

## ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ РЕДУКТОРНОЙ СМАЗКИ ОСП-УЗ ДЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

**Ганиева Сайера Хуршитовна**

доктор PhD

ст. научный сотрудник лаборатории «Нефтехимия»  
Института общей и неорганической химии Академии наук РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [sayora7420@gmail.com](mailto:sayora7420@gmail.com)

**Мирзаева Малика Маннаповна**

ст. научный сотрудник лаборатории «Нефтехимия»  
Института общей и неорганической химии Академии наук РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [khimiyanefti@mail.ru](mailto:khimiyanefti@mail.ru)

**Сманов Бакитжан Алкабаевич**

ст. научный сотрудник лаборатории «Нефтехимия»  
Института общей и неорганической химии Академии наук РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [smanovb@mail.ru](mailto:smanovb@mail.ru)

**Рахимов Бекзод Бахтиёрович**

мл. научный сотрудник лаборатории «Нефтехимия»  
Института общей и неорганической химии Академии наук РУз,  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [khimiyanefti@mail.ru](mailto:khimiyanefti@mail.ru)

## THERMAL PROPERTIES OF THE COMPOSITION OF THE MODIFIED GEAR LUBRICANT OSP-UZ FOR AGRICULTURAL MACHINERY

**Sayera Ganieva**

Doctor PhD

Senior Researcher, "Petrochemistry" laboratory  
Institute of General and Inorganic Chemistry  
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic Uzbekistan, Tashkent

**Malika Mirzaeva**

Senior Researcher, "Petrochemistry" laboratory  
Institute of General and Inorganic Chemistry of the  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic Uzbekistan, Tashkent

**Bakijjan Smanov**

Senior Researcher, "Petrochemistry" laboratory  
Institute of General and Inorganic Chemistry of the  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic Uzbekistan, Tashkent

**Bekzod Rahimov**

Junior researcher of the "Petrochemistry" laboratory  
Institute of General and Inorganic Chemistry of the  
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,  
Republic Uzbekistan, Tashkent  
E-mail: [khimiyanefti@mail.ru](mailto:khimiyanefti@mail.ru)

**АННОТАЦИЯ**

В статье приводятся результаты проведенных исследований по получению термостабильной композиции модифицированной редукторной смазки, которую можно использовать в сельскохозяйственной технике в пределах температур до 380–400<sup>0</sup>С без значительных изменений состава с повышенными эксплуатационными характеристиками, с решением проблемы охраны окружающей среды. Определено, что наибольший вклад в повышении термостабильности модифицированной редукторной смазки оказывает гудрон в сочетании с антиокислительной и противоизносной присадкой ЦД-7.

**ABSTRACT**

The article presents the preparation of a thermostable composition of a modified gear lubricant that can be used in agricultural machinery in the temperature range up to 380–400<sup>0</sup>С without significant changes in the composition with improved performance, and solution of the problem of environmental protection. It has been determined that the greatest contribution to improving the thermal stability of the modified gear lubricant is made by tar in combination with the antioxidant and antiwear additive CD-7.

**Ключевые слова:** модифицированная редукторная смазка, гудрон, депарафинизированное масло, противокоррозионные свойства, электро-химический метод, потенциал коррозии

**Keywords:** modified gear lubricant, tar, dewaxed oil, anti-corrosion properties, electro-chemical method, corrosion potential

При разработке современных смазочных материалов особое внимание уделяется оценке их свойств по термоаналитическим исследованиям, позволяющие выявить происходящие в зоне трения, при повышении температуры, как физические изменения, связанные с полиморфными превращениями – плавлением и испарением компонентов смазок, так и термические и термоокислительные процессы. Определение температур полиморфных превращений в составе смазок особо важно, при разработке научно-обоснованной технологии производства смазочных композиций и оценке эффективности их работы при повышенных температурах. Поэтому термический анализ в области разработки новых инновационных технологий получения различных смазочных композиций имеет важное значение [1,2]. В этой связи нами проведены работы по изучению термических свойств композиций редукторной смазки и его ингредиентов для железнодорожного транспорта [4].

Термоаналитическим исследованиям дифференциально-термическому анализу (ДТА), термогравиметрическому анализу (ТГ)

дифференциально-термогравиметрическому анализу (ДТГ) подвергали следующий по составу композиции редукторной смазки: гудрон (условная вязкость при 100<sup>0</sup>С- усл. град) - 50%; депарафинизированное масло (условная вязкость при 100<sup>0</sup>С- 2,95 усл.град) - 47,45 %; камид (антикоррозионная присадка) – 1,5%; сера - 0,75%; присадка ЦД-7 - 0,3%. Предварительно нами изучены основные физико-химические характеристики ингредиентов, входящих в состав редукторной смазки для сельскохозяйственной техники [3].

Физико-химические характеристики и групповой химический состав депарафинизированного масла и гудрона приведены в таблице 1.

В качестве противоизносной присадки в смазочную композицию вводили - 0,3% дитиофосфата цинка, присадка ЦД-7 (ТУ 0257-001-96449839-2007). Присадка дитиофосфатная ЦД-7, является малоопасным веществом и по степени воздействия на организм человека относится к 3-му классу опасности.

*Таблица 1.*

**Физико-химические характеристики и групповой химический состав депарафинизированного масла и гудрона**

| № п/п | Показатели   | Депарафинизированное масло остаточное | Гудрон |
|-------|--|---------------------------------------|--------|
| 1     | Вязкость кинематическая при 100 <sup>0</sup> С, мм <sup>2</sup> /с, не более | 21,4                                  | -      |
| 2     | Вязкость условная, при 80 <sup>0</sup> С, сек                                | -                                     | 13,2   |
| 3     | Содержание серы, %   | 0,8                                   | 3,16   |
| 4     | Плотность при 20 <sup>0</sup> С, г/см <sup>3</sup>                           | 0,901                                 | 0,973  |
| 5     | Температура застывания, <sup>0</sup> С                                       | -15                                   | -      |
| 6     | Температура вспышки, <sup>0</sup> С  | 210                                   | 220    |
| 7     | Состав:  |                                       |        |
|       | 1. Парафино-нафтеновые, %  | 32,4                                  | 30,5   |
|       | 2. Ароматические углеводороды, %   | 65,8                                  | 50,2   |
|       | 3. Смолы, %  | 1,7                                   | 12,0   |
|       | 4. Асфальтены, %   | -                                     | 7,2    |

Предназначена для улучшения эксплуатационных свойств смазочных масел и пластичных смазок. Противоизносная присадка ЦД-7 к минеральным маслам предназначена для предотвращения изнашивания трущихся деталей двигателя за счет образования защитной пленки в тех местах, где невозможно образование масляной пленки.

Присадка ЦД-7 представляет собой высокоэффективный концентрированный диалкилдитиофосфат цинка в минеральном базовом масле. Улучшает антиокислительные, антикоррозионные и противоизносные свойства смазочных масел. Применяется в моторных, турбинных, компрессорных, гидравлических, промышленных маслах. Физико-химические характеристики присадки ЦД-7 приведены в таблице 2.

**Таблица 2.**
**Присадка к минеральным маслам ЦД -7 (по ТУ 0257-001-96449839-2007)**

| № | Показатели  | Норма по ТУ |
|---|---|-------------|
| 1 | Вязкость кинематическая при 100°C, мм <sup>2</sup> /с, не более     | 9-15        |
| 2 | Массовая доля цинка, %, не менее                                    | 10,5        |
| 3 | Массовая доля воды, %, не более                                     | 0,1         |
| 4 | Общее щелочное число, мг КОН/г присадки, не более                   | 9,0         |
| 5 | Температура вспышки в открытом тигле, °С, не ниже                   | 160         |
| 6 | Показатель pH раствора присадки в спирто-толуольной смеси, не менее | 5,6         |
| 7 | Массовая доля механических примесей, %, не более                    | 0,1         |

Высокое содержание активных элементов (цинка и фосфора) позволяет значительно снизить (более чем в два раза) концентрацию присадки ЦД-7 в маслах в сравнении с другими дитиофосфатными присадками при сохранении эксплуатационных свойств масла. ЦД-7 это противоизносная, антиокислительная, антикоррозионная присадка, она представляет собой 90%-раствор диалкилдитиофосфата цинка в минеральном масле, полученного на основе изобутилового и 2-этилгексилового спиртов.

В качестве антикоррозионной присадки в реакционную массу вводили присадку Камид. Присадка Камид - продукт конденсации дистиллированных жирных кислот с алкиламинами. Для получения активной добавки камид путем синтеза, использовали

сырьё: кубовые остатки синтетических (или дистиллированных) жирных кислот, моно- и диэтанолламины.

Камид представляет собой смесь алкилоамидов, свободных жирных кислот и моноэтанолamina и имеет следующие технические показатели:

1. Кислотное число, мг КОН/г - 40-50
2. Эфирное число, мг КОН/г - 30-40
3. Температура каплепадения по Уббеллоде – 50-60 °С

Сера техническая ГОСТ Р 56249-2014 и ГОСТ 127.1-93.

Массовая доля серы в пересчете на чистое вещество должна быть не менее 99,2%. Основные физико-химические свойства, приведены в таблице 3.

**Таблица 3.**
**Основные физико-химические свойства серы**

| Наименование показателя           | Норма         |
|-----------------------------------|---------------|
| Плотность, г/см <sup>3</sup>      | 1,96-2,07     |
| Температура кипения, °С           | 444,6         |
| Температура плавления, °С         | 112,8-119,3   |
| Удельная теплота сгорания, кДж/кг | 9205          |
| Растворимость в воде              | Не растворима |

Модифицированная редуторная смазка готовится расчетным количеством компонентов, осернением депарафинизированного масла 47,45%, технической серой 0,75%, смешением с гудроном 50% и добавлением присадок ЦД-7 0,3%, Камид 1,5%.

Процесс приготовления модифицированной редуторной смазки заключается в расплавлении варочного загустителя смеси: гудрона, присадки Камид и присадки ЦД-7 (или ДФ -11) в осернённом

депарафинизированном масле и охлаждении полученного раствора. При приготовлении смазки загустители образуют в дисперсионной среде стабильную структурированную систему.

Затем масса охлаждается и передается гомогенизации и затариванию.

Приготовленный образец композиции редуторной смазки анализировался на основные показатели качества. Результаты сравнительных испытаний сведены в таблицу 4.

Таблица 4.

**Сравнительные физико-химические показатели опытной композиции  
модифицированной редукторной смазки (относительно ОСп-Л)**

| № | Наименование показателя   | Смазка<br>ОСп-Л)                                      | Опытный образец               | Метод<br>испытания |
|---|---|---|-------------------------------|--------------------|
| 1 | Внешний вид   | Однородная мазь от темно-коричневого до темного цвета | Однородная мазь темного цвета | По п.5.2.ТУ        |
| 2 | Коррозионное воздействие на медную пластинку                                      | Выдерживает   | Выдерживает                   | ГОСТ 9.080         |
| 3 | Массовая доля воды, не более %  | 0,5   | 0,1                           | ГОСТ 2477          |
| 4 | Массовая доля мех. примесей, %  | 0,1   | 0,1                           | ГОСТ 6370          |
| 5 | Массовая доля свободной щелочи в пересчете на NaOH, не более %                    | 0,3   | Отс.                          | ГОСТ 6707-76       |
| 6 | Вязкость условная при 100°С, условных градусах                                    | 7-12  | 8,60                          | ГОСТ 6558          |
| 7 | Температура застывания, не выше °С  | 0   | -9                            | ГОСТ 20287         |
| 8 | Диаметр пятна износа при осевой нагрузке 392 Н на 4-х шариковой машине трения, мм | 0,70  | 0,55                          | ГОСТ 9490-75       |

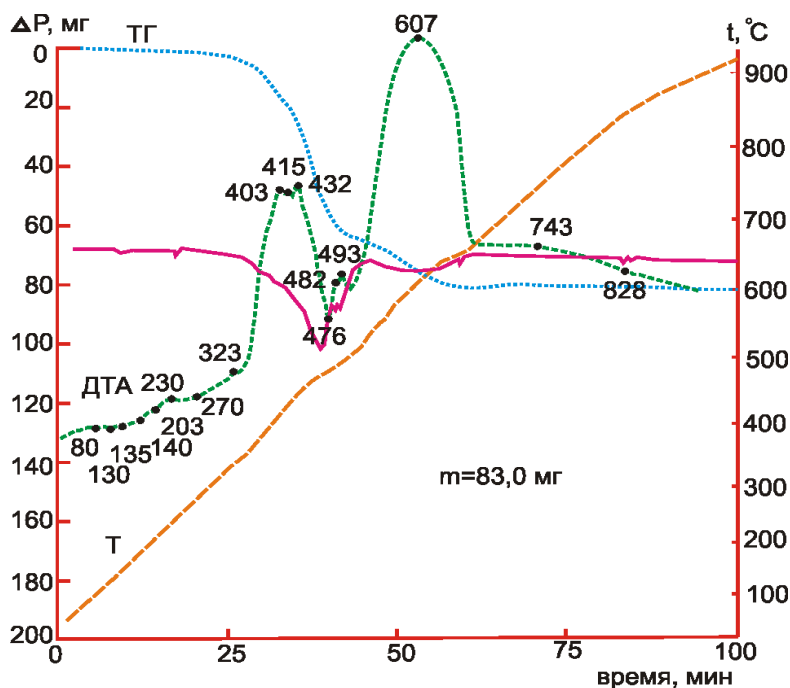
В результате проведенных сравнительных испытаний образца опытной композиции редукторной смазки относительно смазки ОСп-Л были получены положительные результаты по основным физико-химическим показателям: условная вязкость, температура застывания, диаметр пятна износа, коррозионное воздействие на металл.

Установлено, что образец опытной композиции редукторной смазки по сравнению со смазкой ОСп-Л, обладает высокими физико-химическими и трибологическими характеристиками, показатель условной вязкости составил 8,60 мм<sup>2</sup>/с при 100°С, более высокая температура застывания – минус 9°С, меньше диаметр пятна износа – 0,55 мм и выдерживает коррозионное воздействие на металл.

Таким образом, разработанная композиция редукторной смазки на основе осернённого депарафинизированного масла 47,45% и гудрона 50% с

добавлением присадок: 0,75 % сера, 0,3% противозносной присадки (дитиофосфат цинка) ЦД-7, 1,5% антикоррозионной присадки – Камид, обеспечивает эффективное её использование в более широком интервале температур (-9 – +100°С) при обеспечении надежной работы узлов трения машин и механизмов сельскохозяйственной техники.

Термический анализ регистрировали на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей со скоростью 10 град/мин и навеской 0,128-0,134 г при чувствительности гальванометров Т-1200, ТГ-200, ДТА-1/100, ДТГ-1/100. Запись проводили при атмосферных условиях. Держателем служил корундовый тигель с диаметром 10 мм без крышки. В качестве эталона использовали Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> полученные результаты представлены на рисунке 1.



**Рисунок 1. График термоаналитических исследований образца композиции модифицированной редукторной смазки**

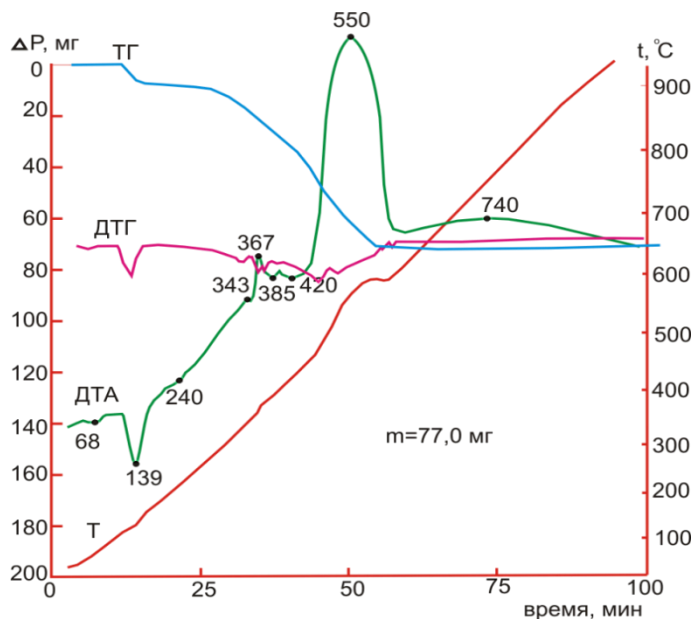
..... – кривая термогравиметрического анализа (ТГ), ..... – кривая дифференциально-термогравиметрического анализа (ДТГ), ..... – кривая дифференциально-термического анализа (ДТА),  
----- – кривая изменения температуры (Т)

График ДТА композиции модифицированной редукторной смазки характеризуете тремя эндотермическими эффектами при 135<sup>0</sup> С; 270<sup>0</sup> С; 476<sup>0</sup> С и двумя экзотермическими эффектами при 415<sup>0</sup>С; 607<sup>0</sup>С. Первый эндотермический эффект сопровождается в диапазоне температур 80-140<sup>0</sup> С и убыль массы при этом составляет 3,43%, связанный, по-видимому, переходом композиции смазки из полужидкого в жидко-образное состояние. Первый экзотермический эффект протекает в интервале температур 403-432<sup>0</sup> С с потерей массы 24,76%. При реализации эндотермического эффекта при 476<sup>0</sup> С экзотермического эффекта при 607<sup>0</sup> С потеря массы составляет соответственно 62,3%. Общая потеря массы до 600<sup>0</sup> С составляет 72,4%. При этом максимум скорости убыли массы происходит (по график ТГ и ДТГ) в пределах температур 403-493<sup>0</sup> С, что объясняется сложными термоокислительными процессам протекающими в редукторной смазке в процессе нагревания и очевидно, поэтапной термоокислительной деструкцией аминных мыл полученных на основе Камида в процессе омыления.

Для идентификации термоокислительных процессов происходящих в составе редукторной смазки в процессе нагревания провели термоаналитические исследования состава композиции смазки, по отдельным ингредиентам. Термоаналитический анализ гудрона входящего в состав редукторной смазки приведён на рисунке 2.

ДТА гудрона характеризуется двумя эндотермическими эффектами при 68<sup>0</sup> С и 139<sup>0</sup> С. А также тремя экзотермическими эффектами при 367<sup>0</sup> С; 395<sup>0</sup> С и 550<sup>0</sup>С.

Эндотермический эффект при 68<sup>0</sup> С объясняется размягчением гудрона - в жидкое состояние эндотермический эффект при 139<sup>0</sup> С. Объясняется очевидно, испарением остатков более летучих растворителей содержащих в гудроне кроме того, при этих пределах температур наблюдается увеличение скорости потери веса до 8-12%, что отражается на кривой ДТГ, при повышении температуры в пределах 120-200<sup>0</sup> С.



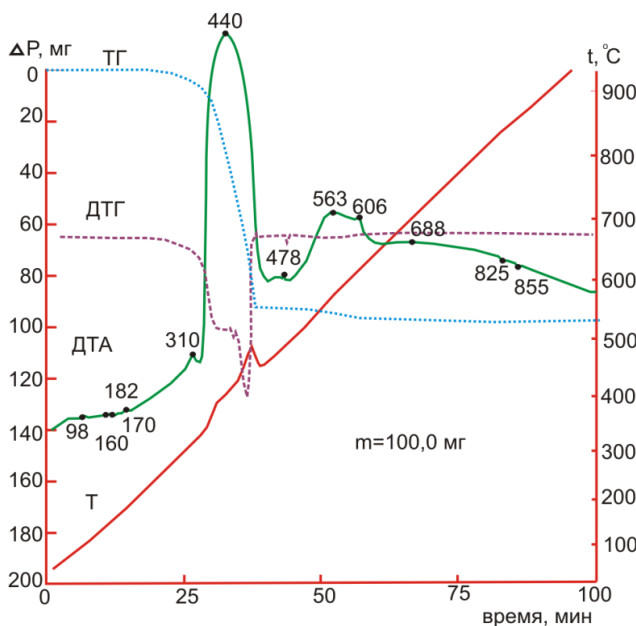
**Рисунок 2. График термоаналитических исследований гудрона, входящего в состав модифицированной редукторной смазки**

..... – кривая термогравиметрического анализа (ТГ), ..... – кривая дифференциально-термогравиметрического анализа (ДТГ), ..... – кривая дифференциально-термического анализа (ДТА),  
----- – кривая изменения температуры (Т)

Экзотермические эффекты при 367<sup>0</sup>С; 395<sup>0</sup>С и 550<sup>0</sup>С, по-видимому, объясняется термоокислительными процессами, происходящие в гудроне в процессе нагревания. Максимальная потери веса в процессе нагревания гудрона по графику ТГ находится в пределах температур 336-645<sup>0</sup>С и составляет 54-56%. Следует особо отметить разное повышение температуры гудрона относительно редукторной смазки (рисунок 2) при нагревании до 450<sup>0</sup>С, где за

счёт протекания экзотермических реакций повышается температура среды гудрона до 550<sup>0</sup>С, а в композиции редукторной смазки этот экзотермический эффект смещается в сторону высоких температур до 607<sup>0</sup>С (рисунок 2), очевидно за счет смол и асфальтенов, содержащихся в гудроне.

Графики термоаналитических исследований депарафинизированного масла представлены на рисунке 3.



**Рисунок 3. График термоаналитических исследований депарафинизированного масла**

..... – кривая термогравиметрического анализа (ТГ), ..... – кривая дифференциально-термогравиметрического анализа (ДТГ), ..... – кривая дифференциально-термического анализа (ДТА),  
----- – кривая изменения температуры (Т)

ДТА депарафинизированного масла характеризуется в основном, экзотермическими эффектами в пределах температур 98-310<sup>0</sup>; от которого слабый эндотермический эффект 318<sup>0</sup>С, переходит в экзотермический эффект до 440<sup>0</sup>С. Следующий экзотермический эффект проявляется при температурах 478-563<sup>0</sup>С и 606<sup>0</sup>С.

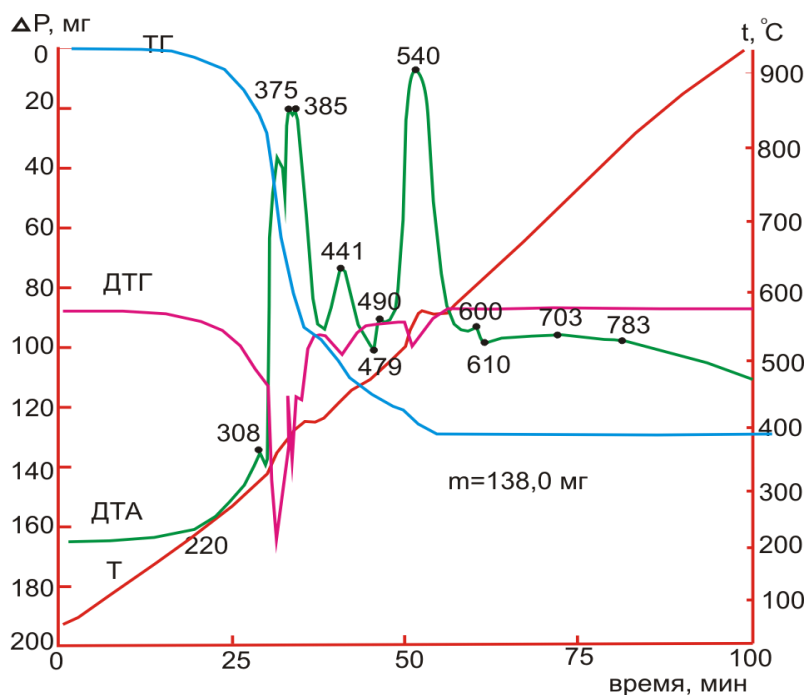
Максимальная потеря веса 440<sup>0</sup>С ТГ проявляет в пределах температур 310-455<sup>0</sup>С что отражается пиком на графике ДТГ, что составляет более 90% и завершается незначительным изменением потери веса 2-4% до 540<sup>0</sup>С. Потеря веса 2-3% составляет до 310<sup>0</sup>С. Процессы происходящие при нагревании депарафинизированного масла до 540<sup>0</sup>С, по-видимому можно объяснить термоокислительными процессами, но в отличие от гудрона (на рисунке 2) депарафинизированное масло проявляет термостабильность до 310<sup>0</sup>С.

Графики дифференциально-термического анализ Камида характеризуется шестью экзотермическими эффектами при 308<sup>0</sup>С; 375<sup>0</sup>С; 385<sup>0</sup>С; 441<sup>0</sup>С; 540<sup>0</sup>С и 600<sup>0</sup>С; максимальное потеря веса ТГ с 8-62% наблюдается в пределах температур 220-390<sup>0</sup>С что отчётливо отражается на графике ДТГ. Эндотермические эффекты наблюдаются при температурах 479<sup>0</sup>С; 610<sup>0</sup>С. Проявление экзотермических и эндотермических эффектов при нагревание Камида очевидно можно объяснить разложением различных

насыщенных жирных кислот триацилглицеринов и протеканием различных термоокислительных процессов в процессе нагревания.

Присадка ЦД-7 противозносно и антиокислительные ДТА проявляется экзотермическими эффектами при 240<sup>0</sup>С; 336<sup>0</sup>С; 468<sup>0</sup>С; 540<sup>0</sup>С и эндотермическими эффектами при 270<sup>0</sup>С; 382<sup>0</sup>С; 507<sup>0</sup>С. Потеря веса по ТГ до 220<sup>0</sup>С составляет не более 5%. Термоокислительные процессы проявляются при температурах выше 220<sup>0</sup>С, а максимальная потеря веса по графику ТГ проявляется в пределах температур 220-382<sup>0</sup>С и составляет 57-58,5%.

При оценке термоокислительной стабильности исследуемых объектов, которыми являются модифицированная редуторная смазка и его компоненты, обращали внимание на изменение температур экзотермических эффектов по графикам ДТА, из термогравиметрического (ТГ) определяли температуры 10 и 50% потери массы при заданной температуре, из дифференциально-термогравиметрического графика (ДТГ) определяли температуру максимальной скорости потери массы. За температуру фазового перехода принимали значение температуры, соответствующее вершине пика на термограмме ДТА.



**Рисунок 5. Термоаналитический график присадки Камид**

..... — кривая термогравиметрического анализа (ТГ), ..... — кривая дифференциально-термогравиметрического анализа (ДТГ), ..... — кривая дифференциально-термического анализа (ДТА),  
 ----- — кривая изменения температуры (Т)

Сравнительный анализ термограмм композиции модифицированной редукторной смазки с его компонентами на рисунках 1-5 показано, что экзотермические эффекты гудрона 367<sup>0</sup> С и депарафинизированного масла проявляются на термограмме ДТА редукторной смазки в пределах температур 403-432<sup>0</sup> С, экзотермические эффекты гудрона 550<sup>0</sup> С и депарафинизированного масла 440<sup>0</sup> С проявляются на термограмме ДТА композиции редукторной смазки при максимальной температуре экзотермического эффекта 607<sup>0</sup>С, что, по-видимому можно объяснить

взаимодействием где основную роль играют смолы и асфальтены, входящие в состав депарафинизированного остаточного масла и в большем количестве в гудроне компонентов композиции редукторной смазки, депарафинизированным маслом, антиокислительной присадкой ЦД-7 и омыленным продуктом Камида в виде аминных мыл в результате повышается термическая стабильность смазочной композиции редукторной смазки по температурам термического разложения.

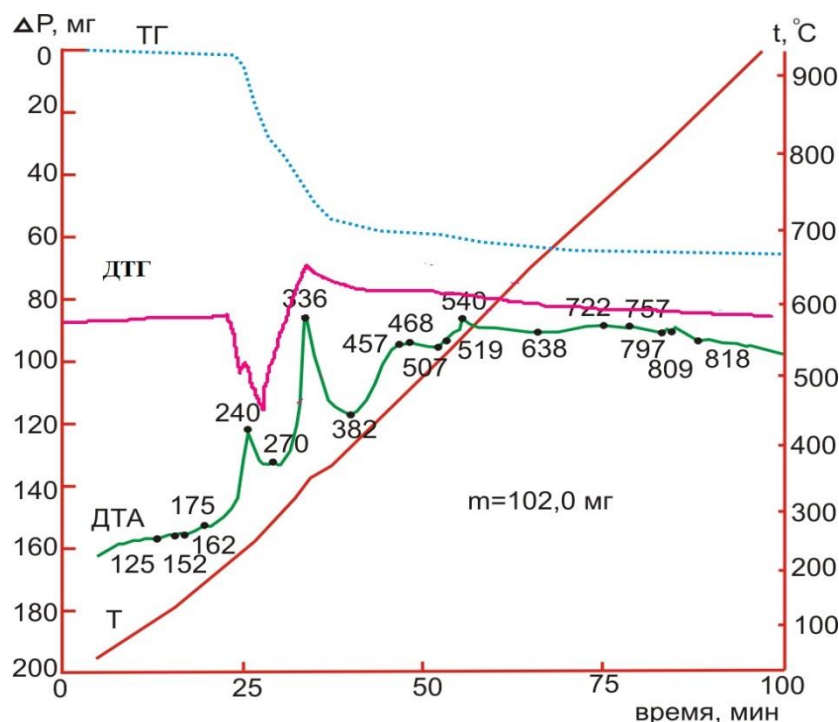


Рисунок 6. График термоаналитических исследований присадки ЦД-7

..... – кривая термогравиметрического анализа (ТГ), ..... – кривая дифференциально-термогравиметрического анализа (ДТГ), ..... – кривая дифференциально-термического анализа (ДТА),  
 ----- – кривая изменения температуры (Т)

Увеличение термической стабильности композиции модифицированной редукторной смазки объясняется смещением температуры 10% потери массы при заданной температуре до 380-390<sup>0</sup> С, а гудрона и депарафинизированного масла этот показатель характеризуется соответственно 200-210<sup>0</sup> С и 340-350<sup>0</sup>С.

Максимальная скорость потери веса по диаграмме ДТГ смещается в область более высоких температур у композиции редукторной смазки 476<sup>0</sup> С, а у гудрона находится в пределах 367-420<sup>0</sup> С, а у депарафинизированного масла пределах 442-456<sup>0</sup> С.

Стабильность свойств композиции модифицированной редукторной смазки проявляется также при эксплуатации, то есть при температурах до 40-45<sup>0</sup> С, редукторная смазка сохраняет свои свойства по текучести и не стекает с редукторов, относительно используемого в качестве редукторной смазки

«Нигрола», что благоприятно влияет на решение экологической проблемы охраны окружающей среды, в этом определенную положительную роль играют аминные мыла присадки Камид, содержащиеся в составе композиции редукторной смазки.

Таким образом, можно утверждать, что получена термостабильная композиция модифицированной редукторной смазки, которую можно использовать в сельскохозяйственной технике в пределах температур до 380-400<sup>0</sup>С без значительных изменений состава с повышенными эксплуатационными характеристиками, с решением проблемы охраны окружающей среды. Наибольший вклад в повышении термостабильности модифицированной редукторной смазки оказывает гудрон в сочетании с антиокислительной и противозносной присадкой ЦД-7.



**Список литературы:**

1. Убайдуллаев Б.Х., Хамидов Б.Н., Акрамов Б.Т., Маматкулова С.А., Ганиева С.Х. Разработка эффективных технологий получения композиций смазочных материалов с использованием местных сырьевых ресурсов и принципов нанотехнологии // Ингредиенты из местного и вторичного сырья для получения новых композиционных материалов: тезисы докладов Респ. научн.-техн. конф. (Ташкент, 10-11 апреля). –Ташкент, 2014. - С. 20-22.
2. Хамидов Б.Н., Убайдуллаев Б.Х., Сайдахмедов Ш.М., Суконкин М.Ю. Получение смазочных композиций на базе местных сырьевых ресурсов и осуществление внедрения. Ингредиенты из местного и вторичного сырья для получения новых композиционных материалов: тезисы докладов Респ. научн.-техн. конф. (Ташкент, 10-11 апреля). –Ташкент, 2014. -С. 93-95.
3. Иванов Г.Н. Инструкция по применению смазочных материалов на локомотивах и МВПС. НТ-34 Государственная акционерная железнодорожная компания «Узбекистон темир йуллари», 2013, Ташкент, С. 111-112.
4. Фукс И.Г., Мельковская Н.К., Ишук Д.Л. и др. Дифференциально-термический анализ литиевых мыл и пластических смазок // Нефтепереработка и нефтехимия-М: в/о Нефтехимия-1976 г. Вып: II-с.17-28.