

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РФ  
ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЛУЖБА  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ**

---

Кафедра авиатопливообеспечения и ремонта ЛА

А.Н. Козлов, М.Л. Немчиков

**ОСНОВЫ ТОПЛИВООБЕСПЕЧЕНИЯ АЭРОПОРТОВ ГА**

Москва 2007

ББК 052-082-32  
К65

Печатается по решению редакционно-издательского совета Московского государственного технического университета ГА

Рецензенты: доктор технических наук, профессор Коняев Е.А;  
кандидат технических наук Сыроедов Н.Е. – ФГУП 25 ГосНИИ  
МО РФ.

К65 Основы топливообеспечения аэропортов ГА. – М.:МГТУ ГА, 2007. -92 с  
IBSN

Учебное пособие содержит сведения по широкому кругу вопросов топливообеспечения аэропортов ГА, включая все стадии производства топлив и масел, применяющихся при эксплуатации различных типов наземной техники аэродромного обслуживания, ассортимент, физико-химические и эксплуатационные свойства ГСМ, вопросы обеспечения безопасности при работе с ГСМ, а также базовые сведения по эксплуатации автозаправочных станций, эксплуатирующихся в составе топливозаправочных комплексов аэропортов ГА.

Предназначено для освоения студентами материала, содержащегося в учебном курсе ЕН.В.01 «Основы топливообеспечения аэропортов ГА» Дисциплина по выбору (факультативная). Семестр 6.Общий объем 100 ч. Соответствует государственному образовательному стандарту специализации «Эксплуатация и обслуживание объектов и систем топливообеспечения аэропортов и ВС ГА»

Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры АТО и РЛА и  
методического совета по специальности 160901(08)

© Московский государственный  
технический университет ГА, 2007

## Содержание

Стр.

Введение.....	4
1. Переработка нефти.....	5
2. Характеристики и свойства автомобильных бензинов.....	11
3. Химическая стабильность бензина.....	19
4. Показатели пожаровзрывобезопасности бензинов.....	26
5. Дизельные топлива.....	29
6. Моторные масла.....	35
7. Трансмиссионные масла.....	45
8. Гидравлические масла.....	48
9. Охлаждающие жидкости.....	57
10. Автозаправочные станции и комплексы.....	62
11. Топливораздаточные колонки.....	78

## **Введение**

Целью данного учебного пособия является ознакомление студентов механических специальностей, обучающихся в МГТУ ГА на кафедре АТО и РЛА с широким кругом вопросов, касающихся производства и использования ГСМ в производственной деятельности специалистов данного профиля.

Эти сведения необходимы при осуществлении повседневной работы по обслуживанию и эксплуатации всего перечня наземной автомобильной и автотракторной техники, применяющейся при обслуживании воздушных судов, а также наземного аэродромного обслуживания.

В предлагаемом пособии изложены основные понятия о составе, свойствах, особенностях применения топлив и масел для автомобильной и автотракторной техники, используемой на предприятиях авиатопливообеспечения и топливозаправочных комплексах предприятий гражданской авиации. Приведены сравнительные данные ГСМ отечественного и зарубежного производства. В систематизированном виде описана работа АЗС и комплексов технологического оборудования, освещены вопросы обеспечения пожаровзрывобезопасности наземных ТЗК, экономии моторных топлив, проведения ресурсных оценок работы моторных масел в двигателях, эксплуатирующихся в наземной технике, а также вопросы экологической безопасности предприятий, осуществляющих операции с нефтепродуктами. Данная информация поможет молодым специалистам предприятий АТО успешно решать практические задачи, возникающие в процессе эксплуатации и грамотно подходить к оценке качества топлив и масел перед их заправкой в различные образцы техники, имеющейся на предприятии.

Освещены вопросы, связанные с количественным и качественным учетом нефтепродуктов. Представлены методы и средства, обеспечивающие входной контроль топлив и масел на соответствие их качества требованиям нормативных документов на соответствующие виды и марки товарной продукции.

Излагаются правила отбора проб нефтепродуктов, приводится краткая информация о градуировке резервуаров, приему, хранению и отпуску нефтепродуктов. Указан перечень нормативной документации по учетно-расчетным операциям.

## 1. Переработка нефти

Основным сырьем получения моторных топлив и масел является нефть. Она представляет собой сложную органическую смесь, содержащую главным образом углеводороды с различной молекулярной массой и разного химического строения, а также гетероатомные соединения различного происхождения.

Основными элементами нефти является углерод (83-87%) и водород (12 – 14%). Гетероатомные соединения состоят из органических соединений, в состав которых помимо углерода и водорода входят сера, кислород, азот и другие элементы таблицы Менделеева. Сера содержится в нефти в очень широком интервале концентраций от тысячных долей процента до десятков процентов. Содержание кислорода и азота значительно меньше, чем серы. Часто в составе нефти присутствуют соединения хлора и фосфора, которые заносятся в нефть при их добыче на промыслах. Иногда присутствуют в нефти соединения металлов, а также абразивные частицы, попадающие в ее состав в процессе ее транспортировки. Всего в незначительных концентрациях в нефтяном сырье исследователи обнаружили более 30 элементов металлов и около 20 неметаллов.

В нефти содержатся углеводороды следующих классов: алканы ( парафины), циклоалканы (нафтены), непредельные ( олефины, диолефины), арены (ароматические) и углеводороды смешанного строения. Предельные парафиновые углеводороды наиболее полно представлены в нефти: от низших газообразных (  $C_1 - C_5$ ) до твердых, растворенных в жидких членах гомологического ряда.

Из нафтеновых углеводородов в состав нефти входят изомеры циклопентана и циклогексана. Ароматические углеводороды ( гомологи бензола, а также полициклические ароматические углеводороды) находятся в нефти в меньших количествах, чем предельные и нафтеновые углеводороды.. По содержанию серы нефти делятся на малосернистые ( до 0,5%), сернистые ( до 3%) и высокосернистые ( свыше 3%).

Минеральный состав нефти характеризуется содержанием в ней воды ( чаще в виде стойких эмульсий ), зольных веществ и др.

Химический состав нефти определяет ее физические свойства ( плотность, фракционный состав, теплоты сгорания) важные для переработки нефти и использования нефтепродуктов.

Нефть – маслянистая вязкая горючая жидкость, от светло-желтого до темно-коричневого цвета с характерным запахом. Нефть большинства месторождений легче воды – плотность большинства нефтей колеблется в пределах от 800 до 980 кг/м<sup>3</sup> . По плотности нефти разделяют на очень легкие (  $d < 800$  кг/м<sup>3</sup> ), легкие (800 – 840 кг/м<sup>3</sup>), средние (840 – 880 кг/м<sup>3</sup>), тяжелые (880 – 920 кг/м<sup>3</sup>) и очень тяжелые ( свыше 920 кг/м<sup>3</sup>).

Температура застывания нефтей различных месторождений лежит в широком диапазоне температур ( от +10 до -20°C) в зависимости от ее химического состава.

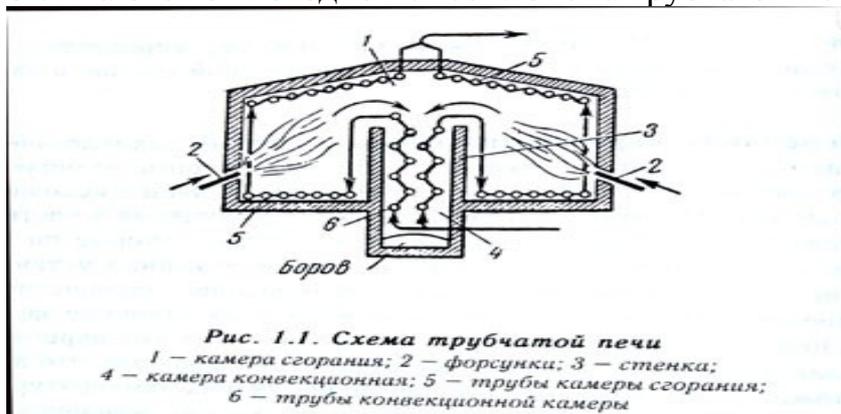
Содержащиеся в нефти углеводороды имеют различную молекулярную массу и интервалы кипения. При нагревании ее в процессе нефтепереработки из нее выделяются более легкие низкокипящие углеводородные фракции, содержащие углеводороды с низкой молекулярной массой. По мере повышения температуры происходит испарение фракций с большей молекулярной массой. При этом в кубовом остатке концентрируются высокомолекулярные и смолисто-асфальтеновые соединения.

Все процессы переработки нефти делятся на первичные и вторичные.

**Первичная переработка** включает обессоливание и обезвоживание углеводородных фракций, удаление агрессивных элементоорганических соединений, интенсивно разрушающих нефтеперерабатывающую аппаратуру в процессе ее эксплуатации и последующее грубое фракционирование углеводородной части нефти. При этом происходят химические превращения компонентов нефти, связанные с протеканием радикально-цепных реакций разрушения длинных углеводородных молекул и образования более коротких фрагментов иной структуры.

**Вторичная переработка** сопровождается изменением состава и структуры углеводородного сырья и гетероатомных соединений, входящих в состав нефти с целью придания соответствующим фракциям необходимых для получения конечных продуктов физико-химических свойств, т.е. получением таких углеводородных фракций, которые не содержались в исходной нефти или находились в ней в недостаточных для потребителя количествах. Вторичные процессы переработки нефти имеют своей целью значительно повысить выход светлых нефтепродуктов, а также целенаправленно изменить их химический состав, а следовательно получить высококачественные товарные продукты.

**Первичная переработка нефти** – первый технологический процесс фракционирования нефти. При перегонке нефть нагревают до кипения и частично испаряют ее. Получают дистиллят и остаток, которые по составу отличаются от исходной смеси. Схема трубчатой печи приведена на рис.1.1

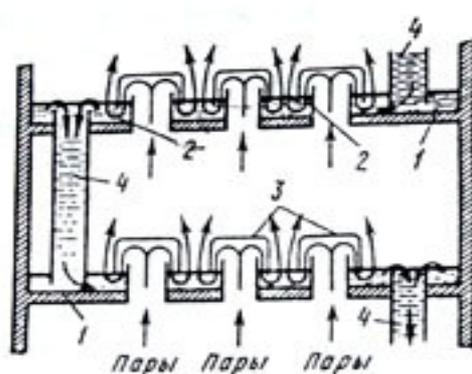


**Рис. 1.1. Схема трубчатой печи**  
1 – камера сгорания; 2 – форсунки; 3 – стенка;  
4 – камера конвекционная; 5 – трубы камеры сгорания;  
6 – трубы конвекционной камеры

**Рис 1.1** Схема трубчатой печи

1- камера сгорания; 2- форсунки; 3- стенка; 4- конвекционная камера; 5 – трубы камеры сгорания; 6 – трубы конвекционной камеры.

Процесс происходит в виде однократного нагрева и испарения низкокипящих фракций с последующей конденсацией их паров, т.е. при перегонке происходит обогащение одной фракции низкокипящими, а другой высококипящими компонентами. На этой стадии производства невозможно достичь требуемого разделения компонентов нефти и получения конечных продуктов. Для выделения более узких целевых фракций полученный полуфабрикат подвергают ректификации (разделению) паровой и жидких фаз на отдельные фракции за счет противоточного многократного контактирования паров и жидкости в специальных аппаратах, называемых ректификационными колоннами по различным комбинированным схемам. Ректификационные колонны представляют собой высокие стальные цилиндры с теплоизоляцией, которые изнутри оборудованы специальными горизонтальными перегородками (так называемыми тарелками) с отверстиями, а иногда особой конструкции колпачками, обеспечивающими многократный контакт жидкости и пара в противотоке перемещающимися по длине колонны. Схема работы ректификационной тарельчатой колонны приведена на рис 1.2



*Рис. 1.2. Схема работы ректификационной тарельчатой колонны  
1- тарелки (полки); 2 – патрубки для прохода паров;  
3 – колпачки; 4 – переточные (сливные) патрубки)*

Рис 1.2 Схема работы реакционной тарельчатой колонны.

1- тарелки (полки); 2 – патрубки для прохода паров; 3 – колпачки; 4 – переточные (сливные) патрубки.

За счет этих многократных контактов обеспечивается оптимальное фракционирование смеси, позволяющее выделить из нее на определенных уровнях по высоте колонны узких фракций нефтепродуктов с заранее известными свойствами. Установки первичной переработки нефти АВТ (атмосферно-вакуумной трубчатка) состоят из ряда теплообменных аппаратов, в которых поддерживаются температуры от 150 – 170°С и давления 1,5МПа при первичном разделении нефти на фракции легкого бензина, лигроина, соляровой фракции и мазута. Из последнего при температурах до 300 – 350° и давлении 5,3-8,0 кПа извлекают средние топливные или масляные фракции в зависимости от варианта переработки нефти. По масляной схеме получают масляные дистилляты, которые подвергаются специальной очистке, а затем смешению в различных

соотношениях для получения тех или иных сортов базовых масел. При работе по топливной схеме фракцию, именуемую вакуумным газойлем, используют в качестве сырья при каталитическом крекинге или гидрокрекинге. Вакуумный газойль может также добавляться к керосино-газойлевым фракциям при получении дизельного топлива утяжеленного фракционного состава. Схема атмосферно-вакуумной установки для перегонки нефти приведена на рис.1.3

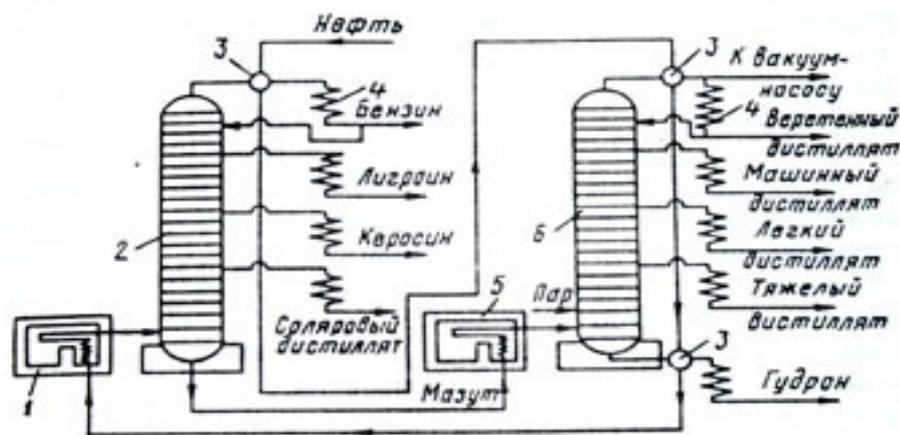


Рис. 1.3. Схема атмосферно-вакуумной установки для перегонки нефти  
1,5 – трубчатые печи; 2,6 – ректификационные колонны;  
3 – теплообменники; 4 – конденсаторы

Рис 1.3 Схема атмосферно-вакуумной установки для перегонки нефти.

1,5 – трубчатые печи; 2,6 – ректификационные колонны; 3 – теплообменники; 4 – конденсаторы.

Полученные при атмосферно-вакуумной перегонке нефтепродукты не являются конечными и подвергаются вторичной переработке с целью получения товарных продуктов.

### Вторичная переработка.

Вторичная переработка основана на расщеплении крупных молекул углеводородов на более мелкие под действием высоких температур без катализатора (термический крекинг). В присутствии катализатора (каталитический крекинг) или в присутствии катализатора под давлением водорода (гидрокрекинг). Разновидность термического и каталитического крекинга называется риформингом. От крекинга риформинг отличается исходным сырьем: для риформинга используют тяжелый бензин и лигроин прямой перегонки нефти.

**Термический крекинг** – наиболее простой, но невыгодный из-за низкого качества получаемых продуктов процесс переработки тяжелых нефтяных фракций от лигроина до мазута. Сущность крекинга – расщепление крупных молекул на мелкие под действием высокой (470 – 540°C) температуры. Выход легких нефтепродуктов типа крекинг-бензина может составлять порядка 35 – 45%, крекинг-газа 10 – 15%, крекинг-остатка 50 – 55%. В крекинг-бензине, в отличие от бензина прямой перегонки, содержится значительное количество непредельных углеводородов, что снижает его стабильность. Газообразный продукт крекинга – крекинг-газ содержит

большое количество непредельных углеводородов: этилена, пропилена и бутиленов. Газы крекинга служат ценным сырьем для нефтехимического синтеза. Лучшее качество моторного топлива получается при более сложных и дорогих каталитических процессах.

**Каталитический крекинг** нефтепродуктов ( соляровых и керосиновых фракций) проводят в присутствии катализаторов с получением повышенного выхода бензина высокого качества. Каталитический процесс обычно проводят в колоннах, заполненных измельченным катализатором, снижающим энергию активации реакций крекинга, вследствие чего скорость и условия крекинга более мягкие ( температура 425 – 520°C, давление 0,0035-0,35 мПа). Катализаторами процесса служат алюмосиликаты с высокоразвитой адсорбирующей поверхностью. Каталитический процесс складывается из ряда элементарных актов: диффузии исходных веществ к поверхности катализатора, адсорбции на них. Образования промежуточных соединений на катализаторе и превращение их в продукты крекинга; десорбции крекинг-продуктов с поверхности катализатора и диффузии их в объем. Параллельно с расщеплением крупных углеводородных молекул идут процессы полимеризации – соединения мелких молекул, содержащих кратные связи в новые структуры, перераспределение водорода с образованием ароматических углеводородов и изопарафинов. При конденсации ароматических углеводородов происходит коксообразование.

Реакции коксообразования вызывают отложения кокса на поверхности катализатора и снижает его активность, так как затрудняет адсорбцию углеводородов на поверхность катализатора. Активность катализатора восстанавливают выжиганием кокса в струе воздуха при температуре 650-670°C.

Бензин каталитического крекинга содержит значительное количество ароматических и изопарафиновых углеводородов, что обуславливает его стабильность.

**Гидрокрекинг** проводится в среде водорода под давлением 5-15 мПа, обеспечивая превращение полициклических ароматических углеводородов в стабильные. Непредельные углеводороды, присоединяя водород, в процессе гидрокрекинга превращаются в парафиновые и изопарафиновые углеводороды, а соединения серы удаляются, как при гидроочистке.

**Каталитический риформинг** проводится на алюмоплатиновом катализаторе с целью превращения нафтеновых углеводородов в ароматические ( $C_nH_{2n} \rightarrow C_nH_{2n-6} + 3H_2$ ). Он проводится, главным образом, в целях повышения детонационной стойкости бензинов, одновременно обеспечивает получение дешевого водорода.

**Гидроочистка** - каталитический метод очистки нефтяных топлив, как прямогонных, так и вторичного происхождения: керосина, реактивного и

дизельного топлива, вакуумного газойля. Процесс гидроочистки применяют при облагораживании компонентов смазочных масел типа NEXBASE ( базовые масла второй группы) и парафинов с целью снижения содержания серы. Гидроочистка проводится при температуре 380-420°C и давлении водорода 2,5 – 4,0 мПа в присутствии алюмокобальтмолибденовых (АКМ) или алюмоникельмолибденовых (АНМ) катализаторов. При этом гидрируются непредельные соединения в предельные, а соединения, содержащие кислород и серу, - в воду и сероводород.

Прямая перегонка нефти, каталитический крекинг прямогонного вакуумного дистиллята и гидроочистка являются основными технологическими процессами, обеспечивающими получения топлив заданного качества на нефтеперерабатывающих заводах.

На ряде заводов, где перерабатываются малосернистые нефти, при производстве прямогонных дизельных топлив для удаления кислородсодержащих соединений кислого характера используется щелочная очистка. Для расширения ресурса зимних дизельных топлив и авиакеросинов применяется депарафинизация – удаление n-парафиновых углеводородов с высокими температурами застывания.

## 2. Характеристики и свойства автомобильных бензинов

Бензины являются топливами для карбюраторных двигателей с принудительным воспламенением от искрового заряда. Для обеспечения надежной работы двигателя на всех режимах бензины должны обладать следующими свойствами:

полной испаряемостью для достижения максимально возможной полноты сгорания;

высокой детонационной стойкостью для предотвращения детонации при эксплуатации двигателя;

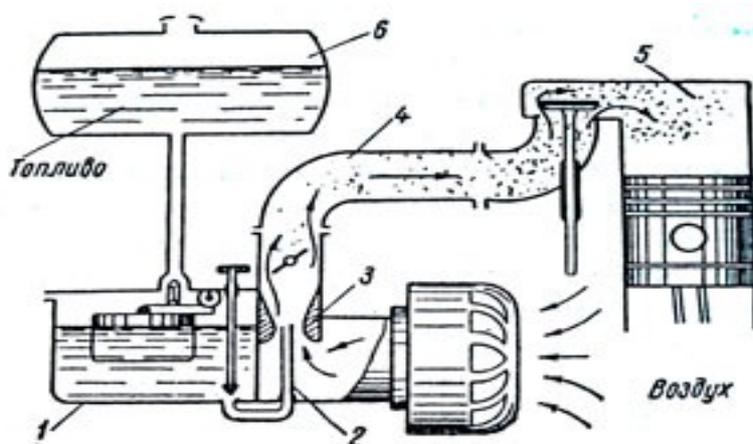
высокой химической стабильностью, препятствующей созданию условий для образования отложений в топливной системе двигателя и нагарообразованию в камере сгорания;

хорошей совместимостью с конструкционными материалами применяющимися при изготовлении двигателя (низкой коррозионной агрессивностью по отношению к металлам и пассивностью при взаимодействии с резинотехническими изделиями);

хорошей прокачиваемостью и низкотемпературными свойствами, обеспечивающими бесперебойную подачу бензинов в двигатель.

Карбюраторные двигатели используют жидкое топливо. Для получения горючей смеси (паров топлива с кислородом воздуха) необходимо мгновенно испарить жидкое топливо и получившиеся при этом пары смешать с воздухом в определенных соотношениях.

В карбюраторных двигателях горючие смеси образуются в специальном приборе, называемом карбюратором конструкция которого представлена на рис 2.1



*Рис. 2.1. Схема карбюратора*

*1 – поплавковая камера; 2 – жиклер; 3 – диффузор;  
4 – камера сгорания; 5 – цилиндр двигателя; 6 – топливный бак.*

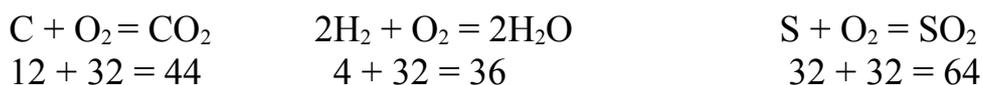
Рис 2.1 Схема карбюратора

1- поплавковая камера; 2 – жиклер; 3 – диффузор; 4 – камера сгорания; 5 – цилиндр двигателя; 6 – топливный бак.

В нем воспламенившееся топливо смешивается с необходимым для сгорания количеством воздуха.

Когда в двигателе происходит первый акт (всасывание), воздух с очень большой скоростью проходит через диффузор 3, в результате чего в пространстве над жиклером 2 создается разрежение. Под влиянием разрежения бензин, поступающий в жиклер в виде тонкой струи из топливной камеры 1, соединенной с топливным баком 6, подхватывается воздушным потоком и распыляется в виде мелких капель, часть которых испаряется, а часть оседает на стенках трубопроводов, образуя жидкую пленку, с которой также происходит испарение бензина. Назначение топливной камеры – поддерживать постоянный уровень бензина в карбюраторе. Уровень бензина регулируется поплавком и запорной иглой. Жиклер представляет собой деталь со строго калиброванным отверстием. Он служит для дозировки и подачи струи бензина в распылитель, который помещается в самой узкой части горловины – диффузоре. Если бензин обладает хорошей испаряемостью, то в камеру сгорания 4 карбюраторного двигателя поступит смесь паров бензина с воздухом. Если же испаряемость плохая, то часть бензина останется в капельном или пленочном состоянии и полностью не сгорит. Это приводит к перерасходу горючего, нагароотложениям, разжижению смазки, что будет способствовать повышенному износу двигателя.

Бензины относятся к легкоиспаряющимся и легковоспламеняющимся жидкостям. В них содержится около 85% масс. углерода, 15% водорода и незначительное количество кислорода, азота и серы. Поэтому при полном сгорании бензина выхлопные газы в основном состоят из паров воды и диоксида углерода, а также небольшого количества окислов серы. Чтобы рассчитать теоретическое количество воздуха необходимого для полного сгорания 1 кг топлива  $L^{\circ}_в$  приведем уравнения реакции горения углерода, водорода и серы, и массовые соотношения реагирующих веществ:



Если для сгорания 12 кг. Углерода требуется 32 кг кислорода, то для сгорания 1% соединения по массе потребуется:  
 $0,01 \times 32 / 12 = 0,01 \times 8 / 3$  кг. Для водорода, соответственно, потребуется  $0,01 \times 32 / 4 = 0,01 \times 8$  кг; для серы  $0,01 \times 32 / 32 = 0,01 \times 1$  кг кислорода.

Для полного сгорания 1 кг топлива, состоящего из углерода, водорода, серы и кислорода, потребуется кислорода в кг:

$$8 \times 0,01 / 3 [\text{C}] + 8 \times 0,01 [\text{H}] + 0,01 [\text{S}] - 0,01 [\text{O}],$$

где: [C]; [H]; [S]; [O] – содержание углерода, водорода, серы и кислорода в% масс.

В воздухе на вычисленное количество кислорода приходится в 77/23 раза больше азота. Сумма азота и кислорода составляет массу воздуха  $L^{\circ}_в$  (в кг), необходимую для сгорания 1 кг топлива:

$$L^{\circ}_B = (1 + 77/23)(8/3 \times 0,01[C] + 8 \times 0,01[H] + 0,01[S] - 0,01[O]) = 0,3478([C/3] + [H] + [S/8] - [O/8]), \text{ кг/кг}$$

В реальных условиях работы двигателя для сгорания топлива обычно требуется воздуха больше или меньше, чем необходимо теоретически.

Отношение действительного количества воздуха, поступившего для сгорания, к количеству воздуха, теоретически необходимого для полного сгорания 1 кг. топлива, называется коэффициентом избытка воздуха:

$$\alpha = L / L^{\circ}_B.$$

Где L – действительное количество воздуха, поступившего на сгорание в двигатель в кг.

В зависимости от соотношения воздуха и топлива различают три вида рабочей смеси:

нормальная рабочая смесь – ( $\alpha=1$ ) содержит теоретически необходимое количество воздуха. При таком составе смеси для сгорания 1 кг бензина требуется около 15 кг воздуха;

бедная рабочая смесь ( $\alpha>1$ ) содержит избыточное количество воздуха по сравнению с теоретически необходимым. Бедные смеси применяются для уменьшения удельного расхода топлива и повышения экономичности двигателя;

богатая рабочая смесь ( $\alpha<1$ ) содержит меньшее количество воздуха, чем теоретически необходимо. Богатые смеси применяют для повышения мощности двигателя, но при этом снижается его экономичность за счет большого расхода топлива.

Обычно при различных режимах работы двигателя коэффициент избытка воздуха колеблется в пределах 0,85 – 1,1.

## **Свойства автомобильных бензинов**

### **Испаряемость и фракционный состав**

Образование однородной горючей смеси, поступающей в цилиндр двигателя, зависит в первую очередь от испаряемости топлива, которая определяется его фракционным составом. Карбюраторные топлива, в частности, автомобильные бензины, представляют собой смесь различных компонентов, полученных в результате разных технологических процессов переработки нефти. Они различаются углеводородным и фракционным составом. В автомобильные бензины вовлекаются продукты первичной переработки нефти различного фракционного состава, каталитического риформинга, каталитического и термического крекингов. Бензины пиролиза и гидрокрекинга, газовый бензин, рафинаты от процесса ароматизации углеводородов, технические бутаны, пентаны, гексаны, а также качественные высокооктановые компоненты – алкилаты и ароматические углеводороды.

Карбюраторные свойства (испаряемость) автомобильных бензинов оцениваются по фракционному составу (содержанию в бензинах тех или иных фракций, выраженному чаще всего в объемных процентах).

Для оценки эксплуатационных свойств бензина по фракционному составу нормируют пять значений (точек) температур, при которых происходит начало кипения ( $t_{н.к.}$ ), перегоняется (по объему) 10% ( $t_{10\%}$ ); 50% ( $t_{50\%}$ ); 90% ( $t_{90\%}$ ) бензина и конец кипения ( $t_{кк}$ ). По ( $t_{н.к.}$ ) и ( $t_{10\%}$ ) оценивают наличие легких фракций в бензине, влияющих на запуск двигателя и образование паровых пробок в топливной системе;  $t_{50\%}$  определяет быстроту прогрева двигателя и количество топливовоздушной смеси;  $t_{90\%}$  и  $t_{кк}$  характеризуют полноту испарения (количество высококипящих, трудноиспаряющихся фракций). Наличие последних может вызвать неполноту сгорания топлива и конденсацию его в цилиндрах двигателя, что приводит к разжижению картерного масла и повышению износа деталей двигателя.

Испаряемость автомобильного бензина характеризуется также упругостью его паров. Слишком высокая упругость паров может явиться причиной образования газовых пробок в топливной системе двигателя. Кроме того, содержание в бензине очень легких компонентов (низкокипящих углеводородов) приводит к нестабильности его состава, так как вызывает большие потери легких фракций при транспортировании и хранении. Автомобильные бензины подразделяются на летние и зимние. Летний бензин предназначен для применения во всех регионах страны, кроме северных и северо-восточных, в период с 1 апреля по 1 октября. В южных районах в течение всего года. Для автомобильных бензинов в летний период упругость паров не должна превышать 500 мм. рт. ст. В зимний период упругость паров допускается до 700 мм. рт. ст.

### **Детонационная стойкость**

Детонационная стойкость характеризует способность бензина нормально сгорать в цилиндрах двигателя без возникновения детонации.

Детонация – процесс очень быстрого завершения сгорания в результате самовоспламенения части рабочей смеси и образования ударных волн, распространяющихся со сверхзвуковой скоростью (2000 -2500 м/с). Сгорание принимает взрывной или детонационный характер, который сопровождается высокими местными перегревами двигателя и ростом давления, а также резким металлическим звуком и падением мощности. Наиболее склонна к детонации та часть рабочей смеси, которая сгорает последней.

Детонация приводит к перегреву двигателя, неполному сгоранию топлива, дымлению отработавших газов, падению мощности, прогару поршней и выводу двигателя из строя. Эксплуатировать двигатель при наличии детонации недопустимо. Склонность бензина к детонации зависит от его углеводородного состава, а также от конструктивных и эксплуатационных факторов.

В настоящее время общепризнанна перекисная теория детонации, согласно которой образуются первичные продукты окисления топлива – органические перекиси.

Образующиеся в процессе предварительного окисления перекиси накапливаются в несгоревшей части рабочей смеси и при достижении критической концентрации распадаются со взрывом и выделением большого количества тепла, активизируя этим всю горючую смесь.

В зависимости от преимущественного содержания в бензинах углеводородов того или иного класса ( парафинов, нафтенов, ароматических углеводородов, олефинов) и их строения, а также концентрации антидетонатора ( вещества, вводимого в топливо в десятых долях процента для резкого повышения их детонационной стойкости), детонационная стойкость бензинов колеблется в широких пределах. Для парафиновых углеводородов она снижается при увеличении молекулярной массы и растет при увеличении разветвленности молекул. Детонационная стойкость олефинов как нормального строения, так и имеющих одну метильную группу в разветвленной цепи, значительно выше, чем у соответствующих им по строению парафиновых углеводородов. Наиболее высокой антидетонационной стойкостью обладают ароматические углеводороды. Нафтеновые углеводороды по своей антидетонационной стойкости занимают промежуточное положение между парафинами нормального строения и ароматическими углеводородами. С тем же числом углеродных атомов.

Структура углеводородов оказывает большое влияние на повышение детонационной стойкости при добавлении к ним антидетонатора.. Из всех классов углеводородов наиболее восприимчивы к последнему парафиновые углеводороды. Наименее восприимчивы к антидетонатору ароматические углеводороды.

Детонационную стойкость бензинов определяют на специальных одноцилиндровых установках с переменной степенью сжатия и выражают в единицах октанового числа ( а в авиационных бензинах, кроме того, в сортности). Октановое число оценивают в бедной рабочей смеси ( $\alpha=1,0-1,1$ ), а сортность – в богатой.

Октановое число (ОЧ) – показатель детонационной стойкости бензинов, численно равный содержанию (в % об.) изооктана ( $C_8H_{18}$ ) в смеси с н-гептаном ( $n-C_7H_{16}$ ), которая по детонационной стойкости эквивалентна бензину, испытываемому в стандартных условиях. Так, бензин с октановым числом 93 по своей детонационной стойкости эквивалентен смеси, состоящей из 93% об. изооктана и 7% об. н-гептана.

Детонационная стойкость изооктана принимается за 100, а н-гептана за 0.

Октановые числа автомобильных бензинов определяют двумя методами: моторным ( на установках ИТ9-2М, ИТ – означает «испытание топлив», 9-2М – тип установки, или УИТ-65, ГОСТ 511-82) и исследовательским методом ( на установках ИТ9 -6 или УИТ-65, ГОСТ 8226-82), а октановые числа авиационных бензинов – только моторным методом.

Детонационный режим работы двигателя определяется изменением степени сжатия от 4 до 10. Установки ИТ9-2М, ИТ9-6 и УИТ 65 имеют однотипные одноцилиндровые двигатели и приборы, но условия испытания на них разные. На универсальной установке УИТ-65 можно определять октановое число моторным и исследовательским методами. **Условия определения октанового числа по моторному методу более жесткие, чем по исследовательскому**, (например, частота вращения вала двигателя 900 об/мин по сравнению с 600 об/мин; топливо-воздушная смесь, поступающая в цилиндр двигателя подогревается; дозирующие жиклеры карбюратора имеют проходные сечения меньшего диаметра: 0,9 мм вместо 1,12 мм и др). В связи с этим октановое число бензина, как правило, по исследовательскому методу выше, чем по моторному. Разница в октановых числах, определенных обоими методами, называется *чувствительностью* бензина. В зависимости от углеводородного состава их чувствительность колеблется в широких пределах. Наиболее чувствительны к режиму работы двигателя непредельные и ароматические углеводороды. Поэтому наибольшую чувствительность (10 – 12 ед.) имеют бензины каталитического риформинга жесткого режима, содержание ароматических углеводородов в которых превышает 60 – 65%. Средней чувствительностью обладают бензины термического крекинга. В зависимости от содержания в них непредельных углеводородов их чувствительность составляет 4 – 7 единиц. Наименьшую чувствительность ( $\pm 1-2$  ед.) имеют бензины, состоящие преимущественно из парафиновых углеводородов: бензины прямой гонки и газовый бензин.

В нашей стране в качестве антидетонаторов чаще всего используют тетраэтилсвинец (ТЭС)  $Pb(C_2H_5)_4$ . В чистом виде ТЭС к бензинам не добавляется, так как при его сгорании на днищах поршней, стенках камер сгорания, выхлопных клапанах и электродах запальных свечей образуется большое количество окиси свинца, которая сокращает ресурс работы двигателя. Бензины, содержащие ТЭС называются этилированными. Свинцовые антидетонаторы очень ядовиты и поэтому повышают токсичность бензинов. Этиловая жидкость бесцветная и в целях безопасности ее окрашивают.

В последние годы находят применение бензины с октановым числом выше 100. При определении октановых чисел топлив с такими значениями ОЧ режим работы двигателя на установке ИТ9-6 или УИТ-65 М и условия испытания сохраняются такими же, как при определении октановых чисел ниже 100. В качестве эталонного топлива в этом случае применяется технический изооктан с добавками ТЭС, вводимого в виде этиловой жидкости.

Эффективность этиловой жидкости должна составлять 17 октановых единиц по моторному методу при добавлении на 1 кг смеси, состоящей из 70% об. эталонного изооктана и 30% об. н-гептана, 2 см<sup>3</sup> жидкости 3-9, состоящей из 54 % масс ТЭС, 33% бромистого этила; 6,8% хлорнафталина в бензине Б-70.

Бромид свинца, образующийся при сгорании этилированных бензинов и выбрасываемый в атмосферу с отработанными газами, тоже ядовит, и поэтому применение таких бензинов крайне нежелательно, а во многих регионах России запрещено законодательством.

В ближайшей перспективе выпуск этилированных бензинов будет прекращен и его заменят бензинами, содержащими высокооктановые компоненты, отвечающие современным экологическим требованиям ЕВРО – 1 – ЕВРО-4, четко регламентирующим экологические требования к моторным топливам.

Сегодня же ни одна марка бензина с октановым числом ниже 92 не подпадает ни под один из новых стандартов. Под бензиновый стандарт "Евро-2" подпадают все бензины выше марки Аи-92. Стандарт "Евро-4" предполагает те же октановые числа в марках бензина, что и стандарт "Евро-2", то есть с тем же количеством присадок, за счет которых бензин медленнее расходуется. Но при этом бензин стандарта "Евро-4" должен содержать меньшее количество технических примесей, которые остаются в бензине при его перегонке из нефти и от которых очень сложно избавиться полностью.

Ведущие нефтяные компании России приступили к реализации программы модернизации своих нефтеперерабатывающих предприятий. В результате их реконструкции глубина нефтепереработки возрастет до 92 – 94%, будет обеспечен выпуск только экологически чистых неэтилированных бензинов с октановыми числами 93, 95 и 98 по исследовательскому методу. Высокооктановые бензины с новыми антидетонаторами, в которых ТЭС заменят кислородсодержащими компонентами будут полностью удовлетворять требованиям ГОСТ и ТУ 38.001165-87 по физико-химическим и антидетонационным характеристикам.

В качестве высокооктанового компонента в настоящее время нашел широкое применение метил – третбутиловый эфир (МТБЭ). Его получают взаимодействием изобутана с метанолом.. Эфир кипит при температуре 55°С и, имея высокие значения октановых чисел (115 – 135 по исследовательскому методу и 98 – 100 по моторному методу), он, в отличие от метанола не ядовит, хорошо растворяется в бензине в любых соотношениях. Введение в бензин МТБЭ в количестве 11% позволяет получить неэтилированный бензин АИ-93 с вовлечением в него до 15 – 20% низкооктановых компонентов. При этом снижаются температура запуска двигателя на 10 – 12°С и токсичность отработанных газов. Октановое число бензинов при добавке 10% МТБЭ повышается на 2,1 – 5,8 единиц по исследовательскому методу, а при добавке 20% - на 4,6 – 12,6 единиц.

Высокооктановая добавка к бензинам фэтерол представляет собой смесь МТБЭ и третбутилового (ТБЭ) спирта. По своим антидетонационным

своим свойствам не уступает «чистому» МТБЭ, а по экологическим характеристикам превосходит последний. В настоящее время разработаны различные модификации фэтерола ( марки А,Б,В,Г и Д) . Фэтерол марок В,Г и Д содержит соединения марганца.

Минпромэнерго подготовило проект техрегламента "О требованиях к бензинам, дизельному топливу и другим ГСМ", который обязывает производителей добавлять в каждую партию топлива экологические маркеры, с помощью которых можно будет определить, где и когда оно было произведено. С момента вступления его в силу все выпускаемое в стране топливо должно соответствовать стандартам "Евро-2" и "Евро-4".

### **3.Химическая стабильность бензина**

Под химической стабильностью бензина понимают способность сохранять без изменений свой химический состав. Такие отрицательные явления, как окисление и осмоление бензинов, выпадение антидетонатора, обуславливаются недостаточной химической стабильностью топлива.

К смолообразующим соединениям относятся непредельные углеводороды, которые с увеличением времени хранения бензина, их контактированием с кислородом воздуха и повышением температуры переходят в смолы, интенсифицируя процесс смолонагаарообразования на деталях двигателя. Количество непредельных углеводородов зависит от химического состава нефти, а также от способов ее переработки и очистки. Концентрация фактических смол – показатель уровня химической стабильности бензинов.

На месте производства содержание смол составляет 3 – 7 мг/100 мл, а на месте потребления 12 – 15 мг/100 мл. При повышении содержания смол в 2 – 3 раза по сравнению с нормой, моторесурс карбюраторного двигателя снижается на 20 – 25%, а также возникают такие неисправности, как зависание клапанов и т.п.

Склонность бензинов к изменению физико-химических свойств оценивают индукционным периодом – временем, в течение которого топливо, находящееся в условиях ускоренного окисления ( 100°С и повышенное давление), еще не входит в реакцию с кислородом.

Индукционный период бензинов составляет 600 – 1200 мин. Химическая стабильность бензинов уменьшается с повышением температуры окружающей среды, поэтому допустимые сроки их хранения изменяются в зависимости от климатического района страны.

Ингибиторы ( антиокислительные присадки) – средства, повышающие химическую стабильность бензинов при их добавлении к последним. В качестве ингибиторов применяют древесно-смоляной антиокислитель (ДСА), получаемый прямой перегонкой древесной смолы (0,05 -0,06%). ФЧ-16 – готовят на базе смеси фенолов (0,003 -0,10%). Синтетические ингибитор ионол добавляют в бензины в концентрации ( 0,03 -0,10%), а наиболее эффективный антиокислитель агидол 12 – в концентрации до 0,3%.

### **Антикоррозионные свойства**

Содержание серы, неорганических водорастворимых кислот и щелочей характеризуют коррозионное воздействие бензинов на детали двигателя и топливной аппаратуры. Вода является основным фактором, ускоряющим коррозию металлов в нефтяных топливах.

Водорастворимые кислоты и щелочи (ВРКЩ) , а также вода, всегда практически содержащая некоторое количество растворенных солей,

являются электролитами и представляют собой среду, в которой развивается электрохимическая коррозия металлов.

Органические кислоты, не полностью удаленные из бензина при его производстве и образующиеся в нем при длительном хранении, дают с медными и железными сплавами мыльный осадок. Содержание органических кислот в топливе принято оценивать *кислотностью*, под которой понимается количество мг едкого калия (KOH), которое нейтрализует ( превращает в мыла и другие соли) кислоты, содержащиеся в 100 мл топлива.

Свободная ( элементарная ) сера в топливе вызывает коррозию медных сплавов. Ее можно обнаружить испытанием на медной пластинке, которая на три часа погружается в топливо, нагретое до 50°C или 100°C. При наличии серы шлифованная медная пластинка покрывается пятнами.

Из органических соединений серы наиболее опасны меркаптаны ( $C_nH_mSH$ ) – тяжелые жидкости с резким неприятным запахом. С цветными металлами они образуют слизистые осадки.

В качестве многофункциональной присадки, обладающей противокоррозионными, антиобледенительными, моющими свойствами применяется присадка «Найк» ( товарное название «АФЕН»). Введение 0,04 -0,02% присадки «Афен» в зимний бензин позволяет полностью предотвратить обледенение карбюратора, за счет этого средняя экономия бензина составляет 5,5%. Присадка при концентрации в бензине 0,05% или при кратковременном применении 0,1% обеспечивает предотвращение и растворение отложений, образовавшихся на проточных частях карбюратора, топливном баке и системе пуска карбюраторных двигателей.

### **Механические примеси и вода**

В бензинах не должно быть механических примесей и воды. Механические примеси способствуют интенсивному изнашиванию жиклеров и сокращению сроков службы фильтров. Вода в зимнее время замерзает, образуя ледяные пробки, вследствие чего нарушается бесперебойная подача бензина к карбюратору.

### **Прокачиваемость**

Автомобильные бензины застывают при температуре ниже -60°C, имеют низкую вязкость. Они хорошо прокачиваются при низких температурах, но обладают плохими противоизносными свойствами. В виду отсутствия в топливных системах карбюраторных двигателей трущихся деталей, нуждающихся в смазке, противоизносные свойства бензинов не являются отрицательным качеством.

### **Теплота сгорания**

Важным показателем качества бензинов является теплота их сгорания. С помощью этого показателя оцениваются энергетические возможности

топлива, его экономическая эффективность. Теплотой сгорания называется количество тепла, выделяемого при полном сгорании определенного объема ( в литрах) или массы ( в килограммах) бензина.

Теплота сгорания бензина зависит от его химического состава. Поэтому углеводороды, богатые водородом ( например парафиновые), имеют большую массовую теплоту сгорания, чем углеводороды с меньшим содержанием водорода ( например ароматические ).

Различают низшую и высшую теплоты сгорания. Высшей теплотой сгорания  $H_{сг}^в$  называют все тепло, выделившееся при сгорании 1 кг. Топлива  $H_{сг}^н$  не учитывает тепло, выделяющееся при конденсации паров из продуктов сгорания. Продукты сгорания выбрасываемые из двигателя имеют температуру выше  $100^{\circ}\text{C}$ , вследствие чего тепло конденсации воды не может быть превращено в полезную работу. Поэтому при оценке теплоты сгорания топлива используется значение низшей теплоты сгорания.

Низшая теплота сгорания автомобильных бензинов колеблется в сравнительно узких пределах и составляет в среднем 44 000 кДж/кг.

### **Ассортимент, состав и основные показатели качества российских автомобильных бензинов**

Маркировка бензинов включает в себя буквенное и числовое обозначения. Буквенное обозначение указывает для какого типа двигателя предназначен бензин, например: «А» - для автомобильного двигателя; «Б» - для авиационного. Индекс «И» в марке бензина указывает на то, что ОЧ для данной марки бензина определено по исследовательскому методу, а числовой индекс – ОЧ.

В настоящее время нормативными документами предусмотрен выпуск следующих марок автомобильных бензинов: А-72 ( этилированный и неэтилированный), А-76 ( этил.,н/этил), А-80 ( этил.,н/этил), АИ-91 (н/этил), А-92 ( этил.,н/этил), АИ-93 ( этил.,н/этил), АИ-95 «Экстра» (н/этил), АИ-96 и АИ-98 ( по своим показателям приближаются к бензину АИ-95, но имеют более высокое ОЧ по исследовательскому методу).

С 1996 г. ЦТК Московский НПЗ выпускает автомобильные бензины (н/этил) с улучшенными экологическими свойствами ( городские) следующих марок:

АИ-80ЭК с ОЧ по исследовательскому методу не менее 80  
АИ-92 ЭК с ОЧ по исследовательскому методу не менее 92  
АИ-95 ЭК с ОЧ по исследовательскому методу не менее 95  
АИ-98 ЭК с ОЧ по исследовательскому методу не менее 98  
АИ-80 ЭКп с ОЧ по исследовательскому методу не менее 80  
с присадкой  
АИ-92 ЭКп с ОЧ по исследовательскому методу не менее 92  
с присадкой  
АИ-95 ЭКп с ОЧ по исследовательскому методу не менее 95  
с присадкой  
АИ-98 ЭКп с ОЧ по исследовательскому методу не менее 98

с присадкой

Автомобильные бензины представляют собой смесь компонентов, получаемых различными предприятиями нефтепереработки. Бензины одной марки, выпускаемые разными предприятиями, могут иметь различный компонентный состав. Это обусловлено неодинаковым набором технологических установок, имеющихся на каждом конкретном нефтеперерабатывающем предприятии. В зависимости от режимов технологического процесса, углеводородного и фракционного состава сырья октановое число бензинов может колебаться в достаточно широких пределах. Для бензинов прямой перегонки и термических процессов по мере утяжеления их фракционного состава детонационная стойкость снижается. Для бензинов каталитического риформинга, более высококипящие фракции, состоящие на 91 – 98% из ароматических углеводородов, значительно превосходят по детонационной стойкости низкокипящие фракции.

С 1996 г. нефтеперерабатывающие заводы прекратили выпуск автомобильного бензина А-72.

Самой распространенной маркой бензина в сельской местности и малых городах РФ является А-76. Компонентами автомобильного бензина А-76 являются продукты термического и каталитического крекинга, коксования и пиролиза, прямогонный бензин с антиокислительными и антидетонационными присадками.

Самой распространенной маркой бензина в крупных городах РФ является А-92.

Этилированный АИ-93 готовят на базе бензина каталитического риформинга мягкого режима с добавлением толуола и алкилбензола.. Для повышения насыщенных паров бензина в него добавляют фракцию прямой перегонки с температурой кипения ниже 62°С или бутан-бутиленовую фракцию.

Неэтилированный бензин АИ-93 готовят на основе бензина каталитического риформинга жесткого режима с добавлением алкилбензола, изопентана, и бутан-бутиленовой фракции. Бензин содержит антидетонационные присадки.

Специально для экспорта производится этилированный бензин АИ-93 без добавления красителя с содержанием свинца не более 0,15 г/л и серы не более 0,001%

Автомобильные бензины марок АИ-95, АИ-95 «Экстра» готовят на основе бензина каталитического крекинга легкого дистиллятного сырья с изопарафиновыми и ароматическими компонентами и добавкой газового бензина.

Все бензины, за исключением АИ-95 «Экстра» и АИ-98, делятся на два вида: летний и зимний. Бензины АИ-95 «Экстра» и АИ-98 выпускаются только летнего вида.

Главным преимуществом неэтилированных бензинов является низкое содержание свинца. По российским стандартам они содержат не более 0,013 г свинца на литр бензина или не содержат его совсем. По стандартам мирового

рынка бензина содержание свинца в неэтилированном бензине не должно превышать 0,01 г/л, а в США – не более 0,0026 г/л. Неэтилированный бензин при коммерческих операциях обозначают аббревиатурой UNL или ОХ.

В связи с участием России в европейских экологических программах «Евро 1» - «Евро – 4», направленных на резкое снижение вредных выбросов от автотранспорта, появилась потребность в разработке новой нормативной документации на отечественные бензины, который соответствовал бы требованиям по качеству EN 228, утвержденным европейским комитетом по стандартизации в 1993 г действующий ранее ГОСТ 20284 им не удовлетворял. Новый стандарт ГОСТ Р 51105-97, разработанный во Всероссийском институте по переработке нефти предусматривает, с учетом национальных особенностей российского парка автотранспорта производство и применение только неэтилированных бензинов марок АИ-80, АИ-91, АИ-95 и АИ-98. При этом максимально допустимое содержание в них свинца составляет не более 10 мг/л, что полностью соответствует требованиям международных стандартов по этому показателю.

В последнее время в связи с вступлением в силу Закона «О государственном регулировании» разработан и внедряется технический регламент на моторные топлива.

Бензин АИ-80 предназначен для применения в двигателях грузовиков наряду с бензином марки А-76 по ГОСТ 20284. Дополнительное нормирование октанового числа по исследовательскому методу ( не менее 80) обеспечивает более высокие антидетонационные свойства этого топлива. Неэтилированный АИ-91 должен использоваться взамен этилированного бензина АИ-93. В отличие от марок АИ-80 и АИ-91, автомобильные бензины АИ-95 и АИ-98 полностью отвечают европейским требованиям и предназначены в основном для зарубежных марок автомобилей эксплуатирующихся на территории России.

По новому стандарту будут выпускаться четыре вида бензина. «Нормаль–80» заменит бензины А-76 и АИ-80. «Регуляр-91» - сегодняшние АИ-92 и АИ-93, а «Премиум-95» и «Супер-98» - соответственно АИ-95 и АИ-98.

<b>Октановое число</b>	<b>По моторному методу</b>	<b>По исследовательскому методу</b>
Нормаль 80	76,0	80,0
Регуляр-91	82,5	91,0
Премиум 95	85,0	95,0
Супер-98	88,0	98,0

Этот же стандарт предусматривал возможность выпуска до 2005 г бензинов с марганцевым антидетонатором в концентрациях до 50 мг Мп/л в АИ-80 и 18 мг Мп/л в АИ-91. Эта мера была направлена на ускорение перехода к неэтилированным бензинам в России. В настоящее время практика выявила значительные отрицательные стороны при эксплуатации автомобильных двигателей, работавших на таком топливе. На повестке дня стоит вопрос об

исключении из ГОСТ допуска на применение подобных бензинов в ближайшем будущем.

Зарубежные исследования свидетельствуют о прямой связи между концентрацией бензола в бензине и его содержанием во всех видах выбросов несгоревших углеводородов в отработанных газах, испарениях при заправке и из топливной системы. Каждый процент увеличения концентрации бензола в топливе дает повышение его содержания в отработанных газах на 0,7 – 0,8%. Поэтому, следуя мировой тенденции в новом стандарте введен показатель «объемная доля бензола» и установлена норма – не более 5% об.

В Европе с 1995 года действует директива EN-228, ограничивающая содержание серы в бензинах на уровне не выше 0,05% об. Эта же норма введена в новый российский ГОСТ. Кроме того, по требованию потребителей введен показатель «плотность при 20°C». Для бензина АИ-80 он составляет 700-750 кг/м<sup>3</sup>, а для остальных марок в пределах 725-780 кг/м<sup>3</sup>.

Для всех марок новых автомобильных бензинов, включенных в ГОСТ, установлены следующие показатели качества, внесенные в паспорт на готовую продукцию:

- концентрация фактических смол не более 5 мг/100 мл;
- давление насыщенных паров – в пределах 35 – 100 кПа;
- индукционный период – не менее 360 мин.

Последний показатель обеспечивает гарантийный срок хранения бензинов не менее 1 года со дня изготовления.

В новом стандарте изменены требования к фракционному составу автобензинов. Наряду с показателем ГОСТ 20284 введены нормативы EN 228, в том числе исключен показатель «начало кипения бензинов». Вместо показателей «температура перегонки 10% бензина», «температура перегонки 50% бензина», «температура перегонки 90% бензина» введены «объем испарившегося бензина при температуре 70°C, 100°C и 180°C». Ограничена норма по показателю «температура конца кипения» - не выше 215°C

Освоение отечественного производства бензинов европейского уровня предусматривает использование международных методов оценки их качества. Новый стандарт учитывает наряду с российскими гостированными методиками также и международные требования, регламентирующие испытания качества автобензинов по ISO, EN, ASTM. В дальнейшем предусмотрен поэтапный переход только на международные стандартные методы оценки качества нефтепродуктов. Это потребует коренной замены испытательного оборудования и средств измерения, а также переоснащения техникой, обеспечивающей требуемую точность и достоверность испытаний.

Новый ГОСТ позволит ведущим нефтяным компаниям России разрабатывать собственные корпоративные стандарты на нефтепродукты, соответствующие соответствующим принятым на западе спецификациям на товарную продукцию. Однако, до сего времени большинство нормативных документов выпускаются в виде технических условий производителя, уступающих по требованиям качества по сравнению с предусмотренными стандартом, что не лучшим образом отражается на качестве нефтепродуктов, реализуемых на

российском рынке. Задачей в данном вопросе является гармонизация требований, предъявляемым к производителям продукции полностью защищающим права потребителя и доведения качественных показателей до требований международных норм.

В странах Европы основными марками являются «суперплюс» или «супер» (неэтилированный летний и зимний) «премиум» или «европейский» (неэтилированный летний и зимний), «немецкий» ((этилированный летний и зимний), «итальянский» (этилированный летний и зимний), «регулар» (неэтилированный летний и зимний).

В США на рынках автомобильного бензина распространены марки «регулар», «мидгрейд», «премиум» и «суперпремиум». Все эти марки являются неэтилированными (мало этилированными) и содержат не более 0,0026 г свинца в литре. Бензины выпускаются как летние, так и зимние.

На азиатско-тихоокеанском рынке производятся и потребляются автомобильные бензины марок 91RON. 92RON. 95RON. 97RON. Эти малоэтилированные бензины содержат не более 0,01г/л свинца. Все они летние. Аббревиатура RON обозначает «research octan number», т.е. октановое число по исследовательскому методу.

#### 4. Показатели пожаровзрывобезопасности бензинов

Взрывобезопасность технологических процессов на АЗС и ТЗК должна удовлетворять требованиям государственных стандартов, действующим межотраслевым и отраслевым нормам и правилам, а также нормативным материалам, утвержденным соответствующими органами государственного надзора, а в скором будущем и техническим регламентам на соответствующие виды работ.

Необходимые для определения пожаровзрывоопасности нефтепродуктов показатели и их использование при решении вопросов обеспечения безопасности технологических процессов установлены:

ГОСТ 12.1.017-80 ССБТ Пожаровзрывоопасность нефтепродуктов и химических органических продуктов. Номенклатура показателей;

ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ Пожаро- и взрывобезопасность материалов и веществ. Номенклатура показателей и методы их определения;

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ Пожарная безопасность общие требования;

ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ Взрывобезопасность. Общие требования.

Согласно ГОСТ 12.1.017-80 бензины относятся к легковоспламеняющимся жидкостям (ЛВЖ) с температурой вспышки в закрытом тигле не выше 61°C (способными воспламеняться от кратковременного воздействия источника зажигания с низкой энергией: искра, пламя спички и т.д.).

Ниже приводится классификация ЛВЖ по температурам вспышки.

Наименование ЛВЖ	Температура вспышки в закрытом тигле, °С	Температура вспышки в открытом тигле, °С
Особо опасные	Не выше -18	Не выше -13
Постоянно опасные	23 – минус 18	27 – минус 13
Опасные при повышенной температуре	23-61	27-66

Бензины относятся к особо опасным ЛВЖ. При технической эксплуатации АЗС и ТЗК значительная часть аварий вызывается образованием горючих бензино-воздушных смесей вследствие нарушений технологического режима и герметизации оборудования.

Процесс горения ЛВЖ начинается с воспламенения паро-воздушной смеси. Резервуары с бензином обычно не бывают заполнены до предела, т.е. имеется определенный свободный объем. Так как нефтепродукты обладают свойством испаряться при любой температуре, то свободное пространство закрытых резервуаров постепенно насыщается парами. При наличии в этом пространстве воздуха пары бензина, смешиваясь с ним, могут образовывать горючие бензино-воздушные смеси. Практические наблюдения показали, что в результате диффузии и конвективных потоков пары неоднородных легкокипящих жидкостей над зеркалом испарения образуют примерно одинаковые концентрации в различных точках воздушного пространства

закрытых резервуаров ( что подтверждено опытами, проведенными на резервуарах с бензином при температуре +20°C).

Основными параметрами, характеризующими пожаровзрывоопасность нефтепродуктов, является **температура вспышки, воспламенения и самовоспламенения**, область воспламенения ( температурные и концентрационные пределы распространения пламени), нормальная скорость распространения пламени, минимальное взрывоопасное содержание кислорода, минимальная энергия зажигания). Воспламенятся от теплового источника зажигания могут бензино-воздушные смеси определенного состава между нижним и верхним концентрационными пределами распространения пламени. Состав паровоздушной смеси в закрытом резервуаре с бензином зависит от температуры топлива. Чем она выше, тем больше концентрация паров бензина в паро-воздушной смеси. Нижнему концентрационному пределу распространения пламени соответствует нижний температурный предел распространения пламени. Верхнему концентрационному пределу – верхний температурный предел.

При температуре обычно несколько ниже нижнего температурного предела распространения пламени, над поверхностью бензина образуется паро-воздушная смесь, которая способна вспыхнуть от теплового источника зажигания, но скорость образования этой смеси еще недостаточна для продолжения устойчивого горения.. Эта температура называется **температурой вспышки** бензина.. Она является экспресс-параметром, ориентировочно показывающим условия, при которых топливо становится огнеопасным в открытом аппарате. Температуру вспышки учитывают также при категорировании помещений по взрывопожарной и пожарной опасности по ПНБ 105-95. Для продолжения устойчивого горения паров бензина после удаления источника пламени необходимо, чтобы температура бензина обеспечивала соответствующую скорость испарения. Эта температура называется **температурой воспламенения**. Она несколько выше температуры вспышки.

Наименьшая температура, при которой равномерно нагретая смесь паров бензина с воздухом ( близкая к стехиометрической ), воспламеняется без внесения в нее внешнего источника пламени, называется **температурой самовоспламенения**.

Температуры вспышки, воспламенения и самовоспламенения обычно определяются по методикам, изложенным в ГОСТ 12.1.017-80 для определения расчетной продолжительности пожара в резервуарах используется такой показатель, как **скорость выгорания** . Это количество горючей жидкости, сгорающей в единицу времени с единицы площади. Различают две скорости выгорания – массовую и линейную. **Массовой скоростью называется** масса жидкости, выгорающей в единицу времени с единицы поверхности ( кг/м<sup>2</sup>мин). **Линейной скоростью выгорания** называется высота слоя жидкости, выгорающая в единицу времени ( м/мин). Температуры вспышки, воспламенения, самовоспламенения, концентрационные и температурные пределы распространения пламени

зависят от фракционного состава бензина. Поэтому они могут иметь различные значения для бензинов одних и тех же марок, полученных разными предприятиями из-за различного компонентного состава.. Существует закономерность: чем выше давление насыщенных паров и легче фракционный состав, тем ниже температура вспышки бензина.

Для различных марок автомобильных бензинов показатели пожаровзрывоопасности примерно находятся в следующих диапазонах:

- температура вспышки минус 30 – минус 40°C и ниже;
- температура самовоспламенения 255 – 300°C;
- температурные пределы распространения пламени: нижний минус 39°C, верхний минус 7°C;
- концентрационные пределы распространения пламени: нижний 0,75% об., верхний 5,2% об.

Производственные процессы на АЗС и ТЗК должны разрабатываться таким образом, чтобы вероятность возникновения пожара и взрыва на любом пожаровзрывоопасном участке не превышала  $10^{-6}$  на человека в год (ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76).

Вероятность  $10^{-6}$  в год означает, что АЗС или ТЗК должна устойчиво функционировать в пределах допустимого риска пожара, т.е. вероятность гибели людей не должна в расчете на один миллион превышать значения один человек в год. Необходимо отметить, что горение бензино-воздушной смеси в закрытых резервуарах является взрывным горением. При взрыве бензино-воздушных смесей давление в резервуарах по сравнению с начальным возрастает в 8-10 раз и может достигать величины 1,0 МПа (10 атм), если первоначальное давление смеси было атмосферным. Взрывы бензино-воздушных смесей приводят к повреждению и разрушению резервуаров, способствуют быстрому распространению пожара, увеличению его пагубных последствий. Масштабы возможных разрушений при взрыве бензино-воздушных смесей в резервуарах зависят от многих факторов, основными из которых являются концентрация паров бензина в смеси с воздухом и объем парового пространства резервуара. Чем больше объем парового пространства резервуара, тем тяжелее последствия взрыва.

При горении бензина температура стенки резервуара всегда выше, чем температура топлива. В результате разности температур между стенкой резервуара и топливом возникают конвективные течения, что обусловлено кипением слоя бензина около стенки. Формируется прогретый слой при горении бензина, увеличивается скорость испарения. При подаче на поверхность горения бензина воды или пены может произойти вскипание и выброс бензина. Вскипание и выброс горючих жидкостей представляет большую опасность, так как внезапно выброшенная горящая жидкость может покрыть большую площадь вблизи очага возгорания и увеличить масштаб пожара.

## 5. Дизельные топлива

Дизельное топливо используют в двигателях с воспламенением от сжатия, называемых дизелями. Воздух и топливо подаются в камеру сгорания раздельно. В ходе всасывания в цилиндр поступает свежий воздух; при втором ходе сжатия – воздух сжимается до 3-4 МПа ( 30 – 40 ати). В результате сжатия температура воздуха достигает 500 – 700°С. В конце сжатия в цилиндр впрыскивается топливо, образуя рабочую смесь, которая нагревается до температуры самовоспламенения и воспламеняется.

Впрыскиваемое топливо распыляется форсункой, которая помещается в камере сгорания или форкамере. Средний диаметр капель топлива составляет примерно 10-15 мкм.

По сравнению с карбюраторным двигателем дизельные двигатели отличаются высокой экономичностью, так как работают с более высокими степенями сжатия ( 12 – 20 вместо 4-10). Вследствие этого удельный расход топлива в них на 25 – 30% ниже, чем в карбюраторных двигателях.

Для бензиновых двигателей внутреннего сгорания требуются низкокипящие, равномерно сгорающие углеводороды с относительно высокой температурой самовоспламенения. Для дизельных двигателей топливо, напротив, должно иметь низкую температуру самовоспламенения, и поэтому низкокипящие соединения для этих двигателей непригодны. Это топливо безопаснее бензина в пожарном отношении.

Дизельные двигатели более надежны в эксплуатации и более долговечны. Они обладают лучшей приемистостью, т.е. легче набирают скорость и преодолевают нагрузки. В то же время дизели отличаются большей сложностью в изготовлении, большими габаритами, меньшей мощностью. Исходя из более экономичной и надежной работы, дизели успешно конкурируют с карбюраторными двигателями.

Основные требования, предъявляемые к дизельному топливу следующие:

- фракционный состав, определяющий полноту сгорания, дымность и токсичность отработанных газов двигателя;
- вязкость и плотность, определяющие бесперебойную подачу ( прокачиваемость), распыливаемость, смесеобразование, работоспособность системы фильтрации;
- низкотемпературные свойства, определяющие функционирование системы питания при отрицательных температурах окружающей среды;
- степень чистоты, характеризующая надежность и долговечность работы системы фильтрации, топливной аппаратуры и цилиндропоршневой группы двигателя;
- температура вспышки, определяющая условия безопасности применения топлива в дизельных двигателях;

наличие сернистых соединений, непредельных углеводородов, характеризующих нагарообразование, коррозию и износ деталей системы питания.

Требования к качеству дизельного топлива зависят от скорости перемещения поршня. Быстроходные дизельные двигатели с частотой вращения коленчатого вала более  $1000 \text{ мин}^{-1}$  предъявляют более высокие требования к топливу, чем среднеоборотные (от  $500$  до  $1000 \text{ мин}^{-1}$ ) и малооборотные (менее  $500 \text{ мин}^{-1}$ ).

Дизельные топлива сравнительно вязкие, трудноиспаряющиеся горючие жидкости, получаемые при переработке нефтей. В них содержатся по массе около  $87\%$  углерода и  $13\%$  водорода, до  $0,5\%$  серы, незначительное количество кислорода и азота. Плотность дизельных топлив  $780 - 860 \text{ кг/м}^3$ , теплота сгорания в среднем  $43,5 \text{ МДж/кг}$ .

### Свойства дизельных топлив

**Фракционный состав** является одним из важных показателей оценки эксплуатационных качеств топлива. Содержание слишком большого количества слишком легких или тяжелых фракций в топливе ухудшают процесс горения. В первом случае горение сопровождается чрезмерным повышением давления и стуком двигателя. В то же время топливо должно иметь некоторое количество легких фракций, облегчающих запуск двигателя. Топливо со слишком тяжелым фракционным составом ведет к неполноте сгорания – дымлению, увеличению расхода, усилению нагарообразования. В современных быстроходных двигателях применяются топлива состоящие из фракций, выкипающих в пределах  $200 - 370^\circ\text{C}$

**Воспламеняемость топлива. Цетановое число.** Основной показатель воспламенения дизельного топлива – цетановое число (ЦЧ). Оно определяет запуск двигателя, жесткость рабочего процесса (скорость нарастания давления в цилиндре работающего двигателя), расход топлива и дымность отработанных продуктов сгорания.

Топливо, поступающее в цилиндры дизеля, воспламеняется не мгновенно, а через некоторый промежуток времени, который называется **периодом задержки самовоспламенения**. Чем он меньше, тем за меньший промежуток времени топливо сгорает в цилиндрах дизеля. Давление газов нарастает плавно и двигатель работает мягко. (без резких стуков). При большом периоде задержки самовоспламенения топливо сгорает за короткий промежуток времени. Давление возрастает почти мгновенно, поэтому дизель работает жестко (со стуком). Чем выше ЦЧ, тем меньше период задержки самовоспламенения дизельного топлива, тем мягче работает двигатель.

Самовоспламеняемость дизельного топлива оценивается обычно путем сравнения ее с самовоспламеняемостью эталонных топлив. В качестве эталонных топлив используется нормальный парафиновый углеводород  $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$  – цетан. Он имеет малый период задержки самовоспламенения (самовоспламеняемость цетана условно принята за  $100$ ) и ароматический

углеводород  $\alpha$ -метилнафталин  $C_{10}H_7CH_3$ , который имеет большой период задержки самовоспламенения (самовоспламеняемость его условно принята за 0).

ЦЧ топлива численно равно процентному содержанию цетана в его смеси с  $\alpha$ -метилнафталином, которая по характеру сгорания (самовоспламеняемости) равноценна испытываемому топливу. Используя эталонные смеси можно получить топлива с любыми цетановыми числами от 0 до 100. ЦЧ дизельных топлив обычно определяют по методу «совпадения вспышек» на установках ИТ9-3, ИТ9-3М или ИТД 69 (ГОСТ 3122-67) Это одноцилиндровые четырехтактные двигатели, оборудованные для работы с воспламенением от сжатия. Двигатели имеют переменную степень сжатия  $\varepsilon=7-23$ .

Угол опережения впрыска устанавливается равным  $13^\circ$  до верхней мертвой точки (ВМТ). Изменением степени сжатия добиваются, чтобы воспламенение происходило строго в точке ВМТ. После этого подбирают два образца эталонных топлив, один из которых дает совпадение вспышек (т.е. задержку самовоспламенения, равную  $13^\circ$ ) при меньшей степени сжатия, а второй – при более высокой степени сжатия. Путем интерполяции находят смесь цетана и  $\alpha$ -метилнафталином, эквивалентную испытываемому топливу, и таким образом устанавливается его цетановое число.

Цетан и  $\alpha$ -метилнафталин довольно дороги, поэтому в качестве вторичных топлив используют парафинистый газойль с ЦЧ=55 и зеленое масло с ЦЧ=20. Вторичные эталонные топлива тарируются по первичным.

ЦЧ топлив зависит от их углеводородного состава. Наиболее высоким ЦЧ обладают парафиновые углеводороды нормального строения. Самые низкие ЦЧ у ароматических углеводородов. Оптимальным ЦЧ дизельных топлив является 40 – 50. Применение топлив с ЦЧ<40 приводит к жесткой работе двигателя, а с ЦЧ>50 – к увеличению удельного расхода топлива за счет уменьшения полноты сгорания. Летом можно успешно применять топлива с ЦЧ=40, а зимой для обеспечения холодного пуска двигателя требуется ЦЧ>45

**Вязкость и плотность** определяют процессы испарения и смесеобразования в дизельном двигателе. Низкая плотность и вязкость обеспечивают лучшее распыление топлива, что улучшает сгорание. С повышением плотности и вязкости увеличивается диаметр капель, ухудшается полное их сгорание, увеличивается удельный расход топлива, растет дымность продуктов сгорания. Слишком низкая вязкость топлива ведет к повышенному износу плунжерных пар форсунок, слишком высокая же плотность ухудшает фильтрацию топлива и затрудняет работу топливных насосов.

Вязкость топлива зависит от его углеводородного состава. Стандартом на дизельное топливо вязкость нормируется в достаточно широких пределах. Вязкость топлива в пределах  $1,8 - 7,0$  мм<sup>2</sup>/с при 20°C практически не влияет на износ плунжерных пар топливной аппаратуры современных быстроходных двигателей.

**Низкотемпературные свойства** характеризуются такими показателями, как температура застывания и помутнения, предельная температура фильтруемости.

**Температура застывания** характеризует потерю текучести ( подвижности ) топлива с понижением температуры из-за увеличения вязкости и выделения кристаллов парафинов. При достижении температуры застывания невозможна подача топлива в цилиндры двигателя.

**Температура помутнения** – это температура, при охлаждении до которой топливо начинает мутнеть вследствие образования микрокристаллов парафинов. Надежная подача топлива обеспечивается при температуре окружающей среды на 3 – 5°С выше температуры помутнения.

Наинизшая температура, при которой еще возможно протекания топлива через топливный фильтр тонкой очистки, называется **предельной температурой фильтрации**.

**Степень чистоты дизельных топлив.** Чистоту дизельных топлив оценивают коэффициентом фильтруемости. Пыль, песок, окалина характеризуют эффективность и надежность работы двигателя и его топливной аппаратуры. Частицы загрязнений величиной более 4 мкм вызывают повышенный износ деталей топливной аппаратуры.

Меньшую опасность представляет вода. Температура помутнения топлива зависит от содержания в нем воды. Кристаллы льда, образующиеся при отрицательных температурах, задерживаются фильтром ( повышается коэффициент фильтруемости). Фильтры и калиброванные отверстия форсунки забиваются, нарушается подача топлива. Коэффициент фильтруемости дизельных топлив, отправляемых с предприятий изготовителей находится в пределах 1,5 – 2,5.

**Температура вспышки** характеризует пожарную опасность топлива при его транспортировке и хранении. Согласно ГОСТ 305-82 нефтеперерабатывающие предприятия выпускают топливо с температурой вспышки не ниже 40°С – для дизелей общего назначения и не ниже 62°С для тепловозных и судовых дизелей. Низкая температура вспышки указывает на наличие легких компонентов, присутствие которых может быть опасно также и при работе двигателя. Поднять температуру вспышки дизельного топлива, можно повысив температуру начала кипения, а следовательно, снизив отбор топлива из нефти.

**Содержание серы, водорастворимых кислот и щелочей, непредельных углеводородов.** Все эти соединения вредно отражаются на долговечности дизелей, приводят к повышению коррозии, износу и нагарообразованию. Соединения серы образуют при сгорании  $SO_2$  и  $SO_3$  , что повышает точку росы водяного пара, усиливая при этом процесс образования  $H_2SO_4$  . Допустимое содержание серы регламентируется стандартами на дизельное топливо и не должно превышать 0,2 – 0,5%.

При сгорании топлив содержащих непредельные углеводороды, вследствие окисления в цилиндре двигателя образуются смолистые вещества, приводящие к нагарообразованию. Содержание фактических смол не должно превышать 40 мг на 100 мл топлива.

Стандартами предусмотрена предельная кислотность топлива для дизелей. Она не должна превышать 5 мг КОН на 100 мл топлива. Не допускается наличие минеральных ( водорастворимых ) кислот и щелочей, которые могут остаться в топливе в результате недостаточной промывки и отстоя топлива после его очистки.

### **Ассортимент, состав и качество дизельных топлив**

Нефтеперерабатывающие предприятия выпускают дизельные топлива трех марок по ГОСТ 305-82 для использования при различных температурах окружающей среды. Л- летнее, применяемое при температурах окружающего воздуха 0°С и выше. З – зимнее, применяемое при температурах до -20°С ( $t_{\text{заст}} \leq -35^{\circ}\text{C}$  и  $t_{\text{помутнения}} = -35^{\circ}\text{C}$ ); А- арктическое, применяемое при температурах до -50°С. Содержание серы в летних и зимних дизельных топливах не превышает 0,5%, а в арктическом не более 0,4%; для топлив высшей категории качества содержание серы не более 0,2%.

Такие показатели качества дизельных топлив, как низкотемпературные свойства, содержание серы, температура вспышки настолько важны в условиях эксплуатации, что их значение входит в условную маркировку товарных топлив для быстроходных дизелей. Летнее топливо обозначают с учетом содержания серы и температуры вспышки ( Л-0,5-40; Л-0,2-61). Зимнее топливо маркируют с учетом содержания серы и температуры застывания (З-0,5-минус35; З-0,2- минус 45). В условное обозначение арктического топлива входит только содержание серы (А-0,2; А-0,4).

Для улучшения качества дизельных топлив на нефтеперерабатывающих заводах применяют присадки – изопропилнитрит и циклогексилнитрит для повышения цетанового числа. Присадка ПДП – для улучшения низкотемпературных свойств.

В настоящее время появилась возможность использовать летние марки дизельного топлива зимой при температуре до минус 30°С, добавляя в топливо депрессорную присадку «Аспект – Д». Присадка допущена к применению научно исследовательским институтом автомобильного транспорта НАМИ, Министерством топлива и энергетики, Министерством сельского хозяйства, Министерством обороны РФ. Присадка «Аспект Д», а также гамма других препаратов под фирменным названием «Аспект модификатор» выпускается АО «АМТЕК».

Депрессорная присадка «Аспект Д» обеспечивает надежность работы двигателя на летнем дизельном топливе в зимний период, снижая температуру застывания дизельного топлива на 10 – 20°C, полностью растворяется в дизельном топливе. Присадка заливается в летнее топливо из расчета 0,05-0,1% об. При увеличении дозы до 0,3% об., температура застывания топлива снижается до минус 25 – 30°C. Сегодня на рынке топлива встречаются и импортные депрессорные присадки к дизельным топливам производства ведущих западных фирм, таких как Lubrizol Infenium и др.

Товарные топлива для быстроходных двигателей получают путем смешения керосино-газойлевых фракций прямой перегонки нефтей до гидроочистки и после гидроочистки в таком соотношении, чтобы обеспечить выполнение требований ГОСТ 305-82 по содержанию серы

## 6. Моторные масла

Масла, применяемые в смазочных системах двигателей внутреннего сгорания называются **моторными маслами**. Их главное назначение снижать износ деталей двигателя за счет создания на поверхности трущихся деталей прочной масляной пленки. Помимо этого, моторные масла должны обеспечивать надежное уплотнение зазоров деталей цилиндро-поршневой группы, отвод тепла и удаление продуктов износа из зон трения, защиту рабочих поверхностей деталей двигателя от коррозии, а также способствовать облегчению пуска двигателя при низких температурах. Моторные масла должны предотвращать образование всех видов отложений на деталях двигателя при его работе на различных режимах, обеспечивать высокую стойкость против окисления, т.е. сохранение физико-химической стабильности в процессе эксплуатации, а также длительного хранения. Кроме того моторные масла должны обеспечивать минимальный расход при работе двигателя и максимальный срок службы до замены без ущерба для надежности двигателя, обладать хорошей вязкостно-температурной характеристикой, высокой моющей-диспергирующей способностью.

Основой отечественных моторных масел являются продукты, полученные в процессе переработки нефтяного сырья, главным образом, в процессе фракционной перегонки мазута – остатка, образующегося при производстве так называемых светлых нефтепродуктов ( бензина, керосина, дизельного топлива и др.). Такие основы используются в основном для производства так называемых минеральных масел. В последние годы кроме так называемых минеральных базовых масел, применяющихся в качестве основ для производства смазочных материалов стали использовать гидроочищенные основы, прошедшие особую обработку, которые обладают улучшенными вязкостно-температурными свойствами и повышенной термостабильностью. На рынке они представлены под торговой маркой NEXBASE. Такие основы наряду с минеральными используют при производстве полусинтетических масел. Для производства моторных масел для современной мощной техники в форсированных двигателях, двигателях с турбонаддувом, а также двигателях, отвечающих требованиям европейских норм по экологическим характеристикам, соответствующим нормам Евро 3 и Евро-4, используют синтетические основы на базе полиальфаолефинов разной вязкости. На их основе вырабатывают высококачественные синтетические моторные масла. Сами по себе эти продукты обладают неплохими смазывающими характеристиками, однако для современных двигателей эти свойства недостаточны. Необходимый качественный уровень моторных масел достигается введением в нефтяную основу специальных присадок в определенных количествах и сочетаниях. Среди них наиболее важны противоизносные, противозадирные, антипенные, моющие и антиокислительные. Объем и эффективность введенных в основу присадок

предопределяют эксплуатационные свойства и назначение каждого конкретного сорта масла.

### **Эксплуатационные свойства моторных масел и нормируемые показатели качества**

Для того, чтобы моторные масла могли обеспечивать надежную и долговечную работу двигателя без потери заданной мощности и экономичности, показатели их качества должны соответствовать требованиям, установленными в стандартах или технических условиях.

### **Вязкостно – температурные свойства**

Вязкость является одной из важнейших характеристик смазочных масел, определяющих силу сопротивления масляной пленки разрыву. Чем прочнее масляная пленка на поверхности трения, тем лучше уплотнение колец в цилиндре и расход масла на угар. Иначе эти свойства моторных масел называются реологическими характеристиками моторного масла.

В соответствии с нормативно-технической документацией вязкостно-температурные или реологические свойства моторных масел характеризуются вязкостью и индексом вязкости. Вязкость характеризует свойство жидкости сопротивляться взаимному перемещению ее частиц, вызываемому действием приложенной к жидкости силы. Одна и та же сила создает в различных жидкостях различные скорости перемещения слоев, отстоящих один от другого на одинаковых расстояниях. Для нормальных «ньютоновских» жидкостей, представляющих собой индивидуальные вещества, или молекулярно-дисперсные смеси, или растворы, внутреннее трение (вязкость) при данной температуре и давлении является постоянным физическим свойством. Вязкость характеризуется величиной  $\eta$ , входящей в формулу Ньютона:

$$F = \eta S dV/dx$$

где:  $F$  – тангенциальная (касательная) сила, вызывающая сдвиг слоев жидкости;

$S$  – площадь слоя;

$dV/dx$  – производная изменения скорости по заданной координате

$\eta$  – коэффициент, численно равный динамической вязкости жидкости. Термин «динамическая вязкость» соответствует физическому смыслу  $\eta$ , т.к. последнее входит в уравнение, связывающее силу внутреннего трения с изменением скорости на единицу расстояния, перпендикулярной плоскости движения жидкости. За единицу динамической вязкости принимают силу сопротивления, которую оказывает жидкость при относительном движении двух слоев площадью  $1 \text{ м}^2$ , отстоящих друг от друга на  $1 \text{ м}$ , под влиянием силы в  $1 \text{ Н}$  при скорости перемещения  $1 \text{ м/с}$ . Размерность в системе СИ  $\text{кг/м с}$  или  $\text{Па}\cdot\text{с}$

Кроме динамической вязкости, в технике используют понятие кинематической вязкости данной жидкости к ее плотности при той же температуре.

$\nu = \eta / \rho$  размерность в системе СИ м<sup>2</sup>/с ( в практических испытаниях используется размерность мм<sup>2</sup>/с).

**Вязкость динамическая** характеризует низкотемпературные реологические характеристики и в настоящее время в моторных маслах определяется двумя стандартными методами:

По методу ASTM D-5293 на имитаторе холодного запуска CCS. По этому методу определяются пусковые характеристики при отрицательных температурах. Предельно допустимые значения вязкости занормированы для каждой вязкостной группы моторных масел.

По методу ASTM D -4684 на вискозиметре MRV, который моделирует условия прокачки масел при низких отрицательных температурах. Предельно допустимые нормы по данному показателю также занормированы в ГОСТе для всех вязкостных групп моторных масел.

**Вязкость кинематическая** определяется по ГОСТ 33-2000 и является наиболее удобным и распространенным методом оценки реологических характеристик масел в широком интервале положительных и отрицательных температур. Кинематическая вязкость моторных масел, используемых в смазочных системах автомобильных двигателей в зависимости от их вязкостных групп, колеблется в пределах 6 – 21 мм<sup>2</sup>/с при 100°С. Менее вязкие масла используются при работе в зимних условиях, а более вязкие – летом.

**Индекс вязкости** – относительная эмпирическая величина, показывающая степень изменения вязкости в зависимости от температуры. Определяется по ГОСТ 25371-97 расчетным методом, исходя из значений кинематической вязкости при 40 и 100°С. Чем выше индекс вязкости (ИВ), тем меньше изменяется кинематическая вязкость в зависимости от изменения температуры. Для минеральных базовых масел он колеблется в интервале 80 – 85 ед. В минеральных маслах 90 -100. Полусинтетических 100 – 115, а для синтетических масел, достигает 140 – 150.

К реологическим характеристикам моторных масел относится и **температура застывания** – предельная температура, при которой масло теряет текучесть. Температура застывания определяется по ГОСТ 20287. Масла, имеющие температуру застывания выше -15°С, относятся к летним. При более низких температурах застывания они могут использоваться зимой. Температура застывания косвенно характеризует минимальную температуру холодного запуска двигателя в зимних условиях. Однако, температура запуска зависит не столько от температуры застывания, сколько от вязкости масла при данной температуре.

**Противоизносные свойства** характеризуют способность масел уменьшать интенсивность изнашивания трущихся деталей, снижать затраты энергии на преодоление трения. Эти свойства зависят от вязкостно-температурных характеристик, смазывающей способности и чистоты масла.

**Моющее-диспергирующие свойства** подразделяются на моющие и диспергирующие свойства.

Моющие свойства характеризуют способность масла обеспечивать необходимую чистоту деталей двигателя и противостоять лакообразованию на горячих поверхностях, а также препятствовать прилипанию углеродистых соединений.

Диспергирующие свойства характеризуют способность масла препятствовать слипанию углеродистых частиц, удерживать их в состоянии суспензии и разрушать крупные частицы продуктов окисления при их появлении. К этой группе присадок относятся сульфонатные, алкилфенольные, алкилсалицилатные и беззольные сукцинимидные, алкениламинированные соединения и полиэферы.

**Противоокислительные свойства** определяют стабильность масла, от которой зависит срок службы масел в двигателях. Характеризует их способность сохранять первоначальные свойства и противостоять внешнему воздействию при рабочих температурах. Стойкость моторных масел к окислению повышается при введении антиокислительных присадок. К ним относятся производные фенолов и аминов, разрушающих свободные радикалы и тем самым разрывающих окислительную цепь. Вторая группа присадок к которым относятся дитиофосфаты и дитиокарбоматы металлов ингибируют процессы окисления за счет взаимодействия с пероксидами, образующимися в процессе окисления. Препятствуя тем самым накоплению кислородсодержащих соединений в маслах.

**Антикоррозионные свойства.** Коррозионная активность моторных масел прежде всего зависит от содержания в них сернистых соединений, органических и неорганических кислот и других продуктов окисления. В лабораторных условиях антикоррозионные свойства моторных масел оценивают по потере массы на свинцовых пластинах в расчете на 1 м<sup>2</sup> их поверхности за время испытаний ( как правило 25 часов) при 140°С с использованием аппарата ДК НАМИ. Коррозионный износ деталей определяется также исходным значением щелочности и скоростью ее изменения, определяемой по методу потенциометрического титрования ГОСТ 11362. Поэтому показатель щелочности вводят в паспорта качества моторных масел. В качестве антикоррозионных присадок используют алкилсалицилаты.

**Зольность масла** позволяет судить о количестве несгораемых примесей в маслах без присадок, а в маслах с присадками – о количестве введенных зольных присадок. Для моторных масел чаще используется так называемая сульфатная зольность, которая определяется по ГОСТ 12417 и выражается процентным отношением образовавшейся золы к массе пробы масла, взятой для анализа. Зольность масел, не содержащих присадок, не превышает 0,02-0,025%, а у масел с присадками она не должна превышать 1.3% по массе.

**Содержание механических примесей и воды.** Количество механических примесей в моторных маслах не должно превышать 0,015% масс, причем механические примеси не должны оказывать абразивного воздействия на трущиеся поверхности. Содержание воды в моторных маслах не должно

превышать 0,03% об. Даже небольшие количества воды способны образовывать пены и эмульсии, уменьшая тем самым прочность масляных пленок на поверхностях трения в двигателе. Механические примеси определяются в маслах по ГОСТ 6370, а содержание воды, чаще всего по ГОСТ 2477.

**Присадки** применяются для придания моторным маслам, необходимых эксплуатационных характеристик. Как правило, применяются готовые пакеты присадок, в которых в оптимальных соотношениях подобраны отдельные функциональные присадки, обеспечивающие те или иные характеристики работы моторного масла. Такие пакеты присадок выпускаются ведущими отечественными и зарубежными производителями, специализирующимися на подборе оптимальных компонентов и их соотношений для работы в тех или иных базовых маслах, обеспечивающих надежную эксплуатацию брендовых марок моторных масел, предназначенных для работы в тех или иных типах двигателей и одобренных производителями двигателей для применения в своей продукции. К таким производителям пакетов присадок относится Новокуйбышевский завод присадок, выпускающий пакеты присадок под фирменным названием САМОЙЛ, а также зарубежные фирмы LUBRIZOL, INFENIUM, COMAD и др. Кроме перечисленных выше присадок, обеспечивающих **противоизносные, моюще-диспергирующие, антиокислительные и антикоррозионные** свойства, в состав моторных масел вводят **депрессорные** присадки, улучшающие низкотемпературные свойства масел в качестве которых используют продукты алкилирования фенолов и нафталинов, имеющих длинные цепи прямолинейного строения.

**Вязкостные или загущающие** присадки, предназначенные для повышения индекса вязкости моторных масел и делающие их всесезонными. В качестве данных присадок используют полимеры и сополимеры стирола с диеновыми углеводородами (изопреном и бутадиеном), сополимеры этилена с пропиленом и высшими олефинами, эфиры одно и многоосновных карбоновых кислот. **Антипенные** присадки, обеспечивающие резкое снижение пенообразования в процессе эксплуатации масел, а также в процессе заполнения заправочных емкостей. В качестве подобных присадок применяют эфиры и соли жирных кислот, фосфорсодержащие соединения, фторированные углеводороды и силоксановые полимеры. Последние наиболее часто применяют в маслах (присадка ПМС-200), хотя они и имеют некоторые недостатки, связанные с ограниченной растворимостью и нестабильностью в кислой среде. Функциональное действие антипенных присадок связывают с снижением поверхностного натяжения на границе раздела между жидкостью и воздухом.

### **Классификация моторных масел**

В основу классификации моторных масел в России по ГОСТ 17479.1-85 положены два характерных признака: кинематическая вязкость и

качественный показатель, определяемый, как сумма эксплуатационных свойств. По вязкости масла подразделяются на летние, зимние и всесезонные.

Таблица 6.1.

**Классы кинематической вязкости моторных масел по ГОСТ 17479.1-85**

Класс вязкости	Кинематическая вязкость, мм <sup>2</sup> /с при температуре, °С	
	100°	Минус 18°, не более*
<b>Зимние классы</b>		
3з	Не менее 3,8	1250
4з	Не менее 4,1	2600
5з	Не менее 5,6	6000
6з	Не менее 5,6	10400
<b>Летние классы</b>		
6	5,6-7,0	-
6	7,0-9,5	-
10	9,5-11,5	-
12	11,5-13,0	-
14	13,0-15,0	-
16	15,0-18,0	-
20	18,0-23,0	-
<b>Всесезонные классы</b>		
3з/8	7,0-9,5	1250
4з/6	5,6-7,0	2600
4з/8	7,0-9,5	2600
4з/10	9,5-11,5	2600
5з/10	9,5-11,5	6000
5з/12	11,5-13,0	6000
5з/14	13,0-15,0	6000
6з/10	9,5-11,5	10400
6з/14	13,0-15,0	10400
6з/16	15,0-18,0	10400

\*- определяется по номограмме

Летние масла нормируются значением кинематической вязкости при 100°С, зимние - при 100°С и при минус 18°С. Всесезонные обозначаются дробью, в числителе указывается класс вязкости зимнего масла, а в знаменателе – летнего.

Система обозначений моторных масел включает несколько знаков: букву М (моторное), цифру, характеризующее класс кинематической вязкости, и букву, обозначающую принадлежность к группе по эксплуатационным свойствам (таблица 6.2). Дробные числа в числителе указывают класс вязкости масел при минус 18°С, а в знаменателе при 100°С. Цифры у букв обозначают следующее: 1 – присваивают маслам для карбюраторных двигателей, 2- для дизельных. Универсальные масла, предназначенные для

использования как в дизельных, так и в карбюраторных двигателях одного уровня форсирования, индекса в обозначениях не имеют. Универсальные масла, принадлежащие к разным группам, имеют двойные обозначения, в которых первое характеризует качество масла, как дизельного, а второе как карбюраторного.

Таблица 6.2

**Группы моторных масел по назначению и эксплуатационным свойствам (ГОСТ 17491.1-85)**

Группа масла	Рекомендуемая область применения	
<b>А</b>	Нефорсированные карбюраторные двигатели	
<b>Б</b>	Б <sub>1</sub>	Малофорсированные карбюраторные двигатели, работающие в условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
	Б <sub>2</sub>	Малофорсированные дизели
<b>В</b>	В <sub>1</sub>	Среднефорсированные карбюраторные двигатели, работающие в условиях, способствующих окислению масла и образованию всех типов отложений
	В <sub>2</sub>	Среднефорсированные дизели, предъявляющие повышенные требования к противокоррозионным, противоизносным свойствам масел и склонности к образованию высокотемпературных отложений
<b>Г</b>	Г <sub>1</sub>	Высокофорсированные карбюраторные двигатели, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла, образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению
	Г <sub>2</sub>	Высокофорсированные двигатели наддува или с умеренным наддувом, работающие в эксплуатационных условиях, способствующих образованию высокотемпературных отложений
<b>Д</b>	Высокофорсированные дизели с наддувом, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях или в случае, когда применяемое топливо требует использования масел с высокой нейтрализующей способностью, антикоррозионными и противоизносными свойствами, малой склонностью к образованию всех видов отложений.	
<b>Е</b>	Лубрикаторные системы смазки цилиндров дизелей, работающих на топливе с высоким содержанием серы	

В необходимых случаях применяют дополнительные индексы: «РК» - рабочее-консервационное; «ЦЛ» для циркуляционных и лубрикаторных смазочных систем; «З» - масло, содержащее загущающую присадку «20» «30» - значение щелочного числа и т.д.

**Примеры обозначения моторных масел:**

М-8-В<sub>1</sub> – буква М – моторное масло, цифра 8 – класс вязкости, буква с индексом - В<sub>1</sub>- обозначает, что по эксплуатационным характеристикам масло относится к группе В и предназначено для смазки среднефорсированных карбюраторных двигателей.

М-10-Г<sub>2</sub>к - - буква М – моторное масло, цифра 10 – класс вязкости, буква Г с индексом 2 означает, что по эксплуатационным свойствам оно относится к группе Г и предназначено для смазки высокофорсированных

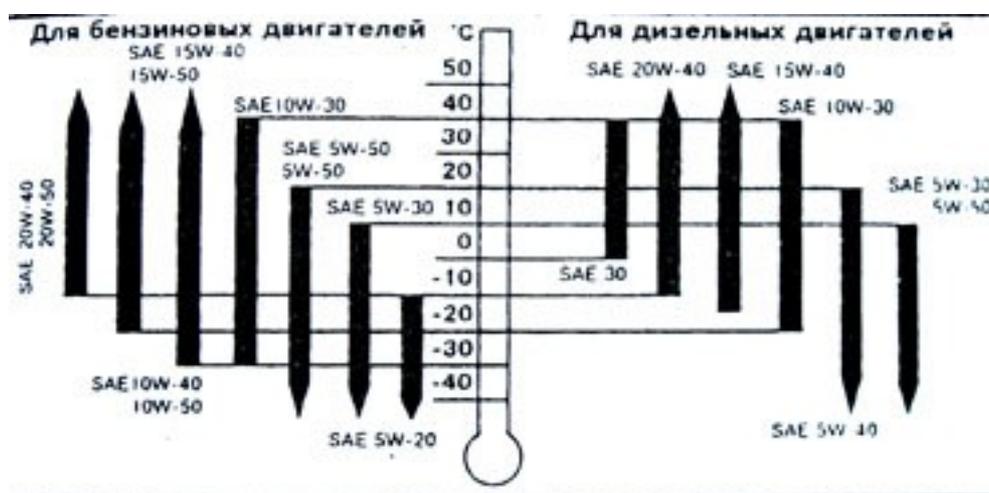
дизелей. Буква К свидетельствует о том, что масло предназначено для автомобилей КамАЗ.

М-6<sub>3</sub>/10-В – буква М – моторное масло, 6<sub>3</sub>/10 – класс вязкости, буква З означает, что масло имеет эксплуатационную присадку, улучшающую вязкостно-температурные свойства масла и предназначено для применения в качестве всесезонного или зимнего сорта. Буква В без индекса означает, что это масло универсальное и предназначено для смазки карбюраторных и дизельных двигателей.

М-4<sub>3</sub>/ 8-В<sub>2</sub>Г<sub>1</sub> – моторное масло класса вязкости 4<sub>3</sub>/8 предназначено для использования в среднефорсированных двигателях (В<sub>2</sub>) и высокофорсированных карбюраторных двигателях (Г<sub>1</sub>)

В странах Западной Европы и США масла классифицируются по вязкости, определяемой по методике американского общества автомобильных инженеров SAE (Society of Automobile Engineers) и по эксплуатационным свойствам согласно классификационной системе, разработанной американским институтом нефти API (American Petroleum Institute).

По SAE моторные масла делятся на летние, зимние и всесезонные. Масла маркируются следующим образом: летние 20, 30, 40, 50 и 60 (цифра обозначает вязкость масла при температуре 98,9°C); зимнее – 0W, 5W, 10W, 15W, 25W (цифра – вязкость масла, а буквой «W» - от английского слова winter – зима). Для водителей, эксплуатирующих свой автомобиль круглогодично, предпочтительно применять всесезонные (загущенные) масла. Они обозначаются двойным номером, один из которых соответствует зимнему, а другой – летнему классу, например SAE 10-W 50. Классификация SAE распространяется только на вязкостно-температурные характеристики моторных масел и не дает информацию о его эксплуатационных характеристиках. В качестве примера на рисунке приведенном ниже иллюстрируется какой должна быть вязкость моторного масла в зависимости от температуры окружающего воздуха.



Первая классификация моторных масел по эксплуатационным характеристикам была предложена американским институтом нефти API еще в 1947 г. С тех пор она многократно изменялась и добавлялась, но принцип подразделения моторных масел на две категории сохранился до наших дней. К категории S (service) относятся масла, предназначенные для четырехтактных бензиновых двигателей легковых автомобилей, микроавтобусов, пикапов. К категории C (commercial) относятся масла, предназначенные для дизелей, автотранспорта, дорожно-строительной техники и сельскохозяйственных машин. Универсальными называются масла, которые могут применяться для смазывания бензиновых двигателей и дизелей.

Уровни эксплуатационных свойств по API в порядке их возрастания обозначаются первыми буквами латинского алфавита, стоящими за буквами S или C, указывающими область применения. К настоящему времени в группу service вошли группы от SA до SM, а в группу commercial от CA до CH-5. Цифры при обозначении классов дают дополнительную информацию о применимости масел данного класса в двухтактных или четырехтактных дизелях, соответственно. Для обозначения универсальных масел используют двойное обозначение, например, CF-4/SG. SH/CG-4 и т.п.

Масла старых марок от SA до SE и от CA до CC – прошедший этап и сейчас доживают последние дни.

В международной классификации моторных масел SAE J300 для зимних масел установлены максимальные значения динамических вязкостей при низких температурах и минимальные значения кинематической вязкости при 100°C. Каждый класс всесезонного и зимнего масел характеризуется двумя значениями динамической вязкости при отрицательной температуре, отличающейся на 10°C. Первое дает нормативные значения по методу CCS по предельной температуре, при которой возможно проворачивание двигателя стартером, а второе по MRV о предельной температуре при которой масляный насос будет прокачивать масло под давлением при холодном пуске. Сегодня международная классификация моторных масел все шире проникает на российский рынок нефтепродуктов и широко внедряется в отечественную практику эксплуатации автомобильной техники.

Ориентировочное соответствие моторных масел по классам вязкости и группам по ГОСТ 17479.1-85, системами SAE и API приведено в табл. 6.3.

Таблица 6.3

ГОСТ 17479.1-85	SAE	ГОСТ 17479.1-85	API
Класс вязкости		группа	
3 <sub>3</sub>	5W	А	SB
4 <sub>3</sub>	10W	Б	SC/CA
5 <sub>3</sub>	15W	Б <sub>1</sub>	SC
6 <sub>3</sub>	20W	Б <sub>2</sub>	CA
6	20	В	SD/CB
8	20	В <sub>1</sub>	SD
10	30	В <sub>2</sub>	CB
12	30	Г	SE/CC
14	40	Г <sub>1</sub>	SE
16	40	Г <sub>2</sub>	CC
20	50	Д	CD
3 <sub>3</sub> /8	5/W20	Е	-
4 <sub>3</sub> /6	10/W20	-	CE
4 <sub>3</sub> /8	10W/30	-	SG
5 <sub>3</sub> /10	15W/30	-	
5 <sub>3</sub> /12	15W/30		
6 <sub>3</sub> /10	20W/30		
6 <sub>3</sub> /12	20W/30		
6 <sub>3</sub> /14	20W/40		
6 <sub>3</sub> /16	20W/40		

### Синтетические моторные масла

Опыт эксплуатации двигателей внутреннего сгорания с применением синтетических масел свидетельствует об их преимуществах. Они обеспечивают снижение расхода топлива (до 5% по сравнению с загущенными маслами), имеют повышенный срок службы, меньшую испаряемость при высокой температуре, обладают высокими пусковыми свойствами. Однако высокая стоимость (в среднем в 2,5 - 5 раз выше минеральных масел) ограничивает их применение в двигателях.

Все более популярными становятся полусинтетические масла. В районах с низкой температурой воздуха их использование является единственным способом обеспечения надежности работы высокофорсированных двигателей. В полусинтетические масла вводятся эффективные присадки (модификаторы трения), что способствует повышению работоспособности масла в зоне высоких температур. (цилиндро-поршневая группа) повышает противоизносные свойства масел.

## 7. Трансмиссионные масла

Масла, служащие для смазывания коробки передач, раздаточных коробок, дифференциалов, механизмов рулевого управления, представляющих собой зубчатые передачи – цилиндрические, конические, червячные, гипоидные и другие называются **трансмиссионными**.

Трансмиссионные масла должны иметь хорошие противоизносные, противозадирные, противопиттинговые свойства, характеризоваться пологой вязкостно-температурной кривой, низкой температурой застывания, обладать хорошей термической и термоокислительной стабильностью, а также высокой стабильностью при хранении. Минимально воздействовать на уплотнительные резино-технические материалы, не допуская их разрушения, иметь хорошие антикоррозионные свойства, не содержать механические примеси и воду.

Противоизносные и противозадирные свойства – основная характеристика трансмиссионных масел. Масла с такими свойствами обладают высокой смазывающей способностью ( трибологическими характеристиками) при которой на зубьях трущихся шестерен создается прочная пленка, предотвращающая сваривание и задираание микронеровностей. Эта способность определяется наличием поверхностно-активных веществ, содержащихся в небольшом количестве в остаточных нефтепродуктах, из которых получают трансмиссионные масла. Кроме того, для повышения противозадирных свойств масла вводят специальные присадки, содержащие соединения хлора, фосфора, серы и цинка. Эти вещества при большом давлении и высокой температуре образуют пленки оксидов, предохраняющие металл от схватывания в точках контакта.

Для оценки качества трибологических характеристик трансмиссионных масел при их выпуске на соответствие требованиям нормативной документации проводят их испытания на четырехшариковой машине трения по ГОСТ 9490. При этом оценивается весь комплекс смазывающих свойств: определяется диаметр пятна износа на шарах при стандартной нагрузке на узел трения, критическую нагрузку, индекс задира и усилие сваривания. В качестве противоизносных присадок в трансмиссионных маслах широко используют: ЛЗ-23К –дибутилкстантат этилена с 38 – 41% серы. ОТП – осерненный тетрамер пропилен с 20% серы. ЭФО – продукт взаимодействия экстракта фенольной очистки остаточных масел с пентисернистым фосфором. Эти присадки добавляют к маслам в количестве до 5%.

Трансмиссионное масло не должно вспениваться, потому что пузырьки воздуха ухудшают его противоизносные и противозадирные характеристики. Температура застывания характеризует пригодность трансмиссионного масла для работы в зимних условиях. Для понижения температуры застывания применяют различные присадки-депрессоры, которые добавляют в масло в

количестве 0,2 – 0,5%. Противокоррозионные свойства трансмиссионных масел обуславливаются отсутствием в них водорастворимых кислот и щелочей.

### Классификация трансмиссионных масел

Учитывая, что в нормативно-технической документации встречаются обозначения в соответствии с ранее действующими стандартами в табл. 7.1 приводится соответствие их обозначений по ГОСТ 17479.2-85 ( ТМ – трансмиссионное масло: 3- загущенное масло).

Согласно ГОСТ 17479.2-85 трансмиссионные масла в зависимости от эксплуатационных свойств подразделяют на пять групп, определяющих области их применения.

Таблица 7.1

#### Соответствие обозначений трансмиссионных масел по ГОСТ 17479.2-85 принятым в нормативно-технической документации

ГОСТ 17479.2-85	Принятое ранее обозначение мала	Нормативно-техническая документация
ТМ-2-18	ТЭ <sub>п</sub> -15	ГОСТ 23652
ТМ-3-9	ТС <sub>п</sub> -10	ГОСТ 23652
ТМ-3-18	ТА <sub>п</sub> -15В;ТС <sub>п</sub> -15 <sub>к</sub>	ГОСТ 23652
ТМ-4-9	ТС <sub>3-9</sub> гип	ОСТ 38.01158
ТМ-4-18	ТС <sub>п</sub> -14 <sub>гип</sub>	ГОСТ 23652
ТМ-5-12 <sub>3</sub> (рк)	ТМ-5-12 <sub>рк</sub>	ТУ 38.1011844
ТМ-5-18	ТАД-17И	ГОСТ 23652

Таблица 7.2

#### Группы трансмиссионных масел по эксплуатационным свойствам и области их применения

Группа масел	Состав масел	Рекомендуемая область применения
1	Минеральные масла без присадок	Цилиндрические, конические и червячные передачи, работающие при контактных напряжениях от 900 до 1600 МПа и температуре масла в объеме до 90°С
2	Минеральные масла с противоизносными присадками	То же при контактных напряжениях до 2100МПа и температуре масла в объеме до 130°С
3	Минеральные масла с противозадирными присадками умеренной эффективности	Цилиндрические, конические, спирально-конические и гипоидные передачи, работающие при контактных напряжениях до 2500 МПа и температуре масла в объеме до 150°С
4	Минеральные масла с противозадирными присадками высокой эффективности	Цилиндрические, спирально-конические и гипоидные передачи, работающие при контактных напряжениях до 3000МПа и температуре масла в объеме до 150°С
5	Минеральные масла с	Гипоидные передачи, работающие с ударными

	противозадирными присадками высокой эффективности	нагрузками при контактных напряжениях выше 3000МПа и температуре масла в объеме до 150°С
--	---	--

Таблица 7.3

**Классы вязкости трансмиссионных масел**

Класс вязкости	Вязкость кинематическая при 100°С, мм <sup>2</sup> /с	Температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150•с, °С, не выше
9	6,00-10,99	-45
12	11,00-13,99	-35
18	14,00-24-99	-18
34	25,00-41,00	-

## **8. Гидравлические масла**

### **Общие требования и свойства**

Гидравлические масла (рабочие жидкости для гидравлических систем) разделяют на минеральные, синтетические и вводно-гликолевые. По назначению их делят в соответствии с областью применения:

для летательных аппаратов и наземной мобильной техники;

для гидротормозных и амортизационных устройств различных машин;

для гидроприводов, гидропередач и масляных циркуляционных систем различных агрегатов, машин и механизмов.

В данном разделе рассматриваются рабочие жидкости для гидросистем мобильной техники, обозначенные ГОСТ 17479.3-85 как гидравлические масла, а также некоторые наиболее распространенные тормозные жидкости на нефтяной и синтетической основе.

Основная функция рабочих жидкостей ( жидких сред) для гидравлических систем – передача механической энергии от ее источника к месту использования с изменением значения или напряжения приложенной силы.

Гидравлический привод не может действовать без жидкой рабочей среды, являющимся необходимым конструктивным элементом любой гидравлической системы. В постоянном совершенствовании конструкций гидроприводов отмечаются следующие тенденции:

повышение рабочих давлений и связанное с этим расширение верхних температурных пределов эксплуатации рабочих жидкостей;

уменьшение общей массы привода или увеличение отношения передаваемой мощности к массе, что обуславливает более интенсивную эксплуатацию рабочей жидкости;

уменьшение рабочих зазоров между деталями рабочего органа (выходной и приемной полостей гидросистемы), что ужесточает требование к чистоте рабочей жидкости (или ее фильтруемости при наличии фильтров в гидросистеме).

С целью удовлетворения требований, продиктованных указанными тенденциями развития гидроприводов, современные рабочие жидкости для них должны иметь определенные характеристики:

обладать оптимальным уровнем вязкости и хорошими вязкостно-температурными свойствами в широком интервале температур, т.е. высоким индексом вязкости;

отличаться высоким антиокислительным потенциалом, а также термической и химической стабильностью, обеспечивающими длительную бесшумную работу жидкости в гидросистеме;

защищать детали гидропривода от коррозии;

обладать хорошей фильтруемостью;

иметь необходимые деаэрирующие, деэмульгирующие и антипенные свойства;

предохранять детали гидросистемы от износа;

быть совместимыми с деталями гидросистемы.

Большинство массовых гидрожидкостей вырабатывают на основе хорошо очищенных базовых масел, получаемых из рядовых нефтяных фракций с использованием современных технологических процессов экстракционной и гидрокаталитической очистки.

Физико-химические и эксплуатационные свойства современных гидравлических масел значительно улучшаются при введении в них функциональных присадок – антиокислительных, противоизносных, антипенных и др.

### **Вязкостные и низкотемпературные свойства**

Эти свойства определяют температурный диапазон эксплуатации гидросистем и оказывают решающее влияние на выходные характеристики гидропривода. При выборе вязкости гидравлического масла нужно знать тип насоса. Изготовители, как правило, рекомендуют для него масла определенной вязкости максимальной, минимальной и оптимальной.

Если вязкость опускается ниже допустимой, то растут объемные потери (утечки) в насосе и клапанах, соответственно падает мощность и ухудшаются условия смазывания. Пониженная вязкость гидравлического масла вызывает наиболее интенсивное проявление усталостных видов изнашивания контактирующих деталей гидросистемы.

Повышенная вязкость значительно увеличивает механические потери привода, затрудняет относительное перемещение деталей насоса и клапанов. Делает невозможной работу гидросистемы в условиях пониженных температур.

Вязкость масла непосредственно связана с температурой кипения масляной фракции, с ее средней молекулярной массой, с групповым химическим составом и строением углеводородов. Указанными факторами определяется абсолютная вязкость масла, а также его вязкостно-температурные свойства, т.е. изменение вязкости при изменении температуры. Последнее, характеризуется **индексом вязкости** масел.

Для улучшения вязкостно-температурных свойств применяются вязкостные (загущающие) присадки – полимерные соединения. В составе товарных гидравлических масел в качестве загущающих присадок используют полиметакрилаты, полиизобутилены и продукты полимеризации винил-бутилового эфира (винипола).

**Антиокислительная и химическая стабильности** характеризуют стойкость масла к окислению в процессе эксплуатации под воздействием температуры, усиленного барботажа масла воздухом при работе насоса. Окисление масла приводит к изменению вязкости (как правило повышению) и накоплению в нем продуктов окисления, образующих осадки и лаковые отложения на поверхности деталей гидросистемы, что затрудняет ее работу.

Повышения антиокислительных свойств гидравлических масел достигают путем введения антиокислительных присадок, обычно фенольного или аминного типов.

В гидросистемах машин и механизмов обычно присутствуют детали из разных металлов, разных марок сталей, алюминия, бронзы, которые могут подвергаться **коррозионно-химическому изнашиванию**. Коррозия металлов может быть электрохимической, возникающей обычно в присутствии воды, и химической, протекающей под воздействием химически агрессивных сред (кислых соединений, образующихся при окислении масла) и под действием химически активных продуктов расщепления присадок при повышенных контактных температурах поверхностей трения. Устранению коррозии металлов способствуют вводимые в масла присадки – ингибиторы окисления, препятствующие образованию кислых соединений и специальные антикоррозийные добавки.

Стремление к улучшению **противоизносных** свойств гидравлических масел вызвано включением в новые конструкции гидравлических систем интенсифицированных гидравлических насосов. Наиболее распространенные в качестве присадок, обеспечивающих достаточный уровень противоизносных свойств гидромасел получили диалкилдитиофосфаты металлов (в основном цинка) или беззольные (аминовые соли и сложные эфиры дитиофосфорной кислоты).

К гидравлическим маслам предъявляют достаточно жесткие требования по нейтральности их по отношению к длительно контактирующим с ними металлам. Учитывая, что рабочие температуры масла в современных гидропередачах достаточно высоки и резиновые уплотнения могут быстро разрушаться, в гидравлических маслах недопустима высокая концентрация ароматических углеводородов, проявляющих наибольшую агрессивность по отношению к резинам. Содержание ароматических углеводородов характеризуется показателем «анилиновая точка» базового масла.

При работе циркулирующих гидравлических масел недопустимо **пенообразование**. Оно нарушает подачу масла к узлу трения и, насыщая масло воздухом, интенсифицирует его окисление, ухудшая отвод тепла от рабочих поверхностей, вызывает кавитационные повреждения деталей, перегрев гидропривода и его преждевременный износ. Для обеспечения хороших антипенных свойств масла преимущественное значение имеет полнота удаления из базовых масел поверхностно активных смолистых веществ. Чтобы предотвратить образование пены или ускорить ее разрушение, в масло вводят антипенную присадку (например полиметилсилоксан), которая снижает поверхностное натяжение на границе раздела жидкости и воздуха, что приводит к ускоренному разрушению пузырьков пены.

В составе гидравлических масел крайне нежелательно присутствие **механических примесей и воды**. Вследствие весьма малых зазоров рабочих пар гидросистем наличие загрязнений может привести не только к износу элементов гидрооборудования, но и к заклиниванию деталей. Для очистки

рабочих жидкостей от загрязнений в гидросистемах применяют фильтры различных типов. Даже незначительное количество (0,05-0,1%) воды отрицательно влияет на работу гидросистемы. Вода, попадающая в гидросистему с маслом, или в процессе эксплуатации, ускоряет процесс окисления масел, вызывает гидролиз компонентов масла (в частности, присадок – солей металлов). Продукты гидролиза присадок вызывают электрохимическую коррозию металлов гидросистемы.

### **Система обозначения гидравлических масел**

Принятая в мире классификация минеральных гидравлических масел основана на их вязкости и наличии присадок, обеспечивающих необходимый уровень эксплуатационных свойств.

В соответствии с ГОСТ 17479.3-85 («Масла гидравлические. Классификация и обозначение») обозначение отечественных гидравлических масел состоит из группы знаков, первая из которых обозначается буквами «МГ» (минеральное гидравлическое). Вторая цифрами и обозначает класс кинематической вязкости, третья – буквами и указывает на принадлежность масла к группе по эксплуатационным свойствам.

По ГОСТ 17479.3-85 (аналогично ISO 3448) гидравлические масла по значению вязкости при 40°С делятся на 10 классов в интервале вязкостей от 4 до 165 мм<sup>2</sup>/с.

В зависимости от эксплуатационных свойств и состава (наличия соответствующих функциональных присадок) гидравлические масла делят на группы А,Б,В.

Группа А (группа НН по ISO) – нефтяные масла без присадок, применяемые в малонагруженных гидросистемах с шестеренными или поршневыми насосами, работающими при давлении до 15 МПа и максимальной температурой масла в объеме до 80°С.

Группа Б (группа НL по ISO) – масла с антиокислительными и антикоррозионными присадками. Предназначены для средненапряженных гидросистем с различными насосами, работающими при давлениях до 25 МПа и температуре масла в объеме выше 80°С.

Группа В (группа НМ по ISO) – хорошо очищенные масла с антиокислительными и противоизносными присадками. Предназначены для гидросистем, работающих при давлениях свыше 25 МПа и температуре масла в объеме выше 90°С.

В масла всех указанных групп могут быть введены загущающие (вязкостные) и антипенные присадки.

Загущенные вязкостными полимерными присадками загущенные масла соответствуют группе НV по ISO 6743/4.

По вязкостным свойствам гидравлические масла условно делятся на следующие:

маловязкие – классы вязкости с 5 до 15

средневязкие – классы вязкости с 22 до 32

вязкие – классы вязкости с 46 до 150.

### **Основные представители ассортимента гидравлических масел**

Масло гидравлическое **МГЕ-4а** – глубокоочищенная легкая фракция, получаемая гидрокрекингом смеси парафинистых нефтей, загущенных вязкостной присадкой. Содержит ингибиторы окисления и коррозии. Обладает исключительно хорошими низкотемпературными свойствами.

Масло **МГЕ-10а** – глубокодеароматизированная низкозастывающая фракция, получаемая из продуктов гидрокрекинга смеси парафинистых нефтей. Содержит загущающую, антиокислительную, антикоррозионную и проивоизносную присадки. Предназначено для работы в интервале температур от минус 65 до + 70°С

Масло **АМГ-10** (ГОСТ 6794-75) – для гидросистем авиационной и наземной техники, работающей в интервале температур окружающей среды от минус 60 до +55°С. Вырабатывается на основе глубокодеароматизированной низкозастывающей фракции, получаемой из продуктов гидрокрекинга смеси парафинистых нефтей и состоящей из нафтеновых и изопарафиновых углеводородов. Содержит загущающую и антиокислительные присадки, а также специальный отличительный краситель.

Масло **ЛЗ-МГ-2** получают вторичной перегонкой очищенной керосиновой фракции из нефтей нафтенового основания.. Содержит загущающую и антиокислительные присадки. Благодаря отличным низкотемпературным свойствам используется в гидросистемах, обеспечивает быстрый запуск техники и работу при температурах от до минус 65°С.

Масла **РМ и РМЦ** (ГОСТ 15819-85) дистиллятные масла, поучаемые из нафтеновых нефтей, обладают улучшенными смазывающими свойствами. Применяют в автономных гидроприводах специального назначения, эксплуатируемых при температурах окружающей среды в интервале от минус 40 до + 55°С.

Масло гидравлическое **ВМГЗ** – маловязкая низкозастывающая минеральная основа, вырабатываемая посредством гидрокаталитического процесса, загущенная полиметакрилатной присадкой. Содержит присадки: противоизносную, антиокислительную, антипенную. Предназначено для систем гидропривода и гидроуправления дорожных, подъемно-транспортных и других машин, работающих на открытом воздухе в интервале температур в объеме масла от минус 40 до +55°С в зависимости от типа гидронасоса. Рекомендуются как зимнее или всесезонное масло.

### **Средневязкие гидравлические масла**

**Масло веретенное АУ** получают из малосернистых и сернистых парафинистых нефтей с использованием процессов глубокой селективной очистки фенолом и глубокой депарафинизации. Содержит антиокислительную присадку. Обеспечивает работу гидроприводов в интервале температур от минус 35 до + 100°С.

#### **Вязкие гидравлические масла**

Масло **МГЕ – 46В** для гидрообъемных передач вырабатывают на основе промышленных масел с антиокислительной, противоизносной, депрессорной и антипенной присадками. Обладает высокой стабильностью эксплуатационных свойств, не агрессивно по отношению к конструкционным материалам, применяемым в гидроприводах. Предназначено для гидравлических систем техники, работающей при давлении до 35 МПа в диапазоне температур от минус 10 до +80°С. Имеет очень большой ресурс работы ( до 2500 час.).

Масла 132-10 и 132-10Д (ГОСТ 18613-88) – полусинтетические гидравлические жидкости – представляют собой смесь полиэтилсилоксановой жидкости и нефтяного маловязкого низкозастывающего масла МВП. Указанные жидкости выпускают под индексом ВПС. Масло 132-10 предназначено для работы в интервале температур от минус 70 до +100°С.

Рабочая жидкость **7-50С-3** (ГОСТ 20734-75) синтетическая жидкость, применяющаяся в гидросистемах и агрегатах летательных аппаратов в диапазоне температур от минус 60 до +175°С. Рабочее давление до 21 МПа. Жидкость изготавливается из полиметилсилоксановой жидкости и органического эфира с добавлением противоизносной присадки и ингибиторов окисления.

## **Тормозные и амортизационные жидкости**

Тормозные и амортизационные жидкости являются особой группой жидких рабочих сред для гидравлических систем. Первые из них используются в качестве рабочей жидкости гидропривода тормозной системы автомобиля, вторые в качестве жидкой среды в телескопических и рычажно-кулачковых амортизаторах автомобилей, а также телескопических стойках.

### **Тормозные жидкости**

Основное назначение тормозной жидкости – передача энергии от главного тормозного цилиндра к колесным цилиндрам, которые прижимают тормозные накладки к тормозным дискам или барабанам. Рабочее давление в гидросистеме тормозов достигает 10 МПа, а температура тормозной жидкости в дисковых тормозах поднимается до 150 – 180°С. В результате постоянных колебаний температуры в тормозную систему через резиновые уплотнения проникает атмосферная влага. При этом тормозная жидкость «увлажняется», и соответственно снижается температура ее кипения.

Если в процессе эксплуатации температура кипения тормозной жидкости опустится ниже 150°С, то при высоких скоростях движения и интенсивных торможениях создается опасность закипания. При этом в жидкости выделяются пузырьки газа или пара, образуя паровые пробки, что может привести к отказу тормозов и возможности аварии.

Температура кипения тормозной жидкости – важнейший показатель, определяющий предельно допустимую рабочую температуру гидропривода тормозов.

При эксплуатации вследствие обводнения тормозной жидкости ее температура кипения неизбежно снижается, поэтому, наряду с температурой кипения «сухой» тормозной жидкости, определяют температуру кипения «увлажненной» жидкости, содержащей 3,5% воды. Температура кипения «увлажненной» жидкости косвенно характеризует температуру, при которой жидкость будет «закипать» через 1,5 – 2 года ее эксплуатации в гидроприводе тормозов автомобиля.

В последние годы основным направлением в улучшении качества тормозных жидкостей является увеличение температуры кипения, особенно в «увлажненном» состоянии.

Тормозные жидкости должны обладать хорошими вязкостно-температурными характеристиками, антикоррозионными, смазывающими свойствами, достаточной совместимостью с резиновыми прокладками, стабильностью при высоких и низких температурах.

Современные тормозные жидкости представляют собой смеси различных эфиров с низкомолекулярными полимерами с добавлением антикоррозионных и антиокислительных присадок.

### **Основные представители тормозных жидкостей**

Тормозная жидкость «Нева» композиция на основе этилкарбитаола (моноэтилового эфира диэтиленгликоля  $C_2H_5OCH_2CH_2OCH_2CH_2OH$ ), содержит загущающую и антикоррозионные присадки. Работоспособна при температурах окружающей среды от минус 40 до +45°C. Применяется в гидроприводе тормозов и сцеплений старых моделей грузовых и легковых автомобилей (выпуска до 1985 года). Срок службы не более 1 года.

Тормозная жидкость «Томь» - разработана взамен тормозной жидкости «Нева». Композиция на основе этилкарбитаола и борсодержащего полиэфира. Содержит загущающую и антикоррозионные присадки. Имеет лучшие эксплуатационные свойства, чем жидкость «Нева», более высокую температуру кипения. Совместима с «Невой» при смешивании в любых соотношениях.

Работоспособна в интервале температур окружающего воздуха от минус 40 до +45°C. Применяют в гидроприводах тормозов и сцеплений всех моделей легковых и грузовых автомобилей, за исключением переднеприводных автомобилей ВАЗ. Срок службы жидкости «Томь» 2 года.

Тормозные жидкости «Роса ДОТ-4», «Роса-3» и «Роса» - высокотемпературные жидкости, представляющие собой смеси на основе борсодержащего полиэфира с введением антиокислительных и антикоррозионных присадок.

Жидкости «Роса» и «Роса-3» отличаются от жидкости «Роса ДОТ-4» наличием в составе различных пластификаторов, однако из-за отсутствия сырья эти марки практически не выпускаются. Жидкости имеют высокие температуры кипения (260°C) и температуры кипения «увлажненной» жидкости (160°C). Работоспособны в интервале температур окружающей среды от минус 40 до +45°C. Применяются в тормозных системах автомобилей современных грузовых и легковых автомобилей, в том числе переднеприводных автомобилей ВАЗ.

Совместимы с тормозной жидкостью «Нева» и «Томь» в любых соотношениях. Срок службы 3 года.

### **Амортизаторные жидкости**

Амортизаторы, установленные на автомобилях, предназначены для гашения колебаний кузова на упругих элементах подвески. Они делают ход автомобиля плавным даже при движении по бездорожью. Амортизаторные жидкости являются рабочей средой в гидравлических амортизаторах

рычажно-кулачкового и телескопического типа, а также в телескопических стойках.

Основным показателем амортизаторных жидкостей является кинематическая вязкость при положительных и отрицательных температурах. Так, при температуре минус 20°C вязкость не должна превышать 800 мм<sup>2</sup>/с.

При более высокой вязкости работа амортизаторов резко ухудшается. И происходит блокировка подвески.

Амортизаторные жидкости должны обладать хорошими смазывающими свойствами, обеспечивающими достаточную износостойкость амортизаторов, не должны быть склонны к пенообразованию, т.к. это снижает энергоемкость амортизатора и нарушает условия смазывания пар трения.

Также важными характеристиками амортизационных жидкостей являются стабильность против окисления, механическая стабильность, испаряемость и совместимость с резиновыми уплотнениями.

Амортизационные жидкости представляют собой маловязкую нефтяную основу, содержащую, как правило, вязкостную, депрессорную, антиокислительную, противоизносную, антипенную и депрессорные присадки.

Выпускают несколько марок амортизационных жидкостей **АЖ-12Т**, **ГРЖ-12** и **МГП-12**.

Амортизационная жидкость **АЖ-12Т** (ГОСТ 23008-78) представляет собой смесь нефтяного масла глубокой селективной очистки из сернистого сырья и полиэтилсилоксановой жидкости с противоизносной и антиокислительной присадками. Применяют в качестве рабочей жидкости в амортизаторах грузовых автомобилей и спецтехники.

Амортизационная жидкость **МГП-12** (Славол АЖ) разработана взамен жидкости МГП-10. Это маловязкая низкозастывающая нефтяная основа, в которую введены депрессорная, диспергирующая, противоизносная, антиокислительная и антипенные присадки.

Применяют в качестве рабочей жидкости в амортизаторах и телескопических стойках легковых и грузовых автомобилей.

Амортизаторная жидкость **ГРЖ-12** смесь очищенного трансформаторных и веретенного дистиллятов с добавлением депрессорной, , антиокислительной, антипенной и противоизносных присадок применяют в амортизаторах и телескопических стойках автомобильной техники.

## 9. Охлаждающие жидкости

В процессе работы двигателя внутреннего сгорания для обеспечения его нормального состояния необходимо обеспечить постоянный теплоотвод от нагретых деталей.

Количество теплоты, отводимой при охлаждении в зависимости от типа двигателя и способа охлаждения, колеблется в пределах 25-30% от общей теплоты, выделяющейся при сгорании рабочей смеси. Если не обеспечить оптимальное охлаждение двигателя, то его перегревание, равно как и переохлаждение, будет в значительной степени нарушать нормальные условия его работы.

Вследствие перегрева может произойти следующее:

- преждевременное самовоспламенение рабочей смеси и детонация;
- ухудшение работы системы смазки;
- заклинивание перегретых деталей двигателя;
- пригорание клапанов и поршневых колец;
- ухудшение наполнения цилиндров рабочей смесью;
- увеличение потерь мощности на преодоление трения;
- увеличенный расход смазочного масла;

Вследствие переохлаждения двигателя может произойти:

- снижение индикаторной мощности из-за повышенной теплоотдачи;
- резкое увеличение потерь мощности на преодоление трения в результате увеличения кинематической вязкости моторного масла;
- значительное ухудшение смесеобразования и сгорания топлива;
- повышение изнашивания деталей цилиндро-поршневой группы двигателя из-за конденсации топлива;
- стекание топлива по стенкам гильз цилиндров и смывание смазочного масла, а также разжижение моторного масла;
- образование низкотемпературных отложений в картере двигателя и на маслофильтрующих элементах.

Охлаждение автотракторных двигателей может быть воздушным и жидкостным. При воздушном охлаждении двигателя блок цилиндров обдувается воздухом, и выделившееся тепло отводится в атмосферу.

Более распространено водяное охлаждение двигателя. В этом случае тепло от нагретых деталей двигателя передается жидкости, омывающей нагретые поверхности и отдает свое тепло в радиаторе, обдуваемом воздухом.

Надежность системы охлаждения в значительной мере зависит от свойств применяемой жидкости, которая должна отвечать следующим требованиям:  
иметь достаточно высокую температуру кипения;  
обладать температурой застывания ниже температуры окружающего воздуха;

не образовывать на водяной рубашке двигателя и приборах системы охлаждения накипи;  
не вызывать коррозию деталей двигателя;  
быть нейтральной к уплотнительным материалам, используемым в системе охлаждения;  
быть безопасной в обращении, дешевой и универсальной.

### **Вода, как охлаждающая жидкость**

Для системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания довольно широко применяют воду. Вода обладает целым рядом существенных недостатков как охлаждающая жидкость:

высокой температурой застывания, что затрудняет ее применение в зимний период. Замерзание воды в системе охлаждения приводит к разрушению двигателя из-за образования трещин в головке и блоке цилиндров, в трубках сердцевины радиатора и других узлах системы охлаждения;

наличие в воде различных растворимых солей, способных в виде накипи откладываться на поверхностях деталей водяной рубашки. Из-за низкой теплопроводности накипи ухудшается охлаждение двигателя и увеличивается расход топлива;

возможно образование коррозии на деталях двигателя, что приводит к потере их механической прочности и снижению надежности работы двигателя.

Наличие в воде растворимых солей при нагревании приводит к образованию накипи – отложений с высокой твердостью и низким коэффициентом теплопроводности. По внешнему виду накипь представляет собой плотно приставший к поверхности слой темно-серого или коричневого цвета толщиной от десятых долей до нескольких миллиметров. По составу накипи представляют собой смеси различных химических соединений кальция и магния ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CaSO}_4$ ;  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{MgHCO}_3$ )<sub>2</sub> и т.д.). Для умягчения воды и удаления накипи применяют следующие меры:

кипячение. Воду нагревают до 65-110°C. Соли накипеобразователи карбонатной (временной) накипи  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  и  $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$  разлагаются с образованием  $\text{CaCO}_3$ , гидроксида магния, углекислого газа и воды. Перед употреблением умягченную воду отстаивают и фильтруют через матерчатый фильтр;

обработка тринатрийфосфатом. Для этого в пластмассовую бочку насыпают три килограмма технического тринатрийфосфата и наливают 10 литров воды. Смесь тщательно перемешивают, а затем отстаивают. 1 литр данного раствора достаточен для умягчения 200 л воды.

После добавления тринатрийфосфата воду тщательно перемешивают несколько раз, давая ей отстояться, после чего фильтруют. Очищенную воду заливают в систему охлаждения двигателя;

фильтрация через фильтр с ионообменными смолами. При прохождении жесткой воды через такой фильтр ионы кальция и магния обмениваются на ионы натрия из глауконита. Таким образом, вода умягчается;

магнитная обработка воды. Соли, обуславливающие жесткость воды после такой обработки отделяются в виде твердой фазы – шлама, который легко удаляется из воды фильтрованием;

применение присадок – антинакипинов. Для этого используют бихромат калия., который предотвращает образование накипи и образует защитную антикоррозионную пленку. При жесткости воды до 6 мг-экв/л в 1 л воды добавляют три грамма бихромата калия. При большей жесткости – до 10 г.

### Низкозамерзающие охлаждающие жидкости.

Эффективная работа современного двигателя зависит не только от качественного топлива и масла, но и от исправной работы системы охлаждения, в которой ключевую роль играет антифриз. Он обеспечивает стабильный тепловой режим работы двигателя и защищает систему охлаждения от коррозии. Современные производители автомобилей предъявляют к антифризам повышенные требования, такие как защита от коррозии, кавитации конструкционных материалов двигателя.

При эксплуатации автотракторной техники в зимнее время используют низкозамерзающие охлаждающие жидкости–тосолы, которые представляют собой растворы гликоля с добавкой антикоррозионных присадок. Для улучшения антикоррозионных свойств в охлаждающие жидкости вводят ингибиторы коррозии.

Использование низкозамерзающих тосолов (антифризов) в системе охлаждения имеет ряд существенных преимуществ по сравнению с водой: - низкая температура застывания, высокая температура кипения. Хорошие вязкостно-температурные свойства. Негорючесть, высокую теплопроводность и теплоемкость. При замерзании антифриза образуется рыхлая масса, объем которой увеличивается лишь на 0,2-0,3% от первоначального. Поэтому система охлаждения двигателя не разрушается.

Основной недостаток антифризов – их токсичность. Попадая в организм человека, он вызывает тяжелые отравления. Смертельной дозой считается 40 – 100 мг в пересчете на этиленгликоль.

В качестве низкозамерзающих охлаждающих жидкостей используют антифризы марок 40; 65; Тосол А-40; Тосол А-65.

#### Этиленгликолевые охлаждающие жидкости

Компонент, показатели качества	Массовая доля компонентов охлаждающих жидкостей различных марок, %			
	40	65	Тосол А-40	Тосол А-65
Этиленгликоль	53	66	53,7	62,4
Вода	46,6	33,6	43,6	34,6
Динатрийфосфат	0,25-0,35	0,3-0,35	-	-
Пеногаситель	-	-	2,55	2,95
Декстрин	0,1	0,1	-	-
Плотность при 20°С кг/м <sup>3</sup>	1070	1064	1075-1085	1085-1095

Тосолы не образуют в системе охлаждения накипи. Вырабатывают антифризы нескольких марок А-30; А-40; А-65 ( цифра означает температуру застывания смеси).

Для легковых автомобилей, грузовиков и тракторов применяют всесезонную жидкость Тосол-А; Тосол-А40 и Тосол-А65, окрашенную в зелено-голубой цвет.

Тосол А представляет собой концентрат этиленгликоля, содержащий присадки. Пользоваться Тосолом А можно только после разбавления его дистиллированной водой.

Смесь Тосола А и воды в отношении 1:1 начинает кристаллизоваться при 35°С. Водный раствор Тосол А с температурой застывания не выше минус 40°С маркируют как Тосол А-40, с температурой застывания минус 65°С как Тосол А-65.

Марки тосола определяют по плотности, приведенной в таблице. При уменьшении объема Тосола А в системе охлаждения двигателя доливают дистиллированную воду. Прежде чем долить воду в систему охлаждения, проверяют состав смеси ареометром или его разновидностью – гидрометром, ареометром отградуированным вместо значений плотности по шкале концентраций тосола в растворе и температуре застывания. Каждому составу смеси соответствует определенная плотность. Заменять тосол в системе охлаждения следует достаточно часто, иногда раз в нескольких месяцев, в зависимости от типа двигателя и его рабочих характеристик.

В состав тосолов входят гликоли с пакетом функциональных присадок, обеспечивающих эксплуатационные характеристики системы охлаждения двигателя.

В качестве гликоля обычно применяют моноэтиленгликоль (МЭГ), реже полипропиленгликоль (МПП) , МПП имеет ряд преимуществ по сравнению с МЭГ, т.к. первый нетоксичен, но с другой стороны, он значительно дороже, а также его производство на данный период времени как в стране, так и в мире не способно удовлетворить потребности автомобилистов в охлаждающих жидкостях, что делает его неконкурентоспособным на рынке в обозримой перспективе.

Определяющее значение при оценке эксплуатационных свойств антифризов имеют пакеты присадок ингибиторов коррозии. В тосолах они состоят в основном из нитритов, нитратов, фосфатов, боратов, аминов и силикатов. Композиция тосолов, разработанных специально для систем охлаждения легковых автомобилей производства ВАЗ первого поколения, до сегодняшнего дня не претерпела существенных изменений и в связи с этим существенно устарела.

Метасиликат натрия, который часто включается в рецептуру для защиты алюминиевых сплавов, является достаточно эффективным ингибитором коррозии, но для современных двигателей с более высокими рабочими температурами и более плотными тепловыми потоками уже не вполне подходит. Даже если использовать стабилизаторы силиката, полностью

преодолеть проблему образования геля, который способен закупорить радиатор, не возможно. Следует отметить, что стабилизаторы силиката в отечественных марках тосолов практически не применяются.

В качестве ингибитора кавитационной коррозии в традиционных рецептурах используют нитрит. Помимо того, что он может взаимодействовать с аминами и образовывать канцерогенные вещества, он имеет и другие недостатки. Главный из них – быстрое расходование этого ингибитора. Выполняя свою защитную функцию, он переходит в неактивные формы. С другой стороны, увеличение его концентрации приводит к коррозии алюминиевых сплавов и припоя. В Западной Европе и США выпускаются специальные дополнительные пакеты ингибиторов коррозии для грузового автотранспорта и автотракторной техники, а также частое тестирование для мониторинга содержания быстрорасходуемых компонентов тосолов. Это значительно усложняет обслуживание перечисленной выше автомобильной техники. Альтернативой в случае использования традиционных тосолов рекомендуется их более частая замена. При больших пробегах это необходимо делать до двух раз в год.

В последнее время появилась информация о внедрение в автомобильную технику охлаждающих жидкостей нового поколения с пакетами ингибиторов коррозии на основе композиций солей моно и дикарбоновых кислот ( карбоксилатная технология ) . Над этими рецептурами охлаждающих жидкостей (ОЖ) ряд ведущих мировых производителей работает с начала 90х годов. Новое поколение ОЖ содержат в своем составе, кроме синергетической композиции солей карбоновых кислот дополнительно ингибитор коррозии меди, антипенную присадку и краситель. Они не содержат амины, силикаты, нитриты, нитраты, фосфаты и бораты.

Отличие в их работе от традиционных пакетов присадок, использующихся в тосолах, состоит в том, что они образуют более тонкую защитную пленку на поверхности материалов системы охлаждения. Расходование ингибиторов происходит только в случае возникновения очагов коррозии. С некоторой степенью приближения их можно считать нерасходуемыми ингибиторами. Именно поэтому ОЖ нового поколения выдерживают сроки эксплуатации до 5 лет. При этом, очень важно иметь ввиду, что в пределах рекомендованного срока эксплуатации эти жидкости обеспечивают более высокую эффективность защиты всех материалов системы охлаждения, чем традиционные, эффективность которых быстро падает по мере расходования ингибиторов. Кроме того, более тонкие защитные пленки ОЖ нового поколения делают более эффективным теплообмен между двигателем и системой охлаждения.

ОЖ нового поколения в России освоил ОАО «Техноформ», построивший предприятие в г. Климовске, которое оборудовано по последнему слову техники и производит ОЖ нового поколения по технологиям бельгийской компании «ARTECO», являющейся в свою очередь, совместным предприятием транснациональных корпораций Chevron Техасо и Total. В настоящее время «Техноформ» проводит большой объем научно-

исследовательских и испытательных работ по внедрению нового поколения ОЖ в российскую автопромышленность.

## 10. Автозаправочные станции и комплексы

### Краткая характеристика автозаправочных станций

Все многообразие находящихся в эксплуатации автозаправочных станций можно условно разделить на пять групп: традиционные, блочные, модульные, контейнерные и передвижные.

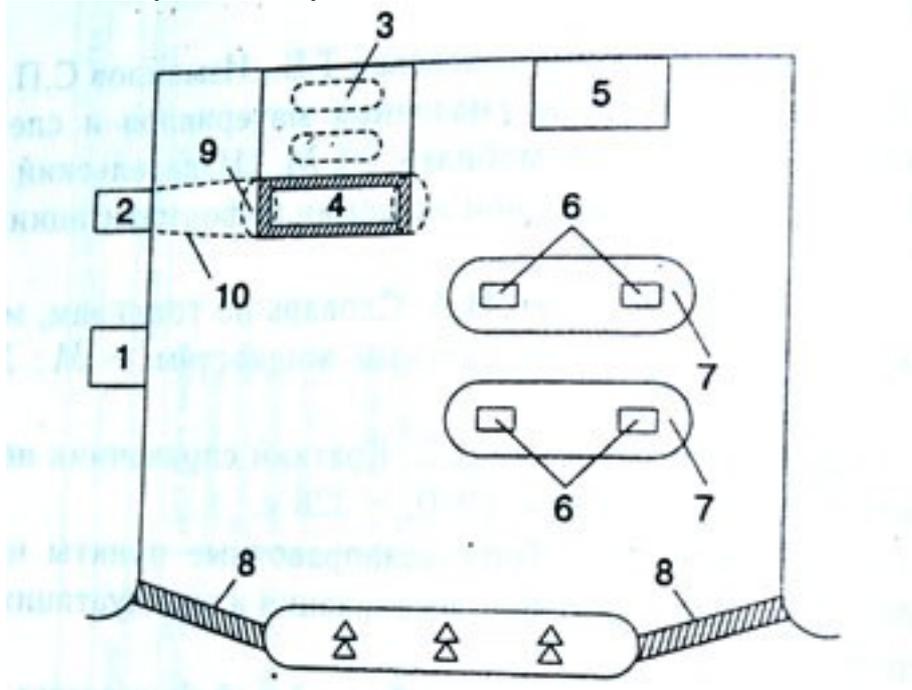


Рис10. 1. Традиционная АЗС:

- 1.- очистные сооружения; 2- емкость для сбора крупных разливов;
- 3 – подземные резервуары; 4 – площадка для АЦ; 5 – здание операторной;
- 6 – ТРК; 7 – заправочный островок; 8 – лоток отвода атмосферных осадков;
- 9 – пологие борта площадки (пандусы); 10 – лотки отвода крупных разливов топлива.

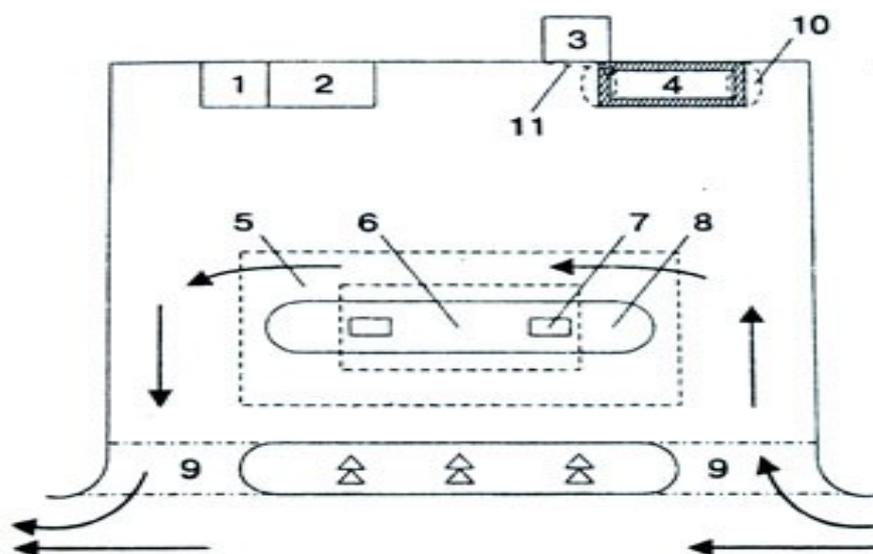


Рис 10.2. АЗС с ТЗС блочного типа с подземным расположением резервуара и колонками над ним:

- 1- здание операторной; 2- подсобное помещение; 3 – емкость для сбора крупных розливов; 4 – площадка для АЦ с отбортовкой; 5 – навес; 6 – подземный резервуар; 7 – ТРК; 8 – заправочный островок; 9 - повышенный участок дороги; 10 – пологие борта площадки (пандусы); 11 – лотки отвода крупных розливов топлива.

Традиционная АЗС ( рис10. 1) – стационарная автозаправочная станция с подземным расположением резервуаров, отличительной особенностью которой является сборка технологической системы, предназначенной для приема, хранения и выдачи топлива, осуществляемая из отдельных элементов технологического оборудования непосредственно на строительной площадке.

Блочная АЗС ( рис 10.2) – стационарная автозаправочная станция, отличительной особенностью которой является использование для приема, хранения и выдачи топлива технологической системы, состоящей из модуля блока хранения топлива с подземным расположением резервуаров, с размещением над ними заправочных островков, топливозаправочных колонок, насосного и другого оборудования.

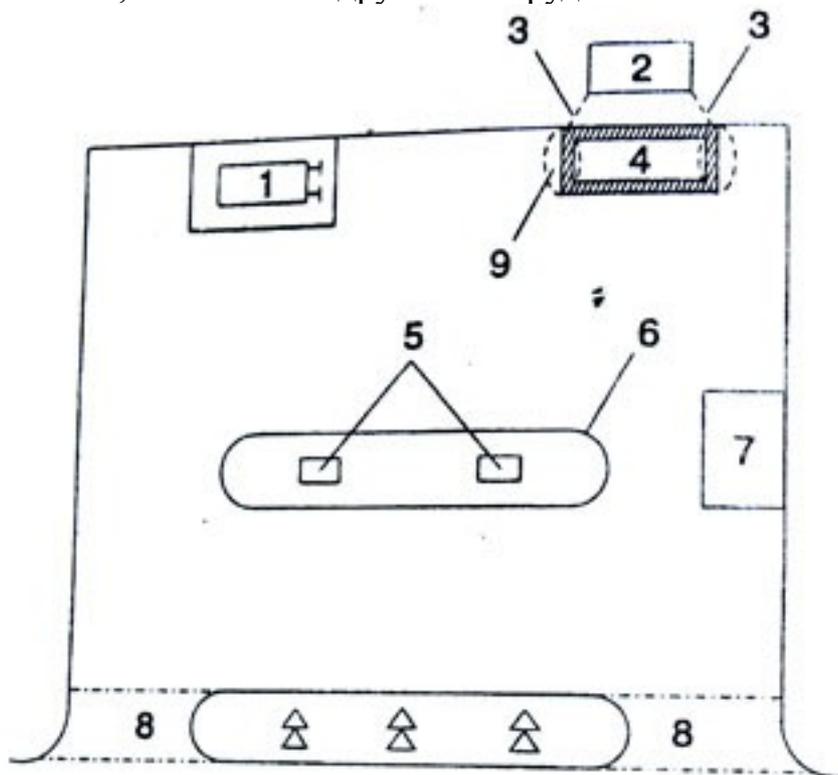


Рис 10.3. Модульная АЗС:

- 1 – модуль хранения топлива; 2 – емкость для сбора крупных розливов; 3 – лотки отвода крупных проливов; 4 – площадки для АЦ с отбортовкой; 5 – ТРК; 6 – заправочный островок; 7 – модуль операторной; 8 – повышенный участок дороги; 9 – пологие борта площадки (пандусы).

Модульная АЗС (рис 10.3) предназначена для временного размещения автозаправочной станции с наземным (надземным) расположением резервуаров, отличительной особенностью которой является компоновка технологического оборудования из отдельно размещенных (на

определенном расстоянии друг от друга) модулей хранения топлива и модулей заправочных островков.

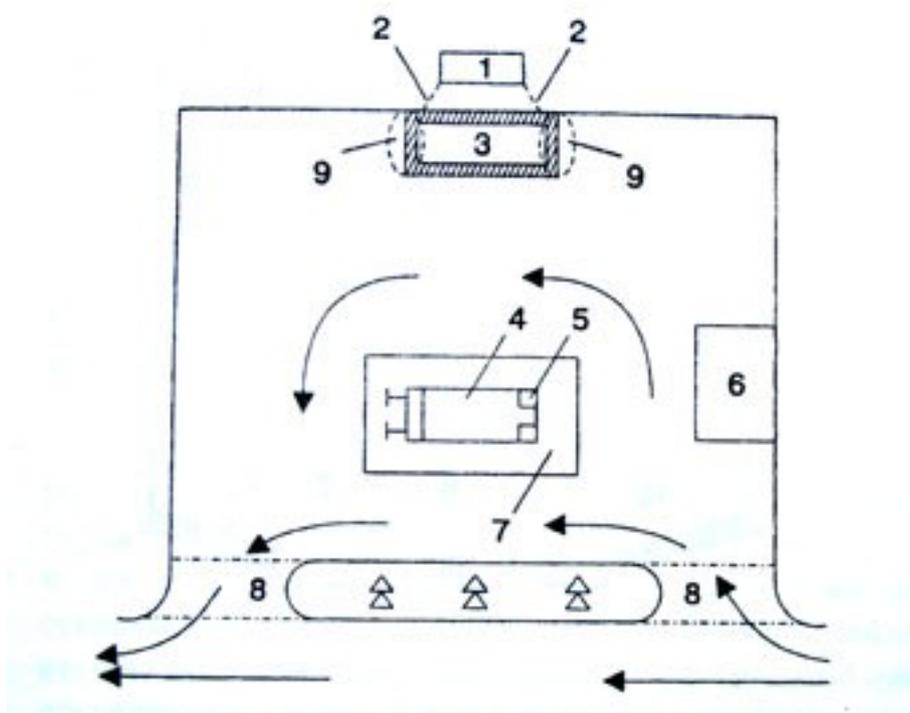


Рис 10.4 Контейнерная АЗС:

1 – емкость для сбора крупных разливов; 2 – лотки отвода крупных разливов; 3 – площадка для АЦ с отбортовкой; 4 – контейнер хранения топлива; 5 – ТРК; 6 – контейнер операторной; 7 – заправочный островок; 8 – повышенный участок дороги; 9 – пологие борта площадки (пандусы).

Контейнерная АЗС (КАЗС) (Рис 10.4), предназначенная для временного размещения автозаправочная станция с наземным (надземным) расположением резервуаров, отличительной особенностью которой является компоновка технологической системы, предназначенной для приема, хранения и выдачи топлива на единой раме (включая топливозаправочные колонки) собранной непосредственно на заводе изготовителе.

Передвижная АЗС (ПАЗС), предназначенная для розничной торговли топливом автомобильная технологическая система, с размещенным на базе автомобильного шасси, прицепа или полуприцепа, оборудованного для приема хранения и выдачи топлива, посредством которой осуществляется заправка транспортных средств.

Для стационарных АЗС, как отмечено выше, характерно подземное расположение резервуаров. Как правило, имеется несколько резервуаров для различных марок топлива и моторных масел, располагаемой в одной или нескольких группах с общими или отдельными линиями деаэрации, наполнения и выдачи топлива и системы контроля. Трубопроводы могут располагаться в подземных лотках. Заполнение резервуаров может осуществляться из автомобильных цистерн, либо, из железнодорожных

цистерн, или по трубопроводам непосредственно с нефтебаз. Резервуары бывают одностенными или двухстенными. Одностенные резервуары могут устанавливаться как в герметические бетонные боксы для исключения утечек топлива в грунт, так и на фундамент без вертикальных стенок. В двухстенных резервуарах межстенное пространство заполняется негорючей жидкостью плотностью, превышающей плотность топлива. По изменению уровня в межстенном пространстве можно судить о герметичности внешнего и внутреннего резервуаров. Существует модификация резервуаров подземного размещения, в которых индикация утечек топлива в межстенное пространство осуществляется сигнализатором до взрывоопасной концентрации паров топлива. При этом осуществляется периодический контроль герметичности путем создания небольшого (30 – 40 кПа) избыточного давления в межстенном пространстве.

Эксплуатируемые в настоящее время в России контейнеры топлива для АЗС с наземным (надземным) расположением резервуаров характеризуются следующими особенностями:

- резервуары для топлива могут быть установлены в металлические боксы, либо размещаться открыто без установки в бокс;

- резервуары могут быть одностенными с теплоизоляцией, без нее, или двухстенными;

- заполнение резервуаров осуществляется либо с помощью насосов технологической системы, либо автоцистерны;

- налив топлива из автоцистерны может осуществляться по трубопроводам, (автоцистерна устанавливается на определенном расстоянии от резервуара), либо непосредственно через соединительное устройство на резервуаре;

- на резервуарах устанавливается верхняя и нижняя разводка трубопроводов;

- обесшламливание (удаление воды с включениями твердых частиц и остатков топлива при полном опорожнении резервуара) ведется с помощью специального оборудования закрытым или открытым способом;

- имеются существенные отличия в оснащении контрольной, измерительной, предохранительной и другой аппаратурой и оборудованием.

В качестве передвижной АЗС часто используется автотранспортное средство для заправки и транспортирования нефтепродуктов, которые, в соответствии с ГОСТ 27352-87 не предназначены для розничной торговли нефтепродуктами вследствие своих конструктивных особенностей (нижний слив топлива, одностенный резервуар, отсутствие предохранительных мембран и т.д.). Здания и сооружения АЗК (рис.5) имеют следующие особенности.

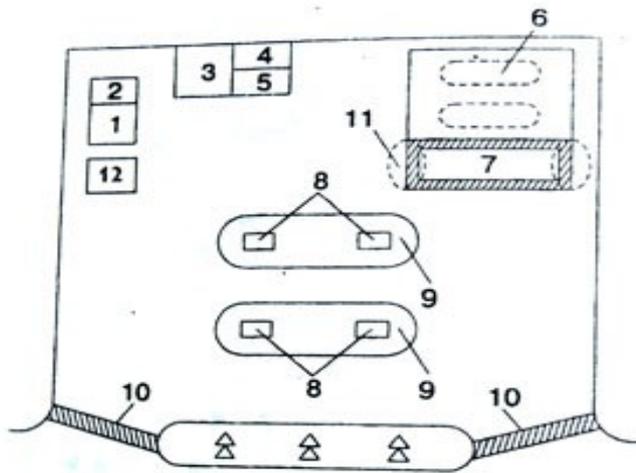


Рис 10.5. АЗК на базе традиционной АЗС

- 1- мойка; 2 – 4 служебные помещения; 5 – здание операторной; 6 – подземные резервуары; 7 – площадка для АЦ; 8 – ТРК; 9 – заправочный островок; 10 – лоток для отвода атмосферных осадков; 11 - пологие борта площадки (пандусы); 12 – очистные сооружения

помещение операторной и служебные помещения могут располагаться в одном или нескольких зданиях;

помещения, здания и сооружения АЗК могут оснащаться системой автоматического пожаротушения;

закрытые пространства очистных сооружений АЗК могут оснащаться сигнализаторами до взрывоопасных концентраций паров топлива;

площадки для установки автоцистерн могут оснащаться сооружениями для отвода и сбора крупных разливов.

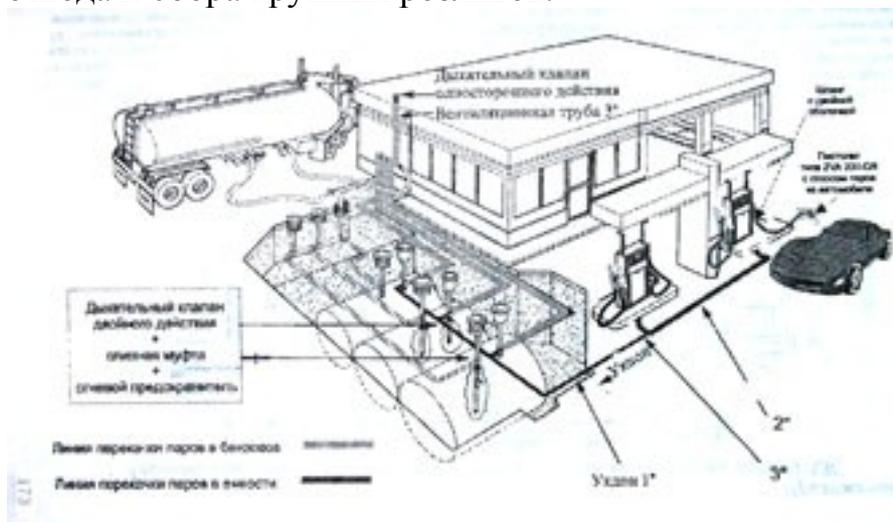


Рис.10.6 Схема «экологически чистой» АЗС

В последние годы большинство АЗС фактически являются не только местом перевалки нефтепродуктов но и пунктом мойки и обслуживания автотранспорта.

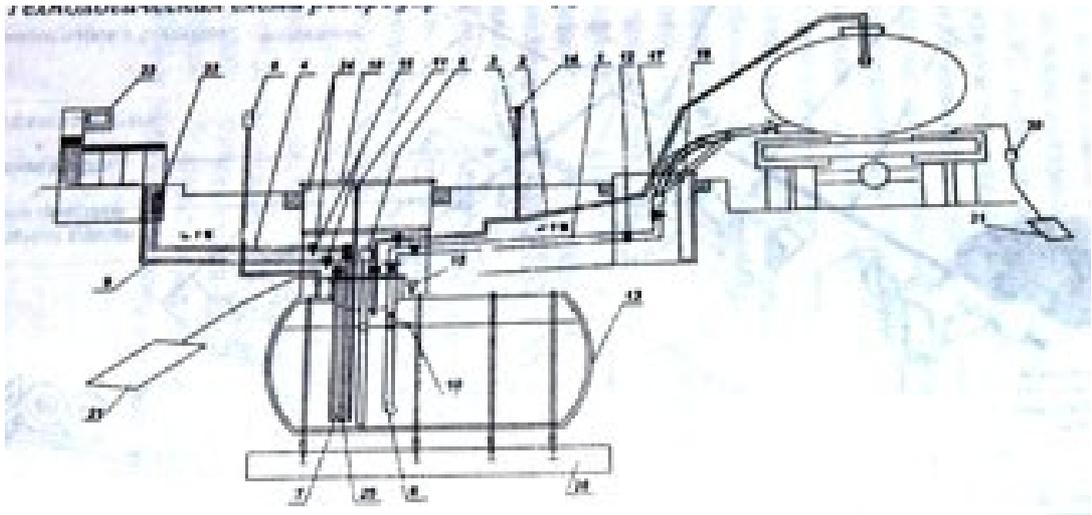


Рис 10.7 Технологическая схема резервуарного оборудования экологически чистой АЗС

1-сливная магистраль; 2-труба возврата паров из резервуара в топливозаправщик; 3-труба дыхательного клапана (15"); 4-топливопровод (2") к колонке; 5-труба контроля измерения уровня антифриза; 6-сливная труба в резервуар; 7-всасывающая труба топливной магистрали к колонке; 8-дистанционный уровнемер; 9-труба возврата паров топлива; 10-система защиты от переполнения; 11-замерная труба метрштока; 12-огневой предохранитель; 13-подземный резервуар; 14-дыхательный клапан двойного действия; 15-вентиль выпуска воздуха при заполнении межболочного пространства; 16-компенсатор трубопровода; 17-муфта сливная; 18-крышка; 19-контрольная труба утечки топлива; 20-заземление бензобака; 21-заземляющий контур; 22-гибкий трубопровод (сильфонная трубка); 23-ТРК; 24-колодец горловины резервуара; 25-обратный клапан с огневым предохранителем; 26-фундамент

Поэтому при эксплуатации АЗК актуальным является вопрос защиты окружающей среды от загрязнений, в том числе и от нефтепродуктов. Очистные сооружения предназначены для очистки сточных вод объектов автозаправочных предприятий, включая АЗС, где основным источником загрязнения являются нефтепродукты и взвешенные вещества, и позволяют обеспечить степень очистки до 99,9% по указанным загрязнителям.

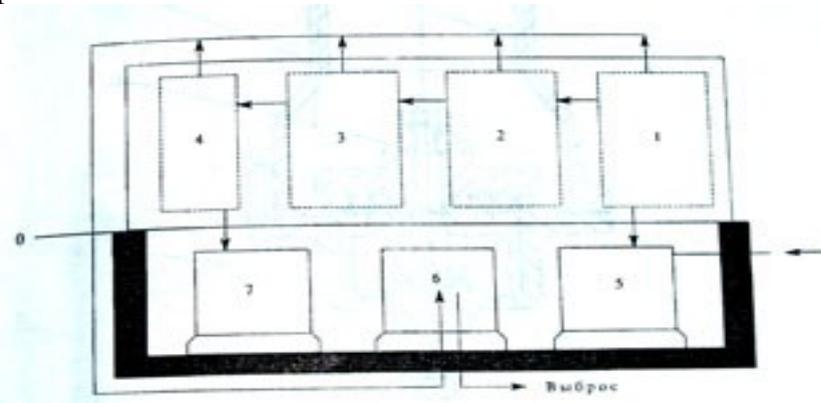


Рис 10.8 Блок-схема очистных сооружений

1-коалесцирующий фильтр; 2-флотатор; 3-механический фильтр; 4-сорбционная колонка; 5-ливнеприемник; 6-шламосборник; 7-отстойник очищенной воды

Производительность очистки с номинальным качеством – до 5 м<sup>3</sup>/ч.. Реализуется традиционная схема очистки с использованием коалисцирующего фильтра с полиэтиленовым наполнителем и тонкослойным разделителем, флотатора с аэрацией воздушной смесью и использованием механического фильтра. Преимуществом данных очистных сооружений является то, что они изготавливаются и испытываются в заводских условиях и могут быть доставлены к месту монтажа по железной дороге или автотранспортом.

### **Территория автозаправочных зданий и сооружений**

Площадка, намечаемая под строительство автозаправочной станции, должна отвечать ряду требований в техническом, пожарном, санитарно-эпидемиологическом отношении. Площадка должна иметь удобные подъезды как для бензовозов, доставляющих топливо на станцию, так и для автотранспорта, въезжающего на территорию станции для заправки. Вокруг площадки должна быть организована санитарно-защитная зона. Расстояния от границ площадки до соседних построек должны быть выполнены по нормам санэпиднадзора и пожарного надзора. Места расположения АЗС обозначаются дорожными знаками по ГОСТ 10807.

Все подъезды и проезды на территории станций, а также отмотки у здания операторной и других служб должны быть заасфальтированы. Места стоянки автомобилей у заправочных островков и сами заправочные островки должны иметь бетонное покрытие. Площадка должна быть ровной и иметь централизованный сбор сточных вод с целью дальнейшей их очистки или сброса в канализацию.

Территория должна быть освещена в соответствии с санитарными нормами. Места заправки и слива нефтепродуктов, при необходимости, могут быть оборудованы дополнительным освещением. Территория станции должна иметь ограждения по периметру. На территории должны быть установлены указатели направления движения транспортных средств с ограничением скорости движения. В местах, запрещенных для проезда, должны быть установлены запрещающие знаки и надписи. Установка дорожных знаков согласовывается с Государственной автоинспекцией. На территории АЗС должны быть установлены указатели расположения средств пожаротушения.

Работа по благоустройству территории АЗС и КАЗС должна проводиться в соответствии с проектом и при соблюдении требований СНиП III-10-75 «Благоустройство территории».

На АЗС и АЗК обязательными являются здания операторной и очистные сооружения.

Кроме того, обязательны сооружения для размещения технологического оборудования (сооружения для обслуживания резервуаров, короба для прокладки трубопроводов и кабелей, эстакады для слива нефтепродуктов и пр.).

Все здания на территории АЗС и АЗК должны иметь степень огнестойкости не менее IIIа при одноэтажном строительстве. В соответствии с этой степенью огнестойкости принимается конструкция зданий и материалы для их строительства. В настоящее время с целью ускорения сроков строительства и их удешевления применяется блочно-панельный способ возведения зданий или их элементы поставляются на строительную площадку с максимальной заводской готовностью. При строительстве зданий и сооружений необходимо соблюдать противопожарные нормы и правила, а также «Противопожарные нормы СНиП 2.01.02-85».

### Технологическое оборудование

Технологическое оборудование АЗС и АЗК по своему функциональному назначению подразделяется на следующие группы:

оборудование для хранения топлива и масел;

оборудование для выдачи топлива и масел (топливораздаточные, смесераздаточные, маслораздаточные колонки);

оборудование для управления колонками и автоматизации технологических процессов на станции;

оборудование для технического обслуживания и ремонта автомобилей;

оборудование для мойки автомобилей;

оборудование для чистки ливневых и бытовых стоков;

оборудование для решения экологических проблем;

оборудование противопожарное;

молниезащита.

Для хранения топлива и масел на АЗС и АЗК используются горизонтальные и вертикальные подземные резервуары. Их технические характеристики приведены в табл. 10.1 и 10.2.

Таблица 10.1

*Техническая характеристика горизонтальных резервуаров для хранения нефтепродуктов на АЗС и АЗК*

Номинальная вместимость, м <sup>3</sup>	Наружный диаметр, мм	Длина, мм	Толщина металла стенок, мм	Ориентировочная масса, кг
5	1846	2036	3	450
10	2220	3100	4	980
25	2760	4280	4	1900
50	2870	8480	4	3370

Таблица 10.2

*Техническая характеристика вертикальных резервуаров для хранения нефтепродуктов на АЗС и АЗК.*

Номинальная вместимость, м <sup>3</sup>	Обозначение резервуаров	Наружный диаметр, мм	Высота, мм	Толщина металла стенок, мм	Масса, кг
5	РВ-5	1788	2018	4	473
10	РВ-10	2233	2579	4	840
15	РВ-15	2806	2518	4	1140
25	РВ-25	3186	3218	4	1750

В контейнерных КАЗС применяются резервуары вместимостью от 5 до 20 м<sup>3</sup>. Их конструкция зависит от конструкции КАЗС. Они могут быть цилиндрической и прямоугольной формы, с одним или двумя отсеками для одновременного хранения одного или двух видов топлива. Располагаются они в контейнерах (блоках) хранения топлива. Толщина стенок таких резервуаров 3-4 мм.

К резервуарам для хранения нефтепродуктов на АЗС предъявляются требования, перечисленные в табл. 10.3

Таблица 10.3

Плотность хранимого нефтепродукта, кг/м <sup>3</sup> н/более	1,0
Внутреннее избыточное давление, МПа, н/более	0,07
Вакуум, МПа, не более	0,001
Максимально допустимое заглубление резервуара, м, не более	1,2
Допустимые геометрические отклонения резервуаров, мм	
По длине резервуара	±10
По длине окружности цилиндра	±20
Разность диаметров в одном сечении	±10
Отклонение образующей цилиндра от прямой линии, не более	±150

При изготовлении и ремонте таких резервуаров производится проверка их на герметичность:

избыточным давлением воздуха в резервуаре 0,025 МПа, при этом должны отсутствовать пузырьки воздуха на сварных швах, смазанных мыльной пеной.

гидравлическим испытанием под давлением, превышающим рабочее на 25% в течение 3 минут. При этом течь или «потение» стенок сварных швов не допускается.

В настоящее время с целью предотвращения утечек нефтепродуктов через стенки резервуаров при их эксплуатации в результате коррозии металла, механических воздействий, давления земли и т.п. начали устанавливать на АЗС и АЗК резервуары с двойными стенками,

межстенное пространство которых заполняется либо инертным газом, либо незамерзающей негорючей жидкостью (например тосолом). В таких резервуарах осуществляется контроль утечек инертного газа или жидкости из межстенного пространства и протечек нефтепродукта в межстенное пространство. Технические характеристики двухстенных горизонтальных резервуаров приведены в табл. 10.4. и на рис 10.6 и 10.7.

Каждый резервуар оборудуется сливным устройством для слива топлива из автоцистерн, устройством для замера уровня в резервуаре, приемной трубой топливораздаточной колонки с приемным клапаном на конце

Таблица 10.4

*Техническая характеристика горизонтальных резервуаров с двойными стенками*

Номинальная вместимость, м <sup>3</sup>	Наружный диаметр, мм	Длина, мм	Объем межстенного пространства, м <sup>3</sup>	Толщина металла стенок, мм.		Ориентировочная масса, кг
				наружных	внутренних	
10	2320	2800	0,25	4	4	2900
25	2320	4600	0,52	4	4	4700
50	2320	12200	0,95	5	5	7300
75	3240	7900	1,1	5	5	11500
100	3240	12700	1,4	6	6	16100

трубы внутри резервуара. Каждый резервуар имеет горловину, размер которой позволяет производить ревизию внутри резервуара и его периодическую очистку. Горловины резервуаров закрываются крышками. При необходимости на резервуаре могут быть выполнены две горловины. Каждый резервуар оснащается дыхательным клапаном, позволяющим во время эксплуатации поддерживать постоянное рабочее давление внутри резервуара.

Двухстенные резервуары оборудуются дополнительным оборудованием для заполнения межстенного пространства газом или жидкостью, и приборами контроля этого пространства.

Для выдачи потребителям топлива и масел применяются топливораздаточные, смесераздаточные и маслораздаточные колонки различных конструкций. Все колонки, применяемые на АЗС и АЗК, должны соответствовать ГОСТ 9018 «Колонки топливораздаточные. Общие технические требования». Основной задачей колонок является выдача потребителям задаваемых количеств топлива или масла с заданной точностью (погрешность отпуска дозы не должна превышать  $\pm 0,5\%$ ).

На АЗС и АЗК используются в основном топливораздаточные колонки, управляемые дистанционно с пульта дистанционного управления, либо с помощью специальных автоматических систем управления.

В России основным изготовителем ТРК является Серпуховское ОАО «Автозаправочная техника».

В настоящее время это предприятие производит выпуск колонок с расходом 50 л/мин серии 2000, многопостовых колонок серии 4000 с расходом 50 л/мин, колонок с повышенным расходом до 100 л/мин серии 6000, многопостовых блочных колонок с расходом 50 л/мин серии 5000. Кроме того, ОАО АЗТ производит выпуск контейнерных АЗС, систем управления колонками, систем автоматизации технологических процессов и другого технологического оборудования для АЗС и АЗК.

На АЗС и АЗК в России широко применяются и колонки производства ряда зарубежных фирм. Наиболее распространены колонки производителей Дрессер Вейн (США), Танканлаген Зальцкоттен (ФРГ), Токхайм (США).

Анализ зарубежных производителей показывает, что на протяжении длительного времени в жесткой конкуренции, происходил процесс совершенствования автозаправочной техники. Причем все они имели доступ к новым технологиям, материалам, комплектующим и эти области производства, в отличие от России. Имели равные приоритеты в своем развитии по отношению к другим отраслям.

Таким образом, к моменту открытия в России свободного рынка автозаправочной техники, эти и многие другие фирмы готовы были поставлять свою продукцию, которая по некоторым конструктивным параметрам оказалась более совершенной.

Это, прежде всего, наличие во всех типах ТРК моноблока – агрегата, в котором объединены три узла (насос, система газоотделения, поплавковая камера). В такой конструкции агрегат является очень компактным, повышается надежность ТРК за счет уменьшения общего количества узлов.

Вторым важным фактором является широкое внедрение электроники на процессорной основе для управления ТРК и управления работой всей АЗС.

Третье – экологически чистые АЗС, эксплуатация которых только и разрешается в развитых европейских странах.

С учетом вышеизложенного, ОАО АЗТ ведет техническое перевооружение своего предприятия и постоянно совершенствует выпускаемую продукцию, которая в настоящее время по многим показателям уже превосходит зарубежную технику.

Смесераздаточные колонки предназначены для заправки транспортных средств с двухтактными двигателями смесью бензина с моторным маслом в различных пропорциях. Такие колонки в России не производятся. При необходимости на АЗС и АЗК устанавливаются колонки зарубежных фирм.

За рубежом применяются смесезаправочные колонки, которые из двух видов бензина. Путем смешения в различных пропорциях получают и выдают потребителю топливо с различными октановыми числами. Однако

в России такой метод получения на АЗС топлива с различными октановыми числами не принят. В России бензины различных марок готовятся непосредственно на НПЗ.

Маслораздаточные колонки на АЗС применяются как отечественного производства, так и зарубежных фирм. Отечественные маслораздаточные колонки выпускаются по ГОСТ 11357 «Колонки маслораздаточные. Общие технические требования».

Для управления топливораздаточными колонками на АЗС в основном применяются пульты дистанционного управления различных конструкций. А на ведомственных АЗС часто применяются колонки с ручным управлением, не требующие пультов дистанционного управления.

С целью автоматизации технологического процесса на АЗС применяются автоматизированные системы с компьютерами, обеспечивающие учет отпускаемого топлива, предусматривающие учет оставшегося в резервуаре остатка топлива за определенный период времени, подсчета стоимости отпущенного топлива. Надо отметить, что новые системы учета и контроля приспособлены к работе с определенными типами топливораздаточных колонок.

Для технического обслуживания и ремонта автомобилей на АЗК применяется технологическое оборудование, позволяющее выполнять работы по техобслуживанию и ремонту экстренного характера средней трудоемкости не терпящие отсрочки до поступления автомобиля на станцию ТО. Это работы по смазке узлов, замене масла, заправке тормозной и охлаждающей жидкостью.

На каждой АЗС необходима очистка сточных вод и бытовых стоков на локальных очистных установках. Они могут быть укомплектованы системами химической и физической очистки воды. На АЗС широко применяются установки механической очистки, которые включают системы обеспечивающие:

осаждение взвешенных механических частиц;

сепарацию нефтепродуктов (маслоотделители и отстойные фильтры 1 ступени)

фильтрацию стоков (фильтры 2 ступени)

нейтрализацию стоков после очистки;

Технические характеристики очистных сооружений, применяемых на АЗС приведены в табл. 10.5 и рис.10.8.

Технические характеристики очистных сооружений АЗС

Показатели	Проект институтов		
	Гипротранснефть	Гипроавтотранс	Мосводоканалпроект
Расход воды, л/с	5	12	5
Допускаемая загрязненность поступающих стоков, мг/л:			
Нефтепродуктами	250	50	200
Взвешенными веществами	350	100	2150
Загрязненность стоков после очистки, мг/л:			
Нефтепродуктами	4	2	4
Взвешенными веществами	15	10	10
Вертикальная отметка труб, м:			
Входной	-0,9		-1,38
Выходной	-1,2		-1,85

Экологические проблемы на АЗС решаются следующим образом:

- применением газовых обвязок резервуаров с дыхательными клапанами повышенного давления;
- сбором паровоздушной смеси, вытесненной из резервуаров при сливе в них топлива «большое дыхание» в автоцистерны;
- уменьшением среднего времени пребывания автомобилей на АЗС путем рациональных планировочных схем АЗС;
- очистка загрязненного воздуха специальными очистными установками;
- создание зеленой зоны на АЗС;
- применение совершенных сливных устройств, исключая разливы;
- применение резервуаров с двойными стенками;
- применение уровнемеров в резервуарах, датчиков верхнего уровня и сигнализаторов утечек топлива из резервуаров;
- применение управляемых приемных клапанов, исключая разлив нефтепродуктов;
- применение экологически чистых ТРК;
- применение заправочных клапанов с автоматическим отключением при заполнении топливных баков;
- применение вертикальных резервуаров, устанавливаемых в изолированных засыпных железобетонных колодцах.

Каждая АЗС оснащается первичными средствами пожаротушения в соответствии с установленными нормами, приведенными в табл. 10.6.

Таблица 10.6

*Нормы первичных средств пожаротушения*

Средства пожаротушения	Норма		
	На две ТРК	На четыре ТРК	Более четырех ТРК
Химический огнетушитель	4	6	Не менее трех на каждые 2 ТРК
Углекислотный огнетушитель	1	1	Не менее 1 на каждые 2 ТРК
Ящики с песком вместимостью 0,5 м <sup>3</sup>	2	4	По одному ящику на колонку
Лопаты железные совковые	2	4	по одной лопате на колонку
Кошма войлочная или асбестовое полотно размером 1,5х2,0 м	1	2	По одной на каждые 2 ТРК
Лестница	1	1	Две независимо от числа ТРК
Ведро	1	1	Два независимо от числа ТРК

В качестве пенообразователя применяется порошок ПО-2 или ПО-6.

В табл. 10.6 дана характеристика средств пожаротушения.

С целью защиты обслуживающего персонала от поражения электрическим током, а также для предотвращения накопления статического электричества в резервуарах, трубопроводах, заправочных и сливных шлангах и т.п., что может привести к трагическим последствиям при эксплуатации оборудования в среде легковоспламеняющихся и взрывоопасных веществ, требуется особо внимательное и ответственное отношение к выполнению и эксплуатации заземляющих устройств на АЗС.

Таблица 10.7

*Характеристика средств пожаротушения*

Средства пожаротушения	Марка	Технические характеристики	Область применения
Пенные огнетушители	ОХП-10	Продолжительность работы -60 с; Вместимость -10 л Дальность подачи -6-8м	Для тушения небольших очагов пожаров
Углекислотные огнетушители	ОУ-2; ОУ-5; ОУ-8	Продолжительность работы -60с Вместимость, л -2,5;5;8	Для тушения небольших очагов пожаров. В том числе и при загорании электроустановок и проводов, находящихся под электрическим напряжением
Воздушно-механический пенный раствор		Состав %: Воздух -90 Вода 9,6 Пенообразователь 0,4	Для тушения горючего с температурой вспышки до 28°С в резервуарах с площадью зеркала до 56 м <sup>2</sup>
Химический пенный раствор		Состав%: Углекислый газ -80 Вода -19,7 Пенообразователь -0,3	Для тушения горючего с температурой вспышки выше 28°С и 45°С в резервуарах с площадью зеркала соответственно 105 и 120 м <sup>2</sup>

Заземлению подлежат следующие элементы:

корпуса электрических машин, трансформаторов, светильников и т.п.

провода электрических аппаратов;

вторичные обмотки измерительных трансформаторов;

каркасы распределительных щитов, щитков, шкафов;

металлические конструкции подстанций, металлические каркасы кабельных муфт, металлические оболочки кабелей, проводов, стальные трубы электропроводки;

объекты и цепи статических электрических зарядов (резервуары, ТРК, трубопроводы и т.п.) .

В табл. 10.7-10.10 приведены нормативные характеристики заземляющих устройств.

Таблица 10.8

*Минимальные размеры заземлителей и заземляющих проводников*

Материал	В земле		
	В зданиях	В наружных условиях	
Круглый проводник, диаметр мм	5	6	6
Прямоугольный проводник			
Сечение мм <sup>2</sup>	24	48	48
Толщина мм	4	4	4
Угловая сталь, толщина полок мм	2	2,5	4
Стальные газопроводные трубы, толщина стенок мм	2,5	2,5	3,5

Таблица 10.9

*Минимальные сечения (мм<sup>2</sup>) медных и алюминиевых заземляющих проводников для электроустановок до 1000В*

Проводники	Медные	Алюминиевые
Голые проводники при открытой проводке	4	4
Изолированные провода	1,5	1,5
Заземляющие жилы кабелей при многожильных проводах в общей защитной оболочке с фазными жилами	1	1,5

Таблица 10.10

*Нормативные сопротивления заземляющих устройств*

Напряжение электроустановок, В	Сопротивление, Ом, не более		
	Заземляющее устройство	Искусственного заземления	Всех повторных заземлителей
660/380	2	15	5
380/220	4	30	10
220/127	8	60	20

Осмотр заземляющих устройств должен проводиться не реже одного раза в год, а в сырых помещениях не реже одного раза в три месяца. Измерение сопротивления заземляющих устройств должно проводиться не реже одного раза в год и после каждого капитального ремонта.

Молниезащита АЗС выполняется отдельно стоящими стержневыми молниеотводами, обеспечивающими требуемую зону защиты. От каждого стержневого молниеотвода прокладывается не менее двух токоотводов. Импульсное сопротивление растекания токов молнии каждого заземлителя защиты должно быть не более 10 ом для зданий и сооружений I и II категорий, а в грунтах с удельным сопротивлением 500 ом•м и выше допускается не более 40 ом.

**11.Топливораздаточные колонки**

Топливораздаточные колонки (ТРК) являются одним из основных видов технологического оборудования на АЗС. Они являются не просто оборудованием для выдачи топлива потребителям, но и средством измерения количества выдаваемого топлива в единицах объема с определенной погрешностью измерения, установленной ГОСТ 9018.

Каждая ТРК независимо от ее конструкции состоит из топливного насоса, приводимого во вращение электрическим двигателем, фильтра грубой очистки, установленного на всасывающем патрубке насоса, газоотделителя, установленного после насоса на нагнетательной линии, устройства для снижения расхода колонки в конце выдачи дозы, которое устанавливается обычно после газоотделителя, а также измерителя объема для заказа дозы, раздаточного рукава с клапаном, индикатора перед раздаточным рукавом для контроля качества выдаваемого топлива (проверяется отсутствие пузырьков воздуха в топливе), отсчетного устройства, связанного с измерителем объема, для отображения информации о количестве выданного топлива и устройства, приводящего колонку в действие. На рис 11.1 в качестве примера показан общий вид колонки типа 1 КЭД 50-0,25-1 «Нара-28»

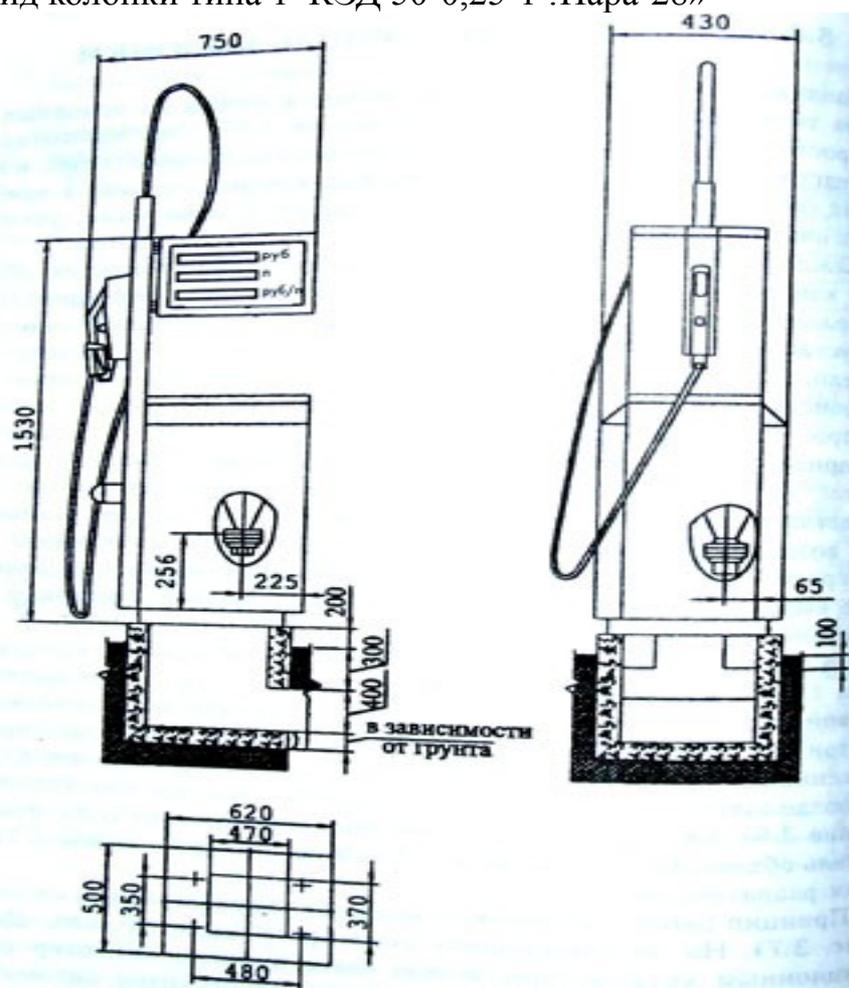


Рис 11.1. Обычный вид колонки на фундаменте  
Колонка состоит из гидравлической части и счетного устройства.

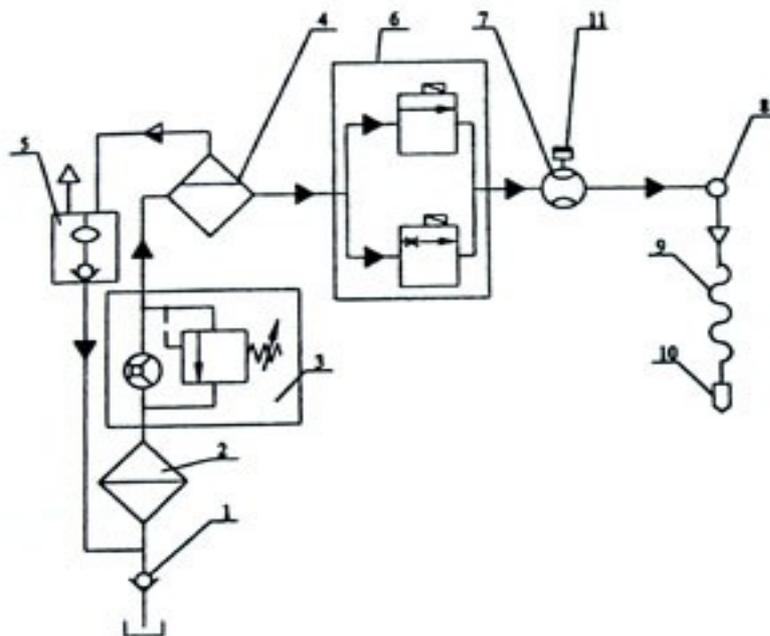


Рис. 11.2 Схема гидравлическая принципиальная.

1 – клапан приемный; 2 – фильтр; 3 – насос; 4 – газоотделитель; 5 – камера поплавковая; 6 – клапан электромагнитный; 7 – измеритель объема; 8 – индикатор; 9 – рукав напорный; 10 – кран раздаточный; 11 – счетчик с датчиком импульсов.

Принцип работы колонки поясняется гидравлической схемой (рис 11.2). На дистанционном устройстве задается доза. Дистанционным устройством может быть компьютер. При снятии раздаточного крана автоматически включается электродвигатель. Под действием разряжения создаваемого насосом ( рис. 11.3 ) топливо из резервуаров через приемный клапан поступает в насос. Насос подает топливо в газоотделитель. через клапан (рис 11.4)

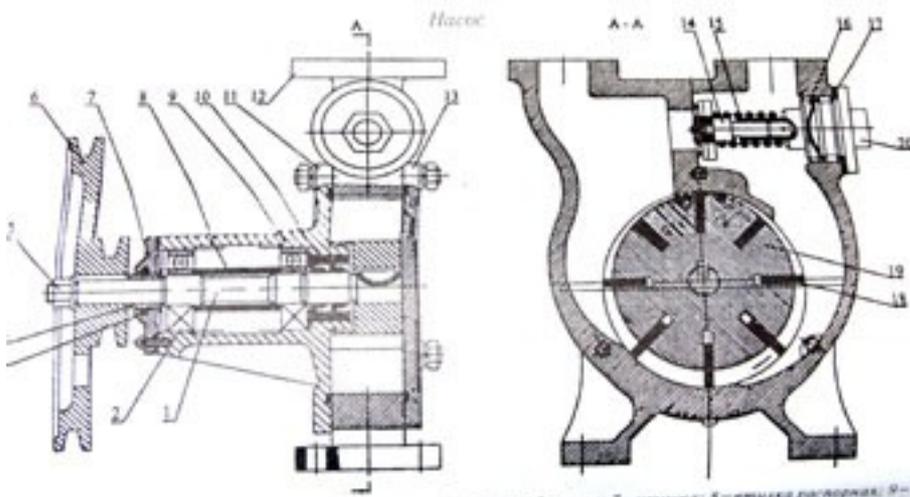


Рис 11.3. Насос:

1-вал насоса; 2-подшипник; 3-кольцо; 4-штулка; 4-гайка; 6-шкив; 7-крышка; 8-штулка распорная; 9-кольцо; 10-манжета; 11-крышка подшипника; 12-корпус; 13-крышка глухая; 14-клапан; 15-пружина; 16-винт регулировочный; 17-прокладка; 18-лопатка; 19-ротор; 20-пробка

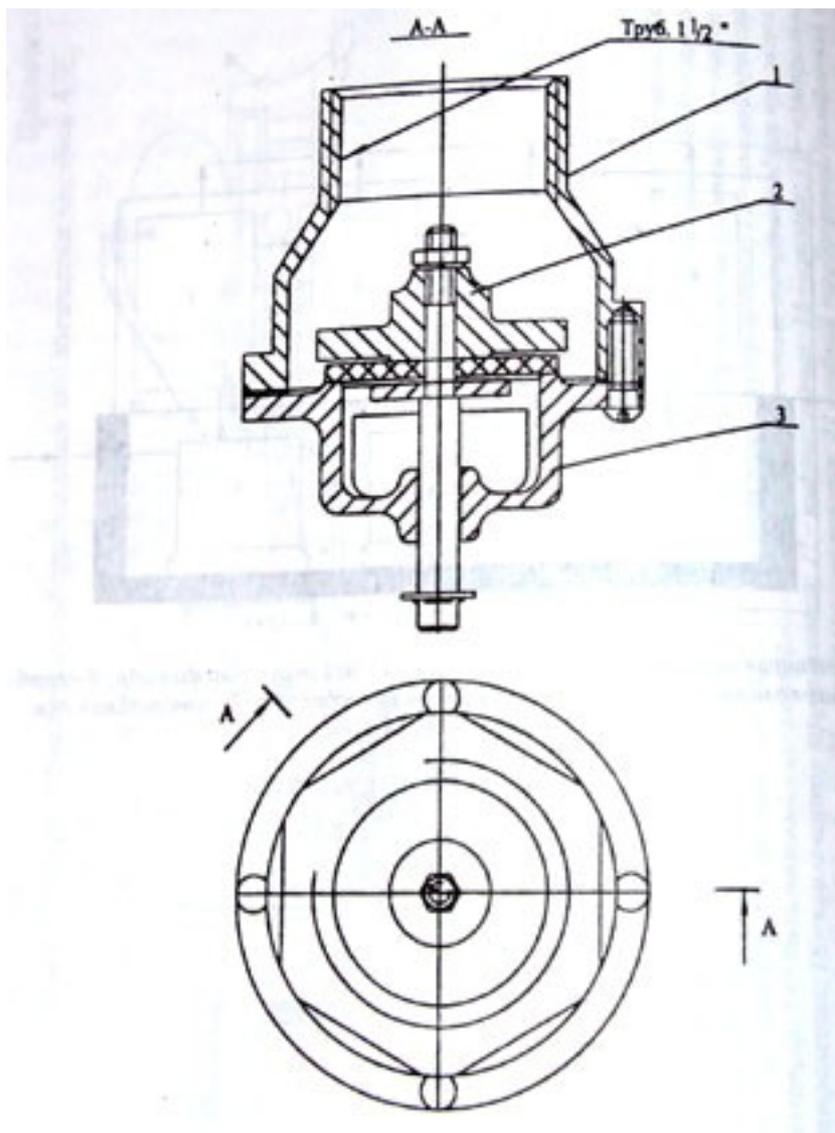


Рис 11.4 Клапан:

1-корпус; 2-захлопка; 3-седло клапана

и измеритель объема отмеренное топливо поступает через раздаточный кран потребителю. При поступлении топлива в газоотделитель (рис. 11.5)

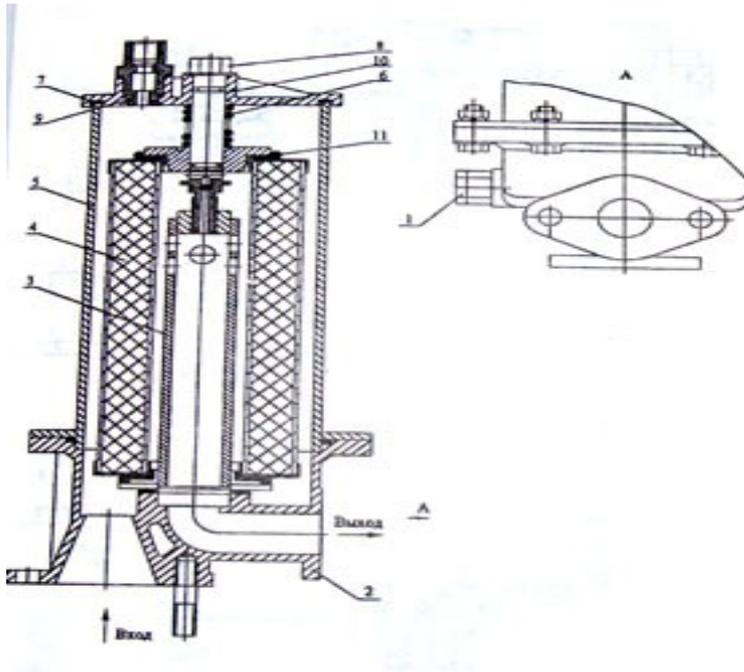


Рис 11.5 Газоотделитель:

1-пробка; 2-корпус; 3-трубка; 4-фильтрующий элемент; 5-корпус; 6-пружина; 7-прокладка; 8-винт;  
9-штука; 10-крышка; 11-кольцо

скорость потока резко снижается из-за увеличения проходного сечения потока жидкости, в результате чего из топлива происходит наиболее полное выделение паров топлива и воздуха как при малом, так и при большом его подсосе. Топливо из газоотделителя поступает в измеритель объема (рис. 11.6).

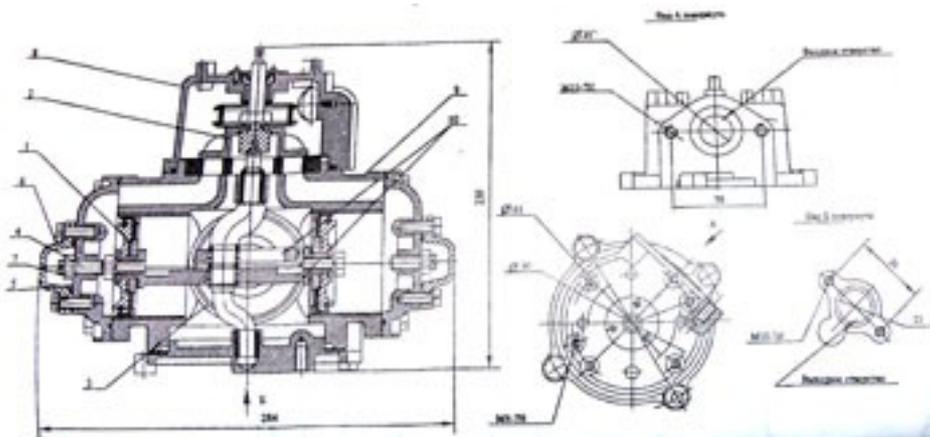


Рис 11.6 Измеритель объема:

1-поршень; 2-золотник; 3-вал коленчатый; 4-винт юстировочный; 5,6-крышки; 7-контргайка; 8-корпус золотника; 9-корпус; 10-кулиса

Заполняя цилиндры, топливо приводит в движение поршни, которые перемещаются из одного крайнего положения в другое. Поступательное движение поршня вместе с кулисой, на которой он жестко закреплен,

преобразуется во вращательное движение вала, причем за один ход поршня коленчатый вал и золотник поворачивается на  $180^\circ$ . Вращение коленчатого вала с золотником дает возможность заполнять поочередно каждый из четырех цилиндров, одновременно вытесняя топливо из противоположного цилиндра, (два поршня закреплены на одной кулисе). Вращательное движение коленчатого вала измерителя объема передается через соединительную муфту на вал датчика расхода топлива. Вал получает вращательное движение через клиноременную передачу от электродвигателя. С целью сокращения гидравлических потерь и уменьшения габаритов гидравлической системы колонок, в настоящее время наблюдается тенденция объединения ряда узлов гидравлической системы в один узел (моноблок), в котором функция объединяемых узлов выполняется отдельными камерами моноблока. Как правило, в моноблок объединяется насос, фильтры, газоотделитель, поплавковая камера, клапан для работы насоса. В этом случае измеритель объема и электродвигатель навешиваются непосредственно на моноблок.

Топливные насосы колонок могут быть различных конструкций. Наибольшее распространение получили насосы роторно-пластинчатого типа. Некоторые зарубежные фирмы-производители ТРК применяют многоступенчатые погружные насосы, которые устанавливаются отдельно от ТРК внутри резервуаров с топливом на всасывающих линиях колонок. Такие насосы могут обслуживать либо одну колонку, либо несколько колонок одновременно. Примером таких колонок могут служить ТРК производства корпорации «Токхайм» (США). Топливные насосы должны иметь предохранительные клапаны, обеспечивающие постоянное давление топлива в нагнетательной линии, в обводную линию для топлива на случай включения ТРК при закрытом топливораздаточном кране. Фильтры грубой очистки (рис 11.7) предназначены для предохранения гидравлической системы колонок от попадания посторонних твердых частиц крупного размера. (более 80-100 мкм),

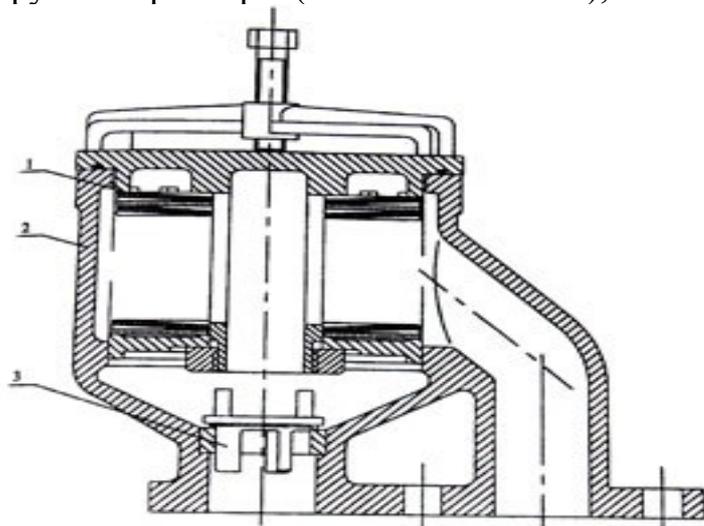


Рис 11.7 Фильтр:

1-фильтрационный элемент; 2-корпус; 3-клапан обратный

что может привести к износу и поломке насоса и измерителя объема. На колонках устанавливаются также фильтры тонкой очистки с целью выдачи потребителю топлива, очищенного до определенной степени (обычно 20 мкм). В фильтрах применяются либо сетки, либо разнообразные фильтрующие материалы.

Газоотделители ТРК предназначены для отделения от топлива воздуха, который может попадать в него при сливе топлива в резервуары, а также во всасывающий трубопровод при работе топливного насоса колонки. В большинстве случаев отделение воздуха от топлива в газоотделителях происходит за счет резкого уменьшения скорости путем его прохождения через резко расширившийся трубопровод. Существуют конструкции газоотделителей для колонок, в которых газоотделение осуществляется за счет закручивания потока топлива в трубопроводе по винтовой линии. При этом жидкая фаза топлива, как более тяжелая центробежными силами прижимается к стенке трубопровода, а газовая фаза перемещается по центральной оси трубопровода. Она забирается через специальное отверстие и отводится из трубопровода. Примером такого газоотделителя могут служить газоотделители фирмы «Беннет» (США).

Паровоздушная смесь из газоотделителя обычно поступает в специальный узел колонки, называемый поплавковой камерой (рис 11.8),

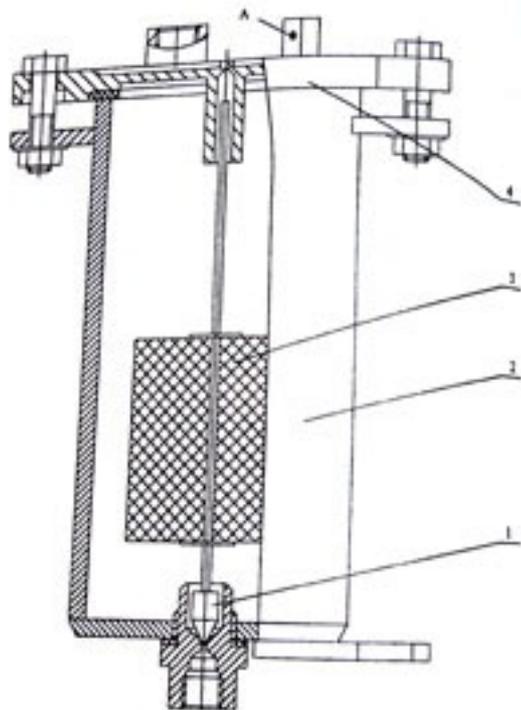


Рис 11.8 Поплавковая камера:

1-клапан игольчатый; 2-корпус; 3-поплавок; 4-крышка

где происходит некоторая конденсация паров топлива, осаждение частиц топлива, унесенного вместе с паровоздушной смесью и выброс выделенного воздуха и паров в атмосферу. Жидкое топливо осаждается в поплавковой камере, по мере наполнения камеры, поднимает поплавок, который открывает отверстие в дне камеры и выпускает топливо во всасывающий трубопровод

колонки. В конце выпуска жидкого топлива из камеры отверстие закрывается и работа поплавковой камеры продолжается.

Обычно после газоотделителя в гидравлической системе ТРК устанавливается устройства снижения расхода в конце выдачи дозы для завершения работы колонки на малом расходе, что значительно повышает точность дозировки. В качестве таких устройств обычно устанавливаются электромагнитные клапаны одинарного или двойного действия (рис 11.9).

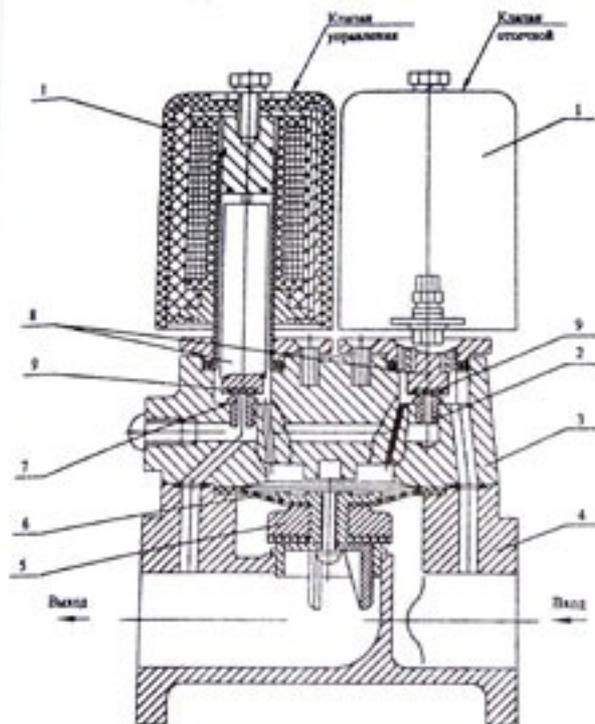


Рис 11.9 Клапан двойного действия:

1-электромагниты; 2-жиклер; 3-крышка; 4-корпус; 5-основной клапан; 6-мембрана; 7-жиклер; 8-якорь; 9-резиновое уплотнение

Клапаны одинарного действия только снижают расход топлива в конце выдачи дозы. Клапаны двойного действия дополнительно после окончания выдачи дозы полностью перекрывают трубопровод. Команды на снижение расхода и полное перекрытие трубопровода выдает клапанам система управления колонкой, включая или выключая электромагниты клапанов. В существующих колонках интервал между командой на снижение расхода и окончанием выдачи дозы топлива составляет от 0,4 до 1,0 литра. И только у колонок, управляемых пультами дистанционного управления («Прогресс М») команда на снижение расхода подается за 3 литра до окончания выдачи дозы. Следующим узлом в гидравлической системе ТРК является измеритель объема, предназначенный для измерения количества выдаваемого топлива. Как правило, количество топлива в ТРК измеряется в единицах объема. Отдельными производителями ТРК делаются попытки измерения количества отпускаемого топлива в единицах массы. Но это пока не находит массового применения в связи с значительным усложнением их конструкции. Метод измерения количества топлива в единицах объема более простой, но он требует введения поправок на объемное изменение количества топлива в зависимости от изменения температуры. Это производится либо

конструктивными элементами в колонке, либо путем пересчета при помощи специальных таблиц. В колонках обычно применяются измерители объема плотностного типа. Это в основном поршневые измерители объема, в которых измерительными элементами являются цилиндры, из которых топливо вытесняется поршнями. Осуществление распределения потока топлива по поршням осуществляется специальными золотниковыми устройствами. Перемещающиеся поршни вращают коленчатый вал, с выходным концом которого связано отсчетное устройство, которое дает цифровую информацию о количестве топлива.

Отсчетные устройства могут быть различных конструкций: механические стрелочные, механические роликовые, электромеханические, электронные. Они могут отображать информацию только о величине выданной дозы или дополнительно к этой информации еще и цену одного литра топлива и стоимости выданной дозы. Все механические отсчетные устройства отображают информацию о суммарном количестве топлива, выданного колонкой со времени ее установки на АЗС.

Отсчетные устройства механического типа устанавливаются на выходной вал измерителя объема, либо имеют какую-либо механическую связь с ним. Отсчетные устройства электромеханического и электронного типа устанавливаются независимо от измерителя объема. В некоторых конструкциях колонок они располагаются отдельно от самой колонки на большом расстоянии от нее (например в японских колонках типа «Токио Тодуно»). При использовании электромеханических и электронных отсчетных устройств вводится дополнительный узел – датчик импульсов, который устанавливается на выходной вал измерителя объема и дает дополнительные электрические импульсы электронному отсчетному устройству, переводя каждый оборот выходного вала в строго определенное количество импульсов. А так как за один оборот измерителя объема выдается определенное количество топлива (в зависимости от конструкции 0,5 литра или 1,0 литр), то отсчетное устройство в зависимости от количества импульсов отображает информацию о количестве отпущенного топлива в литрах.

Эти же импульсы поступают на пульт дистанционного управления колонки. Колонка с электронными отсчетными устройствами имеет значительно больше возможностей для автоматизации технологических процессов на АЗС, чем колонки с механическими отсчетными устройствами.

Для связи с пультами дистанционного управления в колонках механического типа также имеются датчики электрических импульсов, которые вмонтированы в отсчетные устройства.

В гидравлической системе колонок обычно перед выходом раздаточного рукава устанавливается индикатор (рис 11.10) со стеклянным колпачком

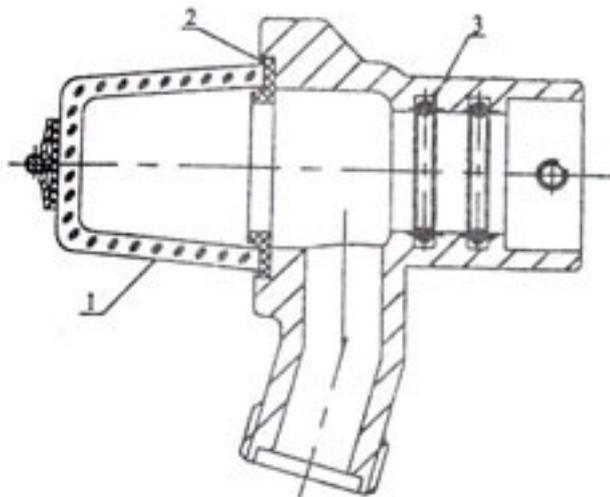


Рис 11.10 Индикатор:

1-стаканчик бензостойкий; 2-прокладка; 3-кольцо уплотнительное

или окном, через которое можно наблюдать за потоком топлива, выходящего из колонки, и контролировать его загазованность. При обнаружении на индикаторе пузырьков воздуха в топливе работа колонки должна быть прекращена, т.к. это свидетельствует о нарушении всасывающего трубопровода, из-за которого происходит большой подсос воздуха вместе с топливом, с которым газоотделитель колонки не справляется. Необходим ремонт всасывающего трубопровода.

Раздаточные рукава колонок выполняются обычно резиноканевыми. В последнее время стали появляться рукава из полимерных материалов. Работа раздаточных рукавов осуществляется в сложных условиях. Часто происходят их перегибы и скручивание. Возможны наезды на них колесами заправляемых автомобилей, поэтому на качество рукавов, устанавливаемых на колонки, следует обращать повышенное внимание.

На выходных концах раздаточных рукавов устанавливаются раздаточные краны. Они могут быть автоматическими и неавтоматическими. Краны имеют выходные патрубки, которыми они вставляются в топливные баки заправляемой техники. Открытие кранов осуществляется вручную, нажатием на специальные рычаги. В зависимости от силы давления на рычаг регулируется степень открытия крана. В автоматических кранах при наполнении бака до верхнего уровня, когда топливо достигает патрубка крана, происходит его автоматическое закрытие. В автоматических кранах закрытие осуществляется вручную. В этом случае существует риск перелива бака и разлива топлива на землю, что крайне нежелательно с экологической точки зрения. Так как потребители общаются на АЗС с топливозаправочными колонками через раздаточные краны, то фирмы, производящие колонки, стремятся сделать эти краны наиболее удобными для потребителей. Обращается внимание на их эстетические, эргономические и технические показатели. Все описанные выше узлы колонок компонуются либо в одном корпусе, либо могут быть разделены на два или три блока. Такое разделение

наиболее удобно для электронных колонок. Обычно, в таких случаях в отдельный блок выделяется насосно-измерительная система, а в другой блок раздаточный пост, состоящий из раздаточного рукава с краном и отсчетного устройства, смонтированного на специальной стойке. Кроме того, из раздаточного поста может быть выделено отсчетное устройство и установлено на удобном и видимом месте, в стороне от раздаточного поста.

Для удобства потребителей выполняются конструкции колонок, имеющих два раздаточных рукава, работающих от одной насосно-измерительной системы. В этом случае при выдаче топлива через один рукав, второй блокируется специальным клапаном.

Находят широкое применение конструкции колонок, имеющих в одном корпусе две насосно-измерительные системы, работающие самостоятельно, каждая на свой раздаточный рукав. Такими колонками может осуществляться отпуск двух сортов топлива. Отсчетное устройство такой колонки либо двойное, либо одинарное с блокировкой.

С целью обеспечения возможности выдачи топлива нескольких сортов одной колонкой, применяют многорукавные колонки (4,6 и более рукавов) с самостоятельными гидравлическими системами, работающими на свои рукава. Такие колонки представляют сплошные агрегаты, позволяющие сокращать площади, необходимые для установки колонок.

Описанные выше ТРК с насосно-измерительной системой, выделенной в самостоятельный блок, удобны в эксплуатации, т.к. они позволяют устанавливать насосно-измерительные блоки непосредственно у резервуаров, в стороне от заправочных островков, что сокращает длину всасывающих трубопроводов, уменьшая тем самым гидравлические потери, и потребляемую мощность электродвигателей, а также создает благоприятные условия для обслуживания и ремонта насосно-измерительных систем колонок.

Помимо описанных выше узлов в колонках могут применяться другие дополнительные узлы, в зависимости от дополнительных задач, выполняемых колонками. Так, смесераздаточные колонки имеют узлы для дозирования масла в отпускаемое топливо, для его подачи из резервуара для хранения масла, для учета масла. Для решения экологических проблем колонки оснащаются узлами для улавливания паров нефтепродуктов, выбрасываемых из горловин топливных баков при их заправке топливом. Эти специальные раздаточные краны, имеющие дополнительные клапаны для сбора паров нефтепродуктов из бака в колонке, двухканальные (коаксиальные) раздаточные рукава, насосы для перекачки паров от колонки в резервуары, специальные клапаны, уравнивающие расходы топлива и паров, огневые предохранители и т.п.

Как средства измерения ТРК находятся под государственным контролем органов Ростехрегулирования РФ и подлежат периодической поверке этими органами, а также после каждого капитального ремонта узлов, связанных с метрологией колонок.

## Обслуживание и ремонт технологического оборудования АЗС

В процессе эксплуатации технологического оборудования, особенно его самой загруженной части – топливо и масло раздаточных колонок могут возникать нарушения их нормальной работы. Возникает износ деталей, который развивается не внезапно, а постепенно. У большинства механизмов износ выражается в величине зазоров между сопрягаемыми деталями, которые вначале практически не влияют на работоспособность, но с постепенным увеличением их оборудование выходит из строя, точность показаний колонок снижается, выходя за допустимые пределы. Требуется ремонт технологического оборудования.

Кроме износа, детали механизмов выходят из строя в результате поломок из-за усталостных явлений в материале или физических воздействий и повреждений. В иных деталях появляются трещины.

Важным фактором в предотвращении износа колонок является правильная эксплуатация оборудования, уход за ним, своевременное проведение технического обслуживания и ремонта. К неперемным условиям бесперебойной работы оборудования относится в первую очередь следующее:

- содержание оборудования в чистоте;
- осторожное без резких перегибов обращение с заправочными рукавами;
- своевременная очистка и замена фильтрующих элементов, т.к. в связи с их засорением резко падает производительность колонок;
- проверка натяжения клинового ремня привода насоса;
- систематическая смазка трущихся поверхностей для предотвращения быстрого и преждевременного их износа.

Необходима также своевременная подтяжка болтовых и винтовых соединений, набивка сальников, проверка работы клапанов, замена резиновых уплотнений и т.д.

В результате многолетнего наблюдения за работой технологического оборудования, за износами и поломками его узлов и деталей, ЗАО Научно-производственное предприятие по разработке и внедрению автозаправочной техники ЗАО НПП АЗТ (г. Серпухов) разработало и внедряет в жизнь «Систему технического обслуживания и ремонта технологического оборудования АЗС», по которой устанавливаются сроки проведения технического обслуживания и ремонта для различных видов оборудования. Это основной документ для организации и проведения профилактических и ремонтных работ на АЗС.

При ремонте технологического оборудования АЗС целесообразно проводить узловый метод ремонта, заменяя выходящие из строя узлы новыми или отремонтированными. Ремонт же вышедших из строя узлов целесообразно проводить обезличенно в условиях централизованных ремонтных мастерских. После ремонта топливо и маслораздаточные колонки, являющиеся средствами измерения, должны быть подвергнуты поверке и

пломбированию местной лабораторией Государственного надзора Ростехрегулирования.

Указанной выше организацией ЗАО НПП АЗТ разработан типовой проект ремонтной мастерской с оснащением ее необходимым оборудованием и технологической оснасткой. Разработаны основные технологические процессы ремонта технического оборудования АЗС, изготовления запасных частей и восстановления изношенных деталей.

Все эти документы могут использоваться при организации ремонтных мастерских различной мощности. ЗАО НПП АЗТ выпускает стенды для испытания ТРК и их узлов в условиях ремонтных мастерских.

### **Автоматизированные системы на АЗС**

Управление топливораздаточными колонками на АЗС в основном осуществляется с помощью пультов дистанционного управления, которые поставляются одновременно с колонками. Эти пульта позволяют управлять работой колонки с центрального места оператора: задавать дозу топлива, включать ТРК в работу, контролировать ход заправки автотранспорта, автоматически отключать колонку после выдачи дозы, снижать расход топлива колонкой в конце выдачи дозы, производить аварийный останов колонки (при необходимости). Существует конструкция пультов дистанционного управления (ПДУ), в которых имеется возможность ввода данных о количестве топлива, слитого в резервуар, обслуживаемый ТРК с данным пультом дистанционного управления. Такие пульта, помимо всего прочего, при работе ТРК дают оператору АЗС, информацию о количестве отпущенного АЗС за смену (или какого либо иного интервала времени) топлива и о количестве оставшегося топлива в резервуаре.

В России существует множество разновидностей ПДУ как отечественных, так и зарубежных. Основными отечественными пультами, которыми оснащались и оснащаются отечественные ТРК, являются пульта «Прогресс» и «Прогресс-М» для управления пятью и двенадцатью колонками одновременно, пульта типа «Электроника» ЭКЦ-1-5 и ЭКЦ-1-2 для управления одной колонкой, пульта «Импульс-1» и «Сапсан» также для управления одной колонкой. В настоящее время начат выпуск устройства (контроллера), позволяющего управлять одновременно до 16 ТРК с отображением необходимой информации на дисплее компьютера. Эта система позволяет автоматизировать все технологические процессы работы АЗС.

Все большее применение для управления техпроцессами на АЗС имеют компьютерно-кассовые системы (ККС). Пример такой системы приведен на рис. 11.11

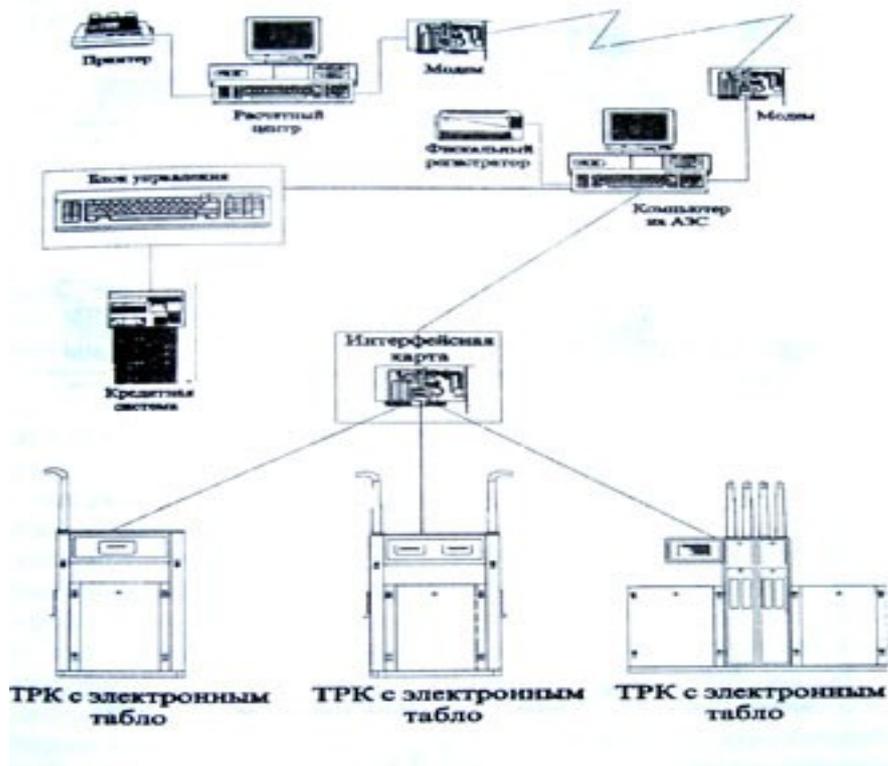


Рис.11.11 Компьютерно-кассовая система

Появление на рынке автозаправочной техники такой ККС позволит в случае необходимости провести модернизацию действующих АЗС, на которых используются ТРК серии 2000 (рис. 11.12), а также сделает их более привлекательными для покупателей.

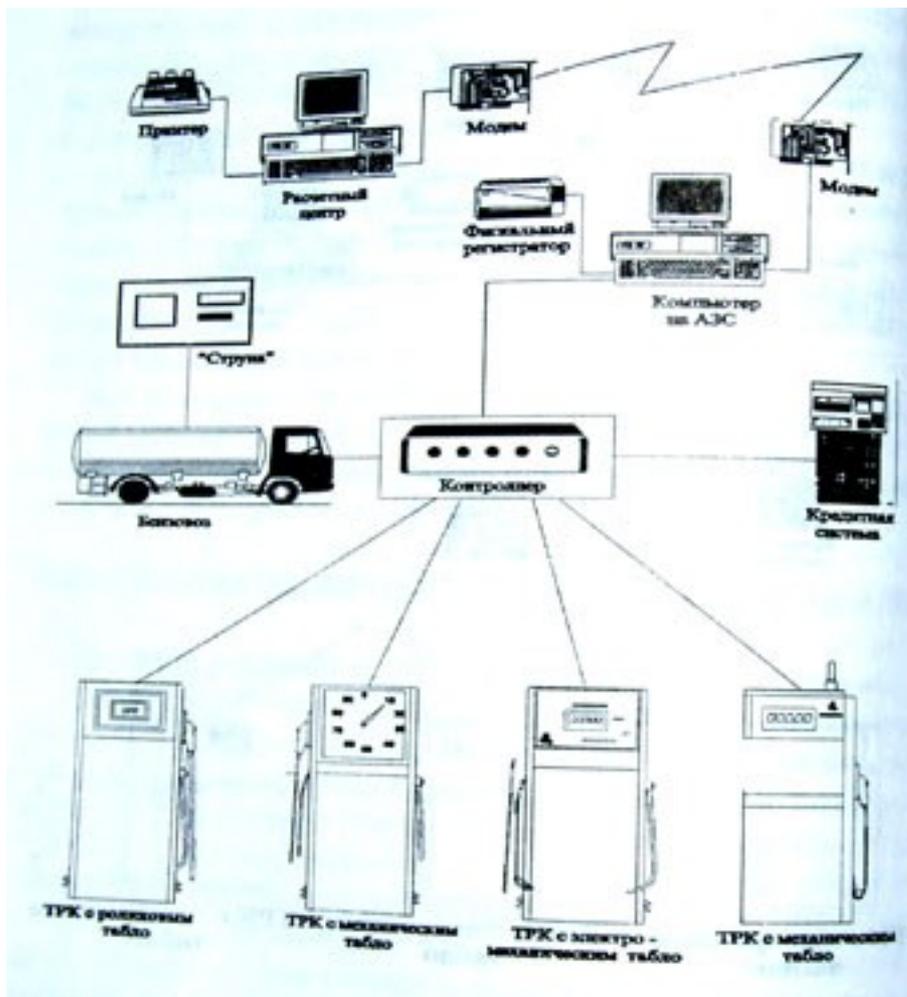


Рис 11.12 Контрольно-кассовая система с использованием контроллера на базе ТРК серии 2000.

## Литература

1. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение. Справочник. Под ред. В.М. Школьников М.:Химия,1993
2. Бондарь В.А., Зоря Е.И., Цагарели Д.В. Операции с нефтепродуктами – М.:издательство Паритет,2000.
3. Резников В.Д., Шостаковская Т.В., Измайлов С.П. Рекомендации по применению смазочных материалов и специальных жидкостей для автомобилей. М.:Издательский центр «Техноформ» международной академии информатики,1997 .
4. Папок К.К., Рагозин М.А. Словарь по топливам, маслам, смазкам и спецжидкостям. М.:Химия,1975.
5. Давлетьяров В.А., Зоря Е.И., Цагарели Д.В. Нефтепродуктообеспечение. М.:ИЦ Математика,1998.