

ГИДРОУДАР В ЦИЛИНДРЕ

АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ
кандидат технических наук,
директор фирмы «АБ-Инжиниринг»



«...Дорога была хорошая, а вот лужу не заметил — стемнело уже. А она глубокая оказалась», — взволнованно жестикулируя, рассказывал хозяин BMW 318. — «Мотор заглох, конечно. Завести сразу не смог, стартер не прокручивал. Пришлось на тросе, за грузовиком — завел-таки. Только слышу: стучит... А потом — все!» — и он обреченно махнул рукой.

Было от чего расстроиться! В блоке цилиндров зияла огромная дыра, а из нее торчал бесформенный обломок, который в «прошлой жизни», видимо, назывался шатуном. Подобные, почти детективные, истории встречаются не так уж редко. Пик их приходится на весну, когда на дорогах возникают глубокие лужи из-за таяния снега. Но и летом нет-нет да и случится ливень. И тогда от водителя требуется максимум осторожности и внимания.

Что же грозит автомобилю, попавшему в глубокую лужу? Конечно, вода легко может залить свечи, высоковольтные провода, катушку зажигания, распределитель. Тогда, не исключено, откажет система зажигания, и двигатель встанет. Если далее автомобиль по инерции выкатится из лужи — значит, повезло. Иначе водителю придется выбираться из застрявшей машины разве что не вплавь.

Но это еще «цветочки». «Ягодки» будут, когда вода попадет в воздухозаборник и далее окажет-

ся в цилиндрах. Именно так и случилось с BMW, о котором мы рассказали выше. А причина всех несчастий, постигших эту машину и ее хозяина, проста — в одном из цилиндров двигателя произошел гидроудар, который и вывел двигатель из строя.

Выходит, если на пути автомобиля встретилась лужа, надо разворачиваться и ехать обратно? Нет, конечно. Но осторожность все-таки не помешает. И уж тем более следует знать, что вода может натворить в двигателе. Иначе беды не избежать, а ремонт «выпившего водички» двигателя обойдется в весьма кругленькую сумму.

Что такое гидроудар?

Гидроудар в цилиндре происходит тогда, когда объем жидкости, попавшей в цилиндр, превышает объем камеры сгорания при положении поршня в верхней мертвой точке (ВМТ). В отличие от воздуха или топливовоздушной смеси вода несжимаема. А раз так, то происходит следующее. На такте сжатия оба клапана закрыты, а поршень движется вверх, сжимая топливовоздушную смесь. Наличие воды в цилиндре делает процесс нарастания давления более быстрым, а при подходе поршня к ВМТ он может попросту «упереться» в воду. Давление в цилиндре вырастет тогда многократно.

Деформированный шатун — типичный результат гидроудара (а). Поршень его не выдержал и разрушился (б).



Сила давления, приложенная к поршню, передается через поршневой палец на шатун, вызывая в последнем большие напряжения сжатия. Инерция вращающегося коленчатого вала велика: не надо забывать, что при включенной передаче коленвал дополнительно прокручивается за счет инерции движущегося автомобиля. И шатун попадает «между молотом» и наковальней»: с одной стороны поршень (его не пускает дальше вода), а с другой — коленвал, вращаемый другими цилиндрами и всей массой автомобиля.

Результат? Его вы видите на фотографиях. Шатун деформируется — его стержень изгибается в плоскости вращения коленвала. Точнее, теряет устойчивость под действием сжимающей нагрузки, причем расстояние между центрами отверстий верхней и нижней головок уменьшается.

А что с двигателем? В такой ситуации он, как правило, останавливается — слишком велико тормозное усилие воды. Причем остановка происходит независимо от частоты вращения. Но при высокой частоте вращения последствия могут носить просто катастрофический характер.

Что еще может пострадать при гидроударе?

Гнутым шатуном последствия гидроудара не исчерпываются. Например, на поршневой палец действует та же сила, и он изгибается. Это легко проверить, приложив к деформированному пальцу лекальную линейку или палец нормальный.

Для поршней гидроудар также не проходит бесследно — известно немало случаев их повреждения. Обычно деформируется нагруженная сторона юбки. Происходит это следующим обра-

зом. Сила давления на поршень вблизи ВМТ очень велика, а это значит, что резко возрастает сила трения в соединении поршня с пальцем. В результате при переключке в ВМТ поршню трудно повернуться на пальце. Поэтому он поворачивается вместе с шатуном, причем юбка поршня упирается в стенку цилиндра, деформируется и даже может треснуть.

Ситуация ухудшится, когда затем коленвал прокрутится дальше и поршень опустится к нижней мертвой точке (НМТ). У современных двигателей при положении поршня в НМТ зазор между ним и противовесами коленвала редко превышает несколько миллиметров. А деформация шатуна, как правило, больше. Что происходит в такой ситуации, ясно: шатун потянет поршень вниз и «посадит» его на противовесы. Подобного насилия не выдержат бобышки поршня, обязательно треснут.

А теперь представим, что двигатель продолжает работать. Возникший при этом стук — отнюдь не самое страшное. Дело в том, что и шатун и поршень испытывают большие знакопеременные нагрузки, которые резко возрастают при деформации шатуна и упоре поршня в противовесы в момент нахождения в НМТ. Практика показывает, что через некоторое время шатун или поршень разрушаются. И сломанный шатун пробивает блок цилиндров.

При гидроударе страдают и другие детали и элементы двигателя. Например, в верхней части цилиндра, где давление очень велико, могут появиться трещины. Особенно это характерно для алюминиевых блоков цилиндров с «мокрыми» или «сухими» гильзами, уступающих чугунным моноблокам в прочности. Но даже если трещин не обнаружено, возможна деформация верхней части цилиндра, и без ремонта уже никак не обойтись.

Давление в цилиндре способно деформировать и головку блока: на привалочной плоскости вблизи поврежденного цилиндра, как правило, обнаруживается деформация около 0,03-0,05 мм. А вот коленчатый вал, несмотря на запредельные нагрузки, как ни странно, страдает редко — его остаточная деформация обычно не превышает 0,01-0,02 мм.

При гидроударе большие нагрузки возникают в приводе распределительного вала. Ведь в момент практически мгновенной остановки двигателя распредвал, продолжая вращаться, резко натягивает цепь или ремень. Значит, ударные нагрузки испытывают и другие элементы привода — особенно натяжитель. Поэтому все эти детали после гидроудара рекомендуется менять.

Итак, главные проблемы в двигателе возникают не столько в момент гидроудара, сколько при последующей работе мотора с дефектными деталями. Так что от действий водителя во многом зависит, насколько серьезными будут повреждения. Поэтому не менее важен вопрос...

Что делать после гидроудара

Самый лучший вариант, как ни странно, — это когда двигатель при гидроударе заклинил. Обычно такой «клин» происходит из-за упора деформированного шатуна в стенку блока цилиндров. Тогда у ретивого водителя, выкатившегося из лужи с заглохшим мотором, не останется шансов прокрутить коленвал («ломом» либо с троса) — и прикончить двигатель. Ремонт же заклиненного мотора обычно сводится к замене шатуна и поршня с пальцем.

Гораздо хуже (а так случается часто) если двигатель, набрав воды в цилиндры, останавливается, но не заклинивает: коленвал вращается, но полного оборота сделать нельзя — вода не пускает. Вот здесь и подстерегает незадачливого водителя опасность. Судите сами.

Попадание воды в цилиндры при невысокой частоте вращения коленвала приводит к тому, что двигатель глохнет, автомобиль останавливается, но никаких явных повреждений детали не полу-



Поработав немного после гидроудара, деформированный шатун сломался пополам (а). На бобышках поршня видны вмятины и трещина от ударов противовесов коленвала в НМТ (б).

чают. Пока за дело не возьмется водитель.

Ему бы остановиться, подумать, но нет, он топчется, достает трос из багажника... Такому можно сразу, не отцепляя трос, буксировать автомобиль на СТО, на замену шатунов, по меньшей мере. А всего-то надо было свечи вывернуть и стартером прокрутить коленвал, чтобы воду из цилиндров удалить. Дальше заворачивая свечи, запуск — и поехали! Однако такое почему-то редко приходит в голову.

Что делать с двигателем после гидроудара

Придется разбирать такой двигатель и детали очень тщательно проверять и измерять. Но для

начала желательно удостовериться, что причиной является именно вода, попавшая в цилиндры. Для этого достаточно снять крышку воздушного фильтра: наличие в корпусе фильтра воды подтвердит ваши опасения.

Очень важно, сколько времени простоял автомобиль после гидроудара. Если день-два — нормально, а если месяц? Тогда цилиндры и поршневые кольца будут повреждены коррозией, и может потребоваться расточка блока под ремонтные поршни. Ну а если двигатель с водой оставили на год (такие случаи тоже были), то изъеденные ржавчиной цилиндры могут не пройти даже в ремонт +0,5 мм

Очень редко после гидроудара удается поправить деформированные шатуны, даже если на вид они не слишком кривые. Причина — в сжатии шатуна по оси стержня. Из-за этого



поврежденный шатун так и останется укороченным — в лучшем случае на 1-2 мм. Использовать его нельзя не только вследствие уменьшения степени сжатия в цилиндре, но и по причине задевания поршня за противовесы коленвала.

Больше всего хлопот доставит ремонт блока, особенно если будут обнаружены трещины или пробоины. Правда, практика показывает, что эта беда поправима (см. «АБС-авто», № 1, 2000). В остальном же ремонт мало отличается от обычного капитального, проводимого во многих мастерских и СТО.

И все-таки, лучше до ремонта двигатель не доводить. То есть, не попадать в лужу в любом смысле. Для этого следует знать...



(a)

То, что причина неисправности двигателя — именно гидроудар, свидетельствует нормальный вид нижней головки деформированного или сломанного шатуна (а). Если же на нижней головке видны задиры и следы перегрева, то деформация шатуна произошла по другой причине, к примеру, вследствие обрыва шатунных болтов и удара по блоку после разрушения шатунных вкладышей (б).



(б)

Как избежать гидроудара

Главное правило — никогда не проезжать по глубокой луже на высокой скорости. Езжайте на повышенных оборотах, но медленно! Даже если у вашего автомобиля очень мощный мотор. Ведь именно тогда ремонт его будет особенно недешевым. При большой скорости движения перед автомобилем возникает волна, которая накрывает капот и, будьте уверены, заполняет водой переднюю часть подкапотного пространства, где располагается воздухозаборник впускной системы.

Автомобили разных марок ведут себя «на воде» тоже по-разному. Дело в конструктивных особенностях — где конкретно расположен воздухо-

заборник, как поступает под капот вода и при каких условиях она может попасть в двигатель. Некоторые автомобили проявляют повышенную склонность к гидроудару — в том смысле, что для этого им нужны меньшие скорость и глубина лужи. Что совершенно неудивительно, потому что зачастую в конструкции автомобиля не приняты во внимание условия его эксплуатации.

Особенно опасен гидроудар для дизелей: из-за высокой степени сжатия у них мал объем камеры сгорания, а дроссельная заслонка, как правило, отсутствует. Поэтому вывести дизель из строя может даже незначительное количество попавшей в него воды

В заключение отметим, что причиной гидроудара в цилиндре иной раз может стать вовсе не вода из лужи. Например, негерметичная прокладка головки блока цилиндров при стоянке автомобиля может привести к натеканию охлаждающей жидкости в один из цилиндров. И тогда при запуске возможен гидроудар.

Известны и совсем экзотические случаи гидроудара — к примеру, из-за разрыва мембраны регулятора давления топлива. Тогда в двига-

тель через вакуумный шланг под давлением быстро поступает большое количество топлива. Гидроудар возможен и при быстром разрушении подшипников и уплотнений ротора турбокомпрессора, когда в цилиндры сразу поступает большое количество масла. Поскольку эти дефекты являются следствием эксплуатации автомобиля, их рекомендуем устранять заранее, не дожидаясь наступления катастрофических последствий. 