

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГАУ

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Кузюр В.М., Будко С.И.

**ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ
ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ
АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ**

Учебно-методические пособие
по выполнению лабораторной работы студентами
по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»
профиль «Технический сервис в АПК»
и «Технические системы в агробизнесе»

БРЯНСК 2021

УДК 621.43 (076)

ББК 39.359

К 89

Кузюр, В. М. Текущий ремонт цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей: учебно-методическое пособие для выполнения лабораторной работы для студентов, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» профиль «Технический сервис в АПК» и «Технические системы в агробизнесе» / В. М. Кузюр, С. И. Будко. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. – 21 с.

Рецензент: кандидат технических наук, доцент, кафедры Технических систем в агробизнесе, природообустройстве и дорожном строительстве Самусенко В.И.

Рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института, протокол №6 от 23 марта 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021

© Кузюр В.М., 2021

© Будко С.И. 2021

Содержание

1 Общие сведения	5
2 Оценка технического состояния цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей	6
3 Обзор приспособлений для диагностирования цилиндропоршневой группы двигателя	8
Литература	20

Цель работы. Освоить методы оценки технического состояния и практические навыки по определению технического состояния цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей.

Содержание работы. Изучить приспособления для определения технического состояния цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей.

Оборудование рабочего места:

- лаборатория по текущему ремонту машин;
- нормативно-техническая документация на ремонт цилиндропоршневой группы;
- комплект инструмента, плакаты.

1 Общие сведения

На мощность двигателя внутреннего сгорания оказывают влияние следующие факторы: износ деталей цилиндропоршневой группы, кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов; износ и обгорание клапанов и седел; неисправности систем питания, охлаждения и смазки. Количественным показателем неисправности двигателя является снижение его мощности на 6...8%.

В двигателе внутреннего сгорания цилиндропоршневая группа работает в наиболее тяжелых условиях (газовая среда, высокая температура, большие циклические нагрузки). При этом происходит интенсивное изнашивание деталей, что приводит к прорыву газов из камер сгорания в картер, увеличению шума и вибрации, загрязнению моторного масла и его потере на угар, снижению герметичности в надпоршневом пространстве.

Диагностирование цилиндропоршневой группы производится по функциональным параметрам: изменению давления сжатия в цилиндрах; прорыву газов в картер; угару масла; утечкам сжатого воздуха, подаваемого в цилиндр; разрежению в камере сгорания; изменению шума и вибрации; изменению параметров моторного масла; величине тока, потребляемого стартером.

Большое количество параметров определения технического состояния цилиндропоршневой группы позволяет объединять их по трем зонам измерений: камера сгорания, блок цилиндров, картер двигателя. В зоне камеры сгорания проверяют, как правило, давление сжатия, прорыв газов в картер, утечку сжатого воздуха, разрежение в камере сгорания. Давление сжатия (компрессию) в каждом цилиндре проверяют компрессометром не менее трех раз на прогретом двигателе при

вращении коленчатого вала стартером или пусковым двигателем. Минимально допустимое давление сжатия для двигателей с искровым зажиганием равно 0,6...0,7 МПа, для дизельных – 1,4 МПа. При этом разница показаний в цилиндрах не должна быть больше 0,1 МПа. Снижение давления на 40% указывает на поломку или залегание колец, либо на предельный износ колец и гильзы, либо на неплотность сопряжения «клапан – гнездо». Неисправность сопряжений «кольцо – гильза» определяется повторным замером давления после добавления в камеру сгорания 20...25 см³ моторного масла. Увеличение давления указывает на значительный износ колец и гильзы.

Прорыв газов в картер зависит от износа колец и гильзы. Объем этих газов измеряют при максимальном крутящем моменте газовым расходомером, соединенным через шланги с маслосливной горловиной. Расход картерных газов изменяется в пределах от 30 до 200 л/мин и зависит от типа двигателя и его наработки. Так, для двигателя Д-240 номинальный расход картерных газов составляет 46 л/мин, а предельный – 120 л/мин.

Герметичность камеры сгорания характеризует техническое состояние колец, цилиндра, прокладки головки цилиндров и сопряжения «клапан – гнездо». Параметрами ее оценки могут быть разрежение и утечка сжатого воздуха, подаваемого в цилиндр.

2 Оценка технического состояния цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей

В мировой практике технического сервиса уже применяется немало методов безразборной диагностики цилиндропоршневой группы (ЦПГ), но по-прежнему диагностируется визуально по цвету выхлопных газов и

по расходу картерного масла. Однако, при появлении синего дыма и чрезмерного расхода картерного масла уже поздно определять износ и остаточный ресурс ЦПГ. Ясно, что наступила необходимость капитального ремонта, т.е. износ - 100%, остаточный ресурс - 0%.

Теоретически предлагается несколько методов безразборной диагностики ЦПГ. Определив фактический износ (пробег или количество использованного топлива) двигателя, вычитаем его из полного ресурса и получаем остаточный ресурс до капитального ремонта. Это справедливо, если режим эксплуатации машины останется таким же, каким он был до диагностики. При этом надо учесть, что после 1-го капитального ремонта двигатель имеет полный ресурс 90% от ресурса нового двигателя, после 2-го - 70%, после 3-го - 50%.

Знание остаточного ресурса позволяет своевременно внести коррективы в режим эксплуатации, спланировать работу и затраты на восстановление работоспособности ЦПГ.

Процесс безразборной диагностики ЦПГ и определение остаточного ресурса автоматизирован цифровым мотор-тестером. Наиболее важно при диагностике двигателя быстро и качественно определить причину неполадки его работы. Непрерывно пополняющийся арсенал электронных диагностических приборов облегчает жизнь специалиста-диагноста. Правильно поставленный диагноз, особенно когда речь идет о неполадках в двигателе, - это даже не половина дела. Во многих случаях постановка точного диагноза и есть львиная доля всего ремонта. Сам ремонт, заключающийся в замене какого-либо недорогого датчика или, к примеру, восстановлении контакта с окисленными клеммами, занимает считанные минуты. Главное, разобраться, в чем причина: в неисправности электрики или виноват металл двигателя.

В самом деле, сканер, мотор-тестер или газоанализатор не могут помочь диагносту определить состояние и степень изношенности ЦПГ двигателя, дать объективную оценку качества проведенного ремонта или же снабдить мастера информацией, позволяющей прогнозировать остаточный ресурс ЦПГ. Для этого существуют старые, давно известные способы.

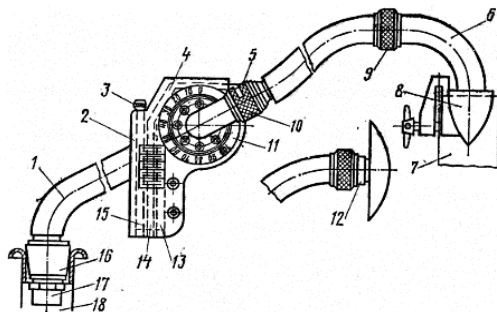
При диагностировании ЦПГ используют следующие структурные и диагностические параметры: зазор между поршнем и кольцом по высоте канавки (в мм); зазор между цилиндром (гильзой) и поршнем в верхнем поясе (в мм); зазор в стыках поршневых колец (в мм); объем газов, прорывающихся в картер (в $\text{дм}^3/\text{с}$) или давление газов в картере (в кПа); объемный расход сжатого воздуха, подаваемого в цилиндры (в $\text{дм}^3/\text{с}$); расход масла на угар (в кг/ч) и др.

При определении технического состояния с помощью специальных технических средств в основном используют косвенные параметры.

Количество прорывающихся газов из камеры сгорания в картер двигателя характеризует степень износа поршневых компрессионных колец, поршней и гильз цилиндров. О количестве прорывающихся из камеры сгорания газов судят по количеству газов, выходящих из картера двигателя за счет избыточного давления.

3 Обзор приспособлений для диагностирования цилиндро-поршневой группы двигателя

Для измерения количества выходящих из картера двигателя газов используют индикатор расхода газов КИ-4887-П (рисунок 1).



1 - трубопровод; 2 - манометр; 3 - пробка; 4 - корпус газорасходомера; 5 - дроссель; 6 - трубопровод; 7 - выхлопная труба двигателя; 8 - эжектор; 9 - муфта соединительная; 10 - заслонка; 11 - маховичок; 12 - сменное эжекторное устройство; 13 - правый канал; 14 - средний канал; 15 - левый канал; 16 - наконечник; 17 - заборный патрубок впускного трубопровода; 18 - маслозаливная горловина.

Рисунок 1 - Общий вид и схема подключения газового расходомера КИ-4887-Н

Индикатор расхода газов КИ-4887-Н снабжен устройством, позволяющим отсасывать газы из картера через измерительное устройство и измерять их расход при давлении в картере, равном атмосферному.

Это позволяет полностью устранить утечки газов через неплотности картера и повысить точность измерений. Индикатор состоит из дроссельного расходомера постоянного перепада давления с жидкостным дифференциальным манометром для контроля давления в дросселирующем устройстве, впускного и выпускного патрубков, трубопроводов с наконечниками и эжектора для отсоса газов, поступающих во впускной патрубок.

Для отсоса картерных газов можно использовать разрежение во впускном тракте проверяемого двигателя. В этом случае нужно отсоединить эжектор от выпускного трубопровода индикатора и вместо него присоединить конусное приспособление, которое затем закрепить на впускной трубе воздухоочистителя (рисунок 2).

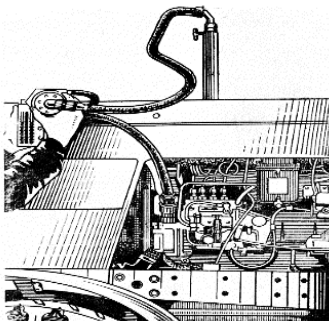


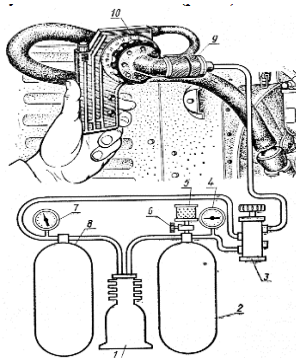
Рисунок 2 – Определение состояния ЦПГ по расходу картерных газов с помощью индикатора КИ-4887-11

Для диагностирования ЦПГ по давлению газов применяется компрессорно-вакуумная установка КИ-4942 (рисунок 3).

При использовании компрессорно-вакуумной установки для отсоса газов выпускной трубопровод индикатора подсоединить к вакуум-ресиверу. Вставить конусный наконечник индикатора в отверстие маслозаливной горловины и измерить расход картерных газов с отсосом. Газы из картера можно отсасывать двумя способами, используя для этого разрежение во впускном воздушном тракте или энергию отработавших газов.

Если такой установки нет, ее можно заменить переоборудованной компрессорной установкой 0-16, 0-39 или М-155-1. Необходимо отсоединить от компрессора воздушный фильтр и присоединить к всасыва-

ющему каналу воздушный ресивер тормозной системы автомобиля. Фильтр 5 перенести на вакуумный ресивер 2, установить кран 6 и вакуумметр 4. Всасывающий и нагнетательный трубопроводы установки следует присоединить к трехходовому крану 3. Манометр 7 установить у ресивера 8 давления, создаваемого компрессором.

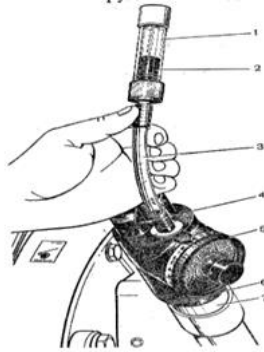


1 – индикатор; 2 – вакуумный ресивер; 3 – кран трехходовой; 4 – вакуумметр; 5 – фильтр; 6 – кран; 7 – манометр; 8 – ресивер

Рисунок 3 – Использование компрессорно-вакуумной установки для отсоса картерных газов

Известен индикатор КИ-13671 (рисунок 4), достоинствами которого являются простота конструкции и более низкая трудоемкость диагностики.

Однако, из-за отсутствия отсасывающего устройства и несовершенства конструкции сигнализатора (устройства для контроля давления газов в картере) при пользовании индикатором КИ-13671 возможны значительные погрешности при определении расхода картерных газов. Как показала проверка, на показания индикатора КИ-13671 влияют уровень вибрации дизеля и наличие смолистых отложений на стенках трубки и поршенька сигнализатора.



1 - прозрачная трубка; 2 - поршень сигнализатора; 3 - удлинитель; 4 - пробка; 5 - крышка; 6 - корпус; 7 – переходник.

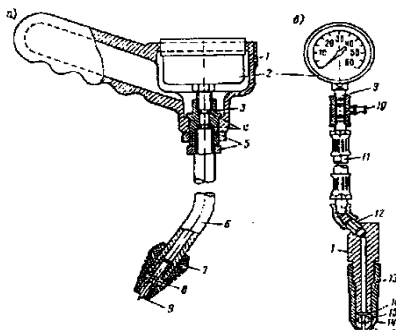
Рисунок 4 – Определение расхода картерных газов индикатором КИ-13671

Внутренний объем картера со всеми газовыми каналами и полостями представляют собой некую резонансную акустическую систему. Поршни, совершающие возвратно-поступательное движение, создают в полости картерного пространства колебания воздуха, которые очень легко принять за мощный импульсный прорыв картерных газов, если ситуацию наблюдать через относительно большое отверстие маслозаливной горловины.

Решение проблемы простое. Не надо исследовать состояние двигателя через заливную горловину. В любом двигателе внутренний объем картера хорошо изолирован и все картерные газы направляются во впускной коллектор для переработки в цилиндре. Найти патрубок, по которому эти газы отводятся во впускной коллектор или в воздухопровод перед турбиной на двигателях с наддувом. Разъединить этот патрубок и нарастить его шлангом примерно такого же диаметра и длиной с полметра-метр. Нарращивание трубки позволяет подавить любые резо-

нансные колебания. Кроме того, разъединение отвода картерных газов дает возможность довольно верно оценить состояние вашего воздушного фильтра.

Также широко используемым методом диагностирования технического состояния ЦПГ двигателей является замер компрессии в цилиндрах двигателей в конце тактов сжатия с помощью различного типа компрессометров и компрессографов с самописцами. На рисунке 5, а изображен компрессометр мод. 179 с рукояткой пистолетного типа, манометром, наконечником для установки в свечное отверстие, кнопкой клапана сброса давления (от предыдущего показания) и т.д.



а) для карбюраторных двигателей б) для дизелей

1 – корпус; 2 – манометр; 3 – штуцер; 5 – контргайка; 6 – трубка; 7 – резиновый наконечник; 8 – золотник; 10 – выпускной клапан; 11 – шланг; 12 – переходник; 13 – зажимная гайка; 14 – клапан; 15 – пружина клапана; 16 – седло; 17 – наконечник

Рисунок 5 – Компрессометры

Несколько отличается по конструкции компрессометр для дизелей (рисунок 5, б). В нижней части он снабжен жестким металлическим корпусом с зажимной гайкой и наконечником, которые вместе с

корпусом устанавливаются на место форсунок в 3 головке блока с последующим креплением болтом и скобой форсунки.

Компрессограф KB-1126 (рисунок 6) с самописцем и питанием от аккумуляторной батареи обеспечивает регистрацию на карточке (предварительно в гнездо прибора вставляется микрорулон специально разграфленной бумаги) давления и цилиндрах в диапазоне 0,4...1,6 МПа, цена деления карточки 0,05 МПа. Прибор снабжается различного рода переходниками и насадками.

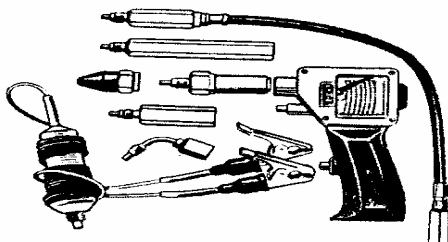


Рисунок 6 – Компрессограф с самописцем KB-1126

Компрессограф мод. К-181 (рисунок 7) также измеряет давление в цилиндрах и фиксирует его на бумажном бланке, закрепленном во вращающемся барабане путем просечки встроенным ножом. Перед началом проверки компрессии следует прогреть двигатель, вывернуть все свечи и полностью открыть воздушную и дроссельную заслонки. Затем наконечник прибора вставляется в отверстие для свечи первого цилиндра и плотно прижимается к гнезду. Коленчатый вал проворачивается при проверке стартером (частота вращения должна быть не менее $200...250 \text{ мин}^{-1}$) не менее 10...12 оборотов. После этого следует проверить по манометру (или по отрывной карточке) показания прибора и сравнить его с нормативным. Аналогично проверяют компрессию в других цилиндрах двигателя. Отклонение показаний от норма-

тивных для данной модели двигателя более чем на 25% свидетельствует о серьезной неисправности двигателя и необходимости прекращения его эксплуатации.



Рисунок 7 – Компрессограф К-181

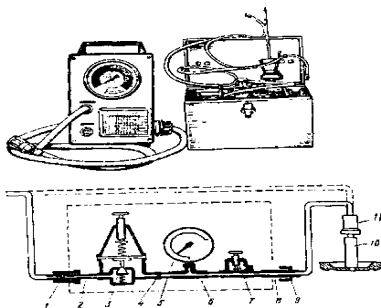
Проверка компрессии производится при полностью закрытых клапанах проверяемого цилиндра.

При значительном снижении компрессии следует попытаться определить место негерметичности. В этих целях в свечное отверстие заливают иногда до 20 см³ моторного масла для временного уплотнения колец. Если после этого показания прибора не увеличатся, то это свидетельствует о негерметичности клапанов. Компрессия для карбюраторных двигателей с пониженной степенью сжатия составляет обычно 0,7...0,8 МПа, для двигателей с повышенной степенью сжатия – 0,9...1,5 МПа, для дизелей различных моделей 3,5...5 МПа. Причем даже при допустимом снижении компрессии разница в показаниях для отдельных цилиндров карбюраторных двигателей не должна превышать 0,1 МПа, а для дизелей – 0,2 МПа.

Для проверки компрессии в дизелях начат выпуск портативного, в едином жестком корпусе компрессометра мод. К-183 с барабаном бумажных талонов для фиксации показаний встроенным ножом.

Более широкими возможностями при диагностировании технического состояния ЦПГ двигателей обладает прибор мод. К-69М (рису-

нок 8). Он состоит из шланга, подводящего сжатый воздух из магистрали к прибору, муфты 1, входного штуцера 2, редуктора 3, соединенного через входное сопло 4 с манометром 5. Далее в основную магистраль включен регулировочный винт 7, а на выходе установлен штуцер 8 и соединительная муфта 9. Резиновый шланг для подачи сжатого воздуха в цилиндры имеет на конце специальный наконечник-штуцер 10.



1 – муфта; 2 – входной штуцер; 3 – редуктор; 4 – входное сопло; 5 – манометр; 6 – тройник; 7 - регулировочный винт; 8 – штуцер; 9 - соединительная муфта; 10 - наконечник-штуцер.

Рисунок 8 – Прибор К-69М

С помощью прибора К-69М производится замер утечек сжатого воздуха из цилиндров двигателя при полностью закрытых клапанах. Из сравнения полученных показателей с нормативными делается заключение о техническом состоянии тех или иных элементов ЦПГ. Перед началом проверки следует прогреть двигатель до температуры охлаждающей жидкости (90 ± 5) °С, затем вывернуть все свечи зажигания из цилиндров, подготовить прибор к работе, отрегулировать давление подводимого к прибору воздуха до 0,3 МПа, а рукояткой редуктора 3 установить рабочее давление в приборе на 0,16 МПа, При этом

стрелка прибора должна установиться на нулевой отметке шкалы, т.е. измерительное устройство представляет собой как бы «манометр обратного действия»: когда на него подается постоянное давление в 0,16 МПа, стрелка стоит на нулевой отметке, а когда в ходе проверки утечек сжатого воздуха из цилиндров давление начнет снижаться, стрелка пойдет вверх, показывая на шкале процент утечки сжатого воздуха.

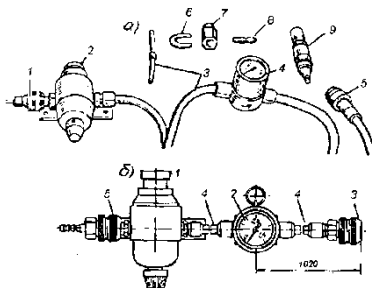
Проверку начинают обычно с первого цилиндра, предварительно установив его поршень в конце такта сжатия, при этом оба клапана цилиндра закрыты. Для определения этого положения в свечное отверстие вставляют либо специальный свисток (который перестает свистеть при установке поршня в ВМТ) либо пыж (который выбрасывается из свечного отверстия в конце такта сжатия).

Вставив штуцер в свечное отверстие первого цилиндра, снимают показания прибора по шкале, соответствующее утечке воздуха (У2). Утечка воздуха при положении поршней в начале такта сжатия в НМТ обозначается как У1. Проверку цилиндров ведут по порядку работы их на двигателе. Состояние поршневых колец и герметичность клапанов оценивают по утечке У1, а состояние цилиндров - по утечке У2 или по их разности (У2–У1). Если эта разница утечек превышает установленную норму, это свидетельствует об износе цилиндров «на конус». Кроме того, конкретные места утечек можно проверить, подсоединив напрямую шланг от магистрали с помощью быстросъемной муфты 11 к штуцеру 10- в местах утечек будет слышно сильное шипение прорывающегося воздуха, которое удобно прослушивать с помощью стетоскопа. Если, например, сжатый воздух подан при проверке в третий цилиндр, для которого обнаружен большой процент утечек У2 и У1, а разница утечек (У2–У1) невелика и не превышает норму, и при этом слышно шипение во впускном коллекторе, вывод однозначен: негер-

метичен впускной клапан третьего цилиндра, состояние всех остальных элементов в норме.

Пневмотестер мод. К-272 имеет аналогичное назначение, что и прибор К-69М, но, кроме того, обладает целым рядом преимуществ – диагностирование герметичностью надпоршневого пространства двигателей выполняет с большей точностью при меньших трудозатратах, масса его и габаритные размеры в шесть раз меньше, он пригоден для диагностирования дизелей.

Пневмотестер К-272 (рисунок 9) состоит из блока питания 1, содержащего редуктор и фильтр тонкой очистки, указателя 2, объединяющего в себе дроссель, манометр и быстросъемные муфты 3 и 5, соединенные между собой гибкими воздухопроводами из поливинилхлоридной трубки с внутренним диаметром 8 мм.



1 – блока питания; 2 – указателя; 3, 5 – быстросъемные муфты; 4 – манометр

а) основные узлы и детали пневмотестера; б) пневмотестер в сборе

Рисунок 9 – Прибор К-272

К прибору прилагаются штуцер для подсоединения через свечное отверстие к цилиндру, сигнализатор контроля начала сжатия и контрольный дроссель.

Редуктор давления РДФ-3-2 позволяет расширить пределы давления воздуха от 0,25 до 0,8 МПа.

Для повышения точности показаний указатель прибора состоит из дросселя (корундовой втулки с диаметром внутреннего отверстия 1,2 мм). Рабочее давление сжатого воздуха регулируют вентилем редуктора на 0,16 МПа. Оценка герметичности цилиндра определяется по падению давления на дросселе указателя 2, пропорциональное расходу воздуха через диагностируемый цилиндр, как и при проверке прибором К-69М. Конкретные места утечек можно определить по шипению прорывающегося воздуха с помощью стетоскопа (при этом давление сжатого воздуха, подаваемого в цилиндры, следует увеличить до 0,3-0,4 МПа).

Литература

1. Кузюр В.М. Текущий ремонт машин и оборудования: курс лекций. Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2015.

2. Кузюр В.М. Надежность и ремонт машин: курс лекций для студентов очной и заочной формы обучения, обучающихся по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», профиль «Технические системы в агробизнесе». Брянск: Изд-во Брянская ГСХА, 2017. 150 с.

3. Обоснование критериев технического состояния техники / И.Л. Подшиваленко, С.В. Курзенков, В.А. Гайдук, В.М. Кузюр // Вестник Брянской ГСХА. 2014. № 3. С. 56-58.

4. Гринцевич В.И. Организация и управление технологическим процессом текущего ремонта автомобилей [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Красноярск: СФУ, 2012. 182 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=45702.

5. Кузнецов А.С. Ремонт двигателя внутреннего сгорания. М.: Академия, 2011.

6. Иванов В.П., Ярошевич В.К., Савич А.С. Ремонт автомобилей [Электронный ресурс]: учеб. пособие. Мн.: "Вышэйшая школа", 2014. 336 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=65595.

7. Пучин Е.А. Технология ремонта машин. М.: КолосС, 2007.

8. Пучин Е.А. Практикум по ремонту машин. М.: КолосС, 2009.

Учебное издание

Кузюр Василий Михайлович

Будко Сергей Иванович

**Текущий ремонт цилиндропоршневой группы
автотракторных двигателей**

Учебно-методические пособие

по выполнению лабораторной работы студентами
по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»
профиль «Технический сервис в АПК»
и «Технические системы в агробизнесе»

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 19.05.2021 г. Формат 60x84 ¹/₁₆.
Бумага печатная. Усл. п. л. 1,22. Тираж 25 экз. Изд. № 6932.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ