

Бектенов М.Б., Усунбаев А.Ч.

ОЦЕНКА ТЕПЛОПТЕРЬ ОТ СВЕЖЕУЛОЖЕННОГО АСФАЛЬТОБЕТОНА

УДК 666.97.015

Большая продолжительность летнего дня в более высоких широтах в известной мере компенсирует меньшую высоту Солнца, поэтому в значительной полосе широт дневная инсоляция в летнее время практически постоянна, иначе интенсивность падающей солнечной радиации зависит от ее высоты, в то же время температурный градиент свежееуложенной асфальтобетонной смеси зависит от интенсивности радиации.

Big length of the year day in more high width to some extent compensates the smaller height a Sun so in significant band of the widths day инсоляция in daylight-savings time practically constant, otherwise intensity falling solar radiation depends on her(its) heights, in ditto time warm-up gradient свежееуложенной асфальтобетонной mixture depends on intensities of radiation.

Казахстан расположен почти в центре Евразийского материка между $39^{\circ}49' - 55^{\circ}49'$ с.ш. и $46^{\circ}28' - 87^{\circ}18'$ в.д. практически в равном удалении от Атлантического и Тихого океанов. Протяженность территории Казахстана с запада на восток равна примерно 3000 км, с севера на юг - примерно 1800 км. При таком большом интервале северной широты, где расположен Казахстан с целью определения эффективности использования гелиоустановки, важно знать интенсивность солнечного излучения, падающую на земную поверхность для любого времени суток и года [1]. Как показывают измерения интенсивности солнечного излучения, летом возможны существенные колебания инсоляции даже на одной и той же широте. Это обусловлено облачностью. При определении продолжительности периода сезонной эксплуатации гелиоустановок первостепенное значение приобретают характеристики солнечной радиации, которые в свою очередь зависят от большого числа факторов. Интенсивность солнечной радиации, получаемой земной поверхностью, зависит от высоты солнца над уровнем моря – чем она больше, тем интенсивнее излучение. Большая часть коротковолнового излучения рассеивается водяными парами, находящимися в атмосфере. В то же время солнечная радиация не прямо влияет на температуру воздуха, которая подвержена изменению только при теплообмене с земной поверхностью. Различают прямую, диффузную и суммарную солнечную радиацию. Прямая солнечная радиация представляет собой поток излучения, поступающего непосредственно от солнечного диска и измеряемого в плоскости, перпендикулярной потоку. Диффузная радиация поступает на землю от небосвода. Суммарная солнечная радиация Q_i включает оба вида излучения: прямое I_i и диффузное D_i , и при определении ее значения на горизонтальной поверхности используют выражение

$$Q_i = D_i + I_i \sin \gamma, \quad (1)$$

где γ - высота солнца над горизонтом. Так, для определения количества солнечной радиации, поступающей на поверхность гелиоустановки, необходимо знать почасовые значения суммарного потока солнечной радиации, отражающие закономерности суточного и годового изменения его для рассматриваемых географических широт. С учетом неизбежности ослабления потока солнечной радиации за счет угла его падения на светопрозрачное покрытие в качестве исходных данных для расчетов необходимо иметь почасовые значения потоков прямой и диффузной радиации и соответствующие показатели высоты солнца. В целях облегчения нахождения значения этих величин П. В. Мазманян [2] на основании математической обработки данных актинометрических наблюдений предложил методику и разработал номограммный способ определения суммарной и прямой солнечной радиации, а также установления значений высоты Солнца. На ее основании мы предлагаем иную номограмму (рис.1) определения суммарной, прямой радиации и высоты Солнца, от которых зависят количество поступающего тепла на гелиоприемник, для южных регионов Казахстана (43° с.ш).

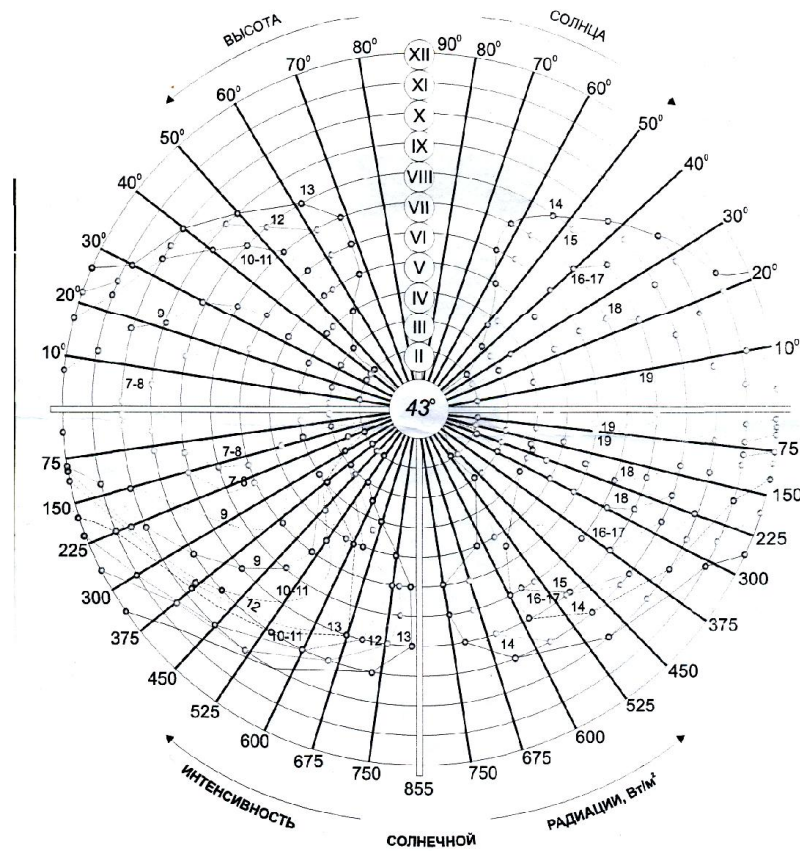


Рис. 1 Номограмма для определения высоты Солнца и количества тепла, поступающего от солнечной радиации на горизонтальную поверхность 43° с. ш. I-IX месяцев года; 7-19-время суток ч; сплошная линия суммарная солнечная радиация; пунктир – то же, прямая рация.

Номограмма представляет собой двенадцать концентрических окружностей, на которых римскими цифрами обозначены месяцы года. Левые половины окружностей относятся к периоду суток до полудня, а правые – после полудня. Из центра окружности выходят радиальные линии, указывающие значение высоты Солнца (верхнее поле номограммы) и величину часового потока солнечной радиации (нижнее поле номограммы). На номограммах для каждого часа светового времени суток нанесены линии изменения высоты Солнца и потока суммарной (сплошные линии) и прямой (пунктирные линии) солнечной радиации. Время суток на номограммах указано арабскими цифрами без учета перехода на летнее время. Для нахождения параметров радиационного режима при расчетах с апреля по сентябрь необходимо от требуемого времени отнять один час. При нахождении почасовых параметров радиационного режима диффузной D_i и прямой I_i солнечной радиации

необходимо выбрать программу, которая по широте наиболее близка к месторасположению гелиоустановки; установить на номограмме окружность, соответствующую необходимому для расчетов месяцу; найти точку пересечения установленной окружности с линиями, соответствующим потоку радиации и высоте Солнца для того времени суток, в которое определяют параметры радиационного режима. По найденным значениям суммарной Q_i и прямой I_i радиации для каждого момента времени i вычисляют диффузную D_i по формуле

$$D_i = Q_i - I_i \text{ или } Q_i = I_i + D_i \quad (2)$$

После этого можно рассчитывать почасовой поток солнечной радиации, поступающей непосредственно на поверхности приемника солнечной энергии, а затем количество тепла по формуле:

$$Q_i^n = k_n (D_i + \alpha I_i), \quad (3)$$

где Q_i^n - почасовое поступление солнечной радиации на поверхность нагреваемого изделия Вт/м²; k_n - коэффициент пропускания потока солнечной радиации двухслойным светопрозрачным вкладышем покрытия СВИТАП (для пленки $k_n = 0,75 - 0,78$; для стекла $k_n = 0,71$); α - коэффициент ослабления прямого радиационного потока за счет угла падения к светопрозрачной поверхности СВИТАП. Зная Q_i^n можно вычислит суммарный поток солнечной радиации за полное время нагрева изделий с учетом степени черноты изделия. Продолжительность охлаждения уложенной асфальтобетонной смеси завистит от ее начального и конечного температурного градиента, т.е. от разности температуры свежеложенной горячей и охлажденной смеси. По опытам дорожников в летних условиях прогнозировать вероятную продолжительность снижения температуры асфальтобетона не представляет трудности. В осеннее-весенние периоды подобный прогноз довольно сложно, поэтому наиболее вероятное в данный периоды является расчетное прогнозирование. Сущность его заключается в оценке соотношения теплотерь в две разнородные среды – в воздух и в грунт. При этом важно знать расчетные размеры сечения соля асфальтобетона. При правильном сечении слоя, а это при укладке дорог, как правило, принимается правильной линейной формы, расчет потери тепла в сторону наружного воздуха не сложно.

На рис. 2 дана упрощенная расчетная схема, где Q_1 и Q_2 означает осредненные суммарные тепловые потоки в наружный воздух и в грунт за время охлаждения τ (час); S - сечение слоя; S_1 и S_2 - сечения, от которых интенсивно теряется тепло в воздух и грунт $S = S_1 + S_2$.

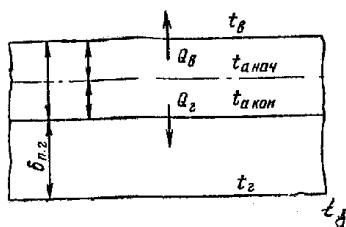


Рис. 2. Расчетная схема для оценки изменения температуры от свежеложенного асфальтобетона

При расчете значения теипературы воздуха (t_g), как краевые условия задачи считаем температуру грунта (t_z) на нижней границе слоя толщиной δ_z , а также начальную ($t_{н.а.}$) и

температуру конечную ($t_{к.а.}$) асфальтобетона известным. Аналогичные теплотехнические характеристики асфальтобетона и грунта также заранее известны. Тепло выделяемое в наружный воздух определяется как:

$$Q_1 = \alpha_n \Delta t_g Z \delta, \quad (4)$$

где Δt_g - градиент температуры между охлаждающимся слоем асфальтобетона и наружным воздухом, °C; α_n - коэффициент теплоперехода от поверхности слоя к наружному воздуху, Вт/м² К; Z - продолжительность охлаждения слоя от $t_{нач}$ до $t_{кон}$. час; δ - толщина охлаждающегося слоя, от которого выделяется тепло в сторону воздуха. За среднюю температуру охлаждающегося слоя можно принять среднеарифметическое значение начальной и конечной температуры асфальтобетона. Для определения теплотери в сторону подстилающего слоя (грунта) необходимо знать разность температуры между нижней частью уложенного горячего слоя, соприкасающегося с грунтом и верхним слоем холодного грунта. Обе температуры можно определить термоэлектрическим передатчиком, уложенным на глубине, температуру которого измеряют. Для точного определения теплотери в грунт важно знать разность температур не только между нижней границей охлаждающегося слоя и верхней частью грунта, но и градиент температуры между охлаждающимся слоем и температурой на определенной толщине грунта, т.к. теплопроводность слоев не одинаковы. Поэтому теплотери в сторону грунта определим как сумму тепла в отдельных слоях

$$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{\lambda_a}{\delta_a} (t_{ка} - t_{н.сп}) + \frac{\lambda_z}{\delta_z} (t_{к.сп} - t_{с.сп}). \quad (5)$$

Отсюда общий тепловой поток, уходящий через слой асфальтобетона и слой грунта равен

$$Q = \frac{(t_{ка} - t_{н.сп}) + (t_{к.сп} - t_{с.сп})}{\frac{\delta_a}{\lambda_a} + \frac{\delta_z}{\lambda_z}}, \quad (6)$$

где $t_{н.сп}$ - начальная температура грунта, $t_{с.сп}$ - температура грунта, λ_a - теплопроводность асфальта, λ_z - теплопроводность грунта, δ_z - толщина асфальтобетона, δ_z - толщина грунта. Чтобы определить толщину нижней границы слоя (грунта) δ_z нужно определить отношение начальной Δt_n и конечной Δt_k перепада температур в зависимости от продолжительности прогрева Z (час)

и коэффициентом температуропроводности α ($\text{м}^2/\text{ч}$) материала:

$$\frac{\Delta t_k}{\Delta t_n} = f \frac{\delta_z}{2\sqrt{aZ}}, \quad (7)$$

где f - интегральная функция от параметра

$$П = f \frac{\delta_z}{2\sqrt{aZ}}.$$

Значение $П$ находится из таблицы,

значение α задается по условию задачи, Z обычно применяется в пределах 2-4 час, Δt_n численно равно разности между начальной температурой асфальтобетона $t_{н.а}$ и начальной температурой грунта $t_{г.г}$, осредненной относительно слоя δ_z ; для определения конечного перепада температуры Δt_k

вместо $t_{н.а}$ используется конечная температура асфальтобетона $\Delta t_{к.а}$. Зная вышеперечисленные данные можно найти отношение Q_6/Q_{a-z} в соответствии с формулами (4) и (6).

Как видно из формулы (6) теплотери при укладке свежего асфальтобетона зависит от толщины субстрата и от коэффициента теплопроводности как асфальта, так и грунта.

Литература

1. Бектенов М.Б. Теплообмен по толщине асфальтобетонного покрытия. Вестник НАН РК №2, 2008 г.
2. Мазманян П.В. Тепловая обработка железобетонных изделий с применением системы промышленного геотеплоснабжения // Автореферат дис..., канд. техн. наук.- М.: НИИЖБ, 1987. – 22с.