

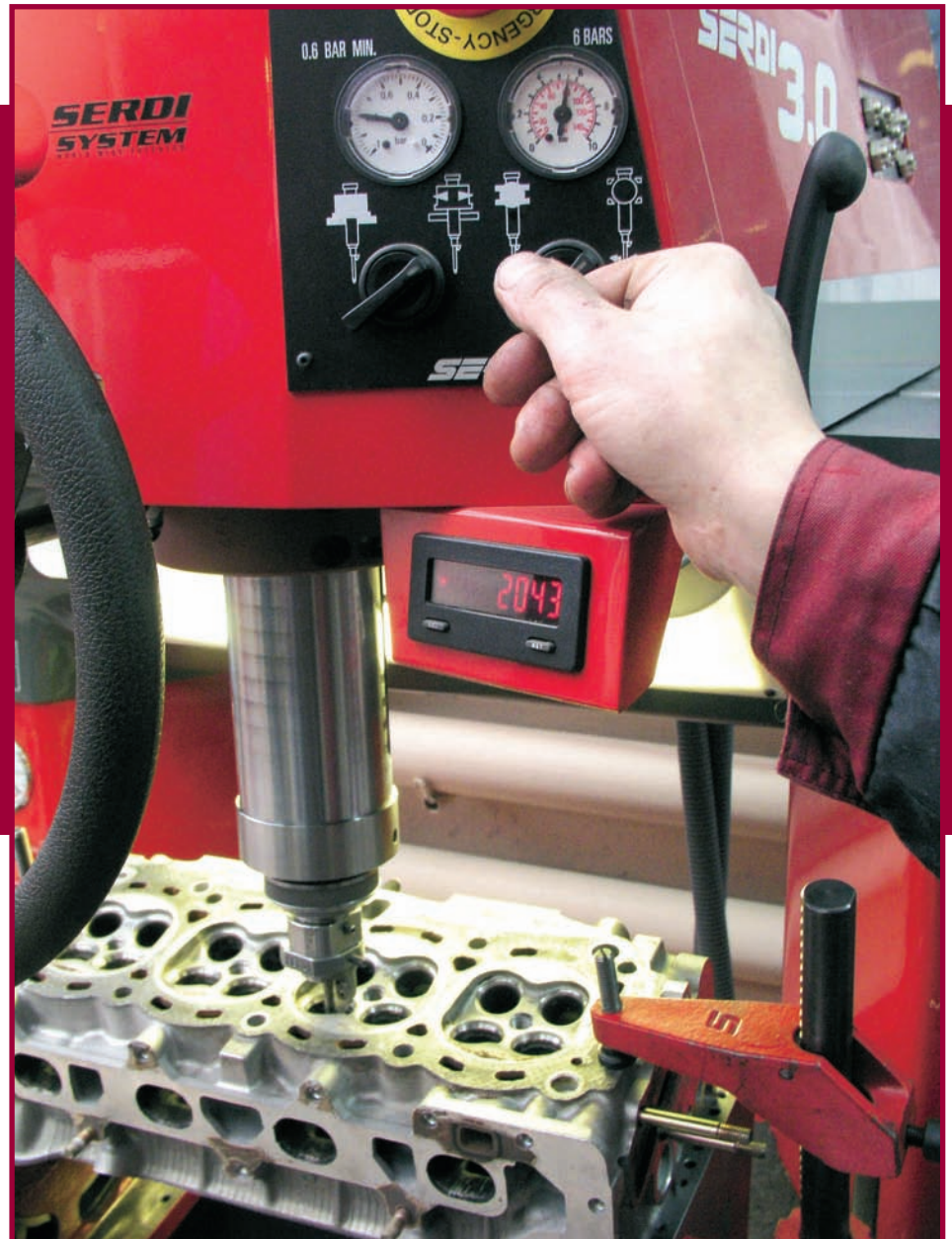
# Несоосность – раз, несоосность – два...

АЛЕКСАНДР ХРУЛЕВ,  
канд. техн. наук, директор фирмы  
«АБ-Инжиниринг»

*На протяжении ряда лет мы ведем планомерную работу по внедрению в практику моторного ремонта правильных технологий. Правильных с той точки зрения, что они позволяют получить стабильно высокое качество ремонта двигателя без каких-либо ограничений на его размерность и тип, а также на квалификацию персонала, структуру управления ремонтного предприятия и прочие факторы, весьма далекие от собственно механической обработки. При этом одним из главных направлений моторного ремонта, безусловно, остается ремонт головок блока цилиндров. Именно здесь в последнее время развернулась полемика среди специалистов относительно применимости различных технологий, а также оборудования для их реализации.*

**Р**анее мы уже приводили подробные результаты математического моделирования деформации элементов станков для обработки седел в зависимости от сил резания и диаметра центрирующего пилота. Нам удалось установить, что станки так называемого байонетного типа, имеющие шарнир между шпинделем и резцом, не способны обеспечить высокую жесткость и, соответственно, точность обработки при малых диаметрах пилота и/или седлах, выполненных из твердых материалов. Напротив, станки с жестким креплением резца и пилота на шпинделе обеспечивают необходимую жесткость и точность обработки седел во всем диапазоне размеров седел, характерных для существующих двигателей внутреннего сгорания.

Помимо этого, оказалось, что при наличии боковой силы на держатель инструмента (а она всегда есть при резании) всю нагрузку в байонетной схеме воспринимает пилот, в то время как в жесткой схеме — шпиндель. В итоге, чем меньше диаметр пилота, тем меньше жесткость байонетной схемы, причем при диаметрах мень-

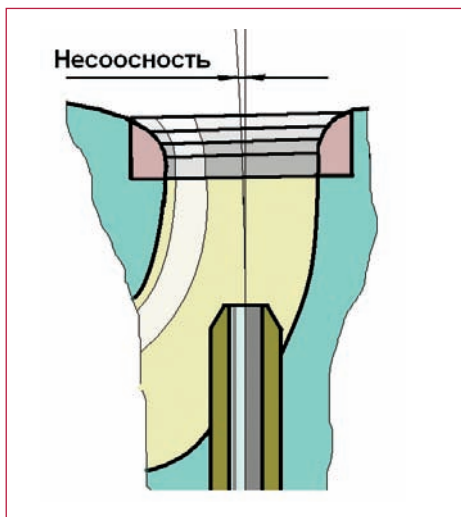


ше 6–7 мм байонет по жесткости уступает уже в пять раз, а при диаметре 4 мм разница еще больше — в 30 раз.

В целом это свойство байонетной схемы очевидно даже без расчетов, поскольку при появлении боковой нагрузки держатель инструмента, опирающийся с одной стороны на шарнир, а с другой — на пилот, поворачивается в шарнире, деформируя пилот. При этом шпиндель за счет работы шарнира практически не нагружается, чего нельзя сказать о пилоте, который в этой

схеме испытывает экстремальные нагрузки и такие же экстремальные деформации, — очевидно, чем он тоньше, тем больше будет его деформация (при постоянной нагрузке) и тем сильнее поворот держателя в шарнире.

Напротив, в жесткой схеме жесткость практически не зависит от диаметра пилота, поскольку почти всю боковую нагрузку держит мощный шпиндель, а не тонкий пилот. Поэтому для всех диаметров она превышает жесткость байонетной схемы в разы.



**Несоосность седла и отверстия направляющей втулки клапана всегда возникает после замены втулки. Весь вопрос: как ее исправить?**

### Все ушли на базу?

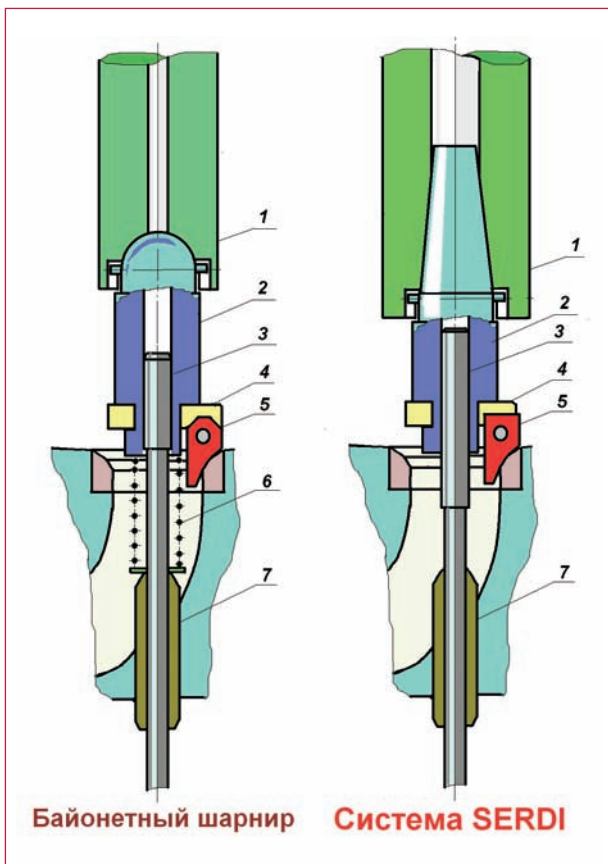
Большая разница у станков рассматриваемого типа имеется не только в жесткости, но и в особенностях и средствах центрирования (базирования) инструмента перед обработкой седла. Очевидно, обработке седла должна предшествовать точная выверка положения инструмента (резца на держателе) строго по оси направляющей втулки клапана. Иначе при ошибке в базировании обработанное седло окажется несоосным со втулкой, а тарелка клапана на седло не ляжет. Поскольку именно так и обстоит дело при использовании ручного инструмента, ошибка в базировании сводит на нет все преимущества станочной обработки перед ручными фрезами и прочими волшебными «крутилками» с рукопашным приводом.

Байонетная схема с «мертвым» (слабоконическим) пилотом, заклинивающим в направляющей втулке, достаточно хорошо базировает инструмент, поскольку в процессе базирования участвуют только пилот и держатель с резцом. После этого необходимо соединить шпindel и держатель, для чего достаточно одной воздушной подушки для всего шпиндельного узла и измерителя угла наклона шпинделя — весьма простая и недорогая конструкция. Однако после соединения шарнира со шпинделем и начала обработки вся точность базирования полностью нивелируется отсутствием жесткости системы, в результате чего невозможно ожидать от этой схемы хорошей точности обработки

не только для малых диаметров пилота, но и вообще для всех диаметров при твердых седлах.

В жесткой схеме в базировании инструмента участвует весь шпиндельный узел с держателем и пилотом, что требует применения нескольких воздушных подушек для исключения трения в системе. При больших диаметрах пилота достаточно плоской подушки рабочего узла и сферической подушки для наклона шпинделя. Для малых диаметров пилота такая схема не дает необходимой точности базирования вследствие того, что тонкий пилот не может точно удерживать тяжелый рабочий узел станка, особенно при неточности выравнивания станины станка по линии горизонта. Поэтому базирование для тонких пилотов (менее 7 мм) требует трех воздушных подушек и выполняется в два этапа — сначала грубо при помощи воздушной подушки всего рабочего узла (после чего она фиксируется), а затем точно с помощью плоской и сферической подушек шпинделя (для повышения точности шпindel облегчается, и в него встраивается двигатель, чтобы исключить влияние нагрузки от внешнего привода).

Сложность конструкции жесткой схемы по сравнению с байонетной оправдывается непосредственно при обработке седла — в жесткой схеме обработка седла будет выполнена точно



**Байонетная и жесткая системы — найдите 10 отличий:**

- 1 — шпindel; 2 — держатель инструмента; 3 — пилот;
- 4 — резцедержатель; 5 — резец; 6 — пружина (только для байонета);
- 7 — направляющая втулка клапана

от отверстия втулки, по которому произведено базирование, независимо от диаметра пилота, степени износа и твердости седла. Напротив, в байонетной схеме все эти параметры могут оказать крайне негативное влияние на результат, вследствие чего обработанное седло окажется таким же несоосным направляющей втулке, каким оно было до ремонта. Но об этом — ниже.



**Деформация в байонетной системе при усилии 10 кг и пилоте 7 мм превышает аналогичную в жесткой системе в 5 раз. Шарнир между шпинделем и резцом, однако. Есть над чем задуматься, не правда ли?**

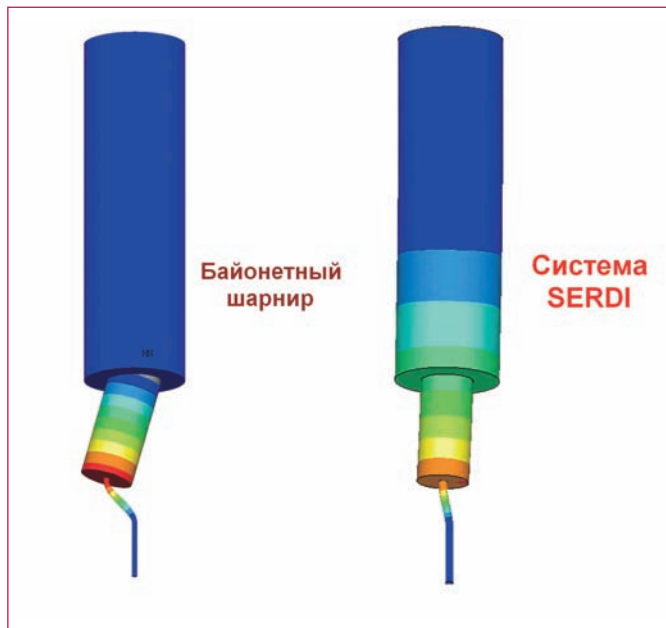
### Модель модели — не рознь

Следует отметить, что полученные нами ранее результаты моделирования работы станков оказались не вполне наглядны для практики, поскольку наше исследование проводилось при одинаковой для обеих схем силе, действующей на держатель инструмента от резца. В действительности сила от резца является переменной по окружности, поскольку на нее оказывают влияние начальная несоосность седла и отверстия направляющей втулки, а также отклонение формы седла от окружности.

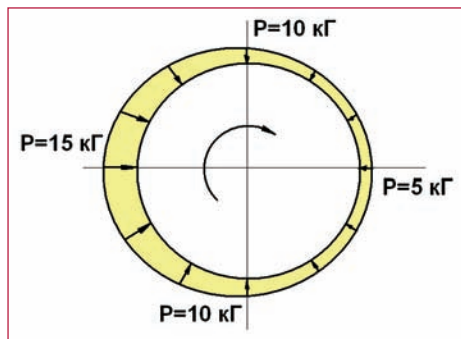


В самом деле, указанная несоосность седла весьма характерна для новых направляющих втулок, установленных при ремонте взамен изношенных, а искажение формы седла наблюдается у изношенных двигателей после длительной эксплуатации. В результате при обработке седла усиления резания получаются резко переменными по окружности, особенно в начальный период обработки. И этот факт, как показали наши дальнейшие исследования, оказывает существенное влияние на точность и качество ремонта седел.

Если сила меняется, то должна меняться и деформация шпинделя и пилота, причем совершенно по-разному для разных схем. Естественно, сила резания будет варьироваться от минимума до максимума, вызывая аналогичную деформацию в системе. А тогда следует ожидать появления несоосности седла и втулки при обработке.



Когда в байонетной системе работает шарнир, все повисает на пилоте. Зачем тогда нужен шпиндель, если он ничего не держит? В жесткой системе шпиндель, напротив, держит почти всю нагрузку от реза. Потому она и жесткая.



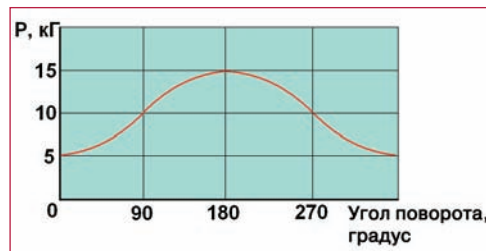
Распределение усилия от реза по окружности седла в нашем эксперименте.

Для того чтобы учесть влияние переменной по окружности силы резания на деформацию, мы приняли допущение — резец имеет контакт с седлом по всей его окружности. Тогда можно утверждать, что изменение усилия от реза на держателе будет иметь плавный характер, изменяясь от минимума до максимума. Такая ситуация может быть характерна, например, для обработки седла к состоянию «как чисто», однако это еще не будет состоянием окончательно обработанного седла.

Для получения конкретных результатов необходимо задать усилия и закон их изменения по окружности. Мы приняли априори, что сила от реза на держатель меняется от 50 до 150 Н (~5–15 кгГ) по синусоиде — так проще и наглядней. Все остальные параметры, включая геометрию элементов, были сохранены в точном соответствии с нашим прошлым вычислительным экспериментом. В том числе «скользящая», но беззастенчивая посадка пилота в направляющей втулке для жесткой

схемы и такая же посадка пилота в держателе для байонетной (другой конец пилота был неподвижно защемлен в направляющей втулке). Заметим, что принятая схема весьма близко отражает реальную картину, причем пилот в ней не висит консольно, в чем нас упрекали некоторые специалисты, видимо не разобравшись до конца в смысле нашего исследования.

Расчет проводился для серии диаметров пилотов 4–5,5–7–10 мм для обеих схем. Напомним, что мы использовали метод конечных



Так выглядит это распределение «в развернутом виде».

элементов и пакет специальных программ для расчета деформации и напряжения системы в каждом ее элементе (всего специальная программа разбивает шпиндель, держатель и пилот на более чем 40 000 мелких кусочков, каждый из которых имеет свои деформации и напряжения).

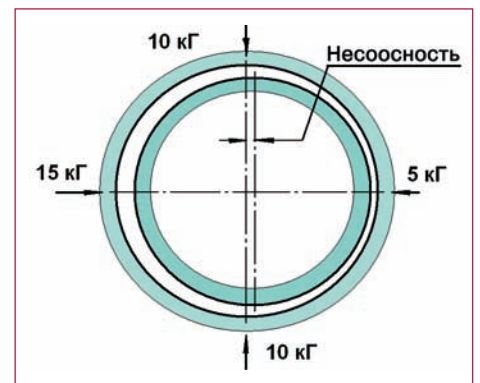
Влияние переменной нагрузки на деформацию системы может повлечь за собой появление несоосности обработанного седла и втулки, поэтому результат расчета мы представили именно в виде зависимости несоосности от диаметра пилота. И вот что получилось...

## Ох, уж эта несоосность...

Как бы кому ни хотелось, а пресловутая несоосность появилась в строгом соответствии с жесткостью системы. Так, резкое падение жесткости байонетной системы вызывает пропорциональное увеличение отклонения оси обрабатываемого седла от оси направляющей втулки. Если при диаметре пилота 7–8 мм несоосность еще допустима (0,01–0,015 мм), то уже при 6 мм она принимает угрожающий характер (0,03 мм), а при меньших диаметрах просто переходит все разумные пределы. Этот результат полностью подтвердил ранее высказанное нами предположение о том, что применение байонетных станков для ремонта ГБЦ современных многоклапанных двигателей нецелесообразно по причине отсутствия точности обработки.

Напротив, в жесткой системе практически не возникает никакой несоосности, если не считать ее 2,5–3 мкм во всем исследованном диапазоне пилотов. Фактически полученный результат означает, что если жесткая система позволяет исправить седло при любых пилотах, то байонетная система способна лишь погладить его, сделав поверхность «красивой», но сохранив значительную часть исходной несоосности.

Этот результат хорошо иллюстрирует еще один известный из практики факт, который некоторыми «специалистами» преподносится как один из главных преимуществ байонета — в нем никогда не возникает вибраций при обработке. А как же им возникнуть, сами подумайте, если резец легко следует за кривым седлом? Не исключаем, что если так «гладить» седло в режиме «выхаживания» (без подачи на врезание) минут 15–20, то несоосность удастся уменьшить, но вряд ли получится устранить ее полностью. Напротив,



А вот и само «ее величество» несоосность — возникла, однако, от изменения деформации по углу поворота.



Результирующий график, показывающий несоосность обработанного седла в зависимости от диаметра пилота. Все-таки не «ударить» байонетом по современным мультиклапанам головкам блока.

в жесткой системе исходная несоосность будет устранена на первых же оборотах при резании, и обработка седла займет всего несколько секунд.

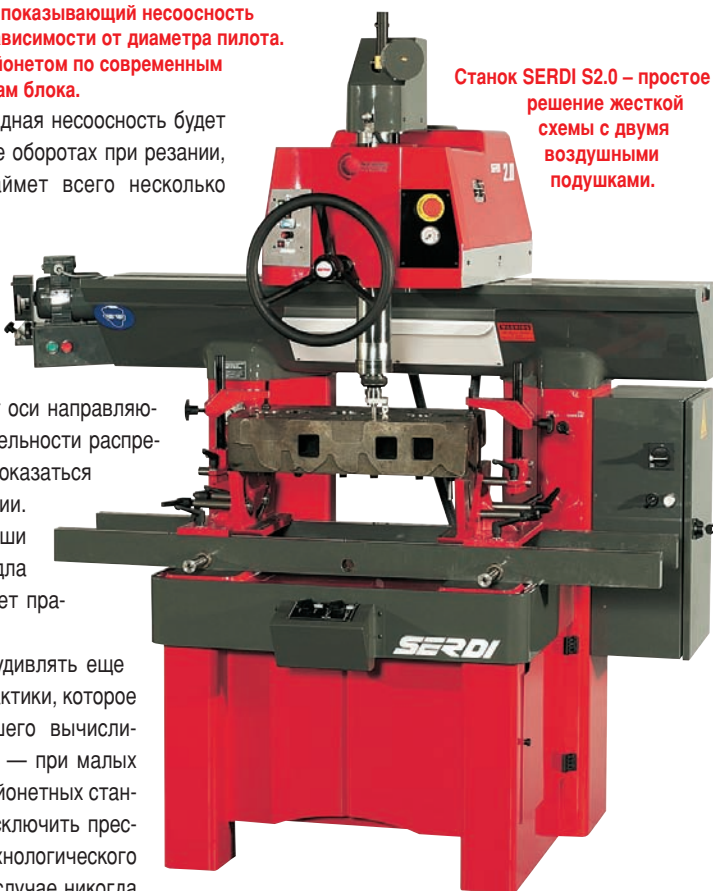
Отметим, кстати, что принятое нами плавное распределение усилий по окружности привело только к смещению оси седла от оси направляющей втулки. В действительности распределение усилий может оказаться весьма далеким от теории. А тогда, как показали наши вычисления, форма седла исказится и уже не будет правильной окружностью.

Поэтому не должно удивлять еще одно наблюдение из практики, которое также следует из нашего вычислительного эксперимента, — при малых диаметрах пилота на байонетных станках никак не удастся исключить пресловутую притирку из технологического процесса, в противном случае никогда не достигнуть хорошего прилегания тарелки клапана к седлу. В то же время на жестких станках притирка клапанов давно стала анахронизмом, поскольку ее применение ничем не оправдано и только ухудшает геометрию седла.

И, наконец, последнее наше наблюдение. Граница допустимого применения «байонеток», согласно нашему эксперименту, лежит вблизи диаметра пилота 7 мм. Жесткие станки с двойной воздушной подушкой также рекомендуется применять с аналогичным диапазоном пилотов. При этом цены байонетов и жестких станков практически одинаковы. Однако если байонет-

ный станок имеет при диаметре пилота менее 7 мм недопустимо низкую точность обработки, то станок жесткого типа обработает с тонким пилотом седло так же жестко, как и с пилотом 10-мм диаметром. Разница будет лишь в точности центрирования шпинделя перед обработкой, где двойная воздушная подушка не обладает высокой чувствительностью. Но если точно контролировать станину станка в горизонте, то преимущество жесткой системы даже в упрощенном «2-подушечном» варианте будет неоспоримым. — АЕС

Станок SERDI S2.0 — простое решение жесткой схемы с двумя воздушными подушками.



Получить техническую консультацию и приобрести станочное оборудование для моторного ремонта от ведущих мировых производителей — компаний SERDI и AMC-SCHOU — можно у эксклюзивного российского дистрибьютора SERDI и технического представителя AMC-SCHOU фирмы «Мотор Технологии», тел. (812) 974-5454, [www.spbmotor.ru](http://www.spbmotor.ru)

## Новинки от Honda. С вопросом...



Две модели концепт-каров от Honda дебютируют на мировой арене на Токийском «Мотор Шоу». CR-Z — следующее поколение легких спортивных автомобилей с разработанным в Honda гибридным бензино-электрическим двигателем, который обеспечивает отличные эксплуатационные характеристики и высокий крутящий момент. PUYO — автомобиль на топливных элементах — воплощение нового взгляда на технологии, доставляющий радость от вождения не только владельцу, но и людям вокруг. Также будет выставляться модель дизельного двигателя следующего поколения i-DTEC, впервые представленного на «Мотор Шоу» во Франкфурте, который отличается повышенной экологичностью в сочетании с прекрасными эксплуатационными характеристиками. Вот только непонятно, почему хондовский PUYO так похож на ниссановский концепт Pivo, у них даже названия созвучны! Но Nissan делает упор в концепте на новое управление и эргономику, а Honda — на технологичность двигателя.



## «ИРИТО» на выставке «Авто+Автомеханика 2007»

На выставке «Авто+Автомеханика 2007», которая состоялась с 24 по 28 октября в Санкт-Петербургском выставочном комплексе «ЛенЭкспо», компания «ИРИТО» продемонстрировала сразу 15 китайских автомобилей различных классов. Важное отличие нынешней экспозиции в том, что почти все модели, представленные на выставке, уже поступили в продажу.

Самым интересным и ожидаемым экспонатом стал хэтчбек BYD F3-R, который отличается от хорошо известного в России седана F3 не только типом кузова, но и двигателем: на автомобиле установлен более современный и экономичный двигатель, объемом 1,5 л и мощностью 98 л.с.

