

Алгоритм розрахунку	Втрати тиску, тис.м ³	Похибка до еталонного розрахунку, %
Нормативний документ газотранспортного підприємства	374,6	1,1
Нормативний документ газовидобувного підприємства	182,4	50,8
Еталонний розрахунок	370,5	0,0

Як видно із представленого вище порівняння, результат, отриманий за першим розрахунком, знаходиться в межах не лише інженерної похибки (5 %), але й доволі близький до комерційної похибки обліку газу, що передається від одного до іншого підприємства.

Висновки. Проведено розлогі розрахунки за різними методиками і порівняння їх з загальновідомими формулами, що описують процес витікання газу через штуцери, яке супроводжується зміною тиску від величини в місці витоку до атмосферного. За підсумками проведеної роботи можна констатувати, що балансний метод на I стадії підрахунку обсягів техно-

логічних втрат є найбільш прийнятним нормативним документом [2] для таких позаштатних ситуацій.

ЛІТЕРАТУРА:

1. СОУ 35.2-30019775-054:2012 Паливно-енергетичні ресурси. Нормування виробничо-технологічних витрат і нормативних втрат природного газу, тепла та електроенергії. Методичні положення – діючий в ПАТ «Укргазвидобування».
2. СОУ 60.3-30019801-100:2012 Газ природний горючий. Визначення обсягів витрат природного газу на виробничо-технологічні потреби під час його транспортування газотранспортною системою та експлуатації підземних сховищ газу – діючий в ПАТ «Укртрансгаз».
3. Бойко В.С., Кондрат Р.М., Яремійчук Р.С. Довідник з нафтогазової справи. – К.: Львів, 1996. – 620с.
4. Капцов И.И. Сокращение потерь газа на магистральных газопроводах. – М.; Недра, 1988. – 160с.
5. Деточенко А.В., Михеев А.Л., Волков М.М. Спутник газовика. – М.: Недра, 1978. – 311с.
6. Васильев Г.Г., Шибнев А.В., Яковлев Е.И. Вопросы планирования и организации ремонта газопроводов. – М.: ВНИИЭГазпром, 1989. – 59с.
7. Векштейн М.Г., Тугунов Н.И., Галеев В.Б. Централизованное аварийно-восстановительное обслуживание линейной части магистральных трубопроводов. – М.: ВНИИОЭНГ, 1975. – 90с.

УДК 624.152.61

Болотских Н.С.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ЛИКВИДАЦИЯ ЛОКАЛЬНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ПОМОЩЬЮ ИГЛОФИЛЬТРОВЫХ УСТАНОВОК

Введение. При близком расположении уровня грунтовых вод к дневной поверхности из-за аварий при перевозках различных химических материалов и нефтепродуктов, в результате продолжительной деятельности некоторых предприятий и организаций (складов горючесмазочных материалов и удобрений, заправочных

станций, станций технического обслуживания, различных депо, предприятий по переработке вторичного сырья, химической, легкой и другой промышленности), а также при эксплуатации систем жизнеобеспечения в городах и поселках страны (например, систем канализации) нередко про-

исходит локальное загрязнение экологически опасными веществами не только верхнего слоя земли, но подземных вод. Для ликвидации последствий таких загрязнений грунтовых вод в мировой практике используется ряд способов, технологий и технических средств. Одним из таких способов является откачка загрязненных вод из грунта с помощью иглофильтровых установок (рис. 1)

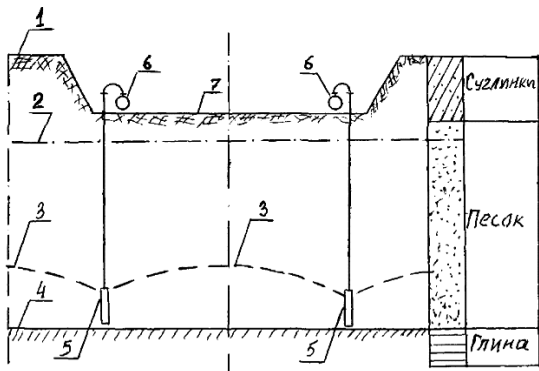


Рис. 1. Схема откачки из грунта загрязненных подземных вод с помощью иглофильтровых установок:

1 – поверхность земли; 2 – естественный уровень грунтовых вод; 3 – сниженный уровень грунтовых вод; 4 – водоупорный слой грунта (глина); 5 – иглофильтры; 6 – водосборный всасывающий коллектор иглофильтровой установки; 7 – дно выемки грунта.

Сущность этого способа поясним на примере ликвидации последствий разлива экологически опасной жидкости на поверхности земли. В этом случае на месте разлива обычно производится срезка верхнего слоя загрязненного грунта и отправка его на утилизацию. Затем на дне созданной выемки по ее контуру монтируется всасывающий водосборный коллектор и в обводненные грунты гидравлическим способом погружается необходимое количество иглофильтров. Затем эти иглофильтры подключают к водосборному коллектору, который в свою очередь соединяют с приводной станцией (дренажным агрегатом) иглофильтровой установки. При включении приводной станции в работу во всасывающей системе создается необходимый вакуум, благодаря которому через приемные звенья иглофильтров происходит подсосывание из грунта загрязненной воды и подача ее на поверхность. Эта вода от

приводной станции отводится на утилизацию либо подается на сброс в специально отведенные для этих целей емкости.

Проведенные исследования и накопленные данные практического применения этого способа позволяют в настоящее время рекомендовать использовать для откачки из грунтов загрязненных вод в первую очередь иглофильтровые установки вакуумного водопонижения IgE-81 (Польша) [1,2] и УЗВМ-2, ПУВВ-1, ПУВВ-5МЕА (Украина) [3,4,5]. С помощью этих установок можно эффективно откачивать загрязненные воды с глубин примерно до $7 \div 7,5$ м (начиная от оси водосборного коллектора). В каждом конкретном случае на месте ликвидации загрязнений подземных вод определяется схема размещения всасывающего водосборного коллектора, количество и места погружения в грунт иглофильтров, а также количество задействованных для этих целей иглофильтровых установок.

Описанию упомянутых выше иглофильтровых установок и опыта их применения при ликвидации локальных загрязнений подземных вод посвящается настоящая статья.

Цель статьи – освоение на практике эффективных технологий и технических средств защиты подземных вод от локальных загрязнений экологически опасными веществами.

Результаты исследования. Проведенные обобщения практических данных убедительно показали, что наиболее перспективной для откачки из грунта подземных вод, загрязненных экологически опасными веществами, является иглофильтровая установка IgE-81 [1,2]. Она универсальна и в настоящее время применяется для: откачки из грунта загрязненных подземных вод; быстрой откачки экологически опасных жидкостей при утечках из различных резервуаров и емкостей; откачки остаточных поверхностных вод при устранении последствий наводнений; снижения уровня и откачки загрязненных грунтовых вод при производстве аварийно-восстановительных работ на сетях водоотведения; строительного водопонижения при сооружении котлованов и траншей

длиной до 50 м и глубиной до 7 м в обводненных и слабоустойчивых грунтах с малыми коэффициентами фильтрации.

Эта установка выпускается двух модификаций: IgE-81/32 и IgE-81/63 [1]. Они отличаются друг от друга прежде всего конструкцией всасывающих систем и количеством иглофильтров. В установках IgE-81/32 используется иглофильтр диаметром 32 мм, изготовленный из эластичной и полупрозрачной полиэтиленовой трубы Ø 32×3,4 мм, длиной 7 м, оканчивающейся фильтром с сеткой длиной: 0,3, 0,6 и 1 погонный метр. В установках IgE-81/63 используется иглофильтр диаметром 63 мм, изготовленный из эластичной и полупрозрачной полиэтиленовой трубы Ø 63×5,8 мм, длиной 6 м, оканчивающийся сетчатым фильтром длиной 0,6 м. В зависимости от притока воды количество иглофильтров, подключаемых ко всасывающей системе установки, может быть различным (от 5 до 150 штук). Чаще всего установки IgE-81 комплектуются

иглофильтрами в количестве от 50 до 100 штук. Обе модификации установок IgE-81 (рис.2) имеют одну и ту же приводную станцию (дренажный агрегат) [2], которая включает в себя два насоса: 1 – марки Pedrollo HF 20A с производительностью 70 м³/ч, напором 12 м и мощностью электродвигателя 4 кВт и 2 – марки Pedrollo F 50/160 с производительностью 54 м³/ч, напором 26 м и мощностью электродвигателя 5,5 кВт, а также два напорных бака и один встроенный водоструйный насос (эжектор). Эти элементы приводной станции смонтированы на единой стальной раме и соединены между собой. В установке используются быстромонтируемые стальные межфланцевые клапана (запорный и обратный). Со всасывающей системой приводная станция соединяется с помощью армированного рукава диаметром 133 мм. Необходимый вакуум во всасывающей системе создается водоструйным насосом.

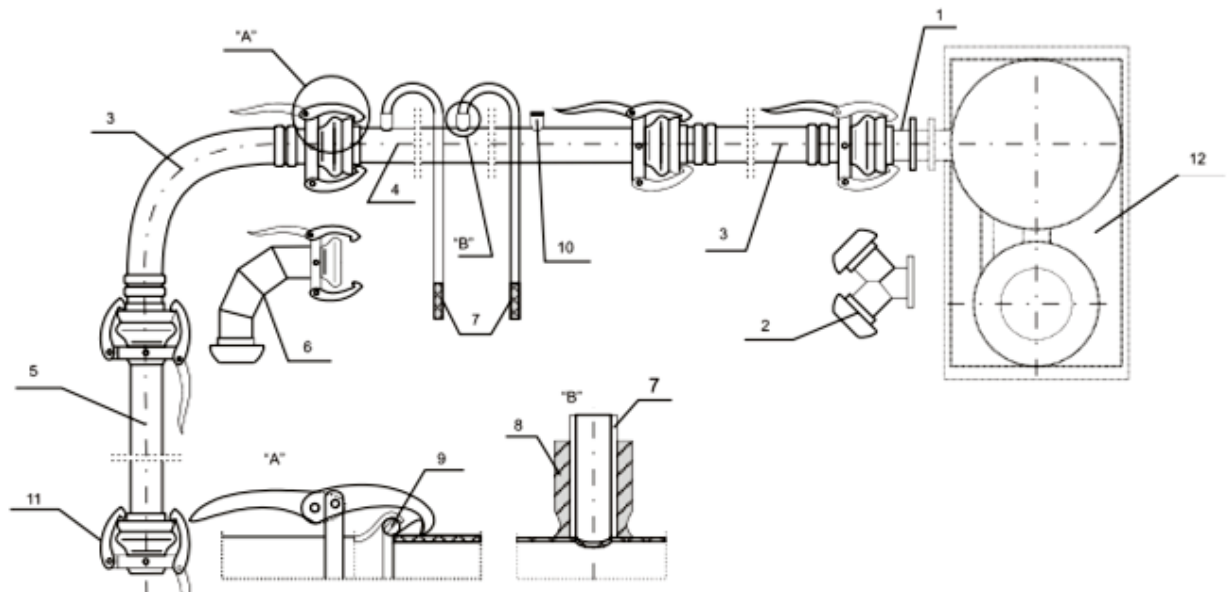


Рис.2. Схема иглофильтровой установки IgE-81:

1 – патрубок фланцевый; 2 – распределитель фланцевый; 3 – эластичное соединение (армированный шланг); 4 – всасывающий линейный водосборный коллектор; 5 – труба; 6 – колено; 7 – эластичный иглофильтр; 8 – резиновая прокладка для герметизации соединения иглофильтра с патрубком; 9 – прокладка для герметизации соединений труб с коллектором; 10 – пробка для закрытия патрубков на всасывающем коллекторе; 11 – внешняя заглушка для замыкания торца всасывающего коллектора; 12 – приводная станция установки (дренажный агрегат).

Конструкция приводной станции позволяет за счет комбинации включений насосов перенастраивать ее на работу в трех

самостоятельных режимах: I – когда включен только первый насос Pedrollo HF 20A с потребляемой мощностью 4 кВт; II – когда включены оба насоса Pedrollo HF 20A

БУДІВНИЦТВО

и Pedrollo F 50/160 с потребляемой суммарной мощностью 9,5 кВт; III – когда включен только второй насос Pedrollo F 50/160 с потребляемой мощностью 5,5 кВт. Эти режимы работы установки выбираются в зависимости от местных условий (количества откачиваемых из грунта воды и воздуха, поступающего в приемные звенья иглофильтров, уровня грунтовых вод и др.).

По желанию заказчика установка может быть укомплектована специальной арматурой для работы в агрессивных средах. Кроме того, трубы всасывающего коллектора и соединительные дуги могут изготавливаться из модифицированного полиэтилена HDPE. Описанная установка

IgE-81 является в настоящее время наиболее совершенной. Она обеспечивает стабильную откачку загрязненных вод даже в самых сложных условиях. Она мобильна, имеет сравнительно небольшую массу, малоэнергоёмка, быстро монтируется на месте производства работ, легко управляется. Основные ее элементы изготовлены из материалов с учетом использования для откачки загрязненных агрессивных вод. Благодаря этим достоинствам установка нашла широкое применение для ликвидации локальных загрязнений подземных вод.

Иглофильтровые установки IgE-81 имеют технические параметры, указанные в табл. 1.

Таблица 1 - Техническая характеристика иглофильтровых установок IgE-81

Наименование показателя	Единица измерения	Режим работы приводной станции		
		I	II	III
		Насос 1	Насосы 1 и 2	Насос 2
Максимальная производительность по воде	м ³ /ч	20	87	70
Максимальная производительность по воздуху	м ³ /ч	34	34	до 8%
Максимальный напор на выходе из агрегата	м.вод.столба	10	20	20
Мощность (максимальная)	кВт	4	9,5	5,5
Напряжение	В			
Максимальное разрежение во всасывающей системе	м.вод.столба	9,5		
Максимальная глубина всасывания воды	м	7		
Габаритные размеры приводной станции (длина × ширина × высота)	мм	1450×860×1280		
Масса приводной станции	кг	400		

В ХНУСА также практически доказана возможность использования для откачки загрязненных подземных вод созданной в университете иглофильтровой установки УЗВМ-2 [3,4]. В частности, эта установка эффективно использовалась для откачки грунтовых вод, загрязненных нефтепродуктами, на территории депо «Москва-Сортировочная». На этом участке под почвой залегают водонасыщенные мелкозернистые пески средней мощностью 5 м с глинистыми прослойками, подстилаемыми суглинками толщиной до 2 м.

Среднее значение коэффициентов фильтрации грунта составляет 2÷3 м/сутки. Грунтовые воды характеризуются повышенным содержанием сульфатов и являются слабоагрессивными. Статический уровень грунтовых вод находится на глубине 2,3 м от поверхности. За длительный период работы депо на ее территории грунт и, соответственно, грунтовые воды были сильно загрязнены нефтепродуктами и в первую очередь дизельным топливом. В таких условиях возникла необходимость

в реконструкции системы канализации закрытым способом без остановки функционирования в принятом режиме самого локомотивного депо. При ведении этих работ, в частности, при сооружении вертикального ствола шахты-камеры (для спуска и подъема проходческого щита, подъема грунта, подачи тубингов и раствора и т.д.) с размерами сечения $7 \times 5,5$ м и глубиной 4,7 м по предложению ХНУСА было принято решение применить водопонижение с помощью установки УЗВМ-2. С этой целью был смонтирован водосборный коллектор с 39 иглофильтрами, погруженными в грунт на глубину $5 \div 5,5$ м с шагом 1,5 м. Приводная станция и водоструйный насос установки располагались на поверхности земли. После запуска установки в эксплуатацию обеспечивалась стабильная откачка грунтовых вод.

В процессе эксплуатации установки под влиянием присутствующего в откачиваемой воде дизельного топлива соединительные резино-тканевые рукава начали выходить из строя из-за их расслаивания. В связи с этим рукава были заменены на металлические.

Наблюдения за длительной эксплуатацией установки показали, что при наличии в воде дизельного топлива иглофильтры коагулируются значительно быстрее, чем в обычных условиях. Кроме того, откачиваемая водовоздушная смесь вместе с дизельным топливом в циркуляционном баке образовывали пенистую эмульсию, мешающую быстрому разделению водовоздушной смеси на воду и воздух. Однако, несмотря на перечисленные факторы, установка обеспечивала требуемое снижение уровня грунтовых вод.

Проведенные работы по водопонижению обеспечили нормальные условия для ведения строительных работ по реконструкции системы канализации. С окончанием строительства шахты-камеры приступили непосредственно к проходке канализационного коллектора щитовым способом под защитой установки УЗВМ-2. При этом количество иглофильтров вдоль трассы коллектора увеличили до 57 штук. По мере дальнейшей проходки канали-

зационного коллектора была смонтирована вторая установка УЗВМ-2 с 67 иглофильтрами. Эти установки в период выполнения всех строительных работ обеспечивали устойчивое снижение уровня грунтовых вод до отметки $4,7 \div 5$ м от поверхности.

При эксплуатации установок УЗВМ-2 длительное время непрерывно производилась откачка грунтовых вод, загрязненных дизельным топливом и другими нефтепродуктами. В результате из грунта было удалено вместе с откачиваемой водой немалое количество этих загрязнителей, что, безусловно положительно сказалось на снижении общего уровня загрязненности подземных вод на этом участке. Наблюдения за составом откачиваемых вод за длительный период ведения работ убедительно подтвердили этот вывод. Таким образом, доказано, что установка УЗВМ-2 может эффективно использоваться для откачки грунтовых вод, загрязненных различными нефтепродуктами.

Для ликвидации локальных загрязнений подземных вод может также использоваться созданная ХНУСА иглофильтровая установка ПУВВ-1 [3,4]. Эта установка, например, эффективно использовалась на территории кожзавода в г. Харькове. На этой территории инженерно-геологические условия достаточно сложны. Грунтовые воды находятся вблизи от поверхности земли ($1,5 \div 2$ м). Верхнюю часть грунта толщиной $0,5 \div 1$ м составляют суглинки с небольшими линзовыми включениями песка. Ниже залегают средне- и мелкозернистые пески с коэффициентами фильтрации от 4 до $0,5$ м/сутки. В результате многолетней работы завода постепенно грунты и, соответственно, подземные воды были сильно загрязнены различными реагентами и моющими средствами, которые использовались в процессе обработки кожи.

В таких условиях на территории завода рядом с ул. Шевченко сооружалась камера с размерами сечения $3,5 \times 4,5$ м и глубиной 3,5 м, необходимая для ремонта канализационного коллектора, расположенного под проезжей частью улицы. Для

снижения уровня грунтовых вод при сооружении этой камеры использовалась установка ПУВВ-1. За весь период ведения строительных и ремонтных работ с ее помощью обеспечивалось стабильное снижение уровня грунтовых вод до необходимой отметки. При откачке подземных вод, загрязненных различными реагентами и моющими средствами, установка работала устойчиво, несмотря на то, что в циркуляционном баке наблюдалось интенсивное пенообразование, которое затрудняло выделение из воды подсосанного воздуха. За счет частичного открывания крышки циркуляционного бака процесс выделения из воды воздуха улучшился. Установка ПУВВ-1 эксплуатировалась весь период ведения строительных и ремонтных работ на этом участке. За это время был откачан из грунта немалый объем загрязненной воды, что способствовало снижению уровня загрязненности подземных вод на данном участке. Проведенные работы подтвердили возможность использования иглофильтровых установок ПУВВ-1 при ликвидации локальных загрязнений подземных вод.

В процессе эксплуатации сетей водоотведения (канализации) в городах и поселках страны нередко происходят аварии, вызванные нарушением целостности трубопроводов. При таких авариях на сетях, расположенных в обводненных грунтах, происходят локальные загрязнения подземных вод канализационными стоками. Обычно ликвидация таких аварий связана с раскопкой трубопроводов. Для снижения уровня грунтовых вод чаще всего используются иглофильтровые водопонижительные установки. ХНУСА для этих целей создан и внедрен ряд таких установок. Наиболее совершенной и экономичной из них является универсальная передвижная установка вакуумного водопонижения с автоматизированной системой управления ПУВВ-5МЕА [5].

Результаты длительной эксплуатации этой установки [6,7] на ряде объектов в г. Харькове убедительно доказали перспективность и целесообразность расширения сферы ее применения не только для целей водопонижения при производстве аварийно-восстановительных работ на сетях

водоотведения, но и при ликвидации локальных загрязнений подземных вод.

Выводы: 1. Одними из эффективных технических средств откачки из грунта подземных вод, локально загрязненных различными экологически опасными веществами, являются иглофильтровые установки.

2. При откачках из грунта загрязненных агрессивных вод, а также при ликвидации утечек опасных веществ из различных резервуаров и емкостей наиболее эффективными являются иглофильтровые установки IgE-81. Они мобильны, имеют сравнительно небольшую массу, малоэнергоемки, быстро монтируются и легко управляются. Основные элементы этих установок изготовлены из материалов, устойчивых при откачке из грунта подземных вод, загрязненных различными наиболее опасными химическими веществами.

3. Для локальной откачки из грунта подземных вод, загрязненных нефтепродуктами, моющими и другими веществами, возможно использование иглофильтровых установок УЗВМ-2 и ПУВВ-1.

4. Для ликвидации локальных загрязнений подземных вод при различных авариях на сетях водоотведения, расположенных в обводненных и слабоустойчивых грунтах, а также ведения аварийно-восстановительных работ, наиболее целесообразно использовать универсальную передвижную установку вакуумного водопонижения ПУВВ-5МЕА с автоматизированной системой управления.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Иглофильтровая установка IgE-81. Руководство по эксплуатации, описание конструкции и действия. [Электронный ресурс]. Польша: P.P.H.U. KLAUDIA sp.zo.o Режим доступа: <http://www.klaudia.eu>, 2016, – 20 с.
2. Дренажный агрегат ST 1/3. [Электронный ресурс]. Польша: ООО Aqua Industrial. Режим доступа: <http://www.aquaindustrial.cz> 2016, – 4 с.
3. Болотских Н.С. Справочник по водопонижению. Оборудование и технология. – Киев: «Будівельник», 1985. – 172 с.
4. Болотских Н.С. Строительное водопонижение в сложных гидрогеологических

- условиях. – Киев: «Будівельник», 1976. – 112 с.
5. Болотских Н.С., Сорокин Б.С. Универсальная установка локального вакуумного водопонижения ПУВВ–5МЕА с автоматизированной системой управления. Рекомендации по применению. – Харьков: ХНУСА, 2013. – 38 с.
 6. Болотских Н.С., Клейн Е.Б. Создание и освоение энергоэффективных технических средств водопонижения при производстве аварийно-восстановительных работ на сетях водоотведения. Ж. «Водопостачання. Водовідведення», № 1, 2015. – с. 25-30.
 7. Болотских Н.С., Иванов В.П., Журавлев Ю.В., Коринько И.В., Клейн Е.Б., Булгаков В.В. Повышение эффективности рабочего режима универсальной установки вакуумного водопонижения. «Науковий вісник будівництва», вип. 57, Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2010. – с. 367-372.

УДК 697.7

Болотских Н.Н.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ИНФРАКРАСНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ОТОПЛЕНИИ ПОМЕЩЕНИЙ

Введение. Для отопления различных зданий и помещений в настоящее время широко используются традиционные конвективные и воздушные системы отопления.

При конвективных системах отопления с использованием различных приборов в помещении нагревается воздух. При этом теплый воздушный поток устремляется вверх к потолку, оставляя внизу холодный воздух. В результате наиболее нагретой оказывается верхняя часть помещения, которая не является зоной деятельности человека.

При воздушном отоплении воздух из отапливаемого помещения забирается вентилятором, подается на водяной или паровой калорифер и по воздуховодам направляется в рабочую зону. Распределение воздуха в рабочей зоне осуществляется с помощью распределительных головок или в виде направленных струй. В этих системах в качестве теплоносителя используется воздух, обладающий крайне низкой теплоемкостью (в четыре раза меньшей, чем у воды).

Эти способы отопления имеют ряд существенных недостатков: большие энергозатраты; высокие первоначальные затраты на приобретение необходимого обо-

рудования; сложность и трудоемкость монтажа систем отопления; наличие тепловой инерционности (медленное нагревание); сложность в регулировке и эксплуатации системы отопления.

Альтернативой этим традиционным способам отопления является децентрализованный инфракрасный с применением различных нагревателей, использующих в качестве энергоносителя: электричество, газ, горячую воду, пар и дизельное топливо. Главным преимуществом этого метода отопления помещений по сравнению с упомянутыми выше традиционными заключается в прямой передаче тепла от нагревателя, без промежуточного теплоносителя, с помощью электромагнитных волн ко всем предметам и поверхностям, находящимся в рабочей зоне. Человек, пребывающий в рабочей зоне, при этом ощущает более высокую температуру (температуру ощущения) нежели температуру воздуха в помещении. При этом затраты энергии для достижения необходимого теплового режима в рабочей зоне минимальны.

Учитывая дефицит и дороговизну энергоносителей (особенно природного газа) в настоящее время в нашей стране для отопления помещений отдается предпочтение