

измерване на горивото

#### 1 Състав на оборудването

Оборудването за измерване на разхода на гориво на кариерни самосвали се състои от:

- 1. двукамерен датчик за измерване на протока на гориво
- 2. арматура към датчика
- 3. програмно осигуряване в бордовия компютър (firmware)
- 4. програмно осигуряване в диспечерската станция



Общата схема на присъединяването към горивната уредба на самосвала е показана на ил. 3.

Снимка на присъединяването на датчика за измерване на протока на горивото е показан на ил. 3 Снимка на арматурата за присъединяване на датчика е показана на рис. 3. Където:

- 1. двукамерен датчик
- 2. деаератор
- 3. обходен кран (байпас)
- 4. контролен кран
- 5. клапан на деаератора
- 6. въздушен клапан
- 7. маркуч за въздух
- 8. основна плоча
- 9. сигнален кабел

Арматурата, инсталирана на самосвал TR100 е показана на рис. 5. Някои от маркучите временно са заменени с прозрачни за контрол на потоците.





#### 2 Сензор за гориво

# НОАК ЕООД



Немонтираният сензор е показан на ил. 4



Илюстрация DFM12eco



Илюстрация 5: Инсталация на TR100

параметър	стойност
производител	Aquametro, Швейцария
тип	DFC12eco
номер на изделието	95286
присъединяване	M14x1.5
повторяемост	+/- 0.2%
предназначение	дифренциално измерване на потребление
субстанции	дизелово гориво
минимален измерван поток	10 l/h
максимален измерван поток	600 l/h
точност	по-добра от 1% на камера
пад на налягането	60 mbar
допустимо налягане	16 бар
клас на защита	IP66
допустими вибрации	4g
изходен сигнал	80 импулса на литър, 12.5 ml на импулс

Диспечерска система SkyLinks

измерване на горивото

#### НОАК ЕООД

включване	трипроводно
филтрация на горивото	най-малко 0.1 mm
размери	157x96x81 mm
тегло	1.5 kg

#### Таблица 1: Параметри на сензора за гориво

параметър	стойност
цена на импулса	0.01244 І/имп., 12.44 ml/имп.
ширина на стробовия импулс	20 ms (30 ms)
мин. ширина на импулса	46 ms
максимална честота на импулсите	14 Hz
максимален ток на контактите	10 mA
захранващо напрежение	12÷24 V

Таблица 2: Електрически параметри

### 2.1 Газоотделяне

Самосвалите тип Wabco510 и TR100 са оборудване с горивна апаратура тип дюза-помпа. При този вид захранване се образуват газове, които се изхвърлят заедно с обратния поток гориво. Обемът на газовете на дизеловото гориво е около 1000 пъти по-голям от обема им в течно състояние. Датчиците за поток измерват както течната, така и газовата фаза като обем.

Коефициентът на газоотделяне варира от около 10% за студен двигател тип TR100, до около 40% за загрят двигател на Wabco510. Тези отделяния на газове внасят много голяма грешка в измерването на разликата на двата потока. Затова преди подаване за измерване на датчика, обратният поток се дегазира (деарерира). В устройството 2 на ил. 3 се разделят газовата от течната фаза. През клапана 6 и маркуча 7 газовата фаза се изхвърля в атмосферата.

Отделянето на газове е интензивно само при преходните режими – рязко отпускане на педала на газта, рязко намаление на потреблението на двигателя.

Трябва да се подчертае – газовете не са въздух и не са навлезли в горивната апаратура на двигателя, а се образуват при неговата работа от рязкото спадане на налягането и закипяване на горивото в нагрятите горивопроводи.

Чертеж на дегазатора е показана на ил. 2.

параметър	стойност
производител	НОАК ЕООД, България
тип	DG-2.1
присъединяване	1/2"
предназначение	разделяне на течна от газова фаза
субстанции	дизелово гориво
минимален измерван поток	0 l/h
максимален измерван поток	400 l/h
коефициент на разделяне	по-добър от 98%
допустимо налягане	1 бар
клас на защита	IP66
допустими вибрации	4g
филтрация на горивото	най-малко 0.1 mm
размери	250x120x160 mm
тегло	1.8 kg

измерване на горивото

# 2.2 Температурна корекция



Във всички отчети горивото е приведено към температура 15°С и за трите потока – прав, обратен и разходен. Приема се средна температура на горивото на входа на двигателя 35°С, а на изхода от двигателя 46°С.

Приет е коефициент на обемно разширение на дизеловото гориво от 0.00087 1/°С. Приетите коефициенти и температури са записани в програмното осигуряване на бордовите компютри.

Зависимостта на загряването на правия поток от загряването на резервоара и на обратния поток при преминаването му през двигателя е показана на ил. 6. Топлинния модел

е съставен за самосвали тип Wabco510 и Terex TR100. Данните са снети с инфрачервен термометър.

Граничният случаи е когато машината тръгва след дълъг престои при ниска външна температура, например -20°С. Разликата между температурата на горивото на изхода на двигателя, и температурата в правата камера на датчика може да достигне 50°С. Ако не се компенсира температурно, чрез



корекция в програмното осигуряване, това може да доведе до обемна грешка в отчитането от 4.35%, както в дебитите, така и в измерените обеми.

#### 3 Отчети

Събраните от работата на системата данни се представят в различни отчети. Показаните отчети са примерни. Чрез избиране от съответните форми могат да бъдат показани допълнителни параметри. Всички отчети са достъпни за

всички потребители – локално или отдалечено. Възможно е отчетите да се включат като "Избрани" или за автоматична генерация в края на смяната.

#### 3.1 Отчет в реално време

Избира се от меню Обекти->Бордове->Състояние. От списъка коли се избира наблюдаваният самосвал. Видът на отчета е показан на ил. 8. Данните, получавани от датчика за гориво са означени с червена линия – 3 брояча на правото, обратното и консумираното гориво, в литри и 3 дебита – на правото, обратното и консумираното гориво в литри в час.

Обновяването на данните става за период от 30 до 90 секунди, в зависимост от настройките и натоварването на радиомрежата. Всички показвани данни се записват и могат да бъдат показани в други отчети.

Отчетът се използва за бърза проверка на изправността на датчиците на самосвала и наблюдението му в някои особени ситуации.

🚍 Состојба на маши				
гмашини број:22	П Вредности Барање Полин	а на извештај   Полредб	ба Сортирање	
9/Wab120D		апальные подреда		
12/Wab445B	причина испраќање	Т		4.0
14/Wab510E	време на пакетот	28.06.2016 12:17:08	снага радио, w	4.2
15/Wab510E	состойба	Налвор од ТШ	КСБ, [-]	1.58
16/Wab510E	cocronod		∃ SQLCH, mV	2200
17/Cat-785	BIACIANS IN	620.4	Традио, °С	36
19/Cat-785		039.4		
20/Cat-785	правец, іх	89	притисок корпа, bar	0.0
21/terexs	агол на искачување, 1/100	-0,6	товар по амортизери, t	0.0
23/terevs	брзина, km/h	0.0	дисперзија товар, t²	0.0
24/terexs	забрзување, m/s²	0.00	бордов напон, V	25.32
25/Cat-777	бројчаник растојание, m	35494822	антифриз. °С	0.0
31/VL-460-63			- притисок на уље ђаг	0.00
62/VL-460-62	📘 бројчаник гориво, l	7585.27		0
63/VL-460-63	бројчаник довод, l	23746.71	бртежи, трпт 6	0
PH-1/Wab120D	бројчаник обратно гориво, l	16161.44	оез ладење	активиран
PH-2/Wab120D	моментално потрошување, l/ł	0.00	прегревање на моторот	не активиран
PH-3/Wab120D	доводен проток. 1/b	0.03	низок притисок	активиран
OK-4/Wab120D	обратен проток 1/р	0.00	ниско ниво ладење	не активиран
26 /Pepault 26	коригипарно ниво	-000 00	сензор корпа	спуштен
ZU/Kenadit ZU	коригирано ниво, с	- 222.22	корпа	празен
	некоригирано ниво, l	-999.98		

#### 3.2 Графичен отчет за потреблението

Отчетът се извиква от менюто Отчети->Графични->Параметри на борд. При показването на формата за избор на параметрите могат да се изберат различни параметри. На ил. 9 е показан ходът на избраните за показване параметри:

- 1. моментен разход на двигателя, l/h, в червено
- 2. прав дебит на гориво към двигателя, l/h, в зелено
- 3. обратен дебит на гориво от двигателя към резервоара, I/h, в синьо.

При анализа на зависимостта на потреблението от други фактори заедно с потреблението могат графично да се изведат и други фактори, които се получават от GPS сензора, например:

- 1. скорост на движение
- 2. ъгъл на изкачване
- 3. ускорение

H

Допълнително, ако самосвалът има инсталирани съответните датчици могат да се изведат оборотите на двигателя, температурата на двигателя и други.

Зелените пикове на графиката съответстват на работата на двигателя на изкачване от рудника, при всеки курс. При това помпата за гориво подава средно поток от гориво с дебит от 400 l/h. Със синьо е показан дебита на обратното гориво от двигателя, със средна стойност в натоварен режим от около 200 l/h. С червено е показана разликата от двата потока, която разлика съставлява потреблението на двигателя. При максимална мощност потреблението на двигателя за дадения самосвал, това и наклон е около 200 l/h. Точните стойности могат да се видят от табличния отчет, виж ил. 11.





Могат да се различат отделните курсове на самосвала и интервалите на почивките. При по-голямо увеличение (избор на по-кратък интервал) се наблюдава потреблението при връщането празен към товарния пункт и потреблението "на място" при изчакване за товарене или разтоварване.



Червените пикове на потреблението с максимум до -400 l/h се получават за няколко секунди при отпускане на педала на газта. При това моментално се прекратява подаването на горивото към дюзите и цялото постъпващо гориво се изхвърля в обратката, формирайки поток с отрицателна стойност. Тези отрицателни стойности са само за дебита. Потреблението се измерва точно, по разликата от двата потока.

Балансът на потоците е спрямо резервоара, така че отрицателен дебит съответства на връщането на горивото в резервоара, а не на "отрицателно" потребление от страна на двигателя.

### 3.3 Графичен отчет – броячи

На ил. 10 е показан още един графичен отчет – за изменението на броячите във времето. Извиква се от менюто Отчети->Графични->Параметри на борд. Вдясно от отчета е показана формата за избор на параметри. От формата за избор на параметри са избрани

7/14

- 1. брояч на гориво, І
- 2. брояч на гориво, прав поток, I
- 3. брояч на гориво, обратен поток, І

#### 3.4 Коли по водачи

Това е основният отчет за потреблението на гориво. Предназначен е за анализ на работа на колите, работата на водачите, изработване на норми за потребление и други. Може да е използва за откриване на повишен разход от страна на двигател или водач, за класиране на водачи по производствени показатели и икономична работа и други.

Отчетът е текстов. Избира се от менюта Отчети->Текстови->Коли по водачи.

Отчетът е разделен по самосвали. За всеки самосвал са изброени водачите, които имат направени курсове с този самосвал за зададения период. За всеки самосвал и за всички самосвали има сумарни редове.

След извеждането на формата за избор на параметри потребителят трябва да избере:

- 1. самосвал, за който се прави отчета. Ако няма избран самосвал се прави отчет за всички самосвали от зададения машинен парк. Очевидно е, че интерес представляват самосвалите, които имат монтиран сензор за потреблението на гориво.
- интервал на отчета. За получаване на точни данни трябва да се избере интервал, в който самосвалът е направил поне 20 курса. За да се получат усреднени данни по всички разстояние, видове минни маси, участъци и други, трябва да се вземат най-малко седмични интервали. По подразбиране предишният избран интервал. Подразбиране при първо извикване – текущата смяна.
- 3. машинен парк, за който се прави отчета. В отчета ще се изведат само машините, които са от този парк. По подразбиране е избран машинен парк "всички".
- 4. вид на рудната маса. Очевидно пътищата, наклоните, разстоянията са различни за руда и откривка и интерес представлява разликата в потреблението на гориво при работа на различните маршрути. По подразбиране се избира вид рудна маса "всички".
- модел на самосвала. При наличие на датчици за потребление на горивото на повече от един самосвал от даден тип може да се направи разделение по модели и да се получат по-точни данни, усреднени за самосвалите от един модел.
- участък, на който работи самосвалът. Ще се вземат предвид само курсовете, направени от дадения участък, за да се отчетат специфичните условия за работа и натоварване на двигателите. По подразбиране "всички".
- 7. рудно тяло, на което работи самосвалът. Опционално. Ще се вземат предвид само курсовете, направени от даденото рудно тяло, за да се отчетат специфичните условия за работа и натоварване на двигателите. По подразбиране "всички".

Колоните на отчета са разделени на две групи – производствени показатели и показатели на потреблението на гориво. В първата група колони са отчетени всички курсове, които отговарят на зададените параметри на отчета – кола, водач, парк, участък, време и т.н. Във втората група са отчетени само курсовете, за които има надеждно измерено потребление.

Примерният отчет на ил. 11 е генериран за самосвал D21, модел Terex-100. Обхваща 31 смени за 10 дни на м. юни 2016 г. Включени са всички видове минни маси.

За периода са направени 588 курса. 9 водачи са работили с този самосвал и са дадени резултатите, показани от всеки от тях. В колоните срещу всеки водач са изведени:

- брой курсове, направени от този водач за периода с този самосвал. Всички курсове, които са регистрирани от диспечерската система, независимо дали е имало измерване на гориво или не. Виждат се първите трима водачи от щатния екипаж на машината. Останалите водачи са заместващи, със значително по-малко брой курсове.
- 2. брой смени, в които водачът има поне курс, направен с дадения самосвал.
- 3. среден брой курсове, които се правят от водача за смяна
- 4. общо товар, превозен от водача за периода, t.

#### НОАК ЕООД

5. общо изминат път, сума от всички курсове за периода, km. Включен е пътят "пълен" и пътят "празен". Не е включен пътят, изминат извън курсовете – за почивка, за зареждане и помпане, при ремонт и др.

ДАМПЕРИ ПО ВОЗАЧИ															
од 1	7.06.201	16 смена 1													
до 2	9.06.201	го смена I													
машинен	парк: В	Buchim													
оригада издаден	: 0	ите L1:54 27.06.2016 4.6 сек.													
ИЗГОТВЕ	H: C	Стилиян Станков Примил:													
				Показатели производство				Мерење гориво							
број	шифра	име на возачот	број	број	просечно	пренесен	поминат	работа	гориво	просечно	просечно	гориво	просечно	гориво	просечн
на	на		тури	смени	тури	товар	пат			товар	за тура	за тура	гориво	за път	гориво
цампер	возач				за смена	ודו	[KM]	[TKM]	. LU	[1]	[TKM]		[[/[[	[l/Km]	за смен
21	1073	Сашко Рабациски	170	8	21.2	13149	471	15404	1898	77.3	107.1	13.27	0.123	4.765	28
	747	Златко Атанасов	132	7	18.9	10885	367	13542	1599	82.5	114.6	14.02	0.118	5.003	26
	1213	љурчо зеленков	119	8	14.9	93//	323	12208	1289	/8.8	107.4	11.41	0.100	4.181	1.
	1381	Санде Кошевец Вана Атанасов	46	2	23.0	3414	127	1170	504	74.2	107.0	12.01	0.110	4.000	2
	471	Благој Јованов	10	î	10.0	845	28	708	139	84.5	117.7	23.09	0.196	8,275	2
	1385	Ванчо Митев	10	1	10.0	844	29	638	70	84.4	123.4	13.93	0.109	4.789	13
	769	Ванчо Стојанов	9	1	9.0	705	25	1017	121	78.3	109.0	13.41	0.119	4.814	12
	93	Блажо Младенов	3	1	3.0	233	8	252	29	77.7	109.5	14.26	0.113	5.030	
		Општо за дампер	588	31	19.0	46646	1617	55418	6490	79.3	109.0	13.03	0.117	4.706	24
		Општо за парк	588	31	19.0	46646	1617	55418	6490	79.3	109.0	13.03	0.117	4.706	24
												_	— SkyLi	nks 3.16	

Във втората група колони са дадено изразходваното гориво и някои производни величини, изчислени на негова основа.

- 1. извършена транспортна работа, tkm. Включени са само курсовете, в които се е извършвало измерване на гориво. Отчита се само разстоянието "пълен".
- 2. изразходвано гориво за периода, I
- 3. средно натоварване на самосвала, тона за курс. Отчита се по вградения кантар на самосвала. Ако самосвалът няма кантар се взема средното за този модел, получено от други самосвали с инсталиран кантар за тази рудна маса. Точността на кантара се отразява на точността на изчислените производни величини, затова настройката и поддръжката и на кантарите трябва да се извършва заедно с настройката и поддръжката на сензорите за разход на гориво.
- средно извършена транспортна работа за един курс, tkm. Разстоянието "пълен" се умножава на превозения товар. Взема се конкретното измерено разстояние за курса, а не признатото разстояние, както в други отчети. Разстоянието се получава с добра точност от GPS сензора, с който са оборудвани всички машини.
- 5. средно изразходвано гориво за един курс, I.
- 6. средно изразходвано гориво за единица извършена транспортна работа, I/tkm. Основна величина, по която може да се съди за ефективността на работата на отделите по поддръжката на машините, отделите по планиране и поддръжка на пътищата, работата на водачите. Може да се съди за работата на конкретния модел машина и двигател на различни разстояния и превишения, при различни натоварвания, като и за моментното състояние на двигателя. Може да се използва за планиране на минните работи, създаване на норми на потребление на гориво и др.
- средно гориво за измерено разстояние. Представя се като литри за километър, I/km. За изчисляването се използват измерения разход и измереното разстояние за всеки курс. Разстоянието включва и "пълен", и "празен". Възможно е да се изчисли разход на километър отделно за "пълен" и отделно за "празен", опция.
- средно изразходвано гориво за смяна. Полученият среден разход за курс се умножава по средния брой курсове за смяна. Броят курсове за смяна е отчетеният от диспечерската система и включва всички курсове.

Същият отчет, генериран за една седмица за машина тип Wabco510 с номер D15 е показан на ил. Машината е работила главно на откривка. Вижда се различното средно потребление.



#### 4 Други отчети

Други отчети, които характеризират потреблението на двигателя могат да бъдат получени чрез непосредствено записване от борда на машината, или, при наличие на достатъчно бърза радиомрежа – в диспечерската станция.

На ил. 13 е показан запис на дебитите на горивото в продължение на един курс с темп 3 пъти в секунда. По абсцисата – системно време в милисекунди. По ординатата – дебити в I/h. Със син цвят – входящ дебит, със червен цвят – обратен дебит, със жълт цвят – потребление. Със зелен – брояч на потреблението.



10/14



На ил. 14 е показано потреблението на двигателя за кратък период от време – 1 минута. Вижда се изхвърлянето на гориво при спадането на потреблението и формиране на отрицателно моментно потребление.



На ил. 15 е показано потреблението на двигателя на Wabco510 на празен ход на място. До двигателя се подкачват 35 l/h, консумират се 9 l/h и се връщат в резервоара 26 l/h.

На ил. 4 е показана регресия на зависимостта на разхода от наклона на пътя.







Диспечерска система SkyLinks

измерване на горивото

12/14

#### 5 Точност на данните

При определяне на средните значения за потреблението на гориво в отчета влизат само тези курсове, при които е направено надеждно засичане. Статистически обосновано се отхвърлят курсовете, които:

- 1. за признати служебно
- 2. прекратени са предварително
- 3. имало е престой
- 4. промяна на назначението,
- 5. отклонение от назначението
- 6. предварително разтоварване (за подсипване)
- 7. имало е отказ на някой от датчиците за път, гориво или товар
- 8. имало е рестартиране на компютъра на самосвала
- 9. имало е прекъсване в предаването на данни и др.

Точни са данните за разхода на километър, разхода за курс и разхода за смяна, доколкото не може да има грешка в броя на курсовете и броя на смените.

Може да има допълнителна грешка в резултатите за потреблението на самосвалите в литри на тон-км, които нямат кантар и на които данните за среден превозван товар не са настроени или са нарочно завишени.

Главната изчислена величина – разходът в l/tkm се получава от показанията на 4 датчика – датчикът за право гориво, датчикът за обратно гориво, GPS датчикът и датчикът за превозен товар.

Датчикът за гориво предполага, че машината е загрята и горивото в резервоара е затоплено.

#### 6 Настройка на бордовия компютър

За да работи с датчика за измерване на горивото бордовият компютър трябва да е зареден с версия на ПО (firmware) не по-стара от V.2016 (след месец май 2016 г.). След зареждането на програмното осигуряване:

- 1. да се влезе в командния монитор на компютъра
- 2. да се изтрият старите данни с команда:
  - : fl e 1
- да се включи предаването на разширения пакет с данни за горивото с команда:

: let xpack 2

4. да се зададе показване на дебита на дисплея на водача с команда:

: let sdeb 1

### 7 Обслужване

Изделието се обслужва в сроковете, зададени за обслужване на горивната апартура на съответния двигател. При смяна на филтрите или при оглед на двигателя – да се огледа за протичания, разхлабване на закрепването или побитости.

При съмнения за препятстване на потока на горивото, доклад от страна на водача за загуба на мощност – да се отвори пропускащият кран 3, виж ил. 3. Ако няма промяна в поведението на двигателя да се потърси причината другаде. Ако двигателят възстановява мощността си да се остави кранът отворен и да се съобщи на доставчика. Да не се разглобява изделието за да може да се установи причината.

Ако се наложи отсъединяване и присъединяване на маркучи – да се спазва много голяма чистота в секцията между последния горивен филтър за фино очистване и входа на сензора.

# Съдържание

1 Състав на оборудването	2
2 Сензор за гориво.	2
2.1 Газоотделяне	4
2.2 Температурна корекция	5
3 Отчети	5
3.1 Отчет в реално време	5
3.2 Графичен отчет за потреблението	6
3.3 Графичен отчет – броячи	7
3.4 Коли по водачи	8
4 Други отчети	10
5 Точност на данните	13
6 Настройка на бордовия компютър	13
7 Обслужване	

# Указател на илюстрациите

Илюстрация 1: Дегазатор DG-L1.5v2.0	2
Илюстрация 2: Схема на монтажа	2
Илюстрация 3: Присъединителна арматура	3
Илюстрация 4: Датчик за гориво DFM12eco	3
Илюстрация 5: Инсталация на TR100	3
Илюстрация 6: Загряване на горивото	5
Илюстрация 7: Зависимост на температурата на датчиците	5
Илюстрация 8: Отчет за моментното състояние на параметрите	6
Илюстрация 9: Графичен отчет на параметри на потреблението	7
Илюстрация 10: Графичен отчет за броячите на гориво	7
Илюстрация 11: Отчет на коли по водачи	9
Илюстрация 12: Отчет за работата и потреблението на гориво	10
Илюстрация 13: Дебити на горивото, един курс	10
Илюстрация 14: Детайлна графика на потреблението	11
Илюстрация 15: Потребление на място	11
Илюстрация 16: Зависимост на разхода от наклона	12
Илюстрация 17: Графика на специфичен разход на самосвал, получен от системата	12
Илюстрация 18: Зависимост на специфичният разход от транспортното разстояние	12

# Указател на таблиците

Таблица 1: Параметри на сензора за гориво	4
Таблица 2: Електрически параметри	4
Таблица 3: Параметри на дегазатора	5