



# МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
(ГНУ ВИМ РОССЕЛЬХОЗАКАДЕМИИ)

## СИСТЕМА ТЕХНОЛОГИЙ И МАШИН ДЛЯ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АПК РОССИИ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ДОКЛАДОВ  
Международной научно-технической конференции,  
посвященной 145-летию со дня рождения  
основоположника земледельческой механики  
академика В.П. Горячкина

2013

ЧАСТЬ 2



## ПЕРЕОБОРУДОВАНИЯ ТРАКТОРОВ ДЛЯ РАБОТЫ НА СЖИЖЕННОМ ПРИРОДНОМ ГАЗЕ (СПГ)

*Г.С. Савельев, д.т.н., М.Н. Кочетков, к.т.н., Е.В. Овчинников, А.В. Овчинников, ВИМ,  
А.Д. Шапкайц, к.т.н., НПП «Криосервис», А.А. Медведев, к.т.н., Поволжская МИС*

Одними из главных недостатков переоборудования тракторов на КПГ являются недостаточная величина одноразовой заправки газом и увеличенная эксплуатационная масса трактора за счет установки газовых баллонов. Данные недостатки в значительной степени устраняются при использовании СПГ.[1]

В ВИМ, ООО «Газпром ВНИИГАЗ» и Поволжской МИС разработаны, изготовлены и испытаны опытные образцы газодизельных тракторов МТЗ-82 и К-701, работающих на КПГ и СПГ.

На тракторе МТЗ-82 установлен бак БКТ-100 объемом 100 л с вакуумной изоляцией, на тракторе К-701 устанавливается два или один бак БКТ-300 в зависимости от необходимой длительности работы на одной заправке. Оба бака производства ОАО «НПО Гелиймаш» [2].

Технические характеристики бортовых систем питания СПГ в сравнении с КПГ при использовании этих баков представлены в табл. 1. Данные таблицы показывают, что применение СПГ по сравнению с КПГ обеспечивает: при одинаковой величине одноразовой заправки габаритный объем газовых баллонов КПГ в 2,8–3,5 раза превышает объем баков СПГ, соответственно на такую же величину увеличивается объем одноразовой заправки СПГ по сравнению с КПГ при одинаковых габаритах газовых сосудов; при одинаковой величине одноразовой заправки газом масса баллонов КПГ в 2 раза (при металлопластиковых баллонах) и 5 раз (при стальных легированных баллонах) больше массы баков СПГ. Соответственно при одинаковой массе сосудов объем одноразовой заправки СПГ больше на такие же величины.

С увеличением объема газа одноразовой заправки преимущества СПГ возрастают, так как с увеличением объема бака СПГ удельный объем газа существенно растёт за счёт незначительного увеличения объема арматуры.

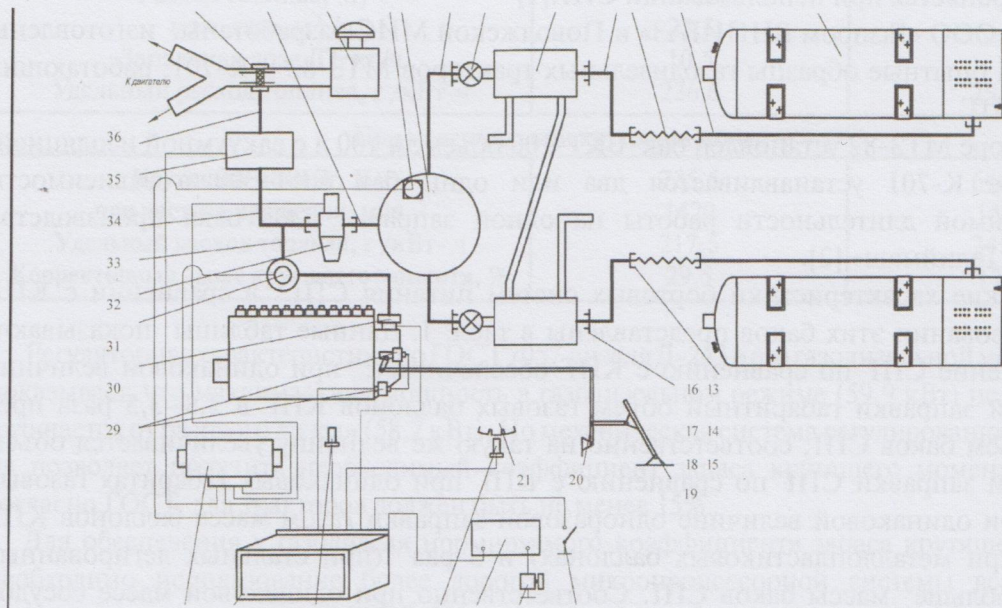
**Таблица 1. Технические характеристики бортовых систем СПГ газодизельных тракторов**

Параметры бортовой топливной системы	Трактор МТЗ-82		Трактор К-701	
	КПГ	СПГ	КПГ	СПГ
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	58,8 (80)	58,8 (80)	198,5 (270)	198,5 (270)
Количество газовых баллонов	4	1	18 стальных	1 или (2)
Марка баллонов (баков)	БА-51-20	БКТ100	БТ-51-20	БКТ-300
Суммарный объем, л	204	110	900	325/(650)
Масса порожних сосудов, кг	135,6	92	844	145/290
Масса природного газа одноразовой заправки, кг	29,25	40	129	120/(240)
Объем природного газа при нормальных условиях, н. м <sup>3</sup>	40,8	55,8	180	168/(336)
Габаритный объем газовых сосудов, м <sup>3</sup>	0,615	0,3	2,66	0,71/(1,42)
Удельный объем газа, н.м <sup>3</sup> газа/ м <sup>3</sup> сосудов	66,3	186	67,7	237
Удельная масса газа, (масса газа/масса сосуда)	0,216	0,434	0,153	0,827



С исчезновением вторичного рынка дешёвых баллонов и переходом на дорогие стальные и металлопластиковые отечественные и импортные баллоны стоимость переоборудования на КПП и СПГ практически сравнялась.

На рисунке показана принципиальная схема бортовой топливной системы газодизельного трактора К-701, работающего на СПГ, для варианта с двумя баками БКТ-300. Система для СПГ в отличие от бортовой системы КПП не имеет редукторов высокого и низкого давления, так как давление газа на входе дозатора системы СПГ поддерживается постоянным за счет арматурного блока бака. Вместо баллонов КПП установлены баки для СПГ 12 с теплообменниками-испарителями 8 для подогрева СПГ.



Принципиальная схема бортовой топливной системы газодизельного трактора К-701, работающего на СПГ: 1- распылитель газа; 2- шланги газового дозатора; 3- воздушный фильтр двигателя; 4 - теплообменник-испаритель; 5- карман газовых коллекторов; 6, 9, 11, 33, 34, 36 - газовые магистрали; 7 - магистральный шаровой кран; 8- теплообменник-испаритель; 10 - гибкий металлорукав; 12- бак для сжиженного природного газа; 13, 14, 15, 16, 17, 18 - соединительная газовая арматура; 15 - расходный вентиль; 19, 20- педаль управления подачей топлива; 21 - зубчатый венец маховика; 22 - тумблер включения газодизельного режима; 23 - выключатель массы; 24 - аккумуляторная батарея; 25 - датчик частоты вращения; 26, 27 - блок автоматического контроля системы; 28 - усилитель мощности; 29 - педальный задатчик; 30 - механизм ограничения запальной дозы; 31- датчик давления газа; 32- электромагнитный газовый клапан с фильтром; 35- газовый дозатор.

В качестве теплоносителя используется охлаждающая жидкость системы охлаждения двигателя. Ввиду того, что баки и теплообменники устанавливаются на задней полураме трактора на расстоянии 3 м от двигателя, для интенсификации подвода тепла требуется установка дополнительного насоса с электроприводом в контуре подвода охлаждающей жидкости в теплообменники.

Для включения ограничителя запальной дозы 30 в него подается газ по после открытия клапана-фильтра 32, контроль открытия клапана и включения ограничителя запальной дозы осуществляется за счет датчика давления газа 31.

Отмеченные преимущества бортовых систем питания СПГ подтверждены результатами испытаний образцов тракторов К-701 и МТЗ-82, работающих на СПГ. Трактор К-701, работающий на СПГ, прошел приемочные испытания в Поволжской МИС.



Мощностные и топливно-экономические показатели по результатам торможения двигателя трактора К-701 с бортовой топливной системой СПГ представлены в табл. 2. Двигатель развивает одинаковую мощность 205 кВт, корректорный запас крутящего момента в газодизельном режиме на 4% выше по сравнению с дизельным режимом. Удельный расход топлива при максимальной мощности в газодизельном режиме (суммарный 277 г/кВт-ч) на 5% больше чем у дизеля (264 г/кВт-ч).

В процессе испытаний трактора выявлена необходимость тщательной проработки процесса подогрева СПГ в теплообменнике при использовании теплоты от системы охлаждения двигателя. На режиме максимальной мощности с максимальным расходом СПГ в застойных зонах теплообменника происходит замерзание антифриза (в данном случае тасола).

**Таблица 2. Энергетические и топливно-экономические показатели трактора К-701 с бортовой топливной системой СПГ по результатам испытаний в Поволжской МИС**

Показатель	Значение показателя:	
	дизель	газодизель
максимальная мощность двигателя в комплектации, соответствующей эксплуатационной мощности, кВт	205,3	205,1
частота вращения коленчатого вала двигателя при максимальной мощности, мин <sup>-1</sup> .	1918	1841
часовой расход топлива при максимальной мощности, кг/ч	54,1	18,6/35,6*
удельный расход топлива при максимальной мощности, г/кВт-ч	264	97/180*
корректорный коэффициент запаса крутящего момента, %	18,4	19,1
максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя на холостом ходу, мин. <sup>-1</sup> .	2112	2025
часовой расход топлива при максимальной частоте вращения холостого хода, кг/ч	18,6	18,6
Средние за время испытаний атмосферные условия:		
температура, °С	20	19
давление, кПа	102	102
относительная влажность, %	65	65
Максимальная температура, °С:		
охлаждающей жидкости	85	77
Топлива	21	22
Масла	90	98

\* В числителе расход дизельного топлива, в знаменателе – расход газа.

### Литература

1. Савельев Г.С. Применение газомоторного и биодизельного топлив в автотракторной технике. – М.: ВИМ, 2009. – 213 с.