



Бюллетень: HY30-3248/UK

## Рабочие жидкости для аксиально- поршневых насосов Parker серии PV

---

Рекомендация  
по выбору рабочей  
жидкости



**Parker Hannifin GmbH & Co KG**  
Hydraulic Pump and Motor Division  
Neefestr. 96  
09116 Chemnitz, Германия  
Тел.: +49 (0)371-3937-0  
Факс: +49 (0)371-3937-120  
[www.parker.com](http://www.parker.com)

Copyright © 2008 by Parker Hannifin GmbH

### Основные положения

Рабочая жидкость является важным компонентом любой действующей гидравлической системы. Рабочая жидкость выполняет несколько задач:

- передача энергии,
- защита от износа / снижение износа,
- теплообмен.

Важность рабочей жидкости позволяют оценить статистические данные, показывающие, что более чем в 80% случаев выхода из строя гидравлических компонентов причиной неисправности было ненадлежащее состояние рабочей жидкости.

Необходимо уделять особое внимание выбору рабочей жидкости для гидравлической системы и поддержанию ее в надлежащем состоянии. Основные критерии этого выбора будут описаны ниже.

### Передача энергии

Важным показателем передачи энергии для рабочей жидкости является модуль объемного сжатия (модуль упругости)  $E$ , измеряемый в барах. Он описывает степень сжимаемости жидкости под давлением.

Несжимаемая рабочая жидкость (высокое значение модуля) передает усилие очень быстро. Использование несжимаемой рабочей жидкости приводит к получению «жесткой» гидравлической системы, что полезно в системах управления с обратной связью. «Жесткую» систему можно получить, используя небольшие объемы сжимаемой рабочей жидкости, жесткие линии ее передачи (трубы вместо гибких шлангов) и жидкости высокой вязкости. Кроме того, давление увеличивает модуль объемного сжатия минерального масла.

«Мягкая» гидравлическая система в большей степени подвержена неустойчивости, но в большинстве случаев ведет себя стабильнее, так как в такой системе лучше сглаживаются скачки давления.

Также велико влияние содержания воздуха в жидкости. В минеральном масле при атмосферном давлении растворено около 9% воздуха. Под действием снижающегося давления в гидравлическом контуре (на входе насоса, при высокой скорости жидкости в участках трубопровода с меньшим диаметром, при турбулентном потоке, вследствие высокой скорости в сливной линии) часть воздуха может образовывать пузырьки, что приводит к существенному уменьшению жесткости системы и может вызвать ряд проблем.

Большое влияние на **динамическую передачу энергии** оказывает вязкость рабочей жидкости. Высокая вязкость, что означает «густую» жидкость, ведет к низкой текучести, а это означает:

- более высокие потери давления в трубах и компонентах,

- снижение гидромеханического КПД,
- большее падение давления во всасывающей линии, потери при заполнении, кавитацию,
- неполное заполнение смазываемых и уплотняемых зазоров, потерю смазки.

Слишком низкая вязкость приводит к следующим проблемам:

- более высокая утечка через все смазываемые зазоры в насосе и клапанах,
- более тонкая пленка смазки приводит к увеличению прямого контакта металла с металлом, в результате чего быстрее изнашиваются подшипники скольжения и качения.

По этим причинам необходимо уделить особое внимание правильному выбору значения вязкости и оптимального вязкостно-температурного индекса. Вот некоторые критерии выбора:

- принцип действия гидравлических насосов и моторов, используемых в системе,
- номинальные значения и допустимые диапазоны давления и температуры,
- температура окружающей среды (и диапазон),
- длина трубопровода.

Необходимо учитывать следующие ограничения:

- оптимальная рабочая вязкость с учетом эффективности, экономичности и безопасности

$$v_{opt} = 20 - 40 \text{ мм}^2/\text{с}$$

- рабочая вязкость, соответствующая полной работоспособности

$$v_{operation} = 16 - 100 \text{ мм}^2/\text{с}$$

- границы значений вязкости для сниженных рабочих характеристик (частота вращения, давления, цикл нагружения)

$$v_{limit} = 12 - 300 \text{ мм}^2/\text{с}$$

- нижний предел вязкости, при достижении которого начинается повреждающий поверхность контакт металла с металлом, только на короткое время, и максимум при 50% от номинального давления

$$v_{min} = 8 \text{ мм}^2/\text{с}$$

- верхнее предельное значение вязкости при запуске, предел всасывания для насосов, только на короткое время, при коротком и прямом всасывающем трубопроводе

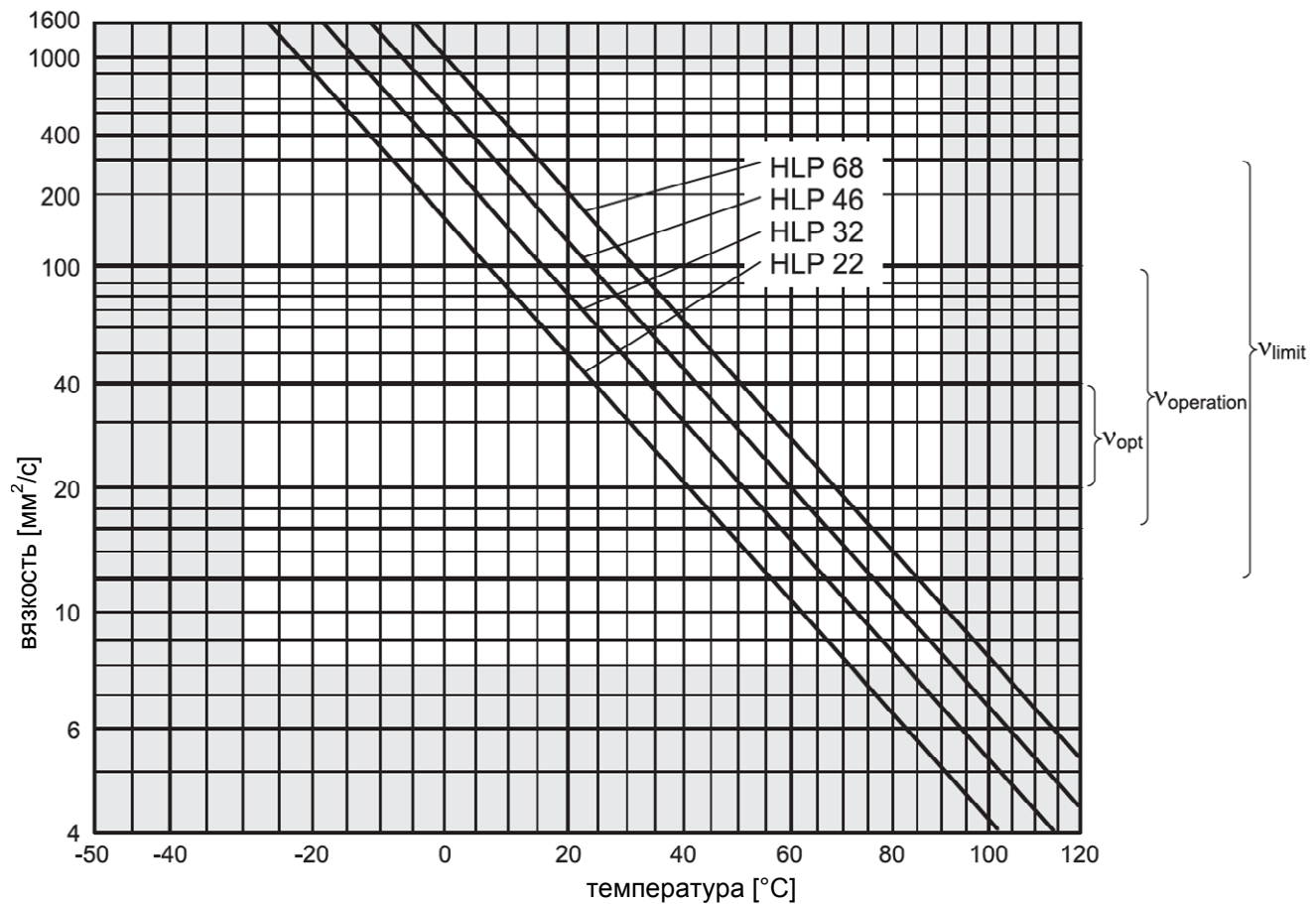
$$v_{start} = 800 \text{ мм}^2/\text{с}$$

- рекомендуемый температурный диапазон (температура жидкости) для эксплуатации гидравлической системы — между 30°C и 70°C. Никогда не следует выходить за пределы (нижний предел в -30°C и верхний в +90°C), в зависимости от жидкости, поддерживающей данные температуры.

Минеральное масло поставляется различных классов вязкости (VG, viscosity grade). Число соответствует номинальной вязкости в  $\text{мм}^2/\text{с}$  при  $40^\circ\text{C}$ :

- VG 22 арктические условия, очень длинные трубы;
- VG 32 зимние условия;
- VG 46 нормальные условия, закрытые помещения;
- VG 68 тропические условия.

Корреляция между вязкостью и температурой обычно описывается в виде графика Уббелоде в логарифмическом масштабе по обеим осям:



Вязкостно-температурная диаграмма для минерального масла

## Защита от износа, снижение износа

### Защита от износа и снижение износа

Кроме правильного выбора значения вязкости, с одной стороны обеспечивающего необходимый объём смазывающей жидкости в зазоре и с другой стороны гарантирующего стабильную смазывающую пленку, способность рабочей жидкости уменьшать износ имеет существенную важность.

Описываемый параметр «нагрузка разрушения» (максимально допустимая нагрузка) определяется с помощью соответствующего испытания FZG (определения противозносных и противозадирных свойств масел) A/8,3/90 согласно стандарту DIN 51 354, часть 2 (испытательная установка для зубчатой передачи, 12 определенных шагов нагрузки при начальной температуре 90°C и окружной скорости 8,3 м/с).

В зависимости от номинального значения рабочего давления рекомендуется следующая максимальная допустимая нагрузка:

Номинальное давление [бар]	Максимальная допустимая нагрузка
80 – 125	≥ 5
125 – 200	5 – 6
200 – 250	7 – 9
250 – 320	≥ 10
> 320	≥ 12

Максимальное предельное давление: 1,25 x номинальное давление

Предлагаются минеральные масла в соответствии со стандартом DIN 51 524 для различных типов жидкостей:

- HL-жидкости в соответствии со стандартом DIN 51 524, часть 1, нормальная рабочая нагрузка, максимальная допустимая нагрузка 6 – 10;
- HLP-жидкости в соответствии со стандартом DIN 51 524, часть 2, повышенная рабочая нагрузка, максимальная допустимая нагрузка > 10.

Современные HLP-жидкости обычно поставляются с максимальной допустимой нагрузкой >12. В них добавляются защищающие от износа присадки, гарантирующие высокую безопасность эксплуатации даже в суровых условиях эксплуатации.

Помимо снижения износа благодаря упругогидродинамическим свойствам рабочей жидкости, характеризующимся значением FZG, поведение жидкости в ситуации **смешанного трения** очень важно для использования жидкости в тяжелых режимах эксплуатации. В гидравлических компонентах постоянно встречается смешанное трение, так как разность скоростей между двумя контактирующими компонентами часто оказывается ниже минимальной скорости для гидродинамической смазки.

## Рабочие жидкости

При смешанном трении, то есть при прямом контакте двух металлических поверхностей, наиболее важна смазывающая способность жидкости. Смазывающая способность измеряется в соответствии со стандартом DIN 51 347 и выражается как нагрузка в Н/мм<sup>2</sup>, при которой ещё не происходит износа. Иногда это значение называют значением Бруггера.

Значение Бруггера измеряется на испытательной установке, перемещающей два цилиндрических элемента под определенной нагрузкой. На одном из элементов создается след износа. Этот след увеличивается во время первых секунд испытания, но затем в течение нескольких минут остается постоянным размером. По размеру следа износа можно определить нагрузку, при которой ещё не происходит износа, в Н/мм<sup>2</sup> для конкретной жидкости.

Для общего применения значение этого параметра, измеряемого в соответствии со стандартом DIN 51 347-2, должно быть не менее 30 Н/мм<sup>2</sup>.

Для гидравлических систем, работающих при больших динамических нагрузках, а также с частым изменением нагрузки (прессы с коротким циклом работы, машины для литья пластмассы в форму под давлением методом впрыска и т. д.) значение этого параметра, измеряемого в соответствии со стандартом DIN 51 347-2, должно быть не ниже 50 Н/мм<sup>2</sup>.

Также следует помнить, что жидкость может выполнять функцию защиты от износа только в том случае, если она не загрязнена твердыми и агрессивными частицами. Поэтому для обеспечения большого срока службы всех компонентов необходимо уделить особое внимание **фильтрации рабочей жидкости**.

Размеры уплотняемых и смазываемых зазоров гидравлических компонентов, как правило, находятся в диапазоне от 3 до 10 мкм. Это означает, что для механизма будут наиболее опасны частицы, размер которых находится примерно в этом же диапазоне.

Чем меньше частиц в рабочей жидкости, тем меньше будут изнашиваться компоненты гидравлической системы, а износ является причиной выхода из строя гидравлических насосов и моторов почти в 90% случаев.

Чтобы гарантировать работу гидравлической системы без поломок, необходим класс чистоты жидкости 20/18/15 в соответствии со стандартом ISO 4406:1999. Числа в обозначении класса чистоты указывают, сколько частиц в диапазонах размеров > 4 мкм (1-е значение), > 6 мкм (2-е значение) и > 14 мкм (3-е значение) присутствует в одном миллилитре жидкости. Число 20 соответствует 5 000 – 10 000 частиц на миллилитр, 18 означает от 1 300 до 2 500 частиц на миллилитр, а 15 — от 160 до 320 частиц на миллилитр.

Это показывает, что в жидкости с классом чистоты 20/18/15 все еще содержится огромное количество частиц. Это также указывает на то, что данный класс чистоты жидкости хорош только для общих применений, а также для систем с низким давлением.

## Теплопередача / Специальные рабочие жидкости

При более высоких требованиях к функциональной безопасности и к сроку службы, либо в системах с более высоким давлением компания Parker рекомендует класс чистоты 18/16/13 в соответствии со стандартом ISO 4406. В этом случае в одном миллилитре жидкости может содержаться от 320 до 640 частиц размером > 5 мкм и от 40 до 80 частиц размером более 15 мкм.

Такого класса чистоты можно достичь с помощью полнопоточных или байпасных фильтров с  $b_{10} \geq 75$ . Это значение указывает на то, что 1/75 всех частиц размером более 10 мкм сможет пройти через фильтр.

На этом примере показано:

- Резервуар со 100 литрами жидкости содержит миллиарды частиц загрязнения.
- Даже 10-микронный фильтр преодолеют миллионы частиц размером более 10 мкм.

Помимо этого, необходимо учитывать следующее:

- Через уплотнение штока и грязесъемник гидравлического цилиндра частицы могут попасть в гидравлическую систему,
- при износе насосов, моторов и клапанов образуются дополнительные частицы, также попадающие в рабочую жидкость,
- поставляемое в бочках минеральное масло, как правило, имеет класс чистоты в 21/19/16 согласно стандарту ISO 4406 либо даже хуже.

Поэтому очень важно уделять особое внимание системам фильтрации, а именно – их проектированию, техническому контролю за их состоянием и обслуживанию.

Нагрузка на рабочую жидкость в гидравлических системах приводит к ее **старению**. Поэтому необходимо проверять состояние рабочей жидкости. Эта проверка должна производиться, по меньшей мере, дважды в год и включать, как минимум, определение кислотного числа, вязкости, цветового показателя и класса чистоты.

Срок службы рабочей жидкости в большой степени зависит от рабочего давления, рабочей температуры, коэффициента циркуляции (производительности всех насосов, деленной на объем резервуара), а также типа рабочей жидкости. Таким образом, невозможно сделать общие утверждения относительно среднего времени использования.

## Рабочие жидкости

### Теплопередача

Температура оказывает большое влияние на свойства рабочей жидкости. Вязкость, смазывающая способность, старение и другие важные параметры прямо или косвенно зависят от температуры. Это означает, что при проектировании необходимо учитывать тепловой баланс гидравлической системы. С одной стороны, рабочая жидкость подвергается воздействию высоких температур, с другой стороны, рабочая жидкость отводит тепло от участков с высоким гидравлическим сопротивлением, уменьшением площади поперечного сечения и других дросселирующих устройств и зон трения. Таким образом, при проектировании гидравлической системы необходимо убедиться в том, что нигде в системе не может произойти локального перегрева из-за рассеиваемого тепла. Такой перегрев может привести к разрушению уплотнений и выходу из строя деталей из-за недостатка смазки либо к разложению самой рабочей жидкости.

Последний комментарий касается **уплотнений**. У хорошей гидравлической системы не должно быть видно, что она работает на жидкости! Утечек не должно быть в принципе. Как правило, гидравлические компоненты утечек не имеют. Более 90% всех проблем происходит на сопряжениях:

- порты,
- фланцевые соединения клапанов,
- разъемы.

Основной причиной проблем в этой области является сборка.

Тем не менее, система, состоящая из рабочей жидкости и эластомерных уплотнений, крайне чувствительна. Наиболее частые причины выхода из строя этой системы — это температура, химическая несовместимость и механические повреждения. Если у вас есть какие-либо вопросы по данной теме, свяжитесь с компанией Parker.

Компания Parker не дает определенных рекомендаций относительно конкретного продукта, марки или производителя рабочей жидкости. Постоянные исследования и разработки в области рабочих жидкостей и уплотняющих материалов не позволяют испытывать все возможные комбинации на совместимость с нашими компонентами. Приведенные здесь рекомендации, а также обсуждения возможных ограничений, соответствующих стандартов и прочая полезная литература должны помочь выбрать правильную рабочую жидкость для гидравлической системы, а также спроектировать оборудование так, чтобы оно удовлетворяло всем требованиям.

## Специальные рабочие жидкости

### Специальные рабочие жидкости для защиты окружающей среды

Все сделанные выше утверждения, в принципе, также справедливы для этих жидкостей. В вопросе выбора или определения требуемого уровня вязкости, класса чистоты, а также свойств, касающихся смазки и защиты от износа, соответственно применимы все критерии, обсуждавшиеся в разделе о минеральном масле.

Следует рассмотреть следующие свойства и условия использования специальных рабочих жидкостей:

- **Жидкости на основе компонентов растительного происхождения**

- Хорошие смазывающие свойства, вязкостно-температурная характеристика лучше, чем у стандартного минерального масла.
- Плотность несколько выше, чем у минерального масла, поэтому убедитесь в том, что условия всасывания оптимальны!
- Точка потери текучести около  $-30^{\circ}$ , поэтому такая жидкость не годится для эксплуатации при низких температурах.
- Ускоренное старение. Первая замена жидкости выполняется через 500 часов, вторая замена через 1000 часов. Затем жидкость подлежит замене через 2000 часов или раз в год, если за год набирается менее 2000 часов эксплуатации.
- Высокое сродство к воде. Контакт с водой следует избегать в любом случае. При температуре выше  $50^{\circ}\text{C}$  в присутствии воды жидкость разрушается.
- Никогда не следует смешивать с жидкостями на основе минерального масла.
- Внутреннее покрытие резервуаров и т. д. должно быть совместимо с жидкостью. Уточните у поставщика жидкости.

- **Жидкости на основе эфиров (синтетические эфиры)**

- Справедливы те же замечания, что и для жидкостей на натуральной основе.

- **Жидкости на основе полигликоля (не HFC/водно-гликолевая смесь)**

- Хорошие смазывающие свойства, вязкостно-температурная характеристика лучше, чем у стандартного минерального масла.
- Старение / долговечность в соответствии с фактическими данными, сходными с данными по минеральному маслу.
- Точка потери текучести около  $-40^{\circ}\text{C}$ , будьте осторожны при низких температурах!
- Плотность существенно выше, чем у минерального масла. Поэтому максимальная частота вращения для самовсасывающих насосов должна быть снижена на 20%.

## Рабочие жидкости

- Используйте фторуглерод в качестве уплотнительного материала. Наши компоненты гидравлических систем проходят испытания с применением минерального масла; перед установкой их необходимо полностью очистить от масла!
- Обычные краски и покрытия разрушаются. Свяжитесь с поставщиком рабочей жидкости!
- Никогда не смешивайте с минеральным маслом, так как при этом образуется твердый осадок, который забивает фильтры, отверстия и т. д.!

**Примечание:** даже биологически разлагаемые жидкости необходимо утилизировать в соответствии со специальными правилами утилизации (как минеральные масла).

**Перед использованием этих рабочих жидкостей рекомендуется проконсультироваться со специалистом по ним.**

- **Жидкости согласно стандарту DIN 51 502 (HF-жидкости)**

Эти жидкости являются огнестойкими. Используются следующие классы:

HFA	эмульсия воды в масле:	95 – 98% воды;
HFB	эмульсия воды в масле:	>40% воды;
HFC	водосодержащие растворы:	35 – 55% воды; (полигликоль)
HFD	не содержащие воды жидкости (эфиры фосфорной кислоты, эфир полиола, полиэфир-полиол).	

Эксплуатация компонентов гидравлических систем Parker с жидкостями HFD в рамках спецификации поставщиков рабочей жидкости (температурный диапазон, фильтрация, совместимость с уплотняющими материалами) и в границах вязкости наших компонентов возможна без ограничений, при выполнении данных здесь рекомендаций (значение FZG, число Бруггера и т.д.).

Успешные результаты были получены с насосами Parker и рабочими жидкостями на основе полиэфир-полиола.

Эксплуатация оборудования с рабочими жидкостями HFC и HFD имеет определенные ограничения, касающиеся максимальной частоты вращения, предельных значений давления и сокращения срока службы подшипников. Свяжитесь с нашими специалистами.

Компания Parker не дает общего отказа на эксплуатацию оборудования с рабочими жидкостями HFA и HFB. В некоторых случаях по запросу может быть получено специальное разрешение.

**Если вы не уверены в том, можно ли использовать нашу продукцию с какой-либо конкретной жидкостью, свяжитесь с нами. Наши специалисты будут рады ответить на ваши вопросы и предоставить вам любую необходимую поддержку.**