

**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 больший 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 проводиться по потребности.

