

**MANNESMANN
REXROTH**

Рабочие жидкости на основе минеральных масел для аксиально-плунжерных машин.

**RRS
90220/12.95**

Общие замечания

Рабочие жидкости для гидростатических систем должны выбираться очень тщательно, с учетом базовых требований в самом начале создания системы, чтобы обеспечить безотказную и экономически целесообразную эксплуатацию.

Обычно трудно в полной мере выполнить все требования (например, с точки зрения стоимости), поэтому потребитель должен принимать взвешенные решения.

Передача силы

В целом минеральные масла (в том числе с растворенным воздухом) быстро передают давление и силу (благодаря высокой скорости импульса), и вместе с тем, демпфируют удары, (имея определенный объемный модуль упругости). Жидкости, имеющие исходную низкую вязкость или разогретые, имеют большой модуль упругости и обеспечивают более мягкую работу установки. Большие объемы, шланги, нерастворенный газ, аккумуляторы дополнительно уменьшают жесткость установки. поэтому вопрос о том будет ли установка жесткой, с высокими напряжениями элементов, или мягкой, щадящей, склонной к неустойчивости, в очень малой степени зависит от физических качеств масла (исключение — возможность деаэрации).

Нужно обращать внимание на упругость установки и, при необходимости, принимать дополнительные меры.

Динамические качества

Вязкость (1), а также зависимость вязкости от температуры (с) (νT — характеристика) имеют решающее значение, следует также учитывать зависимость вязкости от давления (d), плотность(2) и точку текучести (6).

Высокая вязкость, т.е. густая жидкость, ухудшает гидравлико-механический КПД. При этом утечки — минимальны.

Нежелательные последствия:

При низком уровне давления не заполняются зазоры в подшипниках, поэтому возникают затирания. Во всасывающем трубопроводе возникают разрывы потока, что приводит к кавитационным повреждениям.

Слишком низкая вязкость приводит к большим утечкам и из-за тонкого смазывающего слоя вызывает затирания в подшипниковых парах.

В отличие от воды, минеральные масла характеризуются резким падением вязкости при росте температуры (описывается νT — характеристикой), что затрудняет выбор.

Существенными могут быть условия, предъявляемые к установке.

Тип насосов и гидромоторов:

Применяемые обычно присадки и изготовление машин с высокой точностью позволяют использовать масла с исключительно низкой вязкостью.

Тип и технические данные установки.

Потери в трубах из-за трения в жидкости, естественный отвод тепла и дополнительное охлаждение влияют на технические данные установки.

Вязкость измеряется всегда при нормальном (атмосферном) давлении. С ростом давления увеличивается вязкость (при 400 барах — вдвое), что обязательно необходимо учитывать.

При коротком периоде запуска установки требуется масло, стартовая вязкость которого обеспечивает работоспособность установки. Приемлемыми считаются следующие предельные значения:

I. $\nu_{\text{старт}} < 1600 \text{ мм}^2/\text{с}$ при миним. допуст. температуре $t_{\text{min}} = -40^\circ\text{C}$.

II. $\nu_{\text{старт}} < 1000 \text{ мм}^2/\text{с}$ при миним. допуст. температуре $t_{\text{min}} = -25^\circ\text{C}$.

(см. диаграмму для выбора на стр. 3).

При рабочем режиме должна быть гарантирована обеспечивающая работоспособность вязкость.

$\nu_{\text{бetr}} = 16 \dots 100 \text{ мм}^2/\text{с}$.

Оптимальным диапазоном вязкости, соответствующим высокому КПВ и работоспособности является:

$\nu_{\text{opt}} = 13 \dots 36 \text{ мм}^2/\text{с}$.

При этом для установок с высоким давлением приемлема высокая вязкость, а для установок с большими расходами подходит малая вязкость.

Минимальная допустимая вязкость устанавливается из условия ограничения развития смешанного трения и в общем случае составляет (кратковременно):

I. $\nu_{\text{min}} > 5 \text{ мм}^2/\text{с}$ при максимальной температуре $t_{\text{max}} = +115^\circ\text{C}$.

II. $\nu_{\text{min}} > 10 \text{ мм}^2/\text{с}$ при максимальной температуре $t_{\text{max}} = +90^\circ\text{C}$.

Для облегчения выбора разработаны различные классы вязкости. Цифры в обозначении класса соответствуют средней вязкости в $\text{мм}^2/\text{с}$ при $t^0 = 40^\circ\text{C}$. Применение обычно находят классы от 22 до 100 (VG: viscosity grade).

VG 22 (A) для арктических условий и при очень длинных трубопроводах.

VG 32 (W) для зимних условий в средней Европе.

VG 46 (S) для летних условий в средней Европе.

VG 68 (T) для тропических условий или для жарких помещений.

VG 100 (U) для работы в горячей зоне.

Рабочие жидкости с большим индексом вязкости ($\nu I > 140$), масла называемые HVLP (4), как и многоцелевые моторные масла, хорошо подходят к сложным температурным условиям (для мобильных систем).

Возможно смешивание масел, но нужно сделать запрос.

При очень низких окружающих температурах следует учитывать температуру предела текучести (6).

Класс вязкости выбирается из условий вязкости при пуске, зависящей от внешней температуры (с учетом предела текучести), и оптимального рабочего диапазона вязкости для каждого вида оборудования с его техническими данными — см. стр. 3.

Защита от износа, уменьшение износа

Соотношение давления и степени износа, в общем случае, оценивается по тесту FZG (определяются уровни давления от 0 до 3), в особых случаях — по тесту с насосами. Уровни давления обозначаются величинами номинальных давлений по DIN.

Уровень давления 0

Ном. давл. 80...125 бар, уровень сил повреждения 0 или < 5.

Уровень давления 1

Ном. давл. 125...200 бар, уровень сил повреждения 5...6.

Уровень давления 2

Ном. давл. 200...250 бар, уровень сил повреждения 7...9.

Уровень давления 3

Ном. давл. 250...320 бар, уровень сил повреждения > 10.

Максимальное давление соответствует 1,25 — кратному повышению.

Уровни давления 1и2 соответствуют маслам HL.

Уровень давления 3 соответствует маслам HLP4

Воздух

При отработке гидросистемы воздух должен быть удален как через соответствующие отверстия, так и из закрытых полостей. Кроме этого, при нормальном давлении в жидкости растворяется определенное количество воздуха (е). При понижении давления этот воздух снова выделяется. В результате, в зоне изменения давления проявляется кавитация (ударное сжатие пузырьков), нарушения в процессе сжатия в зоне высокого давления (в том числе вспышки смеси паров масла с воздухом — дизельный эффект), что в итоге приводит к эрозионному повреждению конструкций.

Использование расширителей с предохранительными клапанами в качестве «выхода для воздуха» постепенно уменьшает количество воздуха в потоке. Этому процессу способствуют хорошие качества деаэрации — LAV (9) (в плотных маслах они хуже). Антипенные присадки предотвращают только образование поверхностной пены, но они ухудшают деаэрацию, препятствуя образованию пузырьков.

Уменьшать эрозионные повреждения удалением воздуха.

Фильтрация

Чем тоньше фильтрация, тем выше класс чистоты жидкости и тем больше срок службы аксиально-плунжерных машин.

Для гарантии надежной работы машин рабочая жидкость должна иметь класс чистоты не хуже:

9 по № AS 1638

6 по SAE

18/15 по ISO/DIN 4406

Мы рекомендуем соответствующую фильтрацию:

фильтроэлемент $\beta_{20} > 100$.

С повышением перепада давления на фильтроэлементе показатель β не должен ухудшаться. При очень высоких температурах жидкости (от 90 до макс. 115⁰C) минимальный класс чистоты может быть:

8 по NAS 1638

5 по SAE

17/14 по ISO/DIN 4406

Взаимодействие с деталями установки

Коррозия

Антикоррозионные присадки обеспечивают во время выстаивания или действия установки защиту деталей от воды, появляющейся как конденсат или просачивающейся из системы охлаждения.

Соединения с кислотной реакцией, образующиеся в процессе окисления (дизельный эффект), усиливают коррозию. Минеральные масла без антикоррозионных ингибиторов не обеспечивают достаточной защиты. Для больших установок, находящихся под постоянным контролем, предпочтительным является дезэмульгирующееся масло, с хорошими способностями удаления воды (WAV) (11).

Для небольших установок, например, мобильных, в которых контроль масла обеспечивается слабо, больше подходит эмульгируемое масло (например, моторное), в которых вода может существовать в связанном виде.

Использовать масло только с антикоррозионными свойствами.

Уплотнения

Изменение жесткости и набухание уплотнений может быть сведено к минимуму выбором их материала и рабочей жидкости.

При температурах выше 80⁰C рекомендуются уплотнения FPM (особенно для уплотнений вала).

Обращать внимание на совместимость с эластомерами!

Рабочее состояние, длительность эксплуатации

Дизельный эффект проявляется, главным образом, в образовании кислотных соединений (кислотное число) (13), в полимеризации (14) и в засорении фильтров и дросселей. Достаточно полно оценить состояние масла можно, сравнивая, например, кислотное число, вязкость и цвет.

Возможны дальнейшие более детальные определения состава загрязнений (примесей EP).

Хорошая начальная очистка масла создает основу для надежной работы. Однако, кроме этого, нужны присадки — противокислительные ингибиторы.

Рабочих температур свыше 80⁰C следует избегать, т.к. превышение на каждые 10⁰C уменьшает время нормального состояния масла в эксплуатации вдвое.

Для установок с коэффициентом рециркуляции (f) до 1/мин хорошей фильтрацией и удалением воздуха легко достигим срок службы (в зависимости от типа аксиально-плунжерной машины) от 4000 до 8000 часов (относится к давлению 200 бар).

Первую смену масла в системах с малым количеством масла, например, в мобильных, нужно проводить через 300-500 часов работы. В больших, например стационарных системах необходим регулярный контроль состояния, и смена масла должна проводится по потребности.

Выбор марки масла

Все сорта масел на минеральной основе используются в большей или меньшей мере. Ваш выбор должен основываться, как это указано, на требованиях к трению, износу и температурным условиям, с учетом антикоррозионных и противокислительных свойств, совместимости с материалами, способности к деаэрированию и деэмульгированию.

Рабочие жидкости

Стандарт:

- жидкости HLP и HVLP по DIN 51524 часть 2 и 3
- моторные масла по API-SF или CD, а также MIL-L-2104C и MIL-L-46152B.
- жидкости ATF

Специальные жидкости

- авиационные жидкости
- жидкости для судов
- смазочные жидкости

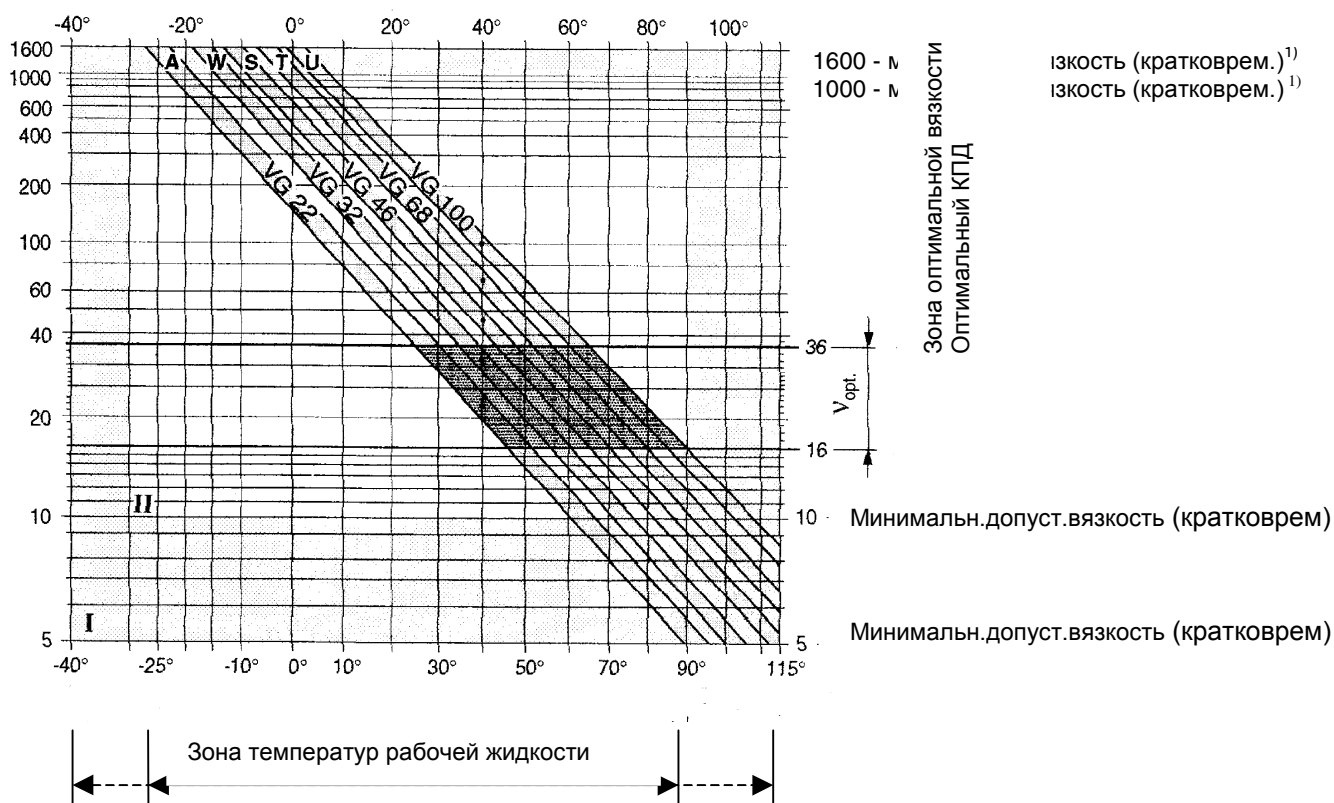
Экологические, быстроразлагаемые жидкости см. RD 90221.

Аксиально-плунжерные машины для систем с рабочими жидкостями HL см RD 90223.

Для мобильных систем лучше всего подходят многоцелевые масла (гидравлические или моторные масла), масла HLP и жидкости ATF.

Диаграмма для выбора

- A - арктические условия или при очень длинных трубопроводах
- W - зимние условия в средней Европе
- S - летние условия в средней Европе или закрытые помещения
- T - тропические условия или жаркие помещения
- U - горячая зона (например плавильные установки)



1) в зависимости от типа и номинального размера машин принимаются следующие диапазоны вязкости:
 I : 5 мм²/с (t_{макс.} = +115°C) ... 1600 мм²/с (t_{мин.} = - 40°C)
 II : 10 мм²/с (t_{макс.} = +90°C) ... 1000 мм²/с (t_{мин.} = -25°C)
 (Уточненные пределы диапазонов вязкости для каждого типа машины указываются в каталогах)

Часто встречающиеся формулы и стандарты

Физические формулы

а) Скорость звука для минерального масла
 c = 1320 м/с.

<p>в) Коэффициент сжимаемости b</p> <p>$b = \Delta v/v \times p = 3$ до 10 (для $v_{\text{пуска}} \dots v_{\text{мин}}$)</p> <p>с) Вязкостно-температурная зависимость</p> <p>Крутизна $n = U_1 - U_2/2,303 (\lg T_2 - T_1)$</p> <p>где $U = \arcsin h$ в v</p> <p>Индекс вязкости VI (расчет по DIN/ISO 2909)</p> <p>d) Зависимость вязкости от давления (динамическая вязкость η)</p> <p>$\eta_p = \eta_0 \times e^{\alpha \times p}$ (p в барах) $\text{мПа} \times \text{с}$</p> <p>$\alpha_{20\text{C}} = 0,00240 \text{ бар}^{-1}$ $\alpha_{50\text{C}} = 0,00205 \text{ бар}^{-1}$ $\alpha_{100\text{C}} = 0,00147 \text{ бар}^{-1}$</p> <p>(по «Рабочие жидкости» дипл.-инж. Хорста Диттерле, фирма Шелл)</p> <p>е) Коэффициент Бунзена для воздуха в минеральном масле = 0,09 $V_L = 0,09 \times v_{\text{ол}} \times p_2 / p_1$ V_L = объем растворимого воздуха $V_{\text{масла}}$ = объем масла P_2 = конечное давление, бар P_1 = начальное давление, бар</p> <p>f) Коэффициент рециркуляции</p> <p>$I = Q / V_{\text{установки}} \quad 1 / \text{мин}$</p> <p>обратная величина к времени выдержки</p> <p>Q в л/мин (объемная подача насоса) V в л (объем масла в установке)</p>	<p>Измерение производится, например, с помощью визкозиметра Уббелоде согласно DIN 51562</p> <p>2) Плотность при 15 C в г/см измеряется согласно DIN 51 757</p> <p>3) Индекс вязкости (VI) по DIN 2909</p> <p>4) Для HL - жидкостей DIN 51 524, часть 1 HLP - жидкостей DIN 51 524, часть 2 HV – жидкостей DIN 51 524, Часть 3</p> <p>5) Классификация вязкости (согласно ISO) по DIN 51 519</p> <p>6) Точка затвердевания (достижение предела текучести на 3° выше точки затвердевания) по DIN/ISO 3016 *)</p> <p>7) FZG – стандартное испытание A/8, 3/90 (нагрузочная характеристика затяжки зубчатых колес из 12-ти ступеней при начальной температуре в 90 °C и скорости вращения в 8,3 м/сек.) по DIN 51 534, часть 2.</p> <p>8) Давления – понятия – уровни давлений по DIN 24 312</p> <p>9) Деаэрирующая способность по DIN 51 381</p> <p>10) Антикоррозионные свойства по отношению к стали (метод А) DIN 51 585 Коррозионное воздействие на медь DIN 51 759</p> <p>11) Способность к деэмульгиров. по DIN 51 599 Содержание воды по DIN/ISO 3733</p> <p>12) Поведение по отношению к уплотняющему материалу по DIN 53 538, часть 1 в сочетании с DIN 53 521 и DIN 53 505</p> <p>13) Кислотное число в мг KOH / г по DIN 51 558, часть 1</p> <p>14) Определение коксового остатка по Конрадсону по DIN 51 551</p> <p>15) Механическое испытание в пластинчатом насосе (истирание в мг) DIN 51 389, часть 2</p> <p>16) Стойкость к старению Повышение кислотного числа (NZ) по истечении 1000 часов (мг KOH/г) по DIN 51 587</p> <p>17) Масла для корабельных систем. Nato-H-540</p> <p>18) Смазки DIN 51517 часть 1</p>
<p>Mannesmann Rexroth GmbH D-97813 Lohr am Main Jahnstraie 3-5 • D-97816 Lohr am Main 1) Telefon 0 93 52 / 18-0 • Telefax 0 93 52 / 18-10 40 Telex 6 89 418-0</p>	