

## ГЕОТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

**Полунин М.М., Полунин Ю.Н.** (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры. г. Одесса*)

**Предложена геотопливная система теплоснабжения в которой для обеспечения теплотребностей коммунально-бытового сектора используются в едином технологическом блоке геотермальные источники тепловой энергии и генераторы функционирующие на органическом топливе. Показана доминирующая роль в целесообразности использования энергии подземных теплогенераторов величины температуры теплоносителя на выходе его из скважин.**

Многие регионы Украины являются перспективными в плане использования геотермальной теплоты. Однако широкому внедрению геотермических установок теплоснабжения препятствует целый ряд обстоятельств, главные из которых следующие.

1. Сравнительно низкий температурный уровень реально используемого выводимого на поверхность теплоносителя. При этом заметно возрастает требуемая теплоотдающая поверхность отопительных приборов.
2. Повышение температуры геотеплоносителя путем увеличения глубины скважин часто оказывается нерентабельным, так как стоимость скважины возрастает пропорционально квадрату её глубины
3. Энергетический (тепловой) потенциал (дебит скважины, температура геотеплоносителя) подземного источника может оказаться недостаточным для теплоснабжения потребителя.

Отмеченные обстоятельства подчёркивают также необходимость наиболее полного использования энергетического потенциала геотермального теплогенератора.

Разумеется, кроме перечисленных проблем использования геотермальных источников есть ряд вопросов, связанных с оценкой их экономической и экологической эффективности.



Одним из способов, реализующих изложенные в статье 7 Закона Украины “Про теплопостачання” и разрешающих вышеизложенные задачи, представляется внедрение геотепловой системы теплоснабжения, принципиальная схема которой приведена на рис. 1. Здесь трубопроводы ① подземного контура циркуляции подводят теплоту к геотеплообменникам ② системы отопления и горячего водоснабжения. Температурные параметры для этих теплообменников определяются экономическими факторами, но в первом приближении можно руководствоваться общепринятыми энерго-экономическими значениями разности температур теплоносителя на выходе – входе его в теплообменник в зоне  $5 \div 10$  °С, то есть

$$t_{\text{п}} = T_{\text{гео}}^{\text{п}} - (5 \div 10) \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (1)$$

$$t_{\text{вх}} = T_{\text{гео}}^{\text{в}} - (5 \div 10) \text{ } ^\circ\text{C}; \quad (2)$$

где  $T_{\text{гео}}^{\text{п}}$  и  $T_{\text{гео}}^{\text{в}}$  – температура геотермальной воды соответственно на выходе из скважины и после отопительного теплообменника, °С;  $t_{\text{п}}$  и  $t_{\text{вх}}$  – температура воды соответственно в подающей трубе системы отопления и водопроводной воды после геотеплообменника ②, °С.

В дальнейшем теплоноситель системы отопления поступает к узлу смешения (догрева) ④ для догрева от центральных тепловых сетей до  $t_{\text{г}}$ , а водопроводная вода – к узлу ⑤ догрева (смешения) от  $t_{\text{вх}}$  нормативной температуры  $t_{\text{гв}}$  на схеме представлен вариант трёхступенчатого нагрева.

Для наиболее полного использования потенциала геотермальной воды температуру  $t_0$  обратной воды системы отопления целесообразно принимать наиболее низкой. Однако при этом возрастает поверхность нагрева отопительных приборов, а следовательно, и их стоимость, что вынуждает прибегать к применению систем лучисто-панельного и воздушного отопления и даже к “каскадному” подключению отопительных систем.

В предлагаемой схеме имеется возможность независимого догрева воды в подающем трубопроводе системы отопления до максимально допустимой для радиаторных систем температуры  $t_{\text{г}}^{\text{п}}$ .

Отсутствие для таких систем нормативных требований к параметрам теплоносителя в системе отопления позволяет принять “априорно” температуру  $t_0^{\text{п}}$  обратной воды после системы отопления в точке излома опорного температурного графика центрального качественного регулирования отопительного теплового потока равной  $t_0^{\text{п}} \approx 30$  °С.

Тогда расчётная температура  $t_o^p$  обратной воды после системы отопления может быть найдена на из общеизвестной зависимости

$$t_r^p = t_b + \left( \frac{t_r^p + t_o^p}{2} - t_b \right) \cdot \varphi_n^{\frac{1}{1+m}} - \left( \frac{t_r^p - t_o^p}{2} \right) \varphi_n, \quad (3)$$

где  $t_b$  – расчётная температура воздуха внутри отапливаемых помещений, °С;  $\varphi_n$  – коэффициент теплопотерь в точке излома

$$\varphi_n = \frac{t_s - t_n^u}{t_s - t_n^p}; \quad (4)$$

$t_n^p$  и  $t_n^u$  – температура наружного воздуха соответственно расчётная отопительная и в точке излома.

Величина  $\varphi_n$  при традиционных режимных параметрах тепловых сетей  $\varphi_n \approx 0,344$ ;  $t_r^p = 95$  °С; получим по уравнению (3);  $m$  – показатель степени при температурном напоре отопительного прибора; для приборов с преимущественным лучистым тепловым потоком можно принять  $m = 0,25$ . Принять  $t_b = 18$  °С;  $t_n^u = 30$  °С;  $t_o^p \approx 40$  °С.

При таком значении  $t_o^p$  температура  $t_r$  теплоносителя в подающей магистрали системы отопления должна изменяться по аналогии с (3) по зависимости

$$t_r = t_b + t_r = t_b + \left( \frac{t_r^p + t_o^p}{2} - t_b \right) \varphi_n^{\frac{1}{1+m}} + \frac{t_r^p + t_o^p}{2} \varphi_n \quad (4')$$

Температурный график, построенный по уравнению (4), приведен на рис. 2 (правая часть). Здесь же нанесены возможные значения  $T_{geo}^n$ , позволяющие определить, при каких значениях наружной температуры  $t_n$ , включается топливная система теплоснабжения.

Для оценки возможного значения доли теплопотребности абонента, которая может быть обеспечена подземным источником, примем следующие достаточно реальные значения температурных параметров, кроме вышеотмеченных:

$$T_X = 5 \text{ °С}; T_{BX} = 20 \text{ °С}; T_{geo}^c = 35 \text{ °С}; T_{II} = (T_{ГЕО} - 10 \text{ °С}).$$

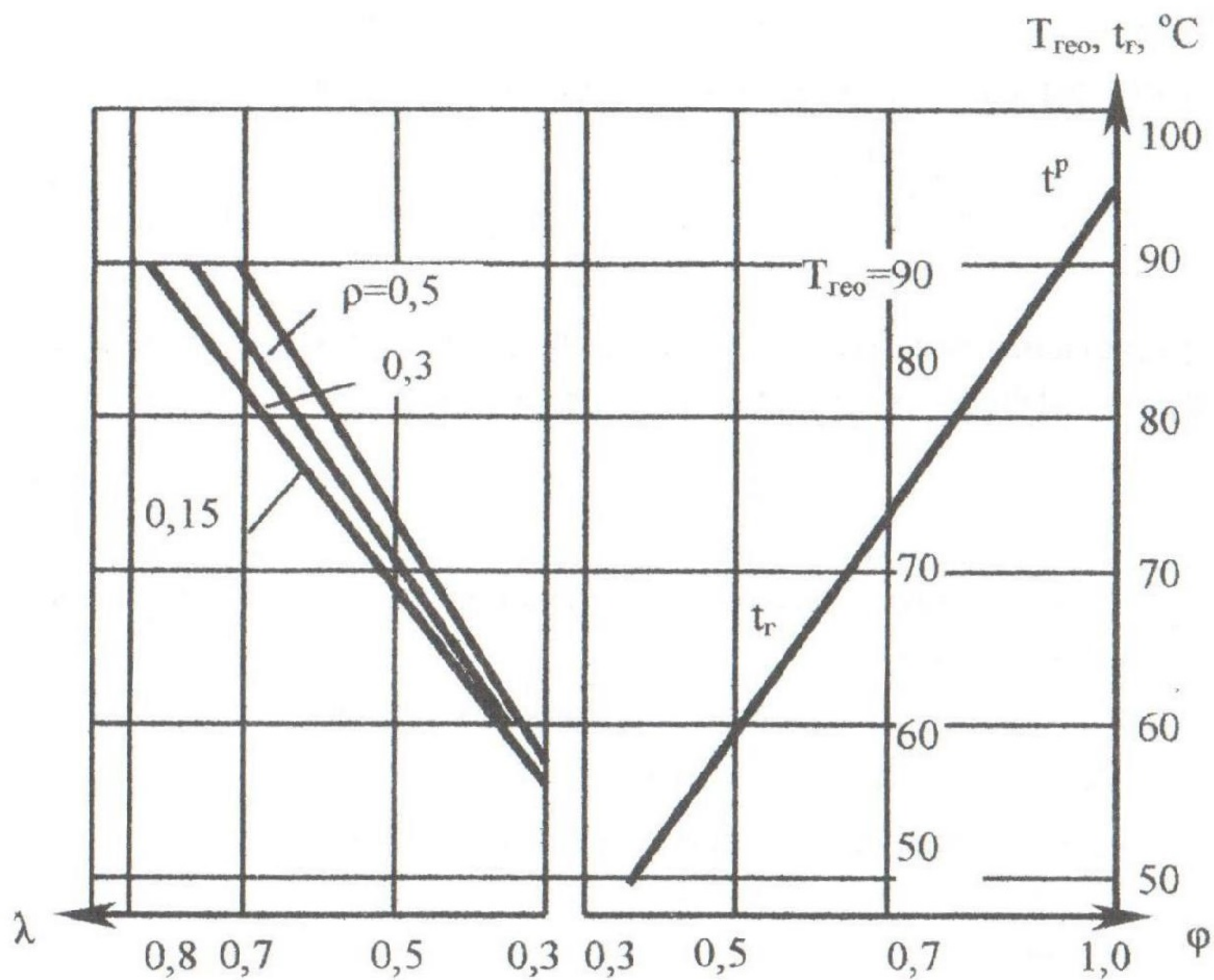


Рисунок 2. Зависимость  $\varphi$  и  $\lambda$  от  $T_{\text{geo}}$  при  $t_o^P = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$

Обозначим расчетные значения тепловых потоков горячего водоснабжения  $Q_{\text{гв}}^P$  и отопления  $Q_o^P$ , получим (при качественном регулировании отопительной нагрузки и постоянном расходе термальной воды

$$G_{\text{гв}}^P = Q_{\text{гв}}^P / c(t_{\text{гв}} - t_x) = Q_{\text{гв}}^P / c(55 - 5) \quad (5)$$

$$G_o^P = Q_o^P / c(t_r^P - t_o^P) = Q_o^P / c[(T_{\text{geo}} - 10) - 40] \quad (6)$$

$$G_{\text{geo}} = Q_o^P / c(T_{\text{geo}} - T_{\text{geo}}^c) = Q_o^P / c(T_{\text{geo}} - 35) \quad (7)$$

Таким образом тепломощность, получаемая от подземного источника

— на отопление

$$Q_{\text{geo}}^{\text{от}} = Q_o^P \frac{(T_{\text{geo}} - 10)}{(t_r^P - t_o^P)}, \quad (8)$$

– на горячее водоснабжение

$$Q_{\text{гво}}^{\text{гво}} = Q_{\text{гво}}^{\text{р}} \frac{(t_{\text{вх}} - t_{\text{вх}})}{(t_{\text{гво}} - t_{\text{х}})} \quad (9)$$

Подставив в эти уравнения значения входящих в них величин, получим

$$Q_{\text{гво}}^{\text{от}} = Q_{\text{о}}^{\text{р}} \frac{(T_{\text{гво}} - 10)}{(t_2^{\text{р}} - t_0^{\text{р}})} \quad (10)$$

и

$$Q_{\text{гво}}^{\text{гво}} = Q_{\text{гво}}^{\text{р}} \frac{20 - 5}{55 - 5} \quad (11)$$

Совмещая уравнения (10) и (11) и имея в виду, что общая расчётная теплотребность  $Q_{\text{А}}^{\text{р}}$  абонента равна

$$Q_{\text{А}}^{\text{р}} = Q_{\text{о}}^{\text{р}} + Q_{\text{гво}}^{\text{р}} \quad (12)$$

получим

$$\lambda = Q_{\text{гво}}^{\text{гво}} = Q_{\text{гво}}^{\text{р}} \frac{Q_{\text{гво}}^{\text{от}} + Q_{\text{гво}}^{\text{гво}}}{Q_{\text{о}}^{\text{р}} + Q_{\text{гво}}^{\text{р}}} = \frac{0,182(T_{\text{гво}} - 40) + 0,3\rho}{1 + \rho} \quad (13)$$

где  $\rho = Q_{\text{гво}}^{\text{р}} / Q_{\text{о}}^{\text{р}}$

По уравнению (13) построена номограмма, приведенная на рис. 2 (левая часть).

Из рисунка 2 видно, что величина  $\rho$  мало влияет на долю расчётной тепломощности, которая может быть обеспечена подземным источником.

### Вывод

Решающая роль при использовании геотермальной энергии в комплексе с топливным генератором для теплоснабжения коммунально-бытовых потребителей принадлежит величине температуры  $T_{\text{гво}}$  на выходе теплоносителя из скважины как в отношении продолжительности использования топливного теплоисточника, так и в отношении объема тепловой нагрузки, покрываемой подземным источником.