

Абдуллаева М.Д.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛИ ДЛЯ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

M.D. Abdullaeva

ECOLOGICAL PURE LOW COOLANTS FOR SOLAR HEATING SYSTEMS

УДК: 621.564:621.785.92(575.2)(043.3)

Приводятся результаты разработки нетоксичных, недефицитных, коррозионно-неактивных, имеющих хорошие теплофизические свойства и работоспособных в широком температурном интервале теплоносителей для систем солнечного теплоснабжения.

The results of development coolants for solar heating systems: non-toxic, non-deficient, noncorrosive, with a good heat transfer properties and efficient in a wide temperature range.

Развитие энергетики является одним из основных показателей научно-технического прогресса страны. Рост потребления энергии во всем мире привел к необходимости увеличения добычи таких традиционных видов топлива, как уголь, нефть, газ, и строительству крупных гидроэлектростанций и атомных станций. Однако добыча этих видов топлива становится все труднее и дороже, а ее отрицательное влияние на окружающую среду представляет угрозу природе и человечеству. В связи с этим все более актуализируются вопросы использования нетрадиционных источников энергии, наиболее важным из которых является солнечная энергия.

Использование солнечной энергии в Кыргызстане, с его благоприятными климатическими условиями, где уровень солнечной радиации в среднем составляет 6,5 кВт ч в день на 1 м², а среднегодовая продолжительность солнечного сияния достигает 2800–3000 часов в год, поможет в значительной степени решить такие важнейшие проблемы, как уменьшение зависимости республики от импорта энергоресурсов и загрязнения окружающей среды[1].

Одним из перспективных направлений применения солнечной энергии является преобразование ее в низкопотенциальное тепло и использование в системах солнечного теплоснабжения. В таких системах, как правило, используются низкотемпературные теплоносители.

Отсутствие качественных и высокоэффективных низкотемпературных теплоносителей приводит к необходимости использовать воду. Однако вода, обладая хорошими теплофизическими свойствами и будучи недефицитной, имеет существенный недостаток – относительно высокую температуру замерзания (0⁰C). Это делает невозможной эксплуатацию систем солнечного теплоснабжения в зимнее время. Кроме того, вода, даже дистиллированная, вызывает интенсивную коррозию металлов систем солнечного теплоснабжения.

Из низкотемпературных растворов органических веществ, применяющихся в качестве теплоносителей, в первую очередь следует отметить этиленгликоль. Этиленгликолевые теплоносители, используемые на протяжении многих лет, хорошо зарекомендовали себя в качестве теплоносителей, но они имеют ряд существенных недостатков, главный из которых – токсичность.

Наряду с теплоносителями, имеющими органическую основу, применяются также солевые теплоносители. Они, как правило, менее токсичны. Некоторые из них (например, хлорид кальция, хлорид лития) имеют достаточно низкую температуру замерзания, но в то же время имеют ряд недостатков, главный из которых – коррозионная активность.

Разработка и исследование низкотемпературных теплоносителей, лишенных вышеуказанных недостатков, является актуальной задачей, решение которой позволит повысить эффективность работы, экологическую безопасность и увеличить срок службы систем солнечного теплоснабжения.

В нашей работе нетоксичность теплоносителей имела первостепенное значение при выборе конкретных веществ, на основе которых разрабатывали новые теплоносители, представленные в таблице 1.

Свойства разработанных теплоносителей

Название, торговая марка	$T_z, ^\circ\text{C}$	Динамич. коэффициент вязкости $\mu \cdot 10^3, \text{Па}\cdot\text{с}$	Уд. теплоемкость при постоянном давлении $C_p, \text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$	Теплопроводность $\lambda, \text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{K})$	Плотность $\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	Примечание
«Мороз-30»	-30	3,12	3,282	0,569	1312	При 20 ⁰ С
«Асол-К»	-57	7,65	3,486	0,563	1483	При 20 ⁰ С
«Экосол-65»	-65	10,0	4,23	0,54	1048	μ при -20 ⁰ С, λ, ρ при 20 ⁰ С
«Экосол-40»	-40	9,57	3,70	0,43	1046	μ при -20 ⁰ С, C_p, λ, ρ при 20 ⁰ С
«Экофрост-60»	-60	2,05	4,059	0,211	859,5	При 20 ⁰ С
«Экофрост-40»	-40	2,24	4,102	0,284	897,5	При 20 ⁰ С
«Экофрост-20»	-20	2,1	4,109	0,365	950,5	При 20 ⁰ С
«Экофрост-10»	-10	1,8	4,379	0,462	969,5	При 20 ⁰ С
Этиленгликолевый антифриз	-44	3,14	3,281	0,410	1075	При 20 ⁰ С
Пропилен гликолевый теплоноситель	-24	15,615	3,735	0,380	1049	При -5 ⁰ С
23,1% водн. раствор NaCl	-23	1,67	3,34	0,565	1175	μ, C_p, λ, ρ при 20 ⁰ С
Теплоноситель на основе подмыльного щелока	-22	1,89	3,41	0,572	1171	μ, C_p, λ, ρ при 20 ⁰ С
Теплоноситель на основе экстракта золы	-10	2,34	3,49	0,571	1159	μ, C_p, λ, ρ при 20 ⁰ С

Из сводной таблицы теплофизических характеристик разработанных нами новых теплоносителей видно, что температурный диапазон использования разработанного нами экологически безопасного теплоносителя «Мороз-30» от -30 до +110⁰ С. «Мороз-30», или «М-30», коррозионно-неактивен и имеет хорошие теплофизические свойства. Теплоноситель «М-30» предпочтителен для работы в системах солнечного теплоснабжения и в системах кондиционирования [5,11].

Теплоноситель на основе карбоната калия «Асол-К» используется в температурном диапазоне -55...+113⁰С [2-5].

В заключении Академии коммунального хозяйства им. Памфилова г. Москвы отмечаются эффективные теплофизические свойства «Асол-К», который дает возможность снизить требуемую поверхность теплообменных аппаратов и, соответственно, стоимость систем теплоснабжения, что позволяет рекомендовать его к применению в системах индивидуального теплоснабжения домов, в частности, оборудованных системами солнечного теплоснабжения. «Асол-К» применим в системах, изготовленных из стали, чугуна, меди, латуни и желателно без деталей из алюминия и свинцово-оловянных припоев.

Одним из достоинств теплоносителя «Экосол» с улучшенным антикоррозионным свойством является коррозионная неактивность по отношению к черным и цветным металлам, в том числе к алюминию и свинцово-оловянным припоям.

«Экосол» имеет широкий температурный диапазон от -65 до +106⁰ С. Преимуществами «Экосола» являются экологическая безопасность, низкая вязкость, высокая теплопроводность и теплоемкость, коррозионная неактивность, большой срок службы. Вязкость «Экосола» меньше, чем у пропиленгликоля и тем более глицерина. По вязкости, антикоррозионным свойствам, температуре воспламенения «Экосол» превышает или соответствует показателям ГОСТа 28084-89 и мировым стандартам.

Область применения экологически безопасного теплоносителя «Экосол» широкая. Помимо систем солнечного теплоснабжения «Экосол» целесообразно использовать в системах отопления зданий и помещений, железнодорожных вагонов и других объектов, где применение ядовитых этиленгликолевых антифризов противопоказано [12,14-16].

Теплоноситель «Экофрост» работает в широком температурном интервале: $-117...+78^{\circ}\text{C}$. Сравнение «Экофростов» с существующими солевыми и гликолевыми теплоносителями показывает преимущество водно-спиртовых растворов по показателям вязкости и широкому диапазону температуры охлаждения – от -5°C до -117°C . Малая вязкость при низких температурах улучшает циркуляцию и приводит к снижению энергозатрат на перекачку.

Для различных температур эксплуатации выпускается несколько марок теплоносителя «Экофрост»: «Экофрост-60», «Экофрост-40», «Экофрост-20», «Экофрост-10» [6,7,10].

«Экофрост» успешно может применяться как теплоноситель в системах солнечного охлаждения.

В связи с тем, что в Кыргызстане этиленгликолевые теплоносители-антифризы не производятся, нами разработана новая рецептура антифриза на заводском этиленгликоле. Разработанный этиленгликолевый антифриз по коррозионным свойствам полностью соответствует нормам ГОСТа 28084-89 и имеет отличные теплофизические свойства (таблица 1) [19].

По сравнению с другими теплоносителями разработанный пропиленгликолевый теплоноситель имеет высокую вязкость. Вследствие большей вязкости пропиленгликоль имеет несколько худшие теплофизические характеристики при низких температурах, в связи с чем его применение целесообразно в отраслях промышленности, использующих умеренный холод. Основное преимущество пропиленгликолевого теплоносителя – малая токсичность [17].

Температурные диапазоны использования разработанных теплоносителей: на основе хлорида натрия от -23 до $+106^{\circ}\text{C}$, подмыльного щелоча от -22 до $+105^{\circ}\text{C}$, карбонизированного экстракта золы подсолнечника или хлопчатника от -10 до $+103^{\circ}\text{C}$. Проведенные испытания этих теплоносителей при эксплуатации солнечных установок в Кыргызстане показали их высокую эффективность, хорошие теплотехнические качества, безопасность и надежность. Главными их достоинствами являются нетоксичность и низкая стоимость [5,8,9,13,18].

Апробация разработанных теплоносителей для самых различных отраслей промышленности, холодильной техники, транспорта и других сфер деятельности показала возможность их эффективного использования. Так, например, в холодильной технике возникает задача перехода на экологически безопасные, нетоксичные теплоносители типа «Асол-К», «Экосол», «Экофрост» и др. вместо часто используемых фреона, арктона, генетрона, существенно воздействующих на озоновый слой и приводящих к его разрушению.

В области низких температур предпочтение следует отдавать «Экофросту». Отличительными особенностями теплоносителя «Экофрост» являю-

тся экологическая чистота, низкая вязкость во всем диапазоне температур, прекрасная текучесть, исключительная защита конструкционных материалов от коррозии, широкий диапазон температуры охлаждения от -5°C до -117°C . В настоящее время теплоноситель «Экофрост» успешно используется на многих молочных и сыродельных комбинатах РФ [7,10].

Принимая во внимание незначительную вязкость растворов при низких температурах, применение «Асол-К» и натрий-хлоридного теплоносителя в холодильной технике можно считать вполне оправданным.

Из всех теплоносителей, которые были разработаны нами, наиболее высокой плотностью ($\rho=1,48$) обладает «Асол-К». Теплоемкость теплоносителя «Асол-К» тоже велика. Поэтому целесообразно использование именно этого теплоносителя в качестве жидкости, которой заполняются аккумуляторы холода.

Еще одна область применения теплоносителя «Асол-К» – использование его в качестве противоморозной и противокоррозионной присадки к бетонам при производстве строительных работ зимой на морозе. Как отмечается в газетах «Строительная наука» и «Строительная газета» РФ, теплоноситель «Асол-К» обладает хорошими пластифицирующими свойствами, снижает водопотребность бетонной смеси примерно на 7 % и, самое главное, бетон с этой добавкой может твердеть при температурах $-23, -25^{\circ}\text{C}$ [20].

На искусственных катках, в спортивных сооружениях для получения льда используются растворы хлорида кальция, реже – этиленгликолевые теплоносители. Растворы хлорида кальция плохи из-за коррозии, а этиленгликолевые теплоносители опасны из-за токсичности. В местах большого скопления людей целесообразно использовать разработанные нами нетоксичные и коррозионно-неактивные теплоносители.

Госсанэпидемслужбой РФ выданы гигиенические заключения на теплоносители «Асол-К» и «Экосол», где подтверждается их экологическая безопасность.

Разработанный нами коррозионно-неактивный, имеющий хорошие теплофизические свойства этиленгликолевый антифриз рекомендуется для автомобильных двигателей. Теплоноситель «Экосол» с улучшенными антикоррозионными свойствами целесообразно применять вместо антифризов на основе пропиленгликоля, которые при низких температурах обладают слишком высокой вязкостью. Применение теплоносителя «Экосол» несмотря на то, что он немного дороже этиленгликолевых антифризов, целесообразно по экологическим соображениям и из-за увеличения срока службы систем охлаждения автомобиля [12,14-16].

Экономический эффект от использования разработанных нами нетоксичных, коррозионно-

неактивных, дешевых, имеющих хорошие теплофизические свойства теплоносителей проявляется в сокращении ущерба от загрязнения окружающей среды и вреда здоровью человека, повышении эффективности работы и срока службы систем солнечного теплоснабжения и других промышленных систем обогрева и охлаждения. Их применение экономит органическое топливо, способствует решению вопросов энергетической независимости Кыргызстана от традиционного углеводородного топлива и существенным образом снижает капитальные затраты.

Литература

1. Обозов, А.Дж. Проблемы использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии в Кыргызстане // Теплоэнергетика, 1991, №12. - С. 49-52.
2. А.с. 1527246 СССР. Низкотемпературный теплоноситель /В. П. Баранник, Т.Х.Чен, М.Д.Абдуллаева, С.И.Смирнов, Г.Н.Мансуров - № 4326655/31; Заявл.08.09.87; Оpubл.07.12.89. Бюл.№45.
3. Абдуллаева М.Д. Богуславская И.В., Баранник В.П., Мансуров Г.Н., Чен Т.Х. Влияние ингибирующих добавок на коррозионное поведение алюминия в растворе K_2CO_3 //Защита металлов.- М., 1989.- №6.- С.1018-1020.
4. Абдуллаева М.Д. Использование солнечной энергии на предприятиях стройиндустрии // Материалы XXII междунар. конф. молодых ученых. – Иркутск, 1990.- С.213-215.
5. Абдуллаева М.Д., Орозматова Г.Т. Водно-солевые коррозионно-неактивные теплоносители для систем солнечного теплоснабжения //Солнечная энергия: тез. докл. Центральноазиатскоевроп. междунар. конф.-Ташкент, 2003.- С.51.
6. Абдуллаева М.Д., Баранник В.П. Экологически безопасный, некоррозионно-активный хладоноситель для пищевой промышленности //Экология промышленного производства. – М., 2003. -№2.-С.12-14.
7. Абдуллаева М.Д., Мурзубраимов Б.М. Коррозия и защита стали в водных растворах этилового спирта // Изв. НАН Кырг. Респ.-2004.-№1.-С.58-61.
8. Орозматова Г.Т., Абдуллаева М.Д. Ингибирование коррозии углеродистой стали в растворе хлорида натрия //Тр. межд. конф. «Актуальные проблемы современной науки». - Самара, 2004.-С. 47-51.
9. Пат.814 KG, МКИ С-09К 5/00. Хладоноситель / М.Д. Абдуллаева (Кыргызстан). 20040065.1; Заявл. 24.0208.2004; Оpubл. 30.09.2005, Бюл.№9.
10. Пат.775 KG, МКИ С 09К5/00. Экологически чистый хладоноситель / М. Д. Абдуллаева, В.П.Баранник (Кыргызстан). - №20030121.1; Заявл. 06.08.2003; Оpubл.30.04.2005, Бюл.№4.
11. Пат.776 KG, МКИ С09К 5/00. Солевой теплоноситель-антифриз / М. Д. Абдуллаева, Б.М.Мурзубраимов (Кыргызстан).-№20030122.1; Заявл.06.08.2003; Оpubл. 30.04.2005, Бюл.№4.
12. Абдуллаева М.Д., Баранник В.П. Новый, экологически безопасный теплоноситель для систем индивидуального теплоснабжения // Материалы конференции "Тепловые сети. Современные решения"(17-19мая 2005 г.) НП "Российское теплоснабжение".- М., 2005.
13. Абдуллаева М.Д., Исманжанов А.И. Ингибирование коррозии стали в натрий-хлоридном теплоносителе //Гелиотехника.-2005.-N2.-С.39-42.
14. Абдуллаева М.Д., Баранник В.П. Экологически безопасный антифриз «Экосол»//Автомобильная промышленность.-М., 2006-№2.-С.21-22.
15. Абдуллаева М.Д.Баранник В.П. Экологически безопасный теплохладоноситель//Экология промышленного производства. – М., 2006 - № 3. – С. 9-11.
16. Пат.977 KG. Экологически безопасный антифриз «Экосол» /М.Д.Абдуллаева, В.П.Баранник (Кыргызстан). - №20050115.1; Заявл.27.10.2005; Оpubл. 31.07.2007. Интеллектуалдык менчик №8/2007 с.19
17. Пат.978 KG, МКИ С09К 5/00. Нетоксичный теплохладоноситель/М.Д. Абдуллаева (Кыргызстан). - №20050114.1; Заявл.27.10.2005; Оpubл.31.07.2007, Интеллектуалдык менчик №8/2007 с.19
18. Абдуллаева М.Д., Исмаилов М.И. Использование золы хлопчатника и подсолнечника в качестве сырья для производства теплоносителя Асол-К //Изв. НАН Кырг.Респ.- 2009.-№3.- С. 89-93.
19. Пат. 1396 KG, МКИ С 09К5/00. Ингибиторы коррозии для антифриза /М.Д. Абдуллаева, И.Г.Кенжаев (Кыргызстан). - №20100042.1; Заявл.23.03.2010 Оpubл. 30.10.2011, Бюл.№10.
20. Фомин, И. Растет спрос на бетон с зимними добавками//Строительная газета . 2003.- 29 дек.-№52.

Рецензент: д.х.н. Шыйтыева Н.