

УДК 625.089.112

**К.К. Сырманова<sup>1,2\*</sup>, Ж.Б. Калдыбекова<sup>1</sup>, А.Б. Агабекова<sup>3</sup>, Ш.Б. Байжанова<sup>1</sup>,  
Т.В. Ривкина<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>д.т.н., профессор, ЮКУ им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>2</sup>д.т.н., профессор, университет Мирас, Шымкент, Казахстан

<sup>1</sup>к.т.н., ассоц.профессор, ЮКУ им.М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>3</sup>доктор PhD, МКТУ имени Х.А.Ясави, Туркестан, Казахстан

<sup>1</sup>к.т.н., ассоц.профессор, ЮКУ им.М.Ауэзова, Шымкент, Казахстан

<sup>4</sup>к.т.н., доцент, РГУНиГ им. И.М. Губкина, Москва, РФ

\*Автор для корреспонденции: [syрманова.kulash@mail.ru](mailto:syрманова.kulash@mail.ru)

## **МЕХАНИЗМ ОКИСЛЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОМ СТАРЕНИИ НЕФТЯНЫХ ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ**

### **Аннотация**

Наиболее актуальными в нефтеперерабатывающей промышленности, наряду с углублением переработки нефти, остаются проблемы повышения качества нефтепродуктов, к которым относятся и нефтяные дорожные битумы. Прочность и долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий в значительной степени зависит от качества применяемых битумов, которое в первую очередь определяется их устойчивостью к термической и термоокислительной деструкции, что обусловлено наличием легкоокисляющихся групп в молекулах тяжелых фракций.

Однако, дорожные покрытия на их основе не всегда и не полностью удовлетворяют климатическим условиям эксплуатации. Одна из причин этого — ускоренное старение дорожных битумов, особенно производимых по технологиям компаундирования сырья или окисленного продукта с компонентами, содержащими легкоокисляющиеся ароматические соединения. Повышение термоокислительной стабильности окисленных дорожных битумов является актуальной проблемой для большинства их производителей и потребителей.

Научная статья посвящена изучению склонности дорожных битумов, получаемых на битумных производствах по различным технологиям и из сырья разнообразного состава, к термоокислительному старению, установлению взаимосвязи между показателем степени эластичности, и стабильностью к термоокислительному старению нефтяных дорожных битумов.

**Ключевые слова:** нефтяной битум, термоокисление, деструкция, эластичность, стабильность деформационная устойчивость.

В процессе хранения, приготовления асфальтобетонной смеси и при дальнейшей эксплуатации дорог битум подвергается внешним воздействиям (повышенная температура, контактирование с кислородом воздуха, озоном и водой, переменные нагрузки, действие микроорганизмов и др.), в результате чего в материале происходят необратимые изменения структуры, состава и свойств, т.е. старение. Устойчивость битума к старению (в большей мере, термическому и химическому) оценивают по термоокислительной стабильности (ТОС), которая находится в общем случае как изменение свойств образца до и после старения.

Битумы являются одними из наиболее распространенных материалов, используемых в промышленности. Однако статический анализ показывает, что сроки службы битумных покрытий составляют 8-12 лет, вместо нормативных 15-20 лет переработки углеводородного сырья. Потеря необходимого качества битума происходит из-за технологических нарушений, перегревах при его транспортировке, при хранении и приготовлении асфальтобетонной смеси и т.д. Таким образом, главной причиной является происходящее при этом ускоренное старение дорожных битумов, основной характеристикой которого является термоокислительная стабильность[1-2].

Решение задачи эффективного развития транспортной инфраструктуры невозможно без широкого применения качественных материалов в дорожном строительстве. Качество дорожных нефтяных битумов является одним из важнейших факторов, определяющих срок службы дорожных покрытий. Химическая природа нефти и технология производства во многом определяют качество дорожных битумов. Изучение влияния технологии производства на групповой химический состав битумов, на их структурную и термоокислительную стабильность, адгезионные свойства при взаимодействии с минеральными материалами, определяющие срок службы дорожного полотна в условиях эксплуатации, является актуальной задачей.

Окисление компонентов нефтяных остатков – исключительно сложный процесс, развитие которого в различных направлениях определяется как конкретными условиями эксплуатации, так и химическим составом продукта. Первичными продуктами окисления углеводородных соединений являются гидроперекиси. Процесс развивается по радикально-цепному механизму, и, таким образом, его можно считать автокаталитическим. Гидроперекиси в дальнейшем разлагаются и превращаются в другие кислородсодержащие соединения. В реакции окисления вовлекаются все новые и новые компоненты. Некоторые продукты окисления распадаются с разрывом углеродной цепи. Одновременно развиваются и реакции конденсации и окислительной полимеризации. Состав продуктов превращения все время изменяется и обогащается новыми веществами. В результате в зависимости от условий и химического состава в окисленном остатке могут накапливаться следующие продукты: низкомолекулярные и высокомолекулярные кислоты, оксикислоты, спирты, альдегиды, кетоны, фенолы и другие вещества [1-2].

Образующиеся оксикислоты дают начало сложным эфирам и непредельным кислотам. Окислительная полимеризация фенолов и других ароматических производных и конденсация альдегидов и кетонов приводит к накоплению смол, асфальтенов, асфальтогеновых кислот, карбенов и карбоидов. Механизм окисления углеводородов, намеченный результатами многочисленных исследований, с достаточной определенностью охватывается рядом теорий. Самой распространенной является пероксидная теория окисления [3].

Основное положение этой теории заключается в том, что при автоокислении кислород присоединяется к окисляемому телу в виде целой молекулы, переходящей при этом в активное состояние. Образующиеся при окислении перекиси содержат группу – O – O –, в которой половина кислорода находится в слабосвязанном активном состоянии, и легко реагирует с другими веществами. Они могут окислять как исходное, так и другое вещества. Неоднократно наблюдалось, что при добавлении перекисей резко ускоряется окислительный процесс. Таким образом реакция окисления, проходящая через образование перекисей является автокаталитической и идет по радикально-цепному механизму.

Под цепными обычно понимают такие реакции, в результате которых, наряду с конечными продуктами, всегда образуются активированное исходное вещество или нестойкие промежуточные соединения. Энергия, получающаяся в результате химической реакции, при цепном процессе не рассеивается равномерно между всеми молекулами, а передается в большей части какой-либо из них, тем самым активируя ее. Благодаря этому реакция многократно повторяется, под влиянием лишь незначительного толчка извне.

Выяснение причины и установление механизма этих нежелательных явлений в сложных смесях углеводородных соединений может быть дано лишь на основании изучения окисляемости индивидуальных компонентов различных классов и типов структуры, а также простых смесей этих соединений. Только глубокое изучение природы и механизма окисления может привести к рациональному подбору: 1) добавок и компонентов в целях исправления качества масел из природных нефтей; 2) структур индивидуальных компонентов и других соединений в целях составления синтетических масел [3].

При низкотемпературном окислении в жидкой фазе первичные продукты окисления способны как на дальнейшее окисление в сторону продуктов кислого характера, так и на

глубокую полимеризацию в сторону смолистых веществ [4].

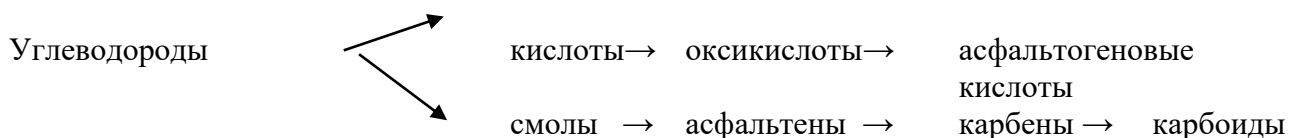


Рисунок 1- Обобщенная схема изменения группового химического состава нефтяного дорожного битума

Установление строения последних представляет значительные трудности. Фармер объясняет механизм образования смол через перекиси, как конденсацию последних с углеводородами в сторону образования диалкилперекисей, в свою очередь дающих новые перекиси, продолжающие цепную реакцию конденсации.

Склонность к химическим превращениям зависит от состава нефтяного остатка и прежде всего от наличия легкоокисляющихся групп и связей в молекулах. Окисляемость высокомолекулярных углеводородов подробно была изучена Черножуковым и Крейном. Основные выводы из этих работ можно конкретизировать в следующих положениях:

- Нафтеновые углеводороды легко вступают в реакции окисления при повышенных температурах. Окисление легче всего идет по месту присоединения боковых цепей или соприкосновения циклов, то есть по месту третичного атома углерода. Наличие четвертичного атома углерода, особенно в конце боковой цепи, увеличивает стойкость углеводорода против окисления. Присоединение кислорода сопровождается разрывом кольца. Чем выше молекулярная масса, больше число циклов, короче и разветвленнее боковые цепи, тем легче идет окисление, главными продуктами которого являются кислоты и оксикислоты. Наиболее стабильны по отношению к кислороду нафтенны с небольшим числом циклов и длинными боковыми цепями. Продуктами окисления являются в основном кислоты и оксикислоты и лишь в незначительных количествах имеются продукты уплотнения как результат конденсации первичных продуктов окисления (альдегидов, кетонов).

- Ароматические углеводороды в целом менее склонны к окислению, чем нафтенны. По мере увеличения молекулярной массы, числа циклов стойкость к окислению уменьшается. Наличие боковых цепей резко увеличивает возможность окисления. Так же, как и у нафтенных углеводородов, легче всего окисление идет при наличии в цепи третичного атома углерода. Системы с конденсированными бензольными кольцами более устойчивы, чем углеводороды рядов дифенил- и трифенилметана. Окисление идет, как правило, без разрыва ароматического кольца. Поэтому за счет окисления боковых цепей образуются в основном кислоты, а ароматические ядра окисляются до фенолов, фенолокислот и ароматических кислот, которые в дальнейшем уплотняются в смолистые продукты.

- Гибридные нафтенароматические системы с боковыми парафиновыми цепями активно реагируют с кислородом и образуют за счет нафтенных колец и боковых цепей преимущественно кислые продукты окисления, а за счет ароматической части молекулы – продукты конденсации. При окислении углеводородов этого типа или смесей углеводородов различного строения в первую очередь действие кислорода направляется на боковые цепи, затем окисляются нафтенные кольца и уже под конец ароматические.

- При окислении смесей углеводородов ароматические углеводороды оказывают тормозящее действие на реакции окисления нафтенных. Это объясняется тем, что продукты окисления ароматических углеводородов – фенолы – обладают антиокислительными функциями.

- Парафиновые углеводороды при окислении, в отличие от непредельных и ароматических, образуют мало продуктов уплотнения, давая преимущественно

низкомолекулярные кислые и нейтральные продукты окисления.

Для оценки устойчивости битума к термоокислительному старению используют различные методы [5], сущность которых заключается в термообработке образца в тонком слое при температуре в течение определённого времени.

Для изучения устойчивости к термоокислительному старению исследуемые образцы битумов прогревали в слое толщиной 3,8 мм в формах диаметром 140 мм и высотой 10 мм при температуре 163 °С в течение 25 ч. Периодически в процессе старения отбирали пробы битумов для определения температуры размягчения, температуры хрупкости и группового химического состава. Основные свойства дорожных битумов такие как: прочностные, пластичные, низкотемпературные и др. определяют поведение битумов при эксплуатации. Только оптимальное сочетание показателей основных свойств дорожных битумов обеспечивает необходимый уровень их эксплуатационных характеристик и степени долговечности изготавливаемых с их применением асфальтобетонных покрытий. Поэтому для оценки качества битума комплексные испытания по ГОСТ 22245-90, который включает в себя, главным образом, издавна принятые методы испытаний, при которых фиксированные показатели свойств базируются проводили на основе исследований дорожных битумов оптимальной структуры - температура размягчения, вязкость, температура хрупкости, растяжимость, степень эластичности и др. [6, 7].

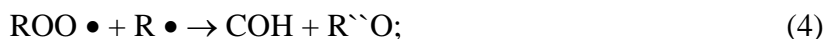
Известно, что в процессе термоокислительного старения происходит изменение группового химического состава нефтяного дорожного битума по обобщенной схеме (рис. 1).

Скорость таких превращений определяется температурой, концентрацией кислорода в воздухе, степенью развитости поверхности реагирующих компонентов, толщиной пленки органического вяжущего, концентрацией образующихся радикалов.

Таким образом, главной причиной старения асфальтобетонных смесей и асфальтобетонов является окисление их молекулярным кислородом, протекающее особенно быстро при повышенных температурах по механизму цепных реакций с вырожденными разветвлениями, описанному А.Н. Бахом и Н.Н. Семеновым [3,4]. Эти реакции идут с самоускорением и характеризуются периодом индукции, во время которого окисление практически не происходит и свойства органических вяжущих меняются мало. Ускорение объясняется вырожденными разветвлениями, обусловленными распадом гидроперекисей, которые образуются в результате окисления тонкопленочного битума. Цепь развивается через радикалы – алкильный  $R\bullet$  и перекисный  $RO\bullet$ . Окисление углеводородов является доминирующей причиной старения битумов, как и других высокомолекулярных веществ. Поэтому исследование молекулярного механизма этого процесса чрезвычайно важно. Основы теории медленного окисления органических соединений предложены А.Н. Бахом [4]. Согласно этой теории, окисление органических веществ происходит через промежуточное образование перекисей, легко вступающих в соединения. Окисление углеводородов является цепным процессом, механизм которого может быть представлен следующей схемой: реакция инициирования



реакция развития первичной цепи





Перекисный радикал, образовавшийся в результате реакции, отрывает от молекулы углеводорода наиболее подвижный атом водорода, регенерируя первичный активный центр  $R \bullet$  и превращаясь при этом в стабильную перекись. Накапливаясь в системе, эти перекиси одновременно распадаются. Такой распад ведёт к возникновению дополнительных радикалов, являясь источником развития новых цепей. Использование электронного парамагнитного резонанса, метода радиоактивных изотопов и др. позволило экспериментально подтвердить цепной механизм реакций окисления углеводородов экспериментально подтвержденный современными методами научных исследований.

Окисление нефтяных остатков воздухом для получения битумов применяется в случае, когда в исходном сырье содержится незначительное количество смолисто-асфальтеновых компонентов. Поэтому оно используется на всех окислительных установках для получения высококачественных дорожных, строительных и специальных битумов с различными физико-химическими и эксплуатационными свойствами.

Известно, что чем больше содержание смолисто-асфальтеновых компонентов, тем лучше происходит структурообразование битумов. Основными факторами, влияющими на процесс окисления гудронов или нефтяных остатков при  $250 - 270^{\circ}\text{C}$ , являются: природа сырья (нефти), температура размягчения гудрона, содержание в нём масел, парафиновых и нафтеновых углеводородов, расход воздуха, продолжительность окисления, давление в зоне реакции, температура воздуха, подаваемого в процессе окисления и уровень жидкой фазы в реакторе.

Таблица 1- Физико-механические свойства и групповые химические составы битума БНД 70/100 до и после старения

Показатели качества	Битум нефтяной дорожный БНД 70/100	
	исходный	после старения
1. Глубина проникания иглы, 0,1 мм:		
при $25^{\circ}\text{C}$	75	47
при $0^{\circ}\text{C}$ , не менее	21	19
2. Температура размягчения по кольцу и шару, $^{\circ}\text{C}$ , не ниже	48	51
3. Потеря массы образца после прогрева, %, не более	-	0,25
4. Изменение температуры размягчения после старения, $^{\circ}\text{C}$ , не более	-	7
3. Растяжимость, см, не менее:		
при $25^{\circ}\text{C}$	115	111
при $0^{\circ}\text{C}$ , не менее	4,0	3,2
4. Температура хрупкости до/после старения, $^{\circ}\text{C}$ , не выше	-20	-17
5. Степень эластичность при $25^{\circ}\text{C}$ , %	8,7	13
6. Групповой химический состав, масс. %		
Асфальтены	22,35	31,75
Смолы	24,98	18,11
		32,96

Ароматические углеводороды	37,10	17,18
Насыщенные углеводороды	15,57	

Таким образом, с течением времени в битуме происходит увеличение количества асфальтенов. Повышение содержания асфальтенов ведет за собой возрастание твердости, температуры размягчения и хрупкости битума. Количество смол, которые придают битуму пластичность, тягучесть, со временем уменьшается. Поэтому по мере накопления асфальтенов постепенно теряются пластические свойства битума и увеличивается его хрупкость.

Старение битумов в асфальтобетоне происходит по тому же механизму, что и в свободном битуме, хотя существуют некоторые особенности, накладываемые химико-минералогическим составом и структурой минеральных материалов. Адсорбционные слои в сравнении со свободным битумом имеют одно важное преимущество: молекулы битума в адсорбционно-сольватных слоях имеют гораздо меньшую подвижность, чем в свободном битуме, что приводит к снижению их реакционной способности. Битум, попадая в зону действия поверхностных сил минеральных материалов, претерпевает структурные изменения, образуя перпендикулярно расположенные к поверхности минеральных зерен цепочки из асфальтенов. Вследствие этого, битум, адсорбционно-связанный с поверхностью минеральных материалов, приобретает новые структурно-механические свойства, что оказывает непосредственное влияние на процессы старения, происходящие в нем.

Основными факторами, влияющими на процесс окисления гудронов или нефтяных остатков являются: природа нефтяного сырья, температура размягчения битума, содержание в нём масел, парафиновых и нафтеновых углеводородов, расход воздуха, продолжительность окисления, давление в зоне реакции и температура.

Анализ группового химического состава нефтяного битума показал, что с течением времени в битуме происходит увеличение количества асфальтенов. Количество смол, которые придают битуму пластичность, тягучесть, со временем уменьшается. Поэтому по мере накопления асфальтенов постепенно теряются пластические свойства битума и увеличивается его хрупкость.

На основании полученных результатов долговечности образцов нефтяных дорожных битумов, подтверждена зависимость степени эластичности дорожных битумов от технологий их получения. Установлено, что с увеличением показателя степени эластичности при 25°C образцов битумов происходит повышение их термоокислительной стабильности и деформационная устойчивость асфальтобетонных смесей. Показатель степени эластичности может являться критерием оценки долговечности нефтяных битумов дорожных марок. Для создания долговечных асфальтобетонных покрытий необходимо, чтобы битумы нефтяные дорожные обладали необходимым уровнем степени эластичности более 30-35%.

*Данные исследования выполнены при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант AP19679034 «Разработка технологии получения битумных материалов для дорожной отрасли с утилизацией полимерных отходов в технологическом процессе»).*

#### Список литературы

1. Грудников, И.Б. Теория и практика битумного дела. Уфа: Нефтегазовое дело, 2013, 420 с.
2. Глотова Н.А. Изменение реологических свойств и химического состава битумов при старении / Н.А. Глотова, В.С. Горшков, Б.И. Кац // Научно-технический журнал «Химия и технология топлив и масел, 2020, № 4, С. 47-49.

3. В. П. Прокопович, И. А. Климовцова, Н. Р. Прокопчук, С. Е. Кравченко, Н. В. Радьков Исследование долговечности исходных и стабилизированных нефтяных битумов различного группового состава журнал химические проблемы создания новых материалов и технологий. Минск: Химия, 2018, 473 с.
4. Дошлов О. И., Звонарева Т. А. Зависимость стабильности и термоустойчивости нефтяных остатков от их состава // Химия и химические технологии, 2014, №6, С. 24-30.
5. Худякова Т.С. Прогнозирование термостабильности дорожных битумов //Химия и технология топлив и масел, 2015, № 3, С. 32–35.
6. ГОСТ 22245-90 – Битумы нефтяные дорожные вязкие. Технические условия. Москва: ИПК издательство стандартов, 1998, 9 с.
7. Belyaev PS, Polushkin DL, Makeev PV, Frolov VA, et al. Petroleum Bitumen Modified by Polymer Materials for Asphalt Concrete Surfacing with Improved Operational Performance. Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Internet]. 2016;22(2):264–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.17277/vestnik.2016.02.pp.264-271>.

### References

1. Grudnikov, I.B. Teorija i praktika bitumnogo dela. Ufa: Neftegazovoe delo, 2013, 420 s.
2. Glotova N.A. Izmenenie reologicheskikh svojstv i himicheskogo sostava bitumov pri starenii / N.A. Glotova, V.S. Gorshkov, B.I. Kac // Nauchno-tehnicheskij zhurnal «Himija i tehnologija topliv i masel, 2020, № 4, S. 47-49.
3. V. P. Prokopovich, I. A. Klimovcova, N. R. Prokopchuk, S. E. Kravchenko, N. V. Rad'kov Issledovanie dolgovechnosti ishodnyh i stabilizirovannyh neftjanyh bitumov razlichnogo gruppovogo sostava zhurnal himicheskie problemy sozdaniya novyh materialov i tehnologij. Minsk: Himija, 2018, 473 s.
4. Doshlov O. I., Zvonareva T. A. Zavisimost' stabil'nosti i termoustojchivosti neftjanyh ostatkov ot ih sostava // Himija i himicheskie tehnologii, 2014, №6, S. 24-30.
5. Hudjakova T.S. Prognozirovanie termostabil'nosti dorozhnyh bitumov //Himija i tehnologija topliv i masel, 2015, № 3, S. 32–35.
6. GOST 22245-90 – Bitumy neftjanye dorozhnye vjazkie. Tehnicheskie uslovija. Moskva: IPK izdatel'stvo standartov, 1998, 9 s.
7. Belyaev PS, Polushkin DL, Makeev PV, Frolov VA, et al. Petroleum Bitumen Modified by Polymer Materials for Asphalt Concrete Surfacing with Improved Operational Performance. Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta [Internet]. 2016;22(2):264–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.17277/vestnik.2016.02.pp.264-271>.

**К.К. Сырманова<sup>1,2\*</sup>, Ж.Б. Қалдыбекова<sup>1</sup>, А.Б. Ағабекова<sup>3</sup>, Ш.Б. Байжанова<sup>1</sup>, Т.В. Ривкина<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Т.ғ.д., профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

<sup>2</sup>Т.ғ.д., профессор, Мирас университеті, Шымкент, Қазақстан

<sup>1</sup>Т.ғ.к., қауымдастық. профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

<sup>3</sup>PhD докторы, Х.А. Ясауи атындағы ХҚТУ, Түркістан, Қазақстан

<sup>1</sup>Т.ғ.к., қауымдастық. профессор, М. Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

<sup>4</sup>Т.ғ.к., доцент, И.М. Губкин атындағы РММЖГУ, Мәскеу, РФ

\*Корреспондент авторы: [syrmanova.kulash@mail.ru](mailto:syrmanova.kulash@mail.ru)

### **МҰНАЙ ЖОЛ БИТУМДАРЫНЫҢ ТЕРМО ТОТЫҒУ ҚАРТАЮЫНДАҒЫ КӨМІРСУТЕК ҚОСЫЛЫСТАРЫНЫҢ ТОТЫҒУ МЕХАНИЗМІ**

#### **Түйін**

Мұнай өңдеу өнеркәсібінде мұнай өңдеуді тереңдетумен қатар, мұнай өнімдерінің сапасын арттыру мәселелері өзекті болып қала береді, оларға мұнай жол битумдары да жатады. Жол

асфальтбетон жабындарының беріктігі мен беріктігі негізінен қолданылатын битумдардың сапасына байланысты, бұл бірінші кезекте олардың термиялық және термо тотығу деструкциясына төзімділігімен анықталады, бұл ауыр фракциялардың молекулаларында жеңіл тотықтырғыш топтардың болуына байланысты.

Алайда, олардың негізіндегі жол жабындары әрдайым емес және климаттық пайдалану жағдайларын толық қанағаттандырмайды. Мұның себептерінің бірі-жол битумдарының тез қартаюуы, әсіресе құрамында жеңіл тотығатын хош иісті қосылыстары бар компоненттері бар шикізатты немесе тотыққан өнімді біріктіру технологиялары бойынша өндіріледі. тотыққан жол битумдарының жылу тотығу тұрақтылығын арттыру олардың көптеген өндірушілері мен тұтынушылары үшін өзекті мәселе болып табылады.

Ғылыми мақала әр түрлі технологиялар боАйынша және әр түрлі құрамдағы шикізаттан алынған битум өндірістерінде алынған жол битумдарының жылу тотығу қартаюуына бейімділігін зерттеуге, икемділік көрсеткіші мен мұнай жол битумдарының Термо тотығу қартаюуына тұрақтылық арасындағы байланысты орнатуға арналған.

**Кілттік сөздер:** мұнай битумы, Термо тотығу, деструкция, икемділік, тұрақтылық деформацияның беріктігі.

**K.K. Syrmanova<sup>1,2\*</sup>, Zh.B. Kaldybekova<sup>1</sup>, A.B. Agabekova<sup>3</sup>, Sh.B. Baizhanova<sup>1</sup>, T.V. Rivkina<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Dr.Tech.Scie., Professor, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>2</sup>Dr.Tech.Scie., Professor, Miras University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>1</sup>Cand.Tech.Scie., assoc.Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>3</sup>PhD, Kh.A. Yasavi International Kazakh Turkish University, Turkestan, Kazakhstan

<sup>1</sup>Cand.Tech.Scie., assoc.Professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan

<sup>4</sup>Cand.Tech.Scie., Associate Professor, I.M. Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Moscow, Russian Federation

**\*Corresponding author's email:** syrmanova.kulash@mail.ru

## THE MECHANISM OF OXIDATION OF HYDROCARBON COMPOUNDS DURING THERMO-OXIDATIVE AGING OF PETROLEUM BITUMEN

### Abstract

The most urgent problems in the oil refining industry, along with the deepening of oil refining, remain the problems of improving the quality of petroleum products, which include oil road bitumen. The strength and durability of road asphalt concrete coatings largely depends on the quality of the bitumen used, which is primarily determined by their resistance to thermal and thermo-oxidative degradation, due to the presence of easily oxidizing groups in heavy fraction molecules.

However, road surfaces based on them do not always and do not fully meet the climatic conditions of operation. One of the reasons for this is the accelerated aging of road bitumen, especially those produced by compounding technologies of raw materials or an oxidized product with components containing easily oxidizing aromatic compounds. increasing the thermal-oxidative stability of oxidized road bitumen is an urgent problem for most of their manufacturers and consumers.

The scientific article is devoted to the study of the propensity of road bitumen obtained at bitumen plants using various technologies and from raw materials of various composition to thermo-oxidative aging, establishing the relationship between the degree of elasticity and stability to thermo-oxidative aging of petroleum road bitumen.

**Keywords:** petroleum bitumen, thermal oxidation, destruction, elasticity, stability, deformation stability.