоимости.

Наряду с этим в Антикризисной программе выработан механизм по ограничению в 2009 году повышения цен на все виды энергоносителей и основные виды коммунальных услуг не более чем на 6-8 процентов, с безусловным обеспечением рентабельности их производства.

В-четвертых, реализация мер по модернизации электроэнергетики, сокращению энергоемкости и внедрению эффективной системы энергосбережения. Дальнейшее повышение конкурентоспособности нашей экономики, рост благосостояния населения во многом зависят от того, насколько бережно, экономно мы научимся использовать имеющиеся ресурсы и в первую очередь электро- и энергоресурсы.

В-пятых, в условиях падающего спроса на мировом рынке ключевую роль в сохранении высоких темпов экономического роста играет поддержка отечественных производителей путем стимулирования спроса на внутреннем рынке.

Исходя из вышеизложенного каждый гражданин нашей Республики должен отдавать себе отчет о серьезном финансово-экономическом положении и внести свой посильный вклад в реализацию антикризисной программы.

В свете реализации антикризисной программы в данной диссертационной работе решена проблема получения тормозных жидкостей из отходов производств – вторичных сырьевых ресурсов для транспортной техники.

Это позволит исключить импортирования ценного сырья, дефицитность и решить проблему утилизации, что в определенной степени может явиться вкладом в реализацию поставленных правительством Республики задач.

ГЛАВА I. Литературный обзор

1.1. Специальные жидкие композиции для тормозных систем

Тормозная система с гидравлическим приводом была разработана шотландцем М. Локхидом в 1917 году, но впервые применена на автомобиле (Бугатти») только в 1921 году. В качестве тормозной жидкости в то время использовали глицерин или его смесь с водой и касторовым маслом. Первый патент на тормозную жидкость был выдан в 1926 году фирме «Вакефилд» [28].

С ростом скоростей автомобилей нагрузки на тормозную систему значительно возросли. Например, при торможении автомобиля массой в 1 т со скоростью 140 км/ч до полной остановки в течение 7,8 с выделяется 180 ккал тепла, которого достаточно, чтобы расплавить 0,78 кг серого чугуна, а при многократных торможениях во время движения по городу, т.е. при отсутствии обдува тормозных механизмов, температура тормозной жидкости может превысить 200⁰С. При такой температуре практически любая жидкость, как правило, закипает и тормоза отказывают: насыщенная пузырьками пара жидкость не способна передать от педали к колодкам требуемого давления [28].

Чем интенсивнее производится торможение, тем выше нагрев тормозных цилиндров. Установлено, что температура тормозной жидкости в колесных цилиндрах может повышаться до 100⁰С, а в некоторых случаях даже до 130⁰С [8,29].

Н.А. Бухарин отмечает, что при резком торможении давление жидкости в тормозной системе гидропривода может иметь величину порядка 10,0 МПа. Таким образом, работа гидропривода характеризуется высокими давлениями и сравнительно высокими температурами. Несомненно, что указанные условия работы тормозных жидкостей оказывают значи-

тельное влияние на надежность и долговечность гидротормозов. В этой связи к тормозным жидкостям предъявляются особые требования.

Композиционные тормозные жидкости должны иметь: хорошие вязкостно-температурные свойства; высокую температуру кипения при поглощении влаги; хорошие смазывающие свойства; отсутствие склонности к образованию твердых частиц и сгустков во время использования и хранения, высокие противокоррозионные и защитные свойства, совместимость с резиновыми уплотнительными манжетами, высокую стабильность при хранении.

Эксплуатационные свойства тормозных жидкостей определяются составом основных компонентов, входящих в них. В зависимости от основы композиционные тормозные жидкости делятся на минеральные, гликолевые, нефтяные и силиконовые.

Минеральные композиционные тормозные жидкости представляют собой смеси касторового масла, получаемого из масличной культуры клещевины, и спирта. Смесь на основе бутилового спирта образует тормозную жидкость БСК, смесь на основе этилового спирта ЭСК. Тормозная композиционная жидкость БСК (ТУ 6-101533-75) – смесь равных частей касторового масла и бутинола. За счет органического красителя окрашена в оранжево-красный цвет [14,15,16,17]. Применяют для гидропривода тормозных систем грузовых и легковых автомобилей, кроме автомобиля «Жигули» и рекомендована для эксплуатации в условиях с температурой не ниже минус 20⁰С, т.е. зонах умеренного климата. В таком же узком температурном диапазоне и также ограниченно могут применяться другие гидротормозные композиционные жидкости на основе касторового масла: АСК – с изопентанолом и ЭСК – этанолом. Жидкость на основе касторового масла обладает хорошими смазывающими и защитными свойствами, она не гигроскопична, но имеет низкую температуру кипения. Поэтому ее нельзя использовать в приводах с дисковыми тормозами, т.к. жидкость в их цилиндрах может достигать температуры 150⁰С, а иногда и

более высокой. При отрицательных температурах в жидкости БСК сильно возрастает вязкость и при температуре минус 20⁰С работа тормозов затруднительна, а при более низких температурах эта жидкость застывает. Для обеспечения меньшей зависимости вязкости от температуры в композиционную тормозную жидкость вводят специальные добавки. Промышленно производимые тормозные жидкости БСК и ЭСК – спиртокасторовые: содержат около 40 – 50% (по весу) соответствующего (бутилового или этилового) спирта и 50 – 60% технического рафинированного касторового масла [18,19,20]. Композиционные тормозные жидкости на основе минеральных масел нельзя смешивать с другими жидкостями, в которых в качестве основы применяются гликоли. Кроме того, при снижении температуры из раствора будут выпадать сгустки касторового масла, которые могут препятствовать прохождению жидкости по тормозной системе.

Производились также композиционные тормозные жидкости ГТЖ-21, ГТЖ-22, «Буна», спиртоглицериновые тормозные жидкости ГТЖ-22М, «Нева», «Томь» [10,25].

Композиционные тормозные жидкости, как было выше указано, должны иметь хорошие смазывающие свойства и не вызывать коррозионных износов металлических деталей гидравлического привода тормозных систем, а также набухания или растворения резиновых деталей. При неудовлетворительных смазывающих свойствах происходит повышенный износ взаимно перемещающихся деталей гидравлического привода, а при коррозионном воздействии ее на металлы еще более увеличивает износ этих деталей, и может происходить даже прихватывание (заклинивание) их (например, поршней в цилиндрах колесных тормозов). Надежность работы гидравлического привода тормозной системы нарушается также, если композиционная тормозная жидкость неблагоприятно воздействует на резиновые детали, вызывая сильное набухание их, разрушение и т.п.

Спиртокасторовые композиционные тормозные жидкости не полностью удовлетворяют эксплуатационно-техническим требованиям по отно-

сительно высокому давлению их насыщенных паров. При использовании тормозной жидкости БСК летом, особенно в южных районах, наблюдаются случаи образования паровых пробок в гидравлическом приводе тормозной системы. Этиловый спирт в этом отношении является еще менее благоприятным компонентом спиртокасторовых тормозных жидкостей. Поэтому применение композиционной тормозной жидкости ЭСК в южных районах не может быть рекомендовано.

Гликолевые тормозные жидкости изготавливают на основе различных соединений гликолей. При удовлетворительных смазывающих свойствах эти жидкости имеют высокую начальную температуру кипения и низкую температуру застывания, однако, будучи гигроскопичными, при насыщении влагой снижают температуру кипения.

Композиционная тормозная жидкость «Нева» (ТУ 6-01-1163-78) изготавливается на основе этиленгликоля; предназначена для автомобилей оборудованных тормозами барабанного и дискового типов, всесезонна, работоспособна при температуре окружающего воздуха от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$. Однако жидкость гигроскопична. В результате попадания влаги температура кипения снижается от 190 до 130°C ; при увлажнении – коррозионно активна к металлам; применяют в гидроприводе тормозов и сцеплений старых моделей грузовых и легковых автомобилей; срок службы не более 1 года. Взаимозаменяема с тормозными жидкостями ГТЖ-22М, «Томь», «Глоба» (ГДР), Е1/70 (Венгрия), «Синтол НФ-190» (Чехия) «Голубая этикетка» (Италия). «Техостус» (Финляндия) [33].

Тормозная жидкость ГТЖ-22М разработана в 70-х годах, является модификацией тормозной жидкости ГТЖ-22 с включением в ее состав присадок и может применяться на автомобилях наравне с тормозной жидкостью «Нева». Смазочные свойства тормозной жидкости ГТЖ-22 значительно хуже спиртокасторовых. Кроме того, при эксплуатации автомобилей происходит окисление тормозной жидкости ГТЖ-22 и она приобретает

явно выраженные коррозионные свойства. В настоящее время применяется ограниченно.

Композиционная тормозная жидкость «Томь» (ТУ 6-01-1276-82) разработанная в 70-х годах обладает более высокими эксплуатационными свойствами, чем тормозная жидкость «Нева». Изготавливается на основе этилкарбита и боратов. Работоспособна при температуре наружного воздуха от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$. Предназначена для работы гидроприводов тормозов и сцеплений легковых и грузовых автомобилей. По своим эксплуатационным свойствам отвечает международным требованиям для композиционных тормозных жидкостей типа DOT-3 FMVSS 116a. Взаимозаменяема с тормозными жидкостями «Нева», ГТЖ-22, «Роса» и зарубежными жидкостями типа DOT-3. Срок службы жидкости «Томь» – 2 года [14]. Имеет невысокие антикоррозионные свойства из-за гигроскопичности, а температура кипения снижается на 65° в течение 1 – 1,5 года эксплуатации и достигает $135 - 140^{\circ}\text{C}$, что крайне нежелательно для тормозной системы дискового типа.

Композиционная тормозная жидкость «Роса DOT-4», «Роса-3» и «Роса» (ТУ 2451-004-10488057-94) разработана в 80-х годах. Обладает более высокими эксплуатационными свойствами, чем тормозная жидкость «Томь» и удовлетворяет требованиям для тормозных жидкостей типа DOT-4 FMVSS 116. Тормозная жидкость «Роса» смешивается с тормозными жидкостями «Нева», ГТЖ-22М и «Томь». Взаимозаменяема с тормозными жидкостями «Кастрол» (Англия), «Кухлемен 270-3-4с» (Франция) и другими тормозными жидкостями, отвечающими международным требованиям для жидкостей типа DOT-4 FMVSS 116a. Жидкости «Роса» и «Роса-3» отличаются от жидкости «Роса DOT-4» наличием в составе различных пластификаторов, однако из-за дефицитности сырья эти марки практически не выпускают.

По результатам испытаний, проведенных в Японии и Канаде, выявлена возможность использования тормозной жидкости типа «Роса» для

комплектации автомобилей, импортируемых в эти страны. Тормозная жидкость «Роса» импортируется в европейские страны [30].

Одним из недостатков указанных композиционных тормозных жидкостей на основе полигликолей и их эфиров, т.е. практически всех жидкостей, выпускаемых по ДОТ-3 и ДОТ-4, является их склонность к поглощению воды из атмосферы. Попадание даже малого количества влаги существенно снижает температуру кипения тормозной жидкости. Например, добавка 3,5% воды к жидкости, кипящей при $+215^{\circ}\text{C}$, снижает температуру кипения примерно на 90°C . С другой стороны нужно, чтобы жидкость могла бы до некоторой степени смешиваться с водой для предотвращения замерзания попавшей влаги. Учитывая, что вода поглощается тормозной жидкостью из атмосферы даже в том случае, когда автомобиль не эксплуатируется, поэтому очень важно строго соблюдать рекомендуемые сроки смены жидкости.

Недостатком нефтяной тормозной жидкости является склонность к разрушению резиновых деталей гидравлического привода тормозной системы (уплотнительные манжеты, защитные колпаки и т.д.), поэтому при использовании этой жидкости необходимо применять эластомеры, изготовленные из маслбензостойкой резины.

За рубежом в области тормозных жидкостей применяются два основных стандарта SAE j 1703 (международное объединение инженеров транспорта) и требования американского Федерального общества по безопасности транспортных средств FMVSS, в которых предусмотрены три нормативных класса ДОТ-3, ДОТ-4 и ДОТ-5 (ДОТ – Department of Transportation) [4]. В настоящее время изготовители тормозных жидкостей в документах и упаковке указывают соответствие жидкости нормам ДОТ [21].

Для легковых автомобилей в зависимости от конструкции, технической характеристики и года выпуска применяются композиционные жидкости, соответствующие требованиям ДОТ-3, ДОТ-4, ДОТ-5. Нормам ДОТ-5 отвечают наиболее современные жидкости, предназначенные для

скоростных и спортивных автомобилей. Композиционная тормозная жидкость ДОТ-3 является «традиционной» и используется в большинстве транспортных средств, известная под маркой «Prestone». Однако эта жидкость повреждает тормозные прокладки из натуральной резины, разъедает краску, достаточно быстро поглощает влагу, что снижает температуру кипения самой жидкости и может вызвать коррозию тормозных магистралей и цилиндров.

Композиционная тормозная жидкость ДОТ-4 рекомендуется использовать в последних моделях автомобилей, наиболее известна марка – «Castrol gt-LMA». Эта жидкость имеет более высокую температуру кипения и меньшую гигроскопичность, чем ДОТ-3. Однако, как и жидкость ДОТ-3 разъедает краску на корпусе вблизи места утечки, что приводит к коррозии [5,22,23].

Жидкость ДОТ-5 известна также как «силиконовая» тормозная жидкость. Она гигроскопична, совместима с любыми резиновыми деталями, не разъедает краску, но её нельзя смешивать с другими жидкостями (ДОТ-3, ДОТ-4). Температура кипения этой жидкости ниже температуры кипения ДОТ-4, в два раза дороже и дефицитна [23].

В работе Власовой Г.М. [9] дается способ получения тормозной жидкости на основе эфиров борной кислоты. Её получают взаимодействием окиси алкилена с метиловым или этиловым спиртом в присутствии щелочного катализатора. В качестве борсодержащего реагента используют борную кислоту, борный ангидрид или триметилборат. Жидкость имеет улучшенные показатели совместимости с резиной и по всем показателям соответствует международному стандарту USS 116а класса ДОТ-4.

Однако, все выше приведенные работы представляют весьма сложные процессы с применением специального оборудования и химических реактивов. Массовое производство таких жидкостей может быть затруднено не только из-за сложности самого технологического процесса, но и с экономической точки зрения и поэтому не нашли широкого практического

применения. Для применения в климатических условиях Узбекистана тормозные жидкости должны обладать достаточной морозостойкостью, т.е. температурой потери подвижности (застывания). При этом тормозные жидкости должны обладать хорошими вязкостно-температурными свойствами и сравнительно высоким уровнем вязкости при температурах выше нуля. Если композиционная тормозная жидкость не удовлетворяет этим требованиям и при температурах ниже нуля (например, во время зимней эксплуатации автомобилей) теряет подвижность, вследствие появления кристаллов и значительного возрастания вязкости, прокачиваемость ее в системе гидравлического привода тормоза может оказаться сильно затрудненной или даже жидкость вовсе не будет прокачиваться. Действие гидравлического привода тормозов в холодное время года будет при этом крайне ненадежным. Следовательно, температура потери подвижности (застывания) тормозных жидкостей, пригодных для эксплуатации автомобилей в холодные зимнее время, должна быть не выше минус $30 - 40^{\circ}\text{C}$, а вязкость при таких температурах не более $400 - 1500$ сСт. При этом с повышением температуры вязкость тормозной жидкости не должна значительно понижаться; желательно, чтобы при температуре плюс 50°C ее вязкость была в пределах $9 - 10$ ст., т.к. при меньшей вязкости не исключено, особенно в жаркое летнее время, подтекание жидкости из тормозной системы. Однако для южных районов температура потери подвижности может быть выше -40°C и соответственно вязкость жидкостей будет иметь несколько низкие значения.

Рабочая температура композиционной тормозной жидкости колеблется от 50 (на стоящем автомобиле в сильный мороз) до 150°C при движении по горным дорогам. При более низких температурах кипения жидкость закипит. При закипании тормозной жидкости пузырьки пара вытесняют некоторую её часть в расширительный бачок ГТЦ. В системе остается жидкость, перемешанная с пузырьками пара. Но если сама жидкость несжимаема, то микроскопические пузырьки хорошо сжимаются. И теперь

при передаче давления оно в первую очередь пойдет на сжатие пузырьков во всем объеме. Педаль тормоза станет мягкой, провалится, торможения нет. Температура кипения тормозной жидкости напрямую зависит от содержания в ней воды, и с повышением её концентрации снижается. Поэтому тормозная жидкость должна обладать минимальной гигроскопичностью. Кроме этого влага в системе способствует коррозии цилиндров, а в холодное время образованию ледяных пробок.

Тормозные жидкости должны обладать хорошими смазочными свойствами и не должны вызывать коррозии и коррозионных износов металлических деталей гидравлического привода тормозной системы, также набухания или растворения резиновых деталей.

Надежность работы гидравлического привода тормозной системы нарушается также, если тормозная жидкость неблагоприятно воздействует на резиновые детали, вызывая сильное набухание их, разрушение и т.п.

Тормозные жидкости должны быть физически и химически стабильными, чтобы их свойства сколько-нибудь существенно не изменялись при использовании в гидравлических приводах тормозных систем автомобилей, а тем более при хранении. Тормозные жидкости не должны окисляться, т.к. в результате окисления они могут вызывать коррозию деталей. Не должны тормозные жидкости вспениваться, расслаиваться, образовывать какие-либо отложения, т.к. при этом нарушится надежность работы гидравлического привода тормозной системы.

Необходимо отметить, что не все практически применяемые тормозные жидкости удовлетворяют перечисленным требованиям [32].

В таблицах 1 и 2 даны основные характеристики тормозных жидкостей.

Таблица 1

Характеристика основных марок тормозных жидкостей

Показатели	БСК	«Нева»	«Томь»	«Роса»
1	2	3	4	5
Внешний вид	Прозрачная однородная жидкость красного цвета без осадка и механических примесей	Прозрачная однородная жидкость от светло-желтого до желтого цвета без осадка, допускается слабая опалесценция		Прозрачная однородная жидкость от светло-желтого до светло-коричневого цвета без осадка
Вязкость кинематическая, мм ² /с При -40 ⁰ С, не более При 50 ⁰ С, не менее При 100 ⁰ С, не менее	2500* 9 -	1500 5 2	1500 5 2	1700 5 2
Температура кипения, ⁰ С, не ниже	115	185	205	260
Температура кипения «увлажненной» жидкости, ⁰ С, не ниже	-	138*	160	165
Изменение объема резины 51-1524 после старения в тормозной жидкости, %	5 – 10**	2 – 8	2 – 8	2 – 8
Изменение массы пластинок, мг/см ² , не более				
Белая жечь	0,2	0,1	0,1	0,1
Сталь	0,2	0,1	0,1	0,1
Алюминиевый сплав	0,1	0,1	0,1	0,1
Чугун	0,2	0,1	0,1	0,1
Латунь	0,4	0,4	0,1	0,4
Медь	0,4	0,4	0,2	0,4
* - Фактические данные				
**- Для резины 7-2462				

Значительная часть композиционных тормозных жидкостей, поступающих из России в розничную продажу, не соответствует стандартам, а

следовательно, их производители сознательно подвергают опасности не только агрегаты автомобилей, но и жизнь автомобилистов.

Качественные тормозные жидкости производятся по очень сложной специальной химической технологии, где используются процессы оксигилирования, ректификации, этерификации, фильтрации и т.д., - только так можно получить продукт стабильного качества. Но эти технологии требуют дорогостоящего оборудования и сырья.

1.2. Эксплуатационные свойства композиционных тормозных жидкостей

Выше нами было указано, что композиционная тормозная жидкость является важным конструкционным элементом тормозной системы автомобиля. Это значит, что уровень качества тормозной жидкости неоднозначно влияет на конструкцию и работу тормозной системы. В первую очередь это температура кипения, температура замерзания, коррозионная агрессивность, нейтральность к эластомерам и т.д.

Гигроскопичность и температура кипения. Температура кипения свежей жидкости служит критическим параметром безопасной работы тормозной системы.

Устанавливаемая наибольшая температура во всей тормозной системе характеризует величину сопротивления жидкости тепловым нагрузкам, которые возникают при работе колесных тормозных цилиндров. При температуре превышающей точку кипения тормозной жидкости, растворенные в ней газы, резко увеличивают свой объем. При этом происходит интенсивное образование воздушных пузырьков испарившейся тормозной жидкости, которые вытесняют часть жидкости через компенсационные отверстия в резервный бачок главного тормозного цилиндра. Нажатие на тормозную педаль приводит лишь к сжатию и растворению пузырьков газа в оставшейся жидкости, а необходимого роста давления в системе не происходит, что приводит к значительному снижению эффективности

торможения или к полному отказу тормозной системы (педаль тормоза при нажатии «проваливается»). Это происходит потому, что у газа способность уменьшаться в объеме под действием давления на порядок выше, чем у жидкостей. Чтобы этого не происходило тормозная жидкость, заливаемая в систему, должна обладать высокой температурой кипения.

Качественные тормозные жидкости, не бывшие в употреблении и не содержащие воды, имеют температуру кипения ~ от 260 до 300⁰С.

Но тормозные жидкости на гликолевой основе гигроскопичны. Это значит, что они притягивают влагу из окружающей среды, т. е. хотя тормозная система кажется замкнутой, вода поступает в тормозную жидкость в результате диффузии через тормозные шланги и компенсационные отверстия в резервуарах с тормозной жидкостью. Поглощение воды зависит от влажности воздуха, температуры и происходит постепенно до достижения равновесной концентрации.

В течение одного года эксплуатации автомобиля концентрация воды в тормозной жидкости составляет ~ от 2 до 3,5% по сравнению с тормозной жидкостью, не содержащей воды [32].

В таблице 2 приведены значения температур кипения сухой и увлажненной тормозных жидкостей.

Таблица 2

Температура кипения увлажненной и сухой тормозной жидкостей

Наименование тормозной жидкости	Температура кипения сухой жидкости, °С	Температура кипения увлажненной жидкости, °С
ДОТ-3	205	140
ДОТ-4	230	155
ДОТ-5	260	180
Томь	215	115
Роса	260	160
Нева	195	105

В начале 70-х годов производители тормозных жидкостей пришли к выводу о необходимости разработки новых тормозных жидкостей с более высокой температурой кипения на основе гликолевых эфиров (полигликолей). С 1970 года в России начали производить тормозную жидкость «Нева» с температурой кипения 195°C , с 1983 года была внедрена тормозная жидкость «Томь» с температурой кипения 260°C , а с 1988 года внедрена тормозная жидкость «Роса» с температурой кипения 215°C [8]. Так как все эти жидкости гигроскопичны, то в процессе эксплуатации их температура кипения снижается, достигая пределов являющихся опасными с точки зрения образования паровых пробок в системе тормозов. Такие предельные величины температуры кипения для тормозной жидкости «Нева» могут быть достигнуты уже через один год эксплуатации, для тормозной жидкости «Томь» через два года, а для жидкости «Роса» через три года.

Тормозная жидкость «Роса ДОТ-4» - высокотемпературная жидкость, представляющая собой композицию на основе борсодержащего полиэфира, содержит антиокислительные и антикоррозионные присадки. Жидкость имеет высокие значения температуры кипения (260°C) и температуры кипения «увлажненной» жидкости (165°), работоспособная в диапазоне температур окружающего воздуха от -40 до $+40^{\circ}\text{C}$. Применяется в тормозных системах современных грузовых и легковых автомобилей, в том числе переднеприводных автомобилей ВАЗ. Совместима с тормозными жидкостями «Томь» и «Нева» в любых соотношениях [8].

Таким образом, в основном все композиционные тормозные жидкости на основе полигликолей и сложных эфиров гигроскопичны, что является причиной снижения температуры кипения тормозной жидкости.

Фирмой «Кастрол» были проведены исследования в области получения новых композиционных тормозных жидкостей и разработана жидкость на основе сложных эфиров кремния [29], которые могут рассматриваться как гидриды между соединениями сложных эфиров борной кислоты и силаном.

Тормозные жидкости на основе сложных эфиров кремния показывают значительно лучшие эксплуатационные свойства, чем продукты ДОТ-4, обладают значительно низкой гигроскопичностью (рис.1).

Кроме того, адсорбированная вода оказывает в этом случае меньшее влияние на температуру кипения, чем в жидкостях ДОТ-3 и ДОТ-4, поэтому наблюдается более стабильная температура кипения, и обеспечиваются хорошие противокоррозионные свойства .



Рис-1

1 – тормозная жидкость на основе гликолевого эфира;

2 – тормозная жидкость на основе сложных эфиров жирных кислот

Таким образом, гигроскопичность тормозных жидкостей является одним из важных факторов, влияющих на температуру кипения тормозных жидкостей, от которой зависит безопасность работы тормозной системы в целом.

Вязкость – свойство, которое определяется величинами потерь на внутреннее трение в жидкости. Вязкость композиционных тормозных жидкостей обычно измеряется в единицах кинематической вязкости [мм²/с]

$$\nu = \frac{\eta_t}{\rho_t}$$

где ν - кинематическая вязкость, $10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$

η – динамическая вязкость, Па·с

ρ - плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$

Фактически вязкость жидкости противодействует внешним силам, вызывающим ее течение. Изменение вязкости является одним из основных критериев оценки пригодности композиционной тормозной жидкости к эксплуатации в интервале рабочих температур. Значительное изменение вязкости при больших колебаниях температуры не только влияет на время срабатывания тормозной системы, но и может вывести ее из работоспособного состояния. Поэтому колебания вязкости связанные с условиями эксплуатации, должны быть минимальными в диапазоне температур от минус 40 до $+100^{\circ}\text{C}$ вязкость тормозной жидкости должна оставаться по возможности постоянной (табл. 1 и 3).

Как видно из таблиц 1 и 3 вязкость жидкостей на гликолевой основе несколько ниже и при температуре ниже минус 60°C не теряют свою подвижность.

Таблица 3

Эксплуатационные свойства тормозных жидкостей иностранного производства

Наименование показателей	Нормативные документы; тип тормозной жидкости			
	FMVSS 16			
	ДОТ – 3	ДОТ – 4	ДОТ – 5	J 1703
Наименьшая установившаяся температура кипения, $^{\circ}\text{C}$	205	230	260	205
Наименьшая влажностная температура кипения, $^{\circ}\text{C}$	140	155	180	140
Вязкость кинематическая при температуре $+100^{\circ}\text{C}$, $\text{мм}^2/\text{с}$, не менее	1,5	1,5	1,5	1,5
Вязкость кинематическая при температуре -40°C , не более	1500	1800	900	1800

Это условие обеспечивается необходимой текучестью жидкости и определяется максимально допустимой вязкостью при температуре -40°C не более 1500 сСт для жидкостей общего назначения и не более 1800 сСт – для высокотемпературных жидкостей. Жидкости для севера должны иметь вязкость не более 1500 сСт при -55°C .

Тормозные жидкости БСК, ЭСК, ГТЖ-21, ГТН «Буна» обладают недостаточно удовлетворительными вязкостно-температурными свойствами, при температурах ниже нуля их вязкость возрастает очень интенсивно, кроме того, вследствие наличия в их составе касторового масла уже при температуре ниже минус $10 - 15^{\circ}\text{C}$ начинают появляться отдельные мелкие кристаллы касторового масла. При дальнейшем понижении температуры количество кристаллов постепенно увеличивается, наблюдается их укрупнение. В результате может произойти «вымерзание» касторового масла, вызывающее потерю подвижности тормозной жидкости [27].

Улучшить вязкостно-температурные свойства и понизить температуру потери подвижности спиртокасторовых тормозных жидкостей можно увеличивая содержание в них спирта до $70 - 75\%$ (вместо $40 - 50\%$), соответственно уменьшая содержание касторового масла. При этом вязкость жидкости при продолжительных температурах сильно понижается (до $\nu_{50} = 5,6 - 6$ сСт вместо $\nu_{50} = 9,5 - 10$ сСт), что нежелательно.

Жидкости на гликолевой основе также неоднозначно реагируют на изменение температуры, однако изменение вязкости последних в зависимости от температуры несколько ниже. Это можно объяснить тем, что вязкость спиртокасторовых тормозных жидкостей выше вязкости жидкости на гликолевой основе. Известно, что чем выше вязкость, тем больше она меняется в зависимости от температуры.

Смазывающие свойства. Надежная работа гидравлического привода к тормозам, подобно любому другому механизму, зависит от смазывающих свойств композиционных тормозных жидкостей.

Оценочными показателями тормозных жидкостей являются величины износа деталей гидропривода (поршней, цилиндров и манжет). Смазывающие свойства проверяются на стендовых испытаниях, имитирующих работу гидропривода тормозов в тяжелых условиях эксплуатации.

Антикоррозионные свойства. Для предотвращения коррозии жидкости должны содержать ингибиторы, защищающие сталь, чугун, белую жель, алюминий, латунь, медь от коррозии. Эффективность ингибиторов оценивается по изменению массы и состоянию поверхности пластин из указанных металлов после их выдерживании в тормозной жидкости, содержащей 3,5% воды в течение 120 ч при 100⁰С.

Качество композиционных тормозных жидкостей, условия эксплуатации автомобилей и конструкция тормозных цилиндров создают предпосылки возникновения коррозии в зазоре между рабочими поверхностями поршня и тормозного цилиндра, которая усиливается из-за проникновения в зазор воды с химически активными веществами (O₂, Cl⁻, SO₂ и др.). В результате на рабочих поверхностях поршня и цилиндра образуется среда, вызывающая коррозию металлов.

Для проверки возможности возникновения щелевой коррозии деталей тормозных цилиндров авторами [31] были проведены электрохимические исследования коррозии на потенциостате И-5872 М. Электроды коррозионной ячейки изготавливались из тех же металлов, что и детали тормозных цилиндров: чугун СЧ 38 и алюминиевый сплав Д – 16. Испытания проводились при температуре 20 ± 2⁰С и 80 ± 2⁰С и изменении потенциала со скоростью 1 в/ч. Для оценки влияния гигроскопичности тормозной жидкости на характер коррозии металлов проводились исследования тормозных жидкостей, содержащих 5% по объему дистиллированной воды.

Результаты исследований показали, что при повышении температуры до 80⁰С и добавлении воды коррозия чугуна в тормозных жидкостях увеличивается в 10 – 40 раз, а алюминиевый сплав в исследованном диапазоне температур к коррозии практически пассивен.

Совместимость с резиновыми уплотнителями. Для обеспечения герметичности на поршни и цилиндры ставят резиновые уплотнительные манжеты. Необходимое уплотнение обеспечивается, когда под воздействием тормозной жидкости манжеты несколько набухают и их уплотнительные кромки плотно прилегают к стенкам цилиндра. При этом недопустимо как слишком сильное набухание манжет, так как может произойти их разрушение при перемещении поршней, так и усадка манжет, чтобы не допустить утечки жидкости из системы. Испытание на набухание резины осуществляется при выдерживании манжет или образцов резины в жидкости при 100⁰С. Затем определяется изменение объема, твердости и диаметра манжет.

Таким образом, анализ литературных источников показал, что известные тормозные жидкости обладают гигроскопичностью, снижающую температуру кипения, что может привести в экстремальных условиях к несрабатыванию тормозной системы; жидкости, такие как ДОТ-4, «Роса», «Роса-ДОТ-4» повреждают тормозные прокладки из натуральной резины, разъедают краску на корпусе вблизи места утечки, что приводит к коррозии.

Все выпускаемые гидротормозные жидкости готовят из дорогостоящего сырья, жидкости в республику завозятся из зарубежья и при этом не могут быть учтены климатические условия нашего региона.

1.3. Целесообразность и практические разработки эффективных композиционных тормозных жидкостей на основе местных вторичных ресурсов для автотранспортных средств

Из анализа литературных источников следует, что тормозные жидкости в основном вырабатываются из сложных гликолей борсодержащих соединений и др. Эти тормозные жидкости обладают относительно высокими эксплуатационными свойствами. Однако на сегодняшний день отсутствуют композиционные тормозные жидкости, которые бы могли обеспечить

полностью надежную работу гидропривода тормозной системы. Не созданы также композиционные тормозные жидкости, вырабатываемые из местного сырья и вторичных сырьевых ресурсов республики.

В свете решений Правительства Республики Узбекистан об использовании отходов производства и местного сырья [1] нам представляется, что решение «Разработки эффективных композиционных тормозных жидкостей на основе местных вторичных сырьевых ресурсов для тормозных систем и технология их производства» может принести большую пользу с экономической точки зрения.

Предварительные исследования, проведенные нами по изучению свойств и качества отходов пищевых производств, в частности, масложиркомбинатов (МЖК) и спиртового производства позволили нам предположить возможность использования отходов для разработки тормозной композиционной жидкости по качеству не уступающей известным жидкостям.

Отходы госсиполовой смолы составляют 15 тыс. тонн в год, из них 6 тыс. тонн используется для брикетирования угольной муки (пыли), при бурении глубоких пластов, как добавка к цементным растворам в качестве ПАВ и т.д. Накопление отходов на территориях МЖК создают проблемы утилизации и неблагоприятные экологические условия.

Отходы спиртовых производств в виде сивушных масел после дистилляции частично используются в парфюмерной промышленности, а тяжелые фракции не находят применения, утилизируются.

В связи с вышеизложенным использование указанных отходов производств для получения промышленных продуктов (ГСТЖ), не производимых в республике Узбекистан, является необходимым и целесообразным.

Полученные нами предварительные опытные образцы показали положительные результаты по температуре кипения, величине вязкости, смазывающим свойствам, коррозионной агрессивности к металлам, нейтральности к резиновым деталям. Разрабатываемая нами тормозная жидкость

исключает импорт дорогостоящей тормозной жидкости, позволит использовать отходы местных производств, а также решить экономические и экологические проблемы и может быть использована для гидротормозных систем автотранспортных средств.

Таким образом, анализ литературных источников показал, что известные тормозные жидкости обладают гигроскопичностью, снижающую температуру кипения, что может привести в экстремальных условиях к несрабатыванию тормозной системы; жидкости, такие как ДОТ-4, «Роса», Роса-ДОТ-4» повреждают тормозные прокладки из натуральной резины, разъедают краску на корпусе вблизи места утечки, что приводит к коррозии.

Все выпускаемые тормозные жидкости готовят из дорогостоящего сырья, жидкости в республику завозятся из зарубежья и при этом не могут быть учтены климатические условия нашего климата.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Объекты исследования и их характеристики

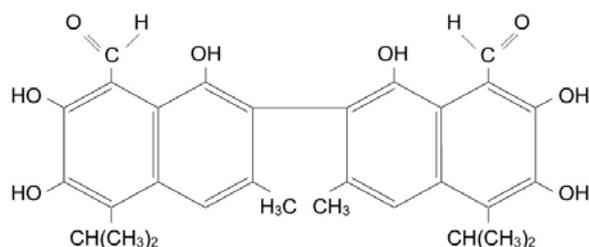
В качестве объектов исследования нами были выбраны госсиполовая смола, являющаяся вторичным сырьем масложирового производства и сивушное масло, образующееся как вторичное сырье в производстве этилового спирта.

Госсиполовая смола образуется в процессе производства хлопкового масла и жирных кислот в зависимости от технологической схемы и способов выделения основных продуктов.

Нами были проведены исследования по определению возможности использования госсиполовой смолы и сивушного масла в качестве сырьевых материалов для получения тормозных жидкостей.

Госсипол химически активен, способен реагировать, как с фенольной, так и с альдегидной группой. Молекула госсипола содержит два нафталиновых ядра, соединенных друг с другом непосредственно или через углеводородную цепь. Молекула включает в себе две альдегидные группы и шесть гидроксильных групп. Госсипол представляет собой кристаллическое вещество лимонно-желтого цвета (температура плавления 184°C), хорошо растворим в диэтиловом эфире, низкомолекулярных алифатических одноатомных спиртах, ацетоне, феноле и др. Госсипол и некоторые его производные являются весьма активными ингибиторами окисления различных органических веществ, поэтому они пригодны для защиты от окисления нефтяных продуктов, резиновых изделий и ряда других веществ [3,26,11,6]. Ингибирующее действие госсипола обуславливается, вероятнее всего, четырьмя гидроксильными группами. Карбонильные группы усиливают их ингибирующую активность [13].

Госсиполовая смола – нетоксичный, универсальный, высокоэффективный и весьма дешевый стабилизатор комплексного действия полимеров («Унипол» ТУ 18 УзССР 50 – 83).



Структурная формула госсипола

В смеси насыщенных и ненасыщенных кислот госсиполовой смолы идентифицированы кислоты: миристиновая (0,5 – 1,0%), стеариновая (1 – 2%), олеиновая (20 – 25%), линолевая (30 – 40%), остальные продукты полимеризации и поликонденсации. По молекулярному весу госсиполовая смола соответствует низкомолекулярным полимерам и олигомерам.

Известно что введение госсиполовой смолы значительно улучшает свойства композиций, снижается водопоглощение, повышается стойкость к растворам слабых кислот и щелочей [7].

Госсиполовая смола. При обработке жиров и масел растворимыми щелочами образуются нерастворимые в нейтральном жире соли, мыла, водные растворы которых вследствие большой плотности легко отделяются от жира. Такую мыльную массу называют соапстоком, который содержит нейтральный жир, жирные кислоты, госсипол и продукты его превращения.

Для отделения жирных кислот от вышеназванных продуктов производится дистилляция сырых жирных кислот, выделенных из хлопковых соапстоков. Кубовый остаток от такой дистилляции и является госсиполовой смолой (хлопковым гудроном), свойства которого приведены в таблице 4. Его количество в Республике Узбекистан составляет 15 тыс. тонн ежегодно.

Требования ОСТ 18-114-73 для госсиполовой смолы

№	Свойства	Показатели
1	2	3
1	Внешний вид	Вязко-текучая масса
2	Цвет	От темно-коричневого до черного
3	Кислотное число, мг КОН	50 – 100
4	Содержание золы, %	1,0 – 1,2
5	Содержание влаги и летучих веществ, в %	4,0
6	Растворимость в ацетоне, в %	70 – 80
7	Удельный вес, г/см ³	0,98 – 0,99
8	Число омыления, мг КОН	80 – 130

В наших исследованиях госсиполовая смола выбрана благодаря ее высокой химической активности. Авторы [26,13] полагали, что при взаимодействии госсиполовой смолы с сивушным маслом должно образоваться новое соединение с соответствующими для тормозной жидкости свойствами. Используя госсиполовую смолу как компонент тормозной жидкости, получили новую жидкость с высокими антикоррозионными свойствами, соответствующей вязкостью, цветом, что исключает необходимость дополнительного введения антикоррозионных присадок, красителя в тормозные жидкости, которые являются обязательными компонентами при производстве известных аналогов [36].

Сивушное масло – побочный продукт спиртового производства, представляющий собой смесь спиртов (масс. %): 45 – 65 амилового, 15 – 25 изобутилового, 0,5 – 2,0 н-бутилового, 2 – 15 н-пропилового, 3 – 15 этилового. Кроме того, в товарном сивушном масле содержится 8 – 15 масс. % воды и 0,5 – 4,0% прочих органических соединений (кислот, альдегидов, и др.) (табл. 5).

Таблица 5

Основные показатели сивушных масел (ГОСТ 17071-91)

Наименование показателей	Характеристика и норма
Внешний вид	Прозрачная жидкость, не содержащая механических примесей. При взбалтывании не должна образовываться муть
Цвет	От светло-желтого до светло-коричневого
Температурный предел перегонки при давлении 101, 325 кПа (760 мм рт. ст.), °С	120
Объемная доля сивушного масла, %, не более	50
Плотность при 20 ⁰ С, г/см ³	0,837
Показатель преломления, n _d 20 ⁰ , не менее	1,395

Сивушное масло выделяют из сивушной фракции, обработкой ее водой при этом получают две жирные фазы: сивушное масло (рафинат) и экстракт.

Сивушное масло (ГОСТ 17071-91) по внешнему виду – прозрачная жидкость, не мутнеющая при взбалтывании; цвет от светло – желтого до красно – бурого; запах, свойственный сивушному маслу, относительная плотность $\geq 0,837$ г/см³, показатель преломления $\geq 1,395$; должна выдерживать на чистоту с серной кислотой. Отбор сивушной фракции обычно составляет от 2 ÷ 4% от спирта .

Для получения гидротормозной жидкости госсиполовая смола предварительно подвергалась нагреванию до 60⁰С для понижения вязкости и отделения из нее загрязнений, фильтрации и обезвоживанию [36].

Сивушное масло используют в основном как сырье для получения чистых высших спиртов (амилового, бутилового и пропилового), которые применяют в органическом синтезе, при изготовлении медицинских препаратов и душистых веществ, как растворитель в лакокрасочной промышленности, как и экстрагенты и поверхностные -активные вещества [12,24]. При составлении тормозной жидкости БСК, ЭСК, АСК используются смеси спиртов и масел. Отходы масложирового и спиртового производства (госсиполовая смола и сивушное масло) не были использованы для получения специальных композиционных жидкостей для транспортных средств. На основании химических свойств госсиполовая смола и сивушное масло нами выбраны в качестве сырьевых компонентов для новой композиционной тормозной жидкости.

2.2. Технология получения композиционной тормозной жидкости в лабораторных условиях

Для проведения исследований по разработке тормозной жидкости нами предварительно было подготовлено сырье – госсиполовая смола и сивушные масла.

Для подготовки госсиполовой смолы отбирали определенное её количество, нагревали до $50 \div 60^{\circ}\text{C}$; при этом вязкость смолы снижалась, далее отделяли её от механических примесей и других загрязнений путем отстаивания и фильтрации. В лабораторных условиях госсиполовая смола обезвоживалась в круглодонной колбе снабженной электрической мешалкой, термометром и обратным холодильником. Все образующиеся газообразные вещества конденсировали с помощью холодильника и собирали в сборнике погоннов. По внешним признакам и полученным данным фракция в основном состоит из воды, образованной в результате конденсации острого пара используемого в технологии транспортировки госсиполовой смолы по заводским трубопроводам. Это фракция – бесцветная жидкость

без запаха, $\text{pH} = 6,5$, содержание её от общей массы госсиполовой смолы составляет 13 – 15%. После обезвоживания брали необходимое количество навески для приготовления смеси госсиполовой смолы и сивушного масла.

Сивушное масло содержит спирты с различными температурами кипения и воду. Вода в составе тормозной жидкости нежелательна из-за её коррозионных свойств, высокой температуры замерзания в зимнее время и, самое главное, присутствие воды в гидротормозной жидкости понижает её температуру кипения.

Присутствие в сивушном масле легкокипящих спиртов нежелательно в связи с тем, что они понижают вязкость сивушного масла и температуру кипения. Поэтому сивушное масло подвергали перегонке на специальной установке. Перегонку прекращали, когда температура кипения в перегонной колбе достигала $120 - 122^{\circ}\text{C}$. Мы полагаем, что при этом выкипают наиболее легкие спирты (изобутиловый, пропиловый и др.), и вода.

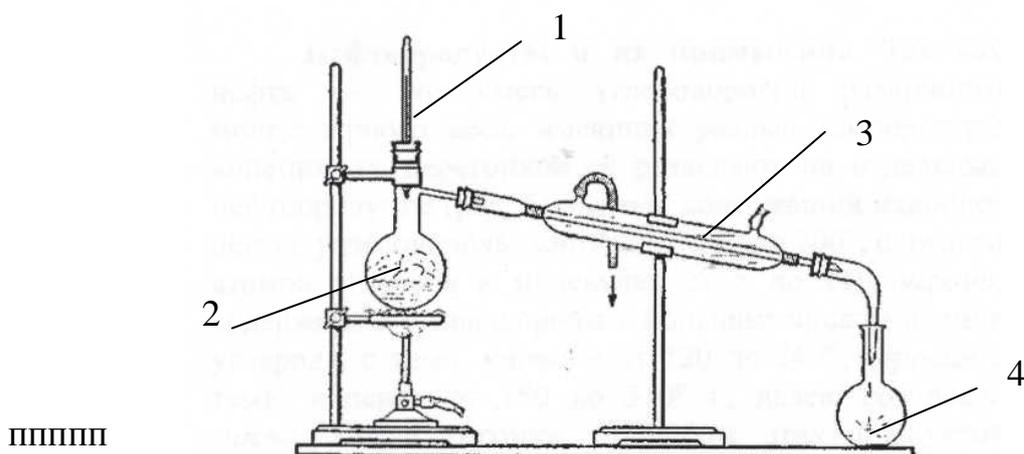
Определение температурного предела перегонки сивушного масла проводили на лабораторной установке представленной на рис.2.

Установка включает в себя:

- термометр жидкостной стеклянный с диапазоном измерения температуры $100 \div 250^{\circ}\text{C}$ и ценой деления шкалы $0,5^{\circ}\text{C}$ по ГОСТ 28498;
- колба круглодонная типа КРН по ГОСТ 25336, вместимостью 100 см^3 ;
- холодильник по ГОСТ 25336, конец холодильника должен быть загнут или с аллонжем типа АИ по ГОСТ 25336;
- колба стеклянная, вместимостью 100 см^3 ;
- штатив.

Собирают прибор в соответствии с рисунком 2.

Прибор для определения температурного предела перегонки



1 – термометр; 2 – колба; 3 – холодильник; 4 – колба-приёмник

Рис. 2.

Для соединения колбы с холодильником и для установки с термометром применяют корковые и резиновые пробки.

С целью противопожарной безопасности установку для перегонки сивушного масла собирают на противне с песком.

Анализ сивушного масла проводится следующим образом. В сухую колбу для перегонки при помощи сухого мерного цилиндра наливают 100 см³ сивушного масла так, чтобы жидкость не попала в отводную трубку. В колбу помещают несколько капилляров или кусочков неглазурованного фарфора для равномерного кипения.

В горловину колбы вставляют термометр так, чтобы его ось совпала с осью колбы, а верх ртутного резервуара термометра находился на одном уровне с нижней стенкой отводной трубки. Отводную трубку колбы соединяют при помощи плотно пригнанной пробки с внутренней трубкой холодильника.

Колбу, которой отмеряли испытуемое сивушное масло, не высушивая, используют в качестве приемника. Её устанавливают так, чтобы загнутый конец холодильника или аллонжа входил в колбу на 25 – 30 мм.

За температуру конца перегонки сивушного масла считали $120 + 1^{\circ}\text{C}$.

Для получения тормозной жидкости из отходов местных производств предлагается технологическая схема, которая предусматривает подготовку компонентов ГСТЖ, дозирование их в мерниках и с последующим смешением в реакторе. Полученная таким образом готовая продукция проходит контроль на соответствие качества и поступает на складирование. Подготовка сырья была изложена выше.

Таким образом технология получения специальных композиционных гидротормозных жидкостей на основе местных вторичных сырьевых ресурсов состоит из следующих технологических стадий :

- обезвоживание госсиполовой смолы до температуры 110-120 С ;
- выделение сивушного масла из сивушной фракции путем перегонки ;
- перемешивание госсиполовой смолы и сивушного масла при температуре 60-70 С.

2.3. Методика исследований разрабатываемой композиционной тормозной жидкости.

2.3.1. Определение температуры кипения осуществляли путем перегонки 60 см³ испытуемой ГТЖ по ГОСТ 2177-82. Перегонная установка состоит из перегонной колбы, обратного холодильника и электронагревателя. Жидкость доводили до кипения, а затем уменьшали подачу тепла до получения требуемой скорости обратного стока. Скорость обратного стока регулировали до 1 – 2 капель в секунду, поддерживали эту скорость в течение 2 минут и только после этого снимали показания термометра.

За температуру кипения принимали постоянную температуру, приведенную к нормальному давлению с учетом поправки по ГОСТу 18995.7-7. Расхождения между результатами двух параллельных определений не превышали 5⁰С.

Температуру увлажненной жидкости определяли согласно ГОСТа 14870 и вычисляли по формуле:

$$X = \frac{m(3,5 - X_1)}{96,5 + X_1}$$

где m – масса навески тормозной жидкости, г

X_1 – массовая доля воды в тормозной жидкости до увлажнения, %

3,5 – массовая доля воды в тормозной жидкости после увлажнения, %

96,5 – массовая доля сухой основы тормозной жидкости, %; и округляют до 0,01%.

2.3.2. Определение коррозионного воздействия на металлы.

Сущность определения заключается в следующем: подготавливаются комплекты металлических пластинок белой жести (ГОСТ 13345-85), стали малоуглеродистой (ГОСТ 1050-74), алюминиевого сплава Д-16 (ГОСТ 4784-74), чугуна С-18 (ГОСТ 1412-85), меди М (ГОСТ 859-78). Размеры пластинок 80x13x2 мм. Толщина пластинки из белой жести 0,2 – 0,5 мм. Каждая из пластинок на одном конце имеет отверстие диаметром 6 мм. Пластинки, за исключением белой жести, зачищают шкуркой. Все пластинки моют в этиловом спирте, сушат, взвешивают и собирают на стальной болт в следующем порядке: белая жесьть, сталь, алюминиевый сплав, чугун, медь и закрепляют гайкой. Пластинки между собой должны находиться в электролитическом контакте за исключением небольшого участка соединения стяжным болтом. Пластины располагают так, чтобы промежуток между ними составлял 2 – 3 мм. Промежуток между пластинками создается обматыванием болта стальной проволокой, использованием стальных или фарфоровых колец, надетых на болт между пластинками. Собранный комплект промывают в этиловом спирте и помещают в сосуд с тормозной жидкостью подогретой до 70⁰С, так, чтобы все пластинки были полностью погружены в жидкость. Сосуд плотно закрывают крышкой и помещают в сушильный шкаф, где выдерживают в течение 120 часов при температуре 70 ± 3⁰С. При истечении указанного времени пакет с пластинками извлекают из сосуда, промывают, высушивают и взвешивают.

Изменение удельной массы пластинки (x) мг/см² после взаимодействия с тормозной жидкостью вычисляют по формуле:

$$x = \frac{m - m_1}{A}$$

где: m – масса пластинки до испытания, мг

m_1 – масса пластинки после испытания, мг;

A – общая поверхность пластинки, см².

За результат принимают среднее значение трех параллельных определений.

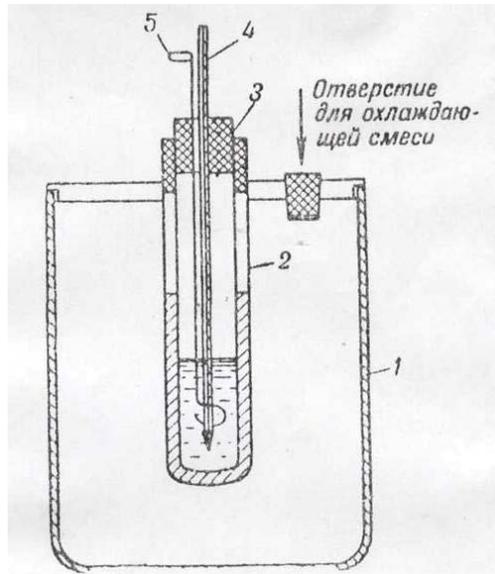
2.3.3. Определение температуры замерзания. Прибор для определения температуры замерзания специальных тормозных жидкостей (рис. 2.3.1) состоит из двух сосудов наружного и внутреннего. Наружный сосуд 1 диаметром 0,200 м изготовлен из жести или стекла и предназначен для помещения жидкости. Снаружи он обложен теплоизолирующим материалом – асбестом. Внутренний сосуд состоит из двух концентрических стеклянных пробирок 2 и 3, вставленных одна в другую. Наружная пробирка диаметром 0,03 м, внутренняя – 0,02 м. Во внутреннюю пробирку помещается термометр 4 и мешалка 5, изготовленная из проволоки. Термометр применяется для низких температур с делениями на 1 градус.

Испытуемую специальную жидкость заливают в чистую сухую (внутреннюю) пробирку 3 до уровня 0,04 м. Пробирку закрывают пробкой с термометром и мешалкой. Термометр вставляют так, чтобы его ртутный шарик находился в пробирке на расстоянии 0,02 от дна и на одинаковом расстоянии от стенок. В сосуд 1 наливают этиловый спирт денатурат или ацетон и охлаждают его при помощи твердой углекислоты до $-30 \div -50^{\circ}\text{C}$.

В охлажденную смесь погружают внутренний сосуд с испытуемым продуктом. Уровень охлаждающей смеси должен быть на 0,04 – 0,05 м выше уровня специальной жидкости в пробирке. Специальная жидкость охлаждается не более чем 1 градус.

Температуру специальной жидкости в момент появления кристаллов (в виде легкого облачка) принимают за температуру замерзания

Схема прибора для определения температуры замерзания специальных жидкостей



1 – наружный сосуд; 2 – наружная пробирка; 3 – внутренняя пробирка; 4 – термометр; 5 - мешалка

Рис. 2.2

2.3.4. Определение набухания резины. Для проведения испытания берут манжеты из резины 3 группы, 2 группы по ОСТ 3805208-80 марки 7-2462 Манжеты промывают в этиловом спирте, высушивают, и взвешивают на воздухе и в воде, и помещают в сосуд с тормозной жидкостью. Сосуд плотно закрывают крышкой, помещают в термостатируемый шкаф и выдерживают в течение 72 часов при температуре $70 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Затем при истечении времени манжеты извлекают, промывают спиртом, высушивают и взвешивают на воздухе и в воде

Изменение массы X_1 и объема X_2 вычисляют по формулам:

$$X_1 = \frac{m_3 - m_1}{m_1} 100\%$$

$$X_2 = \frac{(m_3 - m_4) - (m_1 - m_2)}{m_1 - m_2} 100\%$$

где: X_1 – изменение массы, % ;

X_2 – изменение объема, % ;

m_1 – масса манжеты в воздухе до испытаний, г ;

m_2 – масса манжеты в воде до испытаний, г ;

m_3 – масса манжеты в воздухе после испытаний, г ;

m_4 – масса манжеты в воде после испытаний, г ;

За результат принимают среднее значение трех параллельных определений.

Для испытания используют манжеты из резин 7-2462 и 51-1524.

Число манжет, на которых проводят испытание, должно быть не менее трех.

Измерение наружного диаметра основания манжеты проводят с помощью горизонтального компаратора типа ИЗА-7 или измерительных микроскопов типа УИМ-21 (23).

Каждую манжету промывают этиловым спиртом, высушивают на воздухе и измеряют диаметр, взяв за результат среднее значение из двух измерений, произведенных во взаимоперпендикулярных направлениях. С помощью пинцета (щипцов) манжеты помещают в емкость (в емкость помещают манжеты одного типа резины) и наливают (100 ± 1) см³ тормозной жидкости. Емкость плотно закрывают крышкой и помещают в термостат (камеру), где выдерживают в течение (72 ± 2) ч. при температурах (72 ± 2) °С манжеты из резины 7-2462 и (125 ± 2) °С манжеты из резины 51-1524. После выдержки емкость вынимают из термостата (камеры) и охлаждают до (23 ± 2) °С в течение 60 – 90 мин на воздухе, либо помещают манжеты в другую стеклянную емкость с той же тормозной жидкостью при температуре (23 ± 5) °С. Охлажденные манжеты промывают погружением в этиловый спирт не более, чем на 30 с., быстро высушивают на воздухе и определяют внешний вид (клейкость, вздутие, шелушение). Затем измеряют диаметр каждой манжеты, взяв среднее значение двух измерений, произведенных во взаимоперпендикулярных направлениях. Измерение проводят не позднее, чем через 15 мин после того, как манжеты извлечены из тормозной жидкости.

Изменение диаметра основания манжеты : (Δd) в процентах вычисляют по формуле:

$$\Delta d = \frac{d_2 - d_1}{d_1} 100$$

где d_1, d_2 – диаметр основания манжеты до и после испытания, соответственно, мм. Результат измерения округляют до 0,1%.

2.3.5. Определение кинематической вязкости проводили по ГОСТу 33-82 при температурах 50⁰С и 70⁰С. Сущность заключалась в определении времени истечения определенного количества жидкости через капиллярный вискозиметр ВЖП по формуле:

$$\nu = C\tau$$

где: ν – кинематическая вязкость, мм²/с

C – постоянная вискозиметра, мм²/с², зависящая от геометрических размеров прибора.

τ – время истечения жидкости, с.

2.3.6. Определение рН – концентрации водородных ионов по ТУ 2451-004-36732629-99 проводили лабораторным рН – метром. В стеклянный стакан емкостью 50 см³ наливали 20 – 30 см³ испытуемой жидкости, температуру стакана с жидкостью доводили до 20 ± 1⁰С, опускали в нее сухие электроды и проводили измерение рН. За результат измерений принимали среднеарифметическое из двух параллельных наблюдений, допускаемое расхождение не превышало 0,15 ед. рН.

2.37. Определение смазывающих свойств тормозных жидкостей.

При определении смазывающих свойств тормозных жидкостей мы пользовались методикой разработанной Н.Г. Филатовым [35]. Эта методика позволяла за короткое время при удовлетворительной сходимости и воспроизводимости дифференцировать тормозные жидкости по их смазывающим свойствам.. Для этого были выбраны в качестве эталонов тормозные жидкости с заведомо известными смазывающими свойствами: КТЖ-

22 с неудовлетворительными смазывающими свойствами и БСК с наилучшими. Пользуясь вышеуказанной методикой, нами были определены смазывающие свойства разработанной жидкости ГТЖ и проведены сравнительные оценки износа методом взвешивания деталей. Детали, подвергаемые износу, подготавливались в виде пластин из материалов наиболее близких по химическому составу, в частности, к дюралюминию, т.е. к материалам, из которых изготовлены реальные детали тормозной системы.

Оценку смазывающих свойств проводили на лабораторной установке, разработанной в лаборатории кафедры «Химмотология». В качестве прототипа послужила машина трения Филатова [35].

Отличие нашей установки состояла в том, что вместо валика мы использовали стальной шарик. Величина нагрузки менялась в зависимости от прилагаемой силы на пружину (рис. 4).

Термостатирование жидкости осуществляли в термостате, куда был вмонтирован стакан с испытуемой жидкостью и пластинкой.

Конструкция и принцип действия лабораторного прибора приводится ниже. Сущность метода заключается в том, что стержень со стальным шариком на конце приводится во вращательное движение со скоростью скольжения относительно пластины близкой скорости скольжения трущихся деталей гидропривода. Максимально возможная скорость скольжения поршней главного тормозного и колесных цилиндров автомобиля ГАЗ-5327 0,25 м/с [34].

Схема лабораторного прибора для определения смазывающих свойств жидкостей

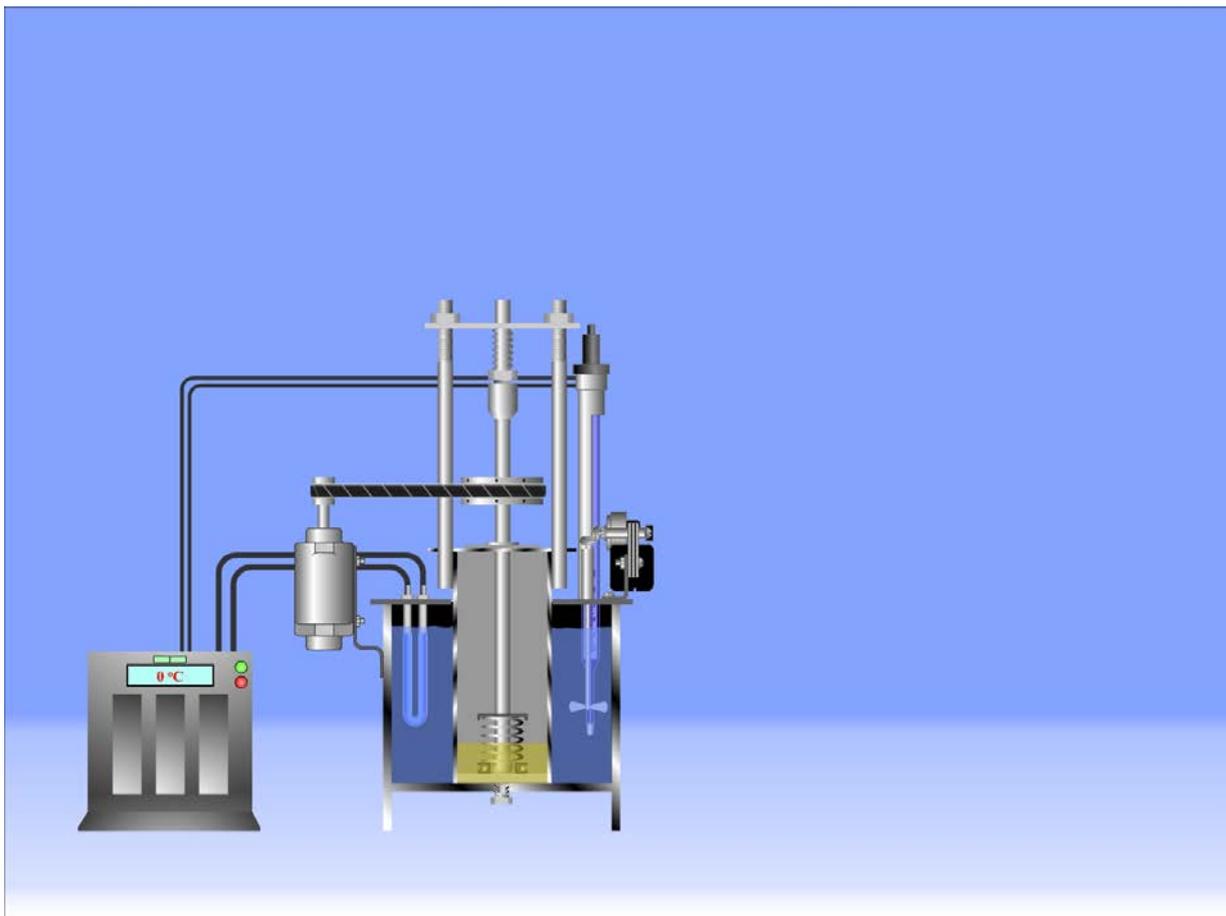


Рис. 4

Таким образом, составляется трущаяся пара, состоящая из стального шарика и пластины из алюминиевого сплава.

Установка для определения смазывающих свойств специальных жидкостей (рис. 4,5,6,7) состоит из стакана (1), термостата (2) и крышки (3), в которую вмонтированы ТЭН (4), контактный термометр (5) и электрический двигатель (6) для мешалки (7), выключателя для двигателя (8), блока питания (9) для ТЭН и контактного термометра.

На дно металлического стакана (1), в термостате устанавливается испытуемая пластинка (11).

В крышку (12) стакана вмонтирован металлический стержень (13) со шкивом (14), на конце стержня приварен стальной шарик (15).

Шкив приводится в движение с помощью электрического двигателя (16) через ременную передачу (17). Для придания необходимой нагрузки стержень снабжен пружиной (18).

В нижней части стержень опирается на пружину (19), которая обеспечивает касание стержня на пластинку. В центре нижней части стакана имеется отверстие для слива ГСТЖ (20).

Установка и все её детали выполнены из нержавеющей стали.

Лабораторная установка позволяет проводить исследования смазывающих свойств жидкостей, имеющих в небольшом количестве. Этот метод не требует высокой квалификации оператора и дорогостоящего оборудования и позволяет в короткие сроки исследовать смазывающие свойства жидкостей.

Принцип действия установки: в термостат наливали глицерин и при помощи ТЭН нагревали до температуры 70°C , температура регулируется контактным термометром.

На дно стакана уложена испытуемая пластина, смоченная ГСТЖ. Стержень с шариком касается пластины. При вращении стержня шарик касается поверхности и получается пара трения. Для определения износа пластины в зависимости от нагрузки на крышке стакана установлено приспособление, которое регулирует нагрузку шарика на пластину.

При включении электрического двигателя шкив со стержнем начинает вращаться. При этом шарик касается пластинки и происходит трение.

Процесс проводим по режиму

Для определения износа испытуемой пластины сравниваем её вес до и после опыта. Данные эксперимента приведены в таблице

Слив отработанной тормозной жидкости производим через сточное отверстие дна стакана, которое во время работы герметично закрывается при помощи паранитовой шайбы и болта.

Таким образом, проведены исследования по возможности использования сивушного и госсиполовой смолы в качестве сырья для получения

композиционных тормозных жидкостей, дана технология их получения в лабораторных условиях, методика испытаний разрабатываемой композиционной тормозной жидкости.

Наряду с методами испытаний параметров ГСТЖ приведены и методика определения и ее смазывающих свойств. С этой целью. Модернизирована «Машина трения».

Лабораторный прибор для определения смазывающих свойств жидкостей

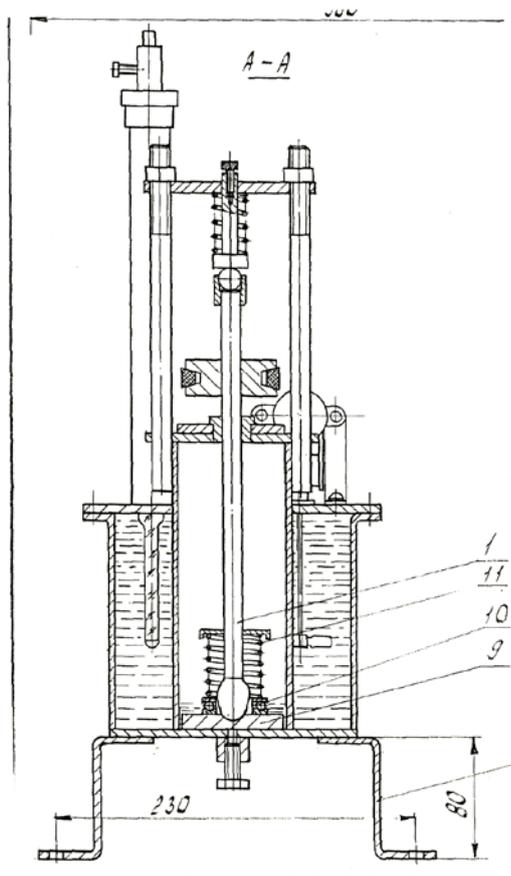


Рис. 5

Лабораторный прибор для определения смазывающих свойств жидкостей

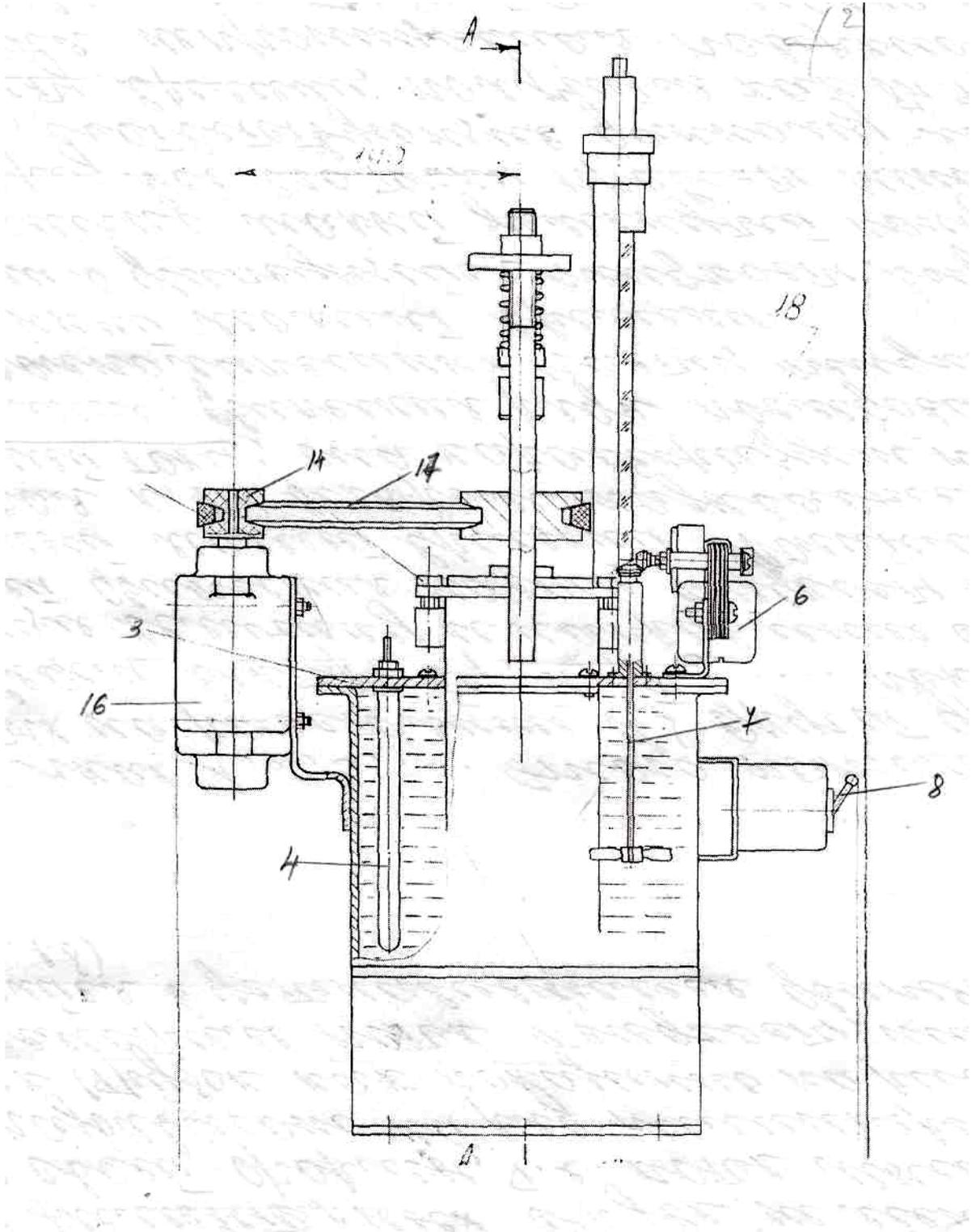


Рис. 6

Лабораторный прибор для определения смазывающих свойств жидкостей

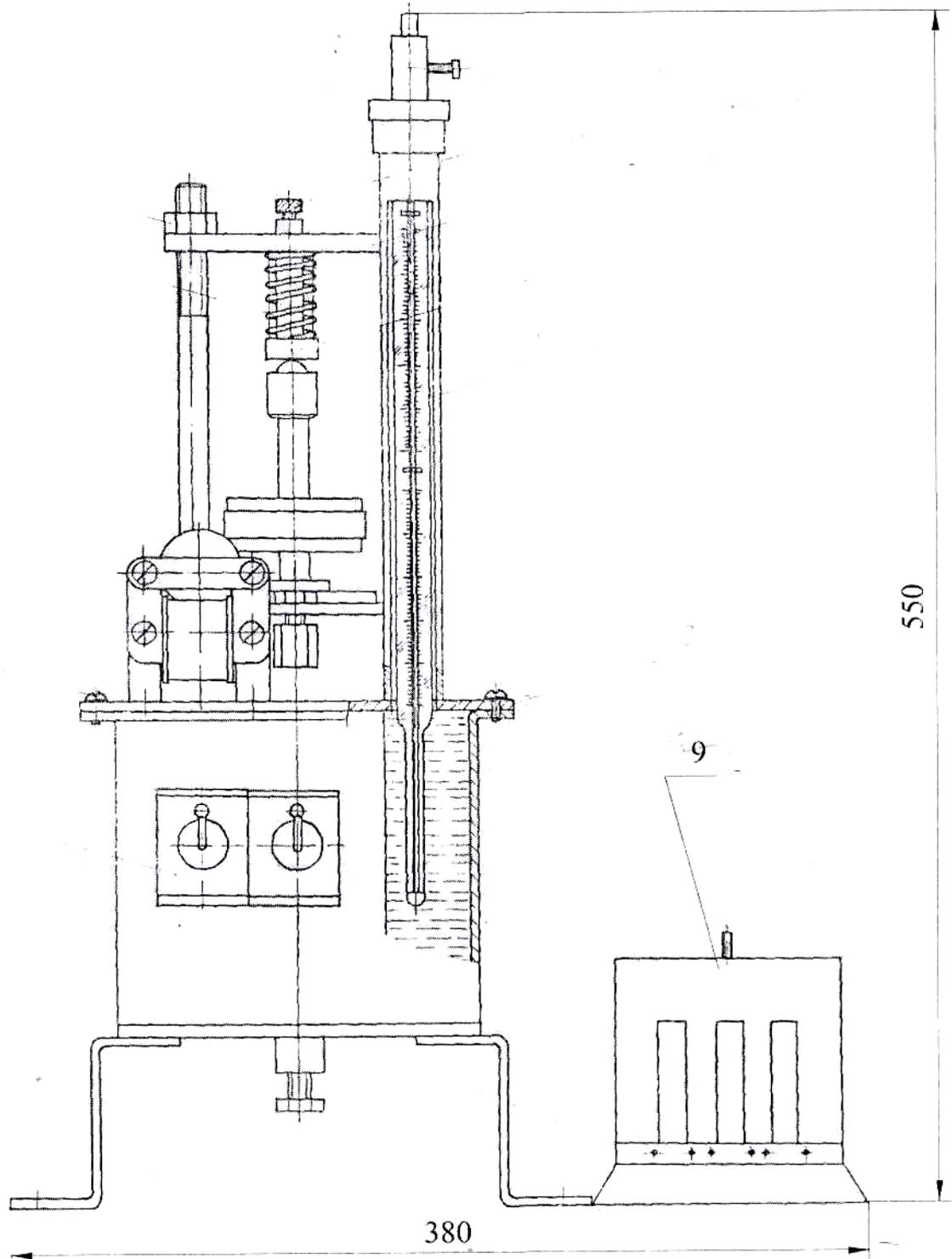


Рис. 7

ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТОРМОЗНЫХ ЖИДКОСТЕЙ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

3.1. Исследование влияния соотношения госсиполовой смолы и сивушного масла на физико–химические свойства композиций и разработка композиционных тормозных жидкостей на их основе

Для выбора оптимального состава тормозной жидкости были поставлены эксперименты по определению зависимости вязкости от соотношения госсиполовой смолы и сивушного масла и температуры эксплуатации.

Предварительно проведенные нами эксперименты позволили при составлении рецептуры варьировать концентрациями составляющих – для госсиполовой смолы от 3, 5, 10, 15, 20%, для сивушного масла соответственно 97, 95, 90, 85, 80% [36].

Смешение указанных компонентов после их подготовки согласно приведенной технологической схемы проводили при слабом нагревании, в результате получали прозрачную жидкость от желтого до светло-коричневого цвета.

Полученные образцы испытуемой жидкости подвергали анализам в соответствии с ТУ TSh 6.20-03-200 и ТУ 2451-004-36732629-99.

Результаты анализов приведены в таблице 6.

В качестве основополагающих для получения уравнений были выбраны кривые соответствующие температуре 70⁰С и концентрации 20%. Выбор температуры 70⁰С обусловлен тем, что это средняя температура тормозной жидкости в процессе эксплуатации, а концентрация 20% .

Показатели качества разработанных тормозных жидкостей на основе сивушного масла и госсиполовой смолы при различных концентрациях госсиполовой смолы и температурах

Таблица 6

Наименование показателей	Метод испытаний ГОСТ	Результаты испытаний при концентрации госсиполовой смолы, %					
		3	5	10	13	15	20
Вязкость кинематическая при:							
40 ⁰ С, мм ² /с	33-82	6,20	6,80	7,39	7,41	7,10	6,3
50 ⁰ С, мм ² /с	33-82	4,30	4,70	5,91	5,93	4,78	4,68
55 ⁰ С мм ² /с	33-82	4,10	4,30	5,14	4,00	4,41	5,31
65 ⁰ С мм ² /с	33-82	2,30	2,60	2,84	2,30	2,70	3,21
70 ⁰ С, мм ² /с	33-82	1,70	1,90	2,39	2,18	2,29	2,46
Плотность при 20 ⁰ С, г/см ³	3900-85	0,8115	0,8211	0,8398	0,8280	0,8299	0,8391
Температура кипения, ⁰ С	18995.7-73	117,5	117,5	118	118	119	120
Температура замерзания, ⁰ С	20287-91	-30 -35	-30 -35	-40	-27 -30	-29 -32	-40 -50

Таким образом, при содержании госсиполовой смолы 20% и сивушного масла 80% температура кипения жидкости представляется наиболее высокой и равна 120⁰С. В силу этого данное соотношение компонентов было принято как оптимальный состав композиционной тормозной жидкости для автотранспортных средств.

Температура кипения новой тормозной жидкости составила 120⁰С. В сравнении с жидкостями БСК, ЭСК, у которых температура кипения находится в пределах 98 – 105⁰С, разработанная нами жидкость имеет определенные преимущества для условий эксплуатации в нашем регионе.

Выпускаемые промышленностью тормозные жидкости многокомпонентны и помимо основы содержат ингибиторы коррозии, красящие вещества. Предлагаемая нами гидротормозная жидкость состоит из 2-х компонентов (таблица 7) исключая необходимость применения указанных ингредиентов, благодаря своим свойствам.

Таблица 7

Компонентный состав жидкостей БСК и ГСТЖ

Состав	Наименование жидкостей		Примечание
	БСК	ГСТЖ	
1. Касторовое масло	+	-	Промышленное сырье
2. Бутиловый спирт	+	-	Промышленное сырье
3. Краситель	+	-	Промышленное сырье
4. Присадки	+	-	Промышленное сырье
5. Госсиполовая смола	-	+	Промышленные отходы
6. Сивушное масло	-	+	Промышленные отходы

ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННОЙ ТОРМОЗНОЙ ЖИДКОСТИ, РАЗРАБОТАННОЙ НА ОСНОВЕ МЕСТНЫХ ВТОРИЧНЫХ СЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ

4.1. Исследование температуры кипения разработанной композиционной тормозной жидкости

Одним из важных показателей, определяющие эффективность использования тормозных жидкостей относятся температурные характеристики. В этой связи нами представляло интерес изучить температуры кипения композиционных тормозных жидкостей как важным факторе, влияющим на тормозные свойства жидкости. Была также отмечена зависимость величины температуры кипения от содержания влаги в жидкости, т.е. от ее гигроскопичности.

Следует отметить, что все композиционные жидкости, выпускаемые промышленностью в настоящее время гигроскопичны. В процессе эксплуатации температура кипения жидкостей на гликолевой основе снижаются на 100 и более градусов, вызывая опасность отказа тормозов вследствие образования «паровых пробок». Такие жидкости как ДОТ-3, ДОТ-4, «Нева» и другие уже через год эксплуатации содержат влагу до 3 – 4,5%. Исключение составляют жидкости на спиртокасторовой основе, которые практически не поглощают воду. Исследуя разработанную нами жидкость ГСТЖ на гигроскопичность, мы пришли к заключению, что она по влагопоглощению близка к БСК (табл. 8).

Известно, что госсиполовая смола при использовании в различных композициях повышает стойкость их к водопоглощению. Аналогичное явление наблюдается в случае ГСТЖ. Кроме того, сивушное масло, которое мы получаем в результате отгона легких спиртов, представляет собой масляную жидкость, в которой также плохо растворяется вода. Очевидно, этим и объясняется низкая гигроскопичность ГСТЖ.

Таблица 8

Зависимость температуры кипения ГСТЖ от продолжительности и условий применения

№№	Продолжительность мес.	Температура кипения, °С		
		Колба	шланг	Тормозная система
1	Свежеприготовленная	120	120	120
2	6	120	120	119
3	12	120	118	117

Таблица 9

Сравнительные данные по изменению температуры кипения ГСТЖ с известными тормозными жидкостями в течение 2-х лет

Наименование жидкостей	Температура сухой жидкости	Температура увлажненной жидкости	Δt
ДОТ-4	230	155	75
Томь	260	180	80
ГСТЖ	120	117	3
БСК	115	96	19

В целом как показали результаты анализов (табл.8) проведенных в лабораторных условиях (в течение 12 месяцев температура исследуемой жидкости снизилась со 120 до 117С), жидкость ГСТЖ практически мало поглощает влагу, а это дает нам основание полагать, что температура кипения ГСТЖ в процессе эксплуатации может снизиться незначительно в сравнении с ДОТ-4и др.(табл.9).

4.2. Исследование смазывающих свойств композиционной тормозной жидкости

В настоящей работе нами проведены исследования по определению смазывающих свойств разработанной гидротормозной жидкости (ГСТЖ) на машине трения разработанной на кафедре «Химмотология» (рис. 5,6,7).

Известно, что гидравлические приводы работают в широком интервале температур. Смазывающие свойства композиционных тормозных жидкостей с повышением температуры обычно ухудшаются. Проведенные нами эксперименты по влиянию температуры ГСТЖ на смазывающие

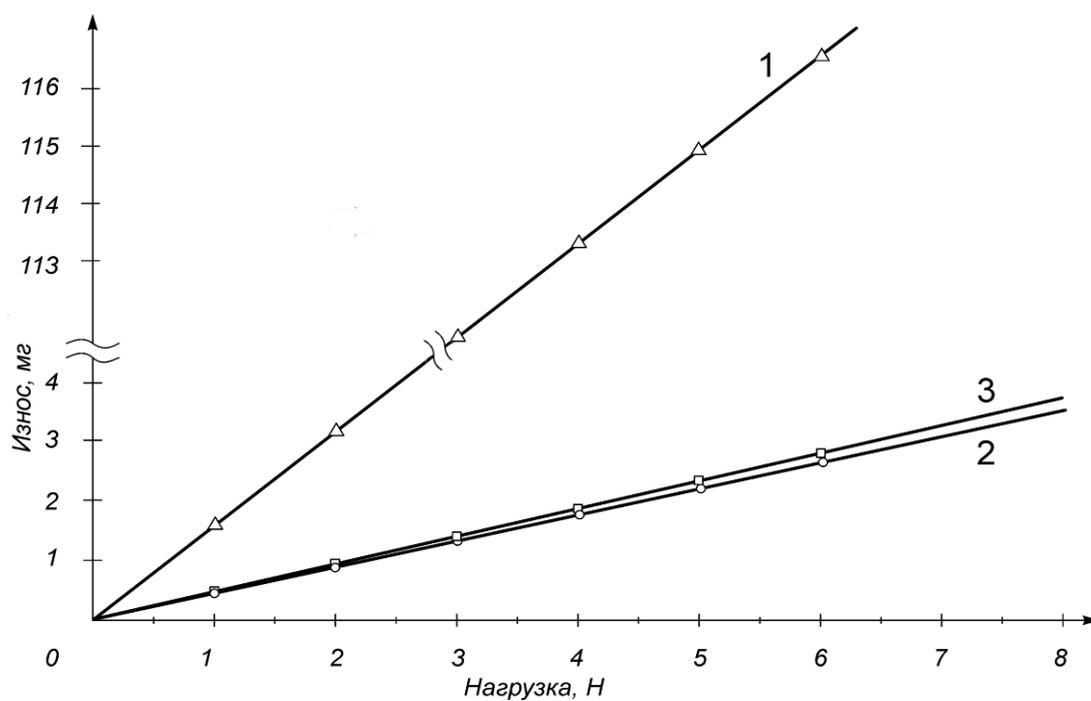
свойства показали, что в интервале температур от 20 до 120⁰С износ дюралюминиевой пластины составил 2,33 мг (рис.), БСК соответственно 2,2 мг. Очевидно, это объясняется зависимостью смазывающих свойств композиционной тормозной жидкости от вязкости, которая в свою очередь меняется от температуры.

На рис. 9 представлена зависимость износа дюралюминиевых пластин от нагрузки при смазке жидкостями ГТЖ-22М, БСК и ГСТЖ. В случае применения жидкости БСК и ГСТЖ износы пластин практически не ощутимы. Наибольший износ наблюдается при смазке пластин жидкостью ГТЖ-22М.

Из рис. 8 также видно, что зависимость износа пластин от нагрузки носит линейный характер и абсолютная величина износа при максимальной нагрузке мала. С увеличением нагрузки до 4,9 Н износ пластин при смазке указанными композиционными тормозными жидкостями возрастает, а при нагрузке свыше 4,9 Н износ пластин практически не увеличивается, поэтому предельную нагрузку для пары стальной шарик – пластина ограничили величиной 4,9 Н.

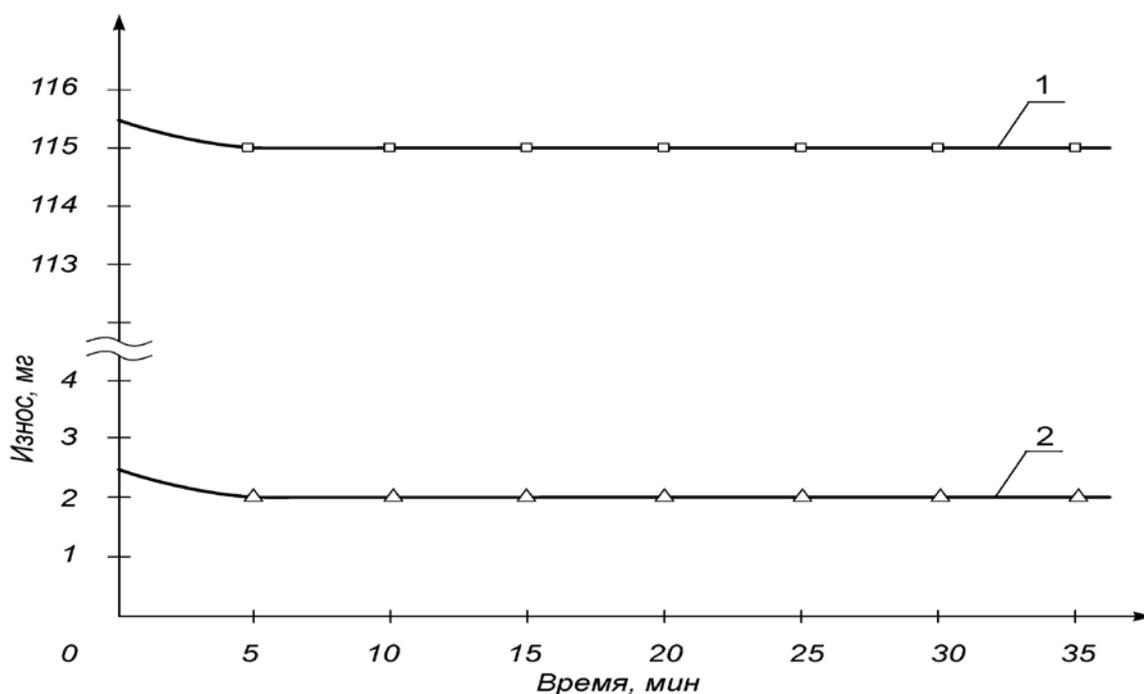
Влияние продолжительности работы испытуемой композиционной тормозной жидкости ГСТЖ в машине трения на ее смазывающие свойства показано на рис.10 из которого видно, что наименьший износ наблюдается до 5 мин, свыше этого времени изменений практически не наблюдались. Это объясняется тем, что вначале испытаний силы трения имеют определенное значение, а затем образуется защитная пленка на трущихся поверхностях и в связи с этим износ практически не увеличивается. Из рисунка также видно, что композиционная тормозная жидкость ГСТЖ обеспечивает наименьший по сравнению с ГТЖ-22М износ и практически не отличается от жидкости БСК. Смазывающие свойства зависят от химической природы основы и композиционных тормозных жидкостей.

Рис.9. Зависимость износа дюралевых пластин от нагрузки при смазке тормозными жидкостями ГТЖ-22, БСК и ГСТЖ



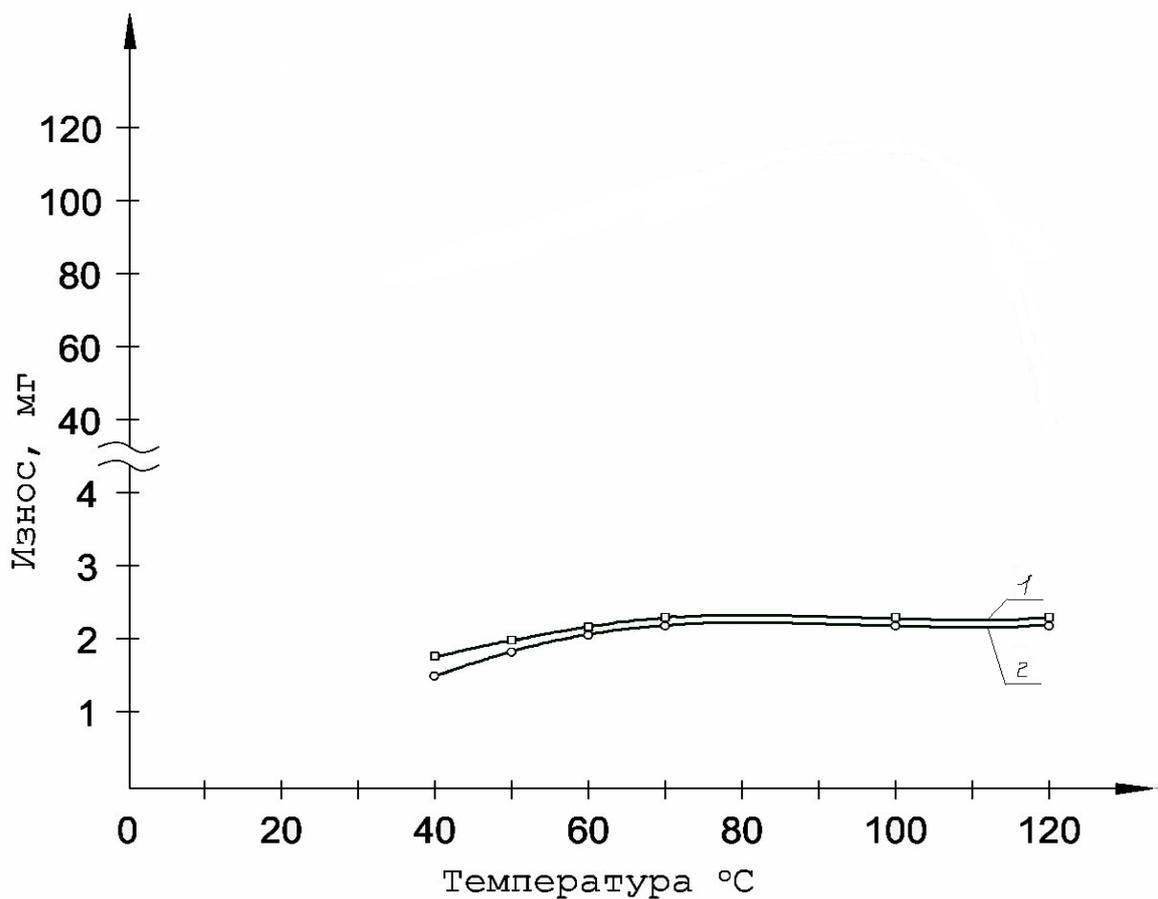
1 – жидкость ГТЖ-22; 2 – жидкость ГСТЖ; 3 – жидкость БСК
температура $t = 70^{\circ}\text{C}$, время $\tau = 10$ мин

Рис.10. Влияние времени работы испытуемой жидкости на износ пластин



ГТЖ-22 2 – ГСТЖ
нагрузка 4,9 Н, температура $t = 70^{\circ}\text{C}$

Рис. 22. Зависимость износа пластин при смазке композиционными тормозными жидкостями БСК и ГСТЖ от температуры



1- жидкость ГСТЖ, 2 - жидкость БСК
 время $\tau = 10$ мин, нагрузка 4,9 Н

Рис. 8

Разработанная нами композиционная тормозная жидкость состоит из высокотемпературной фракции сивушных масел и госсиполовой смолы. В составе высокотемпературной фракции сивушных масел значатся спирты от C_4H_9 и выше. Это нам позволило полагать, что жидкость ГСТЖ может обладать удовлетворительными противоизносными свойствами. Результаты опытов подтвердили, что величина износа на жидкости ГСТЖ практически мало отличается от жидкости БСК (табл.10) .

Смазывающие свойства компонентов тормозных жидкостей

Наименование	Износ при 70 ⁰ С, мг	Вязкость кинематическая, мм ² /с	
		50 ⁰ С	100 ⁰ С
Этиленгликоль	124	6,2	1,94
Полигликоли	3,90	8,7	3,21
Спирт этиловый	21,5	1,83	0,73
Спирты от C ₄ H ₉ до C ₁₁ H ₂₃	3.2	От 2,13 до 5,8	От 0,9 до 2,2
Касторовое масло	2,0	137,9	18,3

Зависимость износа пластин от температуры при смазке спиртами (C₄H₉ОН + C₉H₁₉ОН) в сравнении с касторовым маслом дана на рисунке 23, из которого видно, что смазывающие свойства спиртов мало отличаются от касторового масла.

4.3. Исследование коррозионной активности композиционной тормозной жидкости

При изучении коррозионной активности полученной тормозной композиционной жидкости были использованы образцы из металлов и их сплавов: алюминиевый сплав АЛ-9, чугун СЧ18-36, медь М, сталь высокоуглеродистая Д. Образцы изготовлялись в виде пластин определенного размера. Перед испытанием их зачищали от возможных заусенцев, шлифовали, тщательно промывали в воде и в спирте, высушивали и затем взвешивали с точностью до 0,0002 г. Приготовленные таким образом образцы металлов помещали в специальный прибор для испытания (рис.11). В прибор наливали 200 мл подготовленной гидротормозной жидкости и фиксировали уровень. Испытуемый раствор нагревали до температуры 72±3⁰С и выдерживали при этой же температуре в течении 120 часов.. Во время испытаний поддерживали постоянный уровень испытуемой жидкости добавлением дистиллированной воды. По истечении указанного времени образцы извлекали из прибора, промывали водой, чистили щеткой, затем промывали в спирте и взвешивали с точностью до 0,0002 г

Коррозионные потери (X мг) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{M_0 - M_1}{A}$$

где: M_1 – масса образца металла после испытания, мг;

M_0 – масса образца металла до испытания, мг;

A – общая поверхность пластинки см²

За окончательный результат принимали среднеарифметическое значение трех показаний. Результаты приведены в таблице 11.

Таблица 11

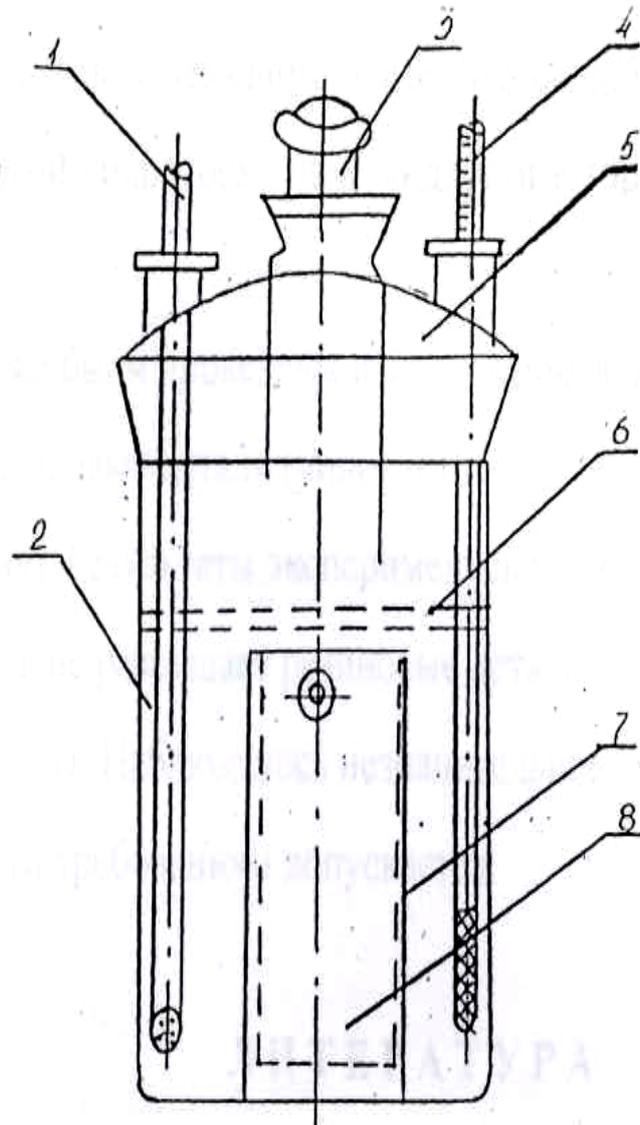
Результаты испытаний антикоррозионных свойств новой композиционной тормозной жидкости

Образец	Масса, г		Потеря массы	Примечание
	До испытаний.	После испытаний		
Медь М	4,8121	4,8119	0,0002	Весьма стойкая
Чугун СЧ18-36	6,8187	6,8185	0,0002	Стойкий
Сталь Д	12,9131	12,9130	0,0001	Стойкий
Алюминий АЛ-9	2,7746	2,7745	0,0001	Стойкий

Данные таблицы показывают, что потери массы испытуемых образцов металлов и их сплавов практически незначительные, что свидетельствует о возможности применения новой композиционной тормозной жидкости в тормозных системах автомобилей.

При визуальном анализе указанных выше пластин не наблюдались следы процессов коррозии. Можно заметить, что лишь на пластине из стали местами наблюдаются небольшие потемнения. Сама композиционная тормозная жидкость не содержала осадка и признаков застывания, поэтому наличия осадка не определяли. После внешнего осмотра определяли рН жидкости, которая стала равной 7,1 ед.

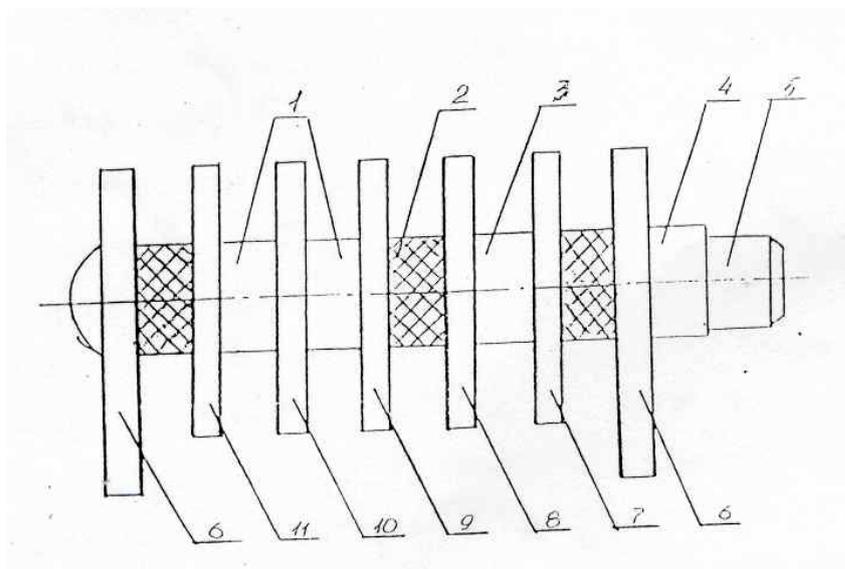
Прибор для определения коррозионного воздействия на металлы



1— аэратор, 2 — сосуд, 3 — холодильник, 4 —термометр, 5 — крышка, 6 — уровень жидкости, 7- металлические образцы, 8 — держатель образцов металлов

Рис. 11

Держатель металлов



1 – латунная прокладка, 2 – изоляционная прокладка, 3 – стальная прокладка, 4 – гайки, 5 – болт крепежный, 6 – латунные подставки, 7 – дюралюминий, 8 – чугун, 9 – латунь, 10 – сталь, 11 – медь

Рис. 12

4.4. Исследование воздействия композиционной тормозной жидкости на изменение показателей резиновых деталей тормозной системы автомобилей

В зависимости от состава композиционных тормозных жидкостей рабочие детали из резины под влиянием температуры и времени испытывают различные изменения. Они касаются объема, жесткости, прочности и т.д. Механизм таких изменений очень сложен и, как нам представляется, композиционные тормозные жидкости вымывают из состава резины присутствующие ингредиенты, что и приводит к снижению качества резины (размягчение, набухание, а иногда и растворение).

С целью определения влияния разработанной нами композиционной тормозной жидкости на качество резиновых деталей были проведены следующие исследования по ГОСТу 9.030-74.

Испытанию подвергались резиновые манжеты (резина 7-2462) от рабочих цилиндров тормозных систем автомобилей ГАЗ-53А, Волга, Тико, Хундай (спец. автомобили-мусоровозы) .

Для этого отобранные новые манжеты предварительно анализировались на внешний вид, объем, затем опускались в стакан с КТЖ, стакан закрывали плотно крышкой и помещали на 70 часов в термостатированный шкаф, предварительно нагретый до $100 \pm 2^{\circ}\text{C}$. После окончания испытаний манжеты извлекали из стакана, промывали спиртом, высушивали и определяли изменение объема, внешнего вида, сравнивая с первоначальными данными (табл. 12).

Таблица 12

Изменение оценочных показателей резиновых манжет при лабораторных испытаниях композиционных тормозных жидкостей

Показатели	Нормы ТУ 2451-004-36732629-99	Наименование композиционных тормозных жидкостей	
		БСК	ГСТЖ
Резина после испытания в тормозной жидкости Объем, % Внешний вид	10 – 0 отсутствие клейкости и шелушения	5 – 10 без изменений	3 – 3,5 без изменений

Примечание: Результаты испытаний резиновых манжет гидросистем разных автомобилей проведенных при воздействии КТЖ оказались одинаковыми, поэтому в таблице мы приводим общие данные.

Из данных таблицы видно, что ГСТЖ менее активно воздействует на изменение объема резиновых манжет, чем жидкости БСК .

Допускаемая величина набухания резиновых деталей (эластомеров) тормозных систем под воздействием тормозной жидкости по нормативным документам не должна превышать 10% . При большей величине набухания прочностные свойства эластомеров существенно снижаются. В нашем слу-

чае набухание резиновых манжет составил 3 – 3,5% (табл. 12), т.е. жидкость ГСТЖ не разрушает резиновые детали гидросистемы, а незначительное набухание резины по известным причинам допускается. Полученные результаты испытаний позволяют нам предположить о надежной работе гидропривода тормозов автомобилей в случае композиционной тормозной жидкости ГСТЖ.

Таким образом, сопоставляя результаты исследований разработанной нами жидкости ГСТЖ с известными тормозными жидкостями БСК по величине вязкости, температуре кипения, смазывающим свойствам, коррозионной активности и нейтральности к резиновым деталям можно рекомендовать в качестве композиционной тормозной жидкости для тормозных систем грузовых автомобилей (табл. 13).

Таблица 13

**Показатели качества новой тормозной жидкости на основе сивушного
масла и госсиполовой смолы**

№	Наименование показателя	Метод испытания ГОСТ	Результат испытания ГСТЖ	Норма
1	2	3	4	5
1	Внешний вид	Визуально	Однородная про- зрачная жидкость, светло-коричнево- го цвета	
2	Вязкость кинематическая При 40°С, мм ² /с При 50°С, мм ² /с, не менее При 100°С, мм ² /с, не менее	33-82	7,41 5,91 2,39	5 2
3	Плотность при 20°С, г/см ³	3900-85	0,8398	
4	Температура кипения, °С	18995.7	120	
5	Температура замерзания, °С	20287-91	- 50	- 40
6	Коррозионное воздейст- вие а) внешний вид пластинок б) изменение массы пла- стинок, г/м час Медь М Низкоуглеродистая сталь Д Чугун СЧ4 18-36 Алюминий АЛ-9	РТМ 26-01-21-68	Выдерживает от- сутствие пятен 0,001 -0,002 0,003 - 0,007 - -	0,2 0,1 0,1 0,1
7	Показатель набухания резиновых манжет, %	ГОСТ 9.030-74	Нет изменений	0-10

**Технологическая схема получения ГСТЖ из кубовых отходов масло-
жиркомбинатов и спиртовых производств**

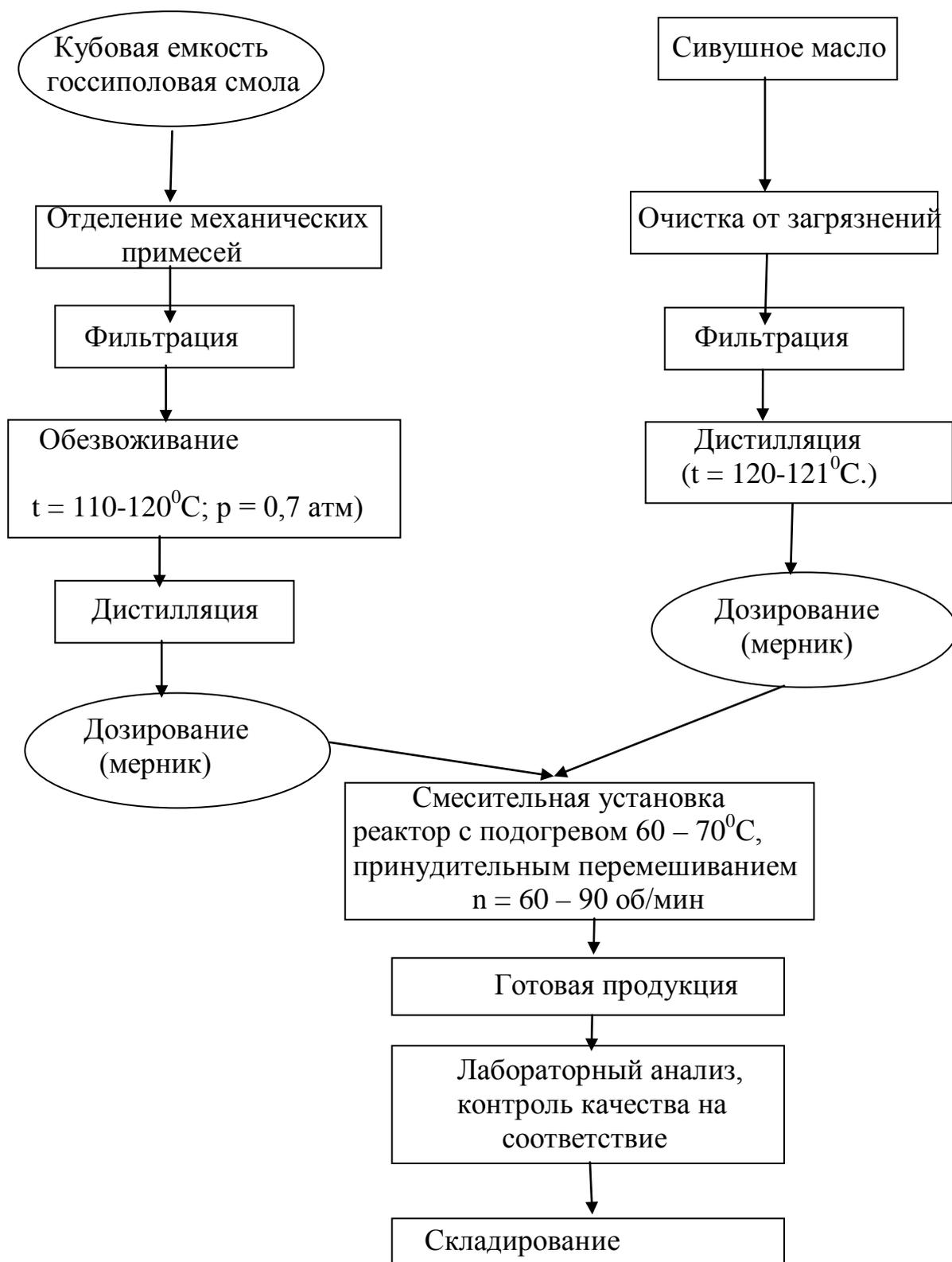


Рис. 13

ОЖИДАЕМЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ ВНЕДРЕНИЯ РАЗРАБОТКИ.

$$\mathcal{E}_{уд} = C_{1,уд} (L_1) - C_{2,уд} (L_2), \text{ сум/л}$$

где $C_{2,уд} (L_2)$ – удельные затраты на получение тормозной жидкости сум/л

$C_{1,уд} (L_1)$ – удельные затраты на получение спиртоглицериновой жидкости (АО «Биохим» г. Янгиюль), в сум/л

При определении удельных затрат учитываются следующие затраты:

- на приобретение сырья и материалов;
- на производство специальной жидкости;
- на энергоносители;
- на заработную плату;
- на покупку и комплектацию технологического оборудования;
- на непредвиденные затраты.

Для проведения численного расчета брали следующие основные исходные данные:

- сивушное масло: 1 л = 80 сум;
- госсиполовая смола: 1 кг + 40 сум;

$$C_{2,уд} (L_2) = 250 \text{ сум/л};$$

$$C_{1,уд} (L_1) = 450 \text{ сум/л};$$

Тогда из формулы $\mathcal{E}_{уд} = 450 - 250 \text{ сум/л} = 200 \text{ сум/л};$

Экономический эффект от внедрения тормозной жидкости на 54629 грузовых автомобилей в год составит:

$$\mathcal{E}_г = \mathcal{E}_{уд} L = 200 \text{ сум} \times 54629 \text{ авт.} = 10.925800 \text{ сум.}$$

Заключение

Проведенные исследования позволили определить приемлемую концентрацию госсиполовой смолы составляющую 20%.

Построены графики зависимости вязкости ГСТЖ от температуры и концентрации

Таким образом, установлено, что смазывающие свойства ГСТЖ не уступают таковым для тормозных жидкостей как БСК и составляют 2,33 мг против 2,23 мг у БСК; коррозионная активность ГСТЖ по изменению массы пластинок меди и стали составила 0,001 – 0,002 и 0,003 – 0,007 г соответственно, что на порядок ниже требований технических условий ТУ 2451-004-36732629-99; исследования ГСТЖ на взаимодействие с резиновыми деталями показали их практическую нейтральность.

ВЫВОДЫ

1. В диссертации работе показаны целесообразность и практические возможности создания эффективных композиционных тормозных жидкостей с использованием местных вторичных сырьевых ресурсов пищевой промышленности.

2. Разработана эффективная тормозная жидкость на основе госсиполовой смолы, являющейся отходом масложировых производств и сивушного масла – отхода производства спирта. Исследования зависимости вязкости от температуры и соотношения госсиполовой смолы (3, 5, 10, 15, 20%) и сивушного масла (97, 95, 90, 85, 80%), а также температуры кипения от времени эксплуатации позволили установить, что оптимальным соотношением для получения эффективной жидкости (ГСТЖ) является 20% госсиполовой смолы и 80% сивушного масла.

3. Установлено, что сивушное масло представляет собой масляную жидкость, а госсиполовая смола является гидрофильным веществом. Композиции на их основе обладают свойством пониженного водопоглощения, что обуславливает незначительное снижение температуры кипения композиции, а, именно, от 120 до 118°С, в течении длительного времени эксплуатации – 2 - 2,5 года.

4. Сравнительными исследованиями на машине трения смазывающих свойств разработанной ГСТЖ в зависимости от температуры эксплуатации, показано, что по смазывающим свойствам она не уступает тормозной жидкости БСК. Установлено, что износ дюралюминиевых пластин, работающих на этих жидкостях, составляет 2,2 мг и 115 мг соответственно, а износ в случае разработанной КТЖ составляет 2,2-2,3 мг. В целях ускорения контроля смазывающих свойств тормозных жидкостей также был разработан модернизированный прибор, отличающийся простой конструкции и экспрессностью.

5. Исследованиями антикоррозионных свойств разработанной жидкости ГСТЖ на образцах из меди, чугуна, стали Д и алюминия АЛ-9 ус-

тановлены их высокая стойкость при соотношении: госсиполовая смола : сивушное масло 20:80, что свидетельствует о повышенных антикоррозионных свойствах разработанной нами тормозной жидкости. В частности, коррозионная активность ГСТЖ по изменению массы пластинок меди и стали, составила 0,001 - 0,002 и 0,003 - 0,007 г, соответственно, что на порядок ниже требований технических условий ТУ 2451-004-36732629-99.

б. Сравнительными исследованиями набухаемости резиновых манжет в различных тормозных жидкостях выявлено, что резиновые манжеты в разработанной КТЖ значительно меньше набухают, чем в тормозной жидкости БСК. Это указывает на практическую нейтральность ГСТЖ, при взаимодействии с резиновыми деталями.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Закон Республики Узбекистан «Об отходах» Газета «Народное слово» и «Халк сузи», 2002
2. Каримов И.А. «Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условия Узбекистана. Т.% «Узбекистан». 2009. 47 с.
3. Adams R., Geissman T.A., Edwards Y.D/ Gossypol – a pigment of cottonseed // Chem. Rev. 1960.V.60 Nr 4 p.555.
4. Bosh Автомобильный справочник. Первое издание. Издательство «За рулем», 2000.
5. British petroleum Wb-site: [http://WWW bp.com/1](http://WWW.bp.com/1)
6. Бутов Ю.С. и др. Лечение госсиполом некоторых дерматозов вирусной этиологии. Материалы Всесоюзной конференции по исследованию лекарственных растений и перспективах из использования в производстве лекарственных препаратов. -М., 1972 . - С.217.
7. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. Изд-во иностранной литературы. - М.: 1963. – 590 с.
8. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы. -М.: Транспорт, 1986, -279 с.
9. Власова Г.М., Белянин Н.В. и. «Тормозная жидкость и способ её получения» Патент № 2124043
10. Гуреев А.А., Фукс И.Г., Лашхи В.Л. Химмотология. -М.: Химия, 1986, -367 с.
11. Данилова Т.А., Миронова А.Н. Спектроскопическое изучение строения и некоторых свойств госсипола.// Изв. АН СССР, Сер. Физ. 1962. Т.26, № 10.-С.1308.
12. Дукарский О.М., Закурдаев А.Г. Статический анализ и обработка данных на ЭВМ «Минск-22» М.: Статистика, 1971, -197 с.

13. Замышляева А.М. и др. О составе госсиполовых смол, полученных при дистилляции жирных кислот из хлопковых соапстоков. Труды ВНИИЖ. Вып.24 Л., 1963. - С.282.
14. www.prom-s.com/brakefl.htm
15. www.himik.ru/catalog.phpid=37&type=goods
16. www.aopt.ru/arc/28/04.html
17. www.nntu.ru/RUS/VECH/metod/posobie/s6_8.htm
18. www.lidalkm.by/ru/production/19/118/
19. www.lidalkm.by/ru/production/19/118/
20. www.sibneftehim.ru/products/product.phtmlprod_id=2053
21. http://www.avto-partner.ru/info/russian_oil/tormoznie_zhidkosti/1325/
22. <http://avi.autosuper.ru/2001/arch05/rosa.htm>
23. http://www.oskaroil.com.ua/sprav/spr1/spr_28.htm
24. www.amv.ru/good_descr~ID=000-003343.html
25. Лышко Г.П. Топливо и смазочные материалы. -М.: Агропромиздат, 1995,- 336 с.
26. Маркман А.Л., Ржехин В.П. Госсипол и его производные. -М.: Пищевая промышленности, 1965
27. Отчет ТАДИ по НИР № П.9.41 «Разработка новой гидротормозной жидкости на основе местного сырья». Ташкент, ТАДИ, 2005 , - 55 с.
28. G.V. Patent № 1480738
29. Павлов В.П., Заскалько П.П. Автомобильные эксплуатационные материалы. -М.: Транспорт, 1982,-208 с.
30. Пожидаев В.А., Горбачева Н.В., Романова А.В., Мостовалова М.Ф., Фирсов А.П. Новая тормозная жидкость «Томь». НИИАТ.
Эксплуатационные и технические свойства автомобильных топлив, смазочных материалов и специальных жидкостей. -М., 1982.
31. Пожидаев В.А., Масарская В.С., Окружной В.А. Методы оценки влияния тормозных жидкостей на щелевую коррозию деталей гидропривода тормозов автомобилей.: НИИАТ, - М., 1982.

- 32.Справочник под редакцией Школьников В.М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости» М.: Издательский центр «Техинформ» МАИ, 1999
33. Синельников АФ., Балабанов ВИ «Автомобильные топлива, масла и эксплуатационные жидкости» Краткий справочник. – М.: ЗАО «КЖИ» «За рулем», 2004, – 176 с.
34. Технический отчет НИИАТ – НАМИ – МЗМА – институт № 25 Испытания тормозной жидкости УГЖ, 1986.
35. Филатов Н.Г., Климов К.И. Исследование смазывающих свойств автомобильных тормозных жидкостей. // Химия и технология топлив и масел. 1968. - № 4.
36. Хакимов Р.М., Смазывающие свойств тормозных жидкостей. Химия, химическая технология. Ташкент. № 1, 2005, -С. 40-44.