**Задача №1.**

При испытании на растяжение стального цилиндрического образца диаметром \_\_=10мм и начальной расчетной длиной l0=100мм, наибольшая нагрузка, предшествующая разрушению образца, равнялась Р=50000Г

Определите:

- предел прочности при растяжении \_\_,МН/м2(кгс/мм2);

- относительное удлинение \_\_ %, длина образца после разрыва l1=120мм;

- относительное сужение \_\_,%, если площадь в месте разрыва \_\_\_=70мм2

[1МН/м2 = 0.1кгс/мм2]

Решение:

\_\_\_=РB/(l0\*\_\_)=50000Н/(10мм\*100мм)=50МН/м2 = 5кгс/мм2

\_\_\_=((l1-l0)/l0)\*100%=(120мм-100мм)/100мм\*100%=20%

\_\_\_=((\_\_\_/\_\_\_)/\_\_\_)\*100%=((1000мм2-70мм2)/1000мм2)\*100%=93%

Ответ: Предел прочности при растяжении 5кгс/мм2 или 50МН/м2

Относительное удлинение 20%

Относительное сужение 93%

**Задача №2. Применение металлических твердых сплавов групп ВК и ТК, их состав и свойства**

**Вольфрамокобальтовые сплавы (ВК)**

Вольфрамокобальтовые сплавы (группа ВК) состоят из карбида вольфрама(WC) и кобальта. Сплавы этой группы различаются содержанием в них кобальта, размерами зерен карбида вольфрама и технологией изготовления. Для оснащения режущего инструмента применяют сплавы с содержанием кобальта 3-10%.

В табл. 2 приведены состав и характеристики основных физико-механических свойств твердых сплавов, в соответствии с ГОСТ 3882-74.

Табл. 2

**Состав и характеристики основных физико-механических свойств сплавов, на основе WC-Co (группа ВК)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сплав | Состав, % | | | изг, Мпа, не менее |  × 10-3, кг/м3 | HRA, не менее |
| WC | TaC | Co |
| ВК3 | 97 | - | 3 | 1176 | 15,0-15,3 | 89,5 |
| ВК3-М | 97 | - | 3 | 1176 | 15,0-15,3 | 91,0 |
| ВК4 | 96 | - | 4 | 1519 | 14,9-15,2 | 89,5 |
| ВК6 | 94 | - | 6 | 1519 | 14,6-15,0 | 88,5 |
| ВК6-М | 94 | - | 6 | 1421 | 14,8-15,1 | 90,0 |
| ВК6-ОМ | 92 | 2 | 6 | 1274 | 14,7-15,0 | 90,5 |
| ВК8 | 92 | - | 8 | 1666 | 14,4-14,8 | 87,5 |
| ВК10 | 90 | - | 10 | 1764 | 14,2-14,6 | 87,0 |
| ВК10-М | 90 | - | 10 | 1617 | 14,3-14,6 | 88,0 |
| ВК10-ОМ | 88 | 2 | 10 | 1470 | 14,3-14,6 | 88,5 |

В условном обозначении сплава цифра показывает процентное содержание кобальтовой связки. Например обозначение ВК6 показывает, что в нем 6% кобальта и 94% карбидов вольфрама.

При увеличении в сплавах содержания кобальта в диапазоне от 3 до 10% предел прочности, ударная вязкость и пластическая деформация возрастают, в то время как твердость и модуль упругости уменьшаются. С ростом содержания кобальта повышаются теплопроводность сплавов и их коэффициент термического расширения.

Из всех существующих твердых сплавов, сплавы группы ВК при одинаковом содержании кобальта обладают более высокими ударной вязкостью и пределом прочности при изгибе, а также лучшей тепло- и электропроводностью. Однако стойкость этих сплавов к окислению и коррозии значительно ниже, кроме того, они обладают большой склонностью к схватыванию со стружкой при обработке резанием. При одинаковом содержании кобальта физико-механические и режущие свойства сплавов в значительной мере определяются средним размером зерен карбида вольфрама (WC). Разработанные технологические приемы позволяют получать твердые сплавы, в которых средний размер зерен карбидной составляющей может изменяться от долей микрометра до 10-15 мкм.

Сплавы с размерами карбидов от 3 до 5 мкм относятся к крупнозернистым и обозначаются буквой В (ВК6-В), с размерами карбидов от 0,5 до 1,5 мкм буквой М (мелкозернистым ВК6-М), а с размерами, когда 70% зерен менее 1,0 мкм – ОМ (особо мелкозернистым ВК6-ОМ). Сплавы с меньшим размером карбидной фазы более износостойкие и теплостойкие, а также позволяют затачивать более острую режущую кромку (допускают получение радиуса округления режущей кромки до 1,0-2,0 мкм).

Физико-механические свойства сплавов определяют их режущую способность в различных условиях эксплуатации.

С ростом содержания кобальта в сплаве его стойкость при резании снижается, а эксплуатационная прочность растет.

Эти закономерности и положены в основу практических рекомендаций по рациональному применению конкретных марок сплавов. Так, сплав ВК3 с минимальным содержанием кобальта, как наиболее износостойкий, но наименее прочный рекомендуется для чистовой обработки с максимально допустимой скоростью резания, но с малыми подачей и глубиной резания, а сплавы ВК8, ВК10М и ВК10-ОМ – для черновой обработки с пониженной скоростью резания и увеличенным сечением среза в условиях ударных нагрузок.

**Титановольфрамокобальтовые сплавы (ТК).**

Сплавы второй группы ТК состоят из трех основных фаз:твердого раствора карбидов титана и вольфрама (TiC-WC) карбида вольфрама (WC) и кобальтовой связки. Предназначены они главным образом для оснащения инструментов при обработке резанием сталей, дающих сливную стружку. По сравнению со сплавами группы ВК они обладают большей стойкостью к окислению, твердостью и жаропрочностью и в то же время меньшими теплопроводностью и электропроводностью, а также модулем упругости.

Способность сплавов группы ТК сопротивляться изнашиванию под воздействием скользящей стружки объясняется также и тем, что температура схватывания со сталью у сплавов этого типа выше, чем у сплавов на основе WC-Co, что позволяет применять более высокие скорости резания при обработке стали и существенно повышать стойкость инструмента.

В табл. 3 приведены состав и характеристики основных физико-механических свойств сплавов в соответствии с ГОСТ 3882-74.

Табл. 3

**Состав и характеристики физико-механических свойств сплавов на основе WC-TiC-Co, группа ТК**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Сплав | Состав, % | | | изг, Мпа, не менее |  × 10-3, кг/м3 | HRA, не менее |
| WC | TiC | Co |
| Т30К4 | 66 | 30 | - 4 | 980 | 9,5-9,8 | 92,0 |
| Т15К6 | 79 | 15 | - 6 | 1176 | 11,1-11,6 | 90,0 |
| Т14К8 | 78 | 14 | - 8 | 1274 | 11,2-11,6 | 89,5 |
| Т5К10 | 85 | 6 | - 9 | 1470 | 12,4-13,1 | 88,5 |
| Т5К12 | 83 | 5 | -12 | 1666 | 13,1-13,5 | 87,0 |

Так же как у сплавов на основе WC-Co, предел прочности при изгибе и сжатии и ударная вязкость увеличиваются с ростом содержания кобальта.

Теплопроводность сплавов группы ТК существенно ниже, а коэффициент линейного термического расширения выше, чем у сплавов группы ВК. Соответственно меняются и режущие свойства сплавов: при увеличении содержания кобальта снижается износостойкость сплавов при резании, а при увеличении содержания карбида титана снижается эксплуатационная прочность.

Поэтому такие сплавы, как Т30К4 и Т15К6, применяют для чистовой и получистовой обработки стали с высокой скоростью резания и малыми нагрузками на инструмент. В то же время сплавы Т5К10 и Т5К12 с наибольшим содержанием кобальта предназначены для работы в тяжелых условиях ударных нагрузок с пониженной скоростью резания.

Путем введения легирующих добавок получены сплавы, применяемые для резания стали с большими ударными нагрузками.

**Задача №3**

На полученное с нефтебазы масло марки М-8Г2(к) был выдан паспорт:

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели качества | Значения показателей |
| 1. Моющие свойства, баллы | 0,8 |
| 2. Температура застывания **О**С | -25 |
| 3. Температура вспышки **О**С | 200 |
| 4. Индекс вязкости | 90 |
| 5. Кинематическая вязкость при 100**О**С, мм2/с | 9,0 |

Поясните влияние отклонений каждого показателя качества масла от требований ГОСТ 8581-78 на работу двигателя и долговечность его систем и механизмов.

Расшифруйте обозначения масла в соответствии с ГОСТом 17479.1.85 “Масла моторные”.

1. Моющие свойства. По ГОСТ 8581-78 показатель является 0,5. Соответственно полученное масло на 0.3 качественнее требований. Следовательно продукт с нефтебазы продлит срок работы двигателя и обеспечит долговечность его систем и механизмов.
2. Температура застывания.

**Температура застывания** масла указывает только на возможность перелить масло из канистры в картер двигателя, не прибегая к предварительному подогреву. Однозначной взаимосвязи температуры застывания масла с его пусковыми свойствами на холоде не существует.

По ГОСТ 8581-78 показатель является -30. Соответственно полученное масло на 5**О**С по данному показателю отличается. Следовательно продукт с нефтебазы хуже переносит холодный период и усложнит процесс переливания при температурах ниже -25**О**С, потребуется значительное время на прогрев.

1. Температура вспышки.

**Температура вспышки.** Если масло нагревать, то его пары образуют с воздухом смесь. Температуру, при которой эти пары способны воспламениться, называют температурой вспышки. Температура вспышки связана с фракционным составом масла и структурой молекул базовых компонентов. При прочих равных условиях высокая температура вспышки предпочтительна. Она существенно снижается по сравнению с исходным значением, если в процессе работы масло разжижается топливом из-за неисправностей двигателя. В сочетании со снижением вязкости масла понижение температуры вспышки служит сигналом для поиска неисправностей системы подачи топлива, системы зажигания или карбюратора.

По ГОСТ 8581-78 показатель должен быть не менее 90. Соответственно отклонений в работе двигателя быть не должно, так как показатели равны.

1. Индекс вязкости.

Индекс вязкости (VI viscosity index) это эмпирический, безразмерный показатель для оценки зависимости вязкости масла от температуры. Высокий индекс вязкости указывает на сравнительно незначительное изменение вязкости с изменением температуры. Величина вязкости моторного масла должна обеспечить жидкостную смазку главных узлов трения двигателя на всех температурных режимах его эксплуатации.

По ГОСТ 8581-78 показатель является 200. Соответственно отклонений в работе двигателя быть не должно, так как показатели равны. Но с учетом того, масло М-8Г2(к) делится на 2 вида, первого и высшего сорта, то данный продукт получает классификацию: “Первый сорт”.

5. Кинематическая вязкость при 100 **О**С

Характеризует срабатываемость в масле полимерного загустителя. По величине этого параметра можно прогнозировать способность масла к сохранению своих вязкостных характеристик в процессе эксплуатации.

В течение срока службы моторного масла происходят два процесса: срабатывается полимерный загуститель и одновременно стареет базовое масло. Первый процесс ведет к разжижению масла, а второй — к его загустеванию. Причем принято считать, что масло непригодно к дальнейшей эксплуатации при значении изменения кинематической вязкости +100%. Соответственно, можно сделать вывод, что чем меньше величина изменения (с учетом знака), тем больше срок службы масла. Так как в отличии от показателя ГОСТ 8581-78(8+-0,5), показатель масла выпущенного с завода 9, я делаю вывод, что срок службы масла будет меньше чем обычно.

Итог: масло выпущенное с нефтебазы, по своим характеристикам уступает стандарту ГОСТ 8581-78.

М-8Г2(к) в соответствии со стандартом ГОСТ 17479,1,85:

М-8Г2(к) вязкость: 20(SAE)

По условиям эксплуатации: СС(API)

**Задача №4. Физическая стабильность автомобильных бензинов**

Физической стабильностью называют способность сохранять однородность и фракционный состав. Однородность может быть нарушена вследствие расслаивания топлива, а также образования в нём твердых веществ.

Все образцы, полученные с использованием низкооктановых изоме-ризатов и МТБЭ, полностью соответствовали требованиям ГОСТ 2084—77 по физико-химическим и антидетонационным свойствам. Использование МТБЭ в составе опытных образцов бензина АИ-93, содержащих низкооктановые изомеризаты, позволило значительно улучшить равномерность распределения детонационной стойкости по фракциям, повысив октановое число легкокипящих фракций. Все испытанные образцы бензинов, содержащие изомеризат и МТБЭ, обладали хорошей физической стабильностью и не имели склонности к образованию паровых пробок.  
- Обладать высокой физической стабильностью и не терять гомогенность в процессе длительного хранения механизмов.

Современные дизельные топлива представляют собой средне-дистиллятные нефтяные фракции с высокой физической стабильностью. Температура начала кипения товарных дизельных топлив обычно лежит в пределах 180-200 °С и давление насыщенных паров при обычных температурах не превышает 1 кПа . В связи с этим потери дизельных топлив от больших и малых дыханий резервуаров невелики и составляют порядка 1,5 кг в год с 1 м3 паровоздушного пространства.

Эксплуатационные свойства автомобильных бензинов определяются их детонационной стойкостью, фракционным составом, химической и физической стабильностью. Под физической стабильностью бензинов понимают отсутствие легких фракций, которые улетучиваются из бензина при его хранении и транспортировке. Важной характеристикой смазок как коллоидных гетерогенных систем является стабильность их структуры и свойств во времени. Различают химическую и физическую стабильность. Химическая стабильность определяется устойчивостью смазок к воздействию химических реагентов, окисляемостью под воздействием кислорода воздуха и длительной термообработки: Под физической стабильностью понимают устойчивость смазок к действию нагрузок, невысоких и кратковременных температур и других физических факторов.

Физическая стабильность бензинов определяется содержанием в них легкокипящих компонентов. Низкой физической стабильностью обладают бензины с добавками бутана или бутан-бутиленовой фракции. По этой причине потери при хранении бензинов зимнего вида при прочих равных условиях примерно в 1,5 раза больше, чем потери бензинов летнего вида.

Стабильность и склонность к образованию отложений. Стандартные дизельные топлива обладают высокой физической стабильностью. В них не содержится легколетучих или малорастворимых компонентов и примесей. Давление насыщенных паров при 20°С не превышает 1 кПа, поэтому потери топлив при больших и малых дыханиях резервуара не превышает 1,5 кг/м3 паровоздушного пространства.

Для контроля за составом топлив недавно утверждены стандарты на определение содержания выносителя в бензинах , интенсивности окраски этилированных бензинов и др. Для оценки новых показателей эксплуатационных свойств служат методы: ГОСТ 18597—73, предназначенный для оценки коррозионных свойств топлив в условиях конденсации воды , ГОСТ 20449—75 — для оценки коррозионных свойств при повышенных температурах и некоторые другие. Стандартизованы также новые методы определения физической стабильности бензинов — ГОСТ 6369—75, химической стабильности бензинов — ГОСТ 22054—76.

Способность вызывать детонацию двигателя зависит от многих свойств сжигаемого бензина: строения углеводородов, фракционного состава, химической и физической стабильности, содержания серы и др. Оценивается детонационная стойкость октановым числом, которое указывается в марке бензина. Чем выше детонационная стойкость, тем эффективнее и экономичнее работа двигателя.

Для повышения физической стабильности остаточных топлив, предотвращения образования донных отложений и улучшения сгорания в России были разработаны присадки ВНИИНП-102, ВНИИНП-106 и ВНИИНП-200

Выпускают автомобильный бензин марок:

**А-72 (этилированный и неэтилированный, летний и зимний)**

Автомобильный неэтилированный бензин низкого качества с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Содержит продукты термического и каталитического крекинга, коксования и пиролиза, прямогонный бензин и антиокислительные присадки. Плотность не нормируется. Октановое число по моторному методу — 72, по исследовательскому методу не нормируется

**А-76 (этилированный и неэтилированный, летний и зимний)**

Автомобильный бензин низкого качества. Содержит продукты термического и каталитического крекинга, коксования и пиролиза, прямогонный бензин, антиокислительные и антидетонационные присадки. Самая распространенная марка бензина для использования в сельском хозяйстве.

**А-80 (этилированный и неэтилированный)**

Автомобильный бензин обычного качества. Содержит антидетонационные присадки. производят этилированный с содержанием свинца не более 0,15 г/л и неэтилированный с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Содержание серы — не более 0,05%. Плотность — не более 0,755 г/смА-803. Октановое число по моторному методу — 76, а по исследовательскому методу — 80. Фактически — это бензин марки с немного улучшенными характеристиками.

**АИ-91 (неэтилированный, летний и зимний)**

Автомобильный бензин обычного качества. Содержит антидетонационные присадки. производят неэтилированный (бесцветный) с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Содержание серы — не более 0,1%. Плотность не нормируется. Октановое число по моторному методу — 82,5, а по исследовательскому методу — 91. По качеству близок к европейской марке «регулар» и азиатской 91RON, но содержит на 30% больше свинца.

**А-92 (этилированный и неэтилированный, летний и зимний)**

Автомобильный бензин обычного качества. Содержит антидетонационные присадки. Самая распространенная марка бензина в крупных городах РФ и Украины. производят этилированный с содержанием свинца не более 0,15 г/л и неэтилированный с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Содержание серы — не более 0,05%. Плотность — не более 0,77 г/смА-923. Октановое число по моторному методу — 83, а по исследовательскому методу — 92. По качеству близок к европейской марке «регулар» и азиатской 92RON, но содержит на 30% больше свинца.

**АИ-93 (этилированный, летний и зимний)**

Автомобильный бензин обычного качества. Этилированный АИ-93 готовят на основе бензина каталитического риформинга мягкого режима, с добавлением толуола и алкилбензина. Для повышения давления паров добавляют фракцию прямой перегонки с температурой кипения до 62°С или бутан-бутиленовую фракцию. Неэтилированный АИ-93 готовят на основе бензина каталитического риформинга жесткого режима с добавлением алкилбензина, изопентана и бутан-бутиленовой фракции. Содержит антидетонационные присадки.

**АИ-95 «Экстра» (неэтилированный летний)**

Автомобильный бензин улучшенного качества. Готовят на основе бензина каталитического крекинга легкого дистиллятного сырья с изопарафиновыми и ароматическими компонентами и добавкой газового бензина. Содержит антидетонационные присадки.АИ-95 производят неэтилированный (бесцветный), свинец в нем отсутствует. Плотность — не более 0,720 г/см3, содержание серы — не более 0,05%, давление насыщенных паров — не менее 53,3 кПа (400 мм рт. ст.). Октановое число по моторному методу — 85, а по исследовательскому методу — 95. По качеству близок к европейской марке «премиум» и азиатской 95RON, но лучше, так как не содержит свинца.

**АИ-95 (неэтилированный, летний и зимний)**

Автомобильный бензин улучшенного качества. Готовят на основе бензина каталитического крекинга легкого дистиллятного сырья с изопарафиновыми и ароматическими компонентами и добавкой газового бензина. Содержит антидетонационные присадки. производят неэтилированный (бесцветный) с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Плотность не нормируется. Октановое число по моторному методу — 85, а по исследовательскому методу — 95. По качеству близок к европейской марке «премиум» и азиатской 95RON, но содержит на 30% больше свинца.

**Задача №5. Процесс старения резины**

При хранении каучуков, а также при хранении и эксплуатации резиновых изделий происходит неизбежный процесс старения, приводящий к ухудшению их свойств. В результате старения снижается прочность при растяжении, эластичность и относительное удлинение, повышаются гистерезисные потери и твердость, уменьшается сопротивление истиранию, изменяется пластичность, вязкость и растворимость невулканизированного каучука. Кроме того, в результате старения значительно уменьшается продолжительность эксплуатации резиновых изделий. Поэтому повышение стойкости резины к старению имеет большое значение для увеличения надежности и работоспособности резиновых изделий.

Старение – результат воздействия на каучук кислорода, нагревания, света и особенно озона. Кроме того, старение каучуков и резин ускоряется в присутствии соединений поливалентных металлов и при многократных деформациях. Стойкость вулканизатов к старению зависит от ряда факторов, важнейшими из которых является:

- природа каучука;

- свойства содержащихся в резине противостарителей, наполнителей и пластификаторов (масел);

- природа вулканизирующих веществ и ускорителей вулканизации (от них зависит структура и устойчивость сульфидных связей, возникающих при вулканизации);

- степень вулканизации;

- растворимость и скорость диффузии кислорода в каучуке;

- соотношение между объемом и поверхностью резинового изделия (с увеличением поверхности увеличивается количество кислорода, проникающего в резину).

Наибольшей стойкостью к старению и окислению характеризуются полярные каучуки – бутадиен-нитрильные, хлоропреновые и др. Неполярные каучуки менее стойки к старению. Их сопротивление старению определяется главным образом особенностями молекулярной структуры, положением двойных связей и их количеством в основной цепи. Для повышения стойкости каучуков и резин к старению в них вводят противостарители, которые замедляют окисление и старение.

В связи с тем, что роль факторов, активирующих окисление, меняется в зависимости от природы и состава полимерного материала, различают в соответствии с преимущественным влиянием одного из факторов следующие виды старения:

1) тепловое (термическое, термоокислительное) старение в результате окисления, активированного теплом;

2) утомление – старение в результате усталости, вызванной действием механических напряжений и окислительных процессов, активизированных механическим воздействием;

3) окисление, активированное металлами переменной валентности;

4) световое старение – в результате окисления, активизированного ультрафиолетовым излучением;

5) озонное старение;

6) радиационное старение под действием ионизирующих излучений

Тепловое старение – результат одновременного воздействия тепла и кислорода. Окислительные процессы являются главной причиной теплового старения в воздушной среде.

Большинство ингредиентов в той или иной степени влияют на эти процессы. Технический углерод и другие наполнители адсорбируют противостарители на своей поверхности, уменьшают их концентрацию в каучуке и, следовательно, ускоряют старение. Сильно окисленные сажи могут быть катализаторами окисления резин. Малоокисленные (печные, термические) сажи, как правило, замедляют окисление каучуков.

При тепловом старении резин, которое протекает при повышенных температурах, необратимо изменяются практически все основные физико-механические свойства. Изменение этих свойств зависит от соотношения процессов структурирования и деструкции. При тепловом старении большинства резин на основе синтетических каучуков преимущественно происходит структурирование, что сопровождается снижением эластичности и повышением жесткости. При тепловом старении резин из натурального и синтетического изопропенового каучука и бутил каучука в большей мере развиваются деструктивные процессы, приводящие к уменьшению условных напряжений при заданных удлинения и повышению остаточных деформаций.  
Отношение наполнителя к окислению будет зависеть от его природы, от типа ингибиторов, введенных в резину, и от характера вулканизационных связей.  
Ускорители вулканизации, как и продукты, их превращения, остающиеся в резинах (меркаптаны, карбонаты и др.), могут участвовать в окислительных процессах. Они могут вызывать разложение гидроперекисей по молекулярному механизму и способствовать, таким образом, защите резин от старения.

Существенное влияние на термическое старение оказывают природа вулканизационной сетки. При умеренной температуре (до 70о) свободная сера и полисульфидные поперечные связи замедляют окисление. Однако при повышении температуры перегруппировка полисульфидных связей, в которую может вовлекаться и свободная сера, приводит к ускоренному окислению вулканизатов, которые оказываются в этих условиях нестойким. Поэтому необходимо подбирать вулканизационную группу, обеспечивающую образование стойких к перегруппировке и окислению поперечных связей.

Для защиты резин от теплового старения применяются противостарители, повышающие стойкость резин и каучуков к воздействию кислорода, т.е. вещества, обладающие свойствами антиоксидантов – прежде всего вторичные ароматические амины, фенолы, бисфинолы и др.

Озон оказывает сильное влияние на старение резин даже в незначительной концентрации. Это обнаруживается иногда уже в процессе хранения и перевозки резиновых изделий. Если при этом резина находится в растянутом состоянии, то на поверхности ее возникают трещины, разрастание которых может привести к разрыву материала.

Озон, по-видимому, присоединяется к каучуку по двойным связям с образованием озонидов, распад которых приводит к разрыву макромолекул и сопровождается образованием трещин на поверхности растянутых резин. Кроме того, при озонировании одновременно развиваются окислительные процессы, способствующие разрастанию трещин. Скорость озонного старения возрастает при увеличении концентрации озона, величины деформации, повышении температуры и при воздействии света.  
Понижение температуры приводит к резкому замедлению данного старения. В условиях испытаний при постоянном значении деформаций; при температурах, превышающих на 15-20 градусов Цельсия температуру стеклования полимера, старение почти полностью прекращается.  
Стойкость резин к действию озона зависит главным образом от химической природы каучука.

Резины на основе различных каучуков по озоностойкости можно разделить на 4 группы:

1) особо стойкие резины (фторкаучуки, СКЭП, ХСПЭ);

2) стойкие резины (бутилкаучук, пеарит);

3) умеренно стойкие резины, не растрескивающиеся при действии атмосферных концентраций озона в течение нескольких месяцев и устойчивые более 1 часа к концентрации озона около 0,001%, на основе хлоропренового каучука без защитных добавок и резин на основе непредельных каучуков (НК, СКС, СКН, СКИ-3) с защитными добавками;

4) нестойкие резины.

Наиболее эффективно при защите от озонного старения совместное применение антиозонтов и воскообразных веществ.

К антиозонантам химического действия относятся N-замещенные ароматические амины и производные дигидрохинолина. Антиозонанты реагируют на поверхности резины с озоном с большой скоростью, значительно превосходящей скорость взаимодействия озона с каучуком. В результате этого процесса озонного старения замедляется.  
Наиболее эффективными противостарительными и антиозонтами для защиты резин от теплового и озонного старений являются вторичные ароматические диамины.

**Список литературы**

1) Тарасов З.Н. Старение и стабилизация синтетических каучуков. – М.: Химия, 1980. – 264 с.

2) Гармонов И.В. Синтетический каучук. – Л.: Химия, 1976. – 450 с.  
3) Старение и стабилизация полимеров. /Под ред. Козминского А.С. – М.: Химия, 1966. – 212 с.

4) Соболев В.М., Бородина И.В. Промышленные синтетические каучуки. – М.: Химия, 1977. – 520 с.

5) Белозеров Н.В. Технология резины: 3-е изд.перераб. и доп. – М.: Химия, 1979. – 472 с.

6) Кошелев Ф.Ф., Корнев А.Е., Климов Н.С. Общая технология резины: 3-е изд.перераб. и доп. – М.: Химия, 1968. – 560 с.

7) Технология пластических масс. /Под ред. Коршака В.В. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Химия, 1976. – 608 с.

8) http://www.ritscomp.ru/TV\_SP/material/material\_05.htm