



# **Автомобильные материалы, их старение и ИЗНОС**



**Кафедра «Эксплуатация транспортных  
систем и логистика»**

**Лекционный курс**

**Автор**

**Курень С. Г.,**

**Иванов В. В.**

Ростов-на-Дону,  
2018

## **Аннотация**

Лекционный курс предназначен для студентов всех форм обучения по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

## **Автор**

**Курень С.Г. –**

**к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика»**

Сфера научных интересов – автомобильные конструкционные и эксплуатационные материалы

**Иванов В.В. –**

**к.т.н., доцент кафедры «Эксплуатация транспортных систем и логистика»**

Сфера научных интересов – автомобильные конструкционные и эксплуатационные материалы

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
Лекция 1. ....	5
<b>Конструкционные металлические материалы в автомобилестроении .....</b>	<b>5</b>
Лекция 2. ....	9
<b>Конструкционные чугуны .....</b>	<b>9</b>
Лекция 3. ....	14
<b>Конструкционные стали .....</b>	<b>14</b>
Лекция 4. ....	48
<b>Цветные металлы и сплавы .....</b>	<b>48</b>
Лекция 5. ....	51
<b>Металлы и материалы, применяемые при восстановлении автомобильных деталей</b>	<b>51</b>
Лекция 6. ....	56
<b>Конструкционная прочность материалов.....</b>	<b>56</b>
Лекция 7. ....	66
<b>Виды механического разрушения .....</b>	<b>66</b>
Лекция 8. ....	73
<b>Усталостное разрушение деталей машин .....</b>	<b>73</b>
Лекция 9. ....	86
<b>Конструктивные и эксплуатационные методы повышения износостойкости деталей машин .....</b>	<b>86</b>
Лекция 10. ....	93
<b>Полимерные конструкционные материалы в автомобилестроении .....</b>	<b>93</b>
Лекция 11. ....	95
<b>Методы получения высокомолекулярных соединений. ....</b>	<b>95</b>
Лекция 12. ....	98
<b>Старение автомобилей .....</b>	<b>98</b>
Лекция 13. ....	101

Автомобильные материалы, их старение и износ

Расчет износа по ОСАГО .....	101
Литература .....	104
Приложение.....	105

## Введение

При эксплуатации автомобиля имеют место физическое изнашивание деталей, потеря усталостной прочности их материала. Как при эксплуатации автомобиля, так и при его хранении происходят изменения, связанные с коррозией, потерей жесткости, структурные изменения и химические превращения в металлах, потеря некоторых свойств (например, упругости, пластичности и др.). Процессы старения всегда связаны со временем. В связи с этим для решения задач ремонта необходимо знать законы старения, устанавливающие зависимость повреждений от времени. Например, толщины изношенного слоя, остаточного прогиба при деформации детали, площади или глубины поврежденного коррозией слоя в зависимости от наработки. Использование этих закономерностей позволяет прогнозировать потерю работоспособного состояния автомобилем и его составными частями.

Со временем разные детали автомобиля выходят из строя и их приходится менять. Причиной тому является износ деталей либо их дефекты. Все дефекты автомобильных деталей можно разделить на три группы: конструктивные, производственные и эксплуатационные. К конструктивным дефектам относятся те, которые являются следствием ошибок, допущенных на этапе конструирования автомобиля. Производственные дефекты - это дефекты, возникшие в результате ошибок при изготовлении или ремонте транспортного средства. Что касается эксплуатационных дефектов, то они возникают либо по причине неправильного технического обслуживания, либо из-за естественного износа. Причиной возникновения естественного износа деталей является постоянное трение между прилегающими поверхностями, а также усталость поверхностного слоя материалов.

## Лекция 1.

### Конструкционные металлические материалы в автомобилестроении

Автомобильные детали изготавливаются из углеродистых, легированных, специальных сталей, чугунов различной структуры, цветных сплавов, отливаемых на различной основе. Соответственно при их восстановлении используются разнообразные ремонтные материалы. Выбор способов, технологических вариантов и режимов восстановления деталей непосредственно связан со знанием химического состава, структуры, механических, физических и технологических характеристик тех металлов и сплавов, из которых они изготовлены.

#### 1. 1. Требования, предъявляемые к металлам и сплавам

В процессе эксплуатации автомобилей рабочие поверхности большинства, их деталей подвержены изнашиванию под влиянием сил трения, коррозионных воздействий и других причин. Кроме того, многие детали воспринимают при работе значительные динамические нагрузки, возникающие при сгорании газов в камере сгорания цилиндров двигателей, из-за действия инерционных сил, при

### Автомобильные материалы, их старение и износ

нарушении соосности сопряженных агрегатов, механизмов и деталей, в результате частотных колебаний, при торможении автомобиля, ударах колес о препятствия (неровности дороги) и по другим причинам. Многие детали воспринимают систематические переменные нагрузки и поэтому могут подвергаться усталостным разрушениям. К таким деталям в первую очередь следует отнести продольные балки и поперечины рам, рессорные листы» пружины подвески, полуоси и др.

Сопряженные рабочие поверхности автомобильных деталей подвержены различным видам механического и коррозионно-механического изнашивания, в частности абразивному и газоабразивному (клапаны, гильзы цилиндров и др.), усталостному (рабочие поверхности зубчатых венцов шестерен, подшипников качения и т. п.), окислительному (поршни, головки цилиндров, поршневые кольца и др.), изнашиванию при фреттинг-коррозии (рессорные листы), а также комбинированному воздействию перечисленных и других видов изнашивания (гильзы цилиндров, клапаны и др.).

В отношении смазки условия работы сопряжений деталей автомобиля не одинаковы. Лишь подшипники коленчатых валов (коренные и шатунные) работают при установившемся режиме в условиях гидродинамической смазки, работа некоторых деталей (например, подшипников распределительных валов) протекает на границе условий гидродинамической и полужидкостной смазок; большинство же деталей работает при граничной смазке. Таким образом, можно заключить, что соответственно характеру и величинам воспринимаемых нагрузок, видам трения и условиям смазки сопряжения узлов и агрегатов автомобилей работают в сложных условиях.

Особенности использования автомобилей не позволяют при разработке их конструкций с целью повышения надежности и увеличения ресурса идти по пути увеличения сечений, габаритных размеров и массы деталей. Поэтому к материалам, применяемым при их производстве и восстановлении, предъявляются высокие требования. Они должны надежно обеспечивать статическую и динамическую прочность изготавливаемых из них деталей, гарантировать высокую износостойкость трущихся поверхностей, а в ряде случаев также температурную и коррозионную стойкость.

Указанным требованиям хорошо отвечают легированные стали. В нормализованном и особенно улучшенном состоянии они обеспечивают при ограниченных сечениях необходимую прочность изготавливаемых из них деталей, а в результате химико-термической обработки с последующими закалкой и низкотемпературным отпуском - высокую твердость и износостойкость рабочих поверхностей при больших удельных нагрузках. За счет соответствующего подбора легирующих компонентов у изготавливаемых деталей достигаются пружинящие свойства, коррозионная стойкость, жаропрочность и другие специальные качества. В автомобилестроении широко распространены легированные стали при большом разнообразии используемых групп, марок и химического состава.

Однако нельзя не учитывать, что стоимость легированных сталей намного превышает стоимость качественных углеродистых сталей. Поэтому наряду с легированными при изготовлении автомобильных деталей применяются более

## Автомобильные материалы, их старение и износ

дешевые низколегированные и качественные углеродистые стали. Они применяются во всех случаях, когда это не вызывает снижения надежности и ресурса соответствующих деталей, а следовательно, и тех агрегатов и узлов, в конструкцию которых они входят. Например, такие детали, как полуоси, шкворни поворотной цапфы, поршневые пальцы у грузовых тяжелых машин, изготавливаются, как правило, из легированных сталей; у легковых автомобилей и грузовиков невысокой грузоподъемности для производства аналогичных деталей обычно используются качественные углеродистые стали марок сталь 40 и сталь 45 (при поверхностной закалке ТВЧ).

В качестве заготовок автомобильных деталей используются поковки, штамповки, черное и цветное литье. Первые два вида заготовок отличаются наиболее благоприятной структурой металла, а, следовательно, и наилучшими механическими свойствами изготавливаемых из них деталей. Поэтому в конструкциях автомобилей кованых и штампованных деталей большинство. Исходным материалом для изготовления поковок и штамповок является металлопрокат. Однако из-за относительно высокой стоимости металлопроката и сложности операций обработки металлов давлением в тех случаях, когда нагрузки деталей ограничены, целесообразно вместо поковок использовать отливки (при изготовлении кронштейнов, педалей, корпусов и т. д.). При изготовлении деталей особенно сложной формы литье часто является единственно возможным способом изготовления заготовок (блоков двигателей, головок блока, картеров коробок передач, картеров редукторов и других деталей). Наиболее дешевым видом черного литья, но вместе с тем наименее прочным является чугун с пластинчатым графитом. Механические качества чугуна могут быть повышены за счет его модификации, легирования, специальной термической обработки. В связи с этим в автомобильной промышленности широко применяются чугуны с шаровидным графитом, легированные и ковкие чугуны. Ковкие чугуны обеспечивают наивысшие механические качества изготавливаемых из них деталей, однако дороги и сложны по технологии их термической обработки. Чугуны с шаровидным графитом по своим механическим качествам приближаются к ковким, но значительно дешевле и проще по технологии изготовления заготовок. Поэтому в последние годы в автомобильной промышленности материал ряда деталей, прежде изготавливавшихся из ковкого чугуна, заменен на чугун с шаровидным графитом.

Для дальнейшего повышения динамических качеств автомобилей большое значение имеет максимально возможное снижение массы. Этому в значительной мере способствует изготовление автомобильных деталей из сплавов на алюминиевой, цинковой, магниевой основе, а также синтетических материалов, область применения которых с годами непрерывно увеличивается.

Для обеспечения высоких и стандартных качеств автомобильных деталей и одинаковых условий их обрабатываемости стали, чугуны и цветные металлы должны обладать постоянными механическими и технологическими свойствами, не меняющимися существенно в зависимости от партии или плавки. Поэтому при изготовлении ответственных деталей автомобилей часто применяют качественные углеродистые стали, в которых колебание содержания углерода ограничено до 0,05 % против 0,09 % в тестированных сталях. По этой же причине

## Автомобильные материалы, их старение и износ

находят применение чугуны и цветные металлы заводских марок с несколько измененным процентным содержанием отдельных компонентов по отношению к стандартным маркам. В некоторых случаях в автомобилестроении находят применение марки легированных сталей и других металлов и сплавов, не предусмотренные ГОСТом.

### **1.2. Химический состав, механические, физические и технологические характеристики металлов и сплавов**

Химический состав влияет на механические, физические и технологические свойства металлов и сплавов. На свойства сталей в первую очередь оказывает влияние процент содержания в них углерода. Для производства автомобильных деталей применяют, как правило, мало- и среднеуглеродистые качественные и высококачественные стали, содержащие до 0,5 % углерода. При изготовлении пружин и рессор применяют высокоуглеродистые стали с содержанием углерода до 0,70 %. Кроме того, высокоуглеродистые стали широко используются в автостроении и авторемонтном производстве при изготовлении режущего инструмента.

С повышением содержания углерода в стали увеличивается ее временное сопротивление и предел текучести, твердость в нормализованном и отпущенном состоянии и уменьшаются относительное удлинение и ударная вязкость. Кроме того, с увеличением содержания углерода в стали снижается ее свариваемость и возрастает твердость после закалки и отпуска. Практически закалке подвергают углеродистые стали с содержанием углерода от 0,40 % и выше (некоторые легированные стали принимают закалку при меньшем процентном содержании углерода). Малоуглеродистые стали (углеродистые и легированные) с содержанием углерода до 0,30 % и ниже с целью придания им высокой поверхностной твердости при сохранении вязкой и прочной сердцевины часто подвергают химико-термической обработке с последующей закалкой и низкотемпературным отпуском.

На свойства чугунов в первую очередь оказывает влияние форма графитизированного в них углерода (содержание последнего в автомобильных деталях обычно колеблется в пределах 2,2-3,8 %). Наилучшей прочностью и пластичностью обладают ковкие чугуны с округлыми (глобулярными) включениями графита, близки к ним по структуре и свойствам высокопрочные чугуны, модифицированные магнием; затем идут модифицированные чугуны, получаемые с использованием других модификаторов; худшими качествами обладают серые чугуны с пластинчатым графитом.

Механические и другие характеристики сталей и чугунов могут быть значительно повышены за счет введения в их состав легирующих компонентов.

Механические характеристики металлов и сплавов определяются экспериментально на образцах при различных видах их нагружения.

Обычно испытания образцов проводят на растяжение, изгиб, ударную вязкость, усталостную выносливость и поверхностную твердость. Чугуны испытывают также на сжатие. Существуют и другие виды испытаний, однако для конструкционных автомобильных материалов они используются редко.



## Автомобильные материалы, их старение и износ

К основным физическим характеристикам металлов и сплавов следует отнести плотность (по системе СИ кг/м<sup>3</sup>), коэффициент линейного расширения 10<sup>-6</sup>мм/(мм ·°С), температуру плавления в градусах Цельсия (или К) и температурные точки фазовых превращений аустенита в перлит (Аг1) и феррит (Аг3) и перлита (Ас1) и феррита (Ас3) в аустенит. Указанные физические характеристики в значительной степени определяют рациональные температурные режимы плавки,ковки и термической обработки металлов и сплавов, их технологические свойства.

Под технологическими характеристиками обычно понимают способность металлов и сплавов подвергаться тем или иным технологическим операциям с целью получения изделий с необходимыми свойствами. К технологическим характеристикам относят жидкотекучесть, деформируемость, прокаливаемость, свариваемость, обрабатываемость резанием и др. Применительно к авторемонтным и автотранспортным предприятиям наибольшее практическое значение имеют такие технологические характеристики металлов и сплавов, как свариваемость и механическая обрабатываемость.

Механическую обрабатываемость металлов и сплавов обычно оценивают по износу режущей части инструмента, выполненного из быстрорежущей стали Р18 или твердого титанокобальтового сплава Т5К10. За эталон при этом чаще всего принимают нормализованную качественную углеродистую сталь 45 (НВ 170-180). Существуют и другие методы оценки механической обрабатываемости металлов, в частности по силе резания. В этом случае полученные результаты обычно сравнивают со значением силы резания, возникающей при обработке стали А12.

Свариваемость определяет способность металлов и сплавов получать при оптимальной технологии прочный и износостойкий шов или наплавленный металл без существенного снижения эксплуатационных качеств восстановленной или изготовленной детали или сварного узла. Обычно свариваемость оценивается терминами "хорошая" (без ограничений), "вполне удовлетворительная", "удовлетворительная", "ограниченная" (затрудненная), "весьма затрудненная" и др. Указанные термины устанавливаются согласно накопленному производственному опыту и по результатам лабораторных исследований.

## Лекция 2.

### Конструкционные чугуны

#### 2.1. Виды чугунов

Сплавы железа с углеродом, содержащие более 2,14% углерода, называют чугунами. Представленные на диаграмме железо — углерод чугуны называют белыми по виду излома. Белый цвет излома объясняется тем, что в белых чугунах весь углерод находится в связанном состоянии. В соответствии с фазовым составом белых чугунов (Ф + Ц) атомы углерода находятся в связанном состоянии — часть в виде твердого раствора внедрения Fe<sub>α</sub>(C) с объемноцентрированной кубической кристаллической решеткой феррита, и часть в виде химического соединения с железом — цементита Fe<sub>3</sub>C.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

Белые чугуны в качестве конструкционного материала не используют вследствие их хрупкости. Это вызвано наличием в структуре белых чугунов ледебурита Л (П + Ц), который обладает высокой твердостью 4 000 МПа и нулевым значением относительного удлинения при растяжении.

Около 80 % белых чугунов используют в качестве полуфабриката для выплавки стали. Оставшиеся 20 % перерабатывают в так называемые графитизированные чугуны, в которых часть углерода переводят в свободное состояние в виде самостоятельной фазы графита. Графитизированные чугуны широко применяют в машиностроении в качестве дешевого конструкционного материала литейной технологии.

Графит является одной из аллотропных модификаций углерода с гексагональной кристаллической решеткой. Атомы углерода в кристаллической решетке графита расположены в виде параллельных слоев (рис. 1). Связь между атомами в слое осуществляется сильными ковалентными связями, а между слоями действуют более слабые молекулярные связи. Кристаллит графита можно представить в виде многослойной стопки огромных плоских двумерных молекул со слабыми связями между слоями. Размеры атомных плоскостей графита могут достигать  $1 \cdot 10^4$  нм. Вследствие малой межслоевой прочности механические свойства графита низкие. При рассмотрении структуры графитизированных чугунов графит считают фазой, имеющей практически нулевую прочность. Графитовые включения рассматривают как пустоты в структуре чугуна. Вместе с тем наличие в структуре свободного графита определяет ряд преимуществ графитизированного чугуна перед сталью:

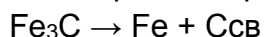
- хорошее стружкообразование: стружка при обработке чугуна сыпучая, а не непрерывная как у стали;

- хорошие антифрикционные свойства благодаря смазывающему действию графита;

- высокие демпфирующие свойства (гашение вибраций);

- практически полное отсутствие чувствительности к поверхностным дефектам и концентраторам напряжений в виде надрезов, отверстий и других нарушений целостности детали.

На диаграмме железо — углерод, полученной в условиях естественного очень медленного охлаждения железоуглеродистых сплавов, графит отсутствует. Образование графита в чугунах является результатом искусственного вмешательства в процесс первичной кристаллизации жидкого раствора углерода в железе или создания условий для выделения свободного углерода  $C_{св}$  в виде графита в процессе распада цементита при вторичной кристаллизации чугуна:



Форма графитных включений во многом определяет механические свойства графитизированных чугунов и зависит от условий кристаллизации.

Автомобильные материалы, их старение и износ

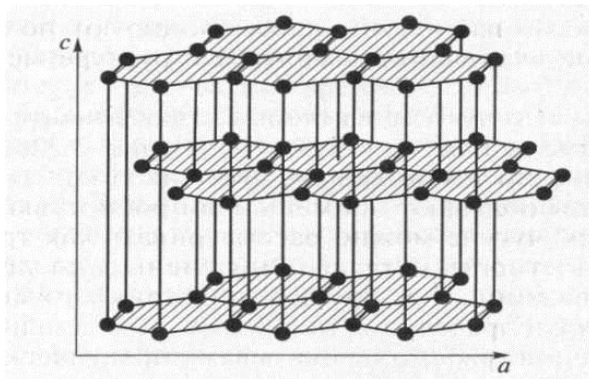


Рис. 1. Кристаллическая решетка графита: а, с — кристаллографические оси

Графитизированные чугуны классифицируют по двум критериям: по форме включений графита и структуре металлической основы чугуна.

Серыми называют чугуны, в которых включения графита в плоскости шлифа имеют пластинчатую форму (рис. 2, а). Название чугуны получили по темно-серому цвету излома.

Серые чугуны обладают наименьшей прочностью. Пластинки графита в сером чугуне можно рассматривать как трещины, нарушающие целостность металла. Они уменьшают прочность чугуна при растяжении. Чем крупнее пластинки графита и менее равномерно их распределение по объему, тем меньше прочность чугуна. Включения графита не оказывают практического влияния на прочность при сжатии, так как при таком нагружении трещины закрываются. Предел прочности чугуна при сжатии в 3 — 5 раз больше, чем при растяжении. Нарушение сплошности включениями графита заметно снижают модуль упругости чугуна.

Ковкий чугун имеет хлопьевидные включения графита (рис. 2, б). Название достаточно условное, так как ковкие чугуны ковать нельзя, их механические свойства не позволяют осуществить пластическую деформацию. Они названы ковкими вследствие их относительно высокой пластичности по сравнению с серыми чугунами. Относительное удлинение при растяжении у серого чугуна настолько мало, что не входит в контрольные показатели свойств, а у ковкого чугуна может превышать 10 %.

В высокопрочных чугунах графит имеет шаровидную форму (рис. 2, в). Название отражает высокие механические свойства таких чугунов. Шаровидные нарушения сплошности металлической основы оказывают меньшее влияние на механические свойства высокопрочного чугуна, чем пластинчатые надрезы в сером чугуне. Разновидностью серого чугуна является чугун с вермикулярным графитом (рис. 2, г).

В графитизированных чугунах углерод содержится как в связанном, так и в свободном состояниях.

Автомобильные материалы, их старение и износ

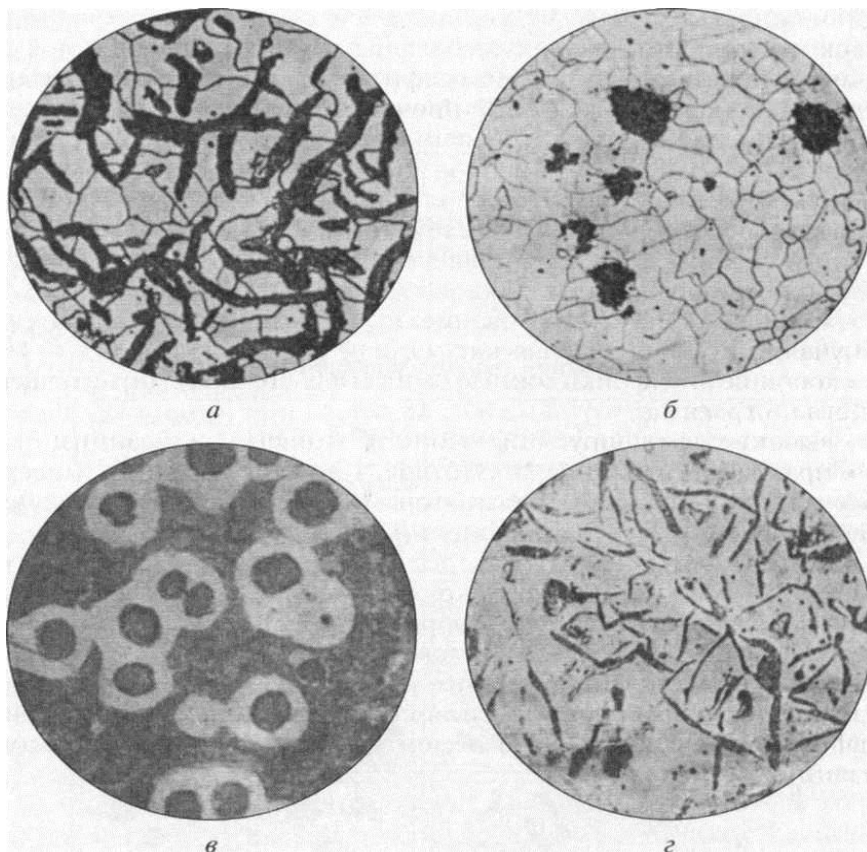


Рис. 2. Микроструктура графитизированных чугунов (x250): а — серый; б — ковкий; в — высокопрочный; г — с вермикулярным графитом

Долю свободного углерода  $S_{св}$  в общем содержании углерода  $S_{общ}$  называют степенью графитизации. Структура металлической основы чугуна определяется содержанием в ней связанного углерода  $S_{связ}$ .

Таблица 1. Классификация графитизированных чугунов

Характеристика металлической основы		Серый чугун	Ковкий чугун	Высокопрочный чугун
		Форма графита		
Содержание $S_{связ}$ , %	Структура	пластинчатая	хлопьевидная	шаровидная
0,8	Перлит (П)			
0,033...0,8	Феррит и перлит (Ф + П)			
До 0,03	Феррит (Ф)			

Прочность, пластичность

Твердость  
Износостойкость

При производстве на автозаводах чугунных автомобильных деталей широко используются тестированные чугуны с пластинчатым и шаровидным графитом, ковкие чугуны, а также специальные чугуны — легированные с улучшенными или специфическими, по отношению к тестированным маркам, свойствами; такие

Автомобильные материалы, их старение и износ

чугуны применяются согласно разработанным и утвержденным техническим условиям предприятий или объединений автомобильной промышленности.

**2.2. Чугуны с пластинчатым и шаровидным графитом, ковкие чугуны**

Чугуны с пластинчатым графитом обозначаются буквами СЧ, с шаровидным графитом — ВЧ, ковкие чугуны — КЧ. Цифры после обозначения марки у чугунов с пластинчатым графитом и чугунов с шаровидным графитом соответствуют обеспечиваемому временному сопротивлению на растяжение, выраженному в кгс/мм<sup>2</sup>. Цифры в обозначениях марок ковких чугунов означают: первая — временное сопротивление разрыву, кгс/мм<sup>2</sup>; вторая — относительное удлинение, %. Ковкие чугуны по сравнению с чугунами с пластинчатым графитом отличаются значительно более высокими прочностью и пластичностью. Однако в последние годы высокопрочный чугун с шаровидным графитом (ЧШГ) благодаря сочетанию ряда положительных физико-механических свойств с высокой технологичностью вытесняет в ряде случаев при производстве автомобильных деталей ковкий чугун (КЧ), литую и даже кованую сталь.

Чугуны при разливке в формы с целью размельчения включений графита модифицируют введением в ковш мелкодисперсных невыгорающих примесей, в частности ферросилиция, силикокальция, различных сложных лигатур, включая редкоземельные металлы (РЗМ); при отливке деталей из ЧШГ в оболочковые формы применяют в специальной защитной среде сильнодействующие модификаторы на основе магния. Наиболее распространенные в автостроении типы и марки чугунов и примеры изготавливаемых из них деталей приведены в табл. 2.

Таблица 2. Наиболее распространенные в конструкциях автомобилей типы и марки чугунов и примеры изготавливаемых деталей

№	Типы чугунов	Марки чугунов	Изготавливаемые детали
1	Серые	СЧ15 СЧ20 СЧ25	Впускные и выпускные трубопроводы двигателей, блоки цилиндров двигателей, маховики, нажимные диски сцеплений, блоки цилиндров компрессоров, картеры и крышки картеров коробок передач, мокрые гильзы цилиндров и гильзы двигателей воздушного охлаждения, тормозные барабаны, цилиндры гидротормозов и сцеплений и др.
2	Легированные и малолегированные	По ТУ заводов	Монометаллические гильзы цилиндров, клапанные гнезда, гильзы цилиндров двигателей, поршневые кольца, диски сцеплений
3	Высоколегированные	По ТУ заводов	Вставки в верхнюю часть мокрых гильз цилиндров, клапанные гнезда
4	Высокопрочные с шаровидным графитом	ВЧ45, ВЧ50, ВЧ60, по ТУ	Поршневые кольца, коромысла клапанов, коленчатые валы, распределительные валы, картеры коробок передач, ступицы колес, тормозные барабаны, башмаки рессор,

Автомобильные материалы, их старение и износ

		заводов	кронштейны двигателей и подвески
5	Ковкие	КЧ35-10, КЧ37-12	Картеры главных передач, картеры задних мостов, картеры рулевых механизмов, чашки дифференциала, ступицы колес, тормозные барабаны, кронштейны, педали
6	Металлокерамические, спекаемые	По ТУ заводов	Направляющие втулки клапанов
7	Отбеленные	По ТУ заводов	Для наплавки тарелок толкателей, коромысел клапанов, кулачков распределительных валов при их ремонте

**2.3. Специальные чугуны**

При производстве автомобильных деталей используются антифрикционные и различные специальные легированные чугуны. Из легированных чугунов изготавливаются, как правило, гильзы цилиндров двигателей, а вставки в верхнюю часть некоторых из них — из высоколегированного чугуна. Поршневые кольца современных автомобильных двигателей в большинстве случаев изготавливаются из низколегированных или высокопрочных чугунов (ЧШГ). Серый низколегированный чугун по прочностным качествам значительно уступает высокопрочному. Легированные и высоколегированные чугуны, а также марганцевые чугуны аустенитного класса применяются для изготовления клапанных гнезд и коромысел клапанов; для производства последних используют также ЧШГ; для наплавки толкателей применяют низколегированный отбеленный чугун. Некоторые чугунные детали (направляющие втулки клапанов, подшипниковые втулки, поршневые кольца и др.) могут изготавливаться не литьем, а спеканием из порошкообразных шихтовых материалов (при температуре около 1100 °С под давлением 6,5·10<sup>3</sup>кгс/см<sup>2</sup> в течение примерно 2 ч). В качестве исходных материалов при этом используются железный, графитовый, хромовый и медный порошки. Металлокерамические детали обладают высокой износостойкостью благодаря способности впитывать смазку в имеющиеся поры.

**Лекция 3.**

**Конструкционные стали**

Конструкционные стали подразделяются на углеродистые и легированные; те и другие выпускаются разных классов и назначений и регламентируются разными государственными стандартами. В автомобиле-строении при производстве деталей используются стали многих классов и марок, причем, иногда со скорректированным по отношению к ГОСТу химическим составом, или даже своих новых марок, утвержденных по техническим условиям (ТУ) предприятий. В авторемонтном производстве (АРП) также применяются многие стали при изготовлении отдельных деталей, нестандартного оборудования, приспособлений. Кроме того, знание материалов, из которых изготовлены автомобильные детали, необходимо ремонтникам при выборе оптимальных вариантов технологических процессов и маршрутов их восстановления.

### 3.1. Углеродистые стали

В настоящее время сталь является основным видом продукции предприятий черной металлургии. Номенклатура стальной продукции весьма обширна. Известны не менее 2000 марок сталей. Из общего количества выплавляемой стали около 80 % составляет углеродистая сталь. Оставшиеся 20 % приходятся на долю легированных сталей со специальными свойствами. С развитием современной техники к свойствам сталей предъявляются новые повышенные требования, в связи с чем объем производства легированных сталей в дальнейшем будет возрастать.

Углеродистая сталь относится к самым дешевым металлическим материалам промышленного производства и обладает оптимальным соотношением цена — уровень потребительских свойств.

К главному техническому достоинству углеродистых сталей следует отнести их высокий модуль упругости ( $E = 210$  ГПа), что позволяет использовать углеродистые стали в таких силовых элементах конструкции, где жесткость материала определяет работоспособность крупногабаритной конструкции. Примером являются несущие фермы мостов, цилиндрические оболочки разного назначения и др. Необходимо также отметить, что модуль упругости относится к структурно нечувствительным характеристикам материала. Величина модуля упругости определяется, главным образом, свойствами вещества на атомарном и кристаллическом уровнях структуры, а различные методы повышения уровня потребительских свойств стали практически не влияют на модуль упругости. Например, такой наиболее широко используемый способ воздействия, как термическая обработка, повышает твердость и прочность стали до 5 раз, но изменение модуля упругости при этом составляет не более 5 %. Это позволяет использовать углеродистые стали для изготовления крупногабаритных деталей без их последующей термической обработки, удорожающей производство. Механические свойства термически не упроченной углеродистой стали в большинстве случаев обеспечивают прочность детали, площадь и форма поперечного сечения которой выбраны по критерию необходимой жесткости детали.

К несомненным достоинствам углеродистой стали относятся и ее технологические свойства: хорошие литейные свойства, легко поддается обработке давлением, резанием, хорошо сваривается, что позволяет изготавливать детали из углеродистой стали наиболее производительными способами массового производства. Все это усиливает технико-экономическую конкурентоспособность углеродистой стали.

Сталями считают железоуглеродистые сплавы, содержащие до 2,14% углерода, однако, практическое применение нашли только стали, содержащие углерода до 1,3%. Это вызвано тем, что пропорциональному содержанию углерода рост прочности стали приостанавливается по достижении его содержания 0,8 %, и дальнейшее повышение содержания углерода приводит к падению прочности (рис. 3). Продолжающееся с увеличением содержания углерода падение пластичности и вязкости стали резко ухудшает ее потребительские свойства, а

## Автомобильные материалы, их старение и износ

продолжающийся рост твердости не компенсирует отрицательного влияния содержания углерода на прочность и вязкость стали.

Рассмотренное влияние содержания углерода на механические свойства стали находит объяснение в пропорциональном содержанию углерода изменению структуры стали. В доэвтектоидной стали увеличение содержания углерода от 0,03 до 0,8 % приводит к изменению структуры стали от феррита до перлита с соответствующим изменением свойств: твердость и прочность возрастают, а пластичность уменьшается. В заэвтектоидной стали в структуре появляется цементит, с увеличением содержания углерода в стали доля цементита в структуре также возрастает. Это приводит к снижению прочности, что сопровождается уменьшением пластичности, и дальнейшему росту твердости.

В стали кроме углерода всегда присутствуют неизбежные примеси, которые попадают в сталь в процессе ее выплавки из исходного сырья (железная руда, каменноугольный кокс и др.), воздушной атмосферы, а также в виде частиц футеровки металлургических агрегатов и разливочных устройств. Неизбежные примеси или продукты их взаимодействия с железом уменьшают полезное («живое») сечение стальных деталей, снижая их прочность.

Такие примеси, как сера и фосфор, являются вредными.

Сера образует с железом химическое соединение — сульфид железа FeS. В процессе первичной кристаллизации стали образуется эвтектика состава Fe—FeS с температурой плавления около 1000 °С, причем кристаллизация сульфидной эвтектики как легкоплавкой массы происходит в последнюю очередь, т. е. располагается она по границам зерен. В процессе последующей горячей обработки слитка давлением (прокат,ковка), проводимой при температуре выше 1000 °С, границы зерен оплавляются, а при деформации в слитке появляются трещины. Для устранения этого дефекта, называемого красноломкостью, в состав стали вводят марганец, который связывает серу в сульфид марганца MnS. С железом сульфид марганца не образует легкоплавкую эвтектику, температура его плавления (около 1600 °С) выше температур обработки слитка давлением и при этих температурах сульфид марганца пластичен, не хрупок, т. е. явление красноломкости предотвращается.

Фосфор, растворяясь до 1,2% в феррите, приводит к хладноломкости стали, которую характеризуют температурой охрупчивания стали 50. Считают, что каждые 0,01 % фосфора в составе стали приводят к повышению порога хладноломкости на 25 °С. Борьба с данным дефектом стали крайне затруднительна и основана на устранении загрязнения фосфором исходного сырья на стадии подготовки ее к металлургическому производству.

Вредные примеси склонны к ликвации, поэтому даже при их содержании в стали в пределах регламентированных норм возможно наличие зон, обогащенных фосфором или серой. Это приводит к необходимости выявления ликвации вредных примесей в стали. Методика визуального наблюдения ликвации основана на травлении макрошлифа соответствующими реактивами.

Образующиеся CO и CO<sup>2</sup> выделяются из жидкого металла в виде множественных пузырьков, создавая эффект кипения стали. Те газовые включения, которые остаются в теле затвердевшего слитка (рис. 4), в процессе последующей горячей прокатки затвердевшего слитка завариваются, в частности,



Автомобильные материалы, их старение и износ

прокат кипящей стали не имеет брака по несплошности. Раскисленную марганцем сталь называют кипящей и обозначают в маркировке стали буквами «кп». Кипящая сталь наиболее дешевая.

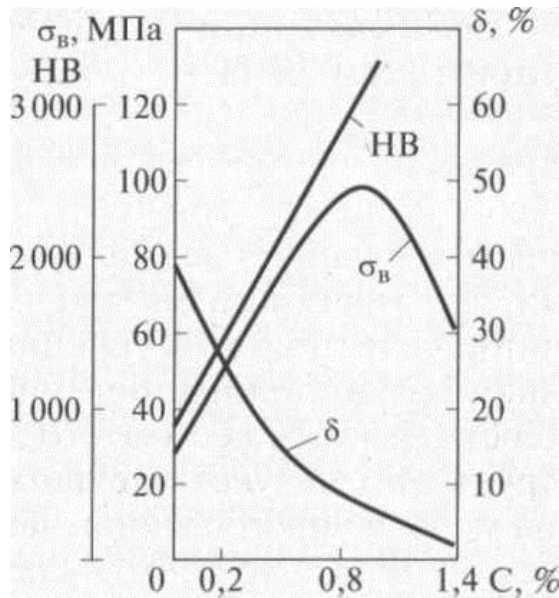


Рис. 3. Влияние содержания углерода в стали на ее механические свойства: НВ,  $\sigma_v$ ,  $\delta$  — соответственно твердость, временное сопротивление (предел прочности при растяжении), относительное удлинение при растяжении (пластичность)

Благодаря низкому содержанию кремния она обладает высокими вязкостью и пластичностью. Поэтому кипящую сталь используют преимущественно в виде листового проката для изготовления деталей методом холодной штамповки. Самое массовое применение кипящая сталь находит в производстве кузовных деталей транспортных средств, в частности, автомобиля.

Для максимального удаления кислорода сталь раскисляют последовательно такими раскислителями, как марганец, кремний и алюминий, связывая кислород в силикатный шлак сложного со-става, который удаляют. После введения всех раскислителей активность кислорода снижается до определенных пределов в результате раскисления, бурное выделение CO и CO2 прекращается, разлитая в изложницы сталь ведет себя спокойно, газы из нее почти не выделяются. Такую сталь называют спокойной и обозначают в маркировке буквами «сп».

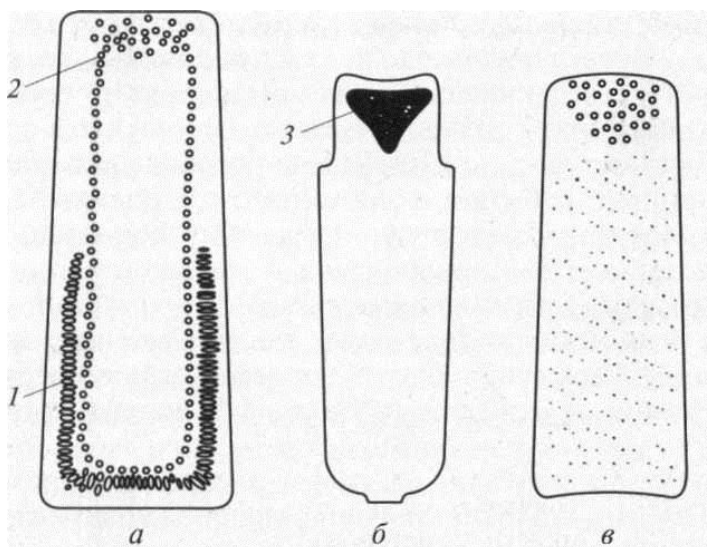


Рис. 4. Газовые включения в слитках стали:

а — кипящей; б — спокойной; в — полуспокойной; 1— первичные пузыри; 2 — вторичные пузыри; 3 — усадочная раковина

Спокойная сталь обладает лучшими потребительскими свойствами, чем кипящая. Слиток такой стали плотный и однородный.

Спокойная сталь предназначена для изготовления ответственных деталей машин и оборудования, она более дорогая, чем кипящая сталь. Удорожание

## Автомобильные материалы, их старение и износ

вызвано как введением дополнительных раскислителей (ферросилиций и силикоалюминий), так и образованием усадочной раковины в верхней части слитка, которую отрезают и пускают в переплав. Это значительно снижает выход годного металла. Иногда при раскислении марганцем и кремнием из стали удаляется не весь кислород. Оставшийся растворенный кислород вызывает кратковременное кипение металла. Такую сталь называют полуспокойной. Она занимает промежуточное положение между кипящей и спокойной сталью по стоимости и потребительским свойствам. Полуспокойную сталь маркируют буквами «пс».

Марганец и кремний, вводимые в сталь в качестве технологической добавки, помимо технологического влияния оказывают непосредственное влияние на свойства стали, как примеси они повышают прочность стали.

Кислород оказывает отрицательное влияние на свойства стали, так как он образует оксиды, которые вместе с нитридами, — продуктами химического взаимодействия атмосферного азота с металлом — входят в состав неметаллических включений. В процессе прокатки слитка хрупкие оксиды располагаются в направлении прокатки в виде строчечных включений (рис. 5). Неметаллические включения снижают прочность стали, поэтому их содержание в стали регламентируют. Для контроля литой (слитки) и деформированной (прокат) стали применяют метод сравнения микрошлифа с эталонными шкалами. Используется пятибалльная шкала неметаллических включений, согласно которой с увеличением номера балла загрязненность стали неметаллическими включениями возрастает (рис. 6).

Неметаллические включения имеют темный цвет. Чтобы не спутать их с темными границами зерен, которые выявляются при травлении микрошлифа, для определения неметаллических включений используют нетравленные микрошлифы. Анализ проводят при стандартном увеличении  $\times 100$ , которое соответствует увеличению эталонных образцов.

Мелкозернистые материалы имеют наиболее благоприятное сочетание физико-механических свойств. Поэтому величина зерна является одной из важнейших характеристик стали. Величину зерна оценивают при помощи эталонной шкалы зернистости стали (рис. 7). Зерна исследуемого образца стали выявляют путем травления поверхности микрошлифа химическими реактивами. Шкала эталонных размеров зерен десятибалльная. Увеличение номера шкалы соответствует уменьшению величины зерна. Для определения величины зерна, так же как в случае неметаллических включений, используют увеличение  $\times 100$ .

Углеродистые стали классифицируют по назначению и качеству.

По назначению углеродистые стали разделяют на конструкционные и инструментальные. Стали конструкционного назначения используют для изготовления деталей машин и оборудования, строительных и других конструкций. Из сталей инструментального назначения изготавливают режущий и штамповый инструмент для обработки материалов, а также измерительный инструмент.

Назначение сталей определяется содержанием в них углерода, которое влияет на структуру и свойства сталей. Стали с содержанием углерода до 0,7 % называют конструкционными. По содержанию углерода они относятся к

## Автомобильные материалы, их старение и износ

доэвтектоидным сталям. Их структура представлена зернами феррита  $\Phi$  и перлита  $\Pi$ , обеспечивающими достаточную для конструкционного применения пластичность. Стали, содержащие 0,7... 1,3 % углерода, называют инструментальными. Это стали эвтектоидного и заэвтектоидного состава. Структура их состоит из перлита и цементита. С повышением содержания углерода прочность и пластичность заэвтектоидной стали падают (см. рис. 3), что затрудняет возможность использования их в качестве конструкционного материала. Но при этом возрастает твердость, которая является основной характеристикой инструмента.

В основе классификации сталей по качеству лежит содержание вредных примесей — серы и фосфора. По допустимому содержанию серы и фосфора углеродистые стали подразделяют на стали обыкновенного качества (до 0,05 % каждой из примесей), качественные (до 0,04 % каждой) и высококачественные (до 0,03 % каждой).

Наиболее широкое применение получили углеродистые стали обыкновенного качества как самый дешевый материал конструкционного назначения. Объем производства этой группы сталей составляет около 50 % суммарного выпуска всех углеродистых сталей. В основном конструкционные углеродистые стали обыкновенного качества используют в строительстве, широко применяют в сельскохозяйственном машиностроении и в путевом хозяйстве железнодорожного транспорта. Качественные и высококачественные конструкционные углеродистые стали также нашли многостороннее применение в технике.

В обозначение марки углеродистой конструкционной стали обыкновенного качества входят буквы Ст, цифры 0 — 6 (условный номер марки в зависимости от химического состава стали, с увеличением номера содержание углерода в стали возрастает) и буквы, определяющие степень раскисления стали (кп — кипящая, пс — полуспокойная, сп — спокойная). Например, марки Ст1кп; Ст2пс; Ст3сп.

Качественные углеродистые конструкционные стали маркируют двузначным числом, указывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента, например 08; 10; 55. Если стали полностью не раскислены, в обозначение добавляют буквы кп, пс. Например, сталь 15кп, 20 пс. (Для спокойной стали буквы не добавляют.)

Инструментальные стали обыкновенного качества не производятся.

Инструментальные углеродистые качественные стали маркируют буквой У (углеродистая), и числом, указывающим среднее содержание углерода в десятых долях процента. Например, У7, У8 — У13. В обозначении высококачественных сталей любой группы в конце марки указывается буква А. Например, У10А, 45А.

Таким образом, маркировка металлопродукции содержит определенную информацию. Примеры расшифровки некоторых марок сталей представлены далее:

Ст3кп — углеродистая сталь конструкционного назначения, обыкновенного качества, т.е. содержит серы около 0,05 % и фосфора около 0,05 %, а, следовательно, указаны значения временного сопротивления (предела прочности при растяжении)  $\sigma_{\text{в}}$  относительного удлинения при растяжении  $\delta$ ; кипящая, т.е. раскислена марганцем; обладает высокими вязкостью и пластичностью, поэтому

Автомобильные материалы, их старение и износ

рекомендована для холодной обработки давлением; цифра 3 — номер марки стали;

сталь 45 — углеродистая сталь конструкционного назначения с содержанием углерода 0,45 %, т. е. она доэвтектоидная, имеет структуру в равновесном состоянии Ф + П (феррит и перлит); качественная, т.е. содержит серы не более 0,04 % и фосфора не более 0,04 %; спокойная (в марках качественных конструкционных сталей буквы сп не указывают);

У12А — углеродистая сталь инструментального назначения с содержанием углерода 1,2 %, т.е. она заэвтектоидная, имеет структуру в равновесном состоянии П + ЦII(перлит и цементит вторичный); высококачественная (буква А в конце марки), т.е. со-держит серы не более 0,03 % и фосфора не более 0,03 %.

Некоторые виды углеродистых сталей маркируются внесистем-но, например, автоматные стали, применяемые для изготовления болтов, гаек, винтов и других крепежных деталей на станках-автоматах, содержат повышенное количество серы (до 0,3 %), фосфора (до 0,15 %). Автоматные стали маркируют буквой А в начале марки и числом, указывающим содержание углерода в сотых долях процента. Например, А12, А20 и т.д. Литейные стали используют для фасонного литья, особенно в транспортном машино-строении. Их маркируют двузначным числом, указывающим среднее содержание углерода в сотых долях процента, и буквой Л — литая, например 15Л, 40Л.

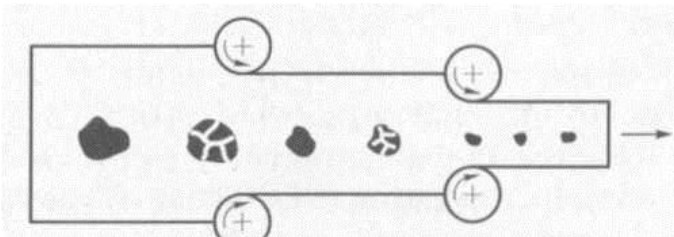


Рис. 5. Схема измельчения оксидов в процессе пластической деформации стали

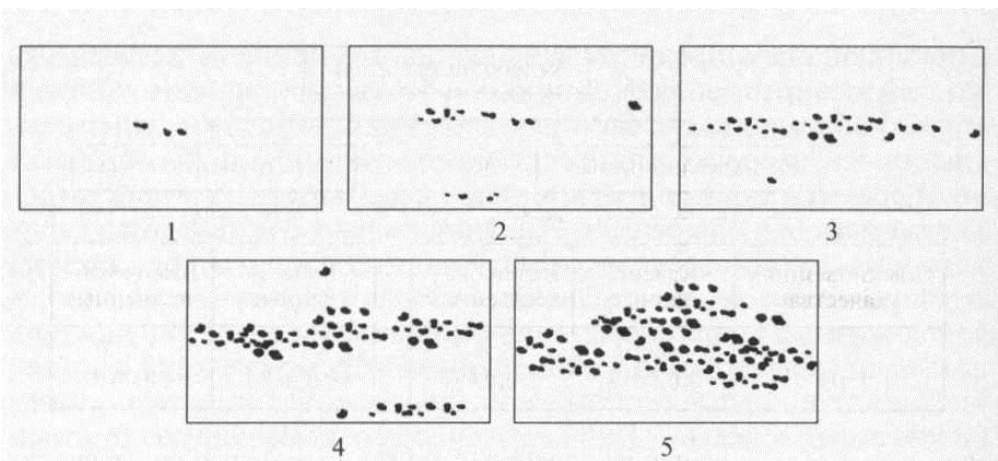


Рис. 6. Эталонная шкала неметаллических включений: 1—5 — баллы загрязненности металла неметаллическими включениями

Автомобильные материалы, их старение и износ

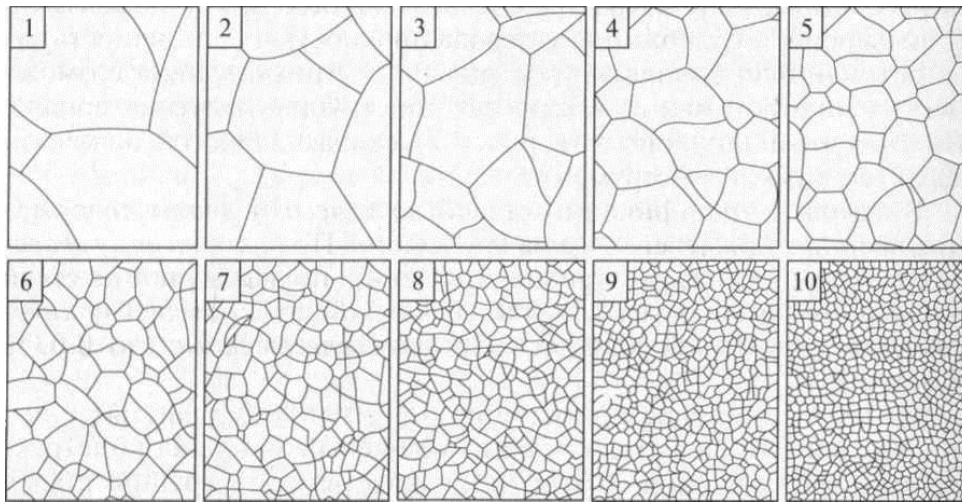


Рис. 7. Эталонная шкала зернистости стали: 1 — 10 — баллы размера зерна

### 3.1.1. Углеродистые стали в автомобилестроении

Углеродистые стали, применяемые в автомобилестроении и авторемонтном производстве, можно подразделить на стали общего назначения (ГОСТ 380-88), качественные углеродистые стали (ГОСТ 1050-74) и стали специального назначения. К углеродистым специальным сталям можно отнести стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием (ГОСТ 1414-75), углеродистые пружинно-рессорные стали (ГОСТ 14959-79), нелегированные углеродистые стали для отливок (ГОСТ 977-75) и среднеуглеродистые стали пониженной прокаливаемости, изготавливаемые по ТУ Минавтопрома.

Стали общего назначения применяются для изготовления малонагруженных автомобильных нормалей, несложных приспособлений и нестандартного оборудования в ремонтном производстве.

Углеродистые конструкционные стали повышенной и высокой обрабатываемости резанием (ГОСТ 1414—75) благодаря их высокой технологичности широко применяются при массовом производстве деталей, в частности в отечественном автомобилестроении при использовании автоматического станочного оборудования. Преимуществом специальных сталей с пониженной прокаливаемостью, разработанных на предприятиях автомобильной промышленности, является возможность обеспечения высокой поверхностной твердости деталей при сохранении вязкой сердцевины металла в результате обычной объемной закалки.

Если при изготовлении автомобильных деталей используются качественные стали с уменьшенными по отношению к ГОСТу колебаниями содержания в них углерода, после марки стали пишется слово "селект", например: "сталь 45 селект". Углеродистые качественные стали широко распространены в автомобильной промышленности для изготовления ответственных автомобильных деталей, а также в ремонтном производстве при изготовлении приспособлений и нестандартного оборудования. В табл. 3 приводятся примеры применения наиболее распространенных марок углеродистых качественных сталей. Как в автомобильной промышленности, так и в АРП возможны случаи временного отсутствия тех или иных марок сталей. В табл. 4 приводятся рекомендации по замене наиболее распространенных марок сталей.

Автомобильные материалы, их старение и износ

Таблица 3. Наиболее распространенные в автомобилестроении конструкционные углеродистые стали и детали, изготовленные из них

№	Марки стали	Изготавливаемые детали
1	Стали пониженной прокаливаемости	50ППО (коромысло клапана ЗИЛ-130), 58 (55ПП), 60ПП (ведомая цилиндрическая шестерня главной передачи ЗИЛ-130, ведомая коническая шестерня ГАЗ-53А, вторичный вал ГАЗ-53А), НИПРА (шестерни полуоси, крестовины дифференциала)
2	08, 08кп, 10	Корпуса стеклоподъемников и дверных замков, кожуха системы охлаждения, брызговики двигателя, дверки кабин, крылья, глушители, щитки радиатора, панели капота, корпуса воздушного фильтра, детали кабин и кузовов, кронштейны, крышки клапанных механизмов, регулировочные прокладки, маслоотражатели, гайки, шурупы, детали приспособлений, нестандартного оборудования
3	15, 15кп	Диски колес легковых автомобилей, различные пальцы и оси, болты и винты с круглой, олуокруглой, цилиндрической, потайной и другими головками
4	20, 20кп, 25	Валы и червяки рулевого управления, валы управления коробкой передач, карданные валы, тросы стеклоподъемников, бамперы, детали рычага ручного тормоза, вилки переключения передач, вкладыши рулевых тяг, рычаги переключения передач, различные кронштейны, тросы управления карбюратором и др.
5	30, 35	Карданные фланцы и вилки, шестерни коленчатого вала, шестерни масляного насоса, корпуса гидроцилиндров опрокидывающихся устройств самосвалов, выдвигаемые гильзы гидроподъемников, буксирные крюки, вилки переключения передач, шпильки колес, шестигранные резные болты, детали нестандартного оборудования
6	40, 45	Коленчатые валы двигателя и компрессора, распределительные валы, поршневые пальцы, полуоси некоторых марок легковых автомобилей, оси шестерен заднего хода, поворотные шкворни, вилки карданного вала, венцы маховиков, разжимные кулаки колодок тормоза, штанги толкателей, шпильки головки блока и др.
7	50, 60	Ведомые диски сцепления

Таблица 4. Возможные замены наиболее распространенных в автомобилестроении марок сталей

Углеродистые стали		Легированные стали	
Заменяемые марки	Марки сталей-заменителей	Заменяемые марки	Марки сталей-заменителей
Ст1	08, 10	40Г2	55Г, 60Г, 45Г2
Ст2, БСт3	10, 15,15Г	45Г2	60Г, 65Г, 50Г2,30Х
Ст3	20,15Г,20Г	15Г	20Г,25Г
Ст4	20,20Г,25,25Г	30Г	35Г,40Г

Автомобильные материалы, их старение и износ

Ст5	30,30Г,35, 35Г, 40, 40Г	15Х	15ХА, 20Х, 12ХН3А
Ст6	45,45Г, 50, 50Г	20Х	18ХГТ, 12ХН3А,30Х
08	10	12ХН3А	20ХН3А,20ХНР, 25ХГТ, 20ХГНР
10	15	15ХМ	12Х2Н4А
15	15Г,20	18ХГТ	20ХМ
20	20Г,25	25ХГТ	30ХГТ, 20ХГР
25	25Г,30	25ХГМ	25ХГМ, 30ХГТ
30	30Г,35	35Х	25ХГТ,15ХГН2ТА
35	5Г,40	40Х	40Х
40	40Г,45	38ХА	45Х,40ХН
45	45Г, 50	40ХН	35Х, 40Х,40ХН
50	50Г, 55	30ХМА	45ХН
		30ХГС	35ХМ, 38ХМ 30ХГСА, 35ХГСА

### 3.2.Легированные стали

#### Преимущества легированных сталей

Техническое применение углеродистой стали ограничивается присущими ей особенностями. Существенным недостатком углеродистой стали является ее низкая прокаливаемость. Это не позволяет реализовать потенциальные возможности стали в крупногабаритных конструкциях. При закалке массивной детали термическому упрочнению подвергается только поверхностный слой детали толщиной в половину критического диаметра, который для углеродистых сталей не превышает 25 мм. Сердцевина детали сохраняет структуру, а, следовательно, и низкие механические свойства незакаленной стали.

Не менее важное ограничение на технические возможности углеродистой стали накладывает резкое уменьшение ее пластичности и вязкости с увеличением содержания углерода. Это ограничение особенно наглядно выявляется в свойствах заэвтектоидной стали: инструмент из углеродистой стали хрупок, он не выдерживает ударных нагрузок. Приемлемую для режущего инструмента вязкость углеродистая сталь сохраняет только до содержания углерода 1,3%. При большем содержании углерода низкий уровень пластичных свойств не позволяет использовать углеродистые стали в качестве инструментального материала.

Для устранения отмеченных недостатков в состав углеродистой стали вводят дополнительные химические элементы, т.е. ее легируют, а получаемые при этом стали называют легированными.

Наряду с устранением путем легирования присущих углеродистой стали недостатков можно также достигать нужных свойств, т.е. получать стали со специальными свойствами, например коррозионно-стойкие, жаропрочные, немагнитные и др.

Однако строго разграничить углеродистую сталь и легированную сталь достаточно сложно. В процессе выплавки в сталь неизбежно попадают разные химические элементы и из исходного сырья, и в виде технологических добавок, и из окружающей газовой среды, и в результате взаимодействия жидкого металла с футеровкой металлургических агрегатов.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

В самой железной руде в некоторых количествах могут присутствовать такие элементы, как хром, никель, титан и ванадий, которые находят широкое применение в производстве легированных сталей, когда их специально вводят в сталь в качестве легирующих добавок. В некоторых рудах содержатся также медь, цинк, олово, свинец и другие элементы. Кроме того, в состав шихты вводят металлолом, содержание которого в наиболее перспективном в настоящее время конвертерном способе сталеварения достигает 30 %. Так как металлолом не разделяют по химическому составу, в любой стали, в которую не вводили специально добавок других химических элементов и которую технологи считают углеродистой, теоретически может присутствовать любой элемент Периодической системы Д. И. Менделеева.

Легированной считают сталь, в которой содержание определенных химических элементов не ниже заданных величин: не менее 0,001 % бора; 0,1 % титана, циркония, ниобия, ванадия и молибдена; 0,5 % кремния и 1,0 % всех других элементов.

По суммарному содержанию легирующих элементов различают низко- (менее 5%), средне- (5... 10%) и высоколегированные (более 10%) стали.

Наряду с положительными свойствами легированные стали обладают рядом недостатков, которые практически не свойственны углеродистым сталям.

### **Дефекты**

Легированные стали подвержены следующим видам дефектов.

*Дендритная ликвация* формируется в процессе первичной кристаллизации как углеродистых, так и легированных сталей. Однако в процессе естественного охлаждения слитка дендритная ликвация в углеродистых сталях практически исчезает, так как соотношение компонентов стали в объеме зерна выравнивается в результате диффузии углерода. Коэффициент диффузии легирующих элементов в кристаллической решетке железа значительно ниже, чем углерода. Поэтому дендритная ликвация в легированных сталях после их охлаждения сохраняется, что снижает их свойства. Для устранения данного дефекта необходимо повысить коэффициент диффузии легирующих элементов. Это достигается в процессе диффузионного отжига, который рекомендован для устранения дендритной ликвации.

*Карбидная ликвация* возникает вследствие разной плотности железа и карбидов легирующих элементов, которые называют специальными карбидами. Плотность большинства специальных карбидов ниже плотности железа, поэтому они образуют в стали местные скопления. Данный дефект очень опасен, так как скопления карбидов приводят к резкому колебанию свойств легированной стали по сечению детали.

Устранить карбидную ликвацию термической обработкой легированной стали невозможно. Карбидные скопления разбивают и относительно равномерно распределяют по сечению заготовки методами обработки давлением. Данный вид дефекта наблюдается только в сталях, легированных карбидообразующими элементами, такими как титан, цирконий, ниобий, ванадий, вольфрам, молибден, хром, марганец (приведены в порядке уменьшения карбидообразующей способности).



## Автомобильные материалы, их старение и износ

Практическое значение представленного ряда карбидообразующих элементов заключается в возможности прогнозировать карбидообразующее поведение вводимых в сталь легирующих элементов. Если сталь легировать несколькими карбидообразующими элементами, то следует ожидать образования карбида только того химического элемента, который находится в ряду карбидообразующих элементов левее.

Общими дефектами легированных сталей с повышенным содержанием хрома являются *отпускная хрупкость II рода и флокены*.

Отпускная хрупкость II рода проявляется в легированных сталях при медленном охлаждении в области температур около 550 °С. Отпускную хрупкость II рода называют обратимой.

Предупредить отпускную хрупкость II рода быстрым охлаждением стальной детали в рабочих условиях действующей тепло-вой машины не всегда возможно. Уменьшить содержание фосфора до уровня менее 0,001 %, необходимого для предупреждения отпускной хрупкости, для сталей массового применения также не представляется возможным, учитывая, что допустимое содержание фосфора даже в особовысококачественных сталях удается обеспечить на уровне 0,025 %. Наиболее реальным и широко практикуемым способом предупреждения отпускной хрупкости II рода является введение в сталь молибдена в количестве около 0,5 %. Образующие им карбиды препятствуют диффузии фосфора к границам зерен и предупреждают появление отпускной хрупкости.

Флокенами (от нем. flocke — хлопья) называют трещины в металле. На травленной поверхности шлифа они имеют вид мелких трещин, а в изломе выглядят, как белые хлопьевидные пятна.

Флокены возникают в процессе быстрого охлаждения пластически деформированных хромистых сталей в интервале температура-тур 200...20°С. Причиной образования флокенов является содержащийся в металле водород, который при высокой скорости охлаждения не успевает продиффундировать к поверхности слитка и, выделяясь в толще металла, образует поры. Флокены редко образуются в литой стали, так как литой металл рыхлый и пористый, что облегчает удаление водорода из стали. Флокены практически не встречаются в деталях сечением меньше 25 мм.

Наличие флокенов резко ухудшает свойства стали и делает ее непригодной для конструкционного применения.

Предупредить образование флокенов можно путем уменьшения скорости охлаждения ниже 200 °С, т.е. созданием условий для удаления водорода из стали путем диффузии. При вакуумной плавке или вакуумной разливке стали водород удаляется из расплава, что также предупреждает формирование флокенов. Устранить образовавшиеся флокены в некоторых случаях позволяет последующая пластическая деформация, в процессе которой возможно заваривание трещин. Флокены устраняются ковкой или прокаткой на меньший размер заготовки.

Шиферный излом наблюдается только после горячей деформации и вызывается неравномерным распределением соединений серы, фосфора, кислорода и других примесей. Усадочные раковины и газовые пузыри при прокатке вытягиваются, образуя слои загрязненного металла. При разрушении по

## Автомобильные материалы, их старение и износ

такому слою излом получается слоистым, с острыми зазубринами и выступами. Термической обработкой шиферный излом не исправляется. Полностью устранить его иногда удается только перековкой стали. Сталь с таким дефектом чаще направляют в переплав.

### **Взаимодействие легирующих элементов с компонентами стали**

Основными компонентами стали являются железо и углерод. Большинство легирующих элементов с железом образуют твердые растворы замещения. Исключением является бор, который образует с железом твердый раствор внедрения. Многие легирующие элементы, растворяющиеся в железе, образуют также химические соединения с углеродом — специальные карбиды. Кроме того, легирующие элементы могут образовывать и другие химические соединения: с кислородом — оксиды, с азотом — нитриды. Некоторые легирующие элементы не взаимодействуют с компонентами стали и находятся в свободном состоянии, образуя самостоятельную фазу. К таким элементам относятся серебро и свинец. Медь приблизительно до 1 % растворяется в железе, а при большем содержании находится в свободном состоянии в виде отдельной фазы. Химические соединения легирующих элементов с углеродом и другими элементами стали также присутствуют в виде отдельной фазы. Химические соединения легирующих элементов с железом и между собой называют интерметаллидами.

Растворяясь в  $\alpha$ -железе, легирующие элементы оказывают значительное влияние на свойства стали, поскольку феррит, который является твердым раствором углерода в  $\alpha$ -железе, занимает до 90 % в структуре сталей.

Внедрение в кристаллическую решетку феррита атомов других элементов, например, бора, искажает его кристаллическую решетку. Образование твердого раствора замещения также создает напряжения в кристаллической решетке феррита, так как размеры атомов железа и легирующего элемента различаются. Если атомный радиус легирующего элемента меньше, чем у железа, то параметр кристаллической решетки феррита уменьшается, тогда как элементы с большим атомным радиусом увеличивают период решетки железа. Искажение кристаллической решетки  $\alpha$ -железа вызывает соответствующее изменение свойств феррита. Большинство химических элементов, используемых в качестве легирующих, повышает прочность и снижает пластичность стали.

Однако, повышая твердость и прочность феррита, легирующие элементы (за исключением никеля) снижают его пластичность и ударную вязкость.

Наиболее широко для легирования сталей используют марганец, кремний, хром, никель, вольфрам, молибден, ванадий, ниобий, титан и бор.

Марганец, в небольших количествах содержащийся во всех сталях — как углеродистых, так и легированных, используется в качестве технологической добавки для раскисления стали и устранения вредного действия серы — красноломкости. В железе марганец растворяется в любых соотношениях, образуя твердый раствор. Легирующим элементом марганец считается при содержании в стали более 1 %. По сравнению с другими легирующими элементами он наиболее значительно повышает прокаливаемость стали. Также марганец значительно повышает твердость стали, но при содержании его свыше 1,5 % сталь резко теряет пластичность, поэтому это содержание марганца в стали

## Автомобильные материалы, их старение и износ

в большинстве случаев является предельным. Однако при его содержании около 13%, что является исключением из общего правила, сталь приобретает высокую износостойкость.

Введение марганца приводит к сильному росту зерен аустенита при перегреве стали. Поэтому обычно вместе с марганцем в сталь вводят карбидообразующие элементы, которые способствуют измельчению зерна.

Кремний — один из самых распространенных в природе элементов. Это легкоокисляющийся элемент, обычно он находится в виде оксидов и его восстановление из окисленной формы требует значительных затрат энергии. В производстве стали кремний применяется в качестве раскислителя. При содержании в стали выше 0,5 % кремний считается легирующим элементом. В железе кремний растворяется в любых соотношениях. Его влияние на прочность и пластичность стали аналогично действию марганца. Содержание его в легированных сталях ограничивают пределом 2 %, превышение которого приводит к резкому снижению пластичности стали.

Хром растворяется в цементите и образует с углеродом карбиды, поэтому его широко используют для легирования сталей конструкционного назначения. Заметно упрочняя сталь, хром мало влияет на ее пластичность, существенно увеличивает прокаливаемость стали. Благодаря образованию карбидов повышает износостойкость стали. При содержании более 13 % придает стали коррозионную стойкость.

Никель — один из наиболее ценных, но дефицитных легирующих элементов. Никель оказывает наиболее благоприятное влияние на свойства стали: повышает прочность, практически не уменьшая ее пластичности. В сталь никель вводят в количестве до 10 %.

Вольфрам и молибден — самые дорогие и остродефицитные, легирующие элементы. В сталь их вводят в незначительных количествах: обычно в десятых долях процента. Как вольфрам, так и молибден сильно повышают прокаливаемость стали и, являясь сильными карбидообразователями, измельчают зерно. Их введение устраняет отпускную хрупкость II рода, присущую хромсодержащим легированным сталям.

Ванадий, ниобий, титан — сильные карбидообразователи. Их вводят для измельчения зерна в количестве не более 0,3 %, так как при большем содержании они снижают прокаливаемость стали и приводят к ее охрупчиванию.

Бор вводят в микродозах до 0,005 % с целью повышения прокаливаемости стали. Этот элемент является наиболее эффективной добавкой для увеличения прокаливаемости. Такой же эффект может быть достигнут при введении 0,2 % молибдена или 1 % никеля.

### **Особенности термической обработки**

Термическая обработка легированных сталей имеет свои особенности, отличающие ее от термической обработки углеродистых сталей.

Критические точки. Вследствие более низкого, чем у углерода, коэффициента диффузии легирующих элементов в кристаллической решетке железа все процессы вторичной кристаллизации в легированных сталях происходят с меньшей скоростью, чем у углеродистых сталей. Для выравнивания скоростей

### Автомобильные материалы, их старение и износ

вторичной кристаллизации легированных сталей необходимо сблизить коэффициенты диффузии легирующих элементов и углерода. Это достигается повышением температуры обработки легированной стали. Значения температур критических точек  $A_1$ ,  $A_{3i}$   $A_{cm}$  для легированных сталей на  $30...50^\circ\text{C}$  выше соответствующих температур для углеродистых сталей при одинаковом с ними содержании углерода.

Скорости нагрева и охлаждения. Все легированные стали менее теплопроводны по сравнению с углеродистыми сталями. Поэтому нагревать и охлаждать легированные стали следует с меньшей скоростью, чем углеродистые стали. В противном случае в легированных сталях из-за неравномерного прогрева по сечению детали могут возникнуть внутренние напряжения. Если их величина превысит прочностные характеристики стали, то деталь подвергнется необратимому формоизменению: она может деформироваться или произойдет трещинообразование.

В процессе охлаждения при закалке легированной стали на термические напряжения, возникающие вследствие ее низкой теплопроводности, накладываются напряжения из-за изменения объема стали в результате образования мартенсита закалки. Поэтому для более плавного охлаждения легированной стали в процессе закалки используют не воду, а другие среды с меньшей охлаждающей способностью, т.е. с меньшей теплоемкостью, например, масло. Некоторые марки легированных сталей закаляются при охлаждении на воздухе. Введение легирующих элементов уменьшает критическую скорость закалки стали. Использование в качестве охлаждающих сред при закалке легированных сталей масла или воздуха обусловлено именно тем, что критическая скорость их закалки меньше скорости охлаждения стали в этих средах.

Влияние легирующих элементов на диаграмму изотермического превращения аустенита. Растворяясь в железе, легирующие элементы приводят к тому, что диаграмма изотермического превращения аустенита видоизменяется. Область перлитного превращения смещается вправо. Следовательно, критическая скорость закалки легированной стали, которую определяют как касательную к кривой начала перлитного превращения аустенита, уменьшается. Значения критических точек  $M_n$  и  $M_k$  под влиянием добавок легирующих элементов уменьшаются. Исключением является кобальт, введение которого в сталь не сказывается на положении  $M_n$  и  $M_k$ . Снижение критических точек  $M_n$  и  $M_k$  приводит к тому, что содержание остаточного аустенита в закаленной легированной стали больше, чем в углеродистой стали равного содержания углерода.

Влияние легирующих элементов на отпуск. Изменение твердости закаленной легированной стали в процессе отпуска при температуре приблизительно до  $350^\circ\text{C}$  подчиняется тем же закономерностям, которые имеют место в случае отпуска углеродистых сталей. До  $2000\text{C}$  твердость как углеродистых, так и легированных сталей изменяется несущественно, так как сталь сохраняет однофазную структуру: мартенсит закалки постепенно превращается в мартенсит отпуска. При более высоких температурах отпуска сталь приобретает двухфазную структуру, состоящую из феррита и цементита, который имеет зернистую форму. Эти

## Автомобильные материалы, их старение и износ

двухфазные структуры классифицируют по величине зерен цементита: мелкозернистая структура называется троститом отпуска, а крупнозернистая — сорбитом отпуска. Появление в структуре мягкого феррита приводит к резкому падению твердости как углеродистой, так и легированной стали.

В отличие от продолжающегося падения твердости углеродистой стали при температуре отпуска свыше 350 °С твердость стали, легированной карбидообразующими элементами, начинает возрастать. При температуре около 550 °С твердость легированной стали достигает максимального значения, в ряде случаев превосходя твердость закаленной стали до отпуска. При дальнейшем повышении температуры отпуска твердость легированной стали вновь начинает уменьшаться.

Повышение твердости легированной стали в результате высокого отпуска называют вторичной твердостью.

Восходящую ветвь кривой вторичной твердости объясняют образованием дисперсных, т.е. очень мелких включений карбидов легирующих элементов — специальных карбидов (спецкарбидов). Имея размеры, сопоставимые с размерами дислокаций, частицы спецкарбидов тормозят продвижение дислокаций под воздействием внешнего усилия, т.е. упрочняют сталь. При температурах около 550 °С спецкарбиды начинают укрупняться путем слияния включений. Процесс укрупнения карбидов легирующих элементов называют коагуляцией. Относительно крупные включения карбидов не являются препятствием на пути перемещения дислокаций под воздействием внешней нагрузки: дислокации их просто огибают, не тормозя своего движения, вследствие чего при температурах отпуска выше 550 °С сталь разупрочняется. Одним из проявлений процесса разупрочнения стали является падение ее твердости.

### Маркировка

Легированные стали маркируют сочетанием цифр и букв, обозначающих химические элементы в составе стали. Цифры, расположенные перед буквенной частью маркировки, показывают содержание углерода в стали. Первые две цифры показывают содержание углерода в сотых долях процента, однозначное число — в десятых долях процента. При содержании углерода около 1 % цифру перед буквенными обозначениями опускают.

Содержание углерода в легированной стали, как и в случае углеродистой стали, характеризует ее назначение (инструментальная сталь или конструкционная).

Обратим внимание, что по числу цифр или по их отсутствию перед буквенной частью маркировки можно определить назначение легированной стали. Однозначное число и его отсутствие указывает, что данная марка стали рекомендуется для изготовления инструмента. Неоднозначные числа в начале маркировки показывают, что сталь имеет конструкционное назначение.

Для маркировки используют обозначение введенных в состав стали легирующих элементов буквами русского алфавита: Н — никель; Х — хром; К — кобальт; М — молибден; Г — марганец; Д — медь; Р — бор; Б — ниобий; Ц — цирконий; С — кремний; П — фосфор; Ч — редкоземельные металлы; В — вольфрам; Т — титан; Ф — ванадий; Ю — алюминий.

Автомобильные материалы, их старение и износ

Первые цифры в маркировке сталей указывают среднее содержание углерода: в сотых долях процента в конструкционных сталях; в десятых долях процента в инструментальных сталях.

Цифры, стоящие после буквы, указывают содержание данного химического элемента в процентах. Отсутствие цифры после буквы означает, что содержание данного элемента в стали около 1 %. Исключения составляют те химические элементы, содержание которых в стали, при отсутствии стоящих за буквенными обозначениями элемента цифр, составляет соответственно десятые (титан Т, цирконий Ц, ниобий Б, ванадий Ф, молибден М) и тысячные (бор Р) доли процента.

Маркировка сложнелегированных сталей несколько отличается от маркировки легированных сталей конструкционного и инструментального назначения.

Например, шарикоподшипниковые стали обозначают буквой Ш, быстрорежущие — буквой Р (от англ. rapid — быстрый), авто-матные — буквой А, которые ставят в начале буквенной части маркировки.

Легированные стали обыкновенного качества не выпускают. Высококачественные и особовысококачественные легированные стали обозначают соответственно буквами А и Ш в конце маркировки. Буква А, находящаяся в начале маркировки, обозначает автоматную сталь.

Особовысококачественные стали (содержание вредных примесей — менее 0,015 % серы и менее 0,025 % фосфора) получают в процессе электрошлакового переплава стали, что нашло отражение в маркировке сталей этой группы в виде буквы Ш, после дефиса в конце марки. Остальные легированные стали относятся к группе качественных сталей.

При описании легированных сталей вместо текстового названия химических элементов используют их символы, которые приведены в Периодической системе элементов Д. И. Менделеева. На примере маркировки ряда легированных сталей рассмотрим, какую информацию она содержит.

12Х18Н9Т — 0,12% С, т.е. сталь имеет конструкционное на-значение; 18 % Cr; 9 % Ni; 0,1 % Ti; сталь качественная, т.е. содержание S и P не более 0,04 % каждого;

9ХС — 0,9% С, т.е. сталь инструментальная; 1 % Cr; 1 % Si; сталь качественная, т.е. S и P < 0,04% каждого;

ХВГ — 1 % С, т.е. сталь инструментальная; 1 % Cr; 1 % W; 1 % Mn; сталь качественная, т.е. S и P < 0,04 % каждого;

38Х2МЮА — 0,38 % С, т.е. сталь конструкционная; 2 % Cr; 0,1 % Mo; 1 % Al; сталь высококачественная, т.е. S и P < 0,03 % каждого;

08Х13-Ш — 0,08 % С, т.е. сталь конструкционная; 13 % Cr; сталь особовысококачественная, т.е. S и P < 0,025 % каждого;

ШХ15 — 1 % С, шарикоподшипниковая сталь; 1,5% Cr; сталь качественная, т.е. S и P < 0,04 % каждого. Обратим внимание, что содержание хрома в марке ШХ15 не 15 %, как было бы при отсутствии буквы Ш в начале маркировки, а 1,5 %;

Р18 — 1 % углерода, быстрорежущая сталь, 18 % W; сталь качественная, т.е. S и P < 0,04% каждого. Обратим внимание, что наличие вольфрама в

## Автомобильные материалы, их старение и износ

маркировке не отражено буквенным обозначением. В быстрорежущей стали первые цифры всегда обозначают содержание вольфрама.

Экспериментальные марки сталей до накопления данных, необходимых для их включения в ГОСТ, маркируют сочетанием букв ЭИ или ЭП и цифр, означающих порядковый номер марки стали. Первая буква обозначает завод, выпускающий данную марку стали, вторая — характеризует уровень отработанности технологии производства данной марки: исследовательская или пробная. Информация о химическом составе стали в маркировке отсутствует. Например, ЭИ415 — исследовательская марка стали, выпускаемая заводом ОАО «Электросталь», порядковый номер марки 415.

### Классификация

Легированные стали по структуре делят на пять классов: перлитный, ферритный, аустенитный, ледебуритный и мартенситный.

**Стали перлитного класса.** В равновесном состоянии, которое достигается путем отжига с последующим медленным охлаждением, структура низколегированных сталей соответствует диаграмме состояния железо — углерод. В зависимости от содержания углерода различают низколегированные доэвтектоидные стали со структурой Ф + П (на рис.8,а показан левый нижний угол диаграммы состояния железо — углерод), эвтектоидные, имеющие структуру П [Ф + Ц], и заэвтектоидные со структурой П + ЦII. Вследствие наличия перлита в структуре этих сталей при любом содержании углерода их относят к перлитному классу. Стали перлитного класса (или перлитные стали) содержат до 5 % легирующих элементов. Как наиболее дешевые они широко применяются в технике в качестве материалов конструкционного и инструментального назначения. Например, конструкционную сталь 10ХСНД широко применяют в судостроении и мостостроении, а также для изготовления несущих конструкций других инженерных сооружений, испытывающих переменные динамические нагрузки в условиях суточных и сезонных теплосмен. Из инструментальных сталей отметим сталь ХВСГ, которую широко используют для изготовления длинномерного режущего инструмента большого поперечного сечения.

**Стали ферритного класса.** Под влиянием определенных легирующих элементов диаграмма состояния железо — углерод видоизменяется. Введение в состав стали таких легирующих элементов, как Cr, Mo, W, V, Si, Ti и др., в количестве выше определенного значения приводит к расширению однофазной области [Ф] (рис.8,б). Данные легирующие элементы называют элементами, расширяющими область твердого раствора углерода в Fe $\alpha$ (расширяющими ферритную область). Стали, легированные этими элементами в концентрации выше предельного значения X, называют сталями ферритного класса, или ферритными сталями.

Примером является сталь 08Х13 — наиболее дешевая коррозионно-стойкая сталь, которую применяют для изготовления лопаток паровых турбин.

**Стали аустенитного класса.** Введением в состав стали легирующих компонентов Ni или Mn достигается расширение однофазной области [А] (рис.8, в). Эти легирующие элементы называют элементами, расширяющими область Fe $\gamma$ , или область аустенитной фазы [А], так как твердый раствор углерода в  $\gamma$ -железе

Автомобильные материалы, их старение и износ

— это аустенит. При содержании данных легирующих элементов выше предельного значения  $Y$  легированные  $Ni$  и/или  $Mn$  стали относятся к сталям аустенитного класса и называются аустенитными. Примером может быть конструкционная сталь 12X18H10T, которую широко применяют для изготовления технологического оборудования химической, пищевой и других отраслей промышленности.

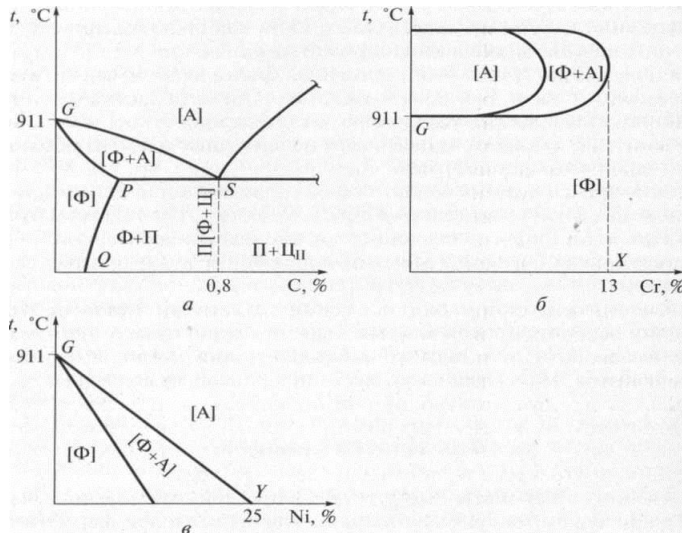


Рис.8. Влияние легирующих элементов на полиморфное превращение железа с образованием легированных сталей перлитного (а), ферритного (б) и аустенитного (в) классов (показаны соответствующие области диаграммы состояния железо — углерод):

$G, S, P, Q$  — стандартные точки диаграммы состояния железо—углерод;  $[A], [Ф], [Ф + A]$  — однофазные области аустенита ( $Fe\gamma$ ), феррита ( $Fe\alpha$ ) и двухфазная область со структурой  $Ф + A$  (феррит  $Fe\alpha$  и аустенит  $Fe\gamma$ );  $П[Ф + Ц]$  — перлит (эвтектоидная смесь феррита и цементита);  $Ф + П, П + ЦII$  — структурные составляющие доэвтектоидной и заэвтектоидной стали;  $X, Y$  — предельная концентрация легирующих элементов в сталях ферритного и аустенитного класса соответственно.

Аустенитные стали обладают всеми свойствами аустенита. Одной из особенностей аустенита является отсутствие у него магнитных свойств, он немагнитен. Стали аустенитного класса также немагнитны. Но в отличие от аустенита, который в углеродистых сталях существует только при температурах выше температуры критической точки  $Ac1$  легированные стали аустенитного класса немагнитны и при нормальных температурах, так как содержат аустенит в структуре и при низких температурах.

Магнитные свойства могут служить простейшим диагностическим критерием для разделения легированных сталей ферритного и аустенитного классов: ферритные стали притягиваются магнитом, а аустенитные стали не притягиваются.

Особенностью высокотемпературного поведения сталей ферритного и аустенитного классов при содержании в них соответствующих легирующих элементов выше предельных значений  $X$  и  $Y$  соответственно является отсутствие полиморфного превращения  $Fe\alpha \leftrightarrow Fe\gamma$ . Это означает, что такие стали в отличие



Автомобильные материалы, их старение и износ

от углеродистых в процессе термической обработки не могут образовывать пересыщенный твердый раствор углерода в Fe $\alpha$ , т.е. не поддаются закалке с целью получить в структуре мартенсит закалки и соответствующее повышение твердости. Тем не менее стали ферритного и аустенитного классов подвергают термической обработке в виде нагрева до температур 1050...1200°C и быстрого охлаждения в воде, масле или на воздухе. Такая термическая обработка сталей ферритного и аустенитного классов также носит название закалки, но в отличие от термической обработки углеродистых сталей в данном случае упрочнения стали добиваются выделением мелкодисперсных включений.

Высокотемпературный нагрев этих сталей проводят с целью максимального растворения легирующих элементов в феррите или аустените, а при быстром охлаждении образовавшуюся структуру успевают зафиксировать. Отпуск или старение в таком случае проводят путем повторного нагрева быстро охлажденной стали до температур 600...800°C с последующей длительной выдержкой при конечной температуре повторного нагрева с целью приблизить структуру стали к равновесному состоянию, что сопровождается выделением дисперсных включений упрочняющей фазы.

Стали ледебуритного класса. В железоуглеродистых сплавах ледебурит является характерной структурной составляющей белых чугунов. Однако под влиянием добавок некоторых легирующих элементов, таких как вольфрам W и другие карбидообразующие элементы, диаграмма состояния железо — углерод деформируется: точки E и S смещаются влево (рис.9) и, таким образом, ледебурит, присутствующий в железоуглеродистых сплавах только в структуре чугунов, появляется в структуре легиро-ванной стали. К сталям ледебуритного класса относятся быстрорежущие стали, например, сталь P18.

Обычно в структуре превращенного ледебурита при нормальной температуре присутствует цементит (Л\*(П + Ц)). Цементит входит также и в состав перлита П [Ф + Ц]. Цементит обладает высокой твердостью, но весьма хрупок. Низкая пластичность ледебурита является основным препятствием для применения белых чугунов в технике.

В сталях ледебуритного класса структура ледебурита видоизменяется. Вследствие наличия в стали карбидообразующих элементов вместо цементита в составе как превращенного ледебурита, так и перлита образуются спецкарбиды, т. е. структурной составляющей сталей ледебуритного класса является Л\*(П + К), содержащий спецкарбиды. Поэтому в отличие от ковкого чугуна легированные стали ледебуритного класса могут подвергаться обработке давлением. Так,ковка слитка ледебуритной стали является обязательной технологической операцией в процессе изготовления из нее инструмента.

Автомобильные материалы, их старение и износ

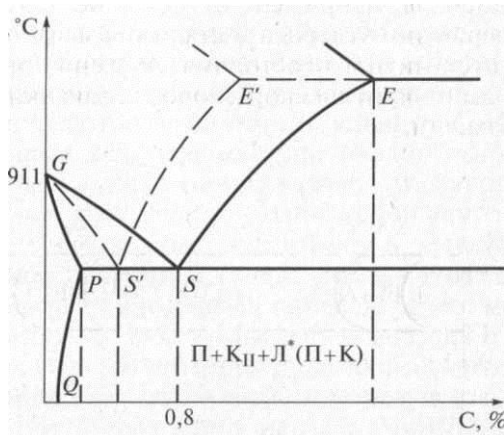


Рис. 9. Влияние легирующих элементов на диаграмму состояния железо—углерод при образовании легированных сталей ледобуритного класса (показана соответствующая область диаграммы): G, S, E, P, Q — стандартные точки диаграммы; S', E' — смещенные положения точек S и E в результате легирования вольфрамом и другими карбидообразующими элементами; П, КII, Л\* (П + К) — перлит, вторичные спецкарбиды и ледобурит превращенный, в составе которого также спецкарбиды

Стали мартенситного класса. Данные стали являются модификацией легированных сталей ферритного класса. Повышение содержания углерода расширяет аустенитную область на диаграмме состояния сталей ферритного класса. При равном содержании легирующих элементов, например 13% Cr (рис.10), при соответствующем содержании углерода в стали оказывается возможным нагреть ее до аустенитного состояния. Аустенит при охлаждении со скоростью выше критической скорости закалки превращается в мартенсит закалки.

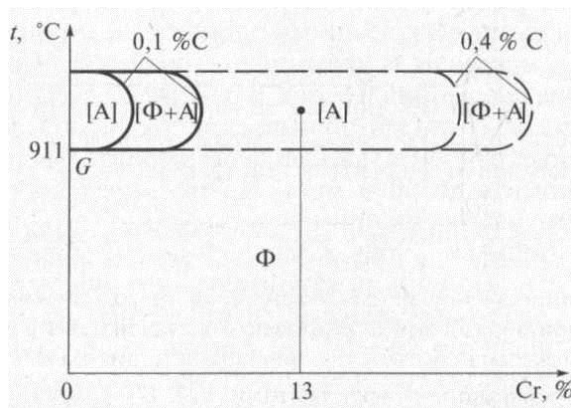


Рис. 10. Границы аустенитной области в легированных хромом сталях мартенситного класса в зависимости от содержания углерода

**Стали конструкционного назначения**

В зависимости от областей применения легированных конструкционных сталей различают строительные и машиностроительные стали.

**Строительные стали.** Для изготовления несущих конструкций промышленных зданий и сооружений, периодического профиля, для армирования железобетонных конструкций, для изготовления сварных труб большого диаметра, предназначенных для магистральных нефте- и газопроводов, для

## Автомобильные материалы, их старение и износ

создания тяжело нагруженных сварных конструкций, для строительства мостов и других сооружений используют строительные стали.

Детали строительных конструкций соединяют преимущественно термической сваркой, поэтому основным требованием к строительным сталям является их хорошая свариваемость. Это требование обеспечивается низким содержанием углерода в стали. Низколегированные строительные стали содержат до 0,25 % углерода.

Для целостности и прочности сварного соединения, прежде всего, опасны трещины, которые могут возникнуть при сварке.

Не менее важны требования к строительным сталям, связанные с экономическими показателями — строительная сталь должна быть дешевой. Данное требование приобретает очень большое значение в связи с постоянно растущим производством и потреблением строительных сталей. Оно обеспечивается введением недефицитных легирующих элементов в суммарном количестве до 3 %. Основными легирующими элементами строительных сталей являются марганец и кремний, с микродобавками ванадия, ниобия, титана, алюминия и азота. В результате легирования прочность строительных сталей повышается, т.е. использование низколегированных относительно дешевых строительных сталей позволяет экономить до 30 % металла, что определяет в большой степени преимущества их применения. Кроме того, низколегированные строительные стали обладают низким значением порога хладноломкости. Например, строительная сталь марки 10ХСНД обеспечивает работоспособность изготовленных из нее конструкций при температуре до -60 °С. Данная сталь обладает также атмосферостойкостью, т.е. она может эксплуатироваться в атмосферных условиях без защитного окрашивания. Наличие в стали малых добавок кремния, никеля и меди модифицирует образующуюся на ее поверхности ржавчину. Модифицированная ржавчина имеет хорошую адгезию с поверхностью стали и достаточно высокую плотность, чтобы предотвратить дальнейшее проникновение химически активных компонентов воздушной среды (кислорода и паров воды) в толщу металла. Модифицирование ржавчины развивается постепенно в течение нескольких (до трех) лет, после этого срока процесс коррозии (ржавления) стальной конструкции приостанавливается.

Строительные стали обладают высокой пластичностью, т.е. могут обрабатываться давлением и резанием.

Высокие технологические и прочностные свойства низколегированных строительных сталей достигаются в результате дисперсионного упрочнения карбонитридами легирующих элементов. Дисперсионное упрочнение проводится на стадии производства металлопродукции.

Достоинства легированных сталей наиболее полно проявляются после их термической обработки. Строительные стали подвергают нормализации или закалке с последующим низким отпуском.

**Машиностроительные стали.** Машиностроительные стали применяют преимущественно для изготовления деталей машин и технологического оборудования ответственного назначения.

В зависимости от вида упрочняющей термической обработки конструкционные стали делят на две группы: цементуемые и улучшаемые.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

Цементуемые стали— это низкоуглеродистые стали с содержанием углерода до 0,25 %. К этой группе относятся углеродистые, а также низко- и среднелегированные стали.

Цементуемые стали предназначены для изготовления деталей, работающих в условиях интенсивного изнашивания рабочей поверхности в результате ее взаимодействия с контактирующей деталью, т.е. испытывающих высокие динамические и статические нагрузки.

Для повышения износостойкости поверхностного слоя детали ее подвергают насыщению углеродом с последующими закалкой и низким отпуском. Наиболее распространенным способом для выполнения данной технологической операции является цементация, что и послужило основанием для названия сталей этой группы цементуемыми.

Высокие механические свойства сердцевины детали могут быть обеспечены только в процессе термической обработки. Поэтому для цементуемых сталей прокаливаемость определяет возможность использовать ее для изготовления деталей ответственного назначения.

Для деталей простой формы и небольших размеров используют углеродистые стали. Детали больших сечений изготавливают из легированных сталей, причем, чем больше размер детали, тем более легированную сталь следует назначать для обеспечения более высокой прокаливаемости.

Хромистые стали типа 20Х наиболее дешевые из сталей данной группы. Прокаливаемость их невелика, поэтому хромистые стали применяют для изготовления мелких деталей сечением до 25 мм, испытывающих в процессе эксплуатации средние нагрузки.

Отметим, что одинаковое с углеродистыми сталями значение критического диаметра (25 мм) получено в данном случае при охлаждении в масле, а не в воде, как принято для углеродистых сталей. Это дает заниженные результаты. Использование масла в качестве охлаждающей среды при закалке хромистых сталей позволяет применять их для изготовления мелких деталей более сложной конфигурации, чем при использовании углеродистых сталей.

Хромоникелевые стали, например 12ХН3А, применяют для изготовления крупных деталей сечением до 100 мм. Однако легирование никелем повышает стоимость стали, поэтому хромоникелевые стали рекомендуют только для деталей ответственного назначения. Для снижения стоимости стали никель в ряде случаев заменяют более дешевым марганцем.

Хромомарганцевые стали, например 18ХГТ и 25ХГТ, нашли широкое применение в отраслях массового машиностроения, таких как автомобилестроение, станкостроение для изготовления зубчатых колес и шестерен.

Улучшаемые стали содержат 0,3...0,5 % углерода и разное количество легирующих элементов. После отжига структура их состоит из феррита и перлита, содержание которого тем выше, чем больше углерода и легирующих элементов в стали. Из названия сталей следует, что они подвергаются термической обработке улучшением, которая состоит из закалки и высокого отпуска.

После улучшения стали приобретают структуру сорбита отпуска, который хорошо воспринимает ударные нагрузки. Поэтому улучшаемые стали

## Автомобильные материалы, их старение и износ

рекомендуют использовать для изготовления деталей, работающих в условиях динамических нагрузок. Кроме того, они имеют низкий порог хладноломкости и могут быть рекомендованы для изготовления машин в северном исполнении.

Стали для деталей выбирают по прокаливаемости, так как механические свойства сталей разных марок после улучшения в случае сквозной прокаливаемости практически одинаковы. Чем больше в стали легирующих элементов, тем больше прокаливаемость и, следовательно, чем больше сечение детали, тем более легированную сталь нужно выбирать.

Углеродистые улучшаемые стали характеризуются небольшим критическим диаметром при закалке, поэтому их применяют для деталей небольших сечений, работающих при невысоких нагрузках.

Хромистые стали типа 40Х получили широкое применение. При закалке в масле они прокаливаются в сечении до 30 мм. Хромистые стали применяют для машиностроительных деталей небольших сечений.

Хромоникелевые стали, например 40ХН, обеспечивают высокий уровень механических свойств в деталях сечением до 70 мм. В сочетании с хромом никель обеспечивает высокую прокаливаемость стали и хорошую ее закаливаемость. Такие стали применяют для высоконагруженных деталей, испытывающих ударные и знакопеременные нагрузки, например, для изготовления коленчатых валов. Основным недостатком хромоникелевых сталей — их высокая стоимость.

Хромансилы — это стали, которые наряду с хромом легированы более дешевыми легирующими элементами — марганцем и кремнием, как например, сталь 35ХГСА. Хромансилы сочетают высокие механические свойства и хорошие технологические свойства с экономической конкурентоспособностью, заменяют более дорогие хромоникелевые стали в деталях малого сечения. Они хорошо свариваются, обрабатываются давлением и резанием. Хромансилы применяют в автомобилестроении для изготовления ответственных деталей сечением до 40 мм (валы, детали рулевого управления) и в самолетостроении в виде листов и труб для сварных конструкций.

Основным недостатком сталей, легированных хромом, является их склонность к отпускной хрупкости II рода, поэтому практикуемое обычно для относительно мелких деталей быстрое охлаждение в случае крупногабаритных деталей неприменимо. Для радикального устранения отпускной хрупкости II рода данные стали легируют молибденом и только такие стали используют для ответственных крупногабаритных деталей сечением до и более 100 мм. Примером является сталь 40ХН2МА.

Если рабочими условиями эксплуатации детали из улучшаемой легированной стали предусмотрен фрикционный износ рабочей поверхности, то ее подвергают азотированию. Сталь 38Х2МЮА специально разработана для осуществления процесса азотирования.

### **Стали с особыми свойствами**

Большинство рассмотренных конструкционных легированных сталей являются универсальными. Достоинства этих сталей позволяют использовать их для изготовления деталей и конструкций самого разнообразного назначения.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

Наряду с конструкционными сталями универсального применения созданы также конструкционные стали с определенными функциональными свойствами, которые определяют область их рационального применения, как, например, коррозионно-стойкие, жаропрочные, износостойкие и обладающие другими специфическими свойствами стали. Их относят к сталям с особыми свойствами.

**Рессорно-пружинные стали.** Данные стали должны обладать свойствами, обеспечивающими работу упругих элементов машин, которые предназначены для смягчения толчков и ударов по функциональным деталям машин и оборудования.

Для обеспечения работоспособности упругих элементов сталь должна иметь высокие значения предела упругости, остаточная деформация для такой стали не допускается. Поскольку упругие элементы подвержены многократным нагрузкам, сталь должна обладать также высоким пределом выносливости. Кроме того, сталь должна иметь высокую прокаливаемость, чтобы получить требуемую структуру и соответствующие свойства по всему сечению упругого элемента.

Для изготовления рессор и пружин используют стали с содержанием углерода в интервале 0,5...0,7%. Высокие упругие свойства достигаются в результате закалки с последующим средним отпуском. Образующаяся при среднем отпуске структура — тростит отпуска — обеспечивает высокое значение модуля упругости стали.

Углеродистые стали применяют для изготовления пружин и рессор небольшого сечения. Для повышения прокаливаемости стали легируют. Поскольку упругие элементы широко применяются в машиностроении, для легирования используют дешевые элементы: марганец и кремний. Для изготовления пружин ответственного назначения стали легируют хромом, никелем и ванадием.

На качество и работоспособность пружин большое влияние оказывает состояние поверхности. При наличии трещин и других дефектов на поверхности пружины срок ее службы уменьшается. Разрушение происходит вследствие развития усталостных трещин в местах концентрации напряжений вокруг этих дефектов.

Рабочий ресурс упругих элементов можно значительно увеличить путем их дробеструйной обработки, приводящей к наклепу поверхностного слоя. В результате наклепа предел выносливости может увеличиться вдвое.

Для изготовления автомобильных рессор широко применяют сталь 50ХГА. Завершающей технологической операцией изготовления рессор является дробеструйная обработка.

Иногда для исполнения пружин применяют шлифованную холоднотянутую проволоку, которую называют серебрянкой. Серебрянку изготавливают из углеродистых сталей. Наклеп при холодном прокате вызывает повышение прочности и упругости стали.

**Подшипниковые стали.** Для изготовления шариков, роликов, колец подшипников качения и других деталей (плунжеров, втулок, нагнетательных клапанов и др.) используются подшипниковые стали, которые должны обладать высокой твердостью, износостойкостью и высоким пределом выносливости, так как в процессе эксплуатации они воспринимают значительные знакопеременные

## Автомобильные материалы, их старение и износ

нагрузки (примером могут быть детали подшипника). Поэтому в подшипниковых сталях недопустимы наличие неметаллических включений, неравномерное распределение карбидов, наличие газовых пузырей и пор. Эти дефекты являются концентраторами напряжений, вызывающими образование трещин и выкрашивание металла, что приводит к преждевременному выходу подшипника из строя.

В рабочем состоянии подшипников качения элементы качения — шарики или ролики — движутся по наружному и внутреннему кольцам подшипника. Стали для изготовления колец, роликов и шариков имеют конструкционное назначение, однако по составу, структуре и свойствам относятся к инструментальным сталям.

Получившая наибольшее применение как подшипниковая высокоуглеродистая сталь марки ШХ15 является заэвтектоидной сталью, легированной хромом. Большое содержание углерода (1 %) и наличие хрома (1,5%) обеспечивают после термической обработки высокую твердость стали. Ее применяют для деталей небольших сечений.

Для повышения прокаливаемости сталь дополнительно легируют. Учитывая массовое производство подшипников, используют дешевые легирующие элементы: марганец и кремний. Это позволяет применять ее для изготовления более крупных деталей, чем при использовании высокоуглеродистой стали.

Термическая обработка сталей заключается в закалке с последующим низким отпуском. Особенностью термической обработки заэвтектоидных сталей является наличие в структуре закаленной стали остаточного аустенита. Превращение его в процессе хранения или эксплуатации в мартенсит может вызвать изменение размеров деталей подшипника. Для предотвращения этого необходимо удалить из структуры остаточный аустенит, что достигается путем обработки закаленной стали холодом. Такой обработке, например, подвергают прецизионные подшипники.

Для изготовления высокоскоростных подшипников используют особовысококачественную сталь, которую получают путем электрошлакового переплава, например, сталь ШХ15-Ш.

Для изготовления крупногабаритных роликовых подшипников диаметром до 2 м используют цементуемые стали, например, марки 12ХНЗА. Их подвергают газовой цементации на глубину около 5 мм, затем закаливают и проводят низкий отпуск.

Автоматные стали. Данные стали высокой обрабатываемости резанием используют для массового производства крепежных деталей на станках-автоматах. Они допускают механическую обработку резанием с высокими скоростями резания при высоком качестве обработанной поверхности. Достигается это технологическое преимущество автоматных сталей увеличением содержания в них серы и фосфора.

Серанходится в автоматных сталях в виде сульфида марганца, который, обладая смазывающим действием, облегчает процесс резания. Фосфор, растворяясь в феррите, повышает его хрупкость, что способствует измельчению стружки и получению гладкой блестящей поверхности стали при резании.

Однако большие добавки серы и фосфора снижают пластичность и вязкость стали. Кроме того, сера и фосфор сохраняют свое отрицательное влияние на

## Автомобильные материалы, их старение и износ

свойства стали как вредные примеси: сера приводит к красноломкости, а фосфор придает сталям хладноломкость. Для уменьшения негативного влияния серы в автоматные стали вводят повышенное количество марганца (до 1,5 %), который связывает серу и сульфид марганца.

Введение свинца приводит к дальнейшему улучшению обрабатываемости автоматных сталей, скорость резания возрастает до 40 % без снижения стойкости инструмента. Свинец не растворяется в стали, а находится в структуре в виде мелких частиц, что также способствует измельчению стружки. Кроме того, в процессе нагрева зоны фрикционного контакта режущего инструмента со сталью свинец плавится, что уменьшает коэффициент трения кромки резца с деталью.

Автоматные стали, легированные свинцом, находят широкое применение в отраслях массового машиностроения, например, потребителями стали АС40 являются автозаводы.

Обратим внимание, что в маркировке АС40 буква С обозначает не кремний, а свинец, что является исключением из общего правила маркировки легированных сталей. Цифра — содержание углерода, а не свинца, в стали. Свинец в автоматных сталях содержится в пределах 0,15... 0,35 %, его содержание в маркировке автоматных сталей не указывают.

Использование добавок свинца позволяет перевести в разряд автоматных и сложнолегированные стали, например, автоматную сталь АС40ХГНМ. По обрабатываемости они превосходят углеродистые автоматные стали с повышенным содержанием серы и фосфора. Однако легирование углеродистых автоматных сталей не устраняет их основной недостаток, связанный с повышенной склонностью к коррозии. Это ограничивает применение легированных автоматных сталей для изготовления ответственных деталей машин.

**Коррозионно-стойкие стали.** Коррозия наносит огромный ущерб производственной деятельности. Коррозионное разрушение одной небольшой детали может вывести из строя машину огромной стоимости. При аварийной остановке технологического оборудования сумма ущерба возрастает многократно, так как в современных условиях каждая единица оборудования является частью высокопроизводительной технологической линии. При выходе из строя одной единицы оборудования вся линия вынужденно простаивает.

Пропорционально причиняемому ущербу на борьбу с коррозией затрачиваются огромные материальные и трудовые ресурсы. Разработано большое число методов борьбы с коррозионным разрушением металла. Из большого арсенала этих методов здесь рассмотрен наиболее рациональный, основанный на изменении состава металлического материала путем введения хрома, никеля, алюминия или кремния. В этом направлении деятельной борьбы с коррозией создана группа коррозионно-стойких сталей.

При введении в состав стали хрома в количестве не менее 13 % достигается коррозионная стойкость стали в атмосфере, морской воде, ряде кислот, щелочей, солей. В процессе взаимодействия стали с кислородом воздуха на ее поверхности образуется защитная пленка сложного оксида  $(Cr,Fe)_2O_3$ . Наличие хрома в структуре оксида придает защитной пленке новые свойства, отличающиеся от свойств оксида железа в виде ржавчины. Хромсодержащий оксид железа



## Автомобильные материалы, их старение и износ

газоплотен, т.е. является препятствием для поступления новых порций кислорода к взаимодействию со сталью, он изолирует металл от воздействия внешней среды. Кроме того, защитная пленка имеет высокую адгезию (сцепляемость) к поверхности стали и не отделяется от поверхности металла.

Защитные свойства образующийся на поверхности слой оксидов приобретает только по достижении содержания хрома в стали 13 %, при этом изменение скорости коррозии происходит не по-степенно, а скачкообразно (рис. 11). Если в легированной стали содержание хрома менее 13 %, то по коррозионной стойкости она не имеет преимуществ перед углеродистыми сталями. Такая сталь, как и углеродистая, подвержена коррозии.

Коррозионно-стойкие (нержавеющие) стали делят на хромистые и хромоникелевые. Хромистые являются сталями ферритного и мартенситного класса, а хромоникелевые относятся к сталям аустенитного класса.

Дадим сравнительную оценку коррозионной стойкости коррозионно-стойких сталей ферритного и аустенитного классов, исходя из механизма коррозии.

Установлено, что скорость взаимодействия металлов с химически активными средами возрастает под влиянием происходящих на рабочей поверхности электрохимических процессов.

Фазовый состав всех углеродистых, а также большинства низко- и среднелегированных сталей неоднороден. Различие электрофизических свойств фаз приводит к появлению множества микрогальванопар, а возникающие при наличии влажной среды токи зарядов ускоряют коррозию сталей. Поэтому минимальное влияние электрохимических процессов и, следовательно, максимальную коррозионную стойкость будут иметь стали однофазной структуры — хромистые стали ферритного класса и хромоникелевые стали аустенитного класса.

Однако неизбежные примеси, содержащиеся в коррозионно-стойких сталях ферритного и аустенитного классов, также могут образовывать микрогальванопары и таким образом повышать интенсивность коррозионных процессов. Для максимального растворения этих примесей, а также избыточных спецкарбидов в однофазной структуре такие стали подвергают термической обработке. При этом аустенит, который имеет гранецентрированную кубическую кристаллическую решетку, может растворить около 2 % углерода, а объемно-центрированная кубическая кристаллическая решетка феррита допускает растворение только менее 0,03 % углерода. Поэтому по коррозионной стойкости хромоникелевые стали примерно в 10 раз превосходят хромистые коррозионно-стойкие стали.

Хромистые стали в зависимости от содержания углерода могут относиться к ферритному и мартенситному классам.

Хромистые стали ферритного класса при низком содержании углерода имеют однофазную ферритную структуру, т. е. не претерпевают фазового превращения  $Fe\alpha \leftrightarrow Fe\gamma$  и не могут упрочняться термической обработкой, т.е. они не поддаются закалке.

Отсутствие фазовых превращений имеет ту негативную сторону, что возникшая при нагреве, например, в процессе сварки, крупнозернистая структура стали не может быть измельчена путем ее термической обработки. Из-за данного

### Автомобильные материалы, их старение и износ

основного недостатка коррозионно-стойких сталей ферритного класса ее крупнозернистость может приводить к охрупчиванию, что ограничивает техническое применение хромистых сталей ферритного класса, несмотря на то, что из коррозионно-стойких сталей они наиболее дешевы.

Предупредить рост зерен ферритных сталей при нагреве и устранить их охрупчивание помогает введение в их состав в качестве легирующих элементов титана и азота. Титан образует с углеродом, который содержится в стали, карбиды, а азот, взаимодействуя с хромом, образует нитриды хрома. Дисперсные карбиды и нитриды выделяются по границам зерен и служат барьером для их роста.

Наиболее распространенными коррозионно-стойкими сталями ферритного класса являются стали с содержанием 13 % хрома, например, сталь 08X13, которую используют в турбостроении для изготовления лопаток гидротурбин и паровых турбин.

Увеличение содержания хрома повышает коррозионную стойкость хромистых сталей. Сталь с содержанием 17 % хрома является коррозионно-стойкой в растворах слабых кислот и широко применяется для изготовления технологического оборудования заводов пищевой промышленности и изделий бытовой пищевой утвари, как, например, сталь 12X17.

При содержании в стали 25 % хрома ее коррозионная стойкость позволяет противостоять горячим газовым средам. Такую сталь, например, сталь 15X25, применяют для изготовления газовых реторт, чехлов термопар и других устройств нагревательных агрегатов.

Верхний предел содержания хрома в коррозионно-стойких сталях составляет 25 % (иногда 28 %), так как при большем содержании хрома снижается вязкость стали, наблюдается ее охрупчивание.

Хромистые стали мартенситного класса отличаются от ферритной стали повышенным содержанием углерода. В процессе термической обработки они испытывают фазовое превращение, их можно подвергать закалке, в результате которой они приобретают структуру и свойства мартенсита закалки.

Коррозионно-стойкие стали мартенситного класса, например, сталь 40X13, используют для изготовления хирургического инструмента, промышленных ножей, деталей топливной аппаратуры и др. После закалки их подвергают низкому отпуску.

Хромоникелевые стали имеют однофазную аустенитную структуру, вследствие чего так же, как и стали ферритного класса, не претерпевают фазового превращения  $Fe\alpha \leftrightarrow Fe\gamma$  и поэтому не могут упрочняться термической обработкой, т.е. они не принимают закалки. В то же время для них разработан режим термической обработки, аналогичный закалке, в результате которой сталь не приобретает структуру мартенсита.

Отливка хромоникелевой стали содержит дисперсные карбиды хрома, которые могут образовывать микрогальванопары и тем самым снижать коррозионную стойкость. Для растворения карбидов хрома в аустените сталь нагревают до 1100 °С и далее охлаждают в воде, фиксируя образовавшуюся структуру, не допуская выделения избыточных карбидов.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

Полученная в результате такой термической обработки однофазная аустенитная структура придает хромоникелевой коррозионно-стойкой стали высокую коррозионную стойкость.

По уровню физико-механических свойств и по коррозионной стойкости хромоникелевые коррозионно-стойкие стали превосходят хромистые. Хромоникелевые стали обладают высокой вязкостью разрушения, которая сохраняется и при отрицательных температурах. Кроме того, они технологичны: хорошо свариваются, допускают обработку давлением как в холодном, так и в нагретом состояниях, имеют хорошие литейные свойства. В процессе обработки давлением они упрочняются в результате наклепа. Поэтому хромоникелевые коррозионно-стойкие стали часто используют в виде проката.

К недостаткам хромоникелевых сталей можно отнести их плохую обрабатываемость резанием. Кроме того, хромоникелевые стали достаточно дороги вследствие наличия в них большого количества дефицитного никеля. Для снижения стоимости хромоникелевых сталей используют замену никеля марганцем.

Наибольшее распространение в промышленности получила коррозионно-стойкая хромоникелевая сталь 12X18H9. Основным недостатком этой и других марок хромоникелевых сталей является возможность межкристаллитной коррозии (МКК), т.е. возможность коррозии по границам зерен.

Проявляется МКК при нагреве хромоникелевой стали в интервале температур 500...700°C. Отметим, что до таких температур металл может нагреваться в зоне термического влияния природа. В процессе термической обработки они испытывают фазовое превращение, их можно подвергать закалке, в результате которой они приобретают структуру и свойства мартенсита закалки.

Коррозионно-стойкие стали мартенситного класса, например, сталь 40X13, используют для изготовления хирургического инструмента, промышленных ножей, деталей топливной аппаратуры и др. После закалки их подвергают низкому отпуску.

Хромоникелевые стали имеют однофазную аустенитную структуру, вследствие чего так же, как и стали ферритного класса, не претерпевают фазового превращения  $Fe\alpha \leftrightarrow Fe\gamma$  и поэтому не могут упрочняться термической обработкой, т.е. они не принимают закалки. В то же время для них разработан режим термической обработки, аналогичный закалке, в результате которой сталь не приобретает структуру мартенсита.

Отливка хромоникелевой стали содержит дисперсные карбиды хрома, которые могут образовывать микрогальванопары и тем самым снижать коррозионную стойкость. Для растворения карбидов хрома в аустените сталь нагревают до 1100°C и далее охлаждают в воде, фиксируя образовавшуюся структуру, не допуская выделения избыточных карбидов.

Полученная в результате такой термической обработки однофазная аустенитная структура придает хромоникелевой коррозионно-стойкой стали высокую коррозионную стойкость.

По уровню физико-механических свойств и по коррозионной стойкости хромоникелевые коррозионно-стойкие стали превосходят хромистые. Хромоникелевые стали обладают высокой вязкостью разрушения, которая

## Автомобильные материалы, их старение и износ

сохраняется и при отрицательных температурах. Кроме того, они технологичны: хорошо свариваются, допускают обработку давлением как в холодном, так и в нагретом состояниях, имеют хорошие литейные свойства. В процессе обработки давлением они упрочняются в результате наклепа. Поэтому хромоникелевые коррозионно-стойкие стали часто используют в виде проката.

К недостаткам хромоникелевых сталей можно отнести их плохую обрабатываемость резанием. Кроме того, хромоникелевые стали достаточно дороги вследствие наличия в них большого количества дефицитного никеля. Для снижения стоимости хромоникелевых сталей используют замену никеля марганцем.

Наибольшее распространение в промышленности получила коррозионно-стойкая хромоникелевая сталь 12Х18Н9. Основным недостатком этой и других марок хромоникелевых сталей является возможность межкристаллитной коррозии (МКК), т.е. возможность коррозии по границам зерен.

Проявляется МКК при нагреве хромоникелевой стали в интервале температур 500...700°C. Отметим, что до таких температур металл может нагреваться в зоне термического влияния при проведении процесса сварки. При таких температурах нагрева по границам зерен выделяются дисперсные карбиды хрома состава Cr<sub>23</sub>C<sub>6</sub>. Вследствие низкого коэффициента диффузии легирующих элементов в образовании карбида участвуют только те атомы хрома, которые расположены в приграничных участках зерен. В результате развития такого процесса приграничные участки постепенно обедняются хромом и, когда содержание хрома становится менее 13 %, зерна перестают быть коррозионно-стойкими.

При контакте с химически активной средой такая сталь начинает корродировать по границам зерен, связь между ними нарушается и материал теряет свою прочность. Данный вид дефекта опасен тем, что внешне деталь, прокорродировавшая насквозь по границам зерен, сохраняет свою форму и габариты, хотя практически не имеет прочности, т.е. достаточно небольшого усилия, чтобы она рассыпалась. В частности, на этом принципе основан один из способов получения порошка коррозионно-стойкой стали для нужд порошковой металлургии.

Для предупреждения межкристаллитной коррозии необходимо устранить возможность образования карбидов хрома. Этого можно достичь двумя путями — уменьшением содержания углерода в стали и введением в сталь более сильных, чем хром, карбидообразующих элементов.

Получение стали с низким содержанием углерода возможно, хотя техническое исполнение данного решения достаточно сложно. Однако пропорционально уменьшению содержания углерода в стали снижаются также и прочностные ее характеристики. Кроме того, снижение содержания углерода, хотя и может уменьшить вероятность МКК, но не устраняет ее первопричину, так как любая сталь — это сплав железа с углеродом, т. е. без углерода не будет и стали.

Радикальным решением проблемы МКК является использование более сильных, чем хром, карбидообразователей, в числе которых титан, реже — ниобий. Данные элементы в силу большего, чем у хрома, сродства к углероду связывают избыточный углерод, образуя соответствующие специальные

Автомобильные материалы, их старение и износ

карбиды, и тем самым предотвращают образование карбида хрома. Так, например, хромоникелевые коррозионно-стойкие стали 12Х18Н10Т и 12Х18Н9Б не подвержены МКК в отличие от стали 12Х18Н9.

Благодаря данному решению были сняты ограничения на применение хромоникелевых коррозионно-стойких сталей в конструкциях, связанных с нагревом. Это позволило использовать данные стали в авиации, ракетостроении и других областях специального машиностроения.

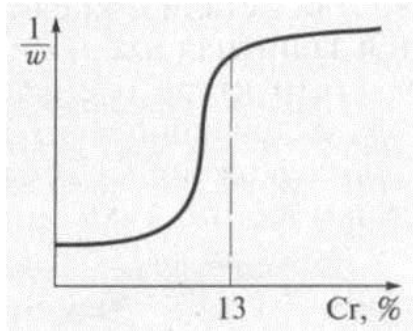


Рис. 11. Влияние содержания хрома на коррозионную стойкость стали:  $w$  — скорость коррозии

**3.3. Легированные и низколегированные стали в автомобилестроении**

Для изготовления автомобильных деталей применяют многие марки малоуглеродистых и среднеуглеродистых легированных и низколегированных сталей, предусмотренных ГОСТ 4543-71 и ГОСТ 19282-73. Иногда применяют также стали, не включенные в настоящее время в ГОСТ и производящиеся по ТУ заводов автомобильной промышленности. В табл. 5 приводятся наиболее распространенные группы и марки легированных сталей (ГОСТ 4543-71), примеры их применения при производстве автомобильных деталей и характерные варианты их термической обработки. Легированные стали, как правило, подвергаются термической или химико-термической обработке.

В обозначениях марок конструкционных легированных сталей цифра слева указывает среднее содержание в данной стали углерода в сотых долях процента; последующие буквы и цифры, расположенные правее букв, свидетельствуют о наличии и примерном содержании в данной стали (в процентах) легирующих компонентов. Например, сталь марки 12ХН3А является высококачественной, легированной хромом и никелем, содержащей в среднем 0,12 % углерода (0,09-0,16), около 1 % хрома (0,60-0,90), примерно 3 % никеля (2,75—3,15). Для особенно сильно действующих на свойства сталей легирующих компонентов, какими являются, в частности, молибден, титан, ванадий и бор, присутствие принятых для них индексов в обозначениях марки стали не означает, что их количество близко к 1 %. Обычно содержание молибдена не превышает 0,6 %, титана и ванадия 0,20 %, а бора ограничивается еще меньшими величинами.

Низколегированные стали (ГОСТ 19282-73) обычно содержат до 0,25 % недефицитных, но достаточно сильно действующих легирующих элементов. Использование этих сталей вместо углеродистых позволяет уменьшить массу и сечение деталей при обеспечении прежних или более высоких механических качеств. По сравнению с качественными углеродистыми сталями эти стали отличаются повышенной прочностью, износостойкостью, коррозионной стойкостью благодаря увеличенному содержанию в них марганца, хрома, меди, других присадок. Вместе с тем они обычно дешевле легированных сталей, поэтому использование их в автостроении с годами увеличивается. Особенно

Автомобильные материалы, их старение и износ

большое применение низколегированные стали получили при изготовлении деталей рам грузовых автомобилей (лонжеронов и поперечин), дисков и других деталей колес, картеров задних мостов.

Таблица 5. Наиболее распространенные в автомобилестроении конструкционные легированные стали и детали, изготовленные из них

№	Группа стали	Марка стали	Детали	Термическая обработка
1	Марганцовистая	40Г, 50Г, 45Г2, 47ГТ	Полуоси, шатуны, коленчатые валы двигателей	1. Улучшение 2. Нормализация или улучшение и закалка рабочих поверхностей ТВЧ
2	Хромистая	15Х, 20Х	Толкатели, поршневые пальцы, крестовины кардана, распределительные валы двигателей	Цементация, закалка, низкотемпературный отпуск
3	Хромистая	30Х, 35Х, 40Х, 45Х	Валы и шестерни коробки передач, балки передней оси, рычаги рулевого управления, крестовины и оси сателлитов, коромысла, болты коренных и шатунных подшипников двигателей	1. Улучшение 2. Улучшение и закалка рабочих поверхностей ТВЧ
4	Бористая	40Р, 45РП	Шатуны двигателей, полуоси и др.	1. Улучшение 2. Улучшение и поверхностная закалка
5	Хромомарганцевая	18ХГТ, 30ХГТ, 25ХГМ, 25ХГТ	Шкворни, распределительные валы, шестерни полуосей, и сателлиты, конические шестерни заднего моста, крестовины карданного шарнира, шестерни и валы коробки передач, ось шестерни заднего хода	Цементация или цианирование, закалка и низкотемпературный отпуск
6	Хромоникелевая	12ХН2, 12ХН3А, 20ХН3А, 40ХН	Поршневые пальцы, крестовины карданного шарнира, конические шестерни заднего моста, полуосевые шестерни, сателлиты, крестовины дифференциала	Цементация или цианирование, закалка и низкотемпературный отпуск
7	Хромомолибденовые	40Х2М	Шатуны	Улучшение
8	Хромованадиевая	40ХФА, 60ХФА	Пружины клапанов, пружины подвески, торсионы полуосей, шатуны двигателей, коленчатые валы	1. Улучшение 2. Объемная закалка, высокотемпературный отпуск
9	Хромоникельмолибденовая	20ХН2М	Шестерни полуосей и сателлиты, конические шестерни главной передачи, червяки рулевого управления	Цементация или цианирование, закалка и низкотемпературный отпуск

Автомобильные материалы, их старение и износ

10	Хромокремнемарганцевая	38ХГС	Полуоси	1. Улучшение 2. Улучшение и закалка шлицов
11	Хромомарганцевоникелевая и хромомарганцевоникелевая с титаном и бором	20ХГНР, 14ХГН, 19ХГН, 15ХГН2ТА	Валы и шестерни коробки передач, ось шестерни заднего хода, крестовины заднего хода, крестовины карданного шарнира и дифференциала, шестерни полуоси и сателлиты, конические шестерни заднего моста	Цементация или цианирование, закалка и низкотемпературный отпуск
12	Хромомолибденованадиевая	42ХМФА	Коленчатые валы	Улучшение и поверхностная закалка шеек ТВЧ
13	Хромомарганцевоникелевая с молибденом или титаном и хромомарганцевокремниевая с молибденом	20ХГНМ, 25ХГНМТ, 30Х2ГСМА	Валы и шестерни коробки передач, ведомая коническая шестерня главной передачи, сателлиты и крестовины дифференциала, полуоси	1. Нормализация или улучшение, цементация или цианирование, закалка и низкотемпературный отпуск 2. Улучшение, закалка шлицев ТВЧ

**3.4. Рессорно-пружинные, высоколегированные жаростойкие и жаропрочные стали**

Легированные рессорно-пружинные стали (ГОСТ 14959-79) широко применяют в конструкциях отечественных автомобилей для изготовления деталей подвесок — пружин, листовых рессор, пластин торсионов автомобилей, а также клапанных пружин двигателей, пружин сцепления и различных других деталей. В меньшей степени применяют для изготовления различных пружин углеродистые стали, предусмотренные тем же ГОСТом. Рессорно-пружинные стали относятся к высокоуглеродистым, причем в качестве легирующих элементов для них особенно характерно содержание кремния, марганца, хрома и ванадия.

Высоколегированные жаростойкие и жаропрочные стали (ГОСТ 5632-72) применяют для изготовления клапанов автомобильных двигателей. В некоторых случаях на заготовку клапанов в индукторе при использовании спе-ального флюса наплавляется кольцо из жаростойкого сплава на никель-хром-бористой основе. Для этой цели применяются, в частности, сплавы ЭП-616 и ЭП-616А (двигатели ВАЗ), ЭП-869 (двигатели КамАЗ-740). Полости клапанов двигателей ЗИЛ-130, ЗМЗ-53 и некоторых других заполняют металлическим натрием, испарение которого во время работы двигателя способствует снижению рабочих температур тарелок клапанов.

**3.5. Марки сталей, чугунов и цветных сплавов, применяемых при изготовлении основных деталей отечественных автомобилей**

Для изготовления корпусных деталей — блоков, картеров сцеплений, головок блока, а также трубопроводов применяются в основном алюминиевые сплавы разных марок и чугуны с пластинчатым графитом, модифицированные и

## Автомобильные материалы, их старение и износ

специальные. Блоки и картеры сцепления ЗАЗ отливают из магниевого сплава. Большинство деталей автомобилей семейства ВАЗ изготовляют из материалов по ТУ завода. Поршни изготовляют из жаростойких алюминиевых сплавов, в ряде случаев негостирированных, клапаны - из жаростойких высоколегированных сталей. Коленчатые и распределительные валы изготавливают из конструкционных сталей или высокопрочных чугунов. Для других деталей применяются качественные и высококачественные стали или модифицированные и специальные чугуны.

Материалом валов и шестерен являются легированные конструкционные стали, как правило, низкоуглеродистые. Только вторичный вал автомобилей ГАЗ изготовляется из углеродистой стали пониженной прокаливаемости марки 60ПП.

Материалом корпусных деталей задних мостов является чаще всего ковкий чугун. Вместе с тем в последние годы картеры стали часто изготовлять сварными; в этом случае их материалом являются низколегированные стали. Валы и шестерни задних мостов, так же как и у коробок передач, изготовляют обычно из легированных малоуглеродистых конструкционных сталей. Также как и аналогичные детали коробок, они подвергаются обычно цементации или цианированию, закалке и низкотемпературному отпуску. Наиболее распространенным материалом деталей карданных передач являются углеродистые качественные стали. Корпусные детали рулевых механизмов изготовляют из ковкого чугуна или цветных сплавов, остальные детали - из конструкционных сталей легированных или углеродистых.

## Лекция 4.

### Цветные металлы и сплавы

При изготовлении автомобильных деталей на автомобильных предприятиях широкое применение находят алюминиевые и цинковые сплавы, сплавы на медной и цинковой основе, антифрикционные сплавы, различного вида припои, в несколько меньшей степени применяются медно-никелевые и магниевые сплавы.

#### 4.1. Цветные алюминиевые, цинковые и магниевые сплавы

Особенно большое распространение при изготовлении автомобильных деталей имеют алюминиевые сплавы литейные (ГОСТ 2685—75) и деформируемые (ГОСТ 4784—74). Из числа алюминиевых сплавов в автомобильной промышленности преимущественное распространение имеют литейные сплавы, классификация по химическому составу, марки и область применения которых приводятся в табл. 4.2. (6). Деформируемыми называются такие алюминиевые (или магниевые) сплавы, полуфабрикаты из которых (листы, прутки, профильный прокат, штамповки) могут изготовляться обработкой давлением. Деформируемые сплавы применяют для изготовления поршней двигателей, поршней гидроцилиндров тормозов и сцеплений, различных мелких деталей, а также нормалей (заклепок и пр.).

Известно, что автомобильная промышленность является передовой отраслью отечественного машиностроения, в которой постоянно ведутся разносторонние исследования, направленные, в частности, на разработку новых,



## Автомобильные материалы, их старение и износ

прогрессивных материалов и сплавов, обладающих высокими технологическими и эксплуатационными качествами. Это относится и к алюминиевым сплавам, используемым для изготовления поршней и корпусных деталей.

Магниевые сплавы по своим механическим качествам, как правило, уступают алюминиевым, зато отличаются технологичностью — обладают хорошими литейными свойствами. Марки магниевых сплавов применяются для отливки ненагруженных корпусов различных узлов и приборов.

Значительное применение в автомобилестроении имеют в настоящее время цинковые сплавы. Цинковые сплавы по ГОСТ 21437—75 включают четыре марки сплавов, две из которых относятся к категории литейных сплавов, а две — к сплавам, обрабатываемым давлением. Предусмотренные указанным ГОСТом марки сплавов предназначены для изготовления антифрикционных деталей (втулок, подшипников). ГОСТ 19424-74 "Сплавы цинковые литейные в чушках" и ГОСТ 25140—82 "Сплавы цинковые литейные" по химическому составу некоторых марок почти дублируют друг друга. Предусмотренные ГОСТами сплавы предназначены для изготовления корпусов сложной формы карбюраторов, бензонасосов, электротехнических и других приборов методом литья под давлением с обеспечением выполнения тонких сечений с высокой точностью и гладкостью поверхностей, достигающей 8-го класса. Главным преимуществом этих сплавов является высокая жидкотекучесть, способность хорошо заполнять сложные формы; недостаток цинковых сплавов — низкая ремонтпригодность; при поломках соответствующие детали практически не подлежат пайке или сварке.

### 4.2. Цветные сплавы на медной и цинковой основе

Чистая медь имеет в автомобилестроении и авторемонтном производстве ограниченное применение, в основном в электроприборах и электролитических ваннах. Зато широко применяются медно-цинковые сплавы (латуни), оловянистые и безоловянистые бронзы.

Латуни подразделяются на литейные (ГОСТ 17711—80) и деформируемые (ГОСТ 15527-70); последние в свою очередь подразделяются на томпаки, полутомпаки, латуни, трехкомпонентные и многокомпонентные латуни различного качественного и количественного состава.

При практическом использовании следует иметь в виду, что повышение процентного содержания меди в составе латуни улучшает ее пластичность, теплопроводность, электропроводность и коррозионную стойкость. Относительное повышение содержания цинка улучшает обрабатываемость латуни резанием, прирабатываемость, повышает износостойкость, снижает себестоимость латуни. Включение в состав латуни свинца увеличивает ее антифрикционные свойства. Наличие в латуни олова, марганца, кремния, железа повышает ее прочность и способствует улучшению антикоррозионных свойств.

Ремонт деталей и узлов, изготовленных из латуней, обычно производят пайкой. Материалы, применяемые на авторемонтных и автотранспортных предприятиях для пайки латунных деталей, приводятся в следующем разделе.

В автомобилестроении и авторемонтном производстве широко применяются бронзы: оловянистые литейные (ГОСТ 613-79 и ГОСТ 614—73); оловянистые,

### Автомобильные материалы, их старение и износ

обрабатываемые давлением (ГОСТ 5017-74); безоловянистые литейные (ГОСТ 493-79); безоловянистые, обрабатываемые давлением (ГОСТ.18175-78). Наиболее распространены для изготовления деталей оловянистые бронзы. Они характеризуются достаточной прочностью, высокими антифрикционными качествами, коррозионной стойкостью, хорошей теплопроводностью. Деформируемые оловянистые бронзы отличаются, кроме того, хорошими упругими свойствами. Повышение содержания олова в оловянистых бронзах увеличивает их прочность и твердость, но уменьшает пластичность и ударную вязкость.

В качестве легирующих добавок в оловянистую бронзу вводят цинк, свинец, никель, фосфор. Цинк и никель улучшают механические свойства бронзы, причем никель способствует измельчению зерна и улучшению структуры сплава; свинец и фосфор улучшают антифрикционные свойства и, кроме того, обрабатываемость резанием (фосфор) и износостойкость (свинец). Вместе с тем увеличение содержания фосфора более 0,35—0,40 % снижает механические свойства сплава. Следует отметить кремнистые бронзы марки БрКМц3-1 и бериллиевые бронзы марок БрБ2, БрБНТ1,7; БрБНТ1,9, обладающие упругостью, прочностью, химической стойкостью, высоким значением усталостной выносливости. Эти бронзы применяются для изготовления ответственных пружин: термостатов, пробок бензобаков, клапанов бензонасосов, пружин карбюраторов и т. п. Некоторые сплавы, в особенности МНЖКТ5-1-02-02, широко применяются в авторемонтном производстве для сварки деталей, изготовленных из цветных сплавов.

#### 4.3. Припои и антифрикционные сплавы

Антифрикционные сплавы широко применяются в конструкциях автомобилей в качестве материала трущихся поверхностей вкладышей коленчатых валов двигателей и различных втулок. В качестве антифрикционных сплавов в автостроении и авторемонтном производстве находят применение оловянистые, свинцовые и кальциевые баббиты, свинцовистые бронзы и антифрикционные сплавы на алюминиевой основе. Преимуществом сталеалюминиевых вкладышей является их прочность, хорошая теплопроводность, температуростойкость, относительная дешевизна.

Припои различных групп и марок имеют широкое применение в автомобильной промышленности, на авторемонтных и автотранспортных предприятиях. Оловянно-свинцовые припои (ГОСТ 21930-76) имеют наибольшее применение на авто-ремонтных и автотранспортных предприятиях. Положительными свойствами серебряных припоев являются высокая механическая прочность, пластичность, электропроводность, коррозионная стойкость.

## Лекция 5.

### Металлы и материалы, применяемые при восстановлении автомобильных деталей

#### 5.1. Металлы и материалы, применяемые при восстановлении автомобильных деталей сваркой, наплавкой и напылением

К сварочным и наплавочным материалам относятся: сварочная, наплавочная, порошковая проволоки; электроды; присадочные прутки; покрытия (обмазки), флюсы, горючие, защитные, плазмообразующие газы; наплавочные порошки, смеси порошков и другие материалы.

Сварочная проволока предназначена для изготовления электродов для ручной дуговой сварки и наплавки металлических деталей и конструкций. В авторемонтном производстве малоуглеродистую сварочную проволоку иногда используют и при восстановлении деталей механизированными видами наплавки. ГОСТ 2246-70 предусматривает 75 марок сварочной проволоки.

В ремонтном производстве при восстановлении деталей механизированными способами наплавки широко используются многие марки наплавочной проволоки. Особенно распространены проволоки марок Нп-65; Нп-80; Нп-30ХГСА; Нп-40Х2Г2М; Нп-50ХФА; Нп-30Х13 и др.

Электроды широко применяются в авторемонтном производстве.

Наряду с электродами общего назначения при восстановлении авто-мобильных деталей применяют металлические электроды, предусмотренные ГОСТ 10051—75 для ручной наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами. Указанные электроды имеют стержень из легированной или высоколегированной стали и качественную обмазку.

В общем случае детали из малоуглеродистых, углеродистых сталей свариваются хорошо, из среднеуглеродистых — удовлетворительно, из высокоуглеродистых — плохо. Однако из малоуглеродистых сталей изготавливаются преимущественно тонколистовые детали кузовов, кабин, оперения, облицовок и т. п., которые, несмотря на малое содержание углерода, сваривать сложно из-за опасности прожога металла.

Сварка деталей из легированных сталей затруднена вследствие того, что легирующие элементы диффундируют в металл шва, вызывают образование тугоплавких окислов, остающихся в металле после остывания, могут приводить к частичной самозакалке остывающего металла, различной тепловой осадке металла шва и детали, к хрупкости металла в горячем состоянии и в результате всего этого — к возникновению значительных внутренних напряжений, деформаций и трещин. Кроме того, при сварке обычно полностью или частично нарушается термическая обработка деталей, которую в условиях ремонтных предприятий не всегда возможно восстановить.

Для улучшения качества наплавленного металла применяют предварительный перед сваркой подогрев деталей, последующий их отжиг, специальные электроды и обмазки, выбирают оптимальные режимы наплавки.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

Сварка и наплавка деталей из серого и модифицированного чугуна сопряжена с трудностями, которые вызываются образованием при сварке тугоплавких окислов железа (температура плавления 1350—1400°C) и кремния (температура плавления 1600 °C), температура плавления которых значительно превышает температуру плавления чугуна (1200 °C), интенсивным отбелом расплавленного чугуна при его охлаждении на воздухе, хрупкостью чугуна. Образующиеся тугоплавкие окислы засоряют сварочный шов или наплавленный металл, в результате отбела получается твердый трудно обрабатываемый шов, характеризующийся неоднородной структурой. Возникают внутренние напряжения в металле, которые могут вызвать деформации и трещины, в особенности у деталей сложной конфигурации с неравномерной толщиной стенок.

Особенно сложно сваривать детали из ковкого чугуна, свободный углерод которого при сварке, с одной стороны, выгорает, образуя поры и раковины в металле, с другой — переходит в связанное состояние, интенсивно отбеливаясь.

При сварке чугунных деталей применяют горячую (при подогреве деталей до 600-650°C) газовую и холодную электродуговую сварку. Для растворения тугоплавких окислов при газовой сварке применяют специальные флюсы, при дуговой - многокомпонентные обмазки электродов. В качестве присадочного материала при горячей газовой сварке используют чугунные прутки марок ПЧ1, ПЧ2 и др.

При холодной электродуговой сварке чугунных деталей применяют специальные электроды: стальные, на медной или никелевой основе; во всех случаях — со специальными сложными покрытиями (обмазками). Для уменьшения отбела при сварке деталей из чугуна с пластинчатым, шаровидным графитом или из ковкого чугуна применяют также так называемую сварку-пайку присадочными прутками из цветных сравнительно легкоплавких сплавов, при использовании которых основной металл детали (чугун) не нагревается до температуры плавления.

Сварка автомобильных деталей из алюминиевых сплавов связана со значительными трудностями вследствие легкой окисляемости алюминия и хрупкости его в нагретом состоянии, низкой температуры плавления алюминия (657 °C) и тугоплавкости его окислов (2050°C), высокой теплопроводности алюминия, значительного коэффициента теплового расширения (вдвое большего, чем у стали) и соответственно большой усадки сварочного шва, постоянства цвета расплавленного металла, что мешает ориентироваться сварщику.

Несмотря на трудности, сварку деталей из алюминиевых сплавов осуществляют по АРП различными способами. Преимущественное распространение в последние годы получила сварка алюминиевых деталей в среде аргона, применяется также сварка электродами со специальной обмазкой и газовая сварка с использованием специальных флюсов. Во всех случаях в качестве электродов или присадочных прутков используют алюминиевую сварочную проволоку по ГОСТ 7871-75 по возможности наиболее близкую по химическому составу к материалу основной детали. При сварке в среде аргона при толщине стенок деталей не более 4 мм используют вольфрамовые неплавящиеся электроды по ГОСТ 23949—80. Ионы вольфрама при сварке бомбардируют свариваемые поверхности, разрушая на них окисную

## Автомобильные материалы, их старение и износ

алюминиевую пленку, чем обеспечивают надежное сцепление частиц наплавляемого и основного металла.

При восстановлении автомобильных деталей механизированными видами наращивания наибольшее применение нашли механизированная электродуговая наплавка под флюсом, вибродуговая наплавка, дуговая наплавка в среде углекислого газа, а в последнее время также широкослойная наплавка с использованием ферромагнитной шихты, газотермическое и плазменное напыление (металлизация).

В качестве наплавочных материалов при механизированных видах наплавки наиболее широко используют наплавочную проволоку (ГОСТ 10543-82), пружинную высокоуглеродистую проволоку (ГОСТ 9389-75), сварочную проволоку (ГОСТ 2246-70), порошковую проволоку, порошки и смеси порошков. Наиболее распространенный диаметр используемых наплавочных проволок 1,2 — 1,8 мм.

Механизированная наплавка под флюсом благодаря защите наплавленного металла от вредного воздействия атмосферного воздуха обеспечивает при правильной технологии высокие качественные результаты. В авторемонтном производстве находят применение плавные и керамические флюсы, а иногда и их смеси.

Плавные флюсы получают сплавлением исходных материалов преимущественно в электропечах. В их состав входят шлакозащитные элементы, стабилизирующие горение дуги, и другие элементы. Они имеют малую гигроскопичность, хорошую однородность, высокие технологические свойства, отличаются дешевизной. Поэтому они преимущественно применяются при восстановлении автомобильных деталей. Недостатком плавных флюсов является их слабая раскислительная способность и невозможность введения в их состав ферросплавов; по этой причине плавные флюсы практически не легируют наплавленный металл. Керамические флюсы получают смешением отдельных составляющих на жидком стекле. В них можно вводить ферросплавы и легирующие элементы в широких пределах, в чем и заключается их преимущество. Однако они дороги и неоднородны по химическому составу. Наиболее распространенная в авторемонтном производстве марка керамического флюса АНК-18. Для удаления влаги флюсы перед употреблением рекомендуется прокалить.

Если при наплавке под слоем флюса легирование наплавленного металла может осуществляться по-разному за счет применения легированной проволоки, использования специальных флюсов и того и другого одновременно, то при вибродуговой наплавке легирование возможно только через проволоку. Зато при последнем способе благодаря подаче в зону сплавления охлаждающей жидкости и прерывистости процесса представляется возможным получать твердый и износостойкий слой непосредственно после наплавки обычной углеродистой проволокой без термической обработки восстанавливаемых деталей. Термическое влияние в глубину детали здесь меньше, чем при других наплавочных процессах, что позволяет применять вибронаплавку для восстановления стальных деталей малого диаметра, а также поверхностей чугунных деталей, в том числе выполненных из ковкого чугуна. При отключении

## Автомобильные материалы, их старение и износ

охлаждающей жидкости этим способом можно восстанавливать наружные резьбовые поверхности деталей.

Наплавка в среде углекислого газа нашла широкое применение при сварке тонколистовых деталей, а также наплавке наружных гладких и резьбовых стальных поверхностей. При восстановлении деталей этим способом применяются проволоки, в состав которых входит кремний, марганец или хром. Указанные металлы являются восстановителями и связывают атомарный кислород, образующийся в результате распада углекислого газа под влиянием высоких сварочных температур, чем предотвращают окисление наплавленного металла.

В последние годы в автомобилестроении и авторемонтном производстве для получения поверхностей, отличающихся высокой твердостью, износостойкостью и коррозионной стойкостью, стали применять специальные легированные, часто тугоплавкие материалы и сплавы. Эти материалы и сплавы используются в виде прутков, порошков, смесей порошков, специальной шихты, порошковой проволоки, наносятся и оплавляются газопламенным и индукционным методами, плазменной металлизацией или наплавкой.

### **5.2. Металлы и материалы, применяемые для наращивания деталей электролитическими покрытиями**

Электролитические покрытия применяются в авторемонтном производстве для наращивания изношенных поверхностей деталей, повышения их износостойкости, в декоративных целях и для предупреждения коррозии. Кроме того, никелевые и медные электролитические осадки могут использоваться как подслой под другие покрытия, а медные осадки еще и перед цементацией и цианированием для защиты тех поверхностей деталей, которые не требуют насыщения углеродом и азотом.

Перед электролитическим хромированием и никелированием покрываемые поверхности обычно подвергают тонкому шлифованию и полированию с использованием шлифовальных и полировальных кругов.

Наибольшее применение в авторемонтном производстве нашли войлочные круги как наиболее дешевые: мягкие - для шлифования деталей из алюминиевых и цинковых сплавов; твердые — для шлифования стальных деталей. При тонком шлифовании войлочными кругами может быть обеспечен 8-9-й класс шероховатости по ГОСТ 2789-79. Полировальные круги изготовляют из войлока, сукна, фетра, бязи, миткаля, байки и киперной ткани. На рабочую поверхность полировальных кругов наносят полировальные пасты. Главнейшими составляющими полировальных паст являются абразивы (окись хрома, окись алюминия, венская известь и др.) и связующие вещества (стеарин, парафин, жир и т. д.). В целях повышения эффективности полирования в состав паст целесообразно включать поверхностно-активные вещества: олеиновую кислоту, различные эмульгаторы и пр. При ремонте деталей железением шлифование и полирование их поверхностей мягкими (войлочными) кругами не производится.

Поверхности деталей, подвергаемые электролитическому наращиванию, должны быть тщательно очищены. Смазку и жир в электролитических цехах обычно удаляют с поверхности деталей натиранием составами, приготовляемыми

## Автомобильные материалы, их старение и износ

на основе венской извести, или обработкой в щелочных растворах в специальных ваннах. Для лучшего их действия в щелочные растворы вводят специальные добавки-эмульгаторы, обволакивающие масляные капли и способствующие отрыву их от поверхности деталей. В качестве эмульгаторов при подготовке поверхностей под наращивание применяют мыло, жидкое стекло, декстрин и др.

Эффективны эмульгаторы ОП-7, ОП-10.

По сравнению с горячим химическим обезжириванием более эффективно горячее электрохимическое обезжиривание в электролитических ваннах. Очищаемая деталь обычно подключается в качестве катода. В качестве анода рекомендуется применять никелевые или стальные никелированные пластины. Возможно и обратное подключение (деталь-анод) и даже работа на переменном токе. Обезжиривание деталей во всех случаях объясняется интенсивным выделением на их поверхностях пузырьков газа (кислорода и водорода), разрывающих жировую пленку.

Процесс снятия окисной микропленки с поверхностей деталей перед покрытиями называется декапированием, или анодным травлением. Этот процесс может осуществляться химическим и электрохимическим способами. В авторемонтном производстве, как правило, применяется электрохимическое декапирование. Применительно к хромированию и никелированию оно может осуществляться непосредственно в рабочих ваннах для наращивания переключением на 30—50 с полярности ванны (деталь на это время становится анодом) или в специальных ваннах. При осталивании декапирование (анодное травление) всегда производится в специальных ваннах. При декапировании деталь подключается в качестве анода. Катодами в кислых растворах служат свинцовые пластины, в щелочных — железные.

В авторемонтном производстве для восстановления деталей электролитическим наращиванием применяются в настоящее время хромирование, осталивание, покрытия на железоцинковой, железоникелевой, железоцинкомарганцевой, железомарганцевой и других основах. Для получения защитных и декоративных покрытий применяют цинкование, меднение, кадмирование, анодирование, никелирование, хромирование. В большинстве случаев электролитические покрытия наносятся в специальных ваннах; довольно широко применяются также проточно-струйные процессы и электролитическое натирание, осуществляемые на специальных установках.

Для восстановления изношенных поверхностей деталей в авторемонтном производстве широкое применение получили покрытия электролитическим железом (осталивание). Для этой цели применяют электролиты горячие, холодные и пониженной температуры. По составу компонентов эти электролиты подразделяются на хлористые, хлористо-марганцевые, хлористо-сульфатные и др.; имеется также положительный опыт использования для восстановления деталей железомарганцевых, железоцинковых, цинконикелевых и других сложных по составу покрытий. Покрытия, получаемые при указанных процессах, уступают хромовым по твердости и износостойкости, а также по надежности их сцепления с основным металлом, зато процесс электролитического железнения в несколько раз более производительный по отношению к хромированию.

### Автомобильные материалы, их старение и износ

Электролит для железнения в хлористых ваннах получают травлением очищенной от грязи, окислов и жира металлической стружки малоуглеродистой стали в 50%-ном растворе соляной кислоты. Можно также получить хлористый электролит травлением восстановленного железного порошка (например, толченой прокатной окалины) или проработкой током раствора хлорного железа, в результате чего трехвалентное железо восстанавливается до двухвалентного.

Аноды при железнении применяют круглой формы, их следует завешивать в мешочки из стеклоткани и не реже одного раза в смену вынимать из ванны и очищать стальными щетками. Ванны для электролитического железнения рекомендуется оснащать устройствами для фильтрации и циркуляции электролита.

Все большее распространение в последние годы приобретает процесс восстановления поверхностей автомобильных деталей (внутренних и наружных) электролитическим натиранием. Процесс привлекает высокой производительностью, возможностью нанесения покрытий на стальные, чугунные и алюминиевые поверхности. При осуществлении процесса используются металлические аноды из кислотостойких металлов с облицовкой из фетра, поролона или другого гигроскопического материала, которым при работе сообщается вращательное и поступательное движение. При осаждении непрерывно возникают электролитические микро-ванны в месте временного контакта поверхности детали и пропитанной электролитом облицовки анода. Благодаря непрерывной подаче электролита создается возможность использования высоких плотностей тока. При электролитическом натирании в зависимости от особенностей процесса представляется возможным использовать разнообразные по составу электролиты.

## Лекция 6.

### Конструкционная прочность материалов

Механическое разрушение можно определить как любое изменение размера, формы или свойств материала конструкции, машины или отдельной детали, вследствие которого конструкция или машина уже не может удовлетворительно выполнять свои функции. Основной задачей конструктора является создание такой конструкции, которая выполняла бы предназначенные ей функции в течение заданного срока и при этом была бы конкурентоспособной. Успешное создание конкурентоспособных изделий, которые не разрушались бы преждевременно, может быть осуществлено лишь при умении предвидеть и оценивать вероятность всех возможных видов разрушения, представляющих опасность для создаваемых изделий. Чтобы выявить возможные виды разрушения, необходимо, по крайней мере, иметь представление обо всех встречающихся на практике видах разрушения и об условиях, при которых они могут происходить. Если конструктор желает добиться успеха в предотвращении разрушения в течение заданного срока эксплуатации изделия, он должен хорошо владеть аналитическими и (или) эмпирическими методами оценки возможности разрушений. Ясно, что



## Автомобильные материалы, их старение и износ

исследование разрушения, его предсказание и предотвращение являются важнейшими задачами конструктора, желающего добиться определенного успеха.

Проектирование представляет собой итерационный процесс, целью которого является создание новой или усовершенствование уже существующей технической системы (или устройства) для удовлетворения потребностей или желаний человека при условии экономного расходования ресурсов и соблюдении требований охраны окружающей среды. Основной целью любого технического проекта является удовлетворение потребностей или желаний человека, иначе это будет для инженера пустой тратой времени. Создает ли конструктор новое устройство или модернизирует уже существующее, он должен стремиться создать «наилучшую», или оптимальную, конструкцию с учетом, конечно, ограниченности выделенных ему времени и средств. К сожалению, при создании сложных технических систем условия абсолютной оптимальности конструкции зачастую невозможно определить, а тем более практически невозможно создать такую конструкцию. Если даже и удастся определить условия оптимальности конструкции, создание ее может потребовать очень больших затрат. Возникает необходимость оптимизации конструкции инженерными средствами по ее характеристикам, сроку эксплуатации, весу, стоимости или по всем этим критериям одновременно при условии, конечно, осознания ответственности за сохранность ресурсов и окружающей среды.

Появление новых материалов, необходимость повышения эксплуатационных скоростей и температур, необходимость снижения веса, уменьшения объема, увеличения сроков эксплуатации, снижения стоимости и достижения экологической совместимости — все это вызывает необходимость совершенствования методов расчета.

Например, обычными становятся скорости вращения вала 30 000 об/мин и более и температура эксплуатации 1100°C и выше. Многим инженерам приходится иметь дело с режимами сверхзвуковых полетов и космическими условиями, ядерным облучением в сочетании с повышенными температурами и длительным воздействием динамических нагрузок. Не менее серьезные проблемы возникают в связи с созданием сверхминиатюрной техники протезов для сердечнососудистой системы или других органов человека.

Все это вынуждает конструкторов и расчетчиков более тщательно исследовать поведение материалов, внимательнее изучать особенности условий эксплуатации, добиваться лучшего понимания разнообразных видов механического разрушения. Возникает необходимость лучшего понимания особенности напряженно-деформированного состояния при динамическом нагружении в неблагоприятных условиях и влияния полей остаточных напряжений, возникающих в процессе изготовления. Осознание того, что во всех реальных материалах и конструкциях с самого начала существуют трещиноподобные дефекты, заставило разработать новые методы, позволяющие исследовать распространение трещин в условиях как монотонных, так и циклических нагружений. Возможность контроля и ремонта стали такими же важными критериями качества конструкции, как надежность и работоспособность.

Противоречащим требованиям увеличения мощности и уменьшения размеров можно удовлетворить, либо (1) разрабатывая новые, более прочные и

### Автомобильные материалы, их старение и износ

жесткие материалы, либо (2) эффективнее используя прочность и жесткость имеющихся материалов. Первая из этих возможностей относится к области материаловедения. Вторая же возможность является основной задачей конструкторов и расчетчиков. Для более эффективного использования прочности и жесткости существующих материалов в условиях постоянно возрастающих требований к технике завтрашнего дня конструктору потребуется в полной мере использовать доступные ему аналитические методы, инженерный опыт, творческую выдумку и интуицию.

В некотором смысле «идеальной» конструкцией была бы такая, которая полностью разрушилась бы по истечении заранее заданного срока. Другими словами, каждая деталь каждого элемента машины должна быть спроектирована так, чтобы она обращалась в пыль в точно заданный момент времени. Однако по многим причинам создание такой конструкции невозможно и, вероятно, даже нежелательно, хотя именно в такой конструкции наиболее полно использовались бы возможности материала.

Если бы было можно изготовить такую «идеальную» конструкцию, непременно потребовались бы проведение уточненных исследований, большого количества сложных экспериментов, полного анализа всех свойств материала, а также точное задание эксплуатационных условий и, конечно, талантливый конструктор, который мог бы осуществить все это. Поскольку проведение таких исследований требует больших затрат как времени, так и средств, грамотный инженер должен в каждом конкретном случае уметь оценить целесообразность затрат средств и труда. Ясно, что так называемая идеальная конструкция, стоимость которой в десять раз превышает стоимость «неидеальной», но вполне приемлемой конструкции, не может быть предметом гордости инженера. Вопрос о том, когда следует остановиться при расчетах и приступить к изготовлению конструкции, является основным для каждого инженера и руководителя. Чтобы выяснить, достигнуты ли основные цели проектирования, обычно анализируются и учитываются следующие факторы:

1. Все детали машины или конструкции должны передавать нагрузку и совершать необходимые движения эффективно и экономично.

2. Ни одна деталь не должна разрушаться раньше некоторого заданного срока эксплуатации.

3. Каждая деталь должна выполнять предназначенную ей функцию, не мешая функционированию других частей машины.

4. Деталь должна быть такой, чтобы ее можно было изготовить и смонтировать в машине.

5. Стоимость готовой детали должна соответствовать ее назначению.

6. Вес детали и занимаемый ею объем должны соответствовать назначению.

7. Должна быть обеспечена возможность обслуживания и ремонта в процессе всего срока эксплуатации конструкции деталей, для которых это требуется.

8. Машина или конструкция должна не только удовлетворительно функционировать в течение заданного времени, но и быть конкурентоспособной и прибыльной для изготовителя.

### **6.1. Общие требования, предъявляемые к конструкционным материалам**

Конструкционными называют материалы, предназначенные для изготовления деталей машин, приборов, инженерных конструкций, подвергающиеся механическим нагрузкам. Детали машин и приборов характеризуются большим разнообразием форм, размеров, условий эксплуатации. Они работают при статических, циклических и ударных нагрузках, при низких и высоких температурах, в контакте с различными средами. Эти факторы определяют требования к конструкционным материалам, основные из которых — эксплуатационные, технологические и экономические.

Эксплуатационные требования имеют первостепенное значение. Для того чтобы обеспечить работоспособность конкретных машин и приборов, материал должен иметь высокую конструкционную прочность.

Конструкционной прочностью называется комплекс механических свойств, обеспечивающую надёжную и длительную работу материала в условиях эксплуатации.

Механические свойства, определяющие конструкционную прочность и выбор конструкционного материала, будут рассмотрены далее. Требуемые значения механических свойств материала для конкретного изделия зависят не только от силовых факторов, но и от воздействия на него рабочей среды и температуры.

Среда — жидкая, газообразная, ионизированная, радиационная, в которой работает материал, оказывает существенное и преимущественно отрицательное влияние на его механические свойства, снижая работоспособность деталей. В частности, рабочая среда может вызывать повреждение поверхности вследствие коррозионного растрескивания, окисления и образования окалина, а также изменение химического состава поверхностного слоя в результате насыщения нежелательными элементами (например, водородом, вызывающим охрупчивание). Кроме того, возможны разбухание и местное разрушение материала под действием ионизационного и радиационного облучения. Для того чтобы противостоять рабочей среде, материал должен обладать не только механическими, но и определенными физико-химическими свойствами: стойкостью к электрохимической коррозии, жаростойкостью (окалиностойкостью), радиационной стойкостью, влагостойкостью, способностью работать в условиях вакуума и др.

Температурный диапазон работы современных материалов очень широк — от -269 до 1000 °С, а в отдельных случаях до 2500 °С. Для обеспечения работоспособности при высокой температуре от материала требуется жаропрочность, а при низкой температуре — хладостойкость.

В некоторых случаях важно также требование определенных магнитных, электрических, тепловых свойств, высокой стабильности размеров деталей (особенно высокоточных деталей приборов).

Технологические требования (технологичность материала) направлены на обеспечение наименьшей трудоемкости изготовления деталей и конструкций. Технологичность материала оценивается обрабатываемостью резанием, давлением, свариваемостью, способностью к литью, а также прокаливаемостью, склонностью к деформации и короблению при термической обработке.

Автомобильные материалы, их старение и износ

Технологичность материала имеет большое значение, так как от нее зависят производительность и качество изготовления деталей.

Экономические требования сводятся к тому, чтобы материал имел невысокую стоимость и был доступным. Стали и сплавы по возможности должны содержать минимальное количество легирующих элементов. Использование материалов, содержащих легирующие элементы, должно быть обосновано повышением эксплуатационных свойств деталей.

Экономические требования, так же как и технологические, приобретают особое значение при массовом масштабе производства.

Таким образом, качественный конструкционный материал должен удовлетворять комплексу требований.

**6.2. Конструкционная прочность материалов и критерии ее оценки**

Конструкционная прочность — комплексная характеристика, включающая сочетание критериев прочности, жесткости, надежности и долговечности.

Критерии прочности материала выбирают в зависимости от условий его работы. При статических нагрузках критериями прочности являются временное сопротивление  $\sigma_{0,2}$  (предел текучести  $\sigma_{0,2}$  ( $\sigma_T$ ), характеризующие сопротивление материала пластической деформации. Характеристики  $\sigma_B$  и  $\sigma_{0,2}$  используют также для оценки прочности деталей при кратковременных циклических перегрузках и при малом числе циклов ( $< 10^3$ ).

Поскольку при работе большинства деталей пластическая деформация недопустима, то их несущую способность, как правило, определяют по пределу текучести. Для приближенной оценки статической прочности используют твердость HB (для сталей справедливо эмпирическое соотношение  $\sigma_B = HB/3$ ).

Большинство деталей машин испытывает длительные циклические нагрузки. Критерий их прочности — предел выносливости  $\sigma_R$  (при симметричном круговом изгибе  $\sigma_{-1}$ ).

По значениям выбранных критериев прочности рассчитывают допустимые рабочие напряжения. При этом, чем больше прочность материала, тем выше допустимые рабочие напряжения и меньше размеры и масса детали.

Однако повышение уровня прочности материала и, как следствие, рабочих напряжений сопровождается увеличением упругих деформаций

$$\epsilon_{упр} = \sigma/E,$$

где E — модуль нормальной упругости.

Для ограничения упругой деформации материал должен обладать высоким модулем упругости (или сдвига), являющимся критерием его жесткости. Именно критерии жесткости, а не прочности обуславливают размеры станин станков, корпусов редукторов и других деталей, от которых требуется сохранение точных размеров и формы.

Возможно и противоположное требование. Для пружин, мембран и других чувствительных упругих элементов приборов, наоборот, важно обеспечить большие упругие перемещения. Поскольку

$$e_{упр}^{max} = \frac{S_{упр}}{E},$$

## Автомобильные материалы, их старение и износ

то от материала требуются высокий предел упругости и низкий модуль упругости.

Для материалов, используемых в авиационной и ракетной технике, важна эффективность материала по массе. Она оценивается удельными характеристиками: удельной прочностью  $\sigma_v/(\rho g)$  (где  $\rho$  — плотность материала;  $g$  — ускорение свободного падения) и удельной жесткостью  $E/(\rho g)$ .

Таким образом, в качестве критериев конструкционной прочности выбирают те характеристики, которые наиболее полно отражают прочность в условиях эксплуатации.

Кроме стандартных механических характеристик  $\sigma_v$  и  $\sigma_{0,2}$ , характеризующих металлургическое и технологическое качество материала, для оценки конструкционной прочности необходимы характеристики прочности при рабочих температурах и в эксплуатационных средах.

Например, для расчета на прочность вала, работающего во влажной атмосфере при  $250^\circ\text{C}$ , необходимы  $\sigma_v$  и  $\sigma_{0,2}$ ,  $E$  при такой температуре, а также  $\sigma_1$ , определенный во влажной среде и при нагреве.

Надежность — свойство материала противостоять хрупкому разрушению. Хрупкое разрушение вызывает внезапный отказ деталей в условиях эксплуатации. Оно считается наиболее опасным из-за протекания с большой скоростью при напряжениях ниже расчетных, а также возможных аварийных последствий. Известно немало аварий из-за хрупкого разрушения корпусов судов, ферм мостов, трубопроводов и других конструкций.

Для предупреждения хрупкого разрушения конструкционные материалы должны обладать достаточной пластичностью ( $\delta$ ,  $\psi$ ) и ударной вязкостью (КСУ). Однако эти параметры надежности, определенные на небольших лабораторных образцах без учета условий эксплуатации конкретной детали, достаточно показательны лишь для мягких малопрочных материалов. Между тем стремление к уменьшению металлоемкости конструкций ведет к более широкому применению высокопрочных и, как правило, менее пластичных материалов с повышенной склонностью к хрупкому разрушению. Необходимо также учитывать то, что в условиях эксплуатации действуют факторы, дополнительно снижающие их пластичность, вязкость и увеличивающие опасность хрупкого разрушения. Это концентраторы напряжений (надрезы), понижение температуры, динамические нагрузки, увеличение размеров деталей (масштабный фактор).

Чтобы избежать внезапных поломок в условиях эксплуатации, необходимо учитывать трещиностойкость материала. Трещиностойкость — группа параметров надежности, характеризующих способность материала тормозить развитие трещины.

Количественная оценка трещиностойкости основывается на линейной механике разрушения. В соответствии с ней очагами разрушения высокопрочных материалов служат небольшие трещины эксплуатационного или технологического происхождения (могут возникать при сварке, термической обработке), а также трещиноподобные дефекты (неметаллические включения, скопления дислокаций и т.п.). Трещины являются острыми концентраторами напряжений, местные (локальные) напряжения, в вершине которых могут во много раз превышать средние расчетные напряжения.

Автомобильные материалы, их старение и износ

Для трещины длиной  $l$  и радиусом  $r$  напряжение в вершине

$$s_{\text{usp}}^{\text{max}} = 2s \sqrt{l/r}. \quad (1)$$

Концентрация напряжений тем больше, чем длиннее трещина и острее ее вершина.

Для пластичных материалов опасность таких дефектов невелика. В результате перемещения дислокаций у вершины трещины протекает местная пластическая деформация, которая вызывает релаксацию (снижение) локальных напряжений и их выравнивание. К тому же увеличение плотности дислокаций и вакансий в вершине трещины сопровождается ее за-туплением, и дефект перестает играть роль острого концентратора напряжений.

Хрупкие материалы, наоборот, чрезвычайно чувствительны к надрезам. В силу того, что дислокации заблокированы и пластическая деформация невозможна, при увеличении средних напряжений локальные напряжения повышаются настолько, что вызывают разрыв межатомных связей и развитие трещины. Рост трещины не тормозится, как в пластичных материалах, а наоборот, ускоряется. После достижения некоторой критической длины наступает самопроизвольный лавинообразный рост трещины, вызывающий хрупкое разрушение.

Так как высокопрочные материалы обладают определенной пластичностью, то для них реальную опасность представляют трещины не любых размеров, а только критической длины  $l_{\text{кр}}$ . Подрастание трещины до  $l_{\text{кр}}$  тормозится в них местной пластической деформацией. Но при определенном сочетании рабочего напряжения и длины дефекта равновесное положение трещины нарушается, и происходит самопроизвольное разрушение.

Оценку надежности высокопрочных материалов по размеру допустимого дефекта (меньше критического) проводят по критериям Ж. Ирвина. Им предложено два критерия трещиностойкости, из которых наибольшее применение имеет критерий  $K$  — коэффициент интенсивности напряжений в вершине трещины. Он определяет растягивающие напряжения  $\sigma_y$  в любой точке (рис. 13) впереди вершины трещины

$$s_y = K / \sqrt{2\rho x}. \quad (2)$$

Знаменатель дроби обращается в единицу при  $x \approx 0,16$ , поэтому  $K$  численно равен  $\sigma_y$  на расстоянии  $\sim 0,16$  мм от вершины трещины.

Критерий  $K$  для наиболее жесткого нагружения (плоская деформация растяжением) обозначают  $K_1$ , а при достижении критического значения, когда стабильная трещина переходит в нестабильную, —  $K_{1c}$ . Критерий  $K_{1c}$  показывает, какого значения (интенсивности) достигает напряжение вблизи вершины трещины в момент разрушения. Он связывает приложенное среднее напряжение с критической длиной трещины:

$$K_{1c} = s \sqrt{\alpha pl}, \quad (3)$$

где  $\alpha$  — безразмерный коэффициент, характеризующий геометрию трещины.

Автомобильные материалы, их старение и износ

Из соотношения (3) следует, что единица измерения  $K_{1c}$  — МПа·м<sup>1/2</sup>.

Значение  $K_{1c}$  определяют экспериментально на образцах с надрезом и с заранее созданной на дне этого надреза усталостной трещиной. Для расчета  $K_{1c}$  при нагружении образца фиксируют усилие в момент подрастания трещины на некоторую длину и перехода ее к нестабильному распространению.

Значение  $K_{1c}$  зависит от степени пластической деформации у вершины трещины (ее затуплении) и характеризует сопротивление развитию вязкой трещины. По этой причине критерий  $K_{1c}$  называют вязкостью разрушения. Чем значение  $K_{1c}$  больше, тем выше сопротивление материала вязкому разрушению и его надежность. Кроме качественной характеристики надежности,  $K_{1c}$  дополняет параметры  $\sigma_{0,2}$  и  $E$  при расчетах на прочность деталей из высокопрочных материалов (сталей  $\sigma_b \geq 1200$  МПа, титановых сплавов с  $\sigma_b \geq 800$  МПа и алюминиевых сплавов с  $\sigma_b \geq 450$  МПа). Этот критерий позволяет определить безопасный размер трещины при известном рабочем напряжении или, наоборот, безопасное напряжение при известном размере дефекта. Например, при рабочем напряжении  $a_p$  трещина длиной  $l$  будет безопасной для материала II и вызовет разрушение в материале I, имеющем меньшее значение  $K_{1c}$  ( $K_{1cI} < K_{1cII}$ ).

Для оценки надежности материала используют также следующие параметры: ударную вязкость KCV и KCT (ударная вязкость, определенная на образце с V-образным концентратором при комнатной температуре или на образце с усталостной трещиной), температурный порог хладноломкости  $t_{50}$  (температура, соответствующая равным долям (50%) хрупких и вязких участков разрушения в изломе при определении ударной вязкости). Однако это качественные, непригодные для расчета на прочность параметры.

Параметром KCV оценивают пригодность материала для сосудов давления, трубопроводов и других конструкций повышенной надежности.

Параметр KCT, определяемый на образцах с трещиной усталости у основания надреза, более показателен. Он характеризует работу развития трещины при ударном изгибе и оценивает способность материала тормозить начавшееся разрушение. Если материал имеет KCT = 0, то это означает, что процесс его разрушения идет без затраты работы. Такой материал хрупок, эксплуатационно ненадежен. И, наоборот, чем больше параметр KCT, определенный при рабочей температуре, тем выше надежность материала в условиях эксплуатации. Так же как и  $K_{1c}$ , KCT учитывают при выборе материала для конструкций особо ответственного назначения (летательных аппаратов, роторов турбин и т.п.).

Порог хладноломкости характеризует влияние снижения температуры на склонность материала к хрупкому разрушению. Его определяют по результатам ударных испытаний образцов с надрезом при понижающейся температуре. Сочетание при таких испытаниях ударного нагружения, надреза и низких температур — основных факторов, способствующих охрупчиванию, важно для оценки поведения материала при экстремальных условиях эксплуатации.

О пригодности материала для работы при заданной температуре судят по температурному запасу вязкости, равному разности температуры эксплуатации и  $t_{50}$ . При этом, чем ниже температура перехода в хрупкое состояние по отношению

## Автомобильные материалы, их старение и износ

к рабочей температуре, тем больше температурный запас вязкости и выше гарантия от хрупкого разрушения.

Долговечность — свойство материала сопротивляться развитию постепенного разрушения (постепенного отказа), обеспечивая работоспособность деталей в течение заданного времени (ресурса). Постепенный отказ — потеря материалом работоспособности, при наступлении которой детали заменяют без угрозы аварийных последствий. Причины потери работоспособности (постепенного отказа) разнообразны: развитие процессов усталости, изнашивания, ползучести, коррозии, радиационного разбухания и др. Эти процессы вызывают постепенное накопление необратимых повреждений в материале и его разрушение. Обеспечение долговечности материала означает уменьшение до требуемых значений скорости его разрушения.

Для большинства деталей машин (более 80%) долговечность определяется сопротивлением материала усталостным разрушениям (циклической долговечностью) или сопротивлением изнашиванию (износостойкостью).

Циклическая долговечность характеризует работоспособность материала в условиях многократно повторяющихся циклов напряжений. Она тем выше, чем ниже скорость зарождения и скорость развития трещины усталости.

Важной характеристикой конструктивной прочности, характеризующей надежность материала, является живучесть при циклическом нагружении. Под живучестью понимают долговечность детали от момента зарождения первой макроскопической трещины усталости размером 0,5—1,0 мм до окончательного разрушения.

Количественно живучесть конструкции оценивается коэффициентом  $\beta = 1 - t_0 / t_{раз}$ , где  $t_0$  и  $t_{раз}$  — продолжительность эксплуатации конструкции до появления трещин и до разрушения соответственно. Коэффициент живучести может колебаться от 0,1 до 0,9. Раннее зарождение трещин усталости объясняется дефектами металлургического и технологического характера, а также неудачной конструкцией изделия (наличие концентраторов напряжений).

Живучесть имеет особое значение для надежности эксплуатации изделий, безаварийная работа которых поддерживается путем периодического дефектоскопирования различными физическими методами для выявления усталостных трещин. Чем меньше скорость развития трещины, тем легче ее обнаружить.

Износостойкость характеризует сопротивление материала разрушению поверхности путем отделения его частиц под воздействием силы трения. Износостойкость оценивают величиной, обратной скорости изнашивания.

Долговечность деталей, работающих при высоких температурах (детали энергетических установок, реактивных двигателей), определяется скоростью ползучести — скоростью развития пластической деформации при постоянном (ниже предела текучести) напряжении. Ограничение скорости ползучести достигается применением жаропрочных материалов.

Долговечность деталей, работающих в атмосфере нагретых сухих газов или жидких электролитов, зависит соответственно от скорости химической или электрохимической коррозии. Работоспособность в таких средах сохраняют жаростойкие и коррозионно-стойкие материалы.



### Автомобильные материалы, их старение и износ

Таким образом, работоспособность материала детали в условиях эксплуатации характеризуют следующие критерии конструкционной прочности:

- 1) критерии прочности  $\sigma_b$ ,  $\sigma_{0,2}$ ,  $\sigma_{-1}$ , которые при заданном запасе прочности определяют допустимые рабочие напряжения, массу и размеры деталей;
- 2) модуль упругости  $E$ , который при заданной геометрии детали определяет величину упругих деформаций, т.е. ее жесткость;
- 3) пластичность  $\delta$ ,  $\psi$ , ударная вязкость КСТ, КСВ, КСУ, вязкость разрушения  $K_{1c}$ , порог хладноломкости  $t_{50}$ , которые оценивают надежность материала в эксплуатации;
- 4) циклическая долговечность, скорости изнашивания, ползучести, коррозии, определяющие долговечность материала.

#### 6.3. Методы повышения конструкционной прочности

Высокая прочность и долговечность конструкций при минимальной массе и наибольшей надежности достигаются технологическими, металлургическими и конструкторскими методами.

Наибольшую эффективность имеют технологические и металлургические методы, цель которых — повышение механических свойств и качеств материала.

Из механических свойств важнейшее — прочность материала, повышение которой при достаточном запасе пластичности и вязкости ведет к снижению материалоемкости конструкции и в известной степени к повышению ее надежности и долговечности.

Прочность — свойство, зависящее от энергии межатомной связи, структуры и химического состава материала. Энергия межатомного взаимодействия непосредственно определяет характеристики упругих свойств (модули нормальной упругости и сдвига), а также так называемую теоретическую прочность.

Модули нормальной упругости и сдвига являются константами материала и структурно нечувствительны.

Теоретическая прочность (сопротивление разрыву межатомных связей) в реальных кристаллах из-за наличия структурных дефектов не достигается. Реальная прочность на два-три порядка ниже теоретической и определяется не столько межатомными силами связи, сколько структурой материала.

Сопротивление пластической деформации зависит главным образом от легкости перемещения дислокаций. В связи с этим современные методы повышения прочности материала основаны на создании такого структурного состояния, которое обеспечивало бы максимальную задержку (блокировку) дислокаций. К методам упрочнения относятся легирование, пластическая деформация, термическая, термомеханическая и химико-термическая обработка. Повышение прочности указанными методами основано на ряде структурных факторов.

Увеличение плотности дислокаций. Силовые поля вокруг дислокаций являются эффективными барьерами для других близко расположенных дислокаций. В связи с этим, чем больше плотность дислокаций, тем выше сопротивление пластическому деформированию.

## Лекция 7.

### Виды механического разрушения

#### 7.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА РАЗРУШЕНИЯ

Вид разрушения можно определить как физический процесс или несколько взаимосвязанных между собой процессов, приводящих к разрушению.

Классификация всех возможных видов разрушения. Эта система основана на учете трех факторов: (1) характера разрушения, (2) причин разрушения и (3) места разрушения. Подробно эти факторы определяются ниже. Каждый отдельный вид разрушения характеризуется тем, как проявляется разрушение, что его вызывает и где оно происходит. Используя различные комбинации этих факторов, можно указать буквально сотни видов разрушения. Чтобы подробнее пояснить суть этой системы классификации, рассмотрим содержание каждого из этих трех факторов.

По характеру разрушения можно выделить четыре класса (причем некоторые из них могут состоять из подклассов):

1. Упругая деформация.
2. Пластическая деформация.
3. Разрыв, или разделение на части.
4. Изменение материала: (А) металлургическое; (В) химическое; (С) ядерное.

По причинам разрушения можно определить четыре класса:

1. Нагрузки: (А) установившиеся; (В) неустановившиеся; (С) циклические; (D) случайные.
2. Время процесса: (А) очень малое; (В) малое; (С) продолжительное.
3. Температуры: (А) низкие; (В) комнатные; (С) повышенные; (D) установившиеся; (E) неустановившиеся; (F) циклические; (G) случайные.
4. Воздействия окружающей среды: (А) химические; (В) ядерные.

По месту разрушения существует два типа разрушения: (А) объемное; (В) поверхностное.

Для точного описания какого-либо вида разрушения необходимо выбрать характеристики процесса из указанного перечня, не упуская из виду ни одного из трех основных факторов. Например, для описания разрушения в качестве характерного проявления можно выбрать пластическую деформацию, в качестве причин — установившуюся нагрузку и комнатную температуру, а в качестве типа — объемный тип разрушения. Таким образом, указанный вид разрушения можно определить как объемное пластическое деформирование под действием установившейся нагрузки при комнатной температуре. Такой вид разрушения обычно называется течением. Отметим, однако, что термин течение обычно определяет не только указанный вид разрушения: этот термин имеет более общий смысл.

Используя перечисленные классы и подклассы трех основных факторов, определяющих вид разрушения, можно дать определение многих других видов разрушения. Приведенный перечень характеристик процесса разрушения нуждается в дополнительном пояснении и конкретизации, особенно применительно к наиболее опасным видам разрушения.

## 7.2. НАБЛЮДАЕМЫЕ ВИДЫ РАЗРУШЕНИЯ

В приведенном перечне содержатся все обычно наблюдаемые виды механического разрушения.

1. Упругая деформация, вызванная действием внешних нагрузок и (или) температуры.

2. Текучесть.

3. Бринелирование.

4. Вязкое разрушение.

5. Хрупкое разрушение.

6. Усталость: (A) многоцикловая; (B) малоцикловая; (C) термическая; (D) поверхностная; (E) ударная; (F) коррозионная; (G) фреттинг-усталость.

7. Коррозия: (A) химическая; (B) электрохимическая; (C) щелевая; (D) точечная (питтинговая); (E) межкристаллическая; (F) избирательное выщелачивание; (G) эрозионная; (H) кавитационная; (I) водородное повреждение; (J) биологическая; (K) коррозия под напряжением.

8. Износ: (A) адгезионный; (B) абразивный; (C) коррозионный; (D) поверхностный усталостный; (E) деформационный; (F) ударный; (G) фреттинг-износ.

9. Разрушения при ударе: (A) разрыв при ударе; (B) деформирование при ударе; (C) ударный износ; (D) ударный фреттинг; (E) усталость при ударе.

10. Фреттинг: (A) фреттинг-усталость; (B) фреттинг-износ; (C) фреттинг-коррозия.

11. Ползучесть.

12. Термическая релаксация.

13. Разрыв при кратковременной ползучести.

14. Тепловой удар.

15. Заедание и схватывание.

16. Откол.

17. Радиационное повреждение.

18. Выпучивание.

19. Выпучивание при ползучести.

20. Коррозия под напряжением.

21. Коррозионный износ.

22. Коррозионная усталость.

23. Ползучесть с усталостью.

## 7.3. КРАТКАЯ СВОДКА ВИДОВ МЕХАНИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ

Упругая деформация, вызванная действием внешних нагрузок и (или) температур. Этот вид разрушения имеет место, когда упругая (обратимая) деформация элемента, возникающая при действии эксплуатационных нагрузок и температур, становится настолько большой, что элемент утрачивает способность выполнять предназначенную ему функцию.

Текучесть имеет место, когда пластическая (необратимая) деформация пластичного элемента, возникающая при действии эксплуатационных нагрузок,

### Автомобильные материалы, их старение и износ

становится настолько большой, что элемент утрачивает способность выполнять предназначенные ему функции.

Бринелирование, или разрушение вдавливанием, происходит, когда статические усилия в месте контакта криволинейных поверхностей приводят к появлению локальных пластических деформаций у одного или у обоих соприкасающихся элементов, в результате чего происходит необратимое изменение формы поверхности. Например, если шарикоподшипник статически нагружен так, что шарик вдавливается в обойму, пластически деформируя ее, то поверхность обоймы становится волнистой. При дальнейшем использовании подшипника могут возникнуть недопустимые вибрации, шум и перегрев, т. е. налицо его разрушение.

Вязкое разрушение наблюдается, когда пластическая деформация пластичного элемента достигает такой величины, что он разделяется на две части. Разрушение происходит в результате процесса зарождения, слияния и распространения внутренних пор, поверхность разрушения при этом гладкая и волнистая.

Хрупкое разрушение происходит, когда упругая деформация элемента из хрупкого материала достигает такой величины, что разрушаются первичные межатомные связи и элемент разделяется на две или более части. Внутренние дефекты и образующиеся трещины быстро распространяются до полного разрушения; поверхность разрушения при этом неровная, зернистая.

Термин усталость применяется для обозначения разрушения в виде неожиданного внезапного деления детали или элемента машины на две или более части в результате действия в течение некоторого времени циклических нагрузок или деформаций. Разрушение происходит путем зарождения и распространения трещины, которая после достижения некоторого критического размера становится неустойчивой и быстро увеличивается, вызывая разрушение. Нагрузки и деформации, при которых обычно происходит усталостное разрушение, намного ниже тех, которые приводят к разрушению в статических условиях. Когда величины нагрузок и перемещений таковы, что разрушение происходит более чем через 10 000 циклов, явление обычно называется многоциклового усталостью. Когда же величины нагрузок и перемещений таковы, что разрушение происходит менее чем через 10 000 циклов, явление называется малоциклового усталостью.

Когда циклические нагрузки и деформации возникают в детали в результате действия циклически меняющегося температурного поля, явление обычно называется термической усталостью. Разрушение, называемое поверхностной усталостью, обычно происходит при наличии вращающихся контактирующих поверхностей. Проявляется оно в виде питтинга, растрескивания и выкрашивания контактирующих поверхностей в результате действия контактных напряжений, под влиянием которых на небольшой глубине у поверхности возникают максимальные по величине циклические касательные напряжения. Эти напряжения приводят к возникновению трещин, которые выходят на поверхность, при этом некоторые частицы материала отделяются. Это явление часто считается разновидностью износа. Ударная усталость, коррозионная усталость и фреттинг-усталость будут описаны ниже.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

Коррозия— термин, используемый для обозначения широкого класса видов разрушения, при которых деталь или элемент машины утрачивает способность исполнять свою функцию из-за нежелательной порчи материала в результате химического или электро-химического взаимодействия с окружающей средой. Коррозионное разрушение часто проявляется во взаимодействии с другими видами разрушения, такими, как износ или усталость. Среди многих типов коррозии отметим следующие. Химическая коррозияпредставляет собой, по-видимому, наиболее общий тип коррозии вследствие непосредственного контакта поверхности детали с коррозионной средой. Химическая коррозия происходит более или менее равномерно по всей открытой поверхности детали. Электрохимическая коррозияпроисходит, когда два разнородных металла образуют часть электрической цепи, замыкаемой раствором или пленкой электролита или коррозионной средой.

Щелевая коррозия — в значительной степени локализованный быстропротекающий процесс в щелях, трещинах или стыках, т. е. в местах, где задерживаются малые количества раствора, соприкасающегося с корродирующим металлом. Точечная (питтинговая) коррозияпредставляет собой локализованные воздействия, в результате которых происходит образование углублений и ямок на поверхности металла. Межкристаллическая коррозияхарактеризуется локальными воздействиями на границах зерен некоторых медных, хромовых, никелевых, алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов после неправильной термообработки или сварки. Образование локальных гальванических ячеек, в которых осаждаются продукты коррозии, приводит к существенному снижению прочности материала в результате межкристаллической коррозии.

Избирательное выщелачивание представляет собой коррозионный процесс, в результате которого из сплава удаляется какой-либо элемент. Примерами могут служить процессы обесцинкования латуни и графитизации чугуна. Эрозионная коррозия— это быстропротекающий химический процесс, при котором в результате воздействия абразивных веществ или потоков вязких материалов на поверхности материала постоянно в месте контакта с коррозионной средой обнажается свежий незащищенный материал. Кавитационная коррозиянаблюдается, когда под влиянием давления пара пузырьки и каверны в жидкости лопаются у поверхности сосуда давления, в результате чего удаляются частицы материала и открывается доступ коррозионной среде к свежему, незащищенному материалу.

Водородное повреждение, хотя само и не является какой-либо разновидностью коррозии, вызывается ею. К этому виду повреждения относятся насыщение водородом, водородное охрупчивание и обезуглероживание. Биологическая коррозия представляет собой процесс коррозии вследствие активности живых организмов, а именно процессов поглощения ими пищи и выделения отходов. Отходами являются вызывающие коррозию кислоты и гидроокиси. Коррозия под напряжением — очень важная разновидность коррозии.

Износявляется нежелательным процессом постепенного изменения размеров вследствие удаления отдельных частиц с контактирующих поверхностей при их движении, обычно скользящем, относительно друг друга. Износ является в основном результатом механического действия. Это сложный

## Автомобильные материалы, их старение и износ

процесс, точнее даже ряд различных процессов, которые могут протекать как независимо, так и взаимосвязано. Результатом этих процессов является удаление материала с контактирующих поверхностей вследствие сложного взаимодействия локальных сдвигов, вдавливания, сваривания материала, разрывов и других механизмов.

Адгезионный износ происходит в результате действия высоких локальных давлений, сваривания между собой шероховатостей поверхностей, последующей пластической деформации, возникающей при их относительном перемещении, разрушения локальных сцеплений шероховатостей, удаления или переноса металла. При абразивном износе частицы удаляются с поверхности в результате режущего или царапающего действия неровностей более твердой из контактирующих поверхностей или твердых частиц, задержавшихся между поверхностями. Когда одновременно возникают условия как для адгезионного, так и для абразивного износа и коррозии, эти процессы взаимодействуют между собой, и происходит коррозионный износ.

Поверхностный усталостный износ представляет собой изнашивание вращающихся или скользящих относительно друг друга криволинейных поверхностей. При этом в результате действия циклических касательных напряжений на небольшой глубине у поверхности возникают микротрещины, выходящие на поверхность, откалываются макрочастицы материала и на поверхности образуются ямки. Деформационный износ происходит в результате повторного пластического деформирования изнашиваемых поверхностей, приводящего к образованию сетки трещин, при росте и объединении которых образуются частицы износа. Деформационный износ часто наблюдается при действии ударных нагрузок. Ударный износ имеет место при повторном упругом деформировании в процессе действия ударных нагрузок, образовании сетки трещин, которые растут так же, как при поверхностной усталости. Фреттинг-износ описан ниже.

Разрушение при ударе происходит, когда в результате действия неустановившихся нагрузок в детали возникают такие напряжения или деформации, что деталь уже не в состоянии выполнить предназначенную ей функцию. Разрушение происходит в результате взаимодействия волн напряжений и деформаций, являющихся следствием динамического или внезапного приложения нагрузок. Взаимодействие волн может приводить к возникновению локальных напряжений и деформаций, во много раз превышающих возникающие при статическом приложении тех же самых нагрузок. Если величины напряжений и деформаций таковы, что происходит разделение детали на две или более частей, то налицо разрыв при ударе. Если удар приводит к возникновению недопустимых упругих или пластических деформаций, такое разрушение называется деформированием при ударе. Если при повторных ударах возникают циклические упругие деформации, в результате чего появляется сетка усталостных трещин, при росте которых наблюдается описанное ранее явление поверхностной усталости, то процесс называется ударным износом.

Если в результате малых относительных поперечных смещений двух поверхностей при ударе, которые могут вызываться поперечными деформациями или действием случайных малых боковых составляющих скоростей, происходит,

## Автомобильные материалы, их старение и износ

то разрушение называется ударным фреттингом. Усталость при ударе наблюдается, когда разрушение происходит при повторном действии ударных нагрузок вследствие образования и распространения усталостных трещин.

Фреттинг может происходить на поверхности контакта двух твердых тел, прижатых друг к другу нормальной силой и совершающих относительно друг друга циклические движения малой амплитуды. Фреттинг обычно имеет место в местах соединений, там, где движения не должно быть, но в результате действия вибрационных нагрузок или деформаций незначительные циклические смещения все-таки есть. Обычно отколовшиеся при фреттинге частицы материала задерживаются между контактирующими поверхностями, поскольку относительные смещения их малы.

Фреттинг-усталость представляет собой преждевременное усталостное разрушение детали машины, на которую действуют циклические нагрузки или деформации в условиях, способствующих фреттингу. Поверхностные повреждения и микротрещины, появляющиеся в результате фреттинга, играют роль зародышей усталостных трещин, в результате роста которых усталостное разрушение происходит при таких нагрузках, которые в других условиях не вызывали бы разрушения. Фреттинг-усталость — очень опасный и коварный вид разрушения, поскольку фреттинг обычно происходит в местах соединений, не доступных для наблюдения, и приводит к преждевременному или даже неожиданному (внезапному) катастрофическому усталостному разрушению.

Фреттинг-износ наблюдается, когда изменения размеров контактирующих деталей в результате фреттинга становятся недопустимо большими или такими, что появляются концентраторы напряжений и локальные напряжения превышают допустимый уровень. Фреттинг-коррозия происходит, когда в результате фреттинга свойства материала детали ухудшаются настолько, что она не может выполнять своих функций.

Разрушение в результате ползучести происходит, когда пластическая деформация элемента машины или конструкции, накопленная в течение некоторого времени действия напряжений и температуры, приводит к изменениям размеров, вследствие которых элемент не может удовлетворительно выполнять предназначенную ему функцию. Процесс ползучести, как правило, можно разделить на три стадии: (1) неустановившуюся, или первичную, ползучесть, во время которой скорость деформации уменьшается; (2) установившуюся, или вторичную, ползучесть, во время которой скорость деформации практически постоянна, и (3) третичную ползучесть, при которой скорость деформации ползучести увеличивается (часто довольно быстро) вплоть до разрушения. Такой вид разрушения часто называется разрывом при ползучести. Произойдет или нет такое разрушение — зависит от характера изменения во времени напряжений и температуры.

Термическая релаксация наблюдается, когда в процессе ползучести, приводящей к релаксации предварительно напряженной или деформированной детали, ее размеры изменяются так, что деталь уже не может выполнять предназначенной ей функции. Например, если предварительно напряженные болты сосуда давления, работающего в условиях высоких температур,

### Автомобильные материалы, их старение и износ

релаксируют вследствие ползучести так, что нагрузка от максимального давления превышает предварительную нагрузку и герметичность соединения нарушается, говорят, что болты разрушаются вследствие термической релаксации.

Разрыв при кратковременной ползучеститесно связан с процессом ползучести, однако при этом зависимость напряжений и температуры от времени такова, что элемент разделяется на две части. При этом напряжения и температура, как правило, таковы, что период установившейся ползучести очень непродолжителен или совсем отсутствует.

Тепловой удар происходит, когда градиенты возникающего в детали температурного поля настолько велики, что вследствие перепадов температурных деформаций начинается текучесть или разрушение.

Заедание наблюдается в случае, когда на две скользящие друг по другу поверхности действуют такие нагрузки и температуры, а скорость скольжения, смазка и условия окружающей среды таковы, что в результате значительной пластической деформации шероховатостей поверхностей, их сваривания, отламывания и царапающего действия происходит существенная деструкция поверхности и перенос металла с одной поверхности на другую. Заедание можно считать очень интенсивным процессом адгезионного износа. Когда указанные процессы приводят к значительному ослаблению соединения или, наоборот, к схватыванию, говорят, что соединение разрушается в результате заедания. Схватывание является, по существу, интенсивным процессом заедания, при котором контактирующие детали практически свариваются и их относительное перемещение становится невозможным.

Разрушение отколом происходит, когда от поверхности детали самопроизвольно отделяется часть материала, в результате чего нормальная работоспособность элемента машины утрачивается. Например, бронеплита разрушается в результате откола, когда при ударе снаряда о наружную поверхность бронезащиты в плите возникают волны напряжений, приводящие к отколу с внутренней стороны части материала, которая сама становится смертоносным снарядом. Другим примером разрушения отколом может служить разрушение подшипников качения или зубьев шестерен вследствие описанного ранее явления поверхностной усталости.

Разрушение вследствие радиационного поврежденияозначает, что при радиационном облучении произошли такие изменения свойств материала, что деталь уже не может выполнить своих функций. Обычно эти изменения связаны с потерей пластичности в результате облучения и служат причиной начала процесса разрушения того или иного вида. Эластомеры и полимеры обычно более подвержены радиационному повреждению, чем металлы, причем прочностные характеристики последних после радиационного облучения иногда улучшаются, хотя пластичность, как правило, уменьшается.

Разрушение выпучиваниемнаблюдается, когда при некоторой критической комбинации величины и (или) места приложения нагрузки, а также формы и размеров детали ее перемещения или прогибы внезапно резко увеличиваются при малом изменении нагрузки. Такое нелинейное поведение приводит к разрушению выпучиванием, если потерявшая устойчивость деталь уже не может выполнять своих функций.



### Автомобильные материалы, их старение и износ

Разрушение вследствие выпучивания при ползучести происходит, когда по истечении некоторого времени в результате процесса ползучести возникает неустойчивое состояние, т. е. нагрузки и геометрические параметры детали становятся такими, что теряется устойчивость и происходит разрушение.

Разрушение в результате коррозии под напряжением наблюдается, когда действующие напряжения приводят к возникновению локальных поверхностных трещин, располагающихся обычно вдоль границ зерен, в детали, находящейся в коррозионной среде. Часто образование трещин инициирует начало процессов разрушения других видов. Разрушение в результате коррозии под напряжением представляет собой очень опасный вид коррозионного разрушения, поскольку ему подвержены многие металлы. Например, разнообразные чугуны, стали, нержавеющие стали, медные и алюминиевые сплавы подвержены коррозионному растрескиванию под напряжением в некоторых коррозионных средах.

Разрушение вследствие коррозионного износа является сложным видом разрушения, при котором неблагоприятные последствия коррозии и износа приводят совместно к потере работоспособности детали. В процессе коррозии часто образуются твердые абразивные частицы, которые ускоряют изнашивание, а в процессе изнашивания в свою очередь с поверхности постоянно удаляются защитные слои и обнажается свежий металл, что ускоряет коррозию. Взаимное влияние этих процессов друг на друга существенно повышает опасность разрушения.

Коррозионная усталость представляет собой сложный вид разрушения, при котором совместно сказываются неблагоприятные эффекты коррозии и усталости, приводящие к разрушению. В процессе коррозии на поверхности металла часто образуются ямки, служащие концентраторами напряжений. В результате концентрации напряжений процесс усталостного разрушения ускоряется. Кроме того, трещины в хрупком слое продуктов коррозии служат зародышами усталостных трещин, распространяющихся в основной металл. С другой стороны, в результате действия циклических напряжений или деформаций происходит растрескивание и отслаивание продуктов коррозии, т. е. открывается доступ коррозионной среде к свежему металлу. Таким образом, оба процесса ускоряют друг друга, и опасность разрушения может быть очень большой.

Разрушение вследствие ползучести с усталостью является видом разрушения, происходящего в условиях, вызывающих одновременно и усталость, и ползучесть.

## Лекция 8.

### Усталостное разрушение деталей машин

Стойкость металлов против усталостного разрушения является одним из важных факторов, влияющих на надежность и долговечность машин. Явление усталостного разрушения деталей связано с пластической деформацией, при которой происходит реализация различных механизмов взаимодействия дислокаций, скопление вакансий и зарождение усталостной трещины.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

В этом сложном процессе большую роль играют адсорбция, диффузии, коррозия. Процесс усталостного разрушения усложняется при одновременном циклическом нагружении и нагружении трением в условиях воздействия внешней газовой и жидкой сред. В таких условиях работает большинство деталей машин.

Установлено, что многократное приложение нагрузок вызывает разрушение деталей машин и элементов конструкций при напряжениях, значительно меньших, чем в случае однократного их нагружения. При большом числе повторных нагружении напряжения, при которых происходит разрушение, могут быть ниже не только предела прочности и предела текучести, но и предела упругости. Это явление было названо усталостью металлов.

Внешним проявлением усталости металлов является возникновение и распространение при многократных нагрузках характерного вида трещин на поверхности изделий в тех местах, где имеются следы обработки инструментом, переходы от одного сечения к другому или другие концентраторы напряжений. Трещины усталости появляются не сразу, а постепенно. Сначала в металле накапливаются необратимые изменения, приводящие к возникновению микроскопических трещин, а затем происходит постепенное увеличение и углубление их внутрь изделия по его сечению, пока ослабление последнего не приводит к завершающему хрупкому разрушению металла.

Многолетние исследования усталостных повреждений позволили сделать вывод, что усталость охватывает две значительно отличающиеся друг от друга области циклического нагружения и деформирования, в каждой из которых разрушение является следствием действия различных физических механизмов. Одна из этих областей — циклическое нагружение, при котором во время каждого цикла возникают значительные пластические деформации. Эта область характеризуется большими по величине нагрузками и малыми долговечностями, т. е. небольшим числом циклов до усталостного разрушения. Обычно эта область называется малоцикловой усталостью.

Другая область — циклическое нагружение, при котором деформация во время каждого цикла в значительной степени упруга. Для этой области характерны малые нагрузки и большие долговечности, т. е. большое число циклов до разрушения. Эта область обычно называется многоцикловой усталостью. Малоцикловая усталость обычно ассоциируется с областью, для которой число циклов до разрушения не превышает 10<sup>4</sup>—10<sup>5</sup>, а многоцикловая усталость с областью, которая характеризуется долговечностью более 10<sup>4</sup>—10<sup>5</sup> циклов.

Повторно-переменные нагружения по своему характеру могут быть разнообразными. Различают следующие виды циклов напряжения: знакопеременный симметричный цикл, знакопеременный асимметричный, пульсирующий, знакопостоянный (рис. 15). Цикл напряжений характеризуется максимальным напряжением  $\sigma_{\max}$ , минимальным  $\sigma_{\min}$ , амплитудой, средним напряжением и коэффициентом асимметрии цикла.

Принимая, что напряжения растяжения положительны, а сжатия — отрицательны, каждый из представленных на рис. 15 видов циклов напряжений можно описать, используя эти основные параметры. Так, например, знакопеременный симметричный цикл описывается следующим образом:

### Автомобильные материалы, их старение и износ

Основным критерием, характеризующим сопротивление металла усталостному разрушению, является предел выносливости (предел усталости), который для знакопеременного симметричного цикла обозначается  $\sigma_{-1}$ .

Под пределом выносливости при данном  $R$  подразумевается то наибольшее напряжение цикла  $\sigma_{\max}$ , которое может выдержать металл образца без разрушения от усталости при неограниченном числе циклов нагрузки.

При испытаниях обычно принимают заданное число перемен нагрузки (база), которое не должно вызывать усталостного разрушения. Базу устанавливают в зависимости от программы испытаний и служебного назначения испытуемого металла.

Вторым критерием, которым можно характеризовать стойкость металла против усталости, является долговечность. Долговечность  $N$  — это число циклов напряжения, при котором происходит разрушение в данных условиях испытания. Испытание на выносливость заключается в установлении зависимости  $\sigma_{\max}$  от соответствующей долговечности  $N$ . Кривую выносливости (долговечности) строят по данным, полученным при испытаниях.

Существует несколько способов построения кривых выносливости (долговечности). Чаще всего их строят в координатах  $\sigma_{\max} - \lg N$  и  $\sigma_{\max} - N$ .

В настоящее время в литературе описано много методов усталостных испытаний, которые используют для построения кривых выносливости.

Методика усталостных испытаний включается в следующем. Из испытуемого металла изготавливают серию стандартных образцов (10—12 штук), которые подвергают испытанию на специальных машинах. Величину напряжения и число нагружений, при которых ломаются образцы, наносят на координатную систему с осями напряжение  $\sigma$  — число циклов нагружений  $N$ . При испытании последующего образца напряжение уменьшают. В результате многократного повторения испытаний образуется система точек, соединив которые получают кривую выносливости.

Для стали кривая выносливости, полученная при испытании в сухом воздухе, приблизительно после 1—2 млн. циклов нагружений становится почти горизонтальной, т. е. коэффициент  $K_0$  приближается к 1. Поэтому при определении предела выносливости обычно ограничиваются 6—10 млн. циклов нагружений.

Кривые выносливости цветных металлов медленно приближаются к горизонтальному участку, поэтому нельзя определить их истинный предел выносливости. За условный предел выносливости в этих случаях принимают то циклическое напряжение, которое выдерживает образец, не разрушаясь при условном числе циклов  $N$ , обычно равном (50...100)  $10^6$ .

Кривая повреждаемости показывает связь между числом циклов и напряжениями, при которых разрушения металла еще нет, но уже происходят необратимые изменения его свойств и появляются первые усталостные трещины.

Усталостный излом имеет две резко отличных друг от друга зоны. Первая — чрезвычайно мелкозернистая (фарфоровидная), имеющая гладкую, как бы притертую поверхность и характерные концентрические линии, — является зоной постепенного разрушения от усталости. Вторая зона, имеющая обычное кристаллическое строение и напоминающая хрупкий излом при статическом

Автомобильные материалы, их старение и износ

разрушении, является зоной мгновенного заключительного разрушения. Чаще всего образование очагов разрушения начинается с поверхности циклически нагруженной детали.

**8.1. Влияние внешних механических воздействий на усталость**

Результаты исследования процесса выносливости металла в воздухе показали, что предел выносливости практически не зависит от закона изменения напряжений в течение одного цикла и частоты изменения циклов до 1000 Гц. В основном на предел выносливости оказывает влияние вид напряженного состояния, величина и знак максимального и минимального нагружения и степень асимметрии цикла.

Влияние асимметрии цикла характеризуется диаграммой предельных напряжений (полной диаграммой выносливости).

**8.2. Некоторые теории усталости и модель процесса разрушения при усталости**

В настоящее время еще не существует единой общепризнанной теории усталостного разрушения, построенной на представлениях о физических процессах, сопровождающих это явление. Многие исследователи объясняют это тем, что в зависимости от структурного состояния материала и условий циклического нагружения возникают и действуют различные механизмы зарождения и развития усталостных трещин.

Из первых теорий усталостного разрушения известны так называемые теории упрочнения, предложенные в разное время В. Графом и Р. Хансоном, Е. Орованом, Ю. Делингером и др. К более поздним относятся статистические теории Н. Н. Афанасьева, А. М. Фрейденталя и др.

Однако применение теории несовершенств кристаллического строения реального металла к изучению процесса разрушения металла в условиях циклического нагружения позволило более близко подойти к раскрытию физической природы усталостного разрушения.

Несмотря на то, что в настоящее время еще не установлена единая точка зрения на явление усталости, применение теории дислокаций при изучении усталостного разрушения существенно помогает раскрыть природу этого явления. Факторами, определяющими закономерность разрушения при усталости, являются возвратно-поступательные движения дислокаций и их взаимодействия между собой и другими дефектами кристаллической решетки. Возникающие при этом эффекты аннигиляции дислокаций, возникновение вакансий, локальное повышение напряжений и температуры способствуют зарождению трещин.

Движение дислокаций и реализация различных механизмов их взаимодействия приводит к образованию большого количества вакансий. Последующая коагуляция вакансий в процессе циклического изменения напряжений обуславливает образование их колоний, которые представляют собой зародыши трещин. Дальнейшее развитие усталостных трещин происходит за счет осаждения вакансий на поверхностях этих трещин, которое заканчивается

### Автомобильные материалы, их старение и износ

в конечном итоге усталостным разрушением металла. Таким образом, усталостное разрушение имеет двойственный характер. С одной стороны, оно сопровождается осаждением вакансий на поверхностях микротрещин в плоскостях максимальных нормальных напряжений, а с другой,— коагуляцией вакансий в плоскостях максимальных касательных напряжений.

Развитие процесса разрушения металла при усталости можно разделить на несколько периодов.

В первом периоде (инкубационном) происходит накопление пластической деформации и упрочнение материала в результате скопления дислокаций перед препятствиями, в основном у приповерхностных слоев. Таким образом можно считать, что первой стадией процесса усталости является активизация источников дислокаций. Указанные процессы преимущественно протекают при высоких напряжениях. Релаксация локальных напряжений в приповерхностном слое приводит к образованию большого числа вакансий. Образование во время инкубационного периода полосы скольжения также способствует накоплению вакансий. Второй период характеризуется образованием микротрещин, развитие которых до критических размеров происходит в третьем периоде. Последний, четвертый, период развития процесса усталости наступает с момента достижения трещиной критических размеров и продолжается до хрупкого разрушения металла.

На основании существования единой зависимости времени, протекающего до разрушения, от величины растягивающего напряжения и температуры можно сделать вывод о том, что наличие этой единой зависимости прочности твердых тел указывает на общие закономерности пластической деформации и разрушения независимо от условий деформации и вида разрушения — вязкого, хрупкого или усталостного.

При циклическом деформировании интенсивность процесса генерирования дислокаций, их движение, коагуляция и аннигиляция вакансий происходят более интенсивно, поскольку скорость протекания локальных пластических деформаций на несколько порядков выше скорости пластической деформации при статическом нагружении.

В существующих дислокационных теориях предлагается несколько схем образования трещин, но во всех этих теориях главные дислокационные механизмы зарождения, развития трещины и разрушения металла основаны на процессе скопления дислокаций у препятствий.

При использовании существующей аналогии между процессами поглощения энергии кристаллической решеткой при механическом нагружении до разрушения и нагреве металла до состояния полного расплавления, была построена структурно-энергетическая теория усталости металлов. В этой теории явление усталости связывается с развитием в локальных объемах металла двух основных процессов: накопления неупругих искажений кристаллической решетки до критической величины и нарушения межатомных связей в объемах металла с предельно искаженной кристаллической решеткой.

### 8.3. Влияние качества поверхности на усталость

## Автомобильные материалы, их старение и износ

Теоретически и экспериментально установлено, что почти во всех случаях процесс усталостного разрушения начинается с поверхности. Это объясняется тем, что металл поверхностного слоя может находиться в неблагоприятных условиях нагружения, например, напряжения на поверхности могут достигать наивысших значений (даже при условии некоторого изгиба деталей, номинально нагруженных по оси). Изменение сечения детали, повреждения и шероховатость поверхности вызывают местную концентрацию напряжений, достигающую наивысших значений на поверхности. В поверхностном слое при воздействии поверхностно-активных и коррозионных сред зарождаются и развиваются критические трещины усталости. В связи с этим становится очевидным, что от качества поверхности зависит интенсивность процесса усталостного разрушения металла.

В результате исследований было установлено, что кислород и другие газы, вступающие в соединение с испытуемым металлом, увеличивают скорость распространения трещин, в результате чего снижается долговечность образцов, а поэтому почти всякое усталостное испытание представляет собою испытание на коррозионную усталость.

Процесс коррозионной усталости, протекающий в жидкой химически активной среде, обладающей свойствами электролита, значительно сложнее процесса, протекающего в газовой среде, так как в этом случае, кроме химических процессов, наблюдаются и электрохимические. При наличии коррозионно-агрессивной среды одновременно протекают электрохимические процессы коррозии и циклического деформирования металла. Этим процессам предшествует адсорбция из коррозионной среды (ионов либо целых молекул) на поверхности металла, вызывая явление адсорбционной усталости. При высоких амплитудах нагружения в кислых средах происходит процесс наводораживания катодных участков пол и кристаллического металла, вызывая их охрупчевание и разрушение. Коррозионная усталость сопровождается протеканием коррозионных процессов, среди которых основную роль играет адсорбция, способствующая росту числа сдвигов, что в конечном итоге приводит к образованию усталостных микротрещин. При дальнейшем развитии усталостного разрушения адсорбционные явления уступают место чисто коррозионным явлениям, происходящим внутри сдвигов или внутри уже возникших трещин усталости, в которых происходит снижение электродного потенциала под влиянием концентрации напряжений и разрушения действующими напряжениями пассивирующих пленок окислов. Этот процесс, в свою очередь, способствует росту трещин усталости вследствие расклинивающего действия продуктов коррозии, имеющих больший объем, чем объем металла, из которого они образовались. Увеличение числа пачек скольжения под влиянием адсорбционного эффекта является причиной преимущественного образования внутрикристаллических трещин при коррозионной усталости.

К факторам, влияющим на интенсивность снижения выносливости при коррозионной усталости, относятся: химический состав стали, ее механическая и термическая обработка, свойства коррозионной среды, напряженное состояние и частота приложения нагружения.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

Результаты исследований показали, что при увеличении твердости и прочности стойкость стали против коррозионной усталости снижается. Более устойчивыми к коррозионной усталости являются коррозиестойкие стали. Термическая обработка (закалка на мартенсит с последующим отпуском на троостит и сорбит) увеличивает стойкость против коррозионной усталости, причем это увеличение особенно заметно после закалки ТВЧ.

Отрицательное влияние коррозионной среды увеличивается по мере роста ее агрессивности.

В растворах электролитов интенсивность снижения выносливости больше, чем в чистой воде. Общая же коррозия (потеря в весе) часто не зависит от агрессивности среды вследствие образования пассивирующей защитной пленки, которая при циклическом нагружении разрушается и не предохраняет от протекания коррозионно-усталостного процесса.

Вид напряженного состояния и частота изменения напряжения главным образом проявляются при нулевых циклах. Так, например, выносливость стали в воздухе и в воде почти одинакова при пульсирующей сжатии и сильно снижается при пульсирующей растяжке в воде.

Это позволяет утверждать, что качество поверхности является важным фактором, с помощью которого можно добиваться изменения предела выносливости деталей машин.

Результаты многочисленных исследований влияния качества поверхности на стойкость металлов против усталости показали, что механическая обработка, различные виды поверхностного упрочнения, при которых происходит изменение шероховатости поверхности и изменение напряженного состояния поверхностного слоя металла, в большой степени влияют на предел выносливости. Снижение шероховатости поверхности и повышение механических свойств (наклеп), в результате возникновения в поверхностном слое деталей собственных напряжений сжатия, повышает предел выносливости от 20 до 100% и более.

Степень шероховатости зависит от вида и режима механической обработки. Предел выносливости снижается при повышении шероховатости и предела прочности стали.

Влияние микрогеометрии (шероховатости) на выносливость стали связано с чувствительностью ее к концентрации напряжений, поэтому в более прочных и мелкозернистых сталях влияние микрогеометрии проявляется сильнее, чем в мягких, пластичных сталях или в материалах с большой внутренней неоднородностью, например в чугунах, которые малочувствительны к качеству обработки поверхности.

Повышение стойкости против усталости пластичных материалов в значительной степени зависит от прочности поверхностного слоя в результате наклепа при механической обработке. Для повышения стойкости против усталости твердых и хрупких материалов положительное влияние оказывают остаточные напряжения, способные изменять асимметрию цикла.

Трудно исследовать влияние микрогеометрического параметра поверхности (шероховатость) на стойкость металла против усталостного разрушения отдельно от влияния характеристики упрочнения и напряженного состояния поверхностного слоя. При сопоставлении данных шероховатости поверхности с пределом

### Автомобильные материалы, их старение и износ

выносили-ости было сделано заключение о том, что между значением шероховатости поверхности и пределом выносливости существует простая экспоненциальная зависимость. Однако на предел усталости влияют и другие факторы, определяющие качество поверхности. Технологически можно получить поверхность с одинаковой величиной шероховатости, но с различными степенями упрочнения структуры и напряженностью поверхностного слоя. Так, например, при шлифовании получают шероховатость поверхности  $Rz=2...2,5$  мкм, такую же шероховатость можно получить при точении. Одинаковая шероховатость может быть получена при механической и электролитической полировке. Однако стойкость против усталости в этих случаях будет различная, так как усталостная прочность зависит от шероховатости, механических свойств, напряженного состояния поверхностного слоя, которые являются результатом обработки поверхности.

Усталостная прочность шлифованных деталей, работающих в воздушной среде, меньше по сравнению с усталостной прочностью полированных. Это объясняется появлением в результате шлифования значительных остаточных напряжений растяжения. Однако различные способы шлифования в различной степени влияют на усталостную прочность стали. При тонком шлифовании в продольном направлении предел выносливости при изгибе не изменяется, а при грубом — понижается на 20...25%. Чем выше класс чистоты поверхности, меньше концентраторов напряжений и больше величина остаточных сжимающих напряжений, интенсивность и глубина наклепа, тем выше выносливость стали в воздухе.

#### 8.4. Коррозионная усталость

Коррозионная усталость — это процесс разрушения металла при одновременном воздействии многократного (циклического) деформирования и химически агрессивных сред.

При коррозионной усталости так же, как и при усталости, трещины появляются в поверхностном слое детали и постепенно распространяются вглубь, приводя к уменьшению несущего сечения. Процесс заканчивается быстрым разрушением оставшегося сечения детали от механических напряжений. На изломе от коррозионной усталости обычно различают две зоны: усталостную (с участием коррозии) и зону долома.

Коррозионная усталость зависит не только от структуры металла, полученной в результате термической обработки, но и от структуры и состояния поверхностного слоя, образующегося при других способах поверхностного упрочнения. Нанесение на металлические детали тонких слоев покрытия из высокополимерных материалов (капрона, эпоксидной смолы и т. д.) позволяет получить в 3%-ном растворе NaCl коррозионно-усталостную прочность, равную усталостной прочности в воздушной среде.

Эффективным средством защиты от коррозии в морской воде являются комбинированные металло-полимерные покрытия: сначала плазменное напыление, например алюминием, а затем нанесение слоя высокополимерного материала.



### 8.5. Адсорбционная усталость

Адсорбционная усталость — это процесс разрушения металла при одновременном воздействии многократного (циклического) деформирования и адсорбирующихся поверхностно-активных веществ.

Циклическое нагружение стали в растворе поверхностно-активного вещества существенно снижает ее выносливость по сравнению с неактивной средой. В результате действия поверхностно-активной среды может наблюдаться как снижение, так и повышение усталостной прочности стали, что зависит от величины циклической перегрузки, определяющей механизм зарождения трещин усталости и проявления действия внешнего или внутреннего адсорбционного эффекта.

Значительные скорости миграции адсорбированных молекул определяют независимость адсорбционных факторов снижения выносливости от времени пребывания металла в среде, содержащей поверхностно-активные вещества, что, в свою очередь, обуславливает форму кривой адсорбционной усталости. Здесь необходимо подчеркнуть то обстоятельство, что для сравнения в качестве неактивной среды в этих исследованиях был принят воздух, обладающий значительным коррозионным действием. Причем, интенсивность коррозионного воздействия кислорода, находящегося в воздухе, может быть больше интенсивности адсорбционного понижения прочности.

Несмотря на специфические особенности разрушения металла при циклическом деформировании, многие положения адсорбционного влияния поверхностно-активных сред при статическом нагружении можно использовать и для объяснения причин усталостного разрушения. В условиях одновременного действия напряжений, способствующих развитию дефектов кристаллической решетки металла, и наличия физически адсорбирующихся поверхностно-активных веществ происходит адсорбционное пластифицирование (облегчение пластической деформации) и адсорбционное понижение прочности (возникновение хрупкого разрушения при малых интенсивностях напряженного состояния, вплоть до самопроизвольного диспергирования).

Различают внешний и внутренний адсорбционные эффекты Ребиндера. Внешний адсорбционный эффект возникает в процессе адсорбции поверхностно-активных веществ (ПАВ) на внешней поверхности деформируемого твердого тела и приводит к его пластифицированию, т. е. к снижению предела текучести и коэффициента упрочнения. При таком действии адсорбционных поверхностных слоев всегда наблюдается значительное измельчение пачек скольжения и зеренной структуры деформируемого металла.

Внутренний адсорбционный эффект возникает в процессе адсорбции на внутренних поверхностях раздела — зародышевых микротрещинах разрушения, возникающих в процессе деформации твердого тела. Это приводит к снижению работы, которая затрачивается на образование новых поверхностей и к облегчению развития микротрещин, что проявляется в повышении хрупкости и резусом снижении прочности.

В основе внешнего адсорбционного эффекта лежит чисто поверхностное взаимодействие материала со средой, поскольку диффузия органических молекул ПАВ в решетку металла невозможна. В результате обратимой адсорбции

## Автомобильные материалы, их старение и износ

происходит снижение свободной энергии поверхности. Эффект пластифицирующего действия наблюдается в определенной области скоростей деформирования.

Снижение предела выносливости под влиянием поверхностно-активной среды зависит от природы и концентрации ПАВ, свойств растворителя, частоты изменений напряжений, физического состояния поверхности и поверхностных слоев металла. Было установлено, что при адсорбции из неполярных углеродистых растворителей снижение предела усталости достигает меньших значений, чем при адсорбции из полярных растворителей. Снижение предела выносливости увеличивается с увеличением степени активности растворенного ПАВ и растворителя, а также с уменьшением частоты изменения напряжения. С возникновением остаточных растягивающих напряжений в поверхностном слое стали адсорбционный эффект снижения выносливости увеличился в три раза, а появление остаточных напряжений сжатия устранило снижение выносливости в поверхностно-активной среде. Эти исследования были проведены на стальных образцах (сталь 20Х, 40Х) в активированном 2% олеиновой кислотой масле МС-14. Остаточные напряжения растяжения создавались путем электролитического никелирования образцов, а остаточные сжимающие напряжения — накаткой поверхности образцов роликами.

Адсорбционный эффект снижения выносливости проявляется при очень малых концентрациях ПАВ в неактивных растворителях. Так, например, адсорбционный эффект достигает максимума при добавлении к неактивному вазелиновому маслу 0,1% поверхностно-активного, но химически нейтрального цетилового спирта.

Промышленные смазочные масла снижают предел выносливости по сравнению с пределом выносливости, установленным при испытаниях в воздушной среде, на 5... 10%, а при введении в их состав нескольких процентов поверхностно-активных добавок (жирных кислот) снижение предела выносливости может достигать 20%.

Важным фактором в процессе адсорбционного взаимодействия ПАВ с поверхностью металла является газовая среда. Наличие кислорода в газовой среде обуславливает образование окисных пленок, играющих экранирующую роль по отношению к действию ПАВ. Существующие окисные пленки и пленки, образующиеся на поверхностях, развивающихся при циклических нагружениях трещин усталости, значительно снижают адсорбционный эффект ПАВ.

### **8.6. Особенности усталостного разрушения металлов при одновременном циклическом нагружении и нагружении трением**

Процесс усталостного разрушения, начинающийся с поверхностного слоя, в большой степени зависит от состояния и свойств вторичной структуры в том случае, если деталь в условиях работы воспринимает циклические нагрузки, а ее поверхность — нагрузку трением. В таких условиях работают многие детали реальных машин и механизмов. Для повышения долговечности и надежности деталей необходимо при конструировании учитывать влияние трения и вызываемого им процесса изнашивания на протекание усталостного разрушения.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

От условий трения зависят качество поверхности, фазовый состав, свойства, напряженное состояние вторичных структур поверхностных слоев и вид протекающего процесса изнашивания трущейся пары. Таким образом, условия трения определяют не только износостойкость, но и усталостную прочность материала. Следовательно, разработку различных технологических мероприятий для повышения долговечности машин надо осуществлять при комплексном учете обоих факторов.

Известно, что все методы поверхностного упрочнения, которые способствуют повышению механических характеристик поверхностного слоя, при отсутствии концентраторов напряжений повышают усталостную прочность стали. Аналогичное действие оказывает упрочнение поверхностного слоя, возникающее под воздействием сил трения. Естественно, это имеет место при таких видах изнашивания, когда не наблюдается следов повреждаемости поверхностей трения, которые могут играть роль концентраторов напряжений.

Особенность влияния процесса трения и изнашивания на усталостную прочность стали заключается в том, что еще в момент приработки происходит изменение чистоты поверхности и формирование вместо поверхностного слоя, образовавшегося в процессе механической обработки, качественно нового поверхностного слоя, определяющего влияние качества поверхности на усталостную прочность стали.

Предел усталости и долговечность материалов при одновременном воздействии сил трения и повторно-переменных нагрузок зависит от скорости скольжения контактирующих поверхностей, нормальной нагрузки, определяющей величину силы трения и окружающей среды.

Влияние скорости скольжения связано, главным образом, с изменением свойств поверхностного слоя в процессе трения в результате развития различных видов изнашивания (схватывания I рода, нормального окислительного изнашивания и теплового изнашивания) при изменении скорости скольжения. Нормальная нагрузка оказывает влияние аналогичное скорости, хотя и в меньшей степени.

Большой интерес представляют исследования влияния различных видов изнашивания на процесс усталостного разрушения, как при одновременном, так и при одновременном протекании этих процессов. Проведенные испытания на усталостную прочность образцов из стали 45, предварительно подвергавшихся трению на режимах, вызывавших различные виды изнашивания, показали, что наиболее опасным с точки зрения усталостной прочности является схватывание I рода. Предел усталости нормализованных образцов снизился на 7,7, а закаленных и отпущенных — на 48,4%. Основной причиной понижения выносливости образцов, работавших на режиме схватывания I рода, является концентрация напряжений, вызванная глубинными вырывами, надрезами и микротрещинами. Различная степень снижения усталостной прочности образцов из нормализованной и отпущенной стали, очевидно, связана с различным качеством поверхности и вторичных структур, образовавшихся при трении, и разной чувствительностью стали к концентраторам напряжений. После удаления очагов схватывания усталостные характеристики образцов восстанавливаются полностью.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

Влияние абразивного вида изнашивания на снижение усталостной прочности было исследовано на образцах с единичными царапинами глубиной и радиусом у вершины, равными 6 мкм. В связи с тем, что для усталостной прочности деталей групповые царапины менее опасны, чем единичные, снижение предела усталости образцов с абразивным микронадрезом незначительно.

Результаты испытаний образцов, подвергавшихся нормальному окислительному изнашиванию и начальной стадии теплового изнашивания, показали, что предел усталости нормализованных образцов после окислительного изнашивания увеличился на 16, а после теплового — на 19%; закаленных и отпущенных — повысился соответственно на 7,2 и 11,5%.

Положительное влияние окислительного и теплового видов изнашивания на предел усталости объясняется повышением чистоты поверхностей трения, упрочнением поверхностного слоя и возникновением остаточных сжимающих напряжений, причем, у образцов, подвергавшихся тепловому изнашиванию, распространение пластической деформации было обнаружено на большей глубине.

В деталях реальных машин процессы, связанные с трением, износом и усталостным разрушением, протекают одновременно, поэтому сведения о возможных изменениях усталостных характеристик при износе в процессе повторно-переменных нагрузок представляют особый интерес. В результате проведенных исследований установлено, что при трении без смазки на режиме окислительного изнашивания при одновременном воздействии сил трения в течение всего периода циклического нагружения наблюдается значительное повышение предела выносливости по сравнению с испытаниями без приложения нагрузок трением. При трении образцов из нормализованной стали 45 о латунный вкладыш предел выносливости повысился на 12, а при накатке роликом — на 21%.

Положительное влияние на изменение предела выносливости стали при окислительном изнашивании оказывает предварительная приработка в ненапряженном состоянии. Это обусловлено упрочнением поверхностного слоя, степень которого зависит от режима приработки. Так, например, приработка без смазки образцов из стали 45 в паре с бронзовыми вкладышами при нормальном давлении 1,0 МПа в течение 0,5; 1 и 1,5 ч приводит к повышению предела выносливости образцов соответственно на 9; 21 и 15%.

При трении в условиях одновременного протекания процессов схватывания и действия повторно-переменных нагрузок наблюдается резкое снижение долговечности и предела выносливости вследствие возникновения на поверхностях трения очагов повреждаемости. Долговечность шлифованных образцов снижается в 5...6, а полированных — в 15...20 раз.

Влияние нормального давления при трении на долговечность стали было исследовано в различных газовых средах на специальной оригинальной установке. Образцы для испытания изготавливали из нормализованной стали 45 с концентратором напряжений в виде кольцевого надреза. Образцы закрепляли в испытательной машине консольно и испытывали на усталость изгибом при вращении и трении. Образец нагружался трением в месте ожидаемого

разрушения от циклической нагрузки — в надрезе, причем с той стороны образца, где действовали циклические растягивающие напряжения.

### **8.7. Роль оксидных пленок при адсорбционной усталости металла**

Детали реальных машин, работающие в сложных условиях циклического нагружения в различных газовых и смазочных средах, подвержены адсорбционной усталости. Адсорбционная усталость значительно усложняется, если детали машин воспринимают при работе еще и нагрузку трением.

Усталостная прочность таких деталей зависит от свойств и состояния вторичных структур, формирующихся на поверхностях трения под воздействием пластической деформации и среды, заполняющей зону трения.

Пленки химически адсорбированного кислорода всегда присутствуют на поверхности металла, если детали машин работают в среде воздуха. Пленки иной природы могут образовываться в процессе работы деталей машин в условиях специально созданной среды, например, при введении определенных веществ в смазочное масло. Среди таких веществ, в первую очередь, большой интерес представляет йод, энергично взаимодействующий с металлом и образующий йодидные пленки.

Было установлено, что при трении и износе образующиеся окисные пленки резко снижают эффективность действия ПАВ, содержащихся в смазочном масле, и поэтому эффект Ребиндера проявляется в малой степени.

Есть все основания предполагать, что в процессе адсорбционной усталости как при работе деталей без приложения нагрузки трением, так и при работе с нагрузкой трением химически адсорбированные пленки также должны оказывать экранирующее действие по отношению к ПАВ.

С целью подтверждения этого предположения и исследования закономерностей влияния химически адсорбированных пленок различной природы на взаимодействие ПАВ с поверхностью металла в процессе адсорбционной усталости было проведено испытание образцов на усталость с двумя типами химически адсорбированных пленок: окисной и йодидной.

Сначала было проведено обычное испытание образцов на усталость в воздушной среде без приложения нагрузки трением и испытание в таких же условиях, но с дополнительной подачей в зону вероятного излома образца химически чистого нейтрального вазелинового масла. Затем было проведено несколько серий испытаний на адсорбционную усталость в различных газовых и жидких средах.

Анализ результатов испытаний показал, что наиболее низкую долговечность сталь 45 проявляет при обычных испытаниях образцов на усталость в воздушной среде без приложения нагрузки трением. Это объясняется коррозионным действием кислорода, находящегося в воздухе, атомы которого, химически адсорбируясь на ювенильных поверхностях металла, возникающих в результате сдвигов в плоскостях скольжения, образуют мономолекулярный окисный слой. Этот слой на различных этапах усталостного разрушения затягивается внутрь кристалла. При этом часть атомов кислорода транспортируется вглубь металла по активным полосам скольжения, создавая препятствия движению дислокаций и способствуя их скоплению до критической плотности. При достижении плотности

### Автомобильные материалы, их старение и износ

дислокаций  $100... 1000 \text{ 1/Тм}^2$  слои охрупчиваются и в них зарождаются субмикротрещины, способствующие более быстрому усталостному разрушению.

Наиболее высокую усталостную прочность сталь 45 проявляет при испытании образцов в среде нейтрального (инактивного) вазелинового масла вследствие образования масляной пленки, изолирующей поверхность металла от действия кислорода, находящегося в воздухе. Растворенный в вазелиновом масле кислород оказывает значительно меньшее коррозионное действие.

Введение в вазелиновое масло ПАВ приводит к адсорбционному понижению усталостной прочности стали. Поверхностно-активная среда, возбуждая источники генерирования дислокаций, способствует локальному росту не только касательных, но и нормальных напряжений на границах зерен, что приводит к образованию и развитию микротрещин. После выхода трещин на поверхность по ним начинает мигрировать поверхностно-активная среда, облегчая разрядку дислокаций по внутренним поверхностям раздела и активируя внутренние источники дислокаций.

Результаты проведенных исследований показали, что интенсивность процесса адсорбционного понижения усталостной прочности стали зависит от наличия на поверхности окисных или каких-либо других химически адсорбционных пленок или пленок вторичных структур, образующихся в процессе трения. Все эти пленки играют роль экрана по отношению к действию поверхностно-активных веществ.

Таким образом, одним из путей эффективного повышения долговечности, надежности, снижения веса деталей машин в случае работы их в условиях совместного нагружения циклической нагрузкой и трением является оптимизация сочетания газовой среды, смазки, скорости скольжения и давления в зоне трения.

## Лекция 9.

### Конструктивные и эксплуатационные методы повышения износостойкости деталей машин

#### 9.1 Конструктивные методы повышения износостойкости

Развитие конструкции машин происходит при постоянном стремлении к увеличению их производительности, что почти всегда сопровождается повышением механической и тепловой нагрузок подвижных сопряжений деталей. В связи с этим перед конструктором стоит задача создания новых, более современных узлов трения. В конструктивную разработку узлов трения входят:

- оценка и выбор принципиальной схемы работы узлов трения с точки зрения их влияния на износостойкость и надежность машин в целом;
- выбор материалов и сочетание их в парах трения;
- назначение размеров и конфигураций деталей с учетом местной и общей прочности;
- разработка мер по уменьшению общих и местных перегрузок;

## Автомобильные материалы, их старение и износ

- обеспечение нормального функционирования узлов трения в заданных условиях с помощью смазочной системы, защиты от загрязняющего действия среды, блуждающих токов и перегрева от посторонних источников тепла, воздействующих на узел в процессе работы;
- обеспечение эксплуатационной технологичности конструкции;
- защита трущихся поверхностей деталей и узлов от возможных аварийных повреждений при эксплуатации;
- разработка средств диагностирования узлов трения.

### 9.1.1 Выбор материалов для трущихся деталей

Трущиеся детали в зависимости от назначения изготавливают из конструкционных, фрикционных, износостойких и антифрикционных материалов обширной номенклатуры. Во многих случаях на конструкционный материал наносят износостойкие покрытия, пленки и др. Из конструкционных сталей делают детали, которые должны отвечать требованиям высокой прочности, жесткости или податливости, а также иметь поверхности трения: детали типа валов, пальцев, болтов, зубчатых колес, силовых цилиндров, поршней и т.д.

Фрикционные материалы - это материалы, которые в контакте с металлической поверхностью имеют высокий, более или менее стабильный коэффициент трения. Материалы разделяются на органические (дерево, пробка, войлок), металлические (чугун, стали У6, У7, марганцевая сталь и др.), асбестокаучуковые, пластмассовые (текстолит, асбестотекстолит, фибра), спеченные из медной и железных основах.

Износостойкие - материалы, которые при трении даже в тяжелых условиях нагружения сравнительно мало изнашиваются. Конструкции: плунжерные пары, зубья ковшей экскаваторов, лемеха плугов и др.

Материалы: конструкционные стали, упрочненные по всему объему или по рабочим поверхностям, специальные стали, чугуны, спеченные металлы, резина, пластмасса и др.

Антифрикционные - подшипниковый материал, как металлический, так и неметаллический, твердость которого меньше твердости сопряженной детали. Свойства материала: достаточная статическая и динамическая прочность при повышенных температурах; способность образовывать прочный граничный слой смазочного материала и быстро восстанавливать его в местах, где он разрушен; низкий коэффициент трения при граничной смазке; высокая теплопроводность, теплоемкость, прирабатываемость; хорошая износостойкость сопряжения; не дефицитность материала и высокая технологичность.

### 9.1.2 Выбор материалов при конструировании узлов трения

Выбор материалов представляет собой трудную задачу, несмотря на то, что практика машиностроения располагает большим опытом в этом деле. Выбор зависит:

- от конструкции и назначения узла;
- технологии производства;
- условий эксплуатации;
- от требований к общей прочности деталей;

Автомобильные материалы, их старение и износ

- срока их службы и надежности при учете стоимости материала и его дефицитности;

- затрат на изготовление деталей.

Пример: сплавы, содержащие графит более износостойки, чем не содержащие графит, углеродистая сталь уступает чугунам с шаровидным графитом.

**9.1.3 Числовые критерии работоспособности материалов в парах трения**

Проверку правильности выбора материалов пар трения и скольжения при заданных или принятых сопрягаемых размерах деталей и определение этих размеров при проектном расчете производят по некоторым критериям:

- наиболее простой способ проверки заключается в расчете по среднему давлению  $p$ . Способ пригоден для пар трения, работающих с малыми скоростями скольжения при невысоких температурах окружающей среды, и имеет целью обезопасить сочленение от возможного заедания.

- если режим трения пары определяется не только давлением  $p$ , но и скоростью  $V$ . Идея метода в следующем: если  $f$ - коэффициент трения скольжения, то  $fV$  представляет собой удельную мощность трения. Поскольку надежная работа узла возможна лишь, при теплонапряженности, не превышающей определенную величину для данной конструкции и условий ее эксплуатации, то, обозначив через  $A$  предельное количество теплоты, которое может находиться с единицы площади в единицу времени, условие напряженности узла по теплонапряженности можно записать:

$$fpV \leq A, \text{ если } f = \text{const, то } pV \leq \text{const.}$$

**9.1.4. Правила сочетания материалов**

1) Сочетать твердый материал с мягким, имеющим температуру рекристаллизации ниже средней температуры поверхности трения. Такая пара металлов хорошо противостоит заеданию и характеризуется высокой надежностью. Хорошие результаты дают пары хром- резина при смазывании минеральным маслом и водой; хром- бронза при пластичных смазочных материалах.

2) Сочетать твердый материал с твердым (сочетание пар из азотированной, хромированной и закаленных сталей). Такие пары трения обладают высокой износостойкостью. Нанесение покрытий увеличивает надежность работы. Высокая точность изготовления и сборки, значительная жесткость конструкций, тщательная пригонка, улучшение условий смазки значительно расширяют область применения пар трения твердых материалов.

3) Избегать сочетаний мягкого материала по мягкому, а также пар из одноименных материалов каждый друг по другу. Подобные пары имеют низкую износостойкость и ненадежны в работе. При незначительных перегрузках в парах образуются очаги схватывания и происходит глубокое вырывание материалов с взаимным налипанием их на поверхность трения.

4) Применять в труднодоступных для смазывания конструкциях пористые спеченные материалы и антифрикционные сплавы.



### Автомобильные материалы, их старение и износ

5) Применять в качестве фрикционных и антифрикционных материалов пластические массы. Они повышают надежность и срок службы узла трения, снижают массу конструкции и расход дефицитных цветных металлов, уменьшают вибрации.

6) Стремиться путем выбора материалов пары трения, смазочных материалов или присадок к ним создавать при работе пары условия реализации режима избирательного переноса при трении.

7) При выборе материалов учитывать возможность при эксплуатации наводороживания трущихся поверхностей, что резко снижает износостойкость и надежность работы узла трения. Применять материалы, трудно поддающиеся наводороживанию.

8) Стальные детали узлов трения при окончательной доводке их поверхность подвергать финишной антифрикционной безабразивной обработке.

#### 9.1.5 Пористость материала

Во многих случаях пористость материала трущихся деталей служит конструктивным или технологическим фактором повышения надежности их работы вследствие улучшения режима смазки или противозадирной стойкости пары. Детали из стельного литья работают лучше, чем полученные давлением из-за лучшего смазывания смазочными маслами.

Металлизационное покрытие, полученное напылением, имеет пористость до 10% объема.

Анодирование и фосфатирование создают поверхностную пористость.

Пористость материала образуется при получении его методом порошковой металлургии, электрохимическим способом, обычным металлургическим процессом, а также при механической обработке.

#### 9.1.6 Расположение материалов пар трения по твердости

Для пары, которая образована скользящими поверхностями, имеющими разные твердость и размеры площадей трения, можно выявить следующие два условия:

1)  $H_1 < H_2; S_1 < S_2$

2)  $H_1 > H_2; S_1 < S_2$

где:  $H_1$  и  $H_2$  - твердости трущихся поверхностей;  $S_1$  и  $S_2$  - соответствующие площади поверхностей трения.

Пару с расположением материалов, удовлетворяющими первому условию, называют прямой парой трения, а второму условию - обратной парой. В первом случае по большей поверхности скользит более твердое тело, во втором - более мягкое тело.

Пример прямой пары: скольжение закаленного суппорта по чугунной термически необработанной станине.

Пример обратной пары: скольжение хромированного поршневого пальца по поверхности цилиндра из перлитного чугуна.

#### 9.1.7 Замена в узлах машин трения скольжения трение качения

## Автомобильные материалы, их старение и износ

Такая замена во многих случаях целесообразна с точки зрения повышения надежности работы деталей и экономичности машин.

Подшипники качения имеют следующие преимущества:

- уменьшаются потери на трение, поэтому опоры качения целесообразнее устанавливать в узлах машин, работающих с частыми пусками и остановками;
- на изготовления вкладышей подшипников скольжения расходуется большое количество цветных металлов (медь, олово, свинец и т.д.);
- уменьшается расход смазочных материалов;
- отпадает надобность в принудительном охлаждении;
- упрощается уход;
- у валов при правильно назначенных посадках отсутствует износ шеек;
- подшипники качения стандартизированы, что упрощает конструирование подшипникового узла;
- применение подшипников качения уменьшает стоимость машины.

Недостатки подшипников качения:

- недостаточная надежность при высоких окружных скоростях и динамических нагрузках (выкрашиваются);
- большие диаметральные размеры при меньшей длине, чем у подшипников скольжения;
- неудовлетворительная работа в условиях вибрационной нагрузки;
- большой шум при работе;
- недостаточная коррозионная и тепловая стойкость;
- значительно меньшая грузоподъемность и долговечность упорных подшипников;
- неудобны, когда требуется разъемная опора.

### 9.1.8 Учет температурных деформаций детали

Различная температура в отдельных частях машин и наличие температурных градиентов по длине и толщине стенок детали являются причинами неравномерных тепловых деформаций.

Тепловые деформации изменяют форму, величину зазоров и натягов в сопряжениях, в также взаимное расположение поверхностей, установленных при сборке.

Задача учета температурных деформаций при конструировании деталей узлов трения и компоновка машины сводится к:

- 1) правильному назначению зазоров в сопряжениях;
- 2) разработке мер для возможно меньшего искажения конфигурации трущихся поверхностей в рабочем состоянии и уменьшения отрицательного влияния на функциональные свойства машины перемещений, вызванные тепловой деформацией отдельных ее узлов.

Для обеспечения равномерного и постоянного температурного поля в прецизионных, технологических машинах и аппаратуре следует:

- исключить нагрев машины проникающими прямыми солнечными лучами;
- уменьшить местный нагрев повышением КПД механизмов;
- вынести за пределы машины или интенсивно охлаждать источниками теплообразования или теплоотдачи;

## Автомобильные материалы, их старение и износ

- по возможности применяют циркуляционное смазывание;
- использовать при необходимости для подогрева отдельных частей нагретый воздух от ветровых приводов;
- заменить в прецизионных станках клиновой приводной ремень плоским, менее нагревающимся при работе;
- применять щитки около открытых быстровращающихся деталей в целях использования воздуха для охлаждения машины или механизма.

### **9.1.9 Способы установки узлов, уменьшающие дополнительные нагружения при монтаже и в эксплуатации**

Установка машин и механизмов может быть связана с возникновением начальных напряжений в деталях конструкций, что отрицательно сказывается как на общей прочности деталей, так и на надежности подвижных сочленений.

Например: установка механизмов и машин на четыре точки (лапы) при недостаточной жесткости корпуса. Малейшее несоответствие взаимного расположения опорных поверхностей и поверхностей лап по высоте или по плоскости затяжки крепления болтов вызывает деформацию корпуса. Необходимо установить на 3 точки, например трех точечная подвеска двигателя в автомобилях.

### **9.1.10 Защита рабочих поверхностей пар трения от загрязнения**

Многие машины и механизмы работают в запыленной или загрязненной среде. На открытые поверхности трения машины возможно попадание окалины, ржавчины, металлической или иной стружки и др.

Необходима защита поверхностей трения от загрязнений.

Например: направляющие металлорежущих станков при надлежащей защите сохраняют следы шабрения или шлифования, но истечении 8-10 непрерывной работы.

Защита от загрязнения подразделяется на:

- защиту крытых узлов трения;
- герметизацию закрытых корпусов в местах выхода валов или других неподвижных деталей;
- очистку смазывающего масла;
- удаление загрязнений из топлива, смазочного материала, воздуха, газов и жидкостей.

## **9.2 Методы повышения износостойкости деталей и узлов трения машин в эксплуатации**

Конструктивное совершенство и высокое качество изготовления и установки машин не гарантируют длительной и безаварийной ее работы. Дополнительным условием является грамотная техническая эксплуатация и целесообразная система ремонтов.

Задачами технической эксплуатации машины является обеспечение ее исправного технического состояния и безаварийной работы при надлежащей экономичности.

## Автомобильные материалы, их старение и износ

Уровень технической эксплуатации машин определяется:

- установкой их в надлежащем месте;
- рациональным использованием в соответствии с назначением;
- квалификацией обслуживающего персонала;
- постановкой ухода и технического надзора за машинами;
- организацией смазочного хозяйства.

Важной предпосылкой правильного использования и грамотной эксплуатации машины является наличие:

- ее технического описания;
- правил технической документации;
- основных правил техники безопасности при обслуживании машины;
- альбома чертежей и карт смазывания.

Цель технического ухода и ремонта - поддержание работоспособности машины.

### 9.2.1 Изменение свойств смазочного материала при эксплуатации

Смазочный материал при работе стареет, т.е. первоначальные свойства изменяются в результате физических и химических процессов, которым он подвергается.

Физико-химические изменения масел связаны с их окислением, под которым понимают совокупность химических превращений в масле в присутствии кислорода. В результате окисления масла изменяется их химический состав:

- а) увеличивается содержание в нем исходных смолистых веществ и образуются новые;
- б) повышается плотность и температурная величина;
- в) масло приобретает более темный цвет;
- г) увеличивается вязкость.

### 9.2.2 Отложения на деталях и в смазочной системе

Отложения образуются в результате старения масла. Отложения могут быть трех видов: нагар, лак и осадки.

Нагар имеет обычно черный цвет, хотя может быть и белого, оранжевого, коричневого и др. цветов.

Лак - это полимерные образования.

Шлак - это тестообразное или полутвердое вещество от светло-коричневого до черного цвета, состоящее из жидкости и нерастворяемых в ней веществ, загущающих ее в эмульсию или суспензию. Шлак может встречаться в виде отдельных сгустков, плавающих в масле. Шлак забивает фильтры и т.п.

### 9.2.3 Пенообразование

Пена представляет собой соединения микроскопических пузырьков газа или пара, отделенных друг от друга пленкой жидкости толщиной около 10<sup>-5</sup> см. Пена образуется при взаимодействии масла.

Отрицательные явления пенообразования:

- уменьшается подача масляных насосов;

### Автомобильные материалы, их старение и износ

- появляется пульсация давления в системе;
- ухудшается смазка вследствие разрыва масляной пленки;
- пузырьками воздуха масло уносится через зазоры, стыки;
- искажаются показания уровня масла в картере;
- ускоряется окисление масла.

#### 9.2.4 Обкатка машин

Назначение обкатки- приработка в едином комплексе всех пар трения, входящих в состав машины.

Во время обкатки должны быть реализованы два процесса:

1 - износ поверхностей на вершинах вон и шероховатости поверхности и на участках, где исходные технологический неточности, дефекты монтажа препятствуют распространению пятна контакта.

2 - ликвидация исходной шероховатости поверхности и формирование новой, с определенными параметрами и направленностью, характерными для каждой поверхности трения при работе машины.

Критерий оценки окончательной приработки:

- а) переход на прямолинейный участок кривой изнашивания;
- б) достижения минимума мощности, потребляемой на холостой ход машины;
- в) стабилизация момента трения и температуры;
- г) достижение определенной степени прилегания контактирующих поверхностей.

Длительность обкатки определяется:

- а) начальной величиной шероховатости;
- б) точностью обработки деталей и их сборки;
- в) материалом деталей;
- г) режима обкатки.

## Лекция 10.

### Полимерные конструкционные материалы в автомобилестроении

Применение пластмасс в конструкции автомобиля позволяет снизить массу, улучшить эксплуатационные характеристики автомобиля, повысить его травмобезопасность и комфортабельность. Основным направлением применения пластмасс и композитов на их основе в автомобилестроении является внедрение крупногабаритных наружных деталей кузова. Разработка высокопрочных композиционных материалов армированных стеклянными, углеродными волокнами с полимерной матрицей позволила расширить их применение в качестве нагруженных силовых деталей автомобиля. Сведения о применении полимерных материалов в отечественном и зарубежном автомобилестроении для узлов и деталей легкового автомобиля представлены в таблице 1.

Автомобильные материалы, их старение и износ

Группа узлов и деталей автомобиля	Полимерные материалы						
	Полиэтилен низкого давления	Полипропилен	Полистирол АБС-пластик	Полиуретаны	Полиамиды	Полиэфирные стеклопластики (препреги)	Поликарбонаты
1	2	3	4	5	6	7	8
Детали внешней облицовки решетки радиаторов, спойлеры, колпаки колес		+	+	+			+
Детали пассивной защиты: панели приборов, бамперы, рулевые колеса, внутренние накладки дверей, подлокотники и подголовники		+			+	+	+
Амортизационные детали: прокладки, подушки и спинки сидений				+			
Крупногабаритные детали кузовов: панели дверей внутренние, панели дверей наружные, крылья, капоты, багажники,		+	+	+		+	
Емкостные детали для хранения жидкостей: топливные баки, маслобаки, бачки омывателей, бачки для тормозной жидкости; расширительные бачки, ящики аккумуляторных батарей	+	+					
Детали зацепления и ременных передач: зубчатые и червячные колеса, звездочки, шкивы, храповики			+		+		
Детали узлов трения: подшипники скольжения, втулки, вкладыши				+	+		+
1	2	3	4	5	6	7	8
Корпусные детали: кожухи, крышки корпусов, коробки, кожухи отопителей, рабочие органы крыльчатки вентиляторов, насосов, компрессоров,	+	+	+	+			+

Автомобильные материалы, их старение и износ

корпуса воздушных фильтров							
Детали систем питания, охлаждения и смазки двигателя: трубки, пробки, фильтры, масленки	+	+			+		
Светотехнические детали: плафоны, рассеиватели, задние фонари, указатели поворотов							+
Детали общего назначения: рукоятки, щитки, кнопки, ручки, колпачки	+	+	+		+		
Детали информационного назначения: фирменные таблицы, схемы, шкалы, таблички на пленки			+				
Детали, подвергающиеся электромеханическим нагрузкам, электроизоляционного назначения: крышки распределителей, коллекторы, катушки, переключатели, контактные колодки, платы	+	+			+		
Детали внутренней отделки салона кузова: декоративные профили, прошвы	+		+				

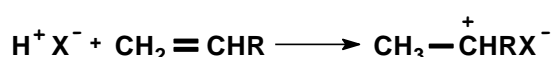
## Лекция 11.

### Методы получения высокомолекулярных соединений.

В современном машиностроении в качестве конструкционных материалов часто используются полимерные материалы. При выборе конструкционных полимерных материалов необходимо учитывать их свойства и методы получения. В связи с этим целью данной работы является ознакомление с основными методами синтеза высокомолекулярных соединений.

Высокомолекулярные соединения или полимеры – это вещества с очень большой молекулярной массой, молекулы которых содержат повторяющиеся группировки атомов.

Существуют два основных способа получения высокомолекулярных

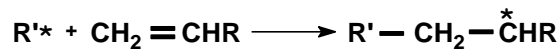


Автомобильные материалы, их старение и износ

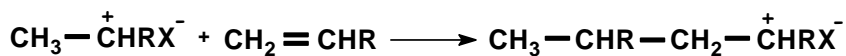
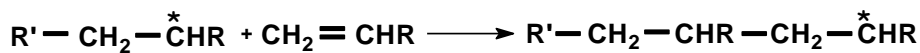
соединений: полимеризация и поликонденсация.

Полимеризация – реакция соединения молекул мономера, протекающая за счет разрыва кратных связей и не приводящая к изменению элементарного состава мономера. В реакцию полимеризации вступают в основном ненасыщенные мономеры, у которых двойная связь находится между углеродными атомами или между атомом углерода и любым другим атомом. В зависимости от характера активных частиц различают радикальную и ионную полимеризацию. При радикальной полимеризации процесс инициируется свободными радикалами, при ионной полимеризации – катионами или анионами. Полимеризация является цепной реакцией и протекает через несколько стадий: инициирование, рост цепи и обрыв цепи. На первой стадии происходит образование свободного радикала ( $R'^*$ ) или иона ( $H^+X^-$ ), которые легко взаимодействуют с непредельными соединениями.

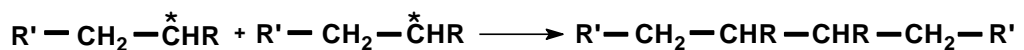
На второй стадии идет процесс многократного присоединения молекул



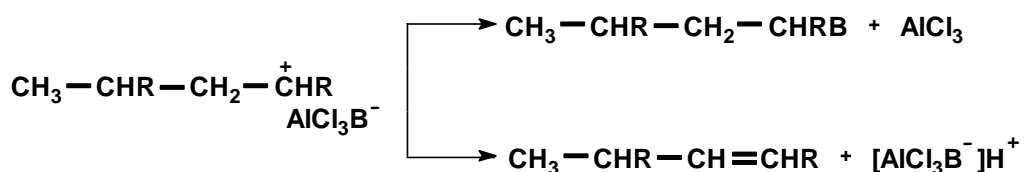
мономера к усложняющему каждый раз радикалу или иону.



Процесс обрыва цепи связан с исчезновением свободных радикалов или ионов у последнего звена макромолекулы.



Поликонденсация – процесс образования полимеров химическим



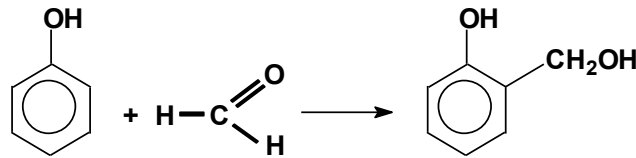
взаимодействием молекул мономеров, сопровождающийся выделением низкомолекулярных веществ (воды, хлороводорода, аммиака, спирт и др.). В процессе поликонденсации происходит взаимодействие между собой функциональных групп, содержащих в молекулах мономеров (-ОН, -СООН, -NH<sub>2</sub>, галогены и др.). Мономеры, вступающие в реакцию поликонденсации, должны быть не менее чем бифункциональными. В случае бифункциональных мономеров при конденсации образуются линейные полимеры (линейная поликонденсация). Если в поликонденсацию вступают мономеры с функциональностью, равной трем и более, то образуются разветвленные или пространственные полимеры (пространственная поликонденсация). Поликонденсация протекает по ступенчатому механизму. Первая стадия – образование активных центров (функциональных групп). При конденсации исходные мономеры уже содержат



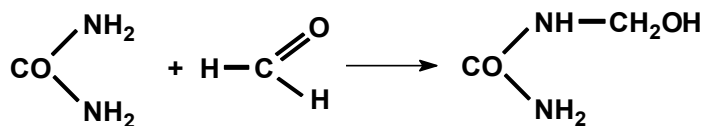
Автомобильные материалы, их старение и износ

активные функциональные группы. Однако бывает и так, что эти группы создаются непосредственно в процессе поликонденсации, например при синтезе фенолформальдегидных, мочевиноформальдегидных и аминокформальдегидных полимеров.

Образующие активные центры (метилольные группы) вступают в реакцию поликонденсации между собой.

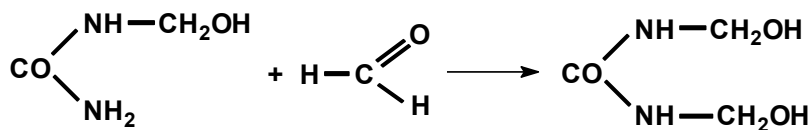


Вторая стадия – рост цепи, связана с выделением низкомолекулярных

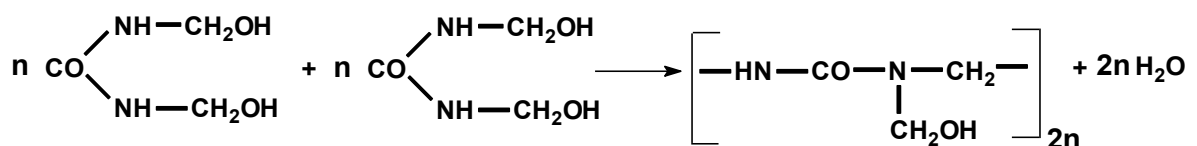
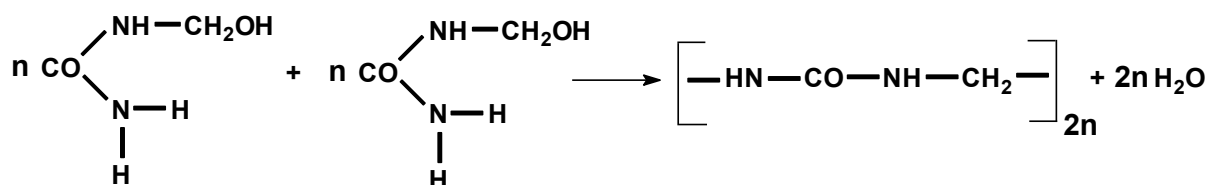
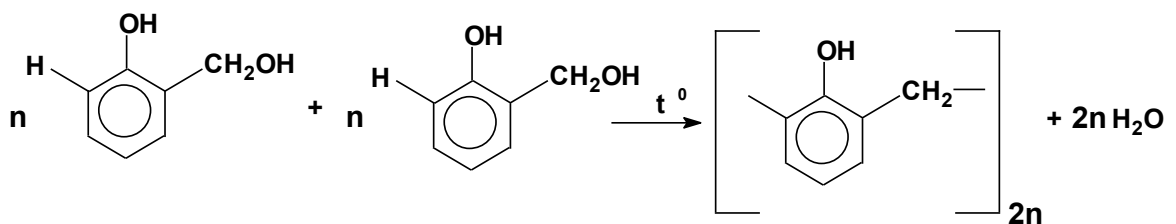


веществ, при этом состав элементарных звеньев полимеров не соответствует составу исходного мономера, что отличает реакцию поликонденсации от полимеризации.

Особенностью стадии роста цепи процесса поликонденсации является независимость отдельных актов роста цепи друг от друга. Поэтому данный процесс представляется как суммы однотипных реакций, происходящих между



молекулами мономера, димера, тримера и т.д.



Третья стадия – прекращения роста и обрыв цепи, наступает вследствие установившегося равновесного состояния, изменения структуры и нарушения

Автомобильные материалы, их старение и износ

эквивалентности функциональных групп, увеличения вязкости реакционной среды и уменьшения подвижности макромолекул. Продукты поликонденсации представляют сложную смесь, в которую могут входить фракции полимергомологов, низкомолекулярные соединения, побочные продукты и непрореагировавшие мономеры.

## Лекция 12.

### Старение автомобилей

#### 12.1 Старение автомобилей и их составных частей

Старением называется процесс необратимого изменения его свойств и состояния, обусловленного структурными превращениями, химическими изменениями в материалах, из которых изготовлены детали, а также постепенным накоплением в элементах конструкции автомобиля микро- и макроповреждений при эксплуатации.

При эксплуатации автомобиля имеют место физическое изнашивание деталей, потеря усталостной прочности их материала. Как при эксплуатации автомобиля, так и при его хранении происходят изменения, связанные с коррозией, потерей жесткости, структурные изменения и химические превращения в металлах, потеря некоторых свойств. Процессы старения всегда связаны со временем.

Процесс старения механизма определяется процессами старения всех образующих его деталей и нарушением их взаимного расположения. Старение деталей происходит в результате воздействия нескольких разрушительных процессов и является результатом воздействия большого числа факторов.

Изнашиванием называется процесс отделения материала с поверхности твердого тела и увеличения его остаточной деформации при трении, проявляющейся в постепенном изменении размеров и формы тела. Износ является результатом изнашивания и определяется в установленных единицах (толщины слоя, объема, массы).

Процесс изнашивания обычно происходит в три стадии. На стадии 1 идет приработка сопряженных поверхностей деталей, занимающий небольшой отрезок времени. При этом износ изменяется нелинейно, скорость изнашивания высокая, но постепенно убывает. Стадия 2 является наиболее продолжительной и характеризуется стабильностью процесса. Скорость изнашивания в этом случае небольшая и постоянная. Стадия 3 – ускоренное изнашивание, характеризующейся резко возрастающей скоростью изнашивания. Причиной этого является изменение условий трения из-за изменения размеров и форм трущихся поверхностей.

Деформация детали может быть обратимой (упругой) и необратимой, т.е. остаточной. Деформация возникает при появлении напряжений в материале детали. Если возникающие напряжения в материале детали меньше предела его упругости, то будет иметь место главным образом упругая деформация. Однако упругая деформация может сопровождаться и остаточной деформацией, например, при повышенных температурах. Остаточная деформация изменяет размеры и конфигурацию детали. Например, у такой сложной детали, как блок

## Автомобильные материалы, их старение и износ

цилиндров двигателя, изменяется положение осей посадочных отверстий под гильзы, под вкладыши коренных подшипников коленчатого вала, а также появляется коробление и нарушается положение обработанных поверхностей относительно технологических баз, что приводит к снижению долговечности двигателя в целом.

Разрушение приводит к полному расчленению детали. Разрушения бывают вязкими, хрупкими и усталостными.

Вязкое разрушение происходит от касательных напряжений вследствие значительной пластической деформации. Плоскость разрушений расположена под углом к направлению приложения нагрузки и совпадает с направлением действия касательных напряжений.

Хрупкое разрушение происходит под действием нормальных напряжений. Ему предшествует небольшая пластическая деформация, и плоскость разрушения оказывается перпендикулярной направлению приложения нагрузки. Процесс разрушения состоит из двух стадий: в первой стадии происходит зарождение трещины, а во второй – ее развитие через все сечение детали.

Усталостное разрушение деталей является результатом многократного приложения нагрузок и происходит при напряжениях, значительно меньших, чем в случае однократного нагружения. Трещина при усталостном разрушении зарождается в поверхностных слоях, где действуют максимальные растягивающие напряжения. По мере ослабления сечения темп развития трещины усиливается и при определенном остаточном сечении происходит полное разрушение детали.

Коррозия представляет собой разрушение металлов вследствие химического или электрохимического взаимодействия их с коррозионной средой.

Эрозия и кавитация возникают при действии на металл потока жидкости, движущейся с большой скоростью. На поверхностях деталей, подвергающейся жидкостной эрозии, образуются пятна, полосы, вымоины. Таким повреждениям подвергаются детали системы охлаждения двигателя, крылья кузова, воспринимающие со стороны колес поток воды, песка и мелких камней. Кавитационное повреждение металла происходит тогда, когда нарушается непрерывность потока жидкости и образуются кавитационные пузырьки. Кавитационные пузыри, которые находятся у поверхности детали, уменьшаются в объеме с большой скоростью, что приводит к гидравлическому удару жидкости о поверхность металла. Сосредоточение в одном месте на поверхности металла большого количества таких ударов вызывает образование кавитационных разрушений в виде каверн диаметром 0,2 ... 1,2 мм. Такому разрушению часто подвергаются детали системы охлаждения двигателя, гильзы цилиндров, посадочные пояски блоков цилиндров под гильзу, патрубки и др.

С течением времени или по мере роста наработки в состоянии автомобиля или его составных частей наступает предел, после которого использование автомобиля оказывается нецелесообразным: автомобиль достиг предельного состояния.

Предельным состоянием автомобиля и его составных частей называется состояние, при котором их дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно, либо восстановление их невозможно или нецелесообразно.

Автомобильные материалы, их старение и износ

Так, например, необходимость смены масла в картерах агрегатов связана с достижением масла предельного состояния при изменении их смазывающих свойств; выполнение регулировочных работ обуславливается достижением предельных зазоров в сопряжениях; замена или ремонт детали диктуется износом хотя бы одной ее рабочей поверхности до предельного размера. Количественные значения показателей предельного состояния устанавливаются нормативно-технической документацией.

**12.2 Особенности конструкции и обработки корпусных деталей.**

Корпусные детали в большинстве случаев являются базовыми деталями, на которые монтируются отдельные сборочные единицы. К ним относятся корпуса коробок передач, редукторов, блоки цилиндров, картеры и др. для корпусных деталей характерно наличие точно обработанных отверстий, скоординированных между собой относительно базовых поверхностей.

Корпусные детали при всем их многообразии конструкций можно разделить на две основные разновидности – призматические и фланцевые. Корпуса призматического типа, например корпус коробки передач или блок цилиндров двигателя, характеризуются большими наружными поверхностями и расположением отверстий на нескольких осях. У корпусов фланцевого типа базовыми поверхностями служат торцовые поверхности основных отверстий и поверхности центрирующих выступов или выточек.

Корпусные детали выполняются литыми из серого чугуна и реже – из стали. Материалом для изготовления корпусных деталей обычно служат серый чугун марок СЧ 24; СЧ 15; ковкий чугун КЧ 35-10 или алюминиевые сплавы марок АЛ4, АЛ6, АЛ9.

Корпусные детали ввиду их конструктивной сложности, как правило изготавливаются в виде отливок в песчаные и металлические формы или литьем под давлением. Отливки должны обеспечивать герметичность корпуса. Твердость отливок из серого чугуна должна быть 160...240 НВ, а отливок из алюминиевых сплавов – 50-70 НВ.

При изготовлении отливок большое значение придается их качеству. До отправки в механический цех у отливок удаляют литники и прибыли, термической обработкой снимают внутренние напряжения, очищают поверхность, контролируют размеры, качество поверхности, твердость и др.

Для корпусных деталей характерно наличие базовых поверхностей, а также основных и крепежных отверстий. Базовые поверхности корпуса стыкуются с другими узлами или агрегатами автомобиля.

Основные отверстия предназначены для монтажа опор валов. Точность диаметральных размеров основных отверстий соответствует 7 качеству, реже – 8 качеству, шероховатость поверхности  $R_a$  – 2,5 ...0,63 мкм. Межосевые расстояния основных отверстий выдерживают согласно стандарту с допусками, обеспечивающими необходимую точность работы зубчатых и червячных передач.

Отклонение отверстий от соосности устанавливают в пределах половины допуска на диаметр меньшего отверстия. Отклонение от параллельности осей отверстий допускается 0,02...0,05 мм на 100 мм длины. Отклонение от перпендикулярности торцовых поверхностей к осям отверстий допускается

### Автомобильные материалы, их старение и износ

0,02...0,05 мм 100 мм радиуса. Базовые поверхности обрабатывают с допускаемыми отклонениями от прямолинейности на 0,05...0,2 мм по всей длине и с шероховатостью 4,0...0,63 мкм.

Базирование корпусных деталей выполняют с учетом их конструктивных форм и технологии изготовления. Рассмотрим наиболее распространенные схемы базирования. Наиболее надежными и простыми технологическими базами при обработке корпусных деталей являются одна из плоскостей наибольшей протяженности и два отверстия, расположенные по диагонали на этой плоскости и как можно дальше удаленные друг от друга, что обеспечивает точное ориентирование деталей.

Заготовки деталей фланцевого типа базируют по торцу фланца и точно обработанной поверхности буртика. Вместо поверхности буртика в качестве базы может быть принята поверхность основного отверстия.

Если конфигурация корпуса не позволяет эффективно использовать его поверхности для базирования, то обработку целесообразно выполнять в приспособлении-спутнике. При установке заготовки в спутнике могут быть использованы черновые или искусственно созданные вспомогательные базовые поверхности, причем заготовка обрабатывается на различных операциях при постоянной установке в приспособлении, но положение самого приспособления на разных операциях меняется.

Технологические процессы изготовления корпусных деталей различных автомобилей имеют общую последовательность выполнения операций механической обработки. Однако содержание и построение технологического процесса отдельных деталей могут иметь отличия, которые зависят конструктивной формы, размеров, вида заготовки, технических требований на их изготовление. Типовой маршрут изготовления корпусной детали можно представить в виде следующей последовательности:

- обработка базовых и сопрягаемых поверхностей;
- фрезерование или протягивание других ответственных поверхностей;
- черновое и чистовое растачивание основных отверстий;
- сверление, зенкерование, нарезание резьбы, развертывание второстепенных отверстий;
- тонкое растачивание или хонингование точных отверстий;
- окончательная обработка поверхностей, обеспечивающая высокую точность размеров и точное взаимное пространственное расположение поверхностей.

## Лекция 13.

### Расчет износа по ОСАГО

Сегодня согласно законодательству гражданам, попавшим в ДТП и имеющим действующий полис ОСАГО, страховая компания будет обязана возместить ущерб. Но сумма напрямую будет зависеть от величины износа автомобиля, отдельных его деталей. Процесс расчета можно осуществить самостоятельно, но у него имеются некоторые важные особенности. ЧТО ЭТО ТАКОЕ На данный момент расчет величины возмещения, выплачиваемой при возникновении ДТП и

### Автомобильные материалы, их старение и износ

обращении в страховую, обязательно осуществляется с учетом износа транспортного средства. Учет износа по ОСАГО – процесс вычисления снижения стоимости узлов, отдельных деталей и всего автомобиля в целом. Причем процесс вычисления, а также сам факт износа транспортного средства достаточно подробно освещается в действующем на территории РФ законодательстве. При этом износ может быть нулевым даже на не новом транспортном средства. Подобное возможно при замене всех комплектующих, которые тем или же иным образом влияют на безопасность дорожного движения. Полный перечень таких деталей отражается в Приказе Минтранса РФ №20 от 25.01.11 г. Наиболее существенные факторы, которые в первую очередь влияют на величину износа: дата выпуска транспортного средства; величина пробега автомобиля. При этом с учетом всех наиболее существенных факторов стоимость транспортного средства при не интенсивном износе его может быть снижена на 8-15% в течение одного года. На данный момент существует целых 5 различных способов осуществления расчета величины данного показателя. При этом узаконенной и обязательной к использованию является только одна. Износ деталей по ОСАГО вычисляется с использованием специализированной формулы.

На данный момент основополагающим документом, который осуществляет регулирование возмещения убытков и в том числе порядок вычисления величины возмещения является Федеральный закон №40-ФЗ от 25.04.02 г. (в редакции от 28.11.15 г.). Наиболее существенными разделами данного закона, которые необходимо обязательно учитывать при вычислении, являются: ст. №18 – кто имеет право на получение рассматриваемого типа компенсационных выплат; ст. №19 – непосредственно осуществление различного рода компенсационных выплат; ст. №20 – как происходит взыскание выплат компенсационного характера в случае, когда это требуется; ст. №12 – определение размера выплаты страхового типа, а также порядок осуществления данной процедуры; ст. №12.1 – как должна осуществляться независимая экспертиза в случае возникновения такой необходимости; ст. №16 – вопрос обязательного страхования при ограниченном использовании транспортных средств. Также вопрос вычисления величины износа по ОСАГО затрагивается в следующих нормативно-правовых документах: Постановление Правительства РФ №263 от 07.05.03 г.; п. №63 Правил ОСАГО. Следует помнить, что все страховые компании обязаны вести свою деятельность именно в рамках обозначенных выше законодательных актов. В противном случае на них будет наложена серьезная административная ответственность. В случае массового нарушения действующего законодательства возможно даже лишение компании лицензии.

Процедуру расчета величины износа осуществляет независимая экспертиза. Обычно с подобным учреждением у страховой компании заключен специальный договор. Но при этом необходимо помнить, что в большинстве случаев подобного рода учреждения осуществляют оценку не объективно, повышая величину износа. Потому стоит обязательно самостоятельно разобраться, как считают износ по ОСАГО. Относительно недавно был выпущен специальный сборник различного рода деталей, запасных частей – на основании именно его должен в обязательном порядке выполняться процесс расчета. Если результат экспертизы, сделанный партнером страховой компании, пострадавшего не удовлетворил, ему

Автомобильные материалы, их старение и износ

можно обратиться в компанию, которая специализируется на проведении аналогичных экспертиз. В некоторых случаях это позволяет разрешить ситуацию через суд. Так страховым компаниям всегда невыгодно выплачивать полную стоимость нанесенного своему клиенту ущерба. Следует помнить о множестве нюансов, непосредственно связанных с процедурой оценки величины износа автомобиля, отдельных его узлов. Какие сейчас действуют тарифы Зеленой карты, показано в статье: тарифы по Зеленой карте.

На данный момент для каждого отдельного узла автомобиля существует специальная формула вычисления величины износа. Для расчета данной величины относительно кузова автомобиля:  $I_{куз} = 100 \times (1 - e^{-(4 \cdot T_{куз}) / (20 + 4 \cdot T_{ск})})$ ,

где  $I_{куз}$  – количественная величина износа кузова;

$E$  – основание натурального логарифма;

$T_{куз}$  – возраст конкретного транспортно средства;

$T_{ск}$  – представляемая заводом-изготовителем гарантия от производителя (АМТС).

Величина износа шин транспортного средства осуществляется следующим образом:

$I_{ш} = (H_n - H_f) / (H_n - H_{доп}) \cdot 100\%$ ,

где  $I_{ш}$  – количественная величина износа шины;

$H_n$  – высота проектора новой шины конкретной модели;

$H_f$  – высотка протектора старой шины;

$H_{доп}$  – минимальная возможна для нормальной эксплуатации резины величина.

Износ аккумуляторной батареи вычисляется по следующей формуле:

$I_{ак} = T_{ак} / (T_{ак}^n) \cdot 100\%$ ,

где  $I_{ак}$  – износ аккумуляторной батареи;

$T_{ак}$  – возраст аккумуляторной батареи;

$n$  – каков установленный законодательством срок службы конкретной батареи.

Формулы рассматриваемого типа разработаны Государственной Думой для каждого узла автомобиля, который может пострадать каким-либо образом в аварии. Потому если расчет выплат по ОСАГО с учетом износа конкретный гражданин желает осуществить самостоятельно, то ему необходимо будет в обязательном порядке использовать специализированные формулы. Сами по себе они не сложны. Следует лишь правильно подбирать коэффициенты.

При возможности стоит обязательно ознакомиться с примером осуществления расчета величины износа по ОСАГО. Для этого лучше воспользоваться формулой:

$I = I_{ост} + (I_{пр} - I_{ост}) \cdot P / P_{пр}$ ,

где  $I$  – величина физического износа ТС;

$I_{ост}$  – размер износа детали остаточный;

$I_{пр}$  – предельно возможный допустимый износа;

$P$  – уже израсходованный износ системы;

$P_{пр}$  – предельная величина ресурса определенной детали системы.

Пример:

Заданы следующие условия:  $I_{пр}$  80%  $I_{ост}$  20%  $P$  5%  $P_{пр}$  100%

### Автомобильные материалы, их старение и износ

Процесс вычисления выполняется нехитрой подстановкой соответствующих значений в обозначенную выше формулу:  $20\%+(80\%-20\%)*5\%/100\%=23\%$

При заданных условиях получаем, что величина износа составляет всего 23%. Потому страховая компания в данном случае должна будет возместить ущерб в размере оставшихся 77% от стоимости поврежденного имущества. Обозначенная выше формула является универсальной, применить её возможно к любым деталям транспортного средства.

Ранее размер максимально возможного износа по ОСАГО составлял целых 80%. Что составляет достаточно существенную величину. Например, в случае рыночной стоимости автомобиля величиной в 1 млн. рублей его владелец получал только лишь 200 тыс. рублей. Что достаточно не выгодно и с точки зрения логики, экономики в корне неверно. Именно поэтому с 01.10.14 г. были приняты определенные поправки к действующему в этом направлении законодательству. После введения рассматриваемого типа поправки максимальная величина износа будет составлять целых 50%. Данный момент закреплен на законодательном уровне, нарушение его приводит к серьезной административной ответственности. Большинство водителей считают данные поправки справедливыми, так как страховые компании и так получают достаточно большой доход от ведения своей деятельности. При этом детали, которые существенно влияют на безопасность движения, оплачиваются страховщиком всегда в 100% размере – вне зависимости от наличия износа и иных факторов, влияющих на стоимость.

Разобраться самостоятельно, какой процент износа автомобиля по ОСАГО, достаточно просто. Именно поэтому нередко возникают ситуации, когда простые страховщики узнают о факте наличия мошенничества со стороны страховой компании на этапе вычисления величины ущерба. В такой ситуации стоит придерживаться следующего алгоритма действий: заказать платную независимую экспертизу; сформировать исковое заявление в суд; ожидать судебного заседания. Рассматриваемого типа судебная практика крайне неоднозначна. Именно поэтому необходимо будет заранее ознакомиться с ней. Также стоит проконсультироваться с квалифицированным юристом по данному вопросу. Возможно, именно это позволит разрешить дело именно в пользу потерпевшего. Вся сложность обычно заключается в наличии грамотного юриста у страховой компании. И если ущерб был занижен незначительно, вернуть средства будет достаточно сложно. Сегодня процедура вычисления износа по ОСАГО имеет очень большое количество самых разных нюансов и особенностей. Именно поэтому стоит внимательно ознакомиться с действующим по этому поводу законодательством (Приложение 1).

## Литература

1. Карагодин В. И. Ремонт автомобилей и двигателей: 2-е изд. стер. – М.: Издательский центр “Академия”, 2003.
2. Коробейник А.В. Ремонт автомобилей Ростов-н/Д: “Феникс”, 2002.
3. Н.В. Коровин. Общая химия. М. : Высшая школа, 1998, 450-466с.



Автомобильные материалы, их старение и износ

4. А.И. Артеменко. Органическая химия . М. : Высшая школа, 1994, 479-503с.
5. Н.В. Коровин, Э.И. Мингулина, Н.Г. Рыжова. Лабораторные работы по химии. М. : Высшая школа, 1998.

## Приложение

25 апреля 2002 года N 40-ФЗ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН  
ОБ ОБЯЗАТЕЛЬНОМ СТРАХОВАНИИ ГРАЖДАНСКОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТИ ВЛАДЕЛЬЦЕВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Принят  
Государственной Думой  
3 апреля 2002 года  
Одобен  
Советом Федерации  
10 апреля 2002 года

В целях защиты прав потерпевших на возмещение вреда, причиненного их жизни, здоровью или

имуществу при использовании транспортных средств иными лицами, настоящим Федеральным законом определяются правовые, экономические и организационные основы обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств (далее - обязательное страхование), а также осуществляемого на территории Российской Федерации страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств в рамках международных систем страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств, участником которых является профессиональное объединение страховщиков, действующее в соответствии с настоящим Федеральным [законом](#) (далее - международные системы страхования).

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Глава I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Статья 1. Основные понятия

Для целей настоящего Федерального закона используются следующие основные понятия:

транспортное средство - устройство, предназначенное для перевозки по дорогам людей, грузов или оборудования, установленного на нем;

использование транспортного средства - эксплуатация транспортного средства, связанная с его движением в пределах дорог (дорожном движении), а также на прилегающих к ним и предназначенных для движения транспортных средств территориях (во дворах, в жилых массивах, на стоянках транспортных средств, заправочных станциях и других территориях). Эксплуатация

Автомобильные материалы, их старение и износ

оборудования, установленного на транспортном средстве и непосредственно не связанного с участием транспортного средства в дорожном движении, не является использованием транспортного средства;

владелец транспортного средства - собственник транспортного средства, а также лицо, владеющее транспортным средством на праве хозяйственного ведения или праве оперативного управления либо на ином законном основании (право аренды, доверенность на право управления транспортным средством, распоряжение соответствующего органа о передаче этому лицу транспортного средства и тому подобное). Не является владельцем транспортного средства лицо, управляющее транспортным средством в силу исполнения своих служебных или трудовых обязанностей, в том числе на основании трудового или гражданско-правового договора с собственником или иным владельцем транспортного средства;

водитель - лицо, управляющее транспортным средством. При обучении управлению транспортным средством водителем считается обучающее лицо;

потерпевший - лицо, жизни, здоровью или имуществу которого был причинен вред при использовании транспортного средства иным лицом, в том числе пешеход, водитель транспортного средства, которым причинен вред, и пассажир транспортного средства - участник дорожно-транспортного происшествия (за исключением лица, признаваемого потерпевшим в соответствии с Федеральным законом "Об обязательном страховании гражданской ответственности перевозчика за причинение вреда жизни, здоровью, имуществу пассажиров и о порядке возмещения такого вреда, причиненного при перевозках пассажиров метрополитеном");

(в ред. Федеральных законов от 01.12.2007 [N 306-ФЗ](#), от 14.06.2012 [N 78-ФЗ](#))  
(см. текст в предыдущей [редакции](#))

место жительства (место нахождения) потерпевшего - определенное в соответствии с гражданским законодательством место жительства гражданина или место нахождения юридического лица, признаваемых потерпевшими;

договор обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств (далее - договор обязательного страхования) - договор страхования, по которому страховщик обязуется за обусловленную договором плату (страховую премию) при наступлении предусмотренного в договоре события (страхового случая) возместить потерпевшим причиненный вследствие этого события вред их жизни, здоровью или имуществу (осуществить страховую выплату) в пределах определенной договором суммы (страховой суммы). Договор обязательного страхования заключается в порядке и на условиях, которые предусмотрены настоящим Федеральным законом, и является публичным;

страхователь - лицо, заключившее со страховщиком договор обязательного страхования;

страховщик - страховая организация, которая вправе осуществлять обязательное страхование гражданской ответственности владельцев транспортных средств в соответствии с разрешением (лицензией), выданным в установленном [законодательством](#) Российской Федерации порядке;

(в ред. Федерального [закона](#) от 23.07.2013 N 251-ФЗ)

Автомобильные материалы, их старение и износ

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

страховой случай - наступление гражданской ответственности владельца транспортного средства за причинение вреда жизни, здоровью или имуществу потерпевших при использовании транспортного средства, влекущее за собой в соответствии с договором обязательного страхования обязанность страховщика осуществить страховую выплату;

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

страховые тарифы - ценовые ставки, установленные в соответствии с настоящим Федеральным законом, применяемые страховщиками при определении страховой премии по договору обязательного страхования и состоящие из базовых ставок и коэффициентов;

компенсационные выплаты - платежи, которые осуществляются в соответствии с настоящим Федеральным законом в случаях, если страховая выплата по договору обязательного страхования или возмещение страховщику, осуществившему прямое возмещение убытков в соответствии с соглашением о прямом возмещении убытков, заключенным в соответствии со [статьей 26.1](#) настоящего Федерального закона, в счет страховой выплаты не могут быть осуществлены;

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

представитель страховщика в субъекте Российской Федерации (далее - представитель страховщика) - обособленное подразделение страховщика (филиал) в субъекте Российской Федерации, выполняющее в предусмотренных гражданским [законодательством](#) пределах полномочия страховщика по рассмотрению требований потерпевших о страховых выплатах и (или) прямом возмещении убытков, а также по их осуществлению, или другой страховщик, присоединившийся к соглашению о прямом возмещении убытков и выполняющий на основании заключенного со страховщиком договора полномочия по рассмотрению требований потерпевших о страховых выплатах и по их осуществлению от имени и за счет страховщика, застраховавшего гражданскую ответственность лица, причинившего вред, и (или) полномочия по рассмотрению требований о прямом возмещении убытков и по осуществлению выплат от имени и за счет страховщика, застраховавшего гражданскую ответственность потерпевшего;

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

прямое возмещение убытков - возмещение вреда имуществу потерпевшего, осуществляемое в соответствии с настоящим Федеральным законом страховщиком, который застраховал гражданскую ответственность потерпевшего - владельца транспортного средства;

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.02.2010 N 3-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

направление на ремонт - документ, подтверждающий право потерпевшего на восстановительный ремонт его транспортного средства на выбранной потерпевшим по согласованию со страховщиком станции технического

**Автомобильные материалы, их старение и износ**

обслуживания из числа станций технического обслуживания, с которыми страховщиком заключены договоры, устанавливающие обязанность станции технического обслуживания осуществить восстановительный ремонт транспортного средства потерпевшего и обязанность страховщика оплатить такой ремонт в счет страховой выплаты;

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

урегулирование требований, возникающих в связи со страхованием в рамках международных

систем страхования, - рассмотрение требований потерпевших, национальных объединений страховых организаций других стран и иных участников международных систем страхования о страховом возмещении причиненного в результате дорожно-транспортных происшествий вреда владельцами транспортных средств, ответственность которых застрахована в рамках международных систем страхования, и, если в результате такого рассмотрения не принято решение об отказе, осуществление страховой выплаты, а также возмещение расходов лицу или лицам, которые в соответствии с настоящим Федеральным законом, требованиями международных систем страхования, правилами профессиональной деятельности профессионального объединения страховщиков осуществили данную страховую выплату.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

Статья 2. Законодательство Российской Федерации об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств

1. Законодательство Российской Федерации об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств состоит из Гражданского [кодекса](#) Российской Федерации, настоящего Федерального закона, других федеральных законов и издаваемых в соответствии с ними иных нормативных правовых актов Российской Федерации.

2. Если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем те, которые предусмотрены настоящим Федеральным законом, применяются правила международного договора.

Статья 3. Основные принципы обязательного страхования

Основными принципами обязательного страхования являются:

гарантия возмещения вреда, причиненного жизни, здоровью или имуществу потерпевших, в пределах, установленных настоящим Федеральным законом;

---

[Постановлением](#) Конституционного Суда РФ от 31.05.2005 N 6-П положения абзацев третьего и четвертого статьи 3, закрепляющие обязанность страхования владельцами транспортных средств риска своей гражданской ответственности и недопустимость использования на территории Российской Федерации транспортных средств, владельцы которых не исполнили эту обязанность, признаны не противоречащими [Конституции](#) РФ.

---

всеобщность и обязательность страхования гражданской ответственности владельцами транспортных средств;

Автомобильные материалы, их старение и износ

недопустимость использования на территории Российской Федерации транспортных средств, владельцы которых не исполнили установленную настоящим Федеральным законом обязанность по страхованию своей гражданской ответственности;

экономическая заинтересованность владельцев транспортных средств в повышении безопасности дорожного движения.

Глава II. УСЛОВИЯ И ПОРЯДОК ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБЯЗАТЕЛЬНОГО СТРАХОВАНИЯ

Статья 4. Обязанность владельцев транспортных средств по страхованию гражданской ответственности

---

КонсультантПлюс: примечание.

[Постановлением](#) Конституционного Суда РФ от 31.05.2005 N 6-П положения пункта 1 статьи 4, закрепляющие обязанность страхования владельцами транспортных средств риска своей гражданской ответственности и недопустимость использования на территории Российской Федерации транспортных средств, владельцы которых не исполнили эту обязанность, признаны не противоречащими [Конституции](#) РФ.

---

1. Владельцы транспортных средств [обязаны](#) на условиях и в порядке, которые установлены настоящим Федеральным законом и в соответствии с ним, страховать риск своей гражданской ответственности, которая может наступить вследствие причинения вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц при использовании транспортных средств.

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Обязанность по страхованию гражданской ответственности распространяется на владельцев всех используемых на территории Российской Федерации транспортных средств, за исключением случаев, предусмотренных [пунктами 3](#) и [4](#) настоящей статьи.

---

[Постановлением](#) Конституционного Суда РФ от 31.05.2005 N 6-П положения пункта 2 статьи 4, закрепляющие обязанность страхования владельцами транспортных средств риска своей гражданской ответственности и недопустимость использования на территории Российской Федерации транспортных средств, владельцы которых не исполнили эту обязанность, признаны не противоречащими [Конституции](#) РФ.

---

2. При возникновении права владения транспортным средством (приобретении его в собственность, получении в хозяйственное ведение или оперативное управление и тому подобном) владелец транспортного средства обязан застраховать свою гражданскую ответственность до регистрации транспортного средства, но не позднее чем через [десять дней](#) после возникновения права владения им.

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

Автомобильные материалы, их старение и износ

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

3. Обязанность по страхованию гражданской ответственности не распространяется на владельцев:

а) транспортных средств, максимальная конструктивная скорость которых составляет не более 20 километров в час;

б) транспортных средств, на которые по их техническим характеристикам не распространяются положения законодательства Российской Федерации о допуске транспортных средств к участию в дорожном движении на территории Российской Федерации;

в) транспортных средств Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов, в которых предусмотрена военная служба, за исключением автобусов, легковых автомобилей и прицепов к ним, иных транспортных средств, используемых для обеспечения хозяйственной деятельности Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов;

(пп. "в" в ред. Федерального [закона](#) от 23.06.2003 N 77-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

г) транспортных средств, зарегистрированных в иностранных государствах, если гражданская ответственность владельцев таких транспортных средств застрахована в рамках международных [систем](#) страхования;

(в ред. Федеральных законов от 01.12.2007 [N 306-ФЗ](#), от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

д) принадлежащих гражданам прицепов к легковым автомобилям;

(пп. "д" введен Федеральным [законом](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

е) транспортных средств, не имеющих колесных движителей (транспортных средств, в конструкции которых применены гусеничные, полугусеничные, санные и иные неколесные движители), и прицепов к ним.

(пп. "е" введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

4. Обязанность по страхованию гражданской ответственности не распространяется на владельца транспортного средства, риск ответственности которого застрахован в соответствии с настоящим Федеральным законом иным лицом (страхователем).

5. Владельцы транспортных средств, застраховавшие свою гражданскую ответственность в соответствии с настоящим Федеральным законом, могут дополнительно в добровольной форме осуществлять страхование на случай недостаточности страховой выплаты по обязательному страхованию для полного возмещения вреда, причиненного жизни, здоровью или имуществу потерпевших, а также на случай наступления ответственности, не относящейся к страховому риску по обязательному страхованию ([пункт 2 статьи 6](#) настоящего Федерального закона).

6. Владельцы транспортных средств, риск ответственности которых не застрахован в форме обязательного и (или) добровольного страхования, возмещают вред, причиненный жизни, здоровью или имуществу потерпевших, в соответствии с гражданским [законодательством](#). При этом вред, причиненный жизни или здоровью потерпевших, подлежит возмещению в размерах не менее

Автомобильные материалы, их старение и износ

чем размеры, определяемые в соответствии со [статьей 12](#) настоящего Федерального закона, и по правилам указанной статьи.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Лица, нарушившие установленные настоящим Федеральным законом требования об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств, несут ответственность в соответствии с [законодательством](#) Российской Федерации.

7. Обязанность по страхованию гражданской ответственности владельцев прицепов к транспортным средствам, за исключением принадлежащих гражданам прицепов к легковым автомобилям, исполняется посредством заключения договора обязательного страхования, предусматривающего возможность управления транспортным средством с прицепом к нему, информация о чем вносится в страховой полис обязательного страхования.

(п. 7 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

Статья 5. Правила обязательного страхования

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

1. Порядок реализации определенных настоящим Федеральным законом и другими федеральными законами прав и обязанностей сторон по договору обязательного страхования устанавливается Центральным банком Российской Федерации (далее - Банк России) в [правилах](#) обязательного страхования.

(в ред. Федерального [закона](#) от 23.07.2013 N 251-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

2. Правила обязательного страхования наряду с другими положениями включают в себя следующие положения:

а) порядок заключения, изменения, продления, досрочного прекращения договора обязательного страхования;

б) порядок уплаты страховой премии;

в) перечень действий лиц при осуществлении обязательного страхования, в том числе при наступлении страхового случая;

г) порядок определения размера подлежащих возмещению страховщиком убытков и осуществления страховой выплаты;

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

д) порядок разрешения споров по обязательному страхованию.

3. В правилах обязательного страхования также могут содержаться положения настоящего Федерального закона и других федеральных законов, определяющие условия договора обязательного страхования.

Статья 6. Объект обязательного страхования и страховой риск

1. Объектом обязательного страхования являются имущественные интересы, связанные с риском гражданской ответственности владельца транспортного средства по обязательствам, возникающим вследствие причинения вреда жизни, здоровью или имуществу потерпевших при использовании транспортного средства на территории Российской Федерации.

Автомобильные материалы, их старение и износ

2. К страховому риску по обязательному страхованию относится наступление гражданской ответственности по обязательствам, указанным в [пункте 1](#) настоящей статьи, за исключением случаев возникновения ответственности вследствие:

а) причинения вреда при использовании иного транспортного средства, чем то, которое указано в договоре обязательного страхования;

б) причинения морального вреда или возникновения обязанности по возмещению упущенной выгоды;

в) причинения вреда при использовании транспортных средств в ходе соревнований, испытаний или учебной езды в специально отведенных для этого местах;

г) загрязнения окружающей среды;

(в ред. Федерального [закона](#) от 30.12.2008 N 309-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

д) причинения вреда воздействием перевозимого груза, если риск такой ответственности подлежит обязательному страхованию в соответствии с законом о соответствующем виде обязательного страхования;

е) причинения вреда жизни или здоровью работников при исполнении ими трудовых обязанностей, если этот вред подлежит возмещению в соответствии с [законом](#) о соответствующем виде обязательного страхования или обязательного социального страхования;

ж) обязанности по возмещению работодателю убытков, вызванных причинением вреда работнику;

з) причинения водителем вреда управляемому им транспортному средству и прицепу к нему, перевозимому ими грузу, установленному на них оборудованию и иному имуществу;

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

и) причинения вреда при погрузке груза на транспортное средство или его разгрузке;

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

к) повреждения или уничтожения антикварных и других уникальных предметов, зданий и сооружений, имеющих историко-культурное значение, изделий из драгоценных металлов и драгоценных и полудрагоценных камней, наличных денег, ценных бумаг, предметов религиозного характера, а также произведений науки, литературы и искусства, других объектов интеллектуальной собственности;

л) утратил силу с 1 сентября 2014 года. - Федеральный [закон](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ;

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

м) причинения вреда жизни, здоровью, имуществу пассажиров при их перевозке, если этот вред подлежит возмещению в соответствии с законодательством Российской Федерации об обязательном страховании гражданской ответственности перевозчика за причинение вреда жизни, здоровью, имуществу пассажиров.



Автомобильные материалы, их старение и износ

(пп. "м" введен Федеральным [законом](#) от 14.06.2012 N 78-ФЗ)

При наступлении гражданской ответственности владельцев транспортных средств в указанных в настоящем пункте случаях причиненный вред подлежит возмещению ими в соответствии с [законодательством](#) Российской Федерации.

Статья 7. Страховая сумма

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Страховая сумма, в пределах которой страховщик при наступлении каждого страхового случая (независимо от их числа в течение срока действия договора обязательного страхования) обязуется возместить потерпевшим причиненный вред, составляет:

а) в части возмещения вреда, причиненного жизни или здоровью каждого потерпевшего, 500 тысяч рублей;

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

б) в части возмещения вреда, причиненного имуществу каждого потерпевшего, 400 тысяч рублей;

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

в) утратил силу с 1 октября 2014 года. - Федеральный [закон](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ.

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Статья 8. Регулирование страховых тарифов по обязательному страхованию

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

1. Регулирование страховых тарифов по обязательному страхованию осуществляется посредством установления Банком России в соответствии с настоящим Федеральным законом актуарно (экономически) обоснованных [предельных размеров](#) базовых ставок страховых тарифов (их минимальных и максимальных значений, выраженных в рублях) и [коэффициентов](#) страховых тарифов, [требований](#) к структуре страховых тарифов, а также [порядка](#) их применения страховщиками при определении страховой премии по договору обязательного страхования.

Доля страховой премии, непосредственно предназначенная для осуществления страховых и компенсационных выплат, не может быть менее чем 80 процентов страховой премии.

2. Страховые тарифы по обязательному страхованию и структура страховых тарифов определяются страховщиками с учетом требований, установленных Банком России в соответствии с [пунктом 1](#) настоящей статьи.

---

До 1 сентября 2016 года [срок действия](#) установленных предельных значений базовых ставок страховых тарифов, указанных в пункте 3 статьи 8 (в ред. Федерального закона от 21.07.2014 N 223-ФЗ), не может быть менее шести месяцев.

---

Автомобильные материалы, их старение и износ

3. Срок действия установленных страховых тарифов не может быть менее одного года.

Изменение страховых тарифов не влечет за собой изменение страховой премии, оплаченной страхователем по действовавшим на момент уплаты страховым тарифам, по договору обязательного страхования в течение срока его действия. Если в соответствии с правилами обязательного страхования страховщик вправе потребовать от страхователя уплаты дополнительной страховой премии соразмерно увеличению риска, размер дополнительно уплачиваемой страховой премии определяется по действующим на момент ее уплаты страховым тарифам.

4. Полные или частичные компенсации отдельным категориям страхователей уплаченных или подлежащих уплате ими страховых премий за счет повышения страховых тарифов для других категорий страхователей не допускаются.

5. Ежегодные статистические данные об обязательном страховании, включая данные о размере собранных страховых премий и об осуществленных страховых выплатах, о количестве заявленных и урегулированных страховых случаев, об уровне страховых выплат по Российской Федерации и по субъектам Российской Федерации, а также об уровне убыточности обязательного страхования подлежат официальному [опубликованию](#) Банком России.

Статья 9. Базовые ставки и коэффициенты страховых тарифов

1. Страховые тарифы состоят из базовых ставок и коэффициентов. Страховые премии по договорам обязательного страхования рассчитываются страховщиками как произведение базовых ставок и коэффициентов страховых тарифов в соответствии с порядком применения страховщиками страховых тарифов по обязательному страхованию при определении страховой премии по договору обязательного страхования, установленным Банком России в соответствии со [статьей 8](#) настоящего Федерального закона.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

[Базовые ставки](#) страховых тарифов устанавливаются в зависимости от технических характеристик, конструктивных особенностей и назначения транспортных средств, существенно влияющих на вероятность причинения вреда при их использовании и на потенциальный размер причиненного вреда.

2. Коэффициенты, входящие в состав страховых тарифов, устанавливаются в зависимости от:

а) территории преимущественного использования транспортного средства, которая определяется для физических лиц исходя из места жительства собственника транспортного средства, указанного в паспорте транспортного средства или свидетельстве о регистрации транспортного средства либо в паспорте гражданина, для юридических лиц, их филиалов или представительств - по месту нахождения юридического лица, его филиала или представительства, указанному в учредительном документе юридического лица;

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

б) наличия или отсутствия страховых выплат, произведенных страховщиками в предшествующие периоды при осуществлении обязательного страхования

Автомобильные материалы, их старение и износ

гражданской ответственности владельцев данного транспортного средства, а в случае обязательного страхования при ограниченном использовании транспортного средства, предусматривающем управление транспортным средством только указанными страхователем водителями, наличия или отсутствия страховых выплат, произведенных страховщиками в предшествующие периоды при осуществлении обязательного страхования гражданской ответственности каждого из этих водителей;

в) технических характеристик транспортных средств;

в.1) наличия в договоре обязательного страхования условия, предусматривающего возможность управления транспортным средством с прицепом к нему;

(пп. "в.1" введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

г) сезонного использования транспортных средств;

д) иных существенно влияющих на величину страхового риска обстоятельств.

(п. 2 в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

2.1. Для случаев обязательного страхования гражданской ответственности граждан, использующих принадлежащие им транспортные средства, страховыми тарифами устанавливаются также коэффициенты, учитывающие, предусмотрено ли договором обязательного страхования условие о том, что к управлению транспортным средством допущены только указанные страхователем водители, и, если такое условие предусмотрено, их водительский стаж, возраст.

(п. 2.1 введен Федеральным [законом](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

3. Кроме коэффициентов, установленных в соответствии с [пунктом 2](#) настоящей статьи, страховыми тарифами предусматриваются [коэффициенты](#), которые применяются при обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств:

сообщивших страховщику заведомо ложные сведения о запрошенных им обстоятельствах, влияющих на страховую премию по договору обязательного страхования, что повлекло за собой ее уплату в меньшей сумме по сравнению с той суммой, которая была бы уплачена при сообщении владельцами транспортных средств достоверных сведений;

умышленно содействовавших наступлению страхового случая или увеличению связанных с ним убытков либо заведомо искаживших обстоятельства наступления страхового случая в целях увеличения страховой выплаты;

причинивших вред при обстоятельствах, явившихся основанием предъявления регрессного требования ([статья 14](#) настоящего Федерального закона).

Указанные в настоящем пункте коэффициенты применяются страховщиками при заключении или продлении договора обязательного страхования на год, следующий за периодом, в котором страховщику стало известно о совершении предусмотренных настоящим пунктом действий (бездействии).

4. Максимальный размер страховой премии по договору обязательного страхования не может превышать трехкратный размер базовой ставки страховых тарифов, скорректированной с учетом территории преимущественного использования транспортного средства, а при применении коэффициентов,

Автомобильные материалы, их старение и износ

установленных в соответствии с [пунктом 3](#) настоящей статьи, - ее пятикратный размер.

5. Страховыми тарифами могут дополнительно предусматриваться базовые ставки и (или) [коэффициенты](#), применяемые страховщиками при осуществлении обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств, зарегистрированных в иностранных государствах и временно используемых на территории Российской Федерации.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

6. Страховщики не вправе применять базовые ставки, коэффициенты страховых тарифов, структуру страховых тарифов, не соответствующие требованиям, установленным Банком России в соответствии со [статьей 8](#) настоящего Федерального закона. Установленные в соответствии с настоящим Федеральным законом страховые тарифы обязательны для применения страховщиками в отношении каждого страхователя.

Контроль за правильностью расчета страховщиками страховых премий по договорам обязательного страхования осуществляет Банк России.

(п. 6 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Статья 10. Срок действия договора обязательного страхования

1. Срок действия договора обязательного страхования составляет один год, за исключением случаев, для которых настоящей статьей предусмотрены иные сроки действия такого договора.

Абзац утратил силу с 1 марта 2008 года. - Федеральный [закон](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ.

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

2. Владельцы транспортных средств, зарегистрированных в иностранных государствах и временно используемых на территории Российской Федерации, заключают договоры обязательного страхования на весь срок временного использования таких транспортных средств, но не менее чем на 5 дней.

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

3. Владелец транспортного средства вправе заключить договор обязательного страхования на не превышающий 20 дней срок при отсутствии документов, указанных в [подпункте "е" пункта 3 статьи 15](#) настоящего Федерального закона, в случае:

а) приобретения транспортного средства (покупки, наследования, принятия в дар и тому подобного) для следования к месту регистрации транспортного средства. При этом владелец транспортного средства до его регистрации обязан заключить договор обязательного страхования на один год в соответствии с положениями [пункта 1](#) настоящей статьи;

---

В случае заключения договора обязательного страхования с учетом положений подпункта "б"

пункта 3 статьи 10 данного документа коэффициент страховых тарифов в зависимости от срока страхования устанавливается по правилам определения

Автомобильные материалы, их старение и износ

коэффициента страховых тарифов в зависимости от срока страхования, если он определяется при заключении договора обязательного страхования в соответствии с подпунктом "а" пункта 3 статьи 10 данного документа при условии, что иное не установлено Правительством Российской Федерации (Федеральный [закон](#) от 28.07.2012 N 130-ФЗ).

б) следования к месту проведения технического осмотра транспортного средства, повторного технического осмотра транспортного средства.

(п. 3 в ред. Федерального [закона](#) от 28.07.2012 N 131-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

4. При досрочном прекращении договора обязательного страхования в случаях, предусмотренных правилами обязательного страхования, страховщик возвращает страхователю часть страховой премии в размере доли страховой премии, предназначенной для осуществления страховых выплат и приходящейся на неистекший срок действия договора обязательного страхования или неистекший срок сезонного использования транспортного средства.

(п. 4 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

Статья 11. Действия страхователей и потерпевших при наступлении страхового случая

1. В случае, если [страхователь](#) является участником дорожно-транспортного происшествия, он обязан сообщить другим участникам указанного происшествия по их требованию сведения о договоре обязательного страхования, по которому застрахована гражданская ответственность владельцев этого транспортного средства.

Предусмотренная настоящим пунктом обязанность возлагается также на водителя, управляющего транспортным средством в отсутствие страхователя.

2. О случаях причинения вреда при использовании транспортного средства, которые могут повлечь за собой гражданскую ответственность страхователя, он обязан сообщить страховщику в установленный договором обязательного страхования [срок](#) и определенным этим договором способом.

При этом страхователь до удовлетворения требований потерпевших о возмещении причиненного им вреда должен предупредить об этом страховщика и действовать в соответствии с его указаниями, а в случае, если страхователю предъявлен иск, привлечь страховщика к участию в деле. В противном случае страховщик имеет право выдвинуть в отношении требования о страховой выплате возражения, которые он имел в отношении требований о возмещении причиненного вреда.

3. Если потерпевший намерен воспользоваться своим правом на страховую выплату, он обязан при первой возможности уведомить страховщика о наступлении страхового случая и в [сроки](#), установленные правилами обязательного страхования, направить страховщику заявление о страховой выплате и документы, предусмотренные правилами обязательного страхования.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

4. В случае причинения вреда жизни потерпевшего в результате дорожно-транспортного происшествия положения настоящего Федерального закона,

Автомобильные материалы, их старение и износ

касающиеся потерпевших, применяются к лицам, которые в соответствии с настоящим Федеральным законом имеют право на возмещение вреда в случае смерти потерпевшего (выгодоприобретатели).

(п. 4 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

5. Для решения вопроса об осуществлении страховой выплаты страховщик принимает документы о дорожно-транспортном происшествии, оформленные уполномоченными на то сотрудниками полиции, за исключением случая, предусмотренного [статьей 11.1](#) настоящего Федерального закона.

(п. 5 введен Федеральным [законом](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ, в ред. Федеральных законов от 07.02.2011 N 4-ФЗ, от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

6. [Оформление](#) документов о дорожно-транспортном происшествии может осуществляться в присутствии прибывшего по сообщению участника дорожно-транспортного происшествия страховщика или представителя страховщика.

(п. 6 введен Федеральным [законом](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

7. Водители причастных к дорожно-транспортному происшествию транспортных средств заполняют [бланки](#) извещений о дорожно-транспортном происшествии, выданные страховщиками. Водители ставят в известность страхователей о дорожно-транспортном происшествии и заполнении бланков таких извещений.

(п. 7 введен Федеральным [законом](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

8 - 11. Утратили силу с 1 сентября 2014 года. - Федеральный [закон](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ.

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Статья 11.1. Оформление документов о дорожно-транспортном происшествии без участия уполномоченных на то сотрудников полиции

(введена Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

1. Оформление документов о дорожно-транспортном происшествии без участия уполномоченных на то сотрудников полиции осуществляется в [порядке](#), установленном Банком России, в случае наличия одновременно следующих обстоятельств:

а) в результате дорожно-транспортного происшествия вред причинен только транспортным средствам, указанным в [подпункте "б"](#) настоящего пункта;

б) дорожно-транспортное происшествие произошло в результате взаимодействия (столкновения) двух транспортных средств (включая транспортные средства с прицепами к ним), гражданская ответственность владельцев которых застрахована в соответствии с настоящим Федеральным законом;

в) обстоятельства причинения вреда в связи с повреждением транспортных средств в результате дорожно-транспортного происшествия, характер и перечень видимых повреждений транспортных средств не вызывают разногласий участников дорожно-транспортного происшествия и зафиксированы в извещении о дорожно-транспортном происшествии, бланк которого заполнен водителями причастных к дорожно-транспортному происшествию транспортных средств в соответствии с [правилами](#) обязательного страхования.

Автомобильные материалы, их старение и износ

2. В случае оформления документов о дорожно-транспортном происшествии без участия уполномоченных на то сотрудников полиции бланк [извещения](#) о дорожно-транспортном происшествии, заполненный в двух экземплярах водителями причастных к дорожно-транспортному происшествию транспортных средств, направляется этими водителями страховщику, застраховавшим их гражданскую ответственность, в течение пяти рабочих дней со дня дорожно-транспортного происшествия. Потерпевший направляет страховщику, застраховавшему его гражданскую ответственность, свой экземпляр совместно заполненного бланка извещения о дорожно-транспортном происшествии вместе с заявлением о прямом возмещении убытков.

3. В случае оформления документов о дорожно-транспортном происшествии без участия уполномоченных на то сотрудников полиции владельцы транспортных средств, причастных к дорожно-транспортному происшествию, по требованию страховщиков, указанных в [пункте 2](#) настоящей статьи, обязаны представить указанные транспортные средства для проведения осмотра и (или) независимой технической экспертизы в течение пяти рабочих дней со дня получения такого требования.

Для обеспечения возможности осмотра и (или) независимой технической экспертизы транспортных средств, участвовавших в дорожно-транспортном происшествии, в случае оформления документов о дорожно-транспортном происшествии без участия уполномоченных на то сотрудников полиции владельцы указанных транспортных средств без наличия согласия в письменной форме страховщиков, указанных в [пункте 2](#) настоящей статьи, не должны приступать к их ремонту или утилизации до истечения 15 календарных дней, за исключением нерабочих праздничных дней, со дня дорожно-транспортного происшествия.

---

Пункт 4 статьи 11.1 [применяется](#) к отношениям, возникшим в связи с дорожно-транспортным происшествием, гражданская ответственность обоих участников которого застрахована по договорам ОСАГО, заключенным после 1 августа 2014 года, и действует до 30 сентября 2019 года включительно.

---

13 В случае оформления документов о дорожно-транспортном происшествии без участия

уполномоченных на то сотрудников полиции размер страховой выплаты, причитающейся потерпевшему в счет возмещения вреда, причиненного его транспортному средству, не может превышать 50 тысяч рублей.

---

Пункт 5 статьи 11.1 [применяется](#) к отношениям, возникшим в связи с дорожно-транспортным происшествием, гражданская ответственность обоих участников которого застрахована по договорам ОСАГО, заключенным после 1 октября 2014 года, и действует до 30 сентября 2019 года включительно.

Об особенностях оформления документов о дорожно-транспортном происшествии в соответствии с положениями пункта 5 статьи 11.1 до 1 января 2017 года см. Федеральный [закон](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ.

Автомобильные материалы, их старение и износ

14 В случае оформления документов о дорожно-транспортном происшествии, произошедшем на территориях городов федерального значения Москвы, Санкт-Петербурга, Московской области, Ленинградской области, без участия уполномоченных на то сотрудников полиции ограничение по размеру страховой выплаты, предусмотренное [пунктом 4](#) настоящей статьи, не применяется и страховая выплата осуществляется потерпевшему в пределах страховой суммы, установленной [подпунктом "б" статьи 7](#) настоящего Федерального закона, при условии представления страховщику данных об обстоятельствах причинения вреда транспортному средству в результате дорожно-транспортного происшествия, которые зафиксированы с помощью технических средств контроля, обеспечивающих некорректируемую регистрацию информации (фото- или видеосъемка транспортных средств и их повреждений на месте дорожно-транспортного происшествия, а также данные, зафиксированные с применением средств навигации, функционирующих с использованием технологий системы ГЛОНАСС или ГЛОНАСС совместно с иными глобальными спутниковыми навигационными системами).

---

Пункт 6 статьи 11.1 [вступает](#) в силу с 1 октября 2019 года.

---

6. В случае оформления документов о дорожно-транспортном происшествии без участия уполномоченных на то сотрудников полиции страховщику должны быть представлены данные об обстоятельствах причинения вреда транспортному средству в результате дорожно-транспортного происшествия, которые зафиксированы с помощью технических средств контроля, обеспечивающих некорректируемую регистрацию информации (фото- или видеосъемка транспортных средств и их повреждений на месте дорожно-транспортного происшествия, а также данные, зафиксированные с применением средств навигации, функционирующих с использованием технологий системы ГЛОНАСС или ГЛОНАСС совместно с иными глобальными спутниковыми навигационными системами).

7. [Требования](#) к техническим средствам контроля, составу информации о дорожно-транспортном происшествии и [порядок](#) представления такой информации страховщику, обеспечивающий получение страховщиком некорректируемой информации о дорожно-транспортном происшествии, устанавливаются Правительством Российской Федерации.

8. Потерпевший, получивший страховую выплату на основании настоящей статьи, не вправе предъявлять страховщику дополнительные требования о возмещении вреда, причиненного его транспортному средству в результате дорожно-транспортного происшествия, документы о котором оформлены в соответствии с настоящей статьей.

Потерпевший имеет право обратиться к страховщику, который застраховал гражданскую ответственность лица, причинившего вред, с требованием о возмещении вреда, который причинен жизни или здоровью, возник после предъявления требования о страховой выплате и о котором потерпевший не знал на момент предъявления требования о возмещении вреда, причиненного его транспортному средству.



Автомобильные материалы, их старение и износ

Статья 12. Определение размера страховой выплаты и порядок ее осуществления

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

1. Потерпевший вправе предъявить страховщику требование о возмещении вреда, причиненного его жизни, здоровью или имуществу при использовании транспортного средства, в пределах страховой суммы, установленной настоящим Федеральным законом, путем предъявления страховщику заявления о страховой выплате или прямом возмещении убытков и документов, предусмотренных правилами обязательного страхования.

Заявление о страховой выплате в связи с причинением вреда жизни или здоровью потерпевшего направляется страховщику, застраховавшему гражданскую ответственность лица, причинившего вред. Заявление о страховой выплате в связи с причинением вреда имуществу потерпевшего направляется страховщику, застраховавшему гражданскую ответственность лица, причинившего вред, а в случаях, предусмотренных [пунктом 1 статьи 14.1](#) настоящего Федерального закона, страховщику, застраховавшему гражданскую ответственность потерпевшего, направляется заявление о прямом возмещении убытков.

Заявление потерпевшего, содержащее требование о страховой выплате или прямом возмещении убытков в связи с причинением вреда его жизни, здоровью или имуществу при использовании транспортного средства, с приложенными документами, предусмотренными правилами обязательного страхования, направляется страховщику по месту нахождения страховщика или представителя страховщика, уполномоченного страховщиком на рассмотрение указанных требований потерпевшего и осуществление страховых выплат или прямого возмещения убытков.

Место нахождения и почтовые адреса страховщика, а также всех представителей страховщика, средства связи с ними и сведения о времени их работы должны быть указаны в перечне представителей страховщика, являющемся [приложением](#) к страховому полису.

При недостаточности документов, подтверждающих факт наступления страхового случая и размер подлежащего возмещению страховщиком вреда, страховщик в течение трех рабочих дней со дня их получения по почте, а при личном обращении к страховщику в день обращения с заявлением о страховой выплате или прямом возмещении убытков обязан сообщить об этом потерпевшему с указанием полного перечня недостающих и (или) неправильно оформленных документов.

Обмен необходимыми документами о страховой выплате для проверки их комплектности по желанию потерпевшего может осуществляться в электронной форме, что не освобождает потерпевшего от представления страховщику документов в письменной форме о страховой выплате по месту нахождения страховщика или представителя страховщика. Страховщик обязан обеспечить рассмотрение обращения заявителя, отправленного в виде электронного документа, и направление ему ответа в течение срока, согласованного

Автомобильные материалы, их старение и износ

заявителем со страховщиком, но не позднее трех рабочих дней со дня поступления указанного обращения.

Страховщик не вправе требовать от потерпевшего представления документов, не предусмотренных правилами обязательного страхования.

2. Страховая выплата, причитающаяся потерпевшему за причинение вреда его здоровью в результате дорожно-транспортного происшествия, осуществляется в соответствии с настоящим Федеральным законом в счет возмещения расходов, связанных с восстановлением здоровья потерпевшего, и утраченного им заработка (дохода) в связи с причинением вреда здоровью в результате дорожно-транспортного происшествия.

Страховая выплата за причинение вреда здоровью в части возмещения необходимых расходов на восстановление здоровья потерпевшего осуществляется страховщиком на основании документов, выданных уполномоченными на то сотрудниками полиции и подтверждающих факт дорожно-транспортного происшествия, и медицинских документов, представленных медицинскими организациями, которые оказали потерпевшему медицинскую помощь в связи со страховым случаем, с указанием характера и степени повреждения здоровья потерпевшего. Размер страховой выплаты в части возмещения необходимых расходов на восстановление здоровья потерпевшего определяется в соответствии с нормативами и в [порядке](#), которые установлены Правительством Российской Федерации, в зависимости от характера и степени повреждения здоровья потерпевшего в пределах страховой суммы, установленной [подпунктом "а" статьи 7](#) настоящего Федерального закона.

Информация о номере страхового полиса и наименовании страховщика, застраховавшего гражданскую ответственность владельца транспортного средства, виновного в дорожно-транспортном происшествии, сообщается пешеходу, пострадавшему в таком дорожно-транспортном происшествии, или его представителю в день обращения в отделение полиции, сотрудники которого оформляли документы о таком дорожно-транспортном происшествии.

3. После осуществления в соответствии с [пунктом 2](#) настоящей статьи страховой выплаты потерпевшему за причинение вреда его здоровью страховщиком дополнительно осуществляется страховая выплата в следующем случае:

а) если по результатам медицинской экспертизы или исследования, проведенных в том числе учреждениями судебно-медицинской экспертизы при производстве по делу об административном правонарушении, производстве по уголовному делу, а также по обращению потерпевшего, установлено, что характер и степень повреждения здоровья потерпевшего соответствуют большему размеру страховой выплаты, чем было определено первоначально на основании нормативов, установленных Правительством Российской Федерации. Размер дополнительно осуществляемой страховой выплаты определяется страховщиком как разница между подлежащей выплате суммой, соответствующей установленному характеру повреждения здоровья потерпевшего по представленному им экспертному заключению, и ранее осуществленной в соответствии с [пунктом 2](#) настоящей статьи страховой выплатой за причинение вреда здоровью потерпевшего;

Автомобильные материалы, их старение и износ

б) если вследствие вреда, причиненного здоровью потерпевшего в результате дорожно-транспортного происшествия, по результатам медико-социальной экспертизы потерпевшему установлена группа инвалидности или категория "ребенок-инвалид". Размер дополнительно осуществляемой страховой выплаты определяется страховщиком как разница между подлежащей выплате суммой, соответствующей указанным в заключении медико-социальной экспертизы группе инвалидности или категории "ребенок-инвалид" по нормативам, установленным Правительством Российской Федерации, и ранее осуществленной в соответствии с [пунктом 2](#) настоящей статьи страховой выплатой за причинение вреда здоровью потерпевшего.

4. В случае, если понесенные потерпевшим дополнительные расходы на лечение и восстановление поврежденного в результате дорожно-транспортного происшествия здоровья потерпевшего (расходы на медицинскую реабилитацию, приобретение лекарственных препаратов, протезирование, ортезирование, посторонний уход, санаторно-курортное лечение и прочие расходы) и утраченный потерпевшим в связи с причинением вреда его здоровью в результате дорожно-транспортного происшествия заработок (доход) превысили сумму осуществленной потерпевшему в соответствии с [пунктами 2](#) и [3](#) настоящей статьи страховой выплаты, страховщик возмещает указанные расходы и утраченный заработок (доход) при подтверждении того, что потерпевший нуждался в этих видах помощи, а также при документальном подтверждении размера утраченного заработка (дохода), который потерпевший имел или определенно мог иметь на момент наступления страхового случая. Размер осуществляемой в соответствии с настоящим пунктом страховой выплаты определяется страховщиком как разница между утраченным потерпевшим заработком (доходом), а также дополнительными расходами, подтвержденными документами, которые предусмотрены правилами обязательного страхования, и общей суммой осуществленной в соответствии с [пунктами 2](#) и [3](#) настоящей статьи страховой выплаты за причинение вреда здоровью потерпевшего.

5. Страховая выплата в части возмещения утраченного потерпевшим заработка (дохода) осуществляется одновременно или в ином порядке, установленном правилами обязательного страхования.

Совокупный размер страховой выплаты за причинение вреда здоровью потерпевшего, осуществленной в соответствии с [пунктами 2](#) - [4](#) настоящей статьи, не может превышать страховую сумму, установленную [подпунктом "а" статьи 7](#) настоящего Федерального закона.

Страховая выплата за причинение вреда здоровью потерпевшего осуществляется потерпевшему или лицам, которые являются представителями потерпевшего и полномочия которых на получение страховой выплаты удостоверены надлежащим образом.

6. В случае смерти потерпевшего право на возмещение вреда имеют лица, имеющие право в соответствии с гражданским [законодательством](#) на возмещение вреда в случае смерти кормильца, при отсутствии таких лиц - супруг, родители, дети потерпевшего, граждане, у которых потерпевший находился на иждивении, если он не имел самостоятельного дохода (выгодоприобретатели).

Автомобильные материалы, их старение и износ

Об осуществлении страховых выплат (и их размерах) до 1 апреля 2015 года см. Федеральный [закон](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ.

7. Размер страховой выплаты за причинение вреда жизни потерпевшего составляет:

475 тысяч рублей - выгодоприобретателям, указанным в [пункте 6](#) настоящей статьи;

не более 25 тысяч рублей в счет возмещения расходов на погребение - лицам, понесшим такие расходы.

8. Страховщик в течение 15 календарных дней, за исключением нерабочих праздничных дней, со дня принятия первого заявления о страховой выплате в части возмещения вреда, причиненного жизни потерпевшего в результате страхового случая, принимает заявления о страховой выплате и предусмотренные правилами обязательного страхования документы от других выгодоприобретателей. В течение пяти календарных дней, за исключением нерабочих праздничных дней, после окончания указанного срока принятия заявлений от лиц, имеющих право на возмещение вреда в случае смерти потерпевшего, страховщик осуществляет страховую выплату.

Страховая выплата, размер которой установлен [абзацем вторым пункта 7](#) настоящей статьи, распределяется поровну между лицами, имеющими право на возмещение вреда в случае смерти потерпевшего. Страховая выплата в части возмещения вреда, причиненного жизни потерпевшего, осуществляется единовременно.

Лицо, имеющее право на возмещение вреда в случае смерти потерпевшего в результате страхового случая и предъявившее страховщику требование о страховой выплате после того, как страховая выплата по данному страховому случаю была распределена между лицами, имеющими право на возмещение вреда в случае смерти потерпевшего, вправе требовать от этих лиц возврата причитающейся в соответствии с настоящим Федеральным законом части страховой выплаты или требовать выплаты возмещения вреда от лица, причинившего вред жизни потерпевшему в результате данного страхового случая, в соответствии с гражданским законодательством.

9. Потерпевший или выгодоприобретатель обязан предоставить страховщику все документы и доказательства, а также сообщить все известные ему сведения, подтверждающие объем и характер вреда, причиненного жизни или здоровью потерпевшего.

10. При причинении вреда имуществу в целях выяснения обстоятельств причинения вреда и определения размера подлежащих возмещению страховщиком убытков потерпевший, намеренный воспользоваться своим правом на страховую выплату или прямое возмещение убытков, в течение пяти рабочих дней с даты подачи заявления о страховой выплате и прилагаемых к нему в соответствии с правилами обязательного страхования документов обязан представить поврежденное транспортное средство или его остатки для осмотра и (или) независимой технической экспертизы, проводимой в порядке, установленном [статьей 12.1](#) настоящего Федерального закона, иное имущество для осмотра и (или) независимой экспертизы (оценки), проводимой в порядке,

Автомобильные материалы, их старение и износ

установленном законодательством Российской Федерации с учетом особенностей, установленных настоящим Федеральным законом.

В случае, если осмотр и (или) независимая техническая экспертиза, независимая экспертиза (оценка) представленных потерпевшим поврежденного транспортного средства, иного имущества или его остатков не позволяют достоверно установить наличие страхового случая и определить размер убытков, подлежащих возмещению по договору обязательного страхования, для выяснения указанных обстоятельств страховщик в течение 10 рабочих дней с момента представления потерпевшим заявления о страховой выплате вправе осмотреть транспортное средство, при использовании которого имуществу потерпевшего был причинен вред, и (или) за свой счет организовать и оплатить проведение независимой технической экспертизы в отношении этого транспортного средства в порядке, установленном [статьей 12.1](#) настоящего Федерального закона. Владелец транспортного средства, при использовании которого имуществу потерпевшего был причинен вред, обязан представить это транспортное средство по требованию страховщика.

В случае, если характер повреждений или особенности поврежденного транспортного средства, иного имущества исключают его представление для осмотра и независимой технической экспертизы, независимой экспертизы (оценки) по месту нахождения страховщика и (или) эксперта (например, повреждения транспортного средства, исключающие его участие в дорожном движении), об этом указывается в заявлении и указанные осмотр и независимая техническая экспертиза, независимая экспертиза (оценка) проводятся по месту нахождения поврежденного имущества в срок не более чем пять рабочих дней со дня подачи заявления о страховой выплате и прилагаемых к нему в соответствии с правилами обязательного страхования документов.

11. Страховщик обязан осмотреть поврежденное транспортное средство, иное имущество или его остатки и (или) организовать их независимую техническую экспертизу, независимую экспертизу (оценку) в срок не более чем пять рабочих дней со дня представления потерпевшим поврежденного имущества для осмотра и ознакомить потерпевшего с результатами осмотра и независимой технической экспертизы, независимой экспертизы (оценки), если иной срок не согласован страховщиком с потерпевшим. Независимая техническая экспертиза или независимая экспертиза (оценка) организуется страховщиком в случае обнаружения противоречий между потерпевшим и страховщиком, касающихся характера и перечня видимых повреждений имущества и (или) обстоятельств причинения вреда в связи с повреждением имущества в результате дорожно-транспортного происшествия.

В случае непредставления потерпевшим поврежденного имущества или его остатков для осмотра и (или) независимой технической экспертизы, независимой экспертизы (оценки) в согласованную со страховщиком дату страховщик согласовывает с потерпевшим новую дату осмотра и (или) независимой технической экспертизы, независимой экспертизы (оценки) поврежденного имущества или его остатков. При этом в случае неисполнения потерпевшим установленной [пунктами 10 и 13](#) настоящей статьи обязанности представить поврежденное имущество или его остатки для осмотра и (или) независимой

Автомобильные материалы, их старение и износ

технической экспертизы, независимой экспертизы (оценки) срок принятия страховщиком решения о страховой выплате, определенный в соответствии с [пунктом 21](#) настоящей статьи, может быть продлен на период, не превышающий количества дней между датой представления потерпевшим поврежденного имущества или его остатков и согласованной с потерпевшим датой осмотра и (или) независимой технической экспертизы, независимой экспертизы (оценки), но не более чем на 20 календарных дней, за исключением нерабочих праздничных дней.

Договором обязательного страхования могут предусматриваться иные сроки, в течение которых страховщик обязан прибыть для осмотра и (или) независимой технической экспертизы, независимой экспертизы (оценки) поврежденного имущества или его остатков, в случае их проведения в труднодоступных, отдаленных или малонаселенных местностях.

12. В случае, если по результатам проведенного страховщиком осмотра поврежденного имущества или его остатков страховщик и потерпевший согласились о размере страховой выплаты и не настаивают на организации независимой технической экспертизы или независимой экспертизы (оценки) поврежденного имущества или его остатков, экспертиза не проводится.

13. Если после проведенного страховщиком осмотра поврежденного имущества или его остатков страховщик и потерпевший не достигли согласия о размере страховой выплаты, страховщик обязан организовать независимую техническую экспертизу, независимую экспертизу (оценку), а потерпевший - представить поврежденное имущество или его остатки для проведения независимой технической экспертизы, независимой экспертизы (оценки).

Если страховщик не осмотрел поврежденное имущество или его остатки и (или) не организовал независимую техническую экспертизу, независимую экспертизу (оценку) поврежденного имущества или его остатков в установленный [пунктом 11](#) настоящей статьи срок, потерпевший вправе обратиться самостоятельно за технической экспертизой или экспертизой (оценкой). В таком случае результаты самостоятельно организованной потерпевшим независимой технической экспертизы, независимой экспертизы (оценки) принимаются страховщиком для определения размера страховой выплаты.

14. Стоимость независимой технической экспертизы, независимой экспертизы (оценки), на основании которой осуществляется страховая выплата, включается в состав убытков, подлежащих возмещению страховщиком по договору обязательного страхования.

15. Возмещение вреда, причиненного транспортному средству потерпевшего, может осуществляться:

путем организации и оплаты восстановительного ремонта поврежденного транспортного средства потерпевшего на станции технического обслуживания, которая выбрана потерпевшим по согласованию со страховщиком в соответствии с правилами обязательного страхования и с которой у страховщика заключен договор (возмещение причиненного вреда в натуре);

путем выдачи суммы страховой выплаты потерпевшему (выгодоприобретателю) в кассе страховщика или перечисления суммы страховой

Автомобильные материалы, их старение и износ

выплаты на банковский счет потерпевшего (выгодоприобретателя) (наличный или безналичный расчет).

В том случае, если у страховщика заключен договор со станцией технического обслуживания, выбор способа возмещения вреда осуществляет потерпевший.

16. Возмещение вреда, причиненного не являющемуся транспортным средством имуществу потерпевшего, осуществляется в порядке, установленном [абзацем третьим пункта 15](#) настоящей статьи.

17. В случае исполнения обязательства страховщика по организации и оплате восстановительного ремонта транспортного средства в порядке, установленном [абзацем вторым пункта 15](#) настоящей статьи, потерпевший в заявлении о страховой выплате или прямом возмещении убытков указывает на возмещение вреда, причиненного его транспортному средству, в натуре, а также выражает согласие на возможное увеличение сроков восстановительного ремонта транспортного средства в связи с объективными обстоятельствами, в том числе технологией ремонта и наличием комплектующих изделий (деталей, узлов и агрегатов).

В течение 20 календарных дней, за исключением нерабочих праздничных дней, со дня получения заявления о страховой выплате, содержащего указание о возмещении вреда, причиненного транспортному средству, в натуре, страховщик выдает потерпевшему [направление](#) на ремонт, в котором указывается станция технического обслуживания, на которой будет отремонтировано его транспортное средство и которой страховщик оплатит восстановительный ремонт транспортного средства потерпевшего.

Потерпевший вправе выбрать станцию технического обслуживания из предложенного страховщиком перечня станций технического обслуживания, с которыми страховщиком заключены договоры. Перечень станций технического обслуживания, с которыми страховщиком заключены договоры, размещается страховщиком на его официальном сайте в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" и поддерживается в актуальном состоянии.

Порядок урегулирования вопросов, связанных с выявленными скрытыми повреждениями транспортного средства, вызванными страховым случаем, определяется станцией технического обслуживания по согласованию со страховщиком и с потерпевшим и указывается станцией технического обслуживания при приеме транспортного средства потерпевшего в направлении на ремонт или в ином документе, выдаваемом потерпевшему.

Порядок урегулирования вопросов оплаты ремонта, не связанного со страховым случаем, определяется станцией технического обслуживания по согласованию с потерпевшим и указывается станцией технического обслуживания в документе, выдаваемом потерпевшему при приеме транспортного средства на ремонт.

В направлении на ремонт страховщиком указывается возможный размер доплаты, вносимой станции технического обслуживания потерпевшим за восстановительный ремонт на основании [абзаца второго пункта 19](#) настоящей статьи.

Автомобильные материалы, их старение и износ

Обязательства страховщика по организации и оплате восстановительного ремонта транспортного средства потерпевшего, принятые им на основании [абзаца второго пункта 15](#) настоящей статьи, считаются исполненными страховщиком надлежащим образом с момента получения потерпевшим отремонтированного транспортного средства.

Ответственность за несоблюдение станцией технического обслуживания срока передачи потерпевшему отремонтированного транспортного средства, а также за нарушение иных обязательств по восстановительному ремонту транспортного средства потерпевшего несет страховщик, выдавший направление на ремонт.

Положения настоящего Федерального закона, касающиеся осуществления страховой выплаты, применяются к исполнению обязательства страховщика осуществить возмещение вреда, причиненного транспортному средству потерпевшего, в порядке, установленном [абзацем вторым пункта 15](#) настоящей статьи, если иное не предусмотрено настоящим Федеральным законом и не вытекает из существа таких отношений.

18. Размер подлежащих возмещению страховщиком убытков при причинении вреда имуществу потерпевшего определяется:

а) в случае полной гибели имущества потерпевшего - в размере действительной стоимости имущества на день наступления страхового случая за вычетом стоимости годных остатков. Под полной гибелью понимаются случаи, при которых ремонт поврежденного имущества невозможен либо стоимость ремонта поврежденного имущества равна стоимости имущества на дату наступления страхового случая или превышает указанную стоимость;

б) в случае повреждения имущества потерпевшего - в размере расходов, необходимых для приведения имущества в состояние, в котором оно находилось до момента наступления страхового случая.

19. К указанным в [подпункте "б" пункта 18](#) настоящей статьи расходам относятся также расходы на материалы и запасные части, необходимые для восстановительного ремонта, расходы на оплату работ, связанных с таким ремонтом.

Размер расходов на запасные части (в том числе в случае возмещения причиненного вреда в порядке, предусмотренном [абзацем вторым пункта 15](#) настоящей статьи) определяется с учетом износа комплектующих изделий (деталей, узлов и агрегатов), подлежащих замене при восстановительном ремонте. При этом на указанные комплектующие изделия (детали, узлы и агрегаты) не может начисляться износ свыше 50 процентов их стоимости.

Размер расходов на материалы и запасные части, необходимые для восстановительного ремонта транспортного средства, расходов на оплату связанных с таким ремонтом работ и стоимость годных остатков определяются в [порядке](#), установленном Банком России.

20. Страховщик отказывает потерпевшему в страховой выплате или ее части, если ремонт поврежденного имущества или утилизация его остатков, осуществленные до осмотра страховщиком и (или) проведения независимой технической экспертизы, независимой экспертизы (оценки) поврежденного имущества в соответствии с требованиями настоящей статьи, не позволяют



Автомобильные материалы, их старение и износ

достоверно установить наличие страхового случая и размер убытков, подлежащих возмещению по договору обязательного страхования.

21. В течение 20 календарных дней, за исключением нерабочих праздничных дней, со дня принятия к рассмотрению заявления потерпевшего о страховой выплате или прямом возмещении убытков и приложенных к нему документов, предусмотренных правилами обязательного страхования, страховщик обязан произвести страховую выплату потерпевшему или выдать ему направление на ремонт транспортного средства с указанием срока ремонта либо направить потерпевшему мотивированный отказ в страховой выплате.

При несоблюдении срока осуществления страховой выплаты или возмещения причиненного вреда в натуре страховщик за каждый день просрочки уплачивает потерпевшему неустойку (пеню) в размере одного процента от определенного в соответствии с настоящим Федеральным законом размера страховой выплаты по виду причиненного вреда каждому потерпевшему.

При несоблюдении срока направления потерпевшему мотивированного отказа в страховой выплате страховщик за каждый день просрочки уплачивает потерпевшему денежные средства в виде финансовой санкции в размере 0,05 процента от установленной настоящим Федеральным законом страховой суммы по виду причиненного вреда каждому потерпевшему.

Предусмотренные настоящим пунктом неустойка (пеня) или сумма финансовой санкции при несоблюдении срока осуществления страховой выплаты или срока направления потерпевшему мотивированного отказа в страховой выплате уплачиваются потерпевшему на основании поданного им заявления о выплате такой неустойки (пени) или суммы такой финансовой санкции, в котором указывается форма расчета (наличный или безналичный), а также банковские реквизиты, по которым такая неустойка (пеня) или сумма такой финансовой санкции должна быть уплачена в случае выбора потерпевшим безналичной формы расчета, при этом страховщик не вправе требовать дополнительные документы для их уплаты.

Контроль за соблюдением страховщиками порядка осуществления страховых выплат осуществляет Банк России. В случае выявления несоблюдения страховщиком срока осуществления страховой выплаты или направления мотивированного отказа Банк России выдает страховщику предписание о необходимости исполнения обязанностей, установленных настоящей статьей.

До полного определения размера подлежащего возмещению по договору обязательного страхования вреда страховщик по заявлению потерпевшего вправе осуществить часть страховой выплаты, соответствующую фактически определенной части указанного вреда.

22. Если все участники дорожно-транспортного происшествия признаны ответственными за причиненный вред, страховщики осуществляют страховые выплаты в счет возмещения вреда, причиненного в результате такого дорожно-транспортного происшествия, с учетом установленной судом степени вины лиц, гражданская ответственность которых ими застрахована.

Страховщики осуществляют страховую выплату в счет возмещения вреда, причиненного потерпевшему несколькими лицами, соразмерно установленной судом степени вины лиц, гражданская ответственность которых ими застрахована.

Автомобильные материалы, их старение и износ

При этом потерпевший вправе предъявить требование о страховом возмещении причиненного ему вреда любому из страховщиков, застраховавших гражданскую ответственность лиц, причинивших вред.

Страховщик, возместивший вред, совместно причиненный несколькими лицами, имеет право регресса, предусмотренное гражданским законодательством.

В случае, если степень вины участников дорожно-транспортного происшествия судом не установлена, застраховавшие их гражданскую ответственность страховщики несут установленную настоящим Федеральным законом обязанность по возмещению вреда, причиненного в результате такого дорожно-транспортного происшествия, в равных долях.

23. Лицо, возместившее потерпевшему вред, причиненный в результате страхового случая, имеет право требования к страховщику, который застраховал гражданскую ответственность потерпевшего, в размере, определенном в соответствии с настоящим Федеральным законом, в пределах выплаченной суммы. Реализация перешедшего права требования осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации с соблюдением положений настоящего Федерального закона, регулирующих отношения между потерпевшим и страховщиком.

С лица, причинившего вред, может быть взыскана сумма в размере части требования, оставшейся неудовлетворенной в соответствии с настоящим Федеральным законом.

24. К отношениям между потерпевшим и страховщиком по поводу осуществления прямого возмещения убытков по аналогии применяются правила, установленные настоящим Федеральным законом для отношений между потерпевшим и страховщиком по поводу осуществления страховых выплат. Соответствующие положения применяются постольку, поскольку иное не предусмотрено настоящим Федеральным законом и не вытекает из существа таких отношений.

25. Страховщик освобождается от обязанности произвести страховую выплату в случаях, предусмотренных законом и (или) договором обязательного страхования. Случаи, предусмотренные [пунктами 1 и 2 статьи 14](#) настоящего Федерального закона, не могут являться для страховщика основанием для отказа в страховой выплате или для задержки ее осуществления.

Статья 12.1. Независимая техническая экспертиза транспортного средства (введена Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

1. В целях установления обстоятельств причинения вреда транспортному средству, установления повреждений транспортного средства и их причин, технологии, методов и стоимости его восстановительного ремонта проводится независимая техническая экспертиза.

2. Независимая техническая экспертиза проводится по [правилам](#), утверждаемым Банком России.

3. Независимая техническая экспертиза проводится с использованием [единой методики](#) определения размера расходов на восстановительный ремонт в отношении поврежденного транспортного средства, которая утверждается Банком России и содержит, в частности:

Автомобильные материалы, их старение и износ

а) порядок расчета размера расходов на материалы, запасные части, оплату работ, связанных с восстановительным ремонтом;

б) порядок расчета размера износа подлежащих замене комплектующих изделий (деталей, узлов, агрегатов), в том числе номенклатуру комплектующих изделий (деталей, узлов, агрегатов), на которые при расчете размера расходов на восстановительный ремонт устанавливается нулевое значение износа;

в) порядок расчета стоимости годных остатков в случае полной гибели транспортного средства;

г) справочные данные о среднегодовых пробегах транспортных средств;

д) порядок формирования и утверждения справочников средней стоимости запасных частей, материалов и нормочаса работ при определении размера расходов на восстановительный ремонт в отношении поврежденного транспортного средства с учетом установленных границ региональных товарных рынков (экономических регионов).

4. Независимая техническая экспертиза транспортных средств проводится экспертом-техником или экспертной организацией, имеющей в штате не менее одного эксперта-техника.

Требования к экспертам-техникам, в том числе требования к их профессиональной аттестации, основания ее аннулирования, порядок ведения государственного реестра экспертов-техников устанавливаются уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

5. Эксперты-техники несут ответственность за недостоверность результатов проведенной ими независимой технической экспертизы транспортных средств. Убытки, причиненные экспертом-техником вследствие представления недостоверных результатов независимой технической экспертизы, подлежат возмещению экспертом-техником в полном объеме.

6. Судебная экспертиза транспортного средства, назначаемая в соответствии с законодательством Российской Федерации в целях определения размера страховой выплаты потерпевшему и (или) стоимости восстановительного ремонта транспортного средства в рамках договора обязательного страхования, проводится в соответствии с единой методикой определения размера расходов на восстановительный ремонт в отношении поврежденного транспортного средства, утверждаемой Банком России, и с учетом положений настоящей статьи.

Статья 13. Утратила силу с 1 сентября 2014 года. - Федеральный закон от 21.07.2014 N 223-ФЗ.

(см. текст в предыдущей редакции)

Статья 14. Право регрессного требования страховщика к лицу, причинившему вред

(в ред. Федерального закона от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей редакции)

1. К страховщику, выплатившему страховое возмещение, переходит право требования потерпевшего к лицу, причинившему вред, в размере произведенной потерпевшему страховой выплаты, если:

а) вследствие умысла указанного лица был причинен вред жизни или здоровью потерпевшего;

Автомобильные материалы, их старение и износ

б) вред был причинен указанным лицом при управлении транспортным средством в состоянии опьянения (алкогольного, наркотического или иного);

в) указанное лицо не имело права на управление транспортным средством, при использовании которого им был причинен вред;

г) указанное лицо скрылось с места дорожно-транспортного происшествия;

д) указанное лицо не включено в договор обязательного страхования в качестве лица, допущенного к управлению транспортным средством (при заключении договора обязательного страхования с условием использования транспортного средства только указанными в договоре обязательного страхования водителями);

е) страховой случай наступил при использовании указанным лицом транспортного средства в период, не предусмотренный договором обязательного страхования (при заключении договора обязательного страхования с условием использования транспортного средства в период, предусмотренный договором обязательного страхования);

ж) указанное лицо в случае оформления документов о дорожно-транспортном происшествии без участия уполномоченных на то сотрудников полиции не направило страховщику, застраховавшему его гражданскую ответственность, экземпляр заполненного совместно с потерпевшим бланка извещения о дорожно-транспортном происшествии в течение пяти рабочих дней со дня дорожно-транспортного происшествия;

з) до истечения 15 календарных дней, за исключением нерабочих праздничных дней, со дня дорожно-транспортного происшествия указанное лицо в случае оформления документов о дорожно-транспортном происшествии без участия уполномоченных на то сотрудников полиции приступило к ремонту или утилизации транспортного средства, при использовании которого им был причинен вред, и (или) не представило по требованию страховщика данное транспортное средство для проведения осмотра и (или) независимой технической экспертизы;

и) на момент наступления страхового случая истек срок действия диагностической карты, содержащей сведения о соответствии транспортного средства обязательным требованиям безопасности транспортных средств, легкового такси, автобуса или грузового автомобиля, предназначенного и оборудованного для перевозок пассажиров, с числом мест для сидения более чем восемь (кроме места для водителя), специализированного транспортного средства, предназначенного и оборудованного для перевозок опасных грузов.

2. Страховщик имеет право предъявить регрессное требование в размере произведенной страховой выплаты к оператору технического осмотра, выдавшему диагностическую карту, содержащую сведения о соответствии транспортного средства обязательным требованиям безопасности транспортных средств, если страховой случай наступил вследствие неисправности транспортного средства и такая неисправность выявлена или могла быть выявлена в момент проведения технического осмотра этим оператором технического осмотра, но сведения о ней не были внесены в диагностическую карту.

3. Страховщик вправе требовать от лиц, указанных в [пунктах 1 и 2](#) настоящей статьи, возмещения расходов, понесенных при рассмотрении страхового случая.

Автомобильные материалы, их старение и износ

4. Положения настоящей статьи распространяются на случаи возмещения вреда, причиненного имуществу потерпевшего в результате дорожно-транспортного происшествия, страховщиком, застраховавшим его гражданскую ответственность, с учетом особенностей, установленных [статьей 14.1](#) настоящего Федерального закона.

Установленный статьей 14.1 (в ред. Федерального закона от 21.07.2014 N 223-ФЗ) порядок прямого возмещения убытков [применяется](#) к договорам, срок действия которых не истек на 1 августа 2014 года.

Статья 14.1. Прямое возмещение убытков

(введена Федеральным [законом](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

1. Потерпевший предъявляет требование о возмещении вреда, причиненного его имуществу, страховщику, который застраховал гражданскую ответственность потерпевшего, в случае наличия одновременно следующих обстоятельств:

а) в результате дорожно-транспортного происшествия вред причинен только транспортным средствам, указанным в [подпункте "б"](#) настоящего пункта;

б) дорожно-транспортное происшествие произошло в результате взаимодействия (столкновения) двух транспортных средств (включая транспортные средства с прицепами к ним), гражданская ответственность владельцев которых застрахована в соответствии с настоящим Федеральным законом.

(п. 1 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

2. Страховщик, который застраховал гражданскую ответственность потерпевшего, проводит оценку обстоятельств дорожно-транспортного происшествия, изложенных в извещении о дорожно-транспортном происшествии, и на основании представленных документов осуществляет потерпевшему по его требованию возмещение вреда в соответствии с [правилами](#) обязательного страхования.

3. Реализация права на прямое возмещение убытков не ограничивает право потерпевшего обратиться к страховщику, который застраховал гражданскую ответственность лица, причинившего вред, с требованием о возмещении вреда, причиненного жизни или здоровью, который возник после предъявления требования о прямом возмещении убытков и о котором потерпевший не знал на момент предъявления требования.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

4. Страховщик, который застраховал гражданскую ответственность потерпевшего, осуществляет возмещение вреда, причиненного имуществу потерпевшего, от имени страховщика, который застраховал гражданскую ответственность лица, причинившего вред (осуществляет прямое возмещение убытков), в соответствии с предусмотренным [статьей 26.1](#) настоящего Федерального закона соглашением о прямом возмещении убытков в размере, определенном в соответствии со [статьей 12](#) настоящего Федерального закона.

Автомобильные материалы, их старение и износ

В отношении страховщика, который застраховал гражданскую ответственность потерпевшего, в случае предъявления к нему требования о прямом возмещении убытков применяются положения настоящего Федерального закона, которые установлены в отношении страховщика, которому предъявлено заявление о страховой выплате.

(п. 4 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

5. Страховщик, который застраховал гражданскую ответственность лица, причинившего вред, обязан возместить в счет страховой выплаты по договору обязательного страхования страховщику, осуществившему прямое возмещение убытков, возмещенный им потерпевшему вред в соответствии с предусмотренным [статьей 26.1](#) настоящего Федерального закона соглашением о прямом возмещении убытков.

(п. 5 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

6. В случае исключения страховщика, застраховавшего гражданскую ответственность лица, причинившего вред, из соглашения о прямом возмещении убытков или введения в отношении такого страховщика в соответствии с [законодательством](#) Российской Федерации процедур, применяемых в деле о банкротстве, либо в случае отзыва у него лицензии на осуществление страховой деятельности страховщик, осуществивший прямое возмещение убытков, вправе требовать у профессионального объединения страховщиков осуществления компенсационной выплаты в размере, установленном соглашением о прямом возмещении убытков в соответствии со [статьей 26.1](#) настоящего Федерального закона.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

7. Страховщик, который застраховал гражданскую ответственность лица, причинившего вред, и возместил в счет страховой выплаты по договору обязательного страхования страховщику, осуществившему прямое возмещение убытков, возмещенный им потерпевшему вред, в предусмотренных [статьей 14](#) настоящего Федерального закона случаях имеет право требования к лицу, причинившему вред, в размере возмещенного потерпевшему вреда.

(п. 7 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

8. Профессиональное объединение страховщиков, которое возместило в счет компенсационной выплаты по договору обязательного страхования страховщику, осуществившему прямое возмещение убытков, возмещенный потерпевшему вред, в предусмотренных [статьей 14](#) настоящего Федерального закона случаях имеет право требования к лицу, причинившему вред, в размере возмещенного потерпевшему вреда.

(п. 8 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

9. Потерпевший, имеющий в соответствии с настоящим Федеральным законом право предъявить требование о возмещении причиненного его имуществу вреда непосредственно страховщику,

который застраховал гражданскую ответственность потерпевшего, в случае введения в отношении такого страховщика в соответствии

Автомобильные материалы, их старение и износ

с [законодательством](#) Российской Федерации процедур, применяемых в деле о банкротстве, или в случае отзыва у него лицензии на осуществление страховой деятельности предъявляет требование о страховой выплате страховщику, который застраховал гражданскую ответственность лица, причинившего вред.

(п. 9 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

Статья 15. Порядок осуществления обязательного страхования

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

1. Обязательное страхование осуществляется владельцами транспортных средств путем заключения со страховщиками договоров обязательного страхования, в которых указываются транспортные средства, гражданская ответственность владельцев которых застрахована.

2. Договор обязательного страхования заключается в отношении владельца транспортного средства, лиц, указанных им в договоре обязательного страхования, или в отношении неограниченного числа лиц, допущенных владельцем к управлению транспортным средством в соответствии с условиями договора обязательного страхования, а также иных лиц, использующих транспортное средство на законном основании.

3. Для заключения договора обязательного страхования страхователь представляет страховщику следующие документы:

а) [заявление](#) о заключении договора обязательного страхования;

б) паспорт или иной удостоверяющий личность [документ](#) (если страхователем является физическое лицо);

в) [свидетельство](#) о государственной регистрации юридического лица (если страхователем является юридическое лицо);

г) документ о регистрации транспортного средства, выданный органом, осуществляющим регистрацию транспортного средства ([паспорт](#) транспортного средства, [свидетельство](#) о регистрации транспортного средства, технический паспорт или технический талон либо аналогичные документы);

д) водительское удостоверение или копия водительского удостоверения лица, допущенного к управлению транспортным средством (в случае, если договор обязательного страхования заключается при условии, что к управлению транспортным средством допущены только определенные лица);

---

Федеральным [законом](#) от 28.07.2012 N 130-ФЗ установлено, что до 1 августа 2015 года при заключении договора обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств наряду с диагностической картой, содержащей сведения о соответствии транспортного средства обязательным требованиям безопасности транспортных средств, допускается предъявление талона технического осмотра или талона о прохождении государственного технического осмотра транспортного средства, выданных до дня [вступления](#) в силу указанного Закона.

---

е) диагностическая карта, содержащая сведения о соответствии транспортного средства обязательным требованиям безопасности транспортных средств (за исключением случаев, если в соответствии с законодательством в

Автомобильные материалы, их старение и износ

области технического осмотра транспортных средств транспортное средство не подлежит техническому осмотру или его проведение не требуется, либо порядок и периодичность проведения технического осмотра устанавливаются Правительством Российской Федерации, либо периодичность проведения технического осмотра такого транспортного средства составляет шесть месяцев, а также случаев, предусмотренных [пунктом 3 статьи 10](#) настоящего Федерального закона).

(пп. "е" в ред. Федерального [закона](#) от 28.07.2012 N 130-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

4. По соглашению сторон страхователь вправе представить копии документов, необходимых для заключения договора обязательного страхования. В случаях, предусмотренных [правилами](#) обязательного страхования, указанные документы могут представляться в форме электронных документов. В случае заключения договора обязательного страхования в виде электронного документа предоставление страхователем документов, указанных в [подпунктах "б" - "е" пункта 3](#) настоящей статьи, не требуется. Страховщики получают доступ к сведениям, содержащимся в указанных документах, путем обмена информацией в электронной форме с соответствующими органами и организациями.

(в ред. Федеральных законов от 01.07.2011 [N 170-ФЗ](#), от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

5. При заключении договора обязательного страхования владелец транспортного средства, зарегистрированного в иностранном государстве и временно используемого на территории Российской Федерации, представляет документы, предусмотренные [подпунктами "б", "г", "д" пункта 3](#) настоящей статьи, а также один из документов, указанных в [подпункте "е" пункта 3](#) настоящей статьи, или документ о проведении технического осмотра, выданный в иностранном государстве и признаваемый в Российской Федерации в соответствии с международным договором Российской Федерации.

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

6. Владельцы транспортных средств, используемых для перевозок пассажиров по маршрутам регулярного сообщения, обязаны информировать пассажиров об их правах и обязанностях, вытекающих из договора обязательного страхования, в соответствии с требованиями, установленными федеральным органом исполнительной власти в области транспорта.

6.1. Утратил силу. - Федеральный [закон](#) от 28.07.2012 N 131-ФЗ.

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

7. При заключении договора обязательного страхования страховщик вручает страхователю страховой полис, являющийся документом, удостоверяющим осуществление обязательного страхования, или выдает лицу, обратившемуся к нему за заключением договора обязательного страхования, мотивированный отказ в письменной форме о невозможности заключения такого договора, о чем также информирует Банк России и профессиональное объединение страховщиков. Страховщик не позднее одного рабочего дня со дня заключения договора обязательного страхования вносит сведения, указанные в заявлении о



Автомобильные материалы, их старение и износ

заключении договора обязательного страхования и (или) представленные при заключении этого договора, в автоматизированную информационную [систему](#) обязательного страхования, созданную в соответствии со [статьей 30](#) настоящего Федерального закона. Бланк страхового полиса обязательного страхования является документом строгой отчетности.

В случае заключения договора обязательного страхования в виде электронного документа страхователю направляется страховой полис в виде электронного документа.

(п. 7 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

7.1. Страховщик обеспечивает контроль за использованием бланков страховых полисов обязательного страхования страховыми брокерами и страховыми агентами и несет ответственность за их несанкционированное использование. Для целей настоящего Федерального закона под несанкционированным использованием бланков страховых полисов обязательного страхования понимается возмездная или безвозмездная передача чистого или заполненного бланка страхового полиса владельцу транспортного средства без отражения в установленном порядке факта заключения договора обязательного страхования, а также искажение представляемых страховщику сведений об условиях договора обязательного страхования, отраженных в бланке страхового полиса, переданного страхователю.

В случае причинения вреда жизни, здоровью или имуществу потерпевшего владельцем транспортного средства, обязательное страхование гражданской ответственности которого удостоверено страховым полисом обязательного страхования, бланк которого несанкционированно использован, страховщик, которому принадлежал данный бланк страхового полиса, обязан выплатить за счет собственных средств компенсацию в счет возмещения причиненного потерпевшему вреда в размере, определенном в соответствии со [статьей 12](#) настоящего Федерального закона, за исключением случаев хищения бланков страховых полисов обязательного страхования при условии, что до даты наступления страхового случая страховщик, страховой брокер или страховой агент обратился в уполномоченные органы с заявлением о хищении бланков. Выплата указанной компенсации осуществляется в порядке, установленном настоящим Федеральным законом для осуществления страховой выплаты. Принадлежность бланка страхового полиса обязательного страхования страховщику подтверждается профессиональным объединением страховщиков в соответствии с правилами профессиональной деятельности, предусмотренными [подпунктом "п" пункта 1 статьи 26](#) настоящего Федерального закона.

Неполное и (или) несвоевременное перечисление страховщику страховой премии, полученной страховым брокером или страховым агентом, не освобождает страховщика от необходимости исполнения обязательств по договору обязательного страхования, в том числе в случаях несанкционированного использования бланков страхового полиса обязательного страхования.

В пределах суммы компенсации, выплаченной страховщиком потерпевшему в соответствии с настоящим пунктом, а также понесенных расходов на

Автомобильные материалы, их старение и износ

рассмотрение требования потерпевшего страховщик имеет право требования к лицу, ответственному за несанкционированное использование бланка страхового полиса обязательного страхования, принадлежавшего страховщику.

(п. 7.1 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

7.2. Договор обязательного страхования может быть составлен в виде электронного документа с учетом особенностей, установленных настоящим Федеральным законом.

Создание и направление страхователем страховщику заявления о заключении договора обязательного страхования в виде электронного документа осуществляются с использованием официального сайта страховщика в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет". При этом указанный официальный сайт страховщика может использоваться в качестве информационной системы, обеспечивающей обмен информацией в электронной форме между страхователем, страховщиком, являющимся оператором этой информационной системы, и профессиональным объединением страховщиков, являющимся оператором автоматизированной информационной системы обязательного страхования, созданной в соответствии со [статьей 30](#) настоящего Федерального закона. Перечень сведений, предоставляемых страхователем с использованием официального сайта страховщика в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" при создании заявления о заключении договора обязательного страхования в виде электронного документа, определяется правилами обязательного страхования.

Доступ к официальному сайту страховщика в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" для совершения действий, предусмотренных настоящим пунктом, может осуществляться с использованием единой системы идентификации и аутентификации.

Договор страхования не может быть заключен в виде электронного документа, если сведения, предоставленные страхователем, не соответствуют сведениям, содержащимся в автоматизированной информационной системе обязательного страхования, созданной в соответствии со [статьей 30](#) настоящего Федерального закона.

При осуществлении обязательного страхования заявление о заключении договора обязательного страхования в электронной форме, направленное страховщику и подписанное простой электронной подписью страхователя - физического лица или усиленной квалифицированной электронной подписью страхователя - юридического лица в соответствии с требованиями Федерального [закона](#) от 6 апреля 2011 года N 63-ФЗ "Об электронной подписи", признается электронным документом, равнозначным документу на бумажном носителе, подписанному собственноручной подписью. Для целей заключения договора обязательного страхования в виде электронного документа сообщение страхователем в заявлении о заключении договора обязательного страхования страхового номера своего индивидуального лицевого счета приравнивается к заявлению, подписанному простой электронной подписью страхователя.

После оплаты страхователем страховой премии по договору обязательного страхования страховщик направляет страхователю страховой полис, созданный с использованием автоматизированной информационной системы обязательного

Автомобильные материалы, их старение и износ

страхования, созданной в соответствии со [статьей 30](#) настоящего Федерального закона, в виде электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью страховщика с соблюдением требований Федерального [закона](#) от 6 апреля 2011 года N 63-ФЗ "Об электронной подписи". Одновременно с направлением страхователю страхового полиса в виде электронного документа страховщик вносит сведения о заключении договора обязательного страхования в автоматизированную информационную систему обязательного страхования, созданную в соответствии со [статьей 30](#) настоящего Федерального закона.

(п. 7.2 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

8. В период действия договора обязательного страхования страхователь незамедлительно обязан сообщать в письменной форме страховщику об изменении сведений, указанных в заявлении о заключении договора обязательного страхования.

9. При получении от страхователя сообщения об изменении сведений, указанных в заявлении о заключении договора обязательного страхования и (или) предоставленных при заключении этого договора, страховщик вносит изменения в страховой полис обязательного страхования, а также в автоматизированную информационную систему обязательного страхования, созданную в соответствии со [статьей 30](#) настоящего Федерального закона, не позднее пяти рабочих дней с даты внесения изменений в страховой полис обязательного страхования.

(в ред. Федеральных законов от 01.07.2011 [N 170-ФЗ](#), от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

10. При прекращении договора обязательного страхования страховщик предоставляет страхователю сведения о количестве и характере наступивших страховых случаев, об осуществленных страховых выплатах и о предстоящих страховых выплатах, о продолжительности страхования, о рассматриваемых и неурегулированных требованиях потерпевших о страховых выплатах и иные сведения о страховании в период действия договора обязательного страхования (далее - сведения о страховании). Сведения о страховании предоставляются страховщиками бесплатно в письменной форме, а также вносятся в автоматизированную информационную систему обязательного страхования, созданную в соответствии со [статьей 30](#) настоящего Федерального закона.

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Сведения о страховании предоставляются владельцем транспортного средства страховщику при осуществлении обязательного страхования в последующие периоды и учитываются страховщиком при расчете страховой премии по договору обязательного страхования.

10.1. При заключении договора обязательного страхования в целях расчета страховой премии и проверки данных о наличии или отсутствии страховых выплат, а также проверки факта прохождения технического осмотра страховщик использует информацию, содержащуюся в автоматизированной информационной системе обязательного страхования, созданной в соответствии со [статьей 30](#) настоящего Федерального закона, и информацию, содержащуюся в единой

Автомобильные материалы, их старение и износ

автоматизированной информационной системе технического осмотра. Заключение договора обязательного страхования без внесения сведений о страховании в автоматизированную информационную систему обязательного страхования, созданную в соответствии со [статьей 30](#) настоящего Федерального закона, и проверки соответствия представленных страхователем сведений содержащейся в автоматизированной информационной системе обязательного страхования и в единой автоматизированной информационной системе технического осмотра информации не допускается.

(п. 10.1 введен Федеральным [законом](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ, в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

11. Банком России устанавливаются [форма](#) заявления о заключении договора обязательного страхования, [форма](#) страхового полиса обязательного страхования и [форма](#) документа, содержащего сведения о страховании.

(в ред. Федеральных законов от 23.07.2008 [N 160-ФЗ](#), от 23.07.2013 [N 251-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Требования к использованию электронных документов и порядок обмена информацией в электронной форме между страхователем, потерпевшим (выгодоприобретателем) и страховщиком при осуществлении обязательного страхования, в частности признание информации в электронной форме, подписанной простой электронной подписью, электронным документом, равнозначным документу на бумажном носителе, подписанному собственноручной подписью, устанавливаются Банком России с соблюдением требований Федерального [закона](#) от 7 августа 2001 года N 115-ФЗ "О противодействии легализации (отмыванию) доходов, полученных преступным путем, и финансированию терроризма" и Федерального [закона](#) от 6 апреля 2011 года N 63-ФЗ "Об электронной подписи".

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

Статья 16. Обязательное страхование при ограниченном использовании транспортных средств

1. Владельцы транспортных средств вправе заключать договоры обязательного страхования с учетом ограниченного использования транспортных средств, находящихся в их собственности или владении.

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Ограниченным использованием транспортных средств, находящихся в собственности или во владении граждан, признаются управление транспортными средствами только указанными страхователем водителями и (или) сезонное использование транспортных средств в течение трех и более месяцев в календарном году.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

Ограниченным использованием транспортных средств, находящихся в собственности или во владении юридических лиц, признается их сезонное использование, в частности использование

Автомобильные материалы, их старение и износ

снегоуборочных, сельскохозяйственных, поливочных и других специальных транспортных средств в течение шести и более месяцев в календарном году.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

Об указанных обстоятельствах владелец транспортного средства вправе в письменной форме

заявить страховщику при заключении договора обязательного страхования. В этом случае страховая премия по договору обязательного страхования, которым учитывается ограниченное использование транспортного средства, определяется с применением коэффициентов, предусмотренных страховыми тарифами и учитывающих водительский стаж, возраст и иные персональные данные водителей, допущенных к управлению транспортным средством, и (или) предусмотренный договором обязательного страхования период его использования (пункт 2 [статьи 9](#) настоящего Федерального закона).

2. При осуществлении обязательного страхования с учетом ограниченного использования транспортного средства в страховом полисе указываются водители, допущенные к управлению транспортным средством, в том числе на основании соответствующей доверенности, и (или) предусмотренный договором обязательного страхования период его использования.

3. В период действия договора обязательного страхования, учитывающего ограниченное использование транспортного средства, страхователь обязан незамедлительно в письменной форме сообщать страховщику о передаче управления транспортным средством водителям, не указанным в страховом полисе в качестве допущенных к управлению транспортным средством, и (или) об увеличении периода его использования сверх периода, указанного в договоре обязательного страхования. При получении такого сообщения страховщик вносит соответствующие изменения в страховой полис. При этом страховщик вправе потребовать уплаты дополнительной страховой премии в соответствии со страховыми тарифами по обязательному страхованию соразмерно увеличению риска.

---

КонсультантПлюс: примечание.

Установленные статьей 16.1 особенности рассмотрения споров по договорам ОСАГО [применяются](#) к отношениям, возникшим после 1 сентября 2014 года.

---

Статья 16.1. Особенности рассмотрения споров по договорам обязательного страхования

(введена Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

1. До предъявления к страховщику иска, содержащего требование об осуществлении страховой выплаты, потерпевший обязан обратиться к страховщику с заявлением, содержащим требование о страховой выплате или прямом возмещении убытков, с приложенными к нему документами, предусмотренными [правилами](#) обязательного страхования.

---

Абзац второй пункта 1 статьи 16.1 действует до 1 июля 2017 года (Федеральный [закон](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ).

---

Автомобильные материалы, их старение и износ

При наличии разногласий между потерпевшим и страховщиком относительно исполнения последним своих обязательств по договору обязательного страхования до предъявления к

страховщику иска, вытекающего из неисполнения или ненадлежащего исполнения им обязательств по договору обязательного страхования, несогласия потерпевшего с размером осуществленной страховщиком страховой выплаты потерпевший направляет страховщику [претензию](#) с документами, приложенными к ней и обосновывающими требование потерпевшего, которая подлежит рассмотрению страховщиком в течение пяти календарных дней, за исключением нерабочих праздничных дней, со дня поступления. В течение указанного срока страховщик обязан удовлетворить выраженное потерпевшим требование о надлежащем исполнении обязательств по договору обязательного страхования или направить мотивированный отказ в удовлетворении такого требования.

2. Связанные с неисполнением или ненадлежащим исполнением страховщиком обязательств по договору обязательного страхования права и законные интересы физических лиц, являющихся потерпевшими или страхователями, подлежат защите в соответствии с [Законом](#) Российской Федерации от 7 февраля 1992 года N 2300-1 "О защите прав потребителей" в части, не урегулированной настоящим Федеральным законом. Надлежащим исполнением страховщиком своих обязательств по договору обязательного страхования признается осуществление страховой выплаты или выдача отремонтированного транспортного средства в порядке и в сроки, которые установлены настоящим Федеральным законом.

3. При удовлетворении судом требований потерпевшего - физического лица об осуществлении страховой выплаты суд взыскивает со страховщика за неисполнение в добровольном порядке требований потерпевшего штраф в размере пятидесяти процентов от разницы между совокупным размером страховой выплаты, определенной судом, и размером страховой выплаты, осуществленной страховщиком в добровольном порядке.

4. При несоблюдении срока возврата страховой премии в случаях, предусмотренных правилами обязательного страхования, страховщик уплачивает страхователю - физическому лицу неустойку (пени) в размере одного процента от страховой премии по договору обязательного страхования за каждый день просрочки, но не более размера страховой премии по такому договору.

5. Страховщик освобождается от обязанности уплаты неустойки (пени), суммы финансовой санкции и (или) штрафа, если обязательства страховщика были исполнены в порядке и в сроки, которые установлены настоящим Федеральным законом, а также если страховщик докажет, что нарушение сроков произошло вследствие непреодолимой силы или по вине потерпевшего.

6. Общий размер неустойки (пени), суммы финансовой санкции, которые подлежат выплате потерпевшему - физическому лицу, не может превышать размер страховой суммы по виду причиненного вреда, установленный настоящим Федеральным законом.

7. Со страховщика не могут быть взысканы не предусмотренные настоящим Федеральным законом и связанные с заключением, изменением, исполнением и

Автомобильные материалы, их старение и износ

(или) прекращением договоров обязательного страхования неустойка (пеня), сумма финансовой санкции, штраф.

8. Ответственность за исполнение обязательств по договору обязательного страхования, заключенному страховым агентом или страховым брокером, несет страховщик.

Статья 17. Компенсации страховых премий по договору обязательного страхования

1. Инвалидам (в том числе детям-инвалидам), имеющим транспортные средства в соответствии с медицинскими показаниями, или их [законным представителям](#) предоставляется компенсация в размере 50 процентов от уплаченной ими страховой премии по договору обязательного страхования.

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Указанная компенсация предоставляется при условии использования транспортного средства лицом, имеющим право на такую компенсацию, и наряду с ним не более чем двумя водителями.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

Компенсации страховых премий по договору обязательного страхования являются [расходным обязательством](#) Российской Федерации.

(в ред. Федерального [закона](#) от 29.12.2004 N 199-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Российская Федерация передает органам государственной власти субъектов Российской Федерации полномочия по выплате инвалидам компенсации страховых премий по договору обязательного страхования, установленной настоящей статьей.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 29.12.2004 N 199-ФЗ)

Средства на реализацию передаваемых полномочий по предоставлению указанных мер

социальной поддержки предусматриваются в федеральном бюджете в виде субвенций.

(в ред. Федеральных законов от 29.12.2004 [N 199-ФЗ](#), от 07.05.2013 [N 104-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Объем средств, предусмотренный бюджету субъекта Российской Федерации, определяется исходя из числа лиц, имеющих право на указанные меры социальной поддержки, а также из размеров страховых премий, исчисленных в соответствии с настоящим Федеральным законом.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 29.12.2004 N 199-ФЗ)

Субвенции зачисляются в установленном для исполнения федерального бюджета порядке на счета бюджетов субъектов Российской Федерации.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 29.12.2004 N 199-ФЗ)

[Порядок](#) расходования и учета средств на предоставление субвенций устанавливается Правительством Российской Федерации.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 29.12.2004 N 199-ФЗ)

Органы государственной власти субъектов Российской Федерации ежеквартально представляют в федеральный орган исполнительной власти,

Автомобильные материалы, их старение и износ

осуществляющий выработку единой государственной финансовой, кредитной, денежной политики, [отчет](#) о расходовании предоставленных субвенций с указанием числа лиц, имеющих право на указанные меры социальной поддержки, категорий получателей, а также с указанием объема произведенных расходов. В случае необходимости дополнительные отчетные данные представляются в порядке, определяемом Правительством Российской Федерации.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 29.12.2004 N 199-ФЗ)

Средства на реализацию указанных полномочий носят целевой характер и не могут быть использованы на другие цели.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 29.12.2004 N 199-ФЗ)

В случае использования средств не по целевому назначению уполномоченный федеральный орган исполнительной власти вправе осуществить взыскание указанных средств в порядке, установленном [законодательством](#) Российской Федерации.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 29.12.2004 N 199-ФЗ)

Контроль за расходованием средств осуществляется [федеральным органом](#) исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в финансово-бюджетной сфере, [федеральным органом](#) исполнительной власти, осуществляющим функции по контролю и надзору в сфере здравоохранения и социального развития, Счетной палатой Российской Федерации.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 29.12.2004 N 199-ФЗ)

Органы государственной власти субъектов Российской Федерации вправе наделять законами субъектов Российской Федерации органы местного самоуправления поселений, муниципальных районов и городских округов полномочиями по выплате инвалидам компенсации страховых премий по договору обязательного страхования, установленной настоящей статьей.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 25.12.2008 N 281-ФЗ)

2. Органы государственной власти субъектов Российской Федерации и органы местного самоуправления в пределах своих полномочий вправе устанавливать полные или частичные компенсации страховых премий по договорам обязательного страхования иным категориям граждан. Источники финансирования и порядок предоставления указанных компенсаций определяются в соответствии с нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации и нормативными правовыми актами органов местного самоуправления.

---

Перечень документов, представляемый профессиональному объединению страховщиков, для осуществления компенсационной выплаты физическим лицам, имеющим место жительства на территории Республики Крым или на территории города федерального значения Севастополя по страховым случаям, произошедшим до 16 марта 2014 г., но не урегулированным до указанной даты, установлен Федеральным [законом](#) от 02.04.2014 N 37-ФЗ



Автомобильные материалы, их старение и износ

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2005 N 103-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Статья 18. Право на получение компенсационных выплат

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2005 N 103-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

1. Компенсационная выплата в счет возмещения вреда, причиненного жизни или здоровью потерпевшего, осуществляется в случаях, если страховая выплата по обязательному страхованию не может быть осуществлена вследствие:

а) введения в отношении страховщика в соответствии с законодательством Российской Федерации процедур, применяемых в деле о банкротстве;

(пп. "а" в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

б) [отзыва](#) у страховщика лицензии на осуществление страховой деятельности;

в) неизвестности лица, ответственного за причиненный потерпевшему вред;

г) отсутствия договора обязательного страхования, по которому застрахована гражданская ответственность причинившего вред лица, из-за неисполнения им установленной настоящим Федеральным законом обязанности по страхованию.

2. Компенсационная выплата в счет возмещения вреда, причиненного имуществу потерпевшего, осуществляется в случаях, если страховая выплата по обязательному страхованию не может быть осуществлена вследствие:

а) введения в отношении страховщика в соответствии с законодательством Российской Федерации процедур, применяемых в деле о банкротстве;

(пп. "а" в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

б) [отзыва](#) у страховщика лицензии на осуществление страховой деятельности.

2.1. Компенсационная выплата в счет возмещения страховщику, осуществившему прямое возмещение убытков в счет страховой выплаты, осуществляется в соответствии с [пунктом 6 статьи 14.1](#) настоящего Федерального закона.

(п. 2.1 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

3. На территории Российской Федерации иностранные граждане, лица без гражданства и иностранные юридические лица имеют право на получение компенсационных выплат наравне с гражданами Российской Федерации и российскими юридическими лицами.

(п. 3 в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

4 - 5. Утратили силу с 1 марта 2008 года. - Федеральный [закон](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ.

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

6. Иск по требованию потерпевшего или страховщика, осуществившего прямое возмещение убытков, об осуществлении компенсационной выплаты может быть предъявлен в течение трех лет.

(п. 6 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Автомобильные материалы, их старение и износ

Статья 19. Осуществление компенсационных выплат  
(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)  
(см. текст в предыдущей [редакции](#))

1. Компенсационные выплаты осуществляются профессиональным объединением страховщиков, действующим на основании учредительных документов и в соответствии с настоящим Федеральным [законом](#), по требованиям лиц, имеющих право на их получение.

Рассматривать требования о компенсационных выплатах, осуществлять компенсационные выплаты и реализовывать право требования, предусмотренное [статьей 20](#) настоящего Федерального закона, могут страховщики, действующие за счет профессионального объединения страховщиков на основании заключенных с ним договоров.

К отношениям между потерпевшим и профессиональным объединением страховщиков по поводу компенсационных выплат по аналогии применяются правила, установленные законодательством Российской Федерации для отношений между выгодоприобретателем и страховщиком по договору обязательного страхования. К отношениям между профессиональным объединением страховщиков и страховщиком, осуществившим прямое возмещение убытков, или страховщиком, который застраховал гражданскую ответственность лица, причинившего вред, по аналогии применяются правила, установленные законодательством Российской Федерации для отношений между страховщиком, осуществившим прямое возмещение убытков, и страховщиком, застраховавшим гражданскую ответственность лица, причинившего вред.

Соответствующие положения применяются постольку, поскольку иное не предусмотрено настоящим Федеральным законом и не вытекает из существа таких отношений.

---

Об осуществлении страховых выплат (и их размерах) до 1 апреля 2015 года см. Федеральный [закон](#) от 21.07.2014 N 223.

---

2. Компенсационные выплаты устанавливаются:

в части возмещения вреда, причиненного жизни или здоровью каждого потерпевшего, в размере не более 500 тысяч рублей с учетом требований [пункта 7 статьи 12](#) настоящего Федерального закона;

в части возмещения вреда, причиненного имуществу каждого потерпевшего, в размере не более 400 тысяч рублей.

При этом указанные компенсационные выплаты уменьшаются на сумму, равную сумме произведенного страховщиком и (или) ответственным за причиненный вред лицом частичного возмещения вреда.

3. До предъявления к профессиональному объединению страховщиков иска, содержащего требование об осуществлении компенсационной выплаты, потерпевший обязан обратиться к профессиональному объединению страховщиков с заявлением, содержащим требование о компенсационной выплате, с приложенными к нему документами, перечень которых определяется правилами обязательного страхования.

Автомобильные материалы, их старение и износ

4. Профессиональное объединение страховщиков рассматривает заявление потерпевшего об осуществлении компенсационной выплаты и приложенные к нему документы в течение 20 календарных дней, за исключением нерабочих праздничных дней, со дня их получения. В течение указанного срока профессиональное объединение страховщиков обязано произвести компенсационную выплату потерпевшему путем перечисления суммы компенсационной выплаты на банковский счет потерпевшего или направить ему мотивированный отказ в такой выплате.

5. Положения [абзаца второго пункта 15 статьи 12](#) настоящего Федерального закона об организации и оплате восстановительного ремонта поврежденного транспортного средства в счет страховой выплаты не применяются к отношениям по осуществлению профессиональным объединением страховщиков компенсационных выплат.

Статья 20. Взыскание сумм компенсационных выплат

1. Сумма компенсационной выплаты, произведенной потерпевшему в соответствии с [подпунктами "в" и "г"](#) пункта 1 статьи 18 настоящего Федерального закона, взыскивается в порядке регресса по иску профессионального объединения страховщиков с лица, ответственного за причиненный потерпевшему вред.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2005 N 103-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Профессиональное объединение страховщиков также вправе требовать от указанного лица возмещения понесенных расходов на рассмотрение требования потерпевшего о компенсационной выплате.

2. В пределах суммы компенсационной выплаты, произведенной потерпевшему в соответствии с [подпунктами "а" и "б"](#) пункта 1 и [пунктом 2](#) статьи 18 настоящего Федерального закона, к профессиональному объединению страховщиков переходит право требования страховой выплаты по обязательному страхованию, которое потерпевший имеет к страховщику.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2005 N 103-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

3. В пределах суммы компенсационной выплаты, осуществленной в соответствии с [пунктом 2.1 статьи 18](#) настоящего Федерального закона, к профессиональному объединению страховщиков переходит право требования возмещения в счет страховой выплаты по договору обязательного страхования, которое в соответствии с соглашением о прямом возмещении убытков, предусмотренным [статьей 26.1](#) настоящего Федерального закона, страховщик, осуществивший прямое возмещение убытков, имеет к страховщику, застраховавшему гражданскую ответственность лица, причинившего вред.

(п. 3 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

#### Глава IV. СТРАХОВЩИКИ

Статья 21. Страховщики

1. Страховщик должен иметь в каждом субъекте Российской Федерации своего представителя, уполномоченного на рассмотрение требований

Автомобильные материалы, их старение и износ

потерпевших о страховых выплатах и прямом возмещении убытков, а также на осуществление страховых выплат и прямое возмещение убытков. Услуга по заключению договоров обязательного страхования должна предоставляться в любом обособленном подразделении страховщика (филиале).

(п. 1 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

[Постановлением](#) Конституционного Суда РФ от 31.05.2005 N 6-П пункт 2 статьи 2, как предоставляющий право получения страховщиком лицензии на страхование гражданской ответственности владельцев транспортных средств только тем страховым организациям, которые входят в профессиональное объединение страховщиков, признан не противоречащим [Конституции](#) РФ.

2. Страховщики должны быть членами профессионального объединения страховщиков,

действующего в соответствии с настоящим Федеральным [законом](#). В случае выхода или исключения страховщика из профессионального объединения страховщиков профессиональное объединение страховщиков в течение одного рабочего дня уведомляет об этом Банк России.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

3. Необходимым требованием к страховой организации, обращающейся за разрешением (лицензией) на осуществление обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств, является наличие у этой страховой организации не менее чем двухлетнего опыта осуществления операций по страхованию транспортных средств или гражданской ответственности их владельцев.

Страховщики и их представители должны располагаться в приспособленных для выполнения своих функций помещениях и иметь доступ к автоматизированной информационной системе обязательного страхования, созданной в соответствии со [статьей 30](#) настоящего Федерального закона.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

4. Страховщик ведет журнал учета заключенных договоров обязательного страхования, журнал учета убытков и досрочно расторгнутых договоров обязательного страхования, журнал учета договоров обязательного страхования, принятых в перестрахование, журнал учета убытков по договорам обязательного страхования, принятым в перестрахование, журнал учета договоров обязательного страхования, переданных в перестрахование, журнал учета доли перестраховщиков в убытках по договорам обязательного страхования, переданным в перестрахование, и представляет данные указанных журналов в профессиональное объединение страховщиков в порядке, установленном правилами профессиональной деятельности. В течение пяти рабочих дней с момента отзыва лицензии на осуществление страхования, исключения или добровольного выхода из профессионального объединения страховщиков страховщик обязан передать указанные журналы, а также неиспользованные

Автомобильные материалы, их старение и износ

бланки страховых полисов обязательного страхования в профессиональное объединение страховщиков.

(п. 4 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

5 - 7. Утратили силу с 1 сентября 2014 года. - Федеральный [закон](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ.

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Статья 22. Особенности осуществления страховщиками операций по обязательному страхованию

1. Организация заключения договоров обязательного страхования и размещение рекламы услуг конкретных страховщиков по обязательному страхованию в помещениях и на территориях, занимаемых органами государственной власти Российской Федерации, органами государственной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления, [запрещаются](#).

2. В случае, если при осуществлении обязательного страхования разница между доходами и расходами страховщика за первый квартал, полугодие, девять месяцев, календарный год (отчетный период) превышает 5 процентов от указанных доходов, сумма превышения направляется страховщиком на формирование страхового резерва для компенсации расходов на осуществление страховых выплат и прямое возмещение убытков в последующие периоды (стабилизационный резерв по обязательному страхованию) до достижения данным резервом величины, равной 10 процентам размера страхового резерва произошедших, но незаявленных убытков, сформированного страховщиком для осуществления страховых выплат по обязательному страхованию (резерв произошедших, но незаявленных убытков по обязательному страхованию) на конец отчетного периода.

(п. 2 в ред. Федерального [закона](#) от 28.02.2009 N 30-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

3. При осуществлении обязательного страхования страховщики производят отчисления от страховых премий по договорам обязательного страхования в профессиональное объединение страховщиков:

для финансового обеспечения компенсационных выплат, предусмотренных [подпунктами "а" и "б" пункта 1, пунктами 2 и 2.1 статьи 18](#) настоящего Федерального закона (резерв гарантий);

для финансового обеспечения компенсационных выплат, производимых в соответствии с [подпунктами "в" и "г" пункта 1 статьи 18](#) настоящего Федерального закона (резерв текущих компенсационных выплат).

Отчисления страховщиков в резерв гарантий и резерв текущих компенсационных выплат признаются текущими расходами страховщиков и включаются в состав финансового результата по обязательному страхованию.

Минимальные размеры отчислений в резерв гарантий и резерв текущих компенсационных выплат устанавливаются в соответствии со структурой страховых тарифов. Итоговый размер отчислений в резерв гарантий и резерв текущих компенсационных выплат определяется страховщиком с учетом надбавок к минимальному размеру отчислений страховщиков, установленных

Автомобильные материалы, их старение и износ

профессиональным объединением страховщиков в правилах профессиональной деятельности исходя из показателей достаточности средств резерва гарантий и резерва текущих компенсационных выплат для финансового обеспечения соответствующих компенсационных выплат, финансовой устойчивости страховщика и (или) иных факторов, существенно влияющих на вероятность осуществления компенсационных выплат и их возможный объем.

(п. 3 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Статья 23. Утратила силу с 1 марта 2008 года. - Федеральный [закон](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ.

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Глава V. ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ СТРАХОВЩИКОВ

Статья 24. Профессиональное объединение страховщиков

1. Профессиональное объединение страховщиков является некоммерческой организацией, представляющей собой единое общероссийское профессиональное объединение, основанное на принципе обязательного членства страховщиков и действующее в целях обеспечения их взаимодействия и формирования правил профессиональной деятельности при осуществлении обязательного страхования, а также в целях обеспечения проведения технического осмотра транспортных средств в соответствии с [законодательством](#) в области технического осмотра транспортных средств.

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

---

Профессиональные объединения страховщиков, которые были созданы с согласия

федерального органа исполнительной власти по надзору за страховой деятельностью или сведения о которых внесены в реестр объединений субъектов страхового дела в качестве профессиональных объединений страховщиков до дня [вступления](#) в силу Федерального закона 23.07.2013 N 251-ФЗ, продолжают осуществлять свою деятельность в соответствии с ранее установленным [порядком \(часть третья статьи 49\)](#) Федерального закона от 23.07.2013 N 251-ФЗ).

---

2. Профессиональное объединение страховщиков приобретает свой статус со дня внесения сведений о нем Банком России в реестр объединений субъектов страхового дела в качестве профессионального объединения страховщиков.

(в ред. Федерального [закона](#) от 23.07.2013 N 251-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Профессиональное объединение страховщиков создается и действует в соответствии с положениями законодательства Российской Федерации, предусмотренными в отношении ассоциаций (союзов). Указанные положения применяются с учетом установленных настоящим Федеральным законом особенностей статуса профессионального объединения страховщиков.

Автомобильные материалы, их старение и износ

3. Профессиональное объединение страховщиков является открытым для вступления новых членов.

Учредительные документы профессионального объединения должны содержать положение о согласии членов профессионального объединения на вступление в него страховых организаций, удовлетворяющих требованиям, которые в соответствии с учредительными документами профессионального объединения предъявляются к членам профессионального объединения.

Органы управления профессионального объединения страховщиков формируются в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, учредительными документами профессионального объединения страховщиков, на принципах равных прав его членов на представительство при выборах в органы управления профессионального объединения страховщиков и участие в управлении этим объединением.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

4. Надзор за соблюдением профессиональным объединением страховщиков требований законодательства в области технического осмотра транспортных средств осуществляется Банком России в установленном им [порядке](#).

(п. 4 введен Федеральным [законом](#) от 23.07.2013 N 251-ФЗ)

Статья 25. Функции и полномочия профессионального объединения страховщиков

1. Профессиональное объединение страховщиков:

а) обеспечивает взаимодействие своих членов при осуществлении ими обязательного страхования, разрабатывает и устанавливает обязательные для профессионального объединения и его членов правила профессиональной деятельности и контролирует их соблюдение;

б) представляет и защищает в органах государственной власти, органах местного самоуправления, иных органах и организациях интересы, связанные с осуществлением членами профессионального объединения обязательного страхования;

в) осуществляет компенсационные выплаты и устанавливает размеры отчислений страховщиков в резерв гарантий и резерв текущих компенсационных выплат в соответствии с учредительными документами профессионального объединения и требованиями настоящего Федерального закона, а также реализует права требования, предусмотренные [статьей 20](#) настоящего Федерального закона;

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

в.1) организует обеспечение своих членов бланками страховых полисов обязательного страхования и бланками, используемыми при осуществлении операций по страхованию в рамках международных систем страхования, осуществляет контроль за использованием указанных бланков и размещает на своем официальном сайте в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" полученную от своих членов информацию о количестве бланков страховых полисов, направленных в обособленные подразделения страховщика (филиалы) каждого из субъектов Российской Федерации;

Автомобильные материалы, их старение и износ

(пп. "в.1" введен Федеральным [законом](#) от 28.12.2010 N 392-ФЗ, в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

в.2) информирует владельцев транспортных средств о порядке оформления документов о дорожно-транспортном происшествии без участия уполномоченных на то сотрудников полиции в соответствии со [статьей 11.1](#) настоящего Федерального закона;

(пп. "в.2" введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

в.3) представляет по требованиям владельцев транспортных средств, потерпевших информацию о наличии действующего договора обязательного страхования в отношении указанного в требовании лица, номере такого договора и страховщике, с которым он заключен;

(пп. "в.3" введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

г) компенсирует недостающую часть активов при передаче страхового портфеля за счет средств, предназначенных для осуществления компенсационных выплат, в соответствии с Федеральным [законом](#) от 26 октября 2002 года N 127-ФЗ "О несостоятельности (банкротстве)";

г.1) осуществляет в соответствии с [законодательством](#) в области технического осмотра транспортных средств [аккредитацию](#) операторов технического осмотра, ведет [реестр](#) аккредитованных операторов технического осмотра;

(пп. "г.1" введен Федеральным [законом](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

г.2) утратил силу. - Федеральный [закон](#) от 28.07.2012 N 130-ФЗ;

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

д) осуществляет иные функции, предусмотренные нормативными правовыми актами Правительства Российской Федерации, нормативными актами Банка России учредительными документами профессионального объединения в соответствии с его целями и задачами.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

(п. 1 в ред. Федерального [закона](#) от 22.04.2010 N 65-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

2. Профессиональное объединение страховщиков вправе:

создавать и использовать информационные системы, содержащие сведения об обязательном страховании, о страховании в рамках международных систем страхования, в том числе сведения о договорах обязательного страхования и страховых случаях, персональные данные о страхователях и потерпевших, с обеспечением установленных законодательством Российской Федерации требований о защите информации ограниченного доступа;

(в ред. Федеральных законов от 11.07.2011 [N 200-ФЗ](#), от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

осуществлять защиту в суде интересов членов профессионального объединения, связанных с осуществлением ими обязательного страхования;

осуществлять возложенные на него в соответствии с законодательством Российской Федерации функции по информационному и организационно-



Автомобильные материалы, их старение и износ

техническому обеспечению реализации настоящего Федерального закона, в том числе функции, связанные с деятельностью членов профессионального объединения в рамках международных систем страхования;

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

осуществлять возложенные на него в соответствии с законодательством Российской Федерации и требованиями международных систем страхования функции национального объединения страховщиков, осуществляющего операции в рамках международных систем страхования.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

Профессиональное объединение страховщиков вправе осуществлять иную предусмотренную его учредительными документами деятельность в соответствии с целями, определенными настоящим Федеральным законом.

Профессиональное объединение может осуществлять коммерческую деятельность лишь постольку, поскольку это служит достижению целей, ради которых оно создано, и соответствующую этим целям.

В соответствии с [законодательством](#) в области технического осмотра транспортных средств профессиональное объединение страховщиков осуществляет проверку заявителей на соответствие установленным [требованиям](#) аккредитации и контроль за деятельностью операторов технического осмотра на соответствие установленным требованиям аккредитации и правилам проведения технического осмотра.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

Статья 26. Правила профессиональной деятельности

1. Профессиональным объединением страховщиков устанавливаются правила, обязательные для профессионального объединения и его членов и содержащие требования в отношении:

а) порядка и условий рассмотрения членами профессионального объединения требований потерпевших о страховых выплатах по договорам обязательного страхования, заключенным другими членами профессионального объединения, порядка и условий осуществления указанных страховых выплат;

б) порядка и условий осуществления профессиональным объединением компенсационных выплат, в том числе очередности удовлетворения указанных требований в случае недостаточности средств данного профессионального объединения, и порядка распределения между его членами ответственности по обязательствам профессионального объединения, связанным с осуществлением компенсационных выплат;

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

б.1) [условий](#) соглашения о прямом возмещении убытков;

(пп. "б.1" введен Федеральным [законом](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ, в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

в) порядка финансирования компенсационных выплат членами профессионального объединения, мер по контролю за целевым использованием соответствующих средств, порядка ведения профессиональным объединением

Автомобильные материалы, их старение и износ

учета по операциям со средствами, предназначенными для компенсационных выплат;

в.1) действий членов профессионального объединения страховщиков и оформления ими документов при передаче страхового портфеля, а также дополнительных условий и особенностей передачи страхового портфеля, в том числе выбора страховщика, которому передается страховой портфель, при применении мер по предупреждению банкротства страховщика и в ходе процедур, применяемых в деле о банкротстве страховщика, порядка определения размера и выплаты страховщику, которому передан страховой портфель, соответствующего вознаграждения;

(пп. "в.1" в ред. Федерального [закона](#) от 22.04.2010 N 65-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

г) создания и использования информационных систем профессионального объединения, содержащих информацию ограниченного доступа, а также защиты информации в этих системах;

(пп. "г" в ред. Федерального [закона](#) от 11.07.2011 N 200-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

д) порядка вступления в профессиональное объединение новых членов и выхода или исключения из него членов;

е) условий и порядка формирования и расходования средств профессионального объединения на цели иные, чем финансирование компенсационных выплат, в том числе порядка распределения соответствующих издержек, выплат, сборов и взносов между его членами;

ж) квалификации работников;

з) документации, правил ведения учета и отчетности;

и) защиты связанных с обязательным страхованием прав страхователей и потерпевших, в том числе порядка рассмотрения их жалоб на действия членов профессионального объединения;

к) процедуры проведения проверок деятельности членов профессионального объединения по обязательному страхованию и соблюдения ими установленных правил, в том числе создания контрольного органа и порядка ознакомления с результатами этих проверок других членов профессионального объединения, а также требований об обеспечении открытости информации для проведения таких проверок;

л) санкций и иных мер по отношению к членам профессионального объединения, их должностных лиц и работников, порядка применения и учета таких санкций и иных мер, а также контроля за их исполнением;

м) разрешения споров между членами профессионального объединения, возникших при рассмотрении одним из членов профессионального объединения требований потерпевших и осуществлении страховых выплат по договорам обязательного страхования, заключенным другим членом профессионального объединения, а также иных вопросов профессиональной деятельности по обязательному страхованию;

н) деятельности профессионального объединения страховщиков и его членов в рамках международных систем страхования в соответствии с [пунктом 9 статьи 31](#) настоящего Федерального закона;

Автомобильные материалы, их старение и износ

(пп. "н" в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

о) порядка определения размера отчислений страховщиков в резерв гарантий и резерв текущих компенсационных выплат;

(пп. "о" в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

п) порядка учета, хранения, уничтожения и передачи бланков страховых полисов;

(пп. "п" введен Федеральным [законом](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

р) установления доли вознаграждения за заключение договора обязательного страхования от страховой премии, уплачиваемой страхователем по договору обязательного страхования, в пределах расходов страховщика на осуществление обязательного страхования;

(пп. "р" введен Федеральным [законом](#) от 27.12.2009 N 362-ФЗ)

с) порядка ведения и предоставления журналов учета заключенных договоров обязательного страхования, договоров сострахования, журналов учета убытков и досрочно прекращенных договоров страхования, договоров сострахования;

(пп. "с" введен Федеральным [законом](#) от 22.04.2010 N 65-ФЗ)

т) порядка обеспечения членов профессионального объединения страховщиков бланками страховых полисов обязательного страхования и бланками, используемыми при осуществлении операций по страхованию в рамках международных систем страхования, использования указанных бланков и установления количества договоров обязательного страхования, заключаемых в виде электронных документов, в зависимости от финансовой устойчивости и платежеспособности членов профессионального объединения страховщиков, а также соблюдения условий членства в профессиональном объединении страховщиков;

(пп. "т" введен Федеральным [законом](#) от 28.12.2010 N 392-ФЗ, в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

у) порядка реализации представителем страховщика, застраховавшего гражданскую ответственность потерпевшего, полномочий по рассмотрению требований потерпевших о прямом возмещении убытков и осуществлению прямого возмещения убытков от имени и за счет представляемого страховщика;

(пп. "у" введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

ф) взаимоотношений со страховыми агентами и страховыми брокерами, осуществляющими от имени члена профессионального объединения страховщиков оформление страховых полисов обязательного страхования;

(пп. "ф" введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

х) взаимоотношений членов профессионального объединения страховщиков со станциями технического обслуживания;

(пп. "х" введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

ц) организации заключения договоров обязательного страхования в виде электронных документов;

(пп. "ц" введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

Автомобильные материалы, их старение и износ

ч) иных правил профессиональной деятельности, установление которых отнесено по решению

членов профессионального объединения страховщиков к компетенции профессионального объединения страховщиков.

(пп. "ч" введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

1.1. Требования, указанные в [подпунктах "а" - "д", "н" - "ц" пункта 1](#) настоящей статьи, устанавливаются и изменяются профессиональным объединением страховщиков по согласованию с Банком России, иные предусмотренные [пунктом 1](#) настоящей статьи требования - профессиональным объединением страховщиков при условии уведомления Банка России в установленном им порядке.

Правила профессиональной деятельности и внесенные в указанные правила изменения вступают в силу не ранее даты их согласования с Банком России. Изменения, внесенные в правила профессиональной деятельности и не влекущие изменения состава и объема прав и обязанностей профессионального объединения страховщиков, страховщиков, страхователей, потерпевших, выгодоприобретателей и иных лиц, не требуют согласования с Банком России и представляются в уведомительном порядке.

(п. 1.1 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

2. В случае, если установленные профессиональным объединением страховщиков правила профессиональной деятельности нарушают права иных лиц, в том числе потерпевших, страхователей, страховых организаций, не входящих в профессиональное объединение, лица, права которых нарушены, и Банк России вправе обратиться с иском о признании указанных правил недействительными или с иском о внесении в них изменений.

(в ред. Федерального [закона](#) от 23.07.2013 N 251-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Лица, права которых нарушены, вправе требовать от профессионального объединения страховщиков возмещения причиненных им убытков.

3. Профессиональное объединение страховщиков размещает затрагивающие интересы, права и обязанности страхователей и (или) потерпевших извлечения из правил профессиональной деятельности с учетом внесенных в них изменений на своем официальном сайте в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

(п. 3 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

Статья 26.1. Соглашение о прямом возмещении убытков

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

1. Соглашение о прямом возмещении убытков заключается между членами профессионального объединения страховщиков и профессиональным объединением страховщиков. Таким соглашением определяются порядок и условия расчетов между страховщиком, осуществившим прямое возмещение убытков, и страховщиком, который застраховал гражданскую ответственность лица, причинившего вред, а также между страховщиком, осуществившим прямое возмещение убытков, или страховщиком, который застраховал гражданскую

Автомобильные материалы, их старение и износ

ответственность потерпевшего, и профессиональным объединением страховщиков в случаях, предусмотренных [статьей 14.1](#) настоящего Федерального закона.

Исполнение обязательств страховщика, застраховавшего гражданскую ответственность лица, причинившего вред, перед страховщиком, осуществившим прямое возмещение убытков, в случае, предусмотренном [пунктом 5 статьи 14.1](#) настоящего Федерального закона, может осуществляться путем возмещения суммы оплаченных убытков по каждому требованию потерпевшего и (или) исходя из числа удовлетворенных требований в течение отчетного периода, средних сумм страховых выплат, определенных в соответствии с соглашением о прямом возмещении убытков.

[Требования](#) к соглашению о прямом возмещении убытков, порядку расчетов между указанными страховщиками, а также особенности бухгалтерского учета по операциям, связанным с прямым возмещением убытков, устанавливаются Банком России.

2. Учредительными документами профессионального объединения страховщиков должно быть предусмотрено, что присоединение к соглашению о прямом возмещении убытков, заключаемому между профессиональным объединением страховщиков и всеми его членами, является обязательным условием членства страховой организации в профессиональном объединении страховщиков.

Статья 27. Обязанность профессионального объединения по осуществлению компенсационных выплат

1. Учредительными документами профессионального объединения должна устанавливаться его обязанность по осуществлению предусмотренных настоящим Федеральным [законом](#) компенсационных выплат, а в отношении членов профессионального объединения - их субсидиарная ответственность по соответствующим обязательствам профессионального объединения.

2. Требования о компенсационных выплатах, предусмотренных [подпунктами "а" и "б" пункта 1, пунктами 2 и 2.1 статьи 18](#) настоящего Федерального закона, удовлетворяются профессиональным объединением страховщиков за счет средств, направленных членами профессионального объединения страховщиков в резерв гарантий, а также средств, полученных от реализации профессиональным объединением страховщиков права требования, предусмотренного [пунктами 2 и 3 статьи 20](#) настоящего Федерального закона.

Требования потерпевших о компенсационных выплатах, предусмотренных [подпунктами "в" и "г" пункта 1 статьи 18](#) настоящего Федерального закона, удовлетворяются профессиональным объединением страховщиков за счет средств, направленных членами профессионального объединения страховщиков в предусмотренный [пунктом 3 статьи 22](#) настоящего Федерального закона резерв текущих компенсационных выплат, а также средств, полученных от реализации профессиональным объединением страховщиков права требования, предусмотренного [пунктом 1 статьи 20](#) настоящего Федерального закона.

При недостаточности средств, направленных членами профессионального объединения страховщиков из резерва гарантий, требования о компенсационных

Автомобильные материалы, их старение и износ

выплатах, предусмотренных [подпунктами "а" и "б" пункта 1, пунктами 2 и 2.1 статьи 18](#) настоящего Федерального закона, удовлетворяются профессиональным объединением страховщиков за счет средств предусмотренного [пунктом 3 статьи 22](#) настоящего Федерального закона резерва текущих компенсационных выплат, а также средств, полученных от реализации профессиональным объединением страховщиков права требования, предусмотренного [пунктом 1 статьи 20](#) настоящего Федерального закона.

При недостаточности средств, направленных членами профессионального объединения страховщиков из резерва текущих компенсационных выплат, требования потерпевших о компенсационных выплатах, предусмотренных [подпунктами "в" и "г" пункта 1 статьи 18](#) настоящего Федерального закона, удовлетворяются профессиональным объединением страховщиков за счет средств предусмотренного [пунктом 3 статьи 22](#) настоящего Федерального закона резерва гарантий, а также средств, полученных от реализации профессиональным объединением страховщиков права требования, предусмотренного [пунктами 2 и 3 статьи 20](#) настоящего Федерального закона.

(п. 2 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

3. Утратил силу с 1 сентября 2014 года. - Федеральный [закон](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ.

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Статья 28. Имущество профессионального объединения страховщиков

1. Имущество профессионального объединения страховщиков образуется за счет:

имущества, передаваемого профессиональному объединению его учредителями в соответствии с учредительным договором профессионального объединения;

вступительных взносов, членских взносов, целевых взносов и иных обязательных платежей, уплачиваемых в профессиональное объединение его членами в соответствии с правилами профессионального объединения;

средств, полученных от реализации прав требования, предусмотренных [статьей 20](#) настоящего Федерального закона;

платы за аккредитацию операторов технического осмотра, предусмотренной в соответствии с законодательством в области технического осмотра транспортных средств;

добровольных взносов, средств из иных источников.

Имущество профессионального объединения страховщиков может использоваться исключительно в целях, ради которых создано это профессиональное объединение.

(п. 1 в ред. Федерального [закона](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

2. Средства, предназначенные для финансирования компенсационных выплат, и средства, составляющие фонд текущих обязательств, обособляются от иного имущества профессионального объединения.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Автомобильные материалы, их старение и износ

При этом средства, предназначенные для финансирования компенсационных выплат, предусмотренных [подпунктами "а" и "б" пункта 1, пунктами 2 и 2.1 статьи 18](#) настоящего Федерального закона, обособляются от средств, направляемых на финансирование компенсационных выплат по иным основаниям.

(в ред. Федеральных законов от 21.07.2005 [N 103-ФЗ](#), от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Средства, предназначенные для финансирования компенсационных выплат, и средства, составляющие фонд текущих обязательств, отражаются на балансе профессионального объединения, и по ним ведется отдельный учет. Для расчетов по деятельности, связанной с осуществлением каждого из указанных видов компенсационных выплат, профессиональным объединением открывается отдельный банковский счет.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

На средства, предназначенные для финансирования компенсационных выплат, не может быть обращено взыскание по обязательствам профессионального объединения страховщиков, если возникновение таких обязательств не связано с осуществлением компенсационных выплат по обязательному страхованию.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 14.06.2012 N 78-ФЗ)

2.1. Утратил силу с 1 сентября 2014 года. - Федеральный [закон](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ.

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

3. Инвестирование временно свободных средств профессионального объединения осуществляется на условиях диверсификации, возвратности, прибыльности и ликвидности исключительно в целях сохранения и прироста этих средств.

Размещение временно свободных денежных средств профессионального объединения страховщиков допускается в кредитных организациях, размер активов которых составляет 50 и более миллиардов рублей и (или) размер средств, привлеченных от физических лиц на основании договоров банковского вклада и договоров банковского счета, составляет 10 и более миллиардов рублей. Не допускается размещение временно свободных денежных средств профессионального объединения страховщиков в кредитных организациях, находящихся под прямым или косвенным контролем членов профессионального объединения, за исключением кредитных организаций, акции (доли в уставном капитале) которых принадлежат Российской Федерации или Банку России в размере, позволяющем определять решения указанных кредитных организаций по вопросам, отнесенным к компетенции общего собрания их учредителей (участников).

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

4. Профессиональное объединение страховщиков ведет статистику осуществления компенсационных выплат, содержащую в том числе сведения о величине резерва гарантий и резерва текущих компенсационных выплат, об

Автомобильные материалы, их старение и износ

инвестиционном результате от размещения средств данных резервов, об отчисляемых в них страховщиками суммах, о суммах, полученных от реализации права требования, предусмотренного [статьей 20](#) настоящего Федерального закона, о расходовании средств данных резервов на осуществление компенсационных выплат, и ежеквартально представляет указанные сведения в Банк России.

(п. 4 в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

5. Средства, полученные профессиональным объединением от реализации прав требования, предусмотренных [статьей 20](#) настоящего Федерального закона, направляются для финансирования компенсационных выплат.

6. Годовая бухгалтерская (финансовая) отчетность профессионального объединения страховщиков подлежит обязательному аудиту.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Аудиторская организация и условия договора, который обязано заключить с ней профессиональное объединение страховщиков, утверждаются общим собранием членов профессионального объединения страховщиков.

(в ред. Федеральных законов от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#), от 04.11.2014 [N 344-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

7. Годовой отчет, годовая бухгалтерская (финансовая) отчетность профессионального объединения страховщиков вместе с аудиторским заключением по ней в месячный срок после их утверждения общим собранием членов профессионального объединения страховщиков подлежат ежегодному опубликованию в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет". Сведения о таком опубликовании подлежат передаче профессиональным объединением страховщиков в Банк России.

(в ред. Федеральных законов от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#), от 04.11.2014 [N 344-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Статья 29. Взносы и иные обязательные платежи членов профессионального объединения

Размер, порядок уплаты членами профессионального объединения страховщиков взносов, вкладов и иных обязательных платежей в профессиональное объединение устанавливаются общим собранием членов профессионального объединения в соответствии с настоящим Федеральным законом, иными нормативными правовыми актами Российской Федерации и учредительными документами профессионального объединения. Для осуществления страховщиками операций по страхованию в рамках международных систем страхования учредительными документами профессионального объединения страховщиков может быть предусмотрен иной порядок установления размера и уплаты обязательных взносов.

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Глава VI. ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ



Автомобильные материалы, их старение и износ

Статья 30. Информационное взаимодействие

1. Органы исполнительной власти Российской Федерации, органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органы местного самоуправления, Банк России, организации и граждане обязаны бесплатно предоставлять по запросам страховщиков и их профессионального объединения информацию, которая имеется у них, в отношении которой установлено требование об обеспечении ее [конфиденциальности](#) и которая связана со страховыми случаями по обязательному страхованию, страхованию в рамках международных систем страхования или с событиями, послужившими основанием для предъявления требований о компенсационных выплатах.

(в ред. Федеральных законов от 11.07.2011 [N 200-ФЗ](#), от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Органы внутренних дел посредством электронного взаимодействия предоставляют страховщикам, профессиональному объединению страховщиков по их запросам необходимые для реализации положений настоящего Федерального закона сведения о водительских удостоверениях лиц, допущенных к управлению транспортными средствами, о регистрации транспортных средств и зафиксированных сотрудниками полиции дорожно-транспортных происшествиях.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Страховщики и их профессиональное объединение обязаны соблюдать установленные законодательством Российской Федерации режимы защиты, режим обработки информации, которую они получают и в отношении которой установлено требование об обеспечении ее конфиденциальности, и порядок ее использования, а в случае их нарушения несут предусмотренную законодательством Российской Федерации ответственность.

(в ред. Федерального [закона](#) от 11.07.2011 N 200-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

2. Утратил силу с 1 сентября 2014 года. - Федеральный [закон](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ.

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

3. В целях информационного обеспечения возможности заключения договора обязательного страхования в виде электронного документа, осуществления компенсационных выплат, прямого возмещения убытков, применения коэффициента, входящего в состав страховых тарифов и предусмотренного [подпунктом "б" пункта 2 статьи 9](#) настоящего Федерального закона, анализа экономической обоснованности страховых тарифов, взаимодействия со страховщиками, заключившими договоры страхования средств наземного транспорта с потерпевшими, контроля за осуществлением обязательного страхования, и реализации иных положений настоящего Федерального закона создается автоматизированная информационная [система](#) обязательного страхования, содержащая сведения о договорах обязательного страхования, страховых случаях, транспортных средствах и об их владельцах, статистические данные и иные необходимые сведения об обязательном страховании.

Автомобильные материалы, их старение и износ

(в ред. Федеральных законов от 01.07.2011 [N 170-ФЗ](#), от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

К информации, содержащейся в информационной системе, обеспечивается свободный доступ, за исключением информации [ограниченного доступа](#). Информация ограниченного доступа предоставляется органам государственной власти, Банку России, страховщикам и их профессиональным объединениям, иным органам и организациям в соответствии с их компетенцией, определенной законодательством Российской Федерации, и в установленном для них порядке.

(в ред. Федеральных законов от 11.07.2011 [N 200-ФЗ](#), от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Состав органов государственной власти и организаций, подключаемых к информационной системе, [перечни](#) информации, предоставляемой в обязательном порядке органами государственной власти, страховщиками, иными лицами для включения в информационную систему, порядок предоставления пользователям содержащейся в ней информации, а также [органы и организации](#), ответственные за сбор и обработку указанной информации, утверждаются Правительством Российской Федерации.

(в ред. Федеральных законов от 11.07.2011 [N 200-ФЗ](#), от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Оператором автоматизированной информационной системы обязательного страхования, организующим и (или) осуществляющим обработку формируемых в ней сведений, является профессиональное объединение страховщиков.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

Оператор автоматизированной информационной системы обязательного страхования осуществляет следующие полномочия:

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

организует и (или) осуществляет обработку персональных данных, формируемых в автоматизированной информационной системе обязательного страхования, в соответствии с [законодательством](#) Российской Федерации в области персональных данных в целях обеспечения реализации положений настоящего Федерального закона;

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

принимает необходимые организационные и технические [меры](#) для защиты персональных данных от неправомерного или случайного доступа к ним, уничтожения, изменения, блокирования, копирования, распространения персональных данных, а также от иных неправомерных действий;

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

осуществляет иные полномочия, связанные с достижением цели создания автоматизированной информационной системы обязательного страхования.

(абзац введен Федеральным [законом](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

3.1. Лицам, имеющим намерение заключить договор обязательного страхования, обеспечивается свободный доступ, в частности, к:

Автомобильные материалы, их старение и износ

а) сведениям о применяемых страховщиками страховых тарифах, позволяющим указанным в настоящем пункте лицам сравнить размер страховой премии по договору обязательного страхования в случае его заключения у любого из страховщиков;

б) сведениям об утраченных, об украденных, о похищенных и об иных бланках страховых полисов обязательного страхования, не предназначенных для санкционированного использования;

в) сведениям, необходимым для определения коэффициента, входящего в состав страховых тарифов и предусмотренного [подпунктом "б" пункта 2 статьи 9](#) настоящего Федерального закона, при расчете страховой премии по договору обязательного страхования.

(п. 3.1 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

3.2. Потерпевшим и иным участникам дорожно-транспортного происшествия представляются данные о наличии действующего договора обязательного страхования в отношении определенного лица и (или) транспортного средства, о номере такого договора, а также о страховщике, с которым он заключен.

По запросам в письменной форме граждан, организаций, органов государственной власти и органов местного самоуправления профессиональным объединением страховщиков в течение 30 календарных дней с момента поступления такого запроса предоставляются сведения об обязательном страховании, о страховании в рамках международных систем страхования, не содержащие персональных данных.

(п. 3.2 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

4. Порядок взаимодействия автоматизированной информационной системы обязательного страхования и единой автоматизированной информационной системы технического осмотра, созданной в соответствии с [законодательством](#) в области технического осмотра транспортных средств, устанавливается федеральным органом исполнительной власти, уполномоченным Правительством Российской Федерации.

(п. 4 введен Федеральным [законом](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

5. Обмен информацией при прямом возмещении убытков осуществляется в автоматизированной информационной системе прямого возмещения убытков, являющейся частью автоматизированной информационной системы обязательного страхования и содержащей сведения о страховых случаях, транспортных средствах, об их владельцах, о водителях транспортных средств, договорах обязательного страхования, страховщиках и иные сведения, необходимые для организации расчетов между страховщиками в соответствии с соглашением о прямом возмещении убытков ([статья 26.1](#) настоящего Федерального закона).

Сбор и обработку сведений, формируемых в автоматизированной информационной системе прямого возмещения убытков, организацию расчетов между страховщиками в соответствии с соглашением о прямом возмещении убытков, иные необходимые для реализации положений настоящего Федерального закона действия осуществляет определенное профессиональным объединением страховщиков юридическое лицо в соответствии с переданными функциями и полномочиями профессионального объединения страховщиков.

Автомобильные материалы, их старение и износ

(п. 5 введен Федеральным [законом](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

6. Страхователь для заключения договора обязательного страхования или внесения в него изменений обязан предоставить свои персональные данные, персональные данные собственника транспортного средства, а в случае, если заключаемый договор обязательного страхования

предусматривает управление транспортным средством указанными страхователем водителями, - персональные данные каждого из таких водителей.

Потерпевший или выгодоприобретатель для получения страховой выплаты или прямого возмещения убытков по договору обязательного страхования обязан предоставить свои персональные данные, а в случае причинения вреда жизни потерпевшего выгодоприобретатель обязан предоставить известные ему персональные данные иных выгодоприобретателей.

(п. 6 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

7. Состав персональных данных, обязанность предоставления которых предусмотрена [пунктом 6](#) настоящей статьи, определяется настоящим Федеральным

законом, правилами обязательного страхования и принятыми в соответствии с ними формами:

а) заявления о заключении договора обязательного страхования;

б) страхового полиса обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств;

в) документа, содержащего сведения о страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств по договору обязательного страхования;

г) извещения о дорожно-транспортном происшествии;

д) справки о дорожно-транспортном происшествии.

(п. 7 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

8. Страховщик не вправе требовать предоставления персональных данных, не предусмотренных настоящим Федеральным законом и принятыми в соответствии с ним нормативными правовыми актами, нормативными актами Банка России.

Согласие субъекта персональных данных на их обработку оператором автоматизированной информационной системы обязательного страхования не требуется.

(п. 8 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

Статья 31. Международные системы страхования

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

1. В случае временного использования транспортного средства, зарегистрированного на территории Российской Федерации, на территории иностранного государства, в котором применяются международные системы страхования, владелец такого транспортного средства обязан застраховать риск своей гражданской ответственности по обязательствам, возникающим вследствие причинения вреда жизни, здоровью или имуществу потерпевших при использовании транспортного средства на территории указанного иностранного государства, на срок временного использования транспортного средства, но не

Автомобильные материалы, их старение и износ

менее чем на 15 дней, посредством заключения со страховщиком, включенным в перечень, указанный в [пункте 5](#) настоящей статьи, договора страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств в рамках международных систем страхования.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

2. Условия, на которых в рамках международных систем страхования осуществляется страхование гражданской ответственности владельцев транспортных средств, зарегистрированных на территориях иностранных государств и временно используемых на территории Российской Федерации, должны соответствовать законодательству Российской Федерации о страховании, нормативным актам Банка России, а также правилам профессиональной деятельности, принятым профессиональным объединением страховщиков в соответствии с [пунктом 9](#) настоящей статьи.

(в ред. Федеральных законов от 23.07.2013 [N 251-ФЗ](#), от 21.07.2014 [N 223-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

3. Условия, на которых в рамках международных систем страхования осуществляется страхование гражданской ответственности владельцев транспортных средств, зарегистрированных в Российской Федерации и временно используемых на территориях иностранных государств, устанавливаются профессиональным объединением страховщиков в правилах страхования в рамках международных систем страхования в соответствии с требованиями и правилами таких международных систем.

(в ред. Федерального [закона](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

4. Координация действий по [участию](#) профессионального объединения страховщиков в международных системах страхования осуществляется Банком России.

(в ред. Федерального [закона](#) от 23.07.2013 N 251-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

5. Страховщик имеет право осуществлять операции по страхованию в рамках международных систем страхования в случае, если этот страховщик включен в перечень страховщиков, осуществляющих операции по страхованию в рамках международных систем страхования. Ведение указанного перечня осуществляется профессиональным объединением страховщиков.

(п. 5 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

6. Для включения в перечень страховщиков, осуществляющих операции по страхованию в рамках международных систем страхования, страховщик должен:

а) являться членом профессионального объединения страховщиков;

б) соответствовать требованиям, установленным профессиональным объединением страховщиков в правилах профессиональной деятельности в соответствии с правилами международных систем страхования;

в) внести в фонд текущих обязательств, формируемый профессиональным объединением страховщиков в соответствии с [пунктом 10](#) настоящей статьи,

Автомобильные материалы, их старение и износ

взнос в размере, эквивалентном 500 тысячам евро по курсу Банка России, установленному на день платежа.

(п. 6 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

7. Сведения о страховщиках, включенных в перечень страховщиков, осуществляющих операции по страхованию в рамках международных систем страхования, направляются в Банк России в течение 30 календарных дней со дня включения страховщика в указанный перечень.

(п. 7 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

8. Профессиональное объединение страховщиков обязано размещать перечень страховщиков, осуществляющих операции по страхованию в рамках международных систем страхования, в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

(п. 8 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

9. Деятельность профессионального объединения страховщиков и его членов в рамках международных систем страхования регулируется настоящим Федеральным законом, другими федеральными законами, правилами международных систем страхования и устанавливаемыми в соответствии с ними профессиональным объединением страховщиков правилами профессиональной деятельности, содержащими требования в отношении:

а) порядка включения страховщика в перечень страховщиков, осуществляющих операции по страхованию в рамках международных систем страхования, и исключения страховщика из указанного перечня;

б) размера взносов и порядка их уплаты страховщиками в профессиональное объединение страховщиков, формирования и использования фонда текущих обязательств;

в) предельных (минимальных и максимальных) размеров страховых тарифов и порядка их применения при определении страховой премии, структуры страховых тарифов, включая долю страховой премии, предназначенную для вознаграждения за заключение договора страхования в рамках международных систем страхования, а также порядка уплаты страховой премии;

г) страховщиков для включения их в перечень страховщиков, осуществляющих операции по страхованию в рамках международных систем страхования;

д) организаций, осуществляющих урегулирование требований, возникающих в связи со страхованием в рамках международных систем страхования, на территории Российской Федерации;

е) организации заключения страховщиками договоров страхования в рамках международных систем страхования, а также размещения рекламы услуг конкретных страховщиков и (или) лиц, действующих от их имени, в рамках международных систем страхования;

ж) правил урегулирования требований, возникающих в связи со страхованием в рамках международных систем страхования.

(п. 9 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

10. В целях исполнения финансовых обязательств перед участниками международных систем страхования профессиональное объединение страховщиков формирует фонд текущих обязательств.

Автомобильные материалы, их старение и износ

(п. 10 введен Федеральным [законом](#) от 21.07.2014 N 223-ФЗ)

Статья 32. Контроль за исполнением владельцами транспортных средств обязанности по страхованию

1. Контроль за исполнением владельцами транспортных средств установленной настоящим Федеральным законом обязанности по страхованию осуществляется полицией при регистрации и осуществлении иных своих полномочий в области контроля за соблюдением правил дорожного движения, а также нормативных правовых актов в области обеспечения безопасности дорожного движения. Водитель транспортного средства [обязан](#) иметь при себе страховой полис обязательного страхования и передавать его для проверки сотрудникам полиции, уполномоченным на то в соответствии с законодательством Российской Федерации.

(в ред. Федеральных законов от 07.02.2011 [N 4-ФЗ](#), от 01.07.2011 [N 170-ФЗ](#))

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Таможенные органы осуществляют контроль за исполнением владельцами транспортных средств установленной настоящим Федеральным законом обязанности по страхованию своей гражданской ответственности при въезде транспортных средств в Российскую Федерацию, а также за исполнением обязанности, установленной [пунктом 1 статьи 31](#) настоящего Федерального закона, при выезде транспортных средств из Российской Федерации в другие государства, в которых применяются международные системы страхования.

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.12.2007 N 306-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

2. Утратил силу с 1 января 2007 года. - Федеральный [закон](#) от 30.12.2006 N 266-ФЗ.

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

---

[Постановлением](#) Конституционного Суда РФ от 31.05.2005 N 6-П положения пункта 3 статьи 32, закрепляющие обязанность страхования владельцами транспортных средств риска своей гражданской ответственности и недопустимость использования на территории Российской Федерации транспортных средств, владельцы которых не исполнили эту обязанность, признаны не противоречащими [Конституции](#) РФ.

---

3. На территории Российской Федерации [запрещается](#) использование транспортных средств, владельцы которых не исполнили установленную настоящим Федеральным законом обязанность по страхованию своей гражданской ответственности. Регистрация указанных транспортных средств не проводится.

(в ред. Федерального [закона](#) от 01.07.2011 N 170-ФЗ)

(см. текст в предыдущей [редакции](#))

Статья 33. О вступлении в силу настоящего Федерального закона

1. Настоящий Федеральный закон вступает в силу с 1 июля 2003 года, за исключением положений, для которых в соответствии с настоящей статьей предусмотрены иные сроки вступления в силу.

Автомобильные материалы, их старение и износ

2. Положения настоящего Федерального закона, предусмотренные в отношении создания профессионального объединения страховщиков и условий выдачи страховщикам разрешений (лицензий) на осуществление обязательного страхования гражданской ответственности владельцев транспортных средств, вступают в силу со дня официального опубликования настоящего Федерального закона.

3. [Пункты 1](#) и [2 статьи 21](#) настоящего Федерального закона вступают в силу с 1 июля 2003 года.

4. [Глава III](#) и [статья 27](#) настоящего Федерального закона вступают в силу с 1 июля 2004 года.

5. В период с 1 января 2010 года по 31 декабря 2012 года включительно в случае, если при осуществлении обязательного страхования разница между доходами и расходами страховщика за отчетный период превышает 5 процентов от указанных доходов, сумма превышения направляется страховщиком на формирование стабилизационного резерва по обязательному страхованию до достижения данным резервом предельной величины, рассчитываемой как сумма 10 процентов размера резерва произошедших, но незаявленных убытков по обязательному страхованию на конец отчетного периода и положительной разницы между размером стабилизационного резерва по обязательному страхованию по состоянию на 31 декабря 2009 года и 10 процентами размера резерва произошедших, но незаявленных убытков по обязательному страхованию по состоянию на 31 декабря 2009 года, умноженной на количество оставшихся до 31 декабря 2012 года кварталов и деленной на 12.

(п. 5 введен Федеральным [законом](#) от 28.02.2009 N 30-ФЗ)

6. В случае превышения размера стабилизационного резерва по обязательному страхованию, сформированного на 31 марта 2010 года и на последующие отчетные периоды до 31 декабря 2012 года, над указанной в [пункте 5](#) настоящей статьи предельной величиной страховщик приводит размер стабилизационного резерва по обязательному страхованию в соответствие с указанной предельной величиной.

(п. 6 введен Федеральным [законом](#) от 28.02.2009 N 30-ФЗ)

7. Если указанный в [пункте 2 статьи 22](#) настоящего Федерального закона стабилизационный резерв по обязательному страхованию на 31 декабря 2012 года превысит 10 процентов размера резерва произошедших, но незаявленных убытков по обязательному страхованию, страховщик приводит его размер в соответствие с указанной величиной.

(п. 7 введен Федеральным [законом](#) от 28.02.2009 N 30-ФЗ)

Статья 34. Приведение нормативных правовых актов в соответствие с настоящим Федеральным законом

Президенту Российской Федерации и Правительству Российской Федерации привести свои нормативные правовые акты в соответствие с настоящим Федеральным законом.

Президент  
Российской Федерации  
В.ПУТИН  
Москва, Кремль



25 апреля 2002 года

№ 40-ФЗ

### **Название подтемы, если есть**

Для хранения и передачи информации в Internet основные функции распределены между специальными службами, называемыми сервисами.

Особенность службы www – вся информация хранится на www-серверах в виде документов, разработанных на языке HTML (язык гипертекстовой разметки). Эти документы содержат информацию различных типов: тексты, рисунки, аудио, видео.

Гиперссылка в HTML – документах может указывать как на другую часть этого документа, так и на любой другой документ.