



**ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Общество с ограниченной

ответственностью

Российская Федерация, 117525, г. Москва,

Днепропетровская ул., д. 3, к. 5, оф.4-19

---

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ  
ИННОВАЦИОННОГО ПРОЕКТА  
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ПРИСАДКА ДЛЯ КОНДИЦИОНЕРОВ**

Москва, 2019 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

№ n/n	Наименование	Стр.
	ВВЕДЕНИЕ	3
2	Технические характеристики ЭПК	4
3	Техническая задача проекта	7
4	Результаты испытаний	8
	Приложение	10

## **ВВЕДЕНИЕ**

Сегодня в ОАО «РЖД» эксплуатируется более 500 тыс. установок кондиционирования воздуха (далее - УКВ) парокомпрессионного типа. На их долю приходится до 10% потребляемой электроэнергии.

Основной целью проекта «Энергосберегающая присадка для кондиционеров» является сокращение энергопотребления, приходящегося на работу УКВ, не менее чем на 12%.

Данная может быть достигнута путем введения в холодильный контур УКВ энергосберегающей присадки для кондиционеров (далее - ЭПК) в объеме 0,05% от массы находящегося в УКВ хладагента.

Мгновенно растворившись в хладагенте и, далее циркулируя вместе с ним по холодильному контуру УКВ, в течение 2-3 недель ЭПК равномерно оседает на внутренних металлических поверхностях УКВ, образуя мономолекулярную пленку. Образовавшаяся пленка позволяет снизить трение в поршневой паре компрессора, способствуя увеличению ресурса УКВ. Но, главное, она обеспечивает очищение внутренних поверхностей теплообменных аппаратов от частиц смазочного масла, эластомеров и прочих неорганических веществ, заносимых из картера компрессора с потоком хладагента. В итоге - интенсифицируется теплообмен и сокращается время достижения УКВ заданной в помещении температуры. Соответственно, снижается энергопотребление УКВ.

Следует отметить, что уникальность ЭПК состоит в том, что она растворима во всех типах хладагентов, а значит, применима для всех марок УКВ. Образовавшаяся пленка не изменяет свой состав с течением времени, а, следовательно, необходимость в повторном ее вводе в УКВ отсутствует.

И, наконец, по истечении 2-3 недель после оседания ЭПК на внутренних металлических поверхностях УКВ, состав циркулирующего хладагента становится первоначальным, без признаков введенной ЭПК, что

не позволит поставщикам УКВ, а также, организациям, выполняющим их техническое обслуживание, в случае непредусмотренных отказов УКВ, снимать с себя гарантийные обязательства, ссылаясь на обогащение хладагента ЭПК в качестве возможной причины отказа.

Актуальность данного проекта подтверждается и тем обстоятельством, что в сентябре 2019 года Российская Федерация ратифицировала Парижское соглашение по климату, которое, выделяет глобальное потепление как наиболее опасный источник экологического воздействия.

Поэтому одной из важнейших проблем сохранения экологии Земли является уменьшение потребления энергии (повышение КПД) различными агрегатами и машинами и, соответственно, уменьшение вредных выбросов от продуктов сгорания двигателей, в т.ч. транспортных средств, тепловых электростанций и т.д.

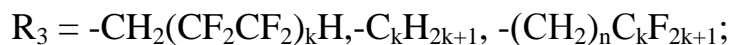
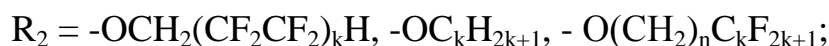
## 2. Технические характеристики ЭПК

Состав ЭПК включает в себя:

производное изобутана с галогенсодержащими органическими заместителями общей формулы:

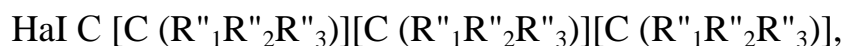


где HaI = F, Cl, Br, I, H;



$n = 0 - 3$ ;  $m = 0 - 3$ ;  $l = 0 - 2$ ;  $q = 0 - 2$ ;  $k = 1 - 8$ ,  $p = 0 - 3$ , или

нонаэфир метантрикарбоновой кислоты несимметричной структуры общей формулы:



где HaI = F, Cl, Br, I, H;



$n = 1 - 8$ , при условии, что хотя бы один R'' отличается от

остальных, или производное галоидированных эфиров фторолефинов и спиртов общей формулы:



где  $\text{R}_f = (\text{C}_m\text{H}_{2m-p}\text{HaI}_p)\text{H}$ ,

где  $\text{R''} = (\text{CH}_2)_l\text{H}, \text{C}(\text{CH}_3)_k\text{H}_{3-k}$ ;

HaI = F, Cl;

$n = 2$ ;  $m = 1 - 3$ ;  $p = 1 - 2m$ ;  $l = 1 - 4$ ;  $k = 2$ , или смесь этих

соединений в эффективном количестве.

В качестве хладагента может быть использован хладон, содержащий по меньшей мере, одно соединение, выбранное из группы, включающей R12, R134a, R22, R21, R142b, R152a, R124, R125, R23, R318c, R218, R290, R600a или их смесь.

### 3. Техническая задача проекта

Техническая задача, на решение которой направлен проект, заключалась в создании композиции хладагента, позволяющей уменьшить энергопотребление холодильным агрегатом за счет обеспечения модификации внутренней поверхности конструкционных материалов компрессора путем образования высокомолекулярных фторорганических пленок, особенно на участках поверхности, отличающихся электронной неоднородностью, например, в зонах дефектной кристаллической структуры, концентраторов напряжений и т.п.

Другая задача состояла в применении широкого арсенала композиций хладагента, пригодных для использования в эксплуатируемой холодильной технике без конструкционных изменений.

Основным техническим результатом применения предлагаемой композиции явилось уменьшение энергопотребления холодильного агрегата.

Другим результатом явилось повышение износостойкости поршневой пары холодильного агрегата и повышение эффективности работы компрессора.

Эти задачи решены и предложена композиция хладагента, включающая собственно хладагент и ЭПК, которая в качестве поверхностно-активного агента содержит по меньшей мере одно производное изобутана с галогенсодержащими органическими заместителями общей формулы (приведенной в разделе 2.)

Композиция хладагента может дополнительно содержать антикоррозионную присадку и/или смазывающий агент (лабрикант).

#### 4. Результаты испытаний

Экспериментальным путем были подобраны вышеуказанные фторорганические соединения в качестве поверхностно-активного агента и их эффективное содержание в предлагаемой композиции хладагента, которые образуют на трущихся поверхностях компрессора скользкое и прочное покрытие.

Изменение характеристик поверхности конструкционных материалов, применяемых в составе холодильного оборудования, связано с образованием фторорганических высокомолекулярных пленок, особенно на участках поверхности, отличающихся электронной неоднородностью, например, в зонах дефектной кристаллической структуры, концентраторов напряжений и т.п.

Придание поверхностям поршневой пары компрессора антифрикционных свойств и повышенной износостойкости привело к повышению эффективности работы холодильного агрегата и уменьшению энергопотребления.

Перечень использованных поверхностно-активных агентов на основе производных изобутана приведен в таблице 1. (Приложение)

В таблице 2 Приложения приведен перечень использованных поверхностно-активных агентов нонаэфиров метантрикарбоновой кислоты несимметричной структуры.

В таблице 3 Приложения приведен перечень использованных поверхностно - активных агентов на основе производных галоидированных эфиров фторолефинов и спиртов.

В качестве дополнительных компонентов (дополнительных поверхностно - активных агентов) на основе фторированных спиртов были взяты соединения, зашифрованные как M18 - M20, где M18 - это  $\text{H}(\text{CF}_2)_{2n}\text{CH}_2\text{OH}$  при  $n = 1$ ; M19 - то же при  $n = 5$ ; M20 - то же при  $n = 8$ .



Вышеперечисленные в таблицах 1-3 химические соединения получали обычными приемами химического синтеза.

Приведенные в примерах конкретные композиции получали простым смешиванием исходных компонентов.

Результаты испытаний (№№ 2-31) приведены в таблице 4 Приложения.

Как видно из этой таблицы, предлагаемые композиции позволяют существенно снизить расход электроэнергии без изменения конструкции парокompрессионных типов холодильных установок.

Таблица 1

Поверхн. Активный агент (шифр)	Hal	R1	R2	R3	n	m	p	l	q
M1	F	$\text{OCH}_2(\text{CF}_2)_1\text{H}$	$\text{OCH}_2(\text{CF}_2)_1\text{H}$	$\text{CH}_2(\text{CF}_2)_1\text{H}$	1	1	1	1	1
M2	F	$\text{OCH}_2(\text{CF}_2)_2\text{H}$	-	$\text{CH}_2(\text{CF}_2)_2\text{H}$	0	0	3	2	0
M3	F	$\text{OC}_4\text{H}_9$	$\text{OCH}_2(\text{CF}_2)_4\text{H}$	$\text{C}_4\text{H}_9$	2	1	0	0	2
M4	F	$\text{OC}_6\text{H}_{13}$	-	$(\text{CH}_2)\text{C}_6\text{F}_{13}$	1	0	2	2	0
M5	H	$\text{OC}_6\text{H}_{13}$	-	$\text{C}_6\text{H}_{13}$	3	0	0	1	1
M6	H	$\text{OCH}_2(\text{CF}_2)_8\text{H}$	$\text{OC}_8\text{F}_{17}$	$\text{CH}_2(\text{CF}_2)_8\text{H}$	0	2	1	2	0
M7	H	$\text{OC}_8\text{H}_{17}$	$\text{O}(\text{CH}_2)\text{C}_8\text{F}_{17}$	$\text{CH}_2(\text{CF}_2)_8\text{H}$	1	1	1	0	2

Таблица 2

Поверхн. Активный агент (шифр)	Hal	R'1	R'2	R'3
M8	F	OC <sub>1</sub> H <sub>3</sub>	OCH <sub>2</sub> (CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> ) <sub>1</sub> H	O(CH <sub>2</sub> ) <sub>1</sub> C <sub>1</sub> F <sub>3</sub>
M9	F	OC <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	OCH <sub>2</sub> (CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> H	O(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> C <sub>4</sub> F <sub>9</sub>
M10	F	OC <sub>8</sub> H <sub>17</sub>	OC <sub>8</sub> H <sub>17</sub>	O(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> C <sub>8</sub> F <sub>17</sub>
M11	F	OCH <sub>2</sub> (CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> H	OCH <sub>2</sub> (CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> H	O(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> C <sub>4</sub> F <sub>9</sub>
M12	H	OCH <sub>2</sub> (CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> H	OCH <sub>2</sub> (CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> H	O(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> C <sub>8</sub> F <sub>17</sub>
M13	H	OCH <sub>2</sub> (CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> H	O(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> C <sub>4</sub> F <sub>9</sub>	O(CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> C <sub>4</sub> F <sub>9</sub>
M14	H	OCH <sub>2</sub> (CF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> H	O(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> C <sub>8</sub> F <sub>17</sub>	O(CH <sub>2</sub> ) <sub>8</sub> C <sub>8</sub> F <sub>17</sub>

Таблица 3

Поверхн. Активный агент (шифр)	Hal	R''	n	m	p	k
M15	F	C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> H	2	2	4	2
M16	Cl	(CH <sub>2</sub> )H	2	3	3	2
M17	Cl	C(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> H	2	3	6	2

Таблица 4

Результаты сравнительных испытаний холодильников, заправленных композициями хладагента различного состава. ( температура окружающей среды 18÷20 °С)

№ примера	Марка холодильника	Композиция хладагента	Марка масла	Температура (осредненная), °С		К-т рабочего времени	Расход эл. Энергии, кВт•ч/сут.	Уменьшение расхода энергии, %
				Мороз. камера	Холод. камера			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Мир 101-2	R12	Минер. ХФ 12-16	-18,2	7,1	0,40	1,70	10,6
		99,5R12 + 0,5%M1		-18,3	6,2	0,38	1,52	
3	Мир 101-2	R12	Минер. ХФ 12-16	-18,2	7,1	0,40	1,70	8,2
		99,7R12 + 0,3%M2		-18,4	6,5	0,36	1,56	
4	ЗИЛ - 64	R12	Минер. ХФ 12-16	-18,3	5,8	0,47	1,33	11,3
		99,7R12 + 0,3%M3		-18,0	6,17	0,46	1,18	
5	ЗИЛ - 64	65% R22 + 30% R142b + 5% R21	Минер. ХФ 12-16	-18,2	4,8	0,45	1,31	9,9
		99,5%(65% R22 + 30% R142b + 5% R21) + 0,5%M4		-18,1	5,1	0,45	1,18	

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	ЗИЛ - 64	65% R22 + 30% R142b + 5% R21	Минер. ХФ 12-16	-18,2	4,8	0,45	1,31	8,2
		99,5%(65% R22 + 30% R142b + 5% R21) + 0,5%M5		-18,0	4,6	0,49	1,22	
7	ЗИЛ - 64	65% R22 + 15% R142b + 20% R134a	Минер. ХФ 12-16	-18,2	4,8	0,45	1,31	9,9
		99,5%(65% R22 + 15% R142b + 20% R134a) + 0,5%M6		-18,1	5,2	0,46	1,18	
8	ЗИЛ - 64	70%R152a + 30%R600a	Минер. ХФ 12-16	-18,1	4,2	0,47	1,3	10,7
		99,7%(70%R152a + 30%R600a) + 0,3%M7		-18,1	4,5	0,44	1,16	
9	ЗИЛ - 64	R600a	Минер. ХФ 12-16	-17,5	6,2	0,69	1,53	5,2
		99,9%R600a + 0,1%M8		-17,6	6,8	0,71	1,45	
10	ЗИЛ - 64	R290	Минер. ХФ 12-16	-18,6	3,2	0,69	1,35	4,4
		99,9%R290 + 0,1%M9		-18,7	4,2	0,71	1,29	
11	Минск 16	R134a	Поли- эфирное	-18,4	5,1	0,46	1,73	8,1
		99,5%R134a + 0,5%M10		-18,7	5,5	0,44	1,59	

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
12	ЗИЛ - 64	65% R22 + 30% R142b + 5% R21	Минер. ХФ 12-16	-18,5	5,3	0,52	1,36	11,02
		99,8%(65% R22 + 30% R142b + 5% R21) + 0,2%M11		-18,0	4,8	0,49	1,21	
13	ЗИЛ - 64	65% R22 + 30% R142b + 5% R21	Минер. ХФ 12-16	-18,3	4,5	0,47	1,31	9,9
		99,8%(65% R22 + 15% R134a + 20% R21) + 0,2%M12		-17,9	5,5	0,41	1,18	
14	ЗИЛ - 64	65% R22 + 30% R142b + 5% R21	Минер. ХФ 12-16	-18,7	6,2	0,49	1,36	10,3
		99,7%(65% R22 + 15% R134a + 20% R21) + 0,3%M13		-17,9	7,5	0,52	1,22	
15	Минск 16	R134a	Поли-эфирное	-17,1	8,2	0,72	1,64	9,1
		99,7%R134a + 0,3%M14		-16,	7,8	0,71	1,49	
16	Минск 16	R134a	Поли-эфирное	-17,6	7,2	0,66	1,65	9,6
		99,7%R134a + 0,3%M15		-16,7	9,3	0,70	1,49	
17	Минск 16	R134a	Поли-эфирное	-16,9	8,3	0,59	1,63	7,3
		99,5%R134a + 0,5%M16		-17,7	7,6	0,55	1,51	

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	ЗИЛ - 64	33%R218+62%R134a+5%R124	Минер. ХФ 12-16	-17,2	6,8	0,53	1,49	9,3
		99,8%(33%R218+62%R134a+5%R124) + 0,2%M17		-17,4	6,9	0,52	1,35	
19	ЗИЛ - 64	90%R22+10%R290	Минер. ХФ 12-16	-20,2	3,8	0,46	1,41	8,5
		99,1%(90%R22+10%R290) + 0,9%(M1+M18)		-21,0	3,2	0,47	1,29	
20	ЗИЛ - 64	90%R22+10%R290	Минер. ХФ 12-16	-20,5	2,2	0,37	1,37	10,9
		99,7%(90%R22+10%R290) + 0,3%(M6+M19)		-21,0	3,5	0,41	1,22	
21	ЗИЛ - 64	70%R152a + 30%R600a	Минер. ХФ 12-16	-18,3	5,1	0,49	1,32	9,1
		99,7%(70%R152a + 30%R600a) + 0,3%(M3+M20)		-17,9	6,1	0,41	1,20	
22	ЗИЛ - 64	R12	Минер. ХФ 12-16	-18,3	5,8	0,47	1,33	9,7
		97,7%R12 + 2,3%(M4+M20)		-18,1	4,9	0,51	1,20	
23	ЗИЛ - 64	R12	Минер. ХФ 12-16	-18,3	5,8	0,47	1,33	10,5
		92,6%R12 + 8,4%(M20 +M1)		-18,2	5,5	0,42	1,19	

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
24	ЗИЛ - 64	R12 90,0%R12 + 10,0%(M15+M18)	Минер. ХФ 12-16	-18,3 -17,4	5,8 7,6	0,47 0,59	1,33 1,23	7,5
25	ЗИЛ - 64	65% R22 + 15% R142b + 20% R134a 94,5%(65% R22 + 15% R142b + 20% R134a) + 5,5%(M20+M9)	Минер. ХФ 12-16	-18,2 -17,3	5,8 5,2	0,49 0,51	1,37 1,25	8,8
26	ЗИЛ - 64	70%R152a + 30%R600a 96,0%(70%R152a + 30%R600a) + 4,0%(M18+M1)	Минер. ХФ 12-16	-18,4 -18,0	4,2 5,5	0,45 0,54	1,29 1,17	9,3
27	ЗИЛ - 64	33%R218+62%R134a+5%R124 98,7%(33%R218+62%R134a+5%R124) + 1,3%(M13+M19)	Минер. ХФ 12-16	-17,2 -17,6	8,2 8,8	0,61 0,62	1,57 1,45	7,6
28	ЗИЛ - 64	50%R290+50%R600a 97,5%(50%R290+50%R600a) + 2,5%(M18+M12)	Минер. ХФ 12-16	-19,6 -18,7	2,2 3,2	0,59 0,61	1,45 1,33	8,3
29	Минск 16	50% R22 + 30% R142b + 19% R21+1%R134a 99,5%(50% R22 + 30% R142b + 19% R21+1%R134a) + 0,2%M15+0,3%M20	Минер. ХФ 12-16	-19,3 -18,8	4,2 4,5	0,55 0,66	1,44 1,32	9,3



Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
30	Минск 16	50% R22 + 30% R142b + 17% R21 + 3% R134a 99,5%(50% R22 + 30% R142b + 17% R21 + 3% R134a) + 0,1% M15 + 0,1% M19 + 0,1% M1 + 0,2% M9	Минер. ХФ 12-16	-19,3 -18,4	4,7 4,6	0,44 0,61	1,52 1,41	7,7
31	ЗИЛ - 64	50% R290 + 50% R600a 97,5%(50% R290 + 50% R600a) + 0,5% M15 + 2%(M8 + M1)	Минер. ХФ 12-16	-19,5 -18,3	3,2 4,2	0,58 0,63	1,48 1,33	8,5