

Секция 4. ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

УДК 621.432

АНАЛИЗ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ И МЕТОД ИХ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

И. М. АСТАПЕНКО, ст. преподаватель
Е. В. СУЛИМА, ассистент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. В самых тяжелых условиях в двигателе работает цилиндропоршневая группа (ЦПГ). Поршневые кольца и гильзы должны создавать достаточно герметичное рабочее пространство цилиндра, отводить теплоту от поршней, маслосъемные кольца должны обеспечивать образование равномерной масляной пленки на трущихся поверхностях и не допускать попадания масла в камеру сгорания [1–4].

Для диагностирования ЦПГ широко применяются пневмотестеры. В руководствах по их эксплуатации возможную причину неисправности рекомендуется определять по направлению потока воздуха. Если весь воздух выходит через картер двигателя, это указывает на износ ЦПГ или залегание колец, а шум во впускном или выпускном коллекторе – на нарушение герметичности клапанов. Однако данный метод не всегда может быть реализован на практике.

Цилиндропоршневая группа (ЦПГ) является важнейшим рабочим элементом двигателя. Детали цилиндропоршневой группы работают под воздействием высоких температур и при повышенных нагрузках. Подобные условия эксплуатации становятся основной причиной их поломки.

Основная часть. Поршни, нагреваясь, увеличиваются в размерах. Из-за высокого коэффициента теплового расширения алюминия поршень расширяется почти в два раза сильнее цилиндра, изготовляемого, как правило, из серого чугуна.

При уменьшенном зазоре между поршнем и цилиндром сначала возникает полусухое трение из-за уменьшения толщины масляной пленки на стенке цилиндра. В результате этого поверхности на юбке поршня стираются до блеска. В условиях полусухого трения повышается температура деталей, зазор между поршнем и цилиндром умень-

шается еще больше, и, в итоге, масляная пленка полностью исчезает. Поршень начинает работать всухую, в результате чего появляются места трения с гладкой темной поверхностью [1, 3].

Таким образом, признаками недостаточного зазора между поршнем и цилиндром являются места трения с сильным блеском, переходящие в гладкие темные. Задиры имеются как на нагруженной стороне, так и на ненагруженной стороне поршня.

Высокая температура также может в отдельных местах приводить к разрушению масляной пленки. В этих местах возникает сухое трение поверхностей поршня, поршневых колец и рабочей поверхности цилиндра, что может привести к появлению задиры с сильно истертой поверхностью. В зависимости от причины нарушения масляной пленки задиры появляются на юбке поршня или на головке поршня.

То же самое происходит при неполном сгорании топлива. Несгоревшее топливо частично отлагается на поверхностях цилиндра и понижает эффективность смазочной пленки или разрушает ее.

К выходу из строя цилиндропоршневой группы могут приводить ошибки при запрессовывании поршневого пальца в шатун. Непосредственно после установки холодного поршневого пальца в горячий шатун происходит выравнивание температур обеих деталей и тепловое расширение поршневого пальца, и при механическом воздействии могут возникнуть задиры.

Калильное зажигание (самопроизвольное воспламенение) в бензиновых двигателях приводит к термической перегрузке поршня. Температура днища поршня при калильном зажигании в течение нескольких секунд достигает точки плавления материала поршня.

В двигателях с камерами сгорания, имеющими полусферическую форму, это приводит к прогарам в днище поршня, возникающим, главным образом, в направлении оси свечи зажигания. В камерах сгорания с большими поверхностями сжатия между днищем поршня и головкой блока цилиндров оплавления поршня возникают на боковой его поверхности и могут доходить до маслосъемного поршневого кольца вплоть до прогорания поршня.

Детонационное сгорание приводит к эрозионному съему материала на жаровом поясе и днище поршня, может повреждаться головка блока цилиндров и прокладка. Сильная долговременная детонация приводит к поломкам перемычек между канавками колец и юбки поршня, причем обычно без прогаров, отложений и задиры.

В дизельных двигателях при запуске топливо воспламеняется с определенной задержкой, если не обеспечивается его достаточно тонкое распыление, момент впрыска не соответствует норме, при недостаточной температуре сжатия в момент впрыска. В результате воспламеняется топливо, впрыснутое несколько раз. Это вызывает резкое, взрывообразное повышение давления и сильный нагрев днища поршня. В результате возникают поломки перемычек между канавками поршня и трещины от термических напряжений в днище поршня [1, 3].

Подтекание топлива из форсунок приводит к отложению его на днище поршня. Там топливо сгорает при довольно высокой температуре, что вызывает эрозийное разрушение на днище поршня.

При работе двигателя поршни могут ломаться от столкновения с инородными предметами (клапаны, отломавшиеся части шатуна, коленчатого вала и т. д.) или в результате усталостного излома из-за детонационного сгорания, сталкивания головки поршня с головкой блока цилиндров, дефектов материала, слишком большого зазора между юбкой поршня и цилиндром.

Деформации поршневого пальца из-за чрезмерной нагрузки (прогиб и овальность) приводят к образованию трещин в бобышке или втулке шатуна. Под действием давления отработавших газов, оказываемого на поршень, поршневой палец подвергается деформации. При чрезмерной нагрузке на концах поршневого пальца может образоваться продольная трещина. В зоне наибольшей нагрузки (возле головки шатуна) трещина переходит в поперечную, что приводит к поломке поршневого пальца. Изломы поршневых пальцев могут возникнуть также в результате чрезмерной нагрузки при нарушениях режима сгорания или из-за попадания инородных тел в камеру сгорания.

Поломка упорных колец или отламывание их концов может возникнуть из-за ошибок при их установке. Кроме того, упорные кольца могут подвергаться нагрузке, если поршневой палец выполняет осевое движение из-за изгиба или скручивания шатуна. Поршневой палец ударяет по упорным кольцам, постепенно выталкивает их из канавки, после чего они прижимаются к рабочей поверхности цилиндра, истираются и ломаются. Обломки колец защемляются между поршнем и цилиндром или попадают в выемки бобышек поршня и вызывают там сильные повреждения.

Отрыв бурта гильзы цилиндра происходит под воздействием изгибающих моментов, появляющихся по причине износа, загрязнения или коррозии опорной поверхности под гильзу в блоке цилиндров, отсут-

ствия перпендикулярности опорной поверхности, а также неправильного подбора прокладки или несоблюдения моментов затяжки при монтаже головки блока цилиндров.

При эксплуатации на жаровом поясе поршня образуется твердый масляный нагар от сгоревшего масла и остатков продуктов сгорания топлива. Этот нагар имеет абразивные свойства и во время эксплуатации приводит к повышенному износу в верхней части цилиндра от движения поршня, а также при перекладке поршня. В этом случае места износа появляются только в тех местах цилиндра, которые вступают в контакт с жаровым поясом поршня.

Заключение. Для определения причины снижения пневмоплотности ЦПГ необходимо выполнять два измерения – при положении поршня в верхней мертвой точке (ВМТ) и в средней зоне цилиндра при давлении подаваемого воздуха 1–2 бар. При износе ЦПГ или залегании колец герметичность цилиндра в зоне ВМТ при давлении подаваемого воздуха 1 бар на 12,8 % ниже, чем в средней части цилиндра. Низкое давление подаваемого воздуха показывает большую информативность измерения за счет более широкого изменения пневмоплотности в зоне ВМТ по сравнению со средней частью цилиндра и меньшего изменения плотности воздуха, истекающего через зазоры ЦПГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Диагностика и техническое обслуживание машин / Г. С. Дубовик [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2009. – Ч. 1. – 96 с.

2. Коцуба, В. И. Анализ методов диагностирования цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей / В. И. Коцуба, Е. В. Сулима, В. М. Кузюр // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. – 2020. – С. 113–119.

3. Повреждения поршней и их причины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ms-motorservice.com/ru/tekhnipedija/post/povrezhde-nija-porshnei-i-ikh-prichiny>. – Дата доступа: 01.10.2022.

4. Force. Тестер герметичности (утечек) цилиндра [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://toolsclub.com.ua/force-tester-germetichnosti-utechek-cilindra-p-9259.html>. – Дата доступа: 01.10.2022.

Аннотация. Рассмотрены и проанализированы основные неисправности цилиндропоршневой группы, а также применяемые на практике методы их диагностирования.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, цилиндропоршневая группа, методы диагностирования, дизельные двигатели.