

**ФГОУ ВПО «ВЯТСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

КАФЕДРА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В. А. ЛИХАНОВ, О. П. ЛОПАТИН

ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

Киров - 2005

**ФГОУ ВПО «ВЯТСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

КАФЕДРА ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В. А. ЛИХАНОВ, О. П. ЛОПАТИН

ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

**Учебное пособие
для студентов инженерного факультета специальностей:**

150200 - Автомобили и автомобильное хозяйство,
311300 - Механизация сельского хозяйства,
311900 - Технология обслуживания и ремонта машин в АПК,
230100 - Сервис транспортных и технологических машин
в аграрном производстве

Киров - 2005

УДК 631.372

Лиханов В.А., Лопатин О.П. Технические жидкости: Учебное пособие. – Киров: Вятская ГСХА, 2005. – 43 с.

Учебное пособие «Технические жидкости» разработано академиком Российской Академии транспорта, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой двигателей внутреннего сгорания **Лихановым В.А.** и кандидатом технических наук, ассистентом кафедры **Лопатиным О.П.**

Рецензенты: директор Чебоксарского института (филиала) Московского государственного открытого университета, профессор кафедры тракторов и автомобилей **А.П. Акимов** (Чебоксарский институт (филиал) МГОУ); заведующий кафедрой тракторов и автомобилей ФГОУ ВПО «Нижегородская ГСХА», профессор **Л.А. Жолобов** (ФГОУ ВПО «Нижегородская ГСХА»).

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к печати учебно-методической комиссией инженерного факультета Вятской ГСХА (протокол № 5 от 15 апреля 2005 г.).

Учебное пособие «Технические жидкости» предназначено для студентов инженерного факультета, обучающихся по специальностям: 150200 «Автомобили и автомобильное хозяйство», 311300 «Механизация сельского хозяйства», 311900 «Технология обслуживания и ремонта машин в АПК», 230100 «Сервис транспортных и технологических машин в аграрном производстве» всех форм обучения.

Пособие рассчитано на получение студентами знаний по рациональному применению в эксплуатации автомобильного транспорта технических жидкостей, их ассортименту, свойствам и качествам, влияющим на надежность и экономичность работы двигателей и агрегатов автомобилей.

© ФГОУ ВПО «Вятская государственная сельскохозяйственная академия», 2005
© В.А. Лиханов, О.П. Лопатин, 2005

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Охлаждающие жидкости	5
1.1. Требования к охлаждающим жидкостям	6
1.2. Охлаждающая жидкость – вода	8
1.3. Охлаждающая жидкость – топливо	16
1.4. Охлаждающая жидкость – масло	18
1.5. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости	19
2. Жидкости для гидравлических систем автомобилей	29
2.1. Тормозные жидкости	29
2.1.1. Основные требования к тормозным жидкостям	30
2.1.2. Ассортимент и эксплуатационные свойства тормозных жидкостей	33
2.2. Амортизаторные жидкости	37
2.3. Пусковые жидкости	39

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт занимает сегодня позицию одной из важнейших составляющих транспортных систем большинства государств мира. В нашей стране на его долю приходится около 55 % общего объема перевозок грузов и примерно 53 % – пассажирских перевозок. Характерно, что автомобильный транспорт – основной источник выбросов загрязняющих веществ (87...88 % общего объема выбросов от всех транспортных средств).

Несовершенство на сегодняшнем этапе отечественной автомобильной техники, а также низкое качество топлива и смазочных материалов, тяжелые условия эксплуатации автомобилей, недостаточный уровень сервиса, – все это предопределяет повышенные требования к знаниям будущих и ныне работающих специалистов по эксплуатации автомобильного транспорта в области производства и рационального использования автомобильных эксплуатационных материалов, достижений науки и практики в создании и освоении новых видов эксплуатационных материалов.

Настоящее учебное пособие рассчитано на получение студентами знаний по рациональному применению в эксплуатации автомобильного транспорта технических жидкостей, их ассортименту, свойствам и качествам, влияющим на надежность и экономичность работы двигателей и агрегатов автомобилей.

1. Охлаждающие жидкости

При сгорании топлива в двигателе часть выделяющегося тепла идет на нагревание камер сгорания. Если температура стенок камер сгорания становится очень высокой, ухудшается наполнение цилиндров, в результате двигатель теряет мощность, снижается механическая прочность деталей, нарушаются условия смазывания, появляется детонация, калильное зажигание и т.д. Чтобы предотвратить перегрев деталей двигателя, их охлаждают.

Для сохранения теплового баланса современных двигателей внутреннего сгорания система охлаждения должна воспринять и рассеять в пространстве примерно 1/3 тепловой энергии, выделяемой в процессе сгорания топлива. Этот поток теплоты соизмерим с потоком, уносимым отработавшими газами, и с теплотой, превращенной в рабочую энергию. Распределение теплоты в двигателе зависит как от его типа (бензиновый или дизель), так и от режима работы. В табл. 1 приведен типичный тепловой баланс при работе на номинальном режиме.

Таблица 1

Тепловой баланс двигателей

Тепловой поток	Бензиновый двигатель	Дизель
Преобразованный в эффективную работу	24...18	32...38
Унесенный с отработавшими газами	34...36	27...30
Отведенный в систему охлаждения	30...32	25...8
Прочие потери (излучение и др.)	8	10
Всего, %	100	100

В системе охлаждения автотракторных двигателей используют воздух или жидкости. Наиболее распространены жидкостные системы охлаждения. В двигателях с жидкостным охлаждением блок и головка цилиндров имеют двойные стенки, между которыми и образуется охлаждающая рубашка. Залитая в рубашку жидкость забирает тепло стенок и головки цилиндров и отдает

его воздуху, который подается вентилятором через радиатор. Таким образом, охлаждение основано на непрерывной циркуляции жидкости в замкнутой системе охлаждения: нагревание в блоке и головке цилиндров и охлаждение в радиаторе.

1.1. Требования к охлаждающим жидкостям

Надежность работы двигателей во многом зависит от состояния системы охлаждения и качества охлаждающей жидкости, которая должна удовлетворять следующим требованиям:

- обладать высокой температурой кипения и теплотой испарения;
- возможно большей удельной теплоемкостью и теплопроводностью;
- низкой температурой застывания (не выше - 60°C);
- иметь небольшую вязкость (1 мм²/с);
- не вызывать коррозии металлов и сплавов, с которыми соприкасается;
- не разрушать резиновые изделия, используемые в системе охлаждения;
- не образовывать отложений;
- не вспениваться во время работы двигателя;
- жидкость должна быть недефицитной, дешевой, безопасной в пожарном отношении и безвредной для здоровья.

В процессе эксплуатации автомобилей могут возникнуть условия, при которых охлаждающая жидкость может нагреться до температуры кипения: высокая температура окружающей среды, буксировка прицепа, движение по бездорожью на пониженных передачах и т.д. Эффективность охлаждения в этом случае резко падает, двигатель перегревается, возможен выход его из строя. Для предупреждения подобной ситуации необходимо применять в системах охлаждения жидкость, имеющую более высокую температуру кипения, а также герметизировать систему охлаждения.

В современных двигателях системы охлаждения герметичны, а жидкость в них находится под небольшим давлением, примерно около 0,05 МПа. Давление поддерживается клапаном в пробке радиатора. В новейших моделях оно еще выше - 0,12 МПа

- и поддерживается клапаном в расширительном бачке. Вода при давлении 0,05 МПа закипает при температуре 112°C, а при давлении 0,12 МПа – 124°C. Следовательно, охлаждающие жидкости должны иметь температуру кипения не ниже 120°C.

В воде недопустимо содержание солей, вызывающих накипь, которая уменьшает теплопередачу и может привести к перегреву двигателя. Поэтому, лучше всего применять дистиллированную воду, либо снеговую или дождевую.

Если увеличивается теплоемкость, то можно уменьшить объем воды в системе охлаждения; если же увеличивается теплопроводность, то уменьшают скорость циркуляции жидкости и тем самым достигают более равномерной ее температуры.

Охлаждающая жидкость должна быть пожаробезопасной и химически нейтральной. Она не должна разрушать металлы, из которых изготовлены блок и головка цилиндров, отопитель, радиатор, предпусковой подогреватель, резиновые шланги и другие материалы, с которыми она соприкасается; не должна образовывать отложения на внутренних поверхностях системы. Вместе с тем, ее себестоимость (стоимость сырья и производства) должна быть минимальной.

Кроме того, охлаждающая жидкость должна иметь оптимальную вязкость. Это обусловлено тем, что при очень высокой вязкости циркуляция жидкости в системе (как принудительная, так и термосифонная) затруднена, а также увеличиваются затраты мощности на привод насоса. При очень низкой вязкости трудно не допустить подтекания жидкости через уплотнения насоса, на стыках патрубков и шлангов. Опыт показал, что вязкость жидкости должна быть близка к кинематической вязкости воды, т.е. 0,9...1,1 мм²/с при 20°C.

Высокая температура замерзания охлаждающей жидкости (например, воды) приводит к неудобствам эксплуатации в зимнее время. При длительных перерывах в работе двигателя воду приходится сливать или содержать автомобили в теплых гаражах. Поэтому желательно, чтобы температура замерзания охлаждающей жидкости была как можно ниже (например, не более -60°C). Поэтому в жидкостных системах охлаждения современных двигателей внутреннего сгорания наряду с водой используют низкозамерзающие жидкости.

Надо отметить, что в последнее время вода все меньше используется в системах охлаждения автомобильных двигателей. Ее заменяют специальными жидкостями, имеющими низкую точку замерзания. Если раньше их использовали только зимой, то с разработкой герметичных систем охлаждения это делают в любое время года. Жидкость заливают в систему охлаждения непосредственно на заводе-изготовителе и не меняют в течение всего срока эксплуатации (по крайней мере, до капитального ремонта). Как отмечалось, жидкость должна иметь низкую стоимость, легко транспортироваться и храниться.

В то же время самой простой и легкодоступной охлаждающей жидкостью, достаточно полно удовлетворяющей основным требованиям, по-прежнему остается вода.

1.2. Охлаждающая жидкость – вода

Вода в качестве охлаждающей жидкости имеет как преимущества, так и недостатки. Она легко доступна, пожаробезопасна, безвредна для человека, имеет высокую удельную теплоемкость ($1 \text{ ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C}$) - выше, чем другие известные охлаждающие жидкости. Самый существенный ее недостаток - высокая температура замерзания. Вода замерзает при температуре 0°C и при этом значительно увеличивается в объеме, что может вызвать разрушение системы охлаждения.

Сравнительно низкая температура кипения воды требует, чтобы в системе охлаждения поддерживалась температура на уровне $80 \dots 90^\circ\text{C}$, хотя в условиях жаркого климата, в частности, при эксплуатации автомобилей в южных районах страны, температура воды может увеличиваться до $95 \dots 100^\circ\text{C}$. Чтобы избежать потерь жидкости из системы, как уже отмечалось, в современных двигателях применяется герметизация системы охлаждения. Как только повышается давление в системе охлаждения, на пробке радиатора открывается клапан. Такая конструкция дает возможность несколько повысить температуру кипения воды и снизить ее потери от испарения, но одновременно может снизиться и мощность двигателя (из-за уменьшения наполнения цилиндров). При этом увеличивается склонность топлива к детонации.

На температурный режим системы водяного охлаждения оказывает влияние и барометрическое давление окружающей среды. Так, в горах, где воздух разрежен, температура кипения воды снижается и увеличивается вероятность ее закипания, особенно на крутых подъемах, когда двигатель испытывает большие перегрузки и возрастает отдача теплоты в воду.

Минеральные соли, содержащиеся в воде, образуют на внутренней поверхности деталей системы охлаждения накипь, которая снижает теплопроводность и, как следствие, эффективность охлаждения (рис. 1).

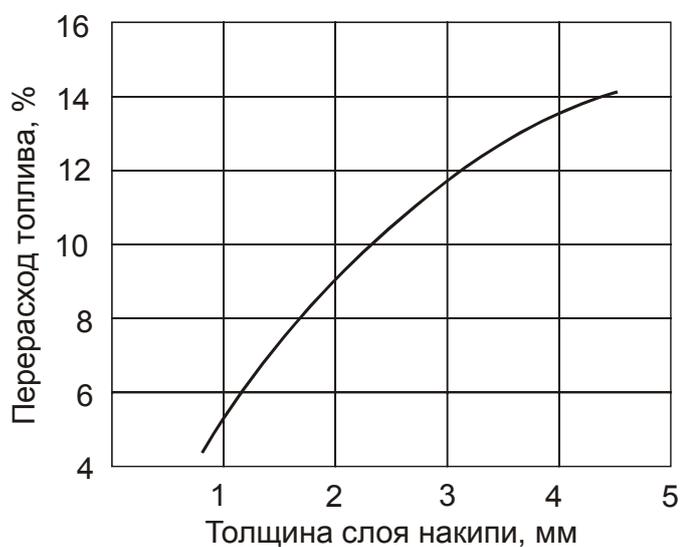


Рис. 1. Зависимость перерасхода топлива от толщины слоя накипи

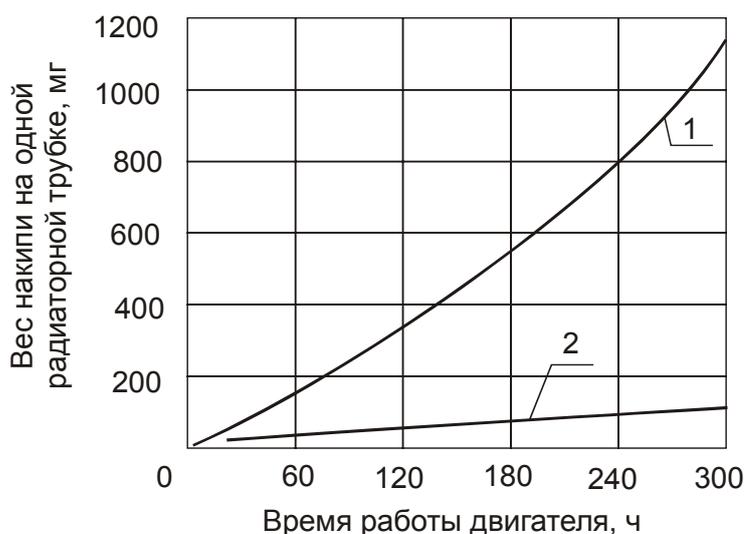


Рис. 2. Изменения количества накипи в системе охлаждения, заправленной водой (кривая 1), водой с антинакипином (кривая 2)

Жесткость воде придают соли кальция и магния, растворенные в ней. С их увеличением жесткость воды повышается. В качестве единицы измерения жесткости принимают миллиграмм-эквивалент солей на 1 л воды. Иными словами, при жесткости, равной 1 мг-экв в литре воды содержится 20,04 мг ионов кальция или 12,16 мг ионов магния. Различают временную, постоянную и общую жесткость воды.

Бикарбонаты кальция - $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ и магния - $\text{M}(\text{HCO}_3)_2$ находятся в растворенном состоянии только при наличии в воде некоторого количества свободной углекислоты. При кипячении свободная углекислота удаляется из воды, а соли распадаются на карбонаты, которые выпадают в осадок, и углекислый газ, улетучивающийся в воздух:



В результате вышеприведенных химических преобразований вода теряет жесткость. Вот почему жесткость, обусловленную присутствием в воде бикарбонатов, называют временной или устранимой.

Более стойкие соли (CaSO_4 , CaCl_2 , MgSO_4 , MgCl_2 , CaSiO_3 , MgSiO_3 и др.) при кипячении не разлагаются и не выпадают в осадок, если, конечно, их концентрация не превышает предела насыщения. Такие соединения придают воде постоянную жесткость.

Соли, растворенные в воде, циркулирующей в системе охлаждения, по-разному участвуют в образовании накипи на внутренних стенках системы. Соли временной жесткости при закипании воды в системе образуют карбонаты и оседают на стенках, нанося тем самым наибольший вред.

Соли постоянной жесткости при отсутствии перенасыщения в образовании накипи не участвуют. И только после испарения части воды, когда их концентрация повышается и достигает предела насыщения, выпадают частично в осадок, прикипая к перегретой поверхности.

Совокупность временной и постоянной жесткостей образуют общую жесткость воды. Если вода содержит не более 3 мг-

эquiv/л, она считается мягкой, 3...6 - средней, более 6 мг-эquiv/л - жесткой (табл. 2).

Таблица 2

Классификация воды по жесткости

Группа жесткости	Общая жесткость, мг-эquiv/л	Влияние на накипеобразование
Очень мягкая	$\leq 1,5$	Накипи не образует
Мягкая	1,5...4,0	Накипи почти не образует
Среднежесткая	4,0...8,0	Образует накипь. Необходимо не реже 2 раз в год удалять из системы охлаждения
Жесткая	8,0...12,0	Быстро откладывается значительная накипь. Не рекомендуется применять воду без предварительного умягчения или использования присадок
Очень жесткая	$\leq 12,0$	Система охлаждения очень быстро забивается накипью. Воду применять без умягчения нельзя

По степени пригодности для использования в системах охлаждения природные воды можно расположить следующим образом: атмосферная (дождевая, снеговая) - мягкая; речная или озерная - мягкая или средняя; колодезная, ключевая, морская - жесткая.

Среднюю и жесткую воду перед заполнением в систему охлаждения рекомендуется умягчать или смешивать со специальными добавками - антинакипинами.

Наиболее простыми и доступными способами умягчения воды в условиях производственной эксплуатации автомобилей, тракторов и комбайнов являются следующие.

Кипячение, как показано выше - простейший способ умягчения воды. При этом бикарбонаты разлагаются, и углекислые соли выпадают в виде осадка. После фильтрации воду можно заливать в систему охлаждения.

Хотя кипячение воды является наиболее простым способом ее умягчения, однако для этого требуется значительный расход

топлива.

В целях экономии воду, спускаемую из системы охлаждения, следует собирать в емкость, отстаивать, а затем повторно заливать в систему охлаждения.

Для систем охлаждения двигателей пригодна дождевая и талая вода, не содержащая солей жесткости.

Умягчения воды можно достичь и более эффективным методом, чем кипячение, - путем химической обработки. Так, **добавление соды и извести** (гашеной) приводит к выпадению соединений кальция и магния в осадок.

Обработка тринатрийфосфатом. В этом случае вода умягчается вне системы охлаждения двигателя. Используют отдельную емкость, обычно деревянную бочку. Предварительно готовят насыщенный раствор из расчета 3 кг технического тринатрийфосфата на 10 л воды, который несколько раз перемешивают, а затем отстаивают. Для осаждения 1 мг-экв солей в 1 л воды требуется 20 мг безводного тринатрийфосфата. В 1 л насыщенного раствора содержится 100 г безводного тринатрийфосфата, т. е. 1 л приготовленного раствора достаточно для умягчения 200 л воды с жесткостью около 9 мг-экв/л.

После добавления тринатрийфосфата воду четыре раза тщательно перемешивают через каждые 15 мин. Дают ей отстояться в течение 3...5 ч. После этого воду фильтруют и очищенную заливают в систему охлаждения двигателя.

Достаточно простой и эффективный способ умягчения воды - **фильтрация через катионы** - природные или искусственные мелкопористые алюмосиликаты натрия (глауконит, пермутит и т.д.) или другие соединения. Вступая в обменную реакцию, эти соединения удаляют из воды ионы кальция и магния. Для умягчения воды с помощью катионитовых фильтров используются типовые установки промышленного производства.

Умягчение воды глауконитовым фильтром основано на обменной реакции между солями жесткости и глауконитом. Он представляет собой минерал цеолит, который встречается в природе в виде гладких зерен зеленого цвета разных оттенков. При прохождении жесткой воды через глауконитовый фильтр ионы кальция и магния солей жесткости обмениваются на ион натрия из глауконита. Таким образом, вода умягчается.

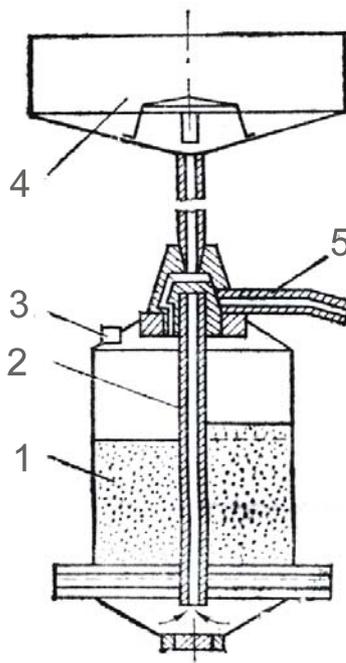


Рис. 3. Глауконитовый фильтр для умягчения воды:
 1 - глауконит; 2 - центральная труба для воды;
 3 - отверстие для загрузки глауко-Вита;
 4 - бачок для умягчаемой воды;
 5 - рубка для выхода умягченной воды

Глауконитовый фильтр (рис. 3) представляет собой емкость, в которую помещено 40 кг глауконита. Высота его слоя равна примерно 350...370 мм. Производительность такого аппарата составляет 250...300 л умягченной воды при ее начальной жесткости до 18 мг-экв/л. После длительной работы фильтр вырабатывается. Для восстановления первоначальных свойств его регенерируют. С этой целью в фильтр на 10 ч заливают 10 %-ный раствор поваренной соли. На одну регенерацию расходуется 0,5 кг соли. После выдержки глауконитовый фильтр промывают водой.

Помимо глауконита, применяют искусственно приготовленное соединение - пермутит. В этом случае фильтр носит название пермутитового.

Магнитная обработка воды. Для умягчения воды широко применяют магнитную обработку. Аппараты для магнитной обработки воды изготавливают с постоянными и электрическими магнитами. Первые конструктивно проще, не требуют источника питания и постоянного наблюдения при эксплуатации. Недостатком их является то, что с течением времени они размагничивают-

ся, особенно, если при эксплуатации подвергаются механическим ударам, сильному нагреванию или воздействию блуждающих токов. При этом способе соли, образующие накипь, выделяются в виде твердой фазы - шлама, который легко удаляется из воды при фильтровании.

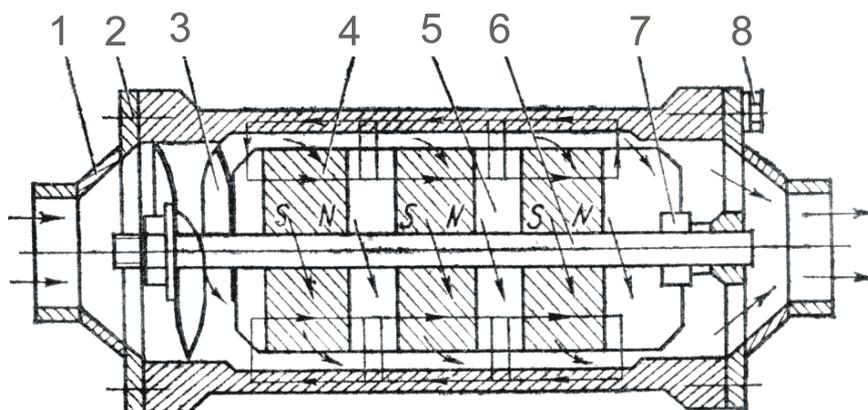


Рис. 4. Магнитный фильтр для смягчения воды:
1 - фланец; 2 - крышка; 3 - шнековая навивка; 4 - магнит;
5 - полюсный наконечник; 6 - винт; 7 - упор; 8 - болт

На рис. 4 показан аппарат на постоянных магнитах. Аппарат состоит из стального корпуса, двух стальных фланцев 1 с патрубками. Внутри корпуса установлены три постоянных магнита 4, между которыми размещаются полюсные наконечники 5. В передней части аппарата, по ходу движения, находится вихревая камера, полость которой образуется корпусом аппарата и лопастями шнековой навивки 3, выполненной из диамагнитного материала. Вода поступает в аппарат, ударяется о винтовую лопасть, приобретает вращательное движение и движется по кольцевому зазору, подвергаясь обработке магнитным полем. В массе воды под действием магнитного поля зарождаются центры кристаллизации, которые способствуют выпадению солей жесткости в виде шлама в осадок.

Применение, антикоррозионных присадок и антинакипинов. Антинакипины - это вещества, которые используются для обработки воды с целью предупреждения накипи и вводятся непосредственно в систему охлаждения (рис. 2). Это особенно удобно в полевых условиях, когда нельзя использовать другие

способы умягчения воды. Антинакипины превращают соли, дающие накипь, в рыхлое состояние и удерживают их в воде в виде перенасыщенного раствора. Таким способом можно предотвратить накипь при помощи следующих препаратов - гексаме-тофосфат натрия $(\text{NaPO}_3)_6$, хромник $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, ортофосфат натрия $\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (тринатрийфосфат) и др.

Добавление к умягчаемой воде антинакипинов непосредственно в систему охлаждения двигателя особенно удобно для полевых условий эксплуатации машин. Действие антинакипинов сводится к предотвращению образования накипи на водяной рубашке двигателя. Это достигается за счет перевода солей жесткости в рыхлое состояние или удержания их в виде перенасыщенного раствора. На рис. 2 показана динамика нарастания накипи в системе охлаждения двигателя, заправленной с антинакипином (кривая 2) и без него (кривая 1).

Для предотвращения образования накипи можно использовать добавки к воде из импортных препаратов:

- Anti-Rust for Cooling Systems - предотвращает образование ржавчины, накипи и коррозии, смазывает движущиеся части водяного насоса, совместим с любыми охлаждающими жидкостями;

- Radiator Anti-Rust - предотвращает образование накипи и коррозии.

С течением времени бывает необходимо удалить образовавшуюся накипь из водяной рубашки двигателя. Для этой цели следует применять один из следующих способов.

Удаление накипи содовым раствором. При использовании кальцинированной соды готовят раствор из расчета 100...150 г соды и 50 г керосина на 1 л воды; при использовании каустической соды - 50...60 г каустика и 25 г керосина на 1 л воды. Одним из этих растворов заполняют систему охлаждения. Двигатель работает в течение 10...12 ч при температуре охлаждающей жидкости около 80 °С. Затем останавливают двигатель, раствор сливают, а систему охлаждения промывают чистой водой не менее 2...3 раз.

При применении раствора из каустической соды с двигателями предварительно снимают термостаты, ибо они в значительной степени подвергаются коррозии.

Применение 2 %-ного раствора технической соляной кислоты. Готовят раствор из расчета 53 мл соляной кислоты на 1 л воды (кислоту наливают в воду). При заполнении системы охлаждения этой жидкостью накипь растворяется с бурным выделением углекислого газа. Как только выделение газа прекращается, раствор сливают, а систему охлаждения тщательно промывают водой. После этого в систему на 1 ч заливают 2 %-ный раствор технической соды из расчета 20 г на 1 л воды для нейтрализации остатков кислоты. Затем этот раствор сливают и систему промывают водой.

В двигателях с алюминиевыми деталями водяных рубашек запрещается применять для удаления накипи кислотные и щелочные растворы. Лучшим способом удаления накипи в этих случаях является использование раствора из кальцинированной соды с последующим промыванием системы охлаждения чистой водой.

В предназначенную для использования в системах охлаждения воду недопустимо попадание нефтепродуктов, ибо в системе охлаждения топлива и масла образуют соединения, которые легко входят в состав образующейся накипи, что приводит к снижению теплопроводности. Кроме того, попадание топлив и масел в воду сопровождается вспениванием и выбросом ее из охлаждающей системы.

1.3. Охлаждающая жидкость – топливо

Являясь источником тепловой энергии в процессе сгорания, топливо до сгорания, благодаря теплоемкости и скрытой теплоте испарения в определенных условиях, может играть существенную роль в понижении тепловой напряженности двигателя. Эта особенность жидких топлив была замечена еще на самых ранних этапах развития двигателестроения и в ряде случаев широко использовалась для охлаждения теплонапряженных деталей и двигателя в целом. Особенно широко этой способностью топлив пользовались для понижения теплового режима высокофорсированных двигателей спортивных автомобилей и мотоциклов.

В автомобильных двигателях с системой непосредственного впрыскивания топлива в цилиндры факел топлива форсункой на-

правляют всегда в сторону головки выпускного клапана. Этим обеспечивается быстрое и полное испарение топлива и одновременно охлаждение клапана.

В карбюраторных двигателях малой и средней степени форсирования (18...40 кВт/л) охлаждающую способность топлива обычно не используют; наоборот, для интенсивного и полного его испарения впускной трубопровод имеет систему подогрева (жидкостную или газовую), которая компенсирует понижение температуры во впускной трубе двигателя подводом теплоты.

В высокофорсированных двигателях (со степенью форсирования более 45...50 кВт/л) скрытую теплоту испарения топлива часто использовали для снижения их тепловой напряженности.

Особенно эффективно действуют как охлаждающие жидкости такие топлива, как этиловый и метиловый спирты, обладающие высокой скрытой теплотой парообразования. Это свойство спиртов широко используют для снижения тепловой напряженности спортивных, автомобильных и мотоциклетных двигателей.

Снижение температуры повышает не только надежность работы двигателей, но и мощность их, так как благодаря понижению температуры горючей смеси увеличивается ее плотность на 20...25 %.

Для топлив, используемых как охлаждающие жидкости, важны такие физические свойства, как теплота испарения, теплопроводность и теплоемкость (табл. 3).

Таблица 3

Физические свойства топлив, используемых как охлаждающие жидкости

Топливо	Скрытая теплота парообразования, кДж/кг	Теплопроводность, Вт/м	Теплоемкость, кДж/кг
Этиловый спирт	906	0,1686	2,47
Бензин	289	0,1204	2,00
Дизельное	240	0,1169	2,00
Для реактивных двигателей Т-1	238	0,1192	2,08

1.4. Охлаждающая жидкость – масло

Моторное масло в двигателе можно использовать как смазывающий и охлаждающий материал. Причем, маслом охлаждаются наиболее теплонапряженные детали двигателя и, в первую очередь, поршни, система масляного охлаждения которых может быть выполнена различно.

Наиболее простой способ - подача масла под давлением на внутреннюю поверхность днища поршня. Этот способ особенно удобен для двигателей средних размеров с диаметром цилиндров 100...150 мм, так как здесь не требуется специальной усложненной конструкции поршней. Форсунки, подающие масло, могут быть установлены неподвижно на картере двигателя или на верхней головке шатуна. Установка на верхней головке шатуна требует специального канала вдоль всего шатуна или трубки, подводящей масла от нижней головки, смазываемой под давлением, к верхней, причем улучшается ее смазка.

Второй способ масляного охлаждения поршня называют «взбалтыванием».

Для этого в верхней внутренней полости поршня выполнена специальная чашеобразная полость, в которую через форсунку, установленную в верхней головке шатуна, подается масло. Благодаря силам инерции это масло взбалтывается и интенсивно омывает верхнюю внутреннюю поверхность поршня, охлаждая ее.

Наиболее сложны и самые эффективные - циркуляционные и смешанные системы, их применяют обычно в тепловозных и судовых двигателях большой мощности с диаметром цилиндров более 200...250 мм.

В табл. 4 приведены данные, показывающие снижение температуры поршня в двух наиболее характерных точках: в середине днища со стороны камеры сгорания и в канавке верхнего поршневого кольца.

Для предварительных расчетов систем масляного охлаждения, кроме вязкости масел, которая оказывает решающее влияние на гидродинамические течения, необходимо знать их теплоемкость и теплопроводность.

Способ охлаждения поршня	Среднее снижение температуры, °С	
	В середине днища со стороны камеры сгорания	В канавке верхнего поршневого кольца
Струйный	75	35
Взбалтывание	75	30
Циркуляционный	110	90
Смешанный	110	110

Теплоемкость масла примерно в 2 раза меньше теплоемкости воды и зависит от его плотности и температуры. Зависимость теплоемкости от температуры следует учитывать обязательно, так как в режиме охлаждающей жидкости масло может нагреваться до высоких температур (100...150 °С).

1.5. Низкозамерзающие охлаждающие жидкости

При низких температурах окружающего воздуха в систему охлаждения двигателей заливают низкозамерзающие охлаждающие жидкости.

В качестве таких жидкостей могут быть использованы смеси воды со спиртами смеси воды с глицерином, смеси углеводородов и ряд других смесей.

В настоящее время широко применяются в качестве охлаждающей незамерзающей жидкости при достаточно низкой температуре водные растворы этиленгликоля. Основные данные воды и этиленгликоля приведены в табл. 5.

Кроме общих требований к охлаждающим жидкостям, к низкозамерзающим жидкостям предъявляются более жесткие требования к антикоррозионным свойствам, к физической и химической стабильности. Жидкости не должны вспениваться, компоненты жидкости не должны быть дефицитными. Низкозамерзающие жидкости состоят из этиленгликоля, воды и присадок.

Основные данные воды и этиленгликоля

Показатели	Вода	Этиленгликоль технический
Формула	H ₂ O	C ₂ H ₄ (OH) ₂
Молекулярная масса	18,01	62,07
Плотность при 20°C, кг/м ³	998,2	1113
Температура замерзания, °C	0	-11,5
Температура кипения при 0,1 МПа, °C	100	197,7
Теплоемкость при 20°C, кДж/(кг · °C)	4,184	2,422
То же, при 0°C	2,04	-
Удельная теплопроводность кДж/(ч · м · °C)	2,179	0,955
Вязкость при 20°C, мм ² /с	1,0	19...20
Теплота испарения, Дж/кг	2258	800
Теплота испарения, Дж/кг	0,00046	0,00062
Коэффициент объемного расширения (в пределах от 4 до 100°C)	-	122
Температура вспышки (прибор с открытым тиглем), °C		

Этиленгликоль - двухатомный спирт CH₂OH-CH₂OH - представляет собой бесцветную жидкость, кипит при +197 °C, а застывает при -11,5°C. Этиленгликоль хорошо растворим в воде. Смеси этиленгликоля с водой имеют более низкую температуру застывания по сравнению с температурой застывания каждого компонента смеси.

Так как компоненты смеси имеют разную плотность, а при смешивании плотность изменяется аддитивно, то по плотности смеси возможно установить температуру застывания смеси - этиленгликоля и воды (табл. 6).

В связи с тем что этиленгликоль оказывает коррозионное действие на металлы, в состав низкозамерзающих жидкостей вводят антикоррозионные присадки. Для предотвращения вспенивания в них иногда добавляют антипенные присадки. Общее содержание присадок 3...5%.

Смеси этиленгликоля и воды при замерзании не расширяются и не твердеют, а образуют рыхлую массу кристаллов воды в этиленгликоле, которая не является помехой для запуска двигателя. После запуска двигателя низкозамерзающая жидкость доста-

точно быстро вновь переходит в жидкое состояние.

Таблица 6

Плотность и температура замерзания
смеси технического этиленгликоля и воды

Концентрация этиленгликоля, %	Плотность смеси, г/см ³	Температура замерзания, °С	Концентрация этиленгликоля, %	Плотность смеси, г/см ³	Температура замерзания, °С
26,4	1,0340	-10	65,3	1,0855	-65
27,2	1,0376	-12	65,6	1,0860	-66
29,6	1,0410	-14	66,0	1,0863	-67
32,0	1,0443	-16	66,3	1,0866	-68
34,2	1,0480	-18	68,5	1,0888	-66
36,4	1,0506	-20	69,6	1,0900	-64
38,4	1,0533	-22	70,8	1,0910	-62
40,4	1,0560	-24	72,1	1,0923	-60
42,2	1,0586	-26	73,3	1,0937	-58
44,0	1,0606	-28	74,5	1,0947	-56
45,6	1,0627	-30	75,8	1,0960	-54
47,0	1,0643	-32	77,0	1,0973	-52
48,2	1,0663	-34	78,4	1,0983	-50
49,6	1,0680	-36	79,6	1,0997	-48
51,0	1,0696	-38	81,2	1,0007	-46
52,6	1,0713	-40	82,5	1,1023	-44
53,6	1,0726	-42	83,9	1,1033	-42
54,6	1,0740	-44	85,4	1,1043	-40
55,6	1,0753	-46	86,9	1,1054	-38
56,8	1,0766	-48	88,4	1,1660	-36
58,0	1,0780	-50	90,0	1,1077	-30
59,1	1,0790	-52	91,5	1,1087	-36
60,2	1,0803	-54	93,0	1,1096	-34
61,2	1,0813	-56	94,4	1,1103	-32
62,2	1,0823	-58	95,0	1,1105	-28
63,1	1,0833	-60	95,5	1,1107	-27
64,0	1,0843	-62	96,5	1,1110	-24
64,8	1,0850	-64	97,0	1,1116	-22

На рис. 5 показана диаграмма изменения температуры застывания для различных смесей воды и этиленгликоля.

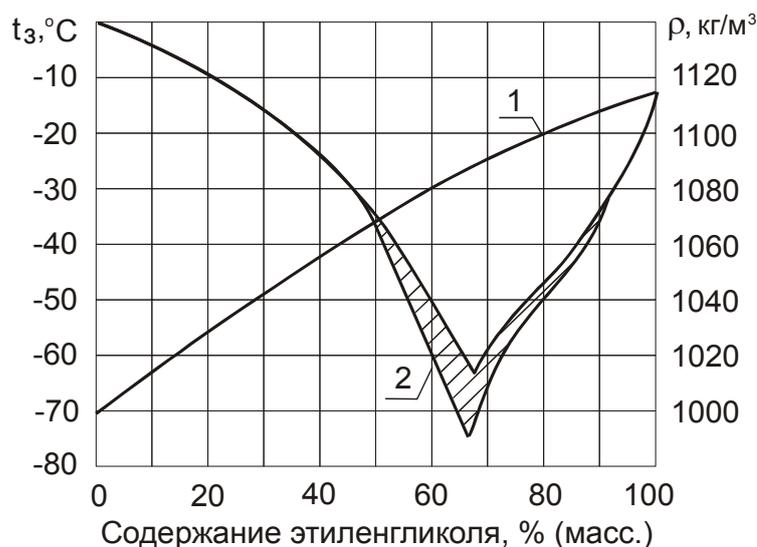


Рис. 5. Зависимость температуры застывания смесей этиленгликоля и воды от ее состава и плотности:
1 - кривая плотности; 2 - кривая температуры застывания

Вместе с тем, теплопроводность и теплоемкость низкотемпературных жидкостей ниже, чем у воды, а это уменьшает эффективность охлаждения. Кроме того, объем таких жидкостей при нагреве увеличивается сильнее, поэтому приходится дополнять систему охлаждения специальным расширительным бачком.

Достаточно высокая точка кипения низкотемпературных жидкостей (в пределах 120...132 °C) при герметичной системе охлаждения и нормальных условиях эксплуатации (без перегрева двигателя) обеспечивает достаточно высокую стабильность объема жидкости. Потери происходят преимущественно из-за утечек (микрощелей в радиаторе, ослабленного крепления хомутов на шлангах и других неисправностях). Восполнять уровень, добавляя воду в низкотемпературные жидкости, используемые в системе охлаждения, т.е. менять концентрацию этиленгликоля в смеси, не рекомендуется. Это может снизить температуру замерзания и привести к другим нежелательным последствиям.

Основные характеристики низкотемпературных жидкостей, выпускаемых отечественной промышленностью, представлены в табл. 7.

Современные автомобили предъявляют более высокие требования к охлаждающим жидкостям, в частности, по антикоррозионным характеристикам, агрессивности к резине. Антифризы

этим требованиям уже не отвечали, поэтому была разработана новая жидкость - Тосол. Самая распространенная, широко используемая в системах охлаждения легковых автомобилей - Тосол А-40 (с 1985 г. - Тосол А-40М).

Таблица 7

Низкозамерзающие жидкости

Показатель	Антифриз			Концентрат АМ	А-40М
	Концентрат	Марки 40	Марки 65		
Внешний вид	Слабомутная, бесцветная или желтоватая жидкость	Слабомутная желтоватая жидкость	Слабомутная оранжевая жидкость	Голубая жидкость без механических примесей	
Плотность, кг/м ³ , при 20 °С	1100... 1116	1067... 1072	1085... 1090	1120... 1140	1078... 1085
Температура замерзания, °С, не выше	-11,5	-40	-65	-11,5	-40
Температура кипения, °С	-	+100	+100	+170	+108
Вязкость кинематическая, мм ² /с, при температуре:					
-30 °С	-	58	100	-	56,5
-20 °С	-	4,4	5,2	-	4,3
+50 °С	-	1,9	2,2	-	1,9
Состав, %:					
Этиленгликоль	94	52	64	96	58...66
Вода	5	47	35	3	34
Присадки (сверх 100%)	6...8	3,5...4,5	4...4,5	6...7	3...3,5

Показатель	А-65М	Концентрат	«Лена-40»	«Лена-65»
Внешний вид	Красная жидкость без механических примесей	Желто-зеленого цвета без механических примесей		
Плотность, кг/м ³ , при 20 °С	1085...1095	1120...1150	1075...1085	1085...1095
Температура замерзания, °С, не выше	-65	-35	-40	-65
Температура кипения, °С	+115	+160	-+100	+100
Вязкость кинематическая, мм ² /с, при температуре: -30 °С -20 °С +50 °С	96,3 6,2 2,5	- - -	- - -	- - -
Состав, %: Этиленгликоль Вода Присадки (сверх 100 %)	64...64 35 3,5...4	- - -	- - -	- - -

Практика показала высокие эксплуатационные свойства Тосола А-40. На автомобилях марки ВАЗ при интенсивной эксплуатации автомобиля предусмотрен двухлетний срок службы этой охлаждающей жидкости, или 60 тыс. км пробега, а Тосола А-40М - трехлетний.

Более длительные сроки эксплуатации без замены антифриза способствуют возникновению дефектов на поверхности деталей системы охлаждения: очаги коррозии, прежде всего, на чугуне - на крыльчатке водяного насоса, а также на алюминии, латунных трубках радиатора, корпусе термостата и др.

Способы восстановления низкотемпературных жидкостей

Плотность низкотемпературной жидкости при 20°C, г/см ³	Массовая доля Тосола, %	Количество добавляемого концентрата Тосола, л
1,054	35	3,30
1,055	36	3,12
1,057	37	3,00
1,059	38	2,90
1,060	39	2,79
1,061	40	2,66
1,062	41	2,54
1,064	42	2,41
1,065	43	2,28
1,067	44	2,15
1,068	45	2,00
1,071	47	1,70
1,074	49	1,40
1,076	51	1,00
1,078	53	0,60
1,081	55	0,25
1,082	56	0

Примечание.

Перед добавлением концентрата в систему охлаждения из нее следует слить такое же количество находящейся в охлаждающей системе низкотемпературной жидкости.

Низкотемпературные жидкости в процессе эксплуатации изменяют свои характеристики: увеличиваются коррозирующие свойства, снижается уровень щелочности, возрастает агрессивность к резине, склонность к пенообразованию и др. Причем, чем выше средние рабочие температуры в двигателе, тем интенсивнее изменяются свойства антифриза. Так, в южных районах эти процессы происходят быстрее, в северных они более заторможены. Уже отмечалось, что свойства охлаждающих жидкостей могут меняться при добавлении в систему воды для восстановления ее уровня. Наиболее часто к этому прибегают владельцы машин южных районов страны. Исследования показали, что при сильном разбавлении жидкости водой уже через два-три года эксплуатации появляются очаги коррозии в системе охлаждения. Чтобы Тосол А-40М выдержал трехлетний гарантийный срок,

необходимо плотность жидкости поддерживать на уровне 1075 кг/м^3 , для чего используют концентраты Тосола АМ (табл. 8). Если добавить более одного литра свежего концентрата, срок службы охлаждающей жидкости увеличивается примерно на год.

Другой вид новой охлаждающей жидкости, близкой по своим свойствам к Тосолу А-40М, - Лена-40, Лена-65. Ее отличие заключается в меньшем коррозионном воздействии на чугунные и алюминиевые детали.

Для увеличения срока службы низкотемпературных жидкостей в них добавляют также специальное средство «Отэра» (ТУ 6-15-07-112-85) - 1 л на заправку двигателя. Однако это допустимо лишь в том случае, если жидкость после 3 лет службы сохранила свои свойства: имеет нормальную плотность, не содержит загрязнений, а также, если система охлаждения в исправном состоянии. Препарат «Отэра» - водогликолевый концентрат, содержащий комплекс эффективных ингибиторов и пеногаситель. Он способен продлить срок службы, по меньшей мере, на год.

В условиях резкого роста парка иностранной техники в нашей стране и расширения возможности эксплуатации российской техники за рубежом, особенно важной становится информация о зарубежных низкотемпературных охлаждающих жидкостях.

Концентрат охлаждающей жидкости Zero, изготовленный на основе моноэтиленгликоля (белая упаковка) или на основе монопропиленгликоля (экологически безопасный) – зелёная упаковка. Применяется для всех типов двигателей, содержит ингибиторы коррозии. Соответствует требованиям производителей автомобилей: Daimler Benz, GM, FIAT, FORD, Peugeot.

Antifreeze & Coolant - концентрат охлаждающей жидкости для систем охлаждения. В состав входят: этиленгликоль, ингибиторы коррозии, присадки, уменьшающие образование накипи, и краситель. Антифриз имеет допуски: General Motors 189921; Cummins 90T8-4; SAE J 1941, J 1034, J814c; ASTM D 3306, D 4985; Detroit Diesel 7SE298.

Zic Super-A - серия охлаждающих жидкостей, обладающих высокими антикоррозионными свойствами. Жидкости разработаны на основе малотоксичного этиленгликоля.

Характеристика охлаждающих жидкостей импортного производства

Показатели	Frostschutz 600*	Antifreeze konzentrat BIS - 75°C*	Antifreeze Valvoline*	Fluidel
Плотность, кг/м ³	1077	1077	1075	1066
Температура начала кристаллизации, °С	-36	-35	-36	-32
Температура начала перегонки, °С	100	100	100	100
Коррозионное воздействие на металлы, г/м ² сут.:				
медь МТ	0,01	0,01	0,01	0,01
припой ПОС 40-2	0,13	0,08	0,38	0,05
латунь Л63	0,02	0,01	0,02	0,01
сталь 20	0,07	0,01	0,01	0,00
чугун СЧ-25	0,05	0,01	0,07	0,01
алюминий АЛ-9	0,01	0,01	0,02	0,03
Вспениваемость:				
объём пены, см ³	20	25	25	30
устойчивость пены, с	2	3	2	3
Показатель - рН	7,68	7,76	7,50	8,2
Щёлочность, см ³	22	21	22	5

* - разбавлен в объёмном соотношении 1:1 дистиллированной водой с рН=5

Super-A premix – антифриз зелёного цвета с температурой замерзания -50°C, Super-A green- синего цвета с температурой замерзания -70°C.

Glicoshell- концентрированный антифриз 402-ой серии, состоящий из 94 % моноэтиленгликоля с добавлением ингибиторов коррозии (6 %), в том числе 0,4 % нитрита натрия.

Antifreeze BS 6580 - антифриз представляет собой концентрированную охлаждающую жидкость для всех типов систем охлаждения легковых и грузовых автомобилей. Антифриз необходимо разбавлять дистиллированной водой.

Antifreeze PROTECT+ G-48 - антифриз представляет собой концентрированную охлаждающую жидкость для всех типов систем охлаждения бензиновых и дизельных двигателей легковых и

грузовых автомобилей с увеличенным сроком службы (до 5 лет).

Antifreeze ALU PROTECT G-12 - антифриз представляет собой концентрированную охлаждающую жидкость нового поколения "Long-life" красного цвета с увеличенным сроком эксплуатации (более 5 лет). Антифриз не обладает кислотностью и не воздействует на металлы, даже те, которые наиболее восприимчивы к кислотному воздействию (алюминий, медь и припой). Свойства антифриза остаются неизменными в течение длительного срока хранения и в период эксплуатации.

Mobil Frostshutz 600 - концентрированная высококачественная охлаждающая жидкость - антифриз на основе моноэтиленгликоля для транспортных машин, содержащая присадки для защиты от коррозии, образования шлама и отложений. Способствует увеличению срока службы двигателя и снижению расходов на обслуживание.

Таблица 10

Frostshutz 600

Цвет	Золотисто-желтый, прозрачный
Удельный вес при 15°C, г/см ³	1,132
Температура вспышки, °C	>120

Охлаждающая жидкость Mobil Frostshutz 600 обладают следующими преимуществами:

- стойкая к старению, имеет долгий срок службы;
- предотвращает образование ржавчины в системе охлаждения также в теплое время года;
- не воздействует на используемые в современных двигателях металлы и сплавы;
- предотвращает образование котельного камня.

Применяется во всех системах охлаждения двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием и для дизельных двигателей, где требуется охлаждающая жидкость на базе этиленгликоля.

Пропорции для смешивания Frostschutz

Температура замерзания, °С	Frostschutz, %	Вода, %
-19	34	66
-27	40	60
-35	45	55
-42	50	50

2. Жидкости для гидравлических систем автомобилей

Чтобы привести в действие отдельные механизмы автомобиля, для передачи усилий можно использовать жидкость. Гидравлические передачи (приводы) имеют некоторые преимущества перед механическими и пневматическими. Именно этим и объясняется их широкое применение: привод тормозов, амортизаторы, усилители, подъемные устройства автомобилей-самосвалов и многое другое.

Эффективность работы гидравлического привода в первую очередь определяется качеством применяемых жидкостей, которые, соответственно, должны отвечать определенным требованиям.

Общими требованиями для всех жидкостей являются отсутствие коррозионного действия на внутренние поверхности гидравлической системы, совместимость с резиновыми и кожаными уплотнениями, незначительная вспениваемость, стабильность при хранении и применении, доступность, низкая пожароопасность и др. Кроме того, в зависимости от типа гидравлических систем, в которых используются жидкости, к ним предъявляют дополнительные требования.

2.1. Тормозные жидкости

Тормозные жидкости, находящиеся в гидроприводе тормозной системы автомобилей, передают энергию исполнительным механизмам.

Рабочее давление в гидроприводе тормозов достигает 10 МПа и более. Развиваемое давление передается на поршни колесных цилиндров, которые прижимают тормозные накладки к тормозным дискам или барабанам. При торможении кинетическая энергия при трении превращается в тепловую. Освобождаемое при этом количество теплоты зависит от массы и скорости автомобиля. При экстренных торможениях автомобиля температура в тормозах и гигроскопичность жидкости приводят к ее обводнению и преждевременному старению. В этих условиях жидкость может отрицательно влиять на резиновые манжетные уплотнения тормозных цилиндров, вызывать коррозию металлических деталей. Но наибольшую опасность для работы тормозов представляет образование в жидкости пузырьков газа и пара. Это происходит при высоких температурных режимах эксплуатации из-за низкой температуры кипения самой жидкости, а также при наличии в ней воды. При нажатии на педаль тормоза пузырьки газа сжимаются, и так как объем главного тормозного цилиндра невелик (5...15 мл), даже при сильном нажатии может не произойти роста необходимого тормозного давления, т.е. торможение не происходит из-за наличия в системе паровых пробок. Надежная работа тормозной системы - необходимое условие безопасной эксплуатации автомобиля. Тормозная жидкость, являясь ее функциональным элементом, должна отвечать определенным техническим требованиям. Важнейшие из них рассмотрены ниже.

2.1.1. Основные требования к тормозным жидкостям

Температура кипения. Это важнейший показатель, определяющий предельно-допустимую рабочую температуру гидропривода тормозов. Температура кипения большей части современных тормозных жидкостей в процессе эксплуатации снижается из-за их высокой гигроскопичности. Это происходит в результате попадания воды, главным образом за счет конденсации из воздуха. 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 работы в гидроприводе тормозов автомобиля. Для обеспечения надежности работы тормозов необходимо, чтобы рабочая температура жидкости в гидроприводе была выше, чем в тормозной системе.

Многолетние эксплуатационные наблюдения показывают, что температура жидкости в гидроприводе тормозов грузовых автомобилей обычно не превышает 100 °С. В условиях интенсивного торможения, например на горных дорогах, температура может подняться до 120°С и более.

Температура жидкости в легковых автомобилях с дисковыми тормозами при движении по магистральным автострадам составляет 60...70°С, в городских условиях достигает 80...100°С, на горных дорогах 100...120°С, а в экстремальных ситуациях (при высоких скоростях движения, высокой температуре воздуха и интенсивном торможении) - до 150°С. В некоторых случаях (спецмашины, спортивные автомобили и т.д.) температура жидкости может превышать указанные значения.

Следует подчеркнуть, что начало образования паровой фазы тормозных жидкостей при нагреве, а, следовательно, и паровых пробок в гидроприводе тормозов, происходит при температуре на 20...25°С ниже температуры кипения жидкости. Это обстоятельство принимается во внимание при установлении показателей качества тормозных жидкостей.

Согласно требованиям международных стандартов температура кипения «сухой» и «увлажненной» тормозной жидкости должна иметь значения, соответственно, не менее 205 и 140°С для автомобилей при обычных условиях их эксплуатации и не менее 230 и 155°С - для автомобилей, эксплуатирующихся на режимах с повышенными скоростями или с частыми и интенсивными торможениями, например, на горных дорогах. Следует иметь в виду, что на автомобиле, остановившемся после интенсивных торможений, температура жидкости может некоторое время повышаться за счет теплоты тормозных колодок, так как их охлаждение прекращается из-за отсутствия встречного потока воздуха.

Вязкостно-температурные свойства. Процесс торможения

обычно длится несколько секунд, а в экстренных условиях - доли секунды. Поэтому необходимо, чтобы сила, прилагаемая водителем к педали тормоза, с помощью рабочей жидкости быстро передавалась на колесные тормоза. Для этого жидкость должна обладать необходимой текучестью, которая определяется максимально допустимой вязкостью при температуре -40°C : не более $1500 \text{ мм}^2/\text{с}$ для жидкостей общего назначения и не более $1800 \text{ мм}^2/\text{с}$ - для высокотемпературных жидкостей. Жидкости в автомобилях, эксплуатируемых в северных районах, должны иметь вязкость не более $1500 \text{ мм}^2/\text{с}$ при температуре -55°C . Вязкость при температуре $+50^{\circ}\text{C}$ должна быть не менее $5,0 \text{ мм}^2/\text{с}$.

Антикоррозионные свойства. В гидроприводе тормозов детали из различных металлов соединяются между собой, что создает условия для возникновения электрохимической коррозии. Для ее предотвращения жидкости должны содержать ингибиторы коррозии.

Эффективность ингибиторов коррозии оценивается по изменению массы и состоянию поверхности пластин из стали, чугуна, белой жести, алюминия, латуни, меди после их выдерживания в тормозной жидкости, содержащей 3,5 % воды, в течение 120 ч при 100°C .

Совместимость с резиновыми уплотнениями. Герметичность тормозной системы достигается путем использования резиновых уплотнительных манжет.

В результате небольшого набухания манжет под воздействием тормозной жидкости их уплотнительные кромки плотно прилегают к стенкам цилиндров.

Однако излишнее набухание манжет недопустимо, так как может произойти их разрушение при перемещении поршней, а чрезмерное уплотнение манжет может вызвать утечку жидкости из тормозной системы.

Чтобы определить, как манжеты проявят себя в эксплуатации, проводят испытание на набухание резины. Для этого манжеты или образцы резины, из которой выполнены манжеты, выдерживают в тормозной жидкости при температурах 70° и 120°C . После этого определяют изменение объема, твердость и диаметр манжет.

Смазывающие свойства. Влияние жидкости на износ ра-

бочих поверхностей тормозных поршней, цилиндров, манжетных уплотнений зависит от ее смазывающих свойств, которые проверяются при стендовых испытаниях, имитирующих работу гидропривода тормозов в тяжелых условиях эксплуатации.

Стабильность при высоких и низких температурах. Тормозные жидкости должны сохранять исходные показатели в интервале рабочих температур от -50 до 150°C . При хранении и применении они должны противостоять окислению и расслаиванию, образованию осадков и отложений на деталях гидропривода тормозов.

Качество тормозных жидкостей оценивается по результатам лабораторных, стендовых и эксплуатационных испытаний.

2.1.2. Ассортимент и эксплуатационные свойства тормозных жидкостей

В настоящее время выпускаются следующие марки тормозных жидкостей (в табл. 12 приведены показатели основных марок тормозных жидкостей):

Жидкость **БСК** - смесь 50 % бутилового спирта и 50 % касторового масла с добавлением красителя, который придает ей оранжево-красный цвет. БСК обладает хорошими смазывающими свойствами, но неудовлетворительными низкотемпературными свойствами (при понижении температуры касторовое масло выпадает из смеси в виде кристаллов.) Жидкость работоспособна при температуре окружающего воздуха от -20 до $+30^{\circ}\text{C}$.

Кроме того, БСК имеет низкую температуру кипения (115°C) поэтому она не в состоянии обеспечить надежную работу тормозов автомобилей на режимах с интенсивным движением. В летний период эксплуатации возможно образование паровых пробок. Попадание воды в систему нарушает однородность жидкости и делает ее непригодной к применению. Применяют БСК в гидроприводе тормозов и сцеплений старых моделей автомобилей, за исключением автомобилей ВАЗ.

Таблица 12

Характеристика основных марок тормозных жидкостей

Показатели	«Нева»	«Томь»	«Роса», «Роса-3», «Роса ДОТ-4»	БСК
ГОСТ, ТУ	ТУ 6-01-1163-78	ТУ 6-01-1276-82	ТУ 25451-004-1088057-94	ТУ 6-101533-75
Внешний вид	Прозрачная однородная жидкость от светло-желтого до темно-желтого цвета без осадка			Прозрачная однородная жидкость оранжево-красного цвета
Кинематическая вязкость, мм ² /с, при: 50°С, не менее 100°С, не менее -40°С, не более	5 2 1500	5 2 1500	5 2 1450	9 - 2500
Температура кипения, °С, не ниже	195	220	260	115
Температура кипения «увлажненной» жидкости, °С, не ниже	138	155	165	110
Содержание механических примесей, %	7,0...11,5	7,0...11,5	7,5...9,0	≥ 6
Взаимодействие с металлами: изменение массы пластинок, мг/см ² , не более: белая жельсть сталь 10 алюминиевый сплав Д-16 чугун СЧ 18 латунь Л62 медь М1	0,1 0,1 0,1 0,1 0,4 0,4	0,1 0,1 0,1 0,08 0,1 0,2	0,1 0,1 0,1 0,1 0,2 0,2	0,2 0,2 0,1 0,2 0,4 0,4

Показатели	«Нева»	«Томь»	«Роса», «Роса-3», «Роса ДОТ-4»	БСК
Воздействие на резину, %: изменение объема резины марки 7-2462 при 70°С	2...10	2...10	2...10	5...10
то же, марки 51-1524 при 120°С	2...8	2...10	2...10	-
изменение предела прочности резины марки 51-1524, %, не более	20	18	25	-
Низкотемпературные свойства: Внешний вид после выдержки (6 ч, -50°С)	Прозрачная жидкость без расслоения и осадка			

Примечание.

Жидкости «Нева», «Томь», «Роса» и ее модификации совместимы, их смешивание между собой возможно в любых соотношениях. Смешивание указанных жидкостей с БСК недопустимо

Жидкость **«Нева»** изготавливается на основе этилкарбитола с добавлением вязкостной и противокоррозионных присадок. Она обеспечивает надежную работу в температурном интервале от +45 до -45 °С. При увлажнении снижается температура кипения и увеличивается вероятность образования паровых пробок, повышается коррозионная агрессивность к металлам. Жидкость применяют всесезонно во всех климатических зонах, кроме районов Крайнего Севера, в гидроприводах тормозов и сцепления старых моделей грузовых и легковых автомобилей (кроме ГАЗ-24 выпуска до 1985 г. из-за несовместимости с резиновыми уплотнениями гидропривода тормозов). Срок службы - не более одного года.

Жидкость **«Томь»** изготавливается на основе этилкарбитола и борсодержащего полиэфира с добавлением вязкостной и антикоррозионной присадок. Имеет лучшие эксплуатационные свой-

ства, чем «Нева» и более высокую температуру кипения. Работоспособна при температуре окружающего воздуха от -40 до $+45^{\circ}\text{C}$. Совместима с «Невой» при смешивании в любых соотношениях. Смешение с БСК не допускается. Применяется всесезонно на всех моделях автомобилей, за исключением переднеприводных автомобилей ВАЗ, во всех климатических зонах, за исключением районов Крайнего Севера. Срок службы жидкости «Томь» - 2 года.

Жидкости «Роса ДОТ-4», «Роса-3», «Роса» изготавливаются на основе борсодержащего полиэфира, содержат антиокислительные и антикоррозионные присадки. Жидкости «Роса» и «Роса-3» отличаются от жидкости «Роса ДОТ-4» тем, что они содержат в своем составе различные пластификаторы, из-за отсутствия сырья они практически не выпускаются. Жидкости имеют хорошие высокотемпературные свойства - температура кипения 260°C , а температура кипения «увлажненной» жидкости 165°C . Это обеспечивает надежную работу тормозной системы при тяжелых эксплуатационных режимах. Жидкости работоспособны при температуре окружающего воздуха от -40 до $+45^{\circ}\text{C}$. Применяется в тормозных системах современных грузовых и легковых автомобилей, в том числе и в переднеприводных автомобилях ВАЗ. Совместимы с тормозными жидкостями «Томь» и «Нева». Несовместимы с БСК. Срок службы - 3 года.

Тормозные жидкости, предназначенные для районов Крайнего Севера, в России не вырабатываются. Такая жидкость должна иметь вязкость при -55°C не менее $1500 \text{ мм}^2/\text{с}$. Поэтому практикуется разбавление жидкостей «Нева» и «Томь» 18...20 % (мас. доля) этилового спирта. Такую смесь возможно применять до температуры окружающего воздуха не менее -60°C . При этом температура кипения смеси снижается по сравнению с жидкостями «Нева» и «Томь», но при этом ухудшается герметичность резиновых уплотнений. Поэтому, по окончании зимнего сезона такую смесь необходимо заменить.

Зарубежными аналогами жидкостей «Нева» и «Томь» являются жидкости, соответствующие международной классификации ДОТ-3 с температурой кипения более 205°C , а аналогом жидкости «Роса» - является жидкость ДОТ-4 с температурой кипения более 230°C .

BP Brake Fluid DOT4 - тормозная жидкость для систем барабанного, дискового типа и гидравлических систем привода сцепления. Тормозная жидкость смешивается со всеми стандартами SAE и DOT апробированных тормозных жидкостей.

Тормозная жидкость не смешивается с тормозной жидкостью DOT 5 (SBBF) и углеводородными жидкостями типа LHM.

BP Brake Fluid DOT5.1 - тормозная жидкость для систем барабанного, дискового типа и гидравлических систем привода сцепления. Тормозная жидкость обладает высокими показателями равновесной температуры кипения. Тормозная жидкость смешивается со всеми стандартами SAE и DOT апробированных тормозных жидкостей. Не смешивается с тормозной жидкостью DOT 5 (SBBF) и углеводородными жидкостями типа LHM.

Airbrake Ice-Free - антифриз для применения в пневматических и воздушных тормозных системах. Обладает эффективными низкотемпературными, антикоррозионными, влагоотталкивающими и смазывающими свойствами, что является важным условием сохранности всех узлов пневматических и воздушных тормозных систем на протяжении длительного срока применения. Не смешивается с водой.

2.2. Амортизаторные жидкости

Для обеспечения гашения колебаний кузова автомобиля устанавливаются амортизаторы. Амортизаторы, установленные на автомобилях, смягчают толчки и удары, вызываемые неровностями дороги, повышают плавность движения автомобиля. От работы амортизаторов зависит срок службы автомобиля, допустимая скорость его движения. Амортизаторные жидкости являются «рабочим телом» в гидравлических амортизаторах рычажно-кулачкового и телескопического типа, а также в телескопических стойках.

Работа амортизатора основана на использовании свойства жидкости ее малосжимаемости и способности мгновенной и равномерной передачи нагрузки по всем направлениям. Амортизаторные жидкости должны иметь: хорошие смазывающие и антикоррозионные свойства; подвижность во всем диапазоне темпе-

ратур - от -50°C до 140°C ; высокую термоокислительную стабильность, обеспечивающую бесшумную работу до 100 тыс. км пробега; обладать хорошими вязкостно-температурными свойствами. При температуре -20°C вязкость не должна превышать $800 \text{ мм}^2/\text{с}$.

При увеличении вязкости увеличивается жесткость работы амортизаторов, что может привести к их блокировке.

Амортизаторные жидкости не должны быть склонны к пенообразованию. Увеличение пены увеличивает сжимаемость жидкости. Причиной пенообразования является проникновение воздуха в амортизаторы и ее диспергирование в жидкости в виде мельчайших пузырьков. Кроме того, амортизаторные жидкости должны быть совместимы с резиновыми уплотнителями.

Амортизаторные жидкости представляют собой маловязкие масла, содержащие следующие присадки - вязкостную, депрессорную, антиокислительную, противоизносную, диспергирующую и антипенную.

Выпускаются несколько марок амортизаторных жидкостей - АЖ-12Т, ГРЖ-12 и МГП-12 (под торговой маркой «Славол-АЖ»). Основные показатели качества амортизаторных жидкостей представлены в табл. 13.

Амортизаторная жидкость **АЖ-12Т** - 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 специальной техники.

Амортизаторная жидкость **ГРЖ-12** - смесь очищенных трансформаторного и веретенного дистиллятов с добавлением депрессорной, антиокислительной, противоизносной и антипенной присадок.

Амортизаторная жидкость **МГП-12** («Славол-АЖ») разработана взамен жидкости МГП-10 (ОСТ 38.1.54-74). Это маловязкая низкозастывающая нефтяная основа, в которую введены депрессорная, диспергирующая, противоизносная, антиокислительная и антипенная присадки. Применяют в качестве рабочей жидкости в телескопических стойках и амортизаторах грузовых и легковых автомобилей. Применяют в амортизаторах и телескопических стойках автомобильной техники.

Таблица 13

Характеристика амортизационных жидкостей

Показатели	АЖ-12Т	МПП-12 «Славол-АЖ»)	ГРЖ-12
ГОСТ, ТУ	ГОСТ 23008-78	ТУ 38.301-29-40-97	ТУ 0253-048-05767-924-96
Кинематическая вязкость, мм ² /с, при температуре:			
40°С, не менее	-	-	16...20
50°С, не менее	12	12	-
100°С, не менее	3,6	3,8	3,9
-20°С, не более	-	800	800
-40°С, не более	6500	-	-
Температура, °С:			
вспышки, не ниже	165	140	140
застывания, не выше	-52	-50	-50
Плотность при 20°С, кг/м ³ , не более	-	917	917
Стабильность против окисления:			
осадок после окисления, %	Отсутствие	-	-
кислотное число до (после) окисления, мг КОН/г, не более	0,04 (0,1)	-	-
Содержание механических примесей и воды, %		Отсутствие	
Испытание на коррозию	Выдерживает		

2.3. Пусковые жидкости

При низкой температуре окружающего воздуха пуск дизельных и карбюраторных двигателей осложняется даже при использовании бензинов с большим числом лёгких фракций и дизельных топлив с высоким цетановым числом, а также маловязких загущённых масел. Для обеспечения пуска двигателей, в том

случае, когда обычные топлива с хорошими низкотемпературными свойствами не могут обеспечить запуск двигателя, широкое применение получили специальные жидкости, с помощью которых облегчается запуск двигателя.

Пусковые жидкости должны иметь: хорошую испаряемость при низкой температуре; быструю воспламеняемость от искры или самовоспламеняемость от сжатия; высокие антикоррозионные и противоизносные свойства; низкую температуру застывания; стабильность при длительном хранении.

В качестве основного компонента пусковых жидкостей используется этиловый эфир, который обеспечивает самовоспламенение горючей смеси в дизелях при 190...220°C, а в карбюраторных двигателях позволяет достичь воспламенения очень бедных смесей.

Ассортимент и эксплуатационные свойства представлены в табл. 14.

Испытания показали, что применение пусковых жидкостей не увеличивает износ двигателей, но сокращает длительность пуска и повышает надежность работы двигателя.

Для облегчения пуска двигателя в сильные морозы можно использовать пусковые жидкости импортного производства (Motor Start, Blitz Start, Starting Fluid). Их основа - эфир с добавками, испаряющийся при низких температурах лучше, чем бензин. Когда состав попадает в цилиндры, воспламенение смеси происходит буквально с первых оборотов коленчатого вала. При этом существенно облегчается работа стартера и аккумулятора, меньше вероятность загрязнения свечей, к тому же специальные присадки в препарате предотвращают задиры деталей цилиндропоршневой группы.

KW5415 Patented Starting Fluid - пусковая жидкость для дизельных и бензиновых двигателей, содержит эфир и пропан, в результате чего в 3...4 раза эффективней обычных составов.

Пусковые жидкости

Показатель	Жидкость для автомобилей			
	карбюраторных	дизельных		
	«Арктика»	Диэтиловый эфир	Жидкость НАМИ	«Холод Д-40»
Цвет	Прозрачный или светло-желтый	Прозрачный или светло-голубой	-	-
Состав (по массе), %:				
диэтиловый спирт (эфир)	45...60	100	65	58...62
газовый бензин (петролейный эфир)	38...43	-	20	13...17
турбинное масло	1,5...2,5	-	-	9...11
изолиропилнитрат, (или перекиси, альдегиды)	2...4 (до 10)	-	3	13...17
противоизносная и противозадирная присадки	До 2	-	-	-
антиокислительная присадка	До 0,5	-	0,2	-
Минимальная температура надежного пуска без подогрева, °С	-30...-35	-30...-35	-	-

Примечания.

1. Жидкости «Арктика» и НАМИ впрыскиваются во впускной трубопровод с помощью приспособления 5ПП-40 или ДПП-40.

2. Диэтиловый эфир подается в виде 5...8 капель в воздушную трубу при снятом воздухоочистителе в момент проворачивания вала двигателя.

3. «Холод Д-40» впрыскивается в камеру сгорания с помощью специального приспособления.

Пусковые жидкости безвредны для мотора, пригодны как для бензиновых, так и для дизельных двигателей. Но если распылить их через штатный воздухозаборник, эффект будет мини-

мальным. Необходимо снять крышку с корпуса воздушного фильтра и распылить препарат прямо в диффузоры карбюратора или во впускной коллектор (на автомобилях с впрыском топлива). Необходимо помнить, что эфир - всего лишь помощник на начальной стадии пуска. Большинство негативных отзывов о пусковых жидкостях надо связывать с неисправностями в системах питания, зажигания, аккумулятора, а не с качеством препарата.

Контрольные вопросы

1. Какие основные требования предъявляются к охлаждающим жидкостям, применяемым в двигателях?
2. В чем заключаются преимущества и недостатки воды, как охлаждающей жидкости для двигателей?
3. Какие жидкости применяют в качестве низкозамерзающих (состав, свойства) охлаждающих жидкостей?
4. Какие эксплуатационные требования предъявляются к тормозным жидкостям?
5. Какие тормозные жидкости (их ассортимент и свойства) применяются в гидроприводах тормозных систем автомобилей?
6. Какие требования предъявляются к амортизаторным жидкостям, их свойства, ассортимент?
7. В каких случаях применяют пусковые жидкости?

Учебное издание

**Лиханов Виталий Анатольевич,
Лопатин Олег Петрович**

ТЕХНИЧЕСКИЕ ЖИДКОСТИ

Учебное пособие

для студентов инженерного факультета специальностей:

150200 - Автомобили и автомобильное хозяйство,

311300 - Механизация сельского хозяйства,

311900 - Технология обслуживания и ремонта машин в АПК,

230100 - Сервис транспортных и технологических машин в аграрном
производстве

Редактор И.В. Окишева

Заказ № 97. Подписано к печати 4.05.2005 г.

Формат 60x84 1/16. Объем усл. печ. л. 2,7. Тираж 200 экз.

Бумага офсетная. Цена договорная. Отпечатано с оригинал-макета.

Отпечатано в типографии ФГОУ ВПО Вятская ГСХА

610017, г. Киров, Октябрьский проспект, 133