

К обсуждению вопроса о перспективах создания и применения газомоторных технологических машин в лесозаготовительном комплексе

Discussion of Possibilities of Experimental Gas Engine Machines Development for Logging

Пискунов М.А.

канд. техн. наук, доцент кафедры транспортных и технологических машин и оборудования Института лесных, горных и строительных наук Петрозаводского государственного университета

e-mail: piskunov_mp@list.ru

Piskunov M.A.

Candidate of technical sciences, associate professor, department of transport and production machines and equipment, Institute of forestry, mining and construction sciences, Petrozavodsk State University

e-mail: piskunov_mp@list.ru

Аннотация

Направление, на которое лесопромышленникам и разработчикам машин следует обратить внимание – это использование на лесозаготовительных работах машин с двигателями, работающими на газомоторном топливе. В настоящий период отсутствуют эксперименты по использованию таких машин на лесосеках, несмотря на то что исследования в области сельскохозяйственной и карьерной техники уже принесли результаты. В пилотных исследованиях в качестве экспериментального трактора предлагается использовать форвардер модели Амкодор 2682-01, оборудованный одним из газовых двигателей продуктовой линейки Ярославского моторного завода.

Для подготовки и проведения научно-исследовательских работ рекомендуется создать широкое объединение, состоящее из научных, проектных и производственных организаций, занимающихся проектированием и производством лесозаготовительной техники, двигателей, работающих на газе и объектов газомоторной инфраструктуры, с привлечением крупных лесопромышленных холдингов. Предлагается утвердить отраслевую программу, нацеленную на создание условий широкого распространения технологий и машин, использующих газомоторное топливо на лесозаготовках. В условиях слабых позиций российских производителей на рынке лесозаготовительной техники успешная реализация данной программы внесёт значимый вклад в «переформатирование» российского лесного машиностроения и обеспечит уменьшение рисков, связанных с зависимостью российского лесопромышленного комплекса от зарубежных технологий.

Ключевые слова: форвардер, газомоторное топливо, газовый двигатель, исследование, планирование, НИОКР.

Abstract

Research direction that timber manufacturers and machine developers should pay attention to is the application of machines equipped with gas engines in logging operations. At the present time in Russia, there are no experiments on the application of such machines in real conditions, despite the fact that research in the field of agricultural and mining equipment has already yielded results. It is proposed, the forwarder of the Amkodor 2682-01 model, equipped with one of the gas engines produced by Yaroslavl Motor Plant apply as the initial experimental machine.

It is recommended to establish a broad association consisting of scientific, design and production organizations engaged in the design and production of logging equipment, gas engines and gas-engine infrastructure facilities and logging firms for the preparation and conduct of the research. It is proposed to accept an industry program aimed at creating conditions for the wide application of logging technologies and forestry machines that use gas-engine fuel. As weak positions of Russian machine building manufactures in the market of logging equipment, the successful realization of this program will make a significant contribution to the "reformatting" of the Russian forest machine building industry and will reduce the risks which are associated with the dependence of the Russian timber industry on foreign technologies.

Keywords: forwarder; gas engine; logging; research; planning; development.

В настоящий период основными поставщиками техники для лесозаготовительных предприятий, заготавливающих древесину в России, являются зарубежные компании, такие как JohnDeere, Komatsu, Ponsse. Обеспеченность российских лесозаготовительных компаний современными технологическими машинами российского производства остаётся на крайне низком уровне. Можно даже выдвинуть тезис о том, что в текущее время российское лесное машиностроение совсем не готово серийно производить машины, которые по своему техническому уровню способны выступить как конкурентная альтернатива зарубежным образцам и технологиям.

Зависимость лесозаготовительной отрасли России от зарубежной техники сопряжена с большими рисками потери экономической безопасности крупными российскими лесопромышленными компаниями. Одно из мест, где может возникнуть напряжение для компаний, использующих зарубежную лесозаготовительную технику, находится в области информатизации лесозаготовительных процессов. Современные многооперационные лесозаготовительные машины оснащаются системами сбора и обработки данных, системами управления движениями, которые выполняются в технологических операциях. Встроенные системы позволяют получать сведения о режимах работы лесозаготовительной машины и дистанционно передавать эти сведения компаниям, поставляющим и обслуживающим эту технику, т.е. информация о параметрах технологических процессов может «стекается» к производителям этих машин.

Тогда ценовая политика в отношении стоимости лесозаготовительных машин, запасных частей, услуг по сервисному обслуживанию может коррелироваться с параметрами работы тех или иных машин, на той или иной территории, например, производительность машины увеличивается – стоимость сервисных услуг увеличивается. Такая ценовая политика может привести, в частности, к тому, что производители лесозаготовительных машин будут искусственно ограничивать финансовые возможности лесопромышленных компаний, сдерживая их на некотором базовом уровне, который лесозаготовителям будет сложно преодолеть. В крайних случаях, может иметь место непосредственное вмешательство в лесозаготовительный процесс, когда дистанционно будут изменяться настройки машины или техника вообще может отключаться.

Стратегическим направлением для уменьшения таких рисков, особенно, для крупных лесопромышленных холдингов, ориентированных, в том числе, и на зарубежные рынки, т.е. холдингов, которые обладают потенциалом в перспективе занять место ведущих игроков на мировом рынке продуктов из древесины, является ориентация на применение техники российского производства на лесозаготовках. В текущей ситуации отсутствия крупного российского игрока на рынке лесозаготовительной техники, таким поставщиком может стать белорусский холдинг «Амкодор», который в последние годы получает значительные преференции со стороны российского государства для развития своих промышленных площадок на территории России и разворачивание этих производств является значимым элементом стратегии [1] развития лесопромышленного комплекса России.

Машины семейства «Амкодор» занимают свое место на рынке лесозаготовительной техники, но все равно пока уступают ведущим зарубежным брендам. Более широкое распространение этой техники сталкивается с объективными сложностями, связанными с накопленным опытом эксплуатации машин известных брендов и устойчивыми позициями западных компаний в России, которые уже сформировали разветвленную сервисную сеть, при схожести компоновочных решений и технологических принципов, реализованных в тракторах «Амкодор» при сравнении этих машин с зарубежными аналогами.

Для широкого продвижения машин семейства «Амкодор» одним из инструментов для привлечения внимания к этим машинам могут быть, в том числе, «неожиданные» технические и конструкторские решения, обеспечивающие первенство в отдельных направлениях и не требующие сверхвысоких затрат для своей реализации. Одним из таких решений выступает оборудование лесозаготовительных машин двигателями, работающими на газовом топливе.

Имеющиеся публикации, посвящённые использованию двигателей на газовом топливе или использованию газомоторных топлив, подтверждают перспективность этого направления. В силу отсутствия работ, где рассматриваются опытные результаты использования газовых двигателей в лесозаготовительных машинах, наибольший интерес для анализа применимости таких двигателей в лесозаготовительном процессе связан с работами, где исследуются аспекты применения таких двигателей на сельскохозяйственной и карьерной технике, как наиболее близкой по техническим характеристикам и режимам работы к лесозаготовительным машинам.

В работе [2] автор представляет результаты исследований, посвящённых, в том числе, опытным моделям газодизельных сельскохозяйственных тракторов К-701 и МТЗ-82 с бортовыми топливными системами для сжиженного природного газа (СПГ). В [3] авторы сравнивают применение СПГ и компримированного природного газа (КПГ) на этих же моделях тракторов и делают заключение в пользу СПГ. Также в более ранней работе [4] делается аналогичный вывод, но отмечается проблема отсутствия инфраструктуры для получения СПГ и предлагаются пути решения этой проблемы. В работе [5] отмечаются достоинства и недостатки использования различных видов газомоторного топлива, описываются трактора моделей К-700, оснащённых оборудованием, позволяющим работать на газомоторном топливе, и представлены сравнительные экономические расчёты различных вариантов. По результатам этих расчётов некоторые преимущества отдаются трактору, работающим на КПГ.

Газомоторные топлива, как перспективные энергоносители для карьерной техники, рассматриваются в работе [6], но отмечаются и специфические отраслевые особенности, которые необходимо учитывать в вопросе выбора энергоносителя. Опыт создания карьерных самосвалов на газовом топливе описан в работах [7], [8].

В статье [9] приводятся результаты анализа спроса на СПГ в отдельных сегментах транспорта. По оценкам ООО «Газпром газомоторное топливо» к 2030 г. спрос в сегментах составит: карьерная техника – 1,2 млн т (22%); сельскохозяйственная техника – 0,4 млн т (8%). Но при этом отмечается, что в упомянутых сегментах отсутствуют серийные модели машин на СПГ и недостаточен опыт применения СПГ в промышленных масштабах. Для сельскохозяйственного сегмента отмечается необходимость создания новой техники, работающей на СПГ. Лесопромышленный комплекс в данном анализе не представлен.

В источнике [10] выполнен сравнительный анализ способов обеспечения работы двигателя на газовом топливе. Из 5 конструкций к наиболее перспективным вариантам, в этом источнике, относят: газопоршневые двигатели, изначально спроектированные для работы на природном газе и двигатели, изначально спроектированные как газодизельные.

Опыт использования машин с двигателями, работающими на газе, в сельском хозяйстве и горной промышленности уже показал на конкретных экспериментальных при-

мерах преимущество таких машин и выявил проблемы, над решением которых следует сосредоточиться. Существуют компании, которые осуществляют пилотные конструкторские разработки в этой сфере, например, «Технология 1604», «РариТЭК Холдинг», АО НТК «Криогенная техника» и др., также вопросами масштабного использования газомоторного топлива занимаются крупные российские компании, например, ПАО «КАМАЗ», ПАО «АВТОДИЗЕЛЬ» (ЯМЗ), «Группа ГАЗ».

Однако, в отношении лесозаготовительной техники экспериментальных работ не проводится. Более того, отсутствует и широкая дискуссия по этому вопросу. Если отсутствие исследовательских работ в отношении лесовозных автомобилей не является критичным, так как успехи использования газомоторного топлива в автомобильном транспорте в целом охватят и отраслевые сегменты, то в отношении лесозаготовительных машин такие работы необходимы, в том числе и с целью приобретения сообществом исследователей-лесоинженеров и преподавателей необходимых компетенций и знаний.

Для ликвидации этого пробела следует начать работу над планированием НИОКР; прорабатывать вопросы с источниками их финансирования и способами апробации опытных образцов лесозаготовительных машин в реальных условиях эксплуатации.

Пилотные работы предлагается осуществлять в направлении создания опытного форвардера, оснащённого двигателем, работающим на газомоторном топливе, и проведения полевых экспериментов. Для опытного форвардера предлагается использовать базовый трактор семейства «Амкодор» модели 2682-01. По номенклатуре продукции в разделе лесозаготовительная техника, форвардер модели 2682-01 – это самый мощный форвардер, предлагаемый холдингом [11]. На этом тракторе в типовой комплектации установлен дизельный двигатель ПО «Минский моторный завод (ММЗ)» модели Д-260.9S2 мощностью 132 кВт при 2100 об/мин; двигатель рядный, шестицилиндровый. Краткие характеристики двигателя: рабочий объем – 7,12 л; диаметр цилиндра – 110 мм; ход поршня – 125 мм; степень сжатия – 15; длина – 1147 мм; ширина – 705 мм; высота – 1069 мм; сухой вес – 650 кг. Максимальный крутящий момент 780 Нм [12].

Для сравнения представим характеристики дизельных двигателей, устанавливаемых на форвардеры компании JohnDeere, как наиболее распространённых форвардеров на лесозаготовительных предприятиях. Линейка форвардеров JohnDeere включает 4 модели. На 3 форвардерах устанавливаются дизельные двигатели JohnDeerePowerTechPlus 6068 объемом 6,8 л стандарта EPATier 2 / EUStageII с турбонаддувом и охладителем наддувочного воздуха. Двигатель рядный, шестицилиндровый. Устанавливаются двигатели с мощностями: 145 кВт (при 1600 – 1900 об/мин); 156 кВт (при 1600 – 1900 об/мин); 164 кВт (при 1700 – 1900 об/мин), соответственно, крутящий момент: 865 Нм (при 1000 – 1600 об/мин); 905 Нм (при 1000 – 1500 об/мин); 978 Нм (1200 – 1500 об/мин). Ещё на 1 форвардере устанавливается двигатель JohnDeerePowerTechPlus 6090 объемом 9,0 л стандарта EPATier 3 / EUStageIII с мощностью 186 кВт [13].

Обратим внимание на двигатель 6068 и его краткие технические характеристики: диаметр цилиндра – 106 мм; ход поршня – 127 мм; степень сжатия 19; длина – 1123 мм; высота – 1036 мм; ширина – 657 мм; сухой вес – 608 кг [14]. Эти характеристики несколько отличаются от характеристик для двигателя Д-260.9S2, но, в целом, в разрезе создания опытной машины для получения первичной информации о перспективах использования двигателей на газомоторном топливе на лесозаготовках, будем считать, что различия в характеристиках не критичны.

На опытной модели Амкодор2682-01 предлагается вместо дизельного двигателя установить двигатель, работающий на газе. Предлагается два варианта. Первый вариант: установить газодизельный двигатель производства ММЗ модели ГД-260.1 – самый мощный газодизельный двигатель в номенклатуре двигателей ММЗ. Недостаток этого двигателя – небольшая мощность – 114 кВт, которой недостаточно для производительной работы современного форвардера.

Второй вариант связан с использованием газовых двигателей Ярославского моторного завода (ЯМЗ). ЯМЗ выпускает линейку газовых двигателей, но по основным техническим характеристикам целесообразно обратить внимание для планирования НИОКР на модели ЯМЗ-53644-10 и ЯМЗ-53654 [15]. Эти двигатели рядные, шестицилиндровые. Характеристики: ход поршня 128 мм; диаметр цилиндра 105 мм; степень сжатия – 12; рабочий объём – 6,65 л. Размеры двигателей: длина – 1298 (включая маховик), ширина – 756 мм; высота – 1055,4 мм; масса – 640 кг. Двигатели работают на сжатом природном газе.

Двигатель ЯМЗ-53644-10 рекомендуется устанавливать на грузовые автомобили, самосвалы, тягачи полной массой не более 26 т и на автопоезда на их базе полной массой не более 32 т. Мощность двигателя 191,2 кВт при частоте вращения 2300 об/мин, максимальный крутящий момент 1098,7 Нм. Для опытного форвардера у этого двигателя большая мощность, что потребует дополнительных расчётов на прочность элементов трансмиссии, используемых на опытном тракторе. Двигатель ЯМЗ-53654 обладает меньшей мощностью – 154 кВт при частоте вращения коленчатого вала 2300 об/мин.; максимальный крутящий момент 800 Нм, но его рекомендуется устанавливать на автобусы с полной массой не более 14 т (современные же форвардеры с полной нагрузкой в 2 – 2,5 раза тяжелее).

Использование сжатого природного газа потребует дополнительного проектирования топливных баков и конструкторской проработки компоновки топливных баков на раме машины, вследствие увеличения размеров баков. Также потребуются модернизация двигателей ЯМЗ для их приспособления к использованию сжиженного природного газа.

Таким образом, для планирования и проведения НИОКР по использованию технологических машин, работающих на газе, в лесопромышленном комплексе с учётом состояния российского рынка лесозаготовительных машин и тех рисков, которые существуют у лесопромышленных предприятий, рекомендуется:

- сосредотачивать материальные и интеллектуальные ресурсы исследователей и проектировщиков на разработке машин, оборудованных двигателями, изначально предназначенных для работы на газовом топливе. В качестве преимущественных решений рассматривать те, которые предполагают работу двигателей на СПГ. Не рекомендуется тратить ресурсы на исследования, связанные с переоборудованием дизельных двигателей для их работы на газовом топливе, которые уже устанавливаются на лесозаготовительную технику;

- параллельно с НИОКР, по образцам тракторов, обосновывать и разрабатывать элементы газозаправочной инфраструктуры для лесопромышленных предприятий с разным объёмом лесозаготовки. Решать вопросы хранения, доставки и заправки газом лесозаготовительных машин и вопросы территориального размещения элементов газозаправочной инфраструктуры;

- включить в систему научных квалификационных работ темы, посвящённые использованию двигателей на СПГ в лесозаготовительных машинах;

- исследовательские работы должны носить характер междисциплинарных и выполняться в составе широкого объединения различных научно-исследовательских, проектных и производственных предприятий, с привлечением крупных лесопромышленных холдингов.

Проведение НИОКР по описанному направлению сопряжено с затратами материальных и нематериальных ресурсов. Сосредоточение ресурсов представляет отдельную подзадачу. Однако, вследствие рисков, которые несёт зависимость от зарубежных транснациональных корпораций в области лесозаготовительных технологий, общая координация всех работ, а также большая часть ресурсного обеспечения этих НИОКР должна осуществляться крупными российскими лесопромышленными холдингами.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 20.09.2018 N 1989-р «Об утверждении Стратегии развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года». Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года.
2. *Савельев Г.С.* Технологии и технические средства адаптации автотракторной техники к работе на альтернативных видах топлива [Текст]: автореф. ...дис. д-ра техн. наук / Г. С. Савельев. – Москва, 2011. – 42 с.
3. *Савельев Г.С.* Пилотные образцы тракторов К-701 и МТЗ-82, работающих на сжиженном природном газе [Текст] / Г. С. Савельев, А. Д. Шапкайц, В. А. Демидов, И. Л. Дьяченко // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве. – Москва, 2006. – Ч. 2. – С. 24-28.
4. *Кириллов Н. Г.* Сжиженный природный газ для автотракторной техники: производство и оборудование [Текст] / Н. Г. Кириллов // Тракторы и сельхозмашины. – 2002. – №3. – С. 12-14.
5. *Гнедова Л.А.* Эффективность применения ГМТ в сельском хозяйстве [Текст] / Л. А. Гнедова, К. А. Гриценко, Н. А. Лапушкин, В. Б. Перетряхина // Транспорт на альтернативном топливе. – 2016. – №1(49). – С. 24-33.
6. *Тарасов П.И.* Факторы, предопределяющие выбор энергоносителя для силовых агрегатов горной и транспортной техники карьеров Якутии [Текст] / П. И. Тарасов, М. Л. Хазин, В. В. Фурзиков // Горная промышленность. – 2017. – №3(133). – С. 56-59.
7. *Сергель А.Н.* Карьерные самосвалы БЕЛАЗ на газовом топливе [Текст] / А. Н. Сергель // Горная промышленность. – 2019. – №5(147). – С. 29.
8. *Хазин М. Л.* Перевод карьерных самосвалов на газ в условиях севера [Текст] / М. Л. Хазин // Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2019. – Т. 19. – №1. – С. 56-72.
9. *Кондратенко С.Е.* Перспективы применения сжиженного природного газа в качестве моторного топлива в России [Текст] / С. Е. Кондратенко // Газовая промышленность. – 2017. – №4(751). – С. 76-82.
10. СПГ-справочник. О применении сжиженного природного газа (СПГ) в качестве моторного топлива [Электронный ресурс] // ООО НПК «Ленпромавтоматика». – URL: <https://lenprom.spb.ru/library/katalogi/> (дата обращения: 14.06.2021).
11. Амкодор. Лесопромышленный комплекс [Электронный ресурс] // Холдинг «АМКО-ДОР». – URL: <http://amkodor.by/catalog/lesopromyshlennyy/> (дата обращения: 14.06.2021).
12. Дизели Д-260.1 S2, Д-260.2 S2, Д-260.4 S2, Д-260.6 S2, Д-260.9 S2. Руководство по эксплуатации 260S2–0000100 РЭ [Текст] / ОАО «Минский моторный завод». – Минск. – 2011. – 103 с.
13. Форвардеры //JohnDeere – URL: <https://www.deere.ru/ru/форвардеры/> (дата обращения: 14.06.2021).
14. 6068HFG82 6.8L Generator Drive Engine [Электронный ресурс] // John Deere – URL: <https://www.deere.com/en/generator-drive-engines/eu-stage-iii-a/powertech-e-6-8l-hfg82/> (дата обращения: 14.06.2021).
15. Газовые двигатели ЯМЗ-53604, ЯМЗ-53624, ЯМЗ-53644, ЯМЗ-53654 и их комплектации. Руководство по эксплуатации 53604.3902150 РЭ / ПАО «Автодизель» (Ярославский моторный завод). – Ярославль. – 2019. – 248 с.