**Обоснование низких потребительских свойств гидравлических натяжителей цепи**

Владислав Синица

Основными причинами выхода из строя гидронатяжителей являются посторонние включения в масле, воздух и само масло.

Не секрет, что во время обкатки двигателя внутри него вместе с маслом циркулируют продукты износа и просто грязь, смываемая с деталей. Даже верхнеклапанный масляный фильтр пропускает частицы менее 10 мкм, у нижнеклапанного зимой этот предел и вовсе не ограничен. Так что гидронатяжитель может быть заклинен уже с первыми оборотами двигателя! Судя по отзывам владельцев "Волг" с новым 406-ым двигателем, печальные теоретические прогнозы хорошо согласуются с практикой. Иногда механизм натяжения цепи выходит из строя при статически работоспособном ГН - свою "лепту" в развитие автосервисного обслуживания стремятся внести воздух и масло.

Существует различные конструктивные уловки для минимизации вредного воздействия каждого из отрицательных факторов. Например, для снижения вероятности заклинивания от попадания неотфильтрованного мусора в зазор плунжерной пары ГН, кромки плунжера делают острыми (без снятия фаски), чтобы ими как ковшом экскаватора осадок сдвигался, а не проникал в зазор между корпусом и плунжером. Одновременно можно было бы увеличить сам зазор, но тогда ухудшится и герметичность области высокого давления.

С воздухом борются с помощью дополнительных дроссельных отверстий и каналов, но самым эффективным способом остается элементарная вертикальная установка ГН. В этом случае земное притяжение работает на нас, вытесняя воздух верх, из области высокого в область низкого давления, где он достаточно безвреден.

На двигателях ЗМЗ 406-й серии только верхний гидронатяжитель монтируется почти вертикально, поэтому и лучше справляется со своей задачей. Второй (нижний) ГН, как и вазовские гидронатяжители 21214 и 21233, расположен горизонтально, и за их работоспособность не может поручиться никто - налицо явный конструктивный просчет!

Воздух в область высокого давления ГН попадает, например, при сборке на автозаводе, т.к. гидронатяжители туда поступают "сухими". При запуске двигателя масло из системы смазки двигателя заполняет все пустоты, предварительно загнав воздух в область высокого давления. С нагревом двигателя повышается температура и воздуха, который (физика!) увеличивает свой объем и давление, вытесняя (как кукушонок) масло из области высокого давления. В результате у плунжера появляется свободный ход на величину исчезнувшего масла, а дополнительная порция масла из системы смазки двигателя не поступает - шариковый клапан, поджатый изнутри давлением воздуха, закрыт.

Биение цепи порядка 0,5 мм есть даже при использовании механических натяжителей, но в случае с гидравликой положение усугубляется тем, что кроме самих рывков цепи, на нее еще действует сила натяжения плунжера, достигающая 15 кгс! Из истории механических натяжителей известно, что перетяжка цепи (например, с помощью монтировки) приводит к быстрому износу башмака натяжителя и вытягиванию самой цепи. Динамические рывки с указанным усилием и прогрессирующее увеличение амплитуды колебаний (объема паразитного воздуха внутри ГК) довершают разгром.

Если автолюбитель будет ставить свою машину левым (по ходу движения) вверх, тогда во время стоянки масло из компенсационного объема (области низкого давления) будет стекать в поддон двигателя, и воздух проникнет к маслозаборному отверстию клапана плунжера ГН. С первыми оборотами двигателя вместо недостающей порции масла (при остывании объем уменьшается) плунжер глотнет несколько миллилитров воздуха, и этот пузырек станет еще одним затворником в темнице под названием "область высокого давления плунжера ГК". Затем следует нагрев воздуха ® вытеснение масла ® биение плунжера ГН ® износ натяжного механизма и цепи ® подсос воздуха, и все заново. Максимальный пробег до износа башмака натяжителя при таком издевательстве над двигателем не должен превысить 20 тыс км.

Гидронатяжитель для мотора ВАЗ-21233 более совершенен, но головка блока под него слишком долго идет на конвейер. Подвод масла у данного ГН выполнен изнутри двигателя, т.е. отсутствует наружный трубопровод, а компенсационный объем постоянно заполнен маслом. В то же время этот ГН представляет собой застойную зону, в которой будут смешиваться масла при их периодических сменах. В случае необдуманных переборах с марками масел разных производителей в ГН могут происходить химические реакции с выпадением осадка и последующим заклиниванием плунжера ГК.

Большинство вышеприведенных проблем близка и 21233-му гидронатяжителю, прибавляются повышенные требования к чистоте и вязкости первичной (заводской либо ремонтной) заправки маслом - циркуляции через ГН практически нет. Однако, как уже было сказано, технология заводской сборки не оставляет шансов для долговременной работы гидронатяжителя.

Как ни странно, гидронатяжитель для двигателей ЗМЗ-406.10 со ступенчатым (пошаговым) перемещением плунжера - по конструкции самый современный из представленных - был раньше освоен и внедрен на конвейере. Плунжер у этого ГН оснащен стопорным кольцом, а в корпусе выполнены кольцевые проточки с разным наклоном стенок для направленного одностороннего выдвижения плунжера ГН. Обратный ход ограничен шириной кольцевой проточки и составляет (у ярославских ГН) порядка 2 мм. Таким образом, при попадании воздуха в область высокого давления данного ГН амплитуда колебаний не превысит этих 2 мм. Впрочем, и такие биения в массовом масштабе (миллионы циклов!) прогрызают в натяжном башмаке "колорадский каньон". А к причинам заклинивания ГН добавляются плохо обработанные заусенцы на стопорном кольце.

Одним из самых неуловимых и малоизученных неисправностей являются гармонические колебания плунжера в зависимости от упругости пружины и воздействующего давления масла. Из всего диапазона гармоник частот колебания цепи и пульсаций давления масла всегда найдется резонирующая частота, которая приводит к многократному увеличению амплитуды колебаний плунжера вазовских гидронатяжителей 21214 и 21233 (у "волговского" эта величина ограничена 2 мм). Противодействовать резонансу без проведения широкомасштабных исследовательских работ невозможно.

Необходимо было создать устройство натяжения ремней (цепи) привода вспомогательных агрегатов не зависящее от вязкостных характеристик масла, не критичное к углу наклона рабочего положения, с высокой унификацией деталей для упрощения изготовления, монтажа и регулировки.

Поставленная цель достигается за счет того, что в натяжном устройстве, состоящем из корпуса, подпружиненного штока с механизмом торможения обратного хода и проушин крепления с резинометаллическими шарнирами, согласно изобретению Синица В.В. и Полей Н.Л. механизм торможения обратного хода выполнен в виде клинового шарикового замка и дополнительно установлена расклинивающая втулка, в одной из проушин выполнена углубленная фаска под вход специнструмента для расклинивания, в упругой шайбе сформованы радиальные отверстия по числу шариков и в корпусе выполнена проточка для фиксации штока в сжатом состоянии.

Работа устройства для натяжения ремней привода основных и вспомогательных агрегатов основана на непрерывной передаче усилия пружины через резинометаллические шарниры проушин исполнительным механизмам двигателя, при одновременном отслеживании деформации (вытягивания) ремня привода и недопущении большого уменьшения межцентрового расстояния точек крепления проушин при обратном ходе.

Для фиксации устройства в сжатом состоянии предусмотрена специальная проточка в корпусе, в которую входят шарики и расклиниваются упругой шайбой. Положение, в котором усилие пружины уравновешивается усилием упругой шайбы при выполнении условия стопорения шариков, подбирается жесткостью упругой шайбы и величиной ее поджатия формованной гайкой.

Для фиксации устройства для поставки на конвейер после окончательной сборки или для смены ремня (цепи) привода основных и вспомогательных механизмов его необходимо сжать для облегчения монтажа приводного ремня при сборке двигателя или замене ремня. С помощью специнструмента, используя предусмотренные для него углубленную фаску в проушине и защитный колпачок, сжимают пружину и воздействуют через шайбу на расклинивающую втулку, которая в свою очередь упирается в пакет шариков и выводит их из защемления клинового замка. Шарики надавливают через упругую шайбу на формованную гайку, закрепленную на штоке. В результате шток начинает перемещаться относительно корпуса, уменьшается межцентровое расстояние точек крепления проушин, а, достигнув проточки в корпусе, устройство фиксируется в сжатом состоянии, и появляется возможность монтажа приводного ремня (цепи).

После установки устройства на двигатель его необходимо перевести в рабочее положение. Для этого кратковременно прикладывают небольшое усилие в прямом направлении на шток. При этом шток смещается, а упругая шайба сжимается. При этом эпюра давления упругой шайбы на шарики сместится из радиальной в осевую сторону, и результирующее усилие выходит из "конуса трения", освобождая шарики из проточки в корпусе. Пружина раздвигает шток и корпус вместе с закрепленными на них деталями, в том числе исполнительным механизмом натяжения ремня (цепи). Упругая шайба вдавливает шарики в конусный зазор корпуса и штока.

В рабочем состоянии натяжное устройство занимает усредненное положение, зависящее от степени деформации приводного ремня (цепи). При этом система находится в статическом равновесии: усилие натяжения пружины уравновешивается упругой деформацией ремня (цепи) привода, шарики размещаются в лунках упругой шайбы от предусмотренных радиальных отверстий и поджаты данной упругой шайбой в клиновой зазор между штоком и корпусом.

Знакопеременные нагрузки, приходящие с исполнительных механизмов двигателя, гасятся упругими элементами резинометаллических шарниров, буртиками эластичного чехла и микроперемещениями штока и корпуса относительно шариков, однако существенного изменения межцентрового расстояния проушин не происходит благодаря повышенному трению шариков в зоне клинового замка штока и корпуса. Характеристики клинового замка подобраны таким образом, чтобы кроме торможения обратного хода было возможным еще раздвижение штока и корпуса после подклинивания шариков, т.е. усилие пружины должно быть больше трения покоя клинового замка. Для снижения трения, из-носа и возможной коррозии на внутренние поверхности устройства нанесена смазка, а эластичный чехол предотвращает ее попадание во внешнюю среду.

Отсутствие гидравлических клапанов и рабочей жидкости позволяет устанавливать натяжное устройство под любым углом к вертикали, а проблемы изменения вязкости масла от температуры и кавитации отпадают сами собой.

С течением времени приводной ремень изнашивается (вытягивается), и усилие пружины перемещает исполнительные механизмы двигателя, а так же шток (относительно корпуса) с формованной гайкой, упругой пружиной и пакетом шариков в новое положение равновесия, преодолевая трение клинового замка. Причем шарики сдвигаются на неизношенные конусные поверхности штока и корпуса, что увеличивает срок службы устройства. Присутствие смазки и наличие вибраций при работе двигателя значительно облегчают это движение. Большой запас хода между двумя крайними положениями натяжного устройства дает возможность использовать его без дополнительных регулировок. Раздвижение штока и корпуса осуществляется плавно, без ярко выраженных ступеней во всем диапазоне рабочего хода.

При возникновении усилия обратного хода, превышающего усилие пружины, происходит сжатие резинометаллических шарниров и перемещение штока относительно корпуса по шарикам пропорционально суммарной упругой деформации данных деталей. Ввиду малости вышеуказанных величин большого изменения межцентрового расстояния проушин не наблюдается, и в то же время нет абсолютной жесткости конструкции, т.е. рывки обратного хода амортизируются.

Сжимающее усилие передается между штоком и корпусом с помощью трения между ними и пакетом шариков, большое количество которых снижает удельные нагрузки и степень износа рабочих поверхностей.

Таким образом, создано устройство натяжения ремней привода вспомогательных агрегатов не зависящее от вязкостных характеристик масла; не критичное к углу наклона рабочего положения; с высокой унификацией деталей для упрощения изготовления, монтажа и регулировки; с возможностью быстрой замены ремня привода без выполнения операции снятия натяжителя с двигателя.