

ва, например, при обеспечении связи мегаполиса и национального аэропорта и др.

Далее, в соответствии с описанными общими принципами методики исследования, выявляются наилучшие варианты для производства перспективных конкурентоспособных составов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, принята концепция и методологические положения изысканий в области разработки формы и колористического решения экстерьера перспективных пригородных поездов для нужд республики по критериям безопасности, эргономики, аэродинамики и художественно-эстетической образности с обеспечением четкой выраженности государственной и фирменной принадлежности, обеспечивающих синергетическое воздействие на потребителя благодаря комплексу брендовых признаков.

УДК 631.354.2.076: 629.3.063.6

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ КЗС-4118К, РАБОТАЮЩИХ НА ГАЗОМОТОРНОМ ТОПЛИВЕ

**EXPERIENCE OF OPERATION OF GRAIN HARVESTERS
KZS-4118K FUNCTIONING ON GAS ENGINE FUEL**

О. В. Рехлицкий, гл. конструктор, **А. А. Дакука**, нач. отдела,
А. Н. Тумаров, зав. сектором,

Научно-технический центр комбайностроения
ОАО «Гомсельмаш», г. Гомель, Беларусь

O. Rekhlytski, Chief Designer, A. Dakuka, Head of the Design Department, A. Tumarov, Head of Sector,
Scientific-and-Technical Center of Combine Engineering
of JSC “Gomselmash”, Gomel, Belarus

В Гомельской области в течение двух сезонов эксплуатируется уникальная группировка зерноуборочных комбайнов, работающих

на газомоторном топливе, опыт эксплуатации которой ставит перед агропредприятиями и поставщиками топлива задачи по развитию соответствующей инфраструктуры.

In the Gomel region, a unique group of grain harvesters working on gas engine fuel has been in operation for two seasons, the operating experience of which sets tasks to agricultural enterprises and fuel suppliers for developing the appropriate infrastructure.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, газомоторное топливо, заправка, емкость, эксплуатация.

Key words: grain harvester, gas engine fuel, refueling, capacity, operation.

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день из всех видов топлива для двигателей внутреннего сгорания наиболее экологически чистым является компримированный природный газ (КПГ). Не только как топливо с минимальным выделением вредных веществ с отработанными газами, но и как топливо с одним из наименьших «углеродных следов». Учитывая введение ЕС и многими другими странами так называемого углеродного налога, учитывающего объем выделенных парниковых газов в процессе производства конкретного продукта, с целью снижения затрат на его уплату, для производителей продукции, экспортируемой в указанные регионы мира, в ближайшее время станет актуальным вопрос применения при производстве материалов и оборудования с минимальным «углеродным следом». В этой связи, учитывая объемы экспорта в ЕС зерна как Украиной, так и Российской Федерацией, и, соответственно, размеры подлежащего уплате таможенного углеродного налога, можно спрогнозировать возрастание спроса на все виды сельскохозяйственной техники, работающей на КПГ, и на зерноуборочную технику, как наиболее энергоемкое звено в технологической цепочке производства зерна, в первую очередь.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГАЗОМОТОРНЫХ КОМБАЙНОВ В РБ

В 2015–2019 годах ОАО «Гомсельмаш» проведены исследования перспектив использования газомоторного топлива на рынках сель-

скохозяйственной техники, преимущественно Российской Федерации. В развитие аванпроекта в рамках договора с Гомельским областным исполнительным комитетом выполнена НИР «Разработать, изготовить и испытать экспериментальный образец перспективного зерноуборочного комбайна на газовом топливе», проведен комплекс работ по постановке на производство первого и до настоящего времени единственного в своем роде газомоторного зерноуборочного комбайна КЗС-4118К [1, 2, 3].

В 2019 году агропредприятиям Гомельской области поставлено 8, а 2020 году – 20 единиц данной техники. Еще десять машин будут поставлены к уборке урожая в 2021 году. С учетом проходящего ресурсные испытания образца КЗС-4118К № 0001 общий парк газомоторных зерноуборочных комбайнов составит 39 шт.

28 комбайнов в 2020 году были распределены в 13 хозяйств Гомельской области: 3 хозяйства по 4 комбайна, 1 хозяйство – 3 комбайна, 4 по 2 комбайна, 5 хозяйств по 1 машине. Бесперебойную заправку КПП обеспечивал филиал «Гомельское УМГ» ОАО «Газпром трансгаз Беларусь».

Следует отметить, что за время эксплуатации с 2017 по 2020 годы не произошло ни одного отказа ни по газовому двигателю GSM-IS12G-350 производства фирмы Cummins, ни по газобаллонному оборудованию. Опыт эксплуатации подтвердил все преимущества, присущие компримированному природному газу – экономическую эффективность, безопасность и экологичность.

В тоже время стали все отчетливее проявляться вопросы, связанные с необходимостью дальнейшего развития инфраструктуры поставщика КПП для обеспечения своевременной, быстрой и полной заправки топливных емкостей машин по месту их дислокации в период сельскохозяйственных работ.

Все зерноуборочные комбайны, кроме одного работали на удалении от ближайшей АГНКС от 25 до 140 км. Согласно проведенным исследованиям при нахождении потребителя от ближайшей АГНКС на расстоянии 20 км и более, «рентабельнее и гораздо удобнее доставлять газ передвижными автогазозаправщиками (ПАГЗ) [6]. В 2020 году ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» для заправки парка действующих комбайнов было использовано 8 ПАГЗ с объемом емкостей от 3500 до 6300 м³.

ГБО комбайна КЗС-4118К включает в себя 8 баллонов номинальной емкостью 227 м³ каждый, скомпонованных в кассеты и расположенных на верхней и боковой поверхностях рамы самоходной молотилки (рисунок 1) [4, 5].

Общий геометрический объем баллонов составляет 1816 л и вмещает до 430 м³ сжатого природного газа по ГОСТ 27577-2000 при давлении 20 МПа. В тоже время, по данным ОАО «Газпром трансгаз Беларусь» объем заправки одного комбайна составлял от 370 до 400 м³. Кроме того, при использовании ПАГЗ емкостью 6300 м³ КПГ производилась заправка 5–6 комбайнов КЗС-4118К, что соответствовало опорожнению заправщика на 40 %.

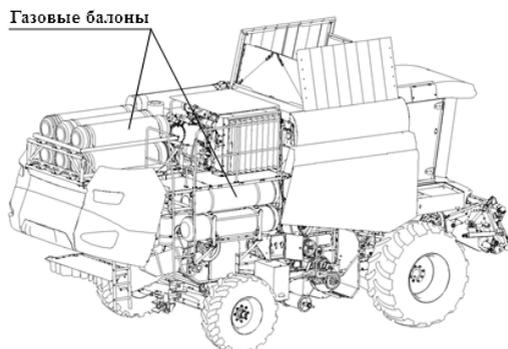


Рисунок 1– Размещение газовых баллонов на самоходной молотилке комбайна КЗС-4118К.

Из работы [6] также известно, что ПАГЗ пассивного типа, основанные на принципе перетекания газа в емкости транспортного средства за счет разницы в давлении, даже при разделении ПАГЗа на уменьшающиеся в объеме секции, не обеспечивают опорожнение емкостей заправщика более, чем на 60 %. Для достижения степени опорожнения 85–95 % должны применяться ПАГЗ активного типа, оборудованные компрессорными установками. Но наибольший эффект как по опорожнению, так и степени использования полезного объема полуприцепа передвижного автогазозаправщика дает комплексное применение передвижной или стационарной АГНКС и ПАГЗ, позволяющее получить значения обоих показателей на уровне 95 %. При этом необходимо обеспечить достаточную произ-

водительность заправочного оборудования для сокращения времени заправки до 7–10 минут, в том числе за счет использования высокопроизводительной заправочной арматуры, как в составе заправляемой с/х техники, так и ответных частей или переходников в составе ПАГЗ.

Производство ПАГЗ активного типа освоено, например, группой компаний, РариТЭК, РФ [7]. Производство стационарных АГНКС и ПАГЗ пассивного типа освоил в Беларуси ОАО «Новогрудский завод газовой арматуры» [8, 9].

Таким образом, известны несколько вариантов повышения эффективности использования емкости ГБО потребителя КПП путем применения различных технических средств поставщиком компримированного газа. Однако, учитывая, огромное народнохозяйственное значение применения данного вида топлива, необходимо выработать оптимальное комплексное решение совместными усилиями эксплуатирующих технику агрохозяйств, поставщика КПП, изготовителя газомоторной техники и местных органов власти, поставив во главу угла безусловное увеличение парка газифицированной сельскохозяйственной уборочной техники при опережающем развитии соответствующей инфраструктуры доставки и заправки топлива.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение газомоторных зерноуборочных комбайнов КЗС-4118К, работающих на КПП, соответствует современным и перспективным подходам к вопросам экологии и экономики. Этот вид топлива обеспечивает соответствие двигателя уровню действующего в ЕС экологического норматива Stage V без применения дополнительных дорогостоящих устройств и реагентов, при этом снизив расходы на топливо от 40 до 60 % в зависимости от режима работы комбайна. Дальнейшее увеличение парка и успешная эксплуатация комбайнов с газомоторными двигателями обусловлены адекватным развитием инфраструктуры обеспечения потребителей компримированным газом и согласованным взаимодействием эксплуатирующих сельскохозяйственных предприятий, поставщика КПП, ОАО «Гомсельмаш» и региональной исполнительной власти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рехлицкий, О. В. Использование альтернативных видов топлива. Результаты разработки, стендовых и полевых испытаний зерноуборочного комбайна КЗС-4118К / О. В. Рехлицкий, Г. В. Ермольчик. Инновационные технологии в агропромышленном комплексе-сегодня и завтра: Сборник тезисов докладов 1-ой международной научно-практической конференции : Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш», 2017. – С. 173–182.
2. Рехлицкий, О. В. Особенности эксплуатации зерноуборочного комбайна КЗС-4118К. Безопасная эксплуатация газобаллонного оборудования / О. В.Рехлицкий, Г. В. Ермольчик. Инновационные технологии в агропромышленном комплексе-сегодня и завтра: Сборник тезисов докладов 2-ой международной научно-практической конференции : Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш», 2018. – С. 64–65.
3. Ермольчик, Г. В. Использование CNG и LNG в качестве перспективного моторного топлива для сельскохозяйственных машин / Инновационные технологии в агропромышленном комплексе-сегодня и завтра: сборник тезисов докладов 3-й международной научно-практической конференции: Научно-технический центр комбайностроения ОАО «Гомсельмаш», 2019. – С. 45–47.
4. Самоходный зерноуборочный комбайн с силовой установкой на газообразном топливе // Патент на полезную модель RU 190375. – Опубликовано: 28.06.2019: Бюл. № 19.
5. Самоходный зерноуборочный комбайн с силовой установкой на газообразном топливе // Патент на полезную модель RU 190376. – Опубликовано: 28.06.2019: Бюл. № 19.
6. Ганиев, И.Р. Особенности применения дожимных компрессоров на ПАГЗ/Транспорт на альтернативном топливе, № 4/ 2015. – С. 24–28.
7. URL: <https://raritek.ru/bitrix/templates/.default/img/Буклеты/Листовка%20ПАГЗ.pdf> (дата обращения: 18.05.2021).
8. URL: <https://xn--80aeixqh1b.xn--90ais/produkcija/item/zpravshchik-peredvizhnoy-avtomobilny-gazovy-pagz-16280-25-124486> (дата обращения: 19.05.2021).

9. URL: https://metan.by/news/by/443/?sng=1&type=pda&PAGEN_3=3
(дата обращения: 19.05.2021).

Представлено 19.05.2021

УДК 629.01

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ КРИВОЛИНЕЙНОГО
ДВИЖЕНИЯ ДВУХЗВЕННОГО ЭЛЕКТРОБУСА
С ВАРИАНТАМИ СТРУКТУРНО-КОМПОНОВОЧНЫХ
СХЕМ И ПРИВОДОВ ВЕДУЩИХ КОЛЕС**

**MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE CURVILINEAR
MOTION OF A TWO-LINK ELECTRIC BUS WITH VARIANTS
OF STRUCTURAL AND LAYOUT SCHEMES
AND DRIVING WHEEL DRIVES**

К. О. Кругленя, магистрант,
Г. А. Таяновский, канд. техн. наук, доц.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь
К. Kruglenya, magister,
G. Tayanousky, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Разработано аналитическое описание криволинейного движения двухзвенного электробуса с различными вариантами структурно-компоновочной схемы и привода его ведущих колес.

An analytical description of the curvilinear motion of an electric bus with various variant of the structural layout scheme and the drive of its wheels is developed.

Ключевые слова: электробус, криволинейное движение, управляемость, устойчивость.

Key words: electric bus, curved movement, controllability, stability.