УДК
621.928.3

А.Б. Солоденко, Г.В. Агузаров

ЦЕНТРОБЕЖНАЯ ОЧИСТКА МАСЛА

Выпускаемые коленчатые валы в основном имеют полости в шатунных шейках. Полость располагается под углом к оси шатунных шеек – КамАЗ, Зил-130 и параллельно оси – двигатель СМД-14 и др. Но полости, вместо увеличения пробега двигателя за счет дополнительной очистки масла, привели к его уменьшению более чем в 2 раза из-за появления задиров на шатунных шейках. Во избежание задира завод начал ставить в полость медную втулку, но опять получили уменьшение пробега. Абразив величиной до 20 мкм и частицы износа заполняли малый объем между полостью и втулкой быстрее, чем саму втулку. Процесс задира повторялся быстрее, чем раньше. Поэтому на КамАЗе убрали и втулку, и саму полость. Полость в шатунной шейке являлась хорошей центрифугой для очистки масла. Поэтому над полостью необходимо поработать.
Ключевые слова: коленчатый вал, шатунная шейка, втулка, центрифуга, масло, абразив, продукты износа, нагар, полость.

В стране почти все коленчатые валы имеют полости в шатунных шейках. Полости предназначены для дополнительной очистки масла в шатунных шейках. Что должно было увеличить пробег двигателя до ремонта. При выполнении полостей в шатунных шейках начали наблюдаться задиры шатунных шеек (рис. 1). У двигателей с двумя шатунами на шатунной шейке задиру подвергалась только половина шатунной шейки под одним шатуном. Для устранения задира шатунных шеек Камский автомобильный завод начал ставить медные втулки (рис. 2) в полости шатунных шеек в соответствии с изобретением (рис. 3) [1].

Устройство работает следующим образом. Масло по входному каналу *2* коленчатого вала *1* поступает под давлением через открытый торец *8*,который ошибочно закрыт, втулки *5* в ее полость *6*. При вращении вала *1* наиболее тяжелые частицы загрязнений масла под действием центробежной силы осаждаются на стенки втулки *5*, откладываясь преимущественно в правом верхнем углу ее полости *6*, а очищенное жидкое масло поступает через выпускное отверстие *11* в кольцевой зазор *12* и далее через выходные каналы *3* к шатунному подшипнику вала *1*. Выполне-

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. № 6. С. 137–142.

ние выпускного отверстия *11* в виде конфузора, размещенного в полости *6* втулки *5*, направленного к ее оси и расположенного вблизи открытого торца *8*, увеличивает рабочий объем полости *6* и обеспечивает подачу масла к шатунным подшипникам через отверстие *11* только из чистой зоны полости *6*. Такое расположение выпускного отверстия *11* позволяет также при монтаже устанавливать втулку *5* как отверстием *11* вниз, как показано на чертеже, так и в любом другом положении.

Таким образом, говорят, предлагаемое устройство позволяет обеспечить надежную очистку масла и предотвратить попадание загрязнений из полости втулки к шатунным подшипникам при простоте его конструкции и сборки. Но эта конструкция не только не устранила задир, а еще способствовала уменьшению пробега двигателя до ремонта.

Оказалось, что втулка (рис. 4), которую установили в шатунную шейку, уменьшила объем отведенный для сбора абразивных частиц, частиц износа и продуктов сгорания. Здесь втулка внутри не заполнилась, а снаружи полностью заполнилась. На этом рисунке видно, что втулка вначале заполняется между

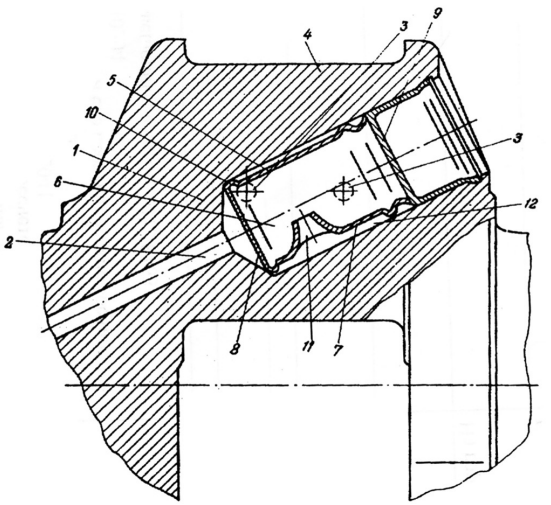

Рис. 3. Устройство для очистки масла в коленчатом валу [1]: 1 – коленчатый вал; 2 – канал входной; 3 – канал выходной; 4 – шейка шатунная; 5 – втулка; 6 – полость; 7 – боковая поверхность; 8 – торец; 9 – заглушка; 10 – кольцевые выступы; 11 – отверстие выпускное; 12 – зазор кольцевой

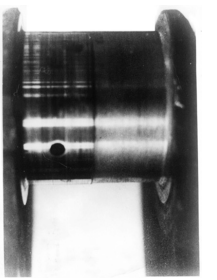

Рис. 1. Задир шатунной шейки

Рис. 2. Втулка для установки в полость шатунной шейки

Рис. 4. Втулка с заполненной наружной поверхностью

Рис. 5. Втулка с заполненной внутренней поверхностью

грязеуловителем и наружной частью втулки размером диаметр 28 и диаметр 32 длиной 40 мм, по 2 мм на сторону. Но из этого объема только половина участвует в работе, а она в несколько раз меньше, чем объем грязеуловителя диаметром 32 мм и длиной 50 мм. Естественно, брака стало больше.

Наличие грязесборников в шатунных шейках должно было увеличить ресурс коленчатого вала. На самом же деле, они снизили общий срок службы не только коленчатого вала, но и двигателя в целом. Исследования коленчатых валов с полостями-грязесборниками показали, что износ двигателя внутреннего сгорания является абразивным. Здесь, после заполнения расстояния между втулкой и грязеуловителем, когда абразив еще не попал в подшипник, внутри втулки собираются более крупные частицы абразива, продукты износа и продукты сгорания (рис. 5), заполняя полость, а затем идет попадание частиц в подшипник и задир шатунной шейки. В данном случае за счет центробежных сил идет процесс разделения твердых частиц от масла. Все технологические операции неоднородных систем под действием центробежных сил называется центрифугированием. А машины и аппараты, в которых осуществляется центрифугирование, называются центрифугами.

Рассмотрение центрифугирования и классификации центрифуг по технологическому назначению, следует различать два принципиально разных процесса-осадительное центрифугирование и центробежную фильтрацию. Соответственно осадительные и фильтрующие центрифуги. Фильтрующие центрифуги малопроизводительные и не имеют практического применения [2, 3].

Осадительное центрифугирование протекает во вращающемся роторе со сплошной стенкой и заключается в осаждении твер-

дых частиц (дисперсная фаза) в жидкой среде (дисперсионная среда) под действием центробежной силы [4, 5].

Осадительное центрифугирование следует разделить на три физических процесса осаждение твердых частиц, уплотнение образовавшегося осадка и отжим жидкости измеж частичных пустот. Для одной и той же порции материала, обрабатываемого в центрифуге, эти три процесса протекают во времени последовательно [6, 7].

Одним из основных показателей, характеризующих центрифугу с точки зрения пригодности ее для разделения неоднородных систем той или иной дисперсности, является так называемый фактор разделения $\Phi_р$. Фактором разделения называют безразмерное отношение значения центробежного ускорения $a_п$ к значению ускорения силы тяжести «q» [8–10].

$$\Phi_р = a_п / q$$

В результате осаждения твердых частиц, в части ротора заполненной жидкостью, получается два слоя: осадок на внутренней стенке ротора и над ним осветленная жидкость [11–14].

В данном случае мы на рис. 3 имеем центрифугу. Диаметр вращающейся цилиндрической части 80 мм, длина 67 мм. Угол наклона полости к оси шатунной шейки 27°, радиус кривошипа 80 мм.

В настоящее время у части коленчатых валов Камаз убрали полсти в шатунных шейках из-за такого заполнения рис. 5. Такое заполнение втулок наблюдается в машинах горного транспорта на рудниках [15]. Полости хорошо очищают масло, поэтому над ними еще надо поработать. Сейчас валы на КамАЗе азотируют, что дает один ремонтный размер 0,25 мм. Азотирование большей глубины не дает. Азотирование вместо закалки шеек дает малую глубину.

Если вал имеет биение или износ более 0,25 мм, то он бракуется и вместо него ставится новый вал. Это при ремонте. А новый вал со старой корзиной необходимо балансировать, а балансировочных станков у ремонтников нет. Следовательно, надо выпускать не просто коленчатый вал в запчасть, а в сборе с корзиной. Кроме того, до 25% всех коленчатых валов Камаз приходит в ремонт с биением до 1 мм и больше [16].

Что азотированные коленчатые валы, что закаленные будут иметь это биение и должны выбраковываться, а стоимость одного вала в пределах 100 тыс. руб. плюс стоимость корзины. Когда КамАЗ начал работать, он опробовал азотирование, потом отказался от него.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Шестаков А.А.* А.С. 1015087 (СССР). Устройство для очистки масла в коленчатых валах, 1983.

2. *Борц М.А. и др.* Промышленная освоение центробежного способа обогащения углей // Кокс и химия. – 1966. – № 9.

3. *Соколов В.И.* Достижение советской научной школы в области центрифугальной техники // Химическое и нефтяное машиностроение. – 1967. – № 11.

4. *Соколов В.И.* Центрифугирование. – М.: Химия, 1976.

5. *Борц М.А. и др.* Шнековые осадительные центрифуги для угольной промышленности. – М.: Недра, 1970.

6. *Лукьяненко В.М.*, *Таранец А.В.* Центрифуги. Справочник. – М.: Химия, 1988.

7. *Очосов О.Ю.*, *Матвеев А.И.* Повышение эффективности разделения минеральных частиц под действием центробежных сил за счет использования направленных вибрационных колебаний // Горный информационный-аналитический бюллетень. – 2016. – № 10. – С. 259–265.

8. *Лукьяненко В.М.*, *Таранец А.В.* Промышленные центрифуги. – М.: Химия, 1974. – 376 с.

9. *Лукьяненко В.М.*, *Таранец А.В.* Центрифуги. Справочное издание. – М.: Химия, 1988. – 384 с.

10. *Семенов Е.В.* Расчет процесса осветления суспензии в роторе трубчатой центрифуги // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2014. – № 1. – С. 3–7.

11. *Семенов Е.В.* Количественное моделирование процесса разделения суспензии в роторе фильтрующей центрифуги периодического действия // Химическое и нефтяное машиностроение. – 2014. – № 11. – С. 7–10.

12. *Семенов Е.В.* К вопросу о седиментации частиц в жидкостных центрифугах // Теоретические основы химической технологии. – 2004. – Т. 38. – № 4. – С. 446–450.

13. *Мощинский А.И.* Некоторые модели процесса отжима осадка в фильтрующей центрифуге // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 1985. – Т. 19. – № 1. – С. 74–79.

14. *Шкоропад Д.Е. и др.* Центрифуги и сепараторы. – М., 1957. – С. 255.

15. *Агузаров Г.В.*, *Агузаров В.О.* Машины горного транспорта на рудниках. Труды Северо-Кавказского горно-металлургичесского института (ГТУ). – Владикавказ, 2012. – С. 68–71.

16. *Агузаров В.О.* Причины аварийного износа коленчатых валов // Техника в сельском хозяйстве. – 1973. – № 11. – С. 79–80. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Солоденко Александр Борисович[1] – доктор технических наук, профессор,

Агузаров Георгий Владимирович[1] – аспирант, e-mail: georik-28@mail.ru,

[1] Северо-Кавказский горно-металлургический институт (государственный технологический университет).

Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2017. No. 6, pp. 137–142.

UDC
621.928.3

A.B. Solodenko, G.V. Aguzarov

CENTRIFUGAL OIL PURIFICATION

The crankshafts which are mainly produced in our country have cavities in the crankpin journal. The cavity is at the angle to the crankpin journal axis – KamAZ, Zil-130 and parallel to the crankpin journal axis – SMD motor-14 and others. The cavities were set to be for the additional oil cleansing in the crankpin journals, which helped to increase the motor run before the repair, but the result failed. The motor run before the repair diminished more than 2 times because of the fact that some burrs appeared on the crankpin journals with 1 mm depth and more. When the hole for the crankpin journal oil filling became vertical, the oxidation sludge which gathered in the pin flew into the hole of the disabled motor, and after the motor turn-on the abrasive, the worn particles and the carbon deposit flew into the collar, involved into the lining and slicked the crankpin journal under one connecting rod. The plant began to put copper pipes into the cavity to escape the burr. Though instead of run increase they received its decrease. The abrasive, which was 20 mkm and the worn particles filled the little volume between the cavity and pipe quicker, than the pipe itself. The large particles with the sizes 200 mkm fell into the pipe and they are less than the little ones. The burr process was quicker than before. That's why the pipe was dismissed in Kamaz. Not only the pipe was dismissed but the cavity too. The cavity in the crankpin journal was a good centrifuge of oil cleansing. That's why it is necessary to work with the cavity.

Key words: crankshaft, crankpin journal, sleeve pipe, centrifuge, oil, abrasive, run-out products, soot deposit, cavity.

AUTHORS

Solodenko A.B.[1], Doctor of Technical Sciences, Professor,
Aguzarov G.V.[1], Graduate Student, e-mail: georik-28@mail.ru,
[1] North Caucasus Mining-and-Metallurgy Institute (State Technological University), 362021, Vladikavkaz, Republic of North Ossetia-Alania, Russia.

REFERENCES

1. Shestakov A. A. *Copyright certificate no USSR 1015087*, 1983.
2. Borts M. A. *Koks i khimiya*. 1966, no 9.
3. Sokolov V. I. *Khimicheskoe i neftyanoe mashinostroenie*. 1967, no 11.
4. Sokolov V. I. *Tsentrifugirovanie* (Centrifugation), Moscow, Khimiya, 1976.
5. Borts M. A. *Shnekovye osaditel'nye tsentrifugi dlya ugol'noy promyshlennosti* (Screw centrifuge for collection of the coal industry), Moscow, Nedra, 1970.
6. Luk'yanenko V. M., Taranets A. V. *Tsentrifugi*. Spravochnik (Centrifuge. Handbook), Moscow, Khimiya, 1988.
7. Ochosov O. Yu., Matveev A. I. *Gornyy informatsionnyy-analiticheskiy byulleten'*. 2016, no 10, pp. 259–265.
8. Luk'yanenko V. M., Taranets A. V. *Promyshlennye tsentrifugi* (Industrial Centrifuge), Moscow, Khimiya, 1974, 376 p.
9. Luk'yanenko V. M., Taranets A. V. *Tsentrifugi*. Spravochnoe izdanie (Centrifuge. Book of reference), Moscow, Khimiya, 1988, 384 p.
10. Semenov E. V. R *Khimicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie*. 2014, no 1, pp. 3–7.
11. Semenov E. V. *Khimicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie*. 2014, no 11, pp. 7–10.
12. Semenov E. V. *Teoreticheskie osnovy khimicheskoy tekhnologii*. 2004, vol. 38, no 4, pp. 446–450.
13. Moshchinskiy A. I. *Khimicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie*. 1985, vol. 19, no 1, pp. 74–79.
14. Shkoropad D.E. *Tsentrifugi i separatory* (Centrifuges and separators), Moscow, 1957, pp. 255.
15. Aguzarov G. V., Aguzarov V. O. *Trudy Severo-Kavkazskogo gorno-metallurgichesskogo instituta (GTU)* (Proceedings of the North-Caucasian mining and metallurgichesskogo Institute (GTU)), Vladikavkaz, 2012, pp. 68–71.
16. Aguzarov V. O. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 1973, no 11, pp. 79–80.