

КРИТЕРИИ ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НАСОСОВ ГУР

В данной работе рассматриваются критерии выбора элементов конструкции насосов гидроусилителя рулевого управления (ГУР) для легковых автомобилей и критерии оценки их долговечности.

При выборе конструктивных элементов насосов ГУР разработчик сталкивается с рядом проблем во многом определяемых типом используемого рулевого механизма и транспортного средства. Насос ГУР, обеспечивающий энергией рабочей жидкости исполнительный орган системы ГУР – рулевой механизм, должен подавать требуемую объемную подачу для работоспособности рулевого механизма во всем диапазоне частоты вращения двигателя автомобиля. Частота вращения двигателя автомобиля и частота вращения приводного вала насоса в большинстве случаев одинакова, так как на практике передаточное отношение привода от двигателя к насосу составляет 1:1. Современные автомобили имеют двигателя с широким диапазоном частот вращения для одних и тех же моделей автомобилей из – за гаммы используемых двигателей: бензиновых и дизельных, поэтому насос должен устойчиво работать как при более низких холостых оборотах, свойственных дизелям – 600...700 об/мин, так и при максимальных высоких частотах вращения бензиновых двигателей – 7000...7500 об/мин. Поэтому современный насос ГУР должен отвечать следующим критериям:

- работоспособность в широком диапазоне оборотов 600...7500 об/мин;
- работоспособность в широком диапазоне температур -50°C ...150°C;
- малые габаритные размеры (малое подкапотное пространство);
- отсутствие шума при работе насоса (шум от насоса не выделяется на фоне работающего на холостых оборотах двигателя автомобиля при повороте рулевого колеса из одного крайнего положения в другое);
- малая потребляемая мощность;
- ресурс работы насоса должен быть равен ресурсу работы автомобиля.

Всем выше перечисленным требованиям наиболее полно соответствует пластинчатый насос двойного действия. Необходимо отметить что в современном автомобилестроении именно данный тип насоса ГУР нашел наиболее широкое применение: 90% всех автомобилей оснащены именно пластинчатыми насосами двойного действия в системах ГУР. Наиболее важным критерием, определяющим всю конструкцию насоса является объемная подача, которая выбирается исходя из величины требуемого усилия на рулевом колесе, величина которого в современных автомобилях составляет не более 4 кг. Кроме того существует дополнительное требование к объемной подаче насоса: при совершении маневра «переставка» на скорости 40 – 60 км/ч на холостых оборотах двигателя не должно происходить «запираания», т.е. резкого скачкообразного роста усилия на рулевом колесе. Исходя из этого по известным формулам рассчитывается рабочий объем насоса (1). Анализ конструкций насосов зарубежных легковых автомобилей и данные фирм – производителей: ZF и Vickers, показывают что обычно величина рабочего объема насоса ГУР для легковых автомобилей составляет 7,5 – 12 см³/об, а величины объемной подачи колеблются в пределах 48...80 см³/мин. Объемную подачу необходимо поддерживать постоянной в широком диапазоне изменения частоты вращения двигателя: это требуется для облегчения управлением автомобилем на высоких скоростях движения – создания т.н. «чувства дороги», и уменьшения возможности появления автоколебаний управляемых колес из-за увеличения скорости потока рабочей жидкости на управляющих кромках распределителя. Для этого насос необходимо оснащать клапаном регулирования расхода, работающего по принципу разности давлений на торцы клапана и уравнивающей пружины, жесткость которой определяет частоту вращения при которой клапан начнет работать. Слив жидкости должен происходить непосредственно в камеру всасывания насоса, что позволит избежать кавитационных явлений при увеличении частоты вращения двигателя и снизить шум, издаваемый насосом. Оптимальная форма сечения отверстия для сброса жидкости является равносторонний треугольник, что обеспечивает пропорциональность объема жидкости перепущенной в камеру всасывания.

На стабильность постоянства подачи насоса большое влияние оказывает дроссель, устанавливаемый для задачи фактического значения объемной подачи в линию нагнетания насоса. Дроссель может быть выполнен как и в корпусных частях насоса так и в виде отдельного элемента. При этом выполнение второго варианта предпочтительней из-за более высокой технологичности изготовления данного элемента. Самый важный момент при проектировании дросселя – толщина его стенки:

отношение длины к диаметру должно быть не более 0,3 ($L/D < 0,3$). В противном случае равенство подачи вне зависимости от частоты вращения не достигается из широкого диапазона изменений значения коэффициента расхода дросселя μ . Для удовлетворения требований к насосу по шумности работы рабочий комплект (статор насоса, ротор и лопасти) необходимо помещать в масляную «рубашку», которая увеличивая объем камер всасывания насоса уменьшает вероятность кавитационных явлений из-за недозаполненности рабочих камер насоса.

Проведенные лабораторно – дорожные исследования показали, что для обеспечения надежной работы насоса в широком температурном диапазоне в его конструкции необходимо иметь хотя бы один распределительный диск, имеющий возможность отходить от рабочего комплекта на минимум 0,05 мм. Это необходимо для компенсации теплового расширения деталей качающего комплекта и, самое важное, создания постоянной масляной пленки на торцевых поверхностях распределительных дисков при кратковременной (максимум 10 минут) работе насоса на высоких частотах вращения двигателя автомобиля (2500...3500 об/мин) и отсутствии расхода жидкости в рулевом механизме. Данный режим имеет место в случае необходимости преодоления автомобилем борозд колеи или при активной манере вождения при развороте на сложных перекрестках. В данном режиме на деталях насоса появляются цвета побелости, что соответствует нагреву деталей насоса до температур 140...160°C. Линии нагнетания и всасывания насоса не должны иметь по возможности изгибов, создающих местные сопротивления. Если таковой возможности нет, то местные потери давления в линиях всасывания и нагнетания должны быть минимальны.

Насос оснащается клапаном ограничения максимального давления с целью обеспечения требуемого усилия на рулевом колесе. Для достижения более низкой температуры рабочей жидкости его лучше выполнять по схеме отдельной компоновки от клапана регулирования подачи. На современных легковых автомобилях максимальное давление насоса ГУР составляет 8...10 МПа.

Максимальный износ приходится на детали рабочего комплекта насоса и клапанов ограничения подачи и максимального давления. Как показывают сравнительные испытания насосов, после 200 моточасов наработки при 30 сек. максимального давления и 30 сек. давления жидкости порядка 2...3 МПа износ деталей идентичен 450...500 тыс.км. пробега автомобиля. Это позволяет рекомендовать такой режим испытаний разрабатываемых узлов насосов.

Таким образом, проведенные исследования и предложенные рекомендации позволяют определить влияние конструктивных и эксплуатационных параметров на надежность и долговечность работы пластинчатых насосов рулевого управления.