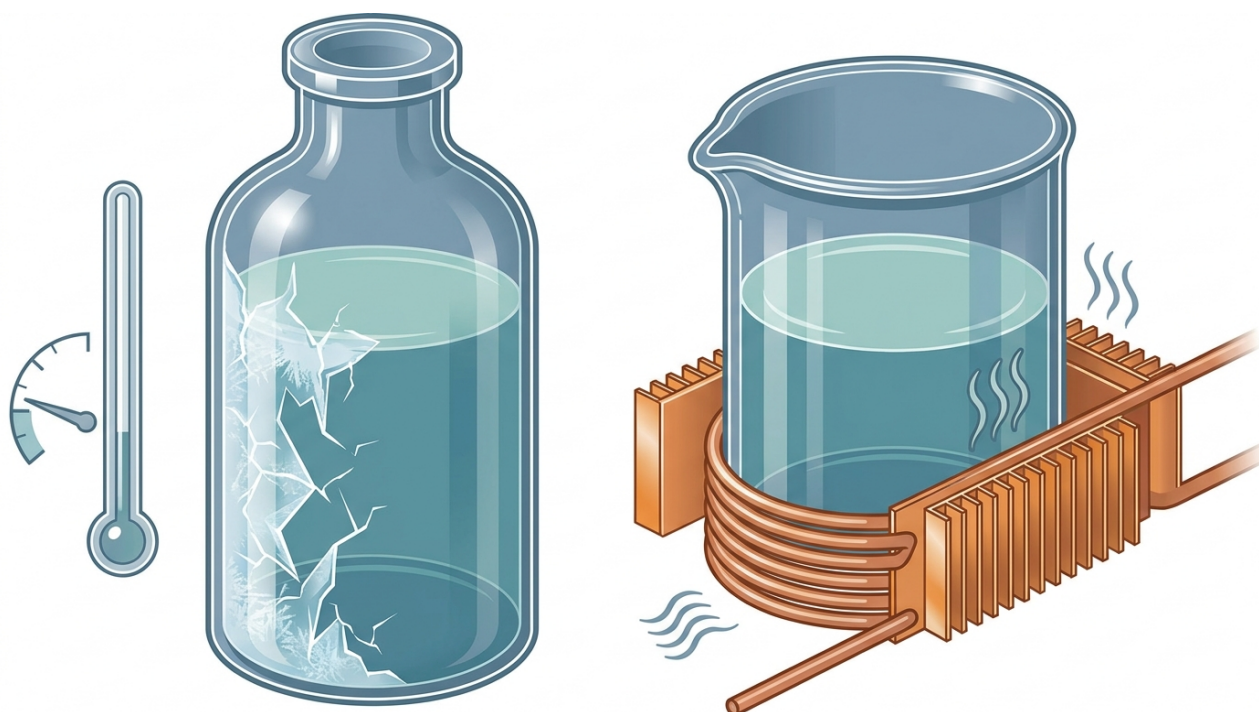


Пропиленгликоль: концентрация и t замерзания

Таблицы свойств водного раствора ПГ по концентрации · подбор, расчёт, поправка ТО · sn22.ru

Для $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ нужен раствор $\sim 45\%$ пропиленгликоля (t кристаллизации $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$ с запасом $5-7\text{ }^{\circ}\text{C}$). Пропиленгликоль (ПГ, 1,2-пропандиол) — нетоксичный теплоноситель для отопления, ГВС, чиллеров, тепловых насосов и солнечных коллекторов. С ростом концентрации падает температура замерзания, но растёт вязкость и снижается теплоёмкость — концентрацию выше необходимой не заливают. Ниже — полные таблицы физических свойств по концентрации $10\ldots 60\%$, методика подбора, поправка теплотехнического расчёта и сравнение с этиленгликолем.



Коротко: Концентрацию ПГ выбирают по t кристаллизации с запасом $5-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже минимальной рабочей температуры: $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 45\%$, $-30\text{ }^{\circ}\text{C} \rightarrow 55\%$. Рабочий предел — t кристаллизации (первые кристаллы), не t полного застывания. Оптимум для отопления — раствор $30-50\%$. 100% концентрат не заливают: вязкость и t замерзания выше, чем у раствора 60% .

Физические свойства водного раствора пропиленгликоля по концентрации

ПГ, % об.	t замерзания, $^{\circ}\text{C}$	t кристаллизации, $^{\circ}\text{C}$	Плотность $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, кг/м^3	Теплоёмкость, $\text{кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$	Вязкость $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{мПа}\cdot\text{с}$
10	-3	-2	1007	4,08	1,6
20	-8	-6	1016	3,95	2,4
25	-11	-8	1021	3,88	3,1

ПГ, % об.	t замерзания, °C	t кристаллизации, °C	Плотность 20 °C, кг/м³	Теплоёмкость, кДж/(кг·K)	Вязкость 20 °C, мПа·с
30	−14	−11	1025	3,80	4,0
35	−19	−15	1030	3,72	5,2
40	−23	−19	1035	3,64	6,8
45	−29	−24	1039	3,55	9,0
50	−34	−28	1043	3,47	12,5
55	−42	−35	1046	3,38	17,5
60	−49	−42	1049	3,30	25,0

t замерзания — полное застывание; t кристаллизации — появление первых кристаллов (рабочий предел, выше по температуре). Подбор ведут по t кристаллизации с запасом 5–7 °C. С ростом концентрации от 40 до 60 % вязкость растёт с 6,8 до 25,0 мПа·с — это перегружает насос и снижает теплоотдачу.

Подбор по региону. Для средней полосы РФ (мин. −20...−25 °C) достаточно раствора 40–45 %: t кристаллизации 40 % = −19 °C, 45 % = −24 °C. Для сурового климата (Сибирь, Урал, север, −35 °C и ниже) берут 50–55 %: 50 % = −28 °C, 55 % = −35 °C. Всегда с запасом 5–7 °C ниже минимальной рабочей температуры теплоносителя с учётом аварийного простоя без циркуляции.

Поправка на теплообменник. Раствор ПГ вязче воды и имеет меньшую теплоёмкость (при 40 % — 3,64 против 4,19 кДж/(кг·K) у воды), поэтому требуемая площадь пластинчатого ТО растёт: ×1,04 при 20 %, ×1,13 при 40 %, ×1,20 при 50 %. Одновременно гидравлическое сопротивление увеличивается на 30–60 %, а расход насоса закладывают с запасом +15...+22 %.

Наличие со склада в Москве. Готовый теплоноситель на пропиленгликоле в концентрате и в разведённых растворах 40 % и 50 % — ходовые позиции, отгружаются в наличии; нестандартные концентрации разводят под заказ. Ареометр и рефрактометр для контроля фактической концентрации — расходный инструмент монтажника, держим на складе.

Ресурс и разведение. Срок службы теплоносителя 5–7 лет, далее срабатываются антикоррозионные присадки — требуется замена или добавление ингибитора. Разводят только дистиллированной или умягчённой водой: для 40 % на 6 частей концентрата берут ~4 части воды. Жёсткая вода даёт накипь и сокращает ресурс присадок.

Пропиленгликоль или этиленгликоль — что выбрать

Критерий	Пропиленгликоль	Этиленгликоль
Токсичность	Нетоксичен (пищевой допуск)	Токсичен (яд)
Где применять	Жильё, ГВС, пищевое, риск контакта	Промышленность без контакта
Вязкость	Выше	Ниже
Теплоотдача	Немного хуже	Лучше
Цена	Дороже	Дешевле

Оговорка по замене: Для систем отопления жилья, ГВС и пищевых производств применяют только пропиленгликоль — этиленгликоль ядовит и недопустим там, где возможен контакт со средой или человеком. Автомобильные антифризы (часто на этиленгликоле) для отопления не подходят: их присадки несовместимы с уплотнениями и оцинковкой систем отопления.

Как подобрать концентрацию: правило и примеры

Концентрацию выбирают так, чтобы температура кристаллизации раствора была на 5–7 °C ниже минимальной рабочей температуры теплоносителя (с учётом аварийного простоя без циркуляции). Два типовых случая:

Ситуация	Требуемая $t_{кр}$ кристаллизации	По таблице	Выбор
Регион с мин. –20 °C	$\leq -25 \dots -27$ °C	40 % (–19 °C) мало, 45 % (–24 °C), 50 % (–28 °C)	4 %
Солнечный коллектор, стагнация до –30 °C	≤ -35 °C	50 % (–28 °C) на грани, 55 % (–35 °C)	5 %

Повышение концентрации сверх нужного увеличивает вязкость в разы (при 60 % ~25 мПа·с против 6,8 при 40 %) — перегружает насос и снижает теплоотдачу теплообменника. Запас по морозостойкости берут разумный, не максимальный.

Порядок заливки и эксплуатации теплоносителя

Правильная заливка раствора пропиленгликоля определяет ресурс присадок и защиту контура. Этапы:

Часть	Назначение
Промывка системы	перед заливкой систему промывают от старого теплоносителя и отложений по регламенту промывки — иначе присадки срабатываются на старую грязь
Разведение	концентрат разбавляют дистиллированной или умягчённой водой до расчётной концентрации; жёсткая вода даёт накипь
Контроль концентрации	готовый раствор проверяют ареометром или рефрактометром на фактическую концентрацию перед заливкой

Часть	Назначение
Заливка и опрессовка	заполняют контур, удаляют воздух, проверяют герметичность; уплотнения ТО — EPDM (стандарт для воды и гликолей)
Обслуживание	срок службы 5–7 лет; при старении (смена цвета, падение pH, коррозия) — замена или добавление ингибитора

Из практики sn22.ru

В Новосибирске клиент заливал в контур отопления коттеджа готовый раствор 50 % «на всякий случай», а насос гудел и не добавлял тепло на радиаторы. Разобрались: при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ региона хватало 45 % (t кристаллизации $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$), а раствор 50 % при $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ имеет вязкость 12,5 мПа·с против 9,0 у 45 % — насос работал на пределе. Пересчитали контур, развели раствор до 45 % умягчённой водой, проверили рефрактометром — циркуляция и теплоотдача восстановились без замены насоса.

Наличие и поставка: что важно

Локально: Специализированный теплоноситель на пропиленгликоле в РФ доступен свободно — сырьё и готовые растворы производятся внутри страны, импортных ограничений после 2022 года на него нет. Ходовые концентрации 40 % и 50 % sn22.ru () держит на складе в Москве, нестандартные разводит под заказ; там же ареометр и рефрактометр для контроля фактической концентрации.

Часто задаваемые вопросы

Какая концентрация пропиленгликоля нужна для $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Для $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ нужен раствор ~45 % пропиленгликоля: t кристаллизации 45 % = $-24\text{ }^{\circ}\text{C}$, что даёт рабочий запас. Раствор 40 % (t кристаллизации $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$) для $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ недостаточен.

Какая концентрация ПГ для отопления частного дома?

Для средней полосы ($-20\ldots-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) достаточно 40–45 % пропиленгликоля, для сурового климата ($-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже) — 50–55 %. Концентрацию выбирают по таблице кристаллизации с запасом 5–7 $^{\circ}\text{C}$ ниже минимальной температуры региона.

Можно ли заливать 100 % концентрат пропиленгликоля?

Нет: чистый пропиленгликоль имеет высокую вязкость и хуже отводит тепло, а его температура замерзания выше, чем у раствора 60 %. Оптимум для отопления — водный раствор 30–50 %.

Как развести концентрат пропиленгликоля до 40 %?

Для 40 % по объёму на 6 частей концентрата берут ~4 части дистиллированной или умягчённой воды. Готовый раствор проверяют рефрактометром на фактическую концентрацию.

Чем пропиленгликоль отличается от антифриза для авто?

Автомобильные антифризы часто на основе этиленгликоля (яд) и содержат присадки, несовместимые с уплотнениями и оцинковкой систем отопления. Для отопления применяют специализированный теплоноситель на пропиленгликоле — нетоксичный.

Как пропиленгликоль влияет на подбор теплообменника?

Увеличивает требуемую площадь пластинчатого ТО на 4–20 % по концентрации ($\times 1,04$ при 20 %, $\times 1,13$ при 40 %, $\times 1,20$ при 50 %) из-за роста вязкости и снижения теплоёмкости. При подборе указывают среднюю «вода-гликоль» и концентрацию.

Совместим ли пропиленгликоль с уплотнениями теплообменника?

Да, с EPDM — это стандарт для воды и гликолей. NBR и некоторые эластомеры несовместимы. При работе на гликоле применяют уплотнения EPDM.

Через сколько лет менять теплоноситель на пропиленгликоле?

Ориентировочно через 5–7 лет: далее срабатываются антикоррозийные присадки. Признаки старения — изменение цвета, падение pH, коррозия; проверяют концентрацию и pH, при необходимости обновляют ингибиторы.

Глоссарий терминов

Термин	Определение
Пропиленгликоль (ПГ)	Нетоксичный двухатомный спирт (1,2-пропандиол), основа теплоносителей для систем с риском замерзания.
t кристаллизации	Температура появления первых кристаллов в растворе — рабочий предел применения теплоносителя (выше по шкале, чем t полного замерзания).
t замерзания	Температура полного застывания раствора; наступает ниже t кристаллизации, для подбора не используется.
Ингибитор коррозии	Присадка в теплоносителе, защищающая металлы контура от коррозии; срабатывается за 5–7 лет.
Рефрактометр	Прибор для измерения фактической концентрации гликоля в растворе по показателю преломления.



Подбор, цена и поставка под вашу задачу

Каталог, онлайн-расчёт и заявка: sn22.ru

Телефон: +7 (499) 322-83-83 · +7 (804) 333-71-04 · E-mail: teplo@sn22.ru

пластинчатые, кожухотрубные, паяные теплообменники,
ЗИП, уплотнения, монтаж и промывка.

Наведите камеру телефона на QR-код — откроется сайт sn22.ru.

Ключевые темы документа: пропиленгликоль концентрация температура замерзания · таблица свойств ПГ по концентрации · t кристаллизации раствора · подбор концентрации для –25 –35 °С · пропиленгликоль или этиленгликоль · поправка теплообменника на гликоль · теплоноситель для отопления со склада в Москве