

ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE USE OF NATURAL REFRIGERANTS IN THE CONDITIONS OF UZBEKISTAN

Azizov Dilshod Khabibullayevich¹, Azizova Durdonakhon Dilshod qizi², Karabaev Asatilla Sunatillayevich³, Abdullaev Mirolim Mirabidovich⁴, Zokhidov Mirakbar Zokir o'g'li⁵

¹OOO JIHOZVENT

Address: 60 Qatortol st., 100097, Tashkent city, Republic of Uzbekistan

E-mail: dilshodazizov1975@gmail.com

²Tashkent State Technical University

Address: 2 Universitetskaya st., 100095, Tashkent city, Republic of Uzbekistan

E-mail: durdonakhann@gmail.com

³Tashkent State Technical University

Address: 2 Universitetskaya st., 100095, Tashkent city, Republic of Uzbekistan

E-mail: asatillohkoraboev@gmail.com

⁴Tashkent State Technical University

Address: 2 Universitetskaya st., 100095, Tashkent city, Republic of Uzbekistan

E-mail: mmabdullayev007@gmail.com

⁵Tashkent State Technical University

Address: 2 Universitetskaya st., 100095, Tashkent city, Republic of Uzbekistan

E-mail: mirakbar0003231@gmail.com

Abstract: The best available refrigeration and air conditioning (ACC) technology is at least twice as efficient as conventional equipment. Experts estimate that their energy efficiency is currently 50-60% of the theoretical maximum, and there is potential to increase this figure to 70-80% through technological innovation. The replacement of refrigerants proposed by the Kigali Amendment to the Montreal Protocol to phase down Hydrochlorofluorocarbons (HCFCs) and Hydrofluorocarbons (HFCs) provides an opportunity to maximize energy efficiency benefits.

Energy efficiency in the RCA sector is the provision of services such as comfort and food preservation, only with less energy. Any indicator of energy efficiency in its essence is the ratio of refrigeration (thermal) power to consumed. It is noted that energy efficiency indicators can be expressed in absolute or specific normalized value. The absolute norm characterizes the consumption of fuel and energy resources in regulated operating conditions (modes). The specific rate characterizes the ratio of the consumption of fuel and energy resources to the generated or consumed energy, manufactured products, performed work in regulated conditions (modes) of operation.

Some joint developments co-financed with the United Nations Development Program (UNDP) and stakeholders in the field of refrigeration and air conditioning have been studied and analyzed. The results of these studies are presented.

Keywords: energy efficiency, alternative refrigerants, Montreal Protocol, COP, EER, chiller, HCFC.

ЎЗБЕКИСТОН ШАРОИТИДА ТАБИЙ СОВИТИШ АГЕНТЛАРИДАН ФЙДАЛАНИШНИНГ ЭНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Д.Х. Азизов, Д.Д. Азизова, А.С. Карабаев, М.М. Абдуллаев, М.З. Зоҳидов

Аннотация: Мавжуд бўлган энг яхши совутиш ва ҳавони кондициялаш (СХК) технологияси анъанавий ускуналардан камида икки баробар самаралидир. Мутахассисларнинг ҳисоб-китобларига кўра, уларнинг энергия самарадорлиги ҳозирда назарий максимал кўрсаткичнинг 50-60 фоизини ташкил этади ва технологик инновациялар орқали бу кўрсаткични 70-80 фоизга ошириш имконияти мавжуд. Гидрохлорфторуглеродлар (ГХФУ) ва гидрофторуглеродларни (ГФУ) босқичма-босқич камайтириш ҳақидаги Монреал протоколига киритилган Кигали ўзгартириши бўйича таклиф қилинган совутиш агентларини алмаштириш энергия самарадорлигини максимал даражада ошириш имкониятини беради.

СХК секторидаги энергия самарадорлик - бу комфорт шароитни яратиш ва озиқ-овқат маҳсулотларини сақлаш каби хизматларни камроқ энергия сарфлаб бажаришдир. Энергия самарадорликнинг ҳар қандай кўрсаткичи ўз моҳиятига кўра - совитиш (иситиш) қувватининг истеъмол қилинадиган қувватга нисбати сифатида ҳисобланади. Мақолада энергия самарадорлик кўрсаткичлари мутлақ ёки солиштирма меъёрланган қийматда ифодаланиши мумкинлиги таъкидланган.

Мутлақ меъёр ёқилғи-энергия ресурсларининг тартибга солинадиган иш шароитларида (режимларида) сарфланишини тавсифлайди. Солиштирма кўрсаткич эса ёқилғи-энергия ресурслари сарфини ишлаб чиқарилган ёки истеъмол қилинадиган энергияга, ишлаб чиқарилган маҳсулотларга, тартибга солинадиган иш шароитларида (режимларида) бажарилган ишларга нисбатини тавсифлайди.

Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг Тараққиёт Дастури (БМТТД) ва совутиш ва ҳавони кондициялаш соҳасидаги манфаатдор томонлар билан биргаликда молиялаштирилган айрим кўшма ишланмалар ўрганилди ва таҳлил қилинди. Ушбу тадқиқотлар натижалари тақдим этилди.

Таянч сўзлар: энергия самарадорлиги, муқобил совутиш агентлари, Монреал протоколи, энергия самарадорлиги коэффициенти, ЭЕР, чиллер, ГХФУ.

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ХЛАДАГЕНТОВ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА

Д.Х. Азизов, Д.Д. Азизова, А.С. Карабаев, М.М. Абдуллаев, М.З. Зоҳидов

Аннотация: Лучшие из доступных технологий охлаждения и кондиционирования воздуха (ОКВ) как минимум в два раза эффективнее обычного оборудования. По оценкам экспертов, в настоящее время их энергоэффективность составляет 50–60% от теоретического максимума, и существует потенциал для повышения этого показателя до 70–80% путем технологических инноваций. Замена хладагентов, которую предлагает совершить Кигалийская поправка к Монреальскому протоколу о поэтапном сокращении Гидрохлорфторуглеродов (ГХФУ) и Гидрофторуглеродов (ГФУ), предоставляет возможность достижения максимальных выгод от энергоэффективности.

Энергоэффективность в секторе ОКВ – это предоставление таких услуг, как комфорт и сохранение продуктов, только с меньшими затратами энергии. Любой показатель энергоэффективности по своей сути – это отношение холодильной (тепловой) мощности к потребляемой. Отмечено, что показатели энергоэффективности могут быть выражены в абсолютной или удельной нормированной величине. Абсолютная норма характеризует расход топливно-энергетических ресурсов в регламентированных условиях (режимах) работы. Удельная норма характеризует отношения расхода топливно-энергетических

ресурсов к вырабатываемой или потребляемой энергии, произведенной продукции, выполненной работе в регламентированных условиях (режимах) работы.

Изучены и проанализированы некоторые совместные разработки, софинансированные с Программой Развития Организации Объединённых Наций (ПРООН) и заинтересованными сторонами в области холодильной техники и кондиционирования воздуха. Представлены результаты этих исследований.

Ключевые слова: энергоэффективность, альтернативные хладагенты, Монреальский протокол, коэффициент энергоэффективности, EER, чиллер, ГХФУ.

Введение

Лучшие из доступных технологий охлаждения и кондиционирования воздуха (ОКВ) как минимум в два раза эффективнее обычного оборудования. По оценкам экспертов, в настоящее время их энергоэффективность составляет 50–60% от теоретического максимума, и существует потенциал для повышения этого показателя до 70–80% путем технологических инноваций. Замена хладагентов, которую предлагает совершить Кигалийская поправка к Монреальскому протоколу о поэтапном сокращении ГФУ, предоставляет возможность достижения максимальных выгод от энергоэффективности.

Повышение уровня рационального использования энергетических ресурсов является важнейшей проблемой современности. Это определяется не только ростом потребности, удорожанием их добычи и производства, но и тем, что по объему использования энергетических ресурсов и связанному с этим воздействием на природу человечество приближается к предельно допустимому порогу.

Энергоснабжение – крупнейший источник глобальных выбросов парниковых газов, поскольку на его долю приходится около 35% общего объема выбросов. Домохозяйства потребляют 29% мировой энергии и являются источником 21% соответствующих выбросов углекислого газа. Энергоэффективность в секторе ОКВ – это предоставление таких услуг, как комфорт и сохранение продуктов, только с меньшими затратами энергии. Любой показатель энергоэффективности по своей сути – это отношение холодильной (тепловой) мощности к потребляемой. Энергоэффективность оборудования – совершенствование технологий или дизайна продукта, прибора либо его компонента, которое приводит к тому, что при одинаковой производительности (холодо-/теплопроизводительности) затрачивается меньшее количество энергии.

Республика Узбекистан реализует комплексные меры по углублению структурных реформ, модернизации и диверсификации основных секторов экономики, по сбалансированному социально-экономическому развитию своих территорий. По оценкам экспертов центра по эффективному использованию энергии, энергоёмкость национальной экономики в 2-2,5 раза выше, чем в развитых странах. Большие потери энергоресурсов приходятся на жилищный сектор. В данных, приведённых информационной службой Министерства энергетики, отмечается, что при среднемировом показателе потребления энергии в жилищном секторе в 23 процента в Узбекистане этот показатель достигает 40 процентов. Если не работать постоянно над увеличением энергоэффективности в экономике, в сфере социальных и коммерческих объектов, а также домашних хозяйств, то значительный объем энергоресурсов будет продолжать расходоваться впустую.

Институциональное укрепление и деятельность по наращиванию научного потенциала традиционно включали обучение техников в секторе обслуживания, тренинги региональных сетей и компаний по повышению информированности общественности с целью обратить внимание потребителей на энергоэффективную и экологически чистую продукцию. Такая деятельность в области энергоэффективности гармонично дополняет другие программы и мероприятия. В Узбекистане систематически проводятся мероприятия по обучению, переквалификации и повышению квалификации технических специалистов в области холодильной и климатической техники, особое внимание уделяется обучению женщин специальности ОКВ. Стандартные учебные программы по ОКВ должны быть сфокусированы на курсах и программах по энергоэффективности и модернизации систем ОКВ.

Методы исследования и полученные результаты

Показатели энергоэффективности могут быть выражены в абсолютной или удельной нормированной величине [1]. Абсолютная норма характеризует расход топливно-энергетических ресурсов в регламентированных условиях (режимах) работы. Удельная норма характеризует отношения расхода топливно-энергетических ресурсов к вырабатываемой или потребляемой энергии, произведенной продукции, выполненной работе в регламентированных условиях (режимах) работы

В качестве показателей энергоэффективности предпочтительны удельные показатели, т. е. количество энергии или топлива, затрачиваемое машиной, механизмом на производство единицы продукции или работы.

Для кондиционеров и тепловых насосов удельные показатели это - EER (Energy efficiency ratio) и COP (Coefficient of performance) имеют следующие особенности:

- EER и COP – это показатели, привязанные к определенным условиям, то есть, моментальные показатели.

- Обычно приводятся EER и COP для номинального режима (100% нагрузка при стандартных условиях). Это может быть удобно для быстрой оценки эффективности оборудования, но тогда будет учитываться только один режим работы.

- Часто в каталогах расчет EER и COP производится с учетом только мощности компрессора (без учета вентиляторов и других частей кондиционера), что не совсем верно при отсутствии соответствующих оговорок.

- EER и COP являются интернациональными общепризнанными показателями, понятными для специалистов всех стран и континентов.

- По EER и COP производится деление кондиционеров по классам (от А до G.) энергоэффективности.

Улучшение компонентов или конструкции оборудования для повышения его энергоэффективности, как правило, увеличивает затраты на производство из-за дорогостоящих материалов или более сложного производства. Однако потребление энергии обычно составляет около 80% расходов в течение всего жизненного цикла (покупка и эксплуатация), поэтому потребители могут получить существенную общую экономию благодаря повышенной эффективности, даже если расходы на оборудование увеличиваются. Более того, увеличение производственных затрат на оборудование высокой эффективности не обязательно приводит к увеличению розничной цены для потребителя. Зарубежные исследования показали, что со временем цены, скорректированные с учетом инфляции, значительно снижаются, несмотря на краткосрочные небольшие последствия новых стандартов[2]. Ученые объясняют такое снижение цен частичной экономией на количестве, технологическом обучении и инновациях.

Ниже представлены некоторые совместные разработки, софинансированные с Программой Развития Организации Объединённых Наций (ПРООН) и

заинтересованными сторонами в области холодильной техники и кондиционирования воздуха[3].

В Республиканском научном центре экстренной медицинской помощи (РНЦЭМП) в 2017 году был реализован проект “Замена устаревшего чиллера централизованной системы кондиционирования воздуха РНЦЭМП, работающего на озоноразрушающем хладагенте ГХФУ 22, на чиллер, работающий на природном хладагенте аммиак (R717)”. В период подготовки проекта было установлено следующее:

1. Общая холодопроизводительность чиллера, работающего на ГХФУ 22 (R22), составляла 1710 кВт при температуре холодной воды на выходе $+6^{\circ}\text{C}$ и температуры охлаждающей воды на выходе из конденсатора $+35^{\circ}\text{C}$.

2. Холодильная станция включала два чиллера «Climaveneta 3000» на базе полугерметичных компрессоров марки D8DJ-600x «Copeland» с объемной производительностью 181 м³/час (Рис.1).

В каждом чиллере установлено по шесть полугерметичных компрессоров. На тот период из указанных двух чиллеров в рабочем состоянии был только один, и то – на 70%,



Рисунок 1. Общий вид устаревшего чиллера, работающего на R22.

так как из шести компрессоров исправно функционировали только четыре. В связи с этим холодильная станция не справлялась в летний период с тепловой нагрузкой, что приводило к повышению температуры воздуха в больничных корпусах. В целях демонстрации альтернативных технологий и технических решений была рассмотрена возможность замены чиллеров, работающих на ГХФУ 22, на чиллеры аналогичной холодопроизводительности, работающие на аммиаке (R717) – озонобезопасном хладагенте. Было закуплено два чиллера ChillPAC 112L

от SABROE (рис. 2). В настоящее время Датская компания Sabroe входит в состав концерна Johnson Controls.



Рисунок 2. Общий вид нового чиллера, работающего на R717

Для проведения исследований чиллеров, работающих на различных хладагентах, в РНЦЭМП были использованы эксплуатационно-технические данные заводского испытания. В качестве расчетных режимов работы были взяты следующие параметры:

- среднесуточный коэффициент рабочего времени (от 0,25 до 0,38);
- рабочие дни в году (от 125 до 150);
- температура охлажденной воды на выходе из чиллера: $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- перепад температур охлаждаемой воды: $5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура конденсации хладагентов: $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура хладагента на выходе из конденсатора: $+38\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Аналитические исследования чиллеров на ГХФУ22 и R717 дали следующие результаты:

а) коэффициент энергоэффективности по холоду чиллера на R22 составил $\text{COP}_{\text{R22}}=3,62$; а для чиллера, работающего на аммиаке – $\text{COP}_{\text{R717}}=5,49$, что означает уменьшение удельного расхода потребляемой энергии на выработку холода в 1,5 раза;

б) отрицательная разница годового потребления электроэнергии за счет применения нового чиллера составила от 91 400 до 109 670 кВт*час, в зависимости от среднелетней температуры окружающего воздуха.

Ещё одним немаловажным шагом в продвижении “зеленых” технологий является перевод малых холодильных систем (бытового и торгово-коммерческого холодильного оборудования) с ГХФУ и ГФУ на натуральные хладагенты. По данным предварительных опросов, в Узбекистане имеются несколько десятков предприятий, выпускающих бытовое и торгово-коммерческое холодильное оборудование. Одним из таких предприятий является ООО “Xiva Maishiy Texnika” в Хивинском районе Хорезмской области, где налажен выпуск морозильников и витрин. Ранее агрегаты этих установок работали на ХФУ ГФУ и ГХФУ хладагентах. При поддержке ПРООН выполнен демонстрационный проект “Замена производственной коммерческой мелкосерийной холодильной линии с использованием ГХФУ на технологию с нулевым ОРВ и с низким ППП, работающую на природных хладагентах – пропане (R290) и/или изобутане (R600a)”. В настоящее время разработаны холодильные агрегаты с компонентами, функционирующими на экологически чистых хладагентах.

Для определения эффективности были сформулированы параметры работы и проанализированы результаты исследования морозильников и витрин, работающих на ГХФУ, ГФУ и природных хладагентах. Снятие параметров производилось в одинаковых условиях работы исследуемых объектов. В качестве сравнительного параметра был взят расход электроэнергии и COP холода каждой установки. Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты исследований морозильников и холодильных витрин на предприятии ООО "Xiva Maishiy Texnika"

№	Название установки	Хладагент	Режим работы	Электрическая мощность агрегата, Вт	COP охлаждения
1	Морозильник	ГФУ 134a (R 134a)	Номинальное (хранение замороженных продуктов)	139	0,72
2	Морозильник	Изобутан (R 600a)	Номинальное (хранение замороженных продуктов)	115	1,15
3	Витрина	ГХФУ 22 (R 22)	Номинальное (хранение охлажденных продуктов)	807	1,53
4	Витрина	ГФУ 404A (R 404A)	Номинальное (хранение охлажденных продуктов)	825	1,49
5	Витрина	Пропан (R 290)	Номинальное (хранение охлажденных продуктов)	710	1,74

Исследования дали следующие результаты:

- морозильники, оснащенные холодильными агрегатами на R134a, потребляют 17% больше электрической энергии, чем агрегаты на R600a. COP установки на R600a на 37% больше, чем на R134a;

- до использования натурального хладагента в витринах, была частичная замена ГХФУ22 на ГФУ404А. Данная разработка привела к увеличению расхода электроэнергии на 2,2% и уменьшению ЭЭ на 2,68%. Из этого следует, что *для тропического климата Узбекистана замена R22 на R404A не даёт экономическую выгоду*;

- витрины, агрегаты которых работали на R404A, были заменены на агрегаты, работающие на пропане. Холодопроизводительность этих витрин в номинальном режиме составило 1,227-1,231 кВт. Как видно из таблицы, электрическая мощность новых образцов на 14% меньше, что способствовало повышению энергоэффективности 1,17 раза. Если бы изначально производилась замена R22 на R290, то можно было бы сэкономить 12% электроэнергии.

Если предположить, что данная практика будет применяться при производстве 500 штук морозильников и 500 штук холодильных витрин заменяя ГФУ на природные хладагенты, то ***экономическая выгода от эксплуатации составит 104250 кВтч в год.***

В Узбекистане за последние 15 лет динамика роста цен на природный газ обгоняет динамику роста цен на электричество. Если в 2021 году использование ТН для дома площадью 300 м² было дороже 2,6 раза по сравнению с газовым котлом, то в 2006 году этот показатель был равен 7,43. Возможно, через несколько лет дальнейший рост тарифов на природный газ и электричество, а также повышение энергоэффективности ТН позволят увеличить объём эксплуатации теплонасосных установок. Использование теплонасосных отопительных установок является экономически оправданным решением для объектов, находящихся вдали от газовых магистралей.

Для систем на CO₂ характерна более высокая зависимость их эффективности от области применения и климатических условий, по сравнению с системами на других хладагентах. Снижение эффективности системы с увеличением температуры конденсации является отличительным признаком всех хладагентов, а CO₂ принадлежит к хладагентам, для которых это снижение наиболее заметно. Хорошие теплофизические свойства CO₂ в определенной степени компенсируют этот недостаток. CO₂ характеризуется высокой энергоемкостью при повышенных

температурах, и при возможности утилизации выделяющегося тепла для нагрева воды в системе хозяйственно-бытового водоснабжения или иных аналогичных целей общая эффективность становится очень высокой.

Для испытания теплового насоса на CO_2 на кафедре “Холодильная и криогенная техника” Ташкентского государственного технического университета был создан специальный стенд. Он оснащён системой измерения и обработки данных, разработанный на основе теплового насоса фирмы SANDEN, относящейся к экологической организации ERP (Франция). Вся система теплового насоса фирмы SANDEN соответствует Европейской директиве 2002/95/CE относительно ограничения использования некоторых опасных веществ в электронном оборудовании и электронике.

Испытание стенда производилось при различных температурах окружающей среды. Опытные данные обрабатывались, и были определены такие показатели, как: зависимость теплопроизводительности и электрической мощности компрессора, COP, удельный расход электроэнергии и термодинамический КПД в зависимости от температуры наружного воздуха при температурах поступающей воды $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $45\text{ }^{\circ}\text{C}$. В теплое и жаркое время года на этом стенде была применена практика полезного использования воздуха внутри помещения в качестве низкопотенциального источника. В этом случае установка одновременно использовалась как кондиционер и тепловой насос, производя холод и тепло. Данная практика дала возможность повысить COP комбинированного цикла в 1,5 раза и достичь значения 6 и более. В установке полученная экономия электрической энергии от внедрения этой практики составила $277\text{ кВт}\cdot\text{ч}/\text{год}$.

Заключение

Энергоэффективность в секторе ОКВ – это предоставление таких услуг, как комфорт и сохранение продуктов, только с меньшими затратами энергии. Поэтапное сокращение потребления и производства ГХФУ и ГФУ может способствовать значительному повышению энергоэффективности систем кондиционирования воздуха и холодоснабжения. Технологии нового поколения почти всегда приводили к более низкому потреблению электроэнергии как для их производителей, так и для потребителей.

Две исследования в Республике по замене ГХФУ и ГФУ на экологически чистые хладагенты дали следующие результаты:

- Проект “Замена устаревшего чиллера централизованной системы кондиционирования воздуха РНЦЭМП, работающего на озоноразрушающем хладагенте ГХФУ 22, на чиллер, работающий на природном хладагенте аммиак (R717)” дал возможность сэкономить электроэнергию в размере 100 000 кВтч/год.

- Экономическая выгода от проекта «Замена производственной коммерческой мало-серийной холодильной линии с использованием ГХФУ на технологию с нулевым ОРВ и с низким ПГП, работающих на природных хладагентах - пропан (R290) и/или изобутан (R600a)» может составить 104250 кВтч в год.

- Разработан и исследован специальный стенд-тепловой насос на экологически чистом хладагенте – диоксид углерода (CO₂). В теплое и жаркое время года на этом стенде была применена практика полезного использования воздуха внутри помещения в качестве низкопотенциального источника. В этом случае установка одновременно использовалась как кондиционер и тепловой насос, производя холод и тепло. Данная практика дала возможность повысить COP комбинированного цикла в 1,5 раза и достичь значения 6 и более. В установке полученная экономия электрической энергии от внедрения этой практики составила 277 кВт*ч/год.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Rukovodstvo po energoeffektivnosti holodilnogo oborudovaniya, konditsionerov vozduha i teplovih nasosov, Bishkek, B.:2018 -43 s.
2. http://www.cenef.ru/file/FINAL_EE_report_rus.pdf.
3. https://www.uz.undp.org/content/uzbekistan/ru/home/library/environment_energy/potential-for-improving-energy-efficiency-in-the-refrigeration-a.html.
4. Kalnin I.M., Fadekov K.N., Otsenka effektivnosti termodinamicheskikh siklov parokompressionnih holodilnih mashin i teplovih nasosov. //Holodilnaya texnika 2006 №3 S 15-24.
5. Energoeffektivnost v zdaniyah: skritiy resurs ustoychivogo razvitiya Uzbekistana. PROON, Tashkent, 2014.
6. Perspektivi primeneniye uglekislogo gaza v holodilnih mashinah// Molodoy Uchyoniy mejdunarodniy nauchniy jurnal 7-2017 chast 1. - S.46-48.
7. Teploobmenniy apparat holodilnoy ustanovki s effektivnoy poverhnostyu teploobmena, rabotayushiy na ekologicheski chistih hladagentah// Tashkent, Vestnik TashGTU, TGTU, 2015g. №4. – S.130-135.

8. D. Azizov, F. Saydiyev. Osnovi holodolnoy tekhniki i tekhnicheskogo obslujivaniya holodil'nih system.// Rukovodstvo dlya tekhnicheskikh spetsialistov – holodil'shikov. Baktria press. Tashkent 2017. 176 s.
9. Lashutina N.G., Verhova T.A., Suedov V.P. Holodilniye mashini i ustanovki. – M.: KolosS, 2006. – 440 s.
10. Kurilyev Ye.S., Onosovskiy V., Rumyansev Yu.D. Holodilnie ustanovki. – SPb. – 2004. – 576 s.
11. Rumyansev Yu.D., Kalyunov V.S. Holodilnaya tekhnika. – SPb.: Professiya. 2003. – 360 s.
12. Azizov D.Kh. Vibor hladoagenta dlya teplovih nasosov. Himiya i himicheskaya tekhnologiya, 2013, №3, B.59-61
13. Azizov D.Kh., Karimov K.F., Qoraboyev A.S. Sovutish kompressor mashinalari, qurilmalari va electr jihozlari – T.: Noshir, 2013 – 152b.
14. World skills Russia - <https://esat.worldskills.ru/competencies/0f24a055-4a6b-4a89-bfb8-65fb67169118/categories/78f04e96-01cc-49b2-8c67-b9f1117a047>
<https://nationalteam.worldskills.ru/skills/kholodilnaya-tekhnika-i-sistemy-konditsionirovaniya/>
15. Specializirovanniy centr kompetensiy «Holodilnaya Tekhnika i Sistemi Konditsionirovaniya» - <http://wsr-ref.ru/>
16. Razrabotka energosberegayushih termotransformatorov, rabotayushih na ozonobezopasnih hladagentah. Otchyot po NIR. № Gos. Reg. 01970005799, 1999 g.
17. Rukovodyashiye prinsipi tipovogo regulirovaniya Programmi Organizatsii Ob'yedinennix Natsiy po okrujayushey srede (YuNEP) United For Efficiency (U4E), 2020.