

зок. Получены графические зависимости влияния удельной нагрузки испытаний на триботехнические свойства пары трения «бронза – сталь», показывающее, что максимальная износостойкость образцов на стадиях приработки и устоявшегося режима трения достигается при использовании комплексной сульфат-кальциевая смазки с добавками фторопласта и вязкостной присадкой. Использование комплексной литиевой смазка с ультрадисперсной алмазографитовой шихтой сокращает период приработки на всех указанных режимах и эффективна при удельной нагрузке, не превышающей 3 МПа. Смазка Литол-24 обеспечивает износостойкость на уровне литиевой смазки с алмазографитовой шихтой, но при этом период приработки пары трения увеличивается до 3,5–4 раз.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Леонтьев, Л. Б. Системный анализ технологии формирования износостойких покрытий на поверхностях трения деталей / Л. Б. Леонтьев, А. Л. Леонтьев, В. Н. Макаров // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 12 (часть 4). – С. 729–734.

2. Модифицирование материалов покрытий наноразмерными алмазосодержащими добавками / П. А Витязь [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 527 с.

3. Наноалмазы детонационного синтеза: получение и применение / П. А Витязь [и др.]; под общ. реакцией П. А Витязя. – Минск : Беларус. навука, 2013. – 381 с.

4. Повышение износостойкости деталей тяжело нагруженных узлов трения автомобилей / А. В. Дудан [и др.] // *Вестник ПГУ. Серия В. Промышленность. Прикладные науки*. – 2022. – № 10. С. 25–30.

УДК 629.331.08(075.32)

ОПЫТ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ ПО АВТОТРАНСПОРТНЫМ СПЕЦИАЛЬНОСТЯМ

Иванов В. П., Вигерина Т. В.

*Полоцкий государственный университет им. Евфросинии Полоцкой
г. Новополоцк, Республика Беларусь*

На учете в Республике Беларусь состоит около 4,5 млн автотранспортных средств, из которых 84 % принадлежат гражданам. Автомобильный транспорт страны выполняет свыше 55 % объемов внутренних грузовых перевозок с тенденцией увеличения этой доли, являясь главным перевозчиком в развивающихся секторах экономики Беларуси. Доля затрат, связанных с производством автомобилей, составляет лишь 2–5 % от затрат за весь жизненный цикл этих автомобилей. Требуемое качество и бесперебойность перевозочного процесса обуславливают важность проблемы подготовки высококвалифицированных специалистов автотранспортного профиля.

Техническая эксплуатация автомобилей (ТЭА) – стадия жизненного цикла, которая включает их хранение, техническое обслуживание (с диагностированием

ем) и ремонт [1]. Обучение по ТЭА направлено на приобретение компетенций (знаний, умений и личностных качеств), необходимых для решения теоретических и практических задач в будущей профессии. Однако компетенции, предложенные образовательным стандартом, должны коррелировать с должностными инструкциями работников предприятий, а лучше – с их реальными служебными функциями.

Анализ учебных планов по специальности «Техническая эксплуатация автомобилей», а также учебников и учебных пособий, изданных на их базе, показывает, что подготовка специалистов автомобильного транспорта вузами и колледжами может быть существенно улучшена за счет изменения состава, названий и содержания дисциплин, связанных с подготовкой этих специалистов. При формировании учебных планов по специальности объем понятия ТЭА как целое должен быть распределен без пропусков и повторений в виде частей в объемах понятий изучаемых дисциплин. Необходимо также учитывать и стадии жизненного цикла автомобилей и предприятий, которые изучаются соответствующими дисциплинами.

В зависимости от вида выполняемых производственных функций автотранспортные предприятия подразделяются на автоэксплуатационные, автообслуживающие и авторемонтные. *Автоэксплуатационные предприятия* выполняют перевозку грузов и пассажиров собственным или арендованным парком автомобилей с его межменным хранением, техническим обслуживанием и текущим ремонтом. *Автообслуживающие предприятия* выполняют услуги, связанные с хранением, диагностированием, техническим обслуживанием, текущим ремонтом, заправкой топливом, маслами, технологическими жидкостями и сжатым воздухом любых автомобилей, как приписанных к данному экономическому региону, так и следующих через него транзитом, как принадлежащих предприятиям, так и отдельным гражданам. *Авторемонтные* предприятия в большинстве случаев специализированы по оказанию услуг, они наиболее оснащенные и выполняют все виды ремонта автомобилей (агрегатов), в том числе капитального, с восстановлением их деталей.

Цель работы заключалась в определении значения и места ТЭА в жизненном цикле не только самих автомобилей, но и производств, в которых они обрабатываются, выяснении – чем будут заниматься будущие специалисты и руководители в подразделениях ТЭА и нацеливании их на предстоящее успешное и эффективное обучение.

Поставленная цель достигается путем системного изложения основ ТЭА, включающего описание совокупности понятий и целостного множества функциональных элементов, находящихся друг с другом в связях и отношениях и объединенных стремлением содержать парк автомобилей в исправном состоянии в течение всего срока их службы с минимальными затратами. Средствами достижения поставленной цели являются изучение процессов старения частей автомобилей и восстановления эксплуатационных свойств, проектирования современного оборудования, применения прогрессивной организации производства, изложение особенностей реконструкции и технического перевооружения частей автотранспортных предприятий с использованием новых научных знаний и передового производственного опыта. Студенты должны быть подготов-

лены к эффективному восприятию специальных дисциплин по ТЭА, а преподаватели – ориентированы к такому их изложению.

Государственный компонент цикла специальных дисциплин по ТЭА [2] включает следующие дисциплины (в порядке упоминания):

- механизация процессов технической эксплуатации;
- экология и ресурсосбережение на автомобильном транспорте;
- охрана труда;
- техническая эксплуатация автомобилей;
- проектирование организаций автомобильного транспорта;
- организация производства и менеджмент на транспорте.

Государственный компонент дополняется дисциплиной – технология производства и ремонта автомобилей, которая входит в компонент учреждения высшего образования.

Объекты изучения специальности следующие: парк используемых автомобилей с изменяющимся их техническим состоянием, обслуживающе-ремонтная база автотранспортных предприятий (исполнители, помещения, средства технологического оснащения, техническая документация) и процессы их взаимодействия.

Предмет изучения составляют следующие функции, свойства и процессы ТЭА [3, 4]: старение автомобилей в виде накопление повреждений в их частях, обуславливающих предстоящие отказы; безразборное определение технического состояния автомобилей (диагностирование) с поиском неисправностей и определением остаточного ресурса; поддержание исправного состояния автомобилей техническим обслуживанием; устранение неисправностей и восстановление ресурса автомобилей ремонтом; надежность автомобилей; организация производства в пространстве и во времени; реконструкция и техническое перевооружение частей автотранспортных предприятий; охрана труда и окружающей среды.

Рассмотрение системы взаимодействующих объектов ТЭА (исполнителей, оборудования и автомобилей), находящихся друг с другом в связях и отношениях и объединенных общей целью, служит обоснованием структуры учебных планов и материала дисциплин. Системное изложение материала придает ему лаконичность, убедительность и доходчивость.

Объекты системы образуют целостное множество элементов, которые функционируют в производственной среде (производственном участке с ресурсными и транспортными коммуникациями), отделенной от них «оболочкой». Между элементами имеются внутренние и внешние связи, как между собой, так и с внешней средой соответственно. Совершенство элементов и связей между ними определяется видами и количеством расходуемых ресурсов (трудовых, материальных и энергетических), поступающих из внешней среды.

Функция системы заключается в воздействии на один из ее элементов – автомобиль. Под влиянием действий исполнителей и оборудования на разных стадиях ТЭА процессы старения автомобилей или тормозятся за счет технического обслуживания с отдалением времени наступления постепенных отказов, или восстанавливается исправное состояние этих автомобилей за счет ремонта с исключением появления внезапных отказов. Ограничения в системном под-

ходе – это условия, которые должны быть выполнены неукоснительно, к ним относятся требования охраны труда и защиты окружающей среды, значения показателей качества услуг и производительности труда.

По количеству элементов система имеет три вида внутренних связей, определяемых парными взаимодействиями. Внутренние связи «исполнители – автомобили» и «оборудование – автомобили» с описанием конечного технического состояния автомобилей определяют технологический процесс, протекающий на производственном участке, а связи «исполнители – оборудование» определяют порядок управления оборудованием. Чем большее количество неживой природы передается по связям «оборудование – автомобили», тем больше экономится живого руда и повышается коэффициент механизации производственных процессов. Внешние связи системы описывают взаимодействия элементов системы с внешней средой. По внешним связям система получает ресурсы для своего функционирования и выдает товарную продукцию (услуги) и отходы. Связи «среда – исполнители» определяют вклад ресурсов в подготовку рабочих необходимой квалификации (начальные затраты) и их заработную плату (текущие затраты). Связи «среда – оборудование» определяют вклад среды в виде ресурсов в оборудование для его функционирования с воздействием на предмет труда. Связи «автомобили – среда» определяют цену товарных услуг и стоимость возвратных отходов (металлолома и отработавших смазочных материалов).

В представленной модели описание действий исполнителей – это описание организации труда во времени, а разработка планировок расположения оборудования и автомобилей на территории производственных участков – это результат организации производства в пространстве. Описание создаваемого оборудования как целого, так и составляющих его частей во взаимодействии между собой – это результат решения конструкторской задачи по проектированию этого оборудования. Описание изменяющегося состояния автомобиля под действием оборудования и исполнителей – разработка технологического процесса. Внутренние связи «исполнители – автомобили» и «исполнители – оборудование» определяют содержание компетенций специалистов.

Функцией цели системы ТЭА «исполнители – оборудование – автомобили») служит разница между стоимостью ресурсов, перемещающимся по входам и выходам системы. Для парка автомобилей, обслуживаемых или ремонтируемых силами автообслуживающих или авторемонтных предприятий функция цели Q стремится к максимуму

$$Q = [C - (Z_{п.р} + Z_{з.п.р} + M + Э + P_0 + O + K_0 E_{н.о} + K_3 E_{н.з} + A)] \rightarrow \max,$$

где C – цена товарных услуг; $Z_{п.р}$ и $Z_{з.п.р}$ – затраты на подготовку и заработную плату рабочих; M и $Э$ – затраты на материалы и энергию; P_0 – затраты на поддержание и восстановление ресурса оборудования; O – стоимость обезвреживания отходов; K_0 и K_3 – капиталовложения в оборудование и здания; $E_{н.о}$ и $E_{н.з}$ – нормативные коэффициенты эффективности капиталовложений в оборудование и здания; A – затраты на амортизацию.

Для содержания парка автомобилей в исправном состоянии в течение всего срока их службы силами автоэксплуатационного предприятия (в котором не оказывают товарные услуги) функция цели стремится к минимуму

$$Q = (Z_{п.р} + Z_{з.п.р} + M + Э + P_0 + O + K_0 E_{н.о} + K_3 E_{н.з} + A) \rightarrow \min.$$

Таким образом, с учетом приведенных сведений, требуется корректирование названия и содержания ряда дисциплин. Функции ТЭА должны быть описаны один раз даже в рамках различных дисциплин. Дисциплина «Техническая эксплуатация автомобилей» не может оставаться с таким названием, которое полностью повторяет название специальности. Кроме того, эта дисциплина, удовлетворяя потребностям эксплуатационных и обслуживающих предприятий, должна включать изложение надежности автомобилей, их диагностирования, технического обслуживания всех видов и текущего ремонта. Остальные виды ремонта, выполняемого на специализированных ремонтных предприятиях, это предмет дисциплины «Ремонт автомобилей» с подробным описанием процессов восстановления деталей, которые являются основой среднего и капитального ремонта автомобилей. Доля трудоемкости текущего ремонта составляет половину трудоемкости содержания парка этих автомобилей в исправном состоянии. Проектирование средств технологического оснащения (оборудования, приспособлений и инструментов), главным образом, тех, которые невозможно приобрести, а приходится изготавливать в собственном вспомогательном производстве, необходимо излагать в соответствующей дисциплине. Ввиду того что на предприятиях автомобильного транспорта не проектируют предприятия в целом (это предмет деятельности проектных институтов), дисциплина «Проектирование предприятий автомобильного транспорта» должна быть ориентирована на изучение вопросов реконструкции и технического перевооружения отдельных производственных участков – именно на то, чем реально занимаются специалисты на предприятиях. Полезно в качестве дисциплины вузовского компонента в учебные планы включить дисциплину «Триботехника». Содержания остальных дисциплин с небольшим уточнением названий должны более полно отражать потребности автотранспортных предприятий.

Заключение

С позиций системного подхода обоснованы меры по совершенствованию цикла учебных дисциплин (формирующих служебные компетенции), по которым готовят студентов по специальности «Техническая эксплуатация автомобилей». Предложено упорядочение ряда дисциплин, уточнение их названий и направленность содержания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Система разработки и постановки продукции на производство. Термины и определения: Р50-605-80-93. – М. : Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации Госстандарта России, 1993. – 79 с.
2. Образовательный стандарт высшего образования. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-37 01 06 Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям). Направление специальности 1-37 01 06-01 Техническая эксплуатация автомобилей (автотранспорт общего и личного пользования). – Минск: Министерство образования Республики Беларусь, 2020. – 15 с.
3. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта / М-во автом. транс. РСФСР. – М.: Транспорт, 1986. – 73 с.
4. Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения: ТКП 248-2010 (02190). – Минск : РУП

УДК 621. 81: 621 – 192

ТРАНСМИССИИ КОЛЕСНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ С ГИДРОСТАТИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Капуста П. П.¹, Полещук С. В.^{2,3}

*1) Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь*

2) ООО «АМКОДОР», г. Минск, Республика Беларусь

3) ООО «ИнтерСервсоюз» – управляющий компанией Группы ФИД

В последние годы использование электронного управления гидростатическим приводом в сочетании с применением специализированных коробок передач позволило добиться больших успехов в плане обеспечения функциональности и экономичности трансмиссии колесных погрузчиков. Разработан непрерывно регулируемый привод, использование которого очень хорошо отвечает требованиям, предъявляемым к трансмиссиям колесных погрузчиков.

Выбор типа трансмиссии

Трансмиссия колесных погрузчиков должна обеспечивать:

– максимальную силу тяги при минимальной скорости движения при наборе материала для загрузки ковша;

– частое реверсирование при выполнении рабочего цикла: при длительности рабочего цикла ~ 25–45 с колесный погрузчик изменяет направление движения четыре раза. Из-за возвратно поступательного движения колесный погрузчик практически никогда не бывает неподвижным 4;

– оптимальное распределение мощности: при выполнении рабочего цикла колесным погрузчиком его тяга и скорость контролируется водителем за счет изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя. При этом необходимо обеспечить работу двигателя в режиме минимального расхода топлива.

В настоящее время колесные погрузчики комплектуются одним из двух типов трансмиссии: гидродинамической либо гидростатической.

В погрузчиках с гидродинамической трансмиссией между двигателем и коробкой передач устанавливается гидротрансформатор. Его функциональная особенность в том, что чем более мощный крутящий момент нужен на выходе из гидротрансформатора, тем более высокие обороты двигателя требуются на входе.

Это означает, что для обеспечения максимальной силы тяги или максимальных усилий, создаваемых рабочим оборудованием погрузчика, оператор должен разгонять двигатель до максимальной частоты вращения, т. е. работать в режиме максимального расхода топлива.

В погрузчиках с гидростатической трансмиссией двигатель приводит в движение гидронасос, который преобразует крутящий момент в поток масла под