

### К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ ОБЩЕГО КОЭФФИЦИЕНТА ПРОПУСКАНИЯ СВЕТА ОКОННЫМИ БЛОКАМИ

Одним из определяющих эксплуатационных показателей оконных блоков является их способность пропускать в помещение свет. Величина этого показателя характеризуется общим коэффициентом пропускания света -  $\tau_0$ .

В общем случае величина  $\tau_0$  определяется как произведение коэффициентов направленного пропускания света остекления -  $\tau_1$  и потерь света в переплетах оконного блока -  $\tau_2$

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 . \quad (1)$$

При расчете естественного освещения в соответствии со СНиП 23-05-95\* [1] дополнительно могут учитываться потери света в несущих конструкциях -  $\tau_3$  (при боковом освещении  $\tau_3 = 1$ ), потери света в солнцезащитных устройствах -  $\tau_4$  (при отсутствии таковых  $\tau_4 = 1$ ), потери света в защитной сетке, устанавливаемой под фонарями -  $\tau_5$  (при наличии сетки принимается  $\tau_5 = 0,9$ ; при отсутствии -  $\tau_5 = 1$ )

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5 . \quad (2)$$

Сложность определения  $\tau_0$  на основе расчетных методов заключается, прежде всего, в сложности расчета величины  $\tau_2$  и обусловлена необходимостью учета размеров отдельных элементов оконного блока, их геометрии, взаимного расположения, коэффициентов отражения света внутренними гранями переплетов и др. И если величина коэффициента направленного пропускания света остекления определяется достаточно просто (как на основании испытаний, так и с небольшой погрешностью может приниматься по справочным данным), то определение величины потерь света в переплетах оконного блока, до последнего времени, возможно было лишь на основании испытаний в светотехническом куполе [2].

С одной стороны, такие испытания проводятся при сертификации продукции оконных фирм. И, казалось бы, проблем, связанных с определением общего коэффициента пропускания света оконных блоков и быть не должно. Но, к сожалению, далеко не все так просто.

Дело в том, что при разработке проекта здания с использованием оконных блоков определенных размеров, конфигурации, определенном заполнении светопрозрачной части возникает необходимость проверки достаточности площади оконных проемов для обеспечения величины коэффициента естественного освещения (КЕО), величина которого нормируется СНиП 23-05-95\* [1]. Однако воспользоваться результатами сертификационных испытаний по показателю  $\tau_0$  возможно далеко не всегда, поскольку и размеры оконного блока и его разрезка, профильная система, а зачастую и заполнение светопрозрачной части отличаются от того, что испытывалось. Да и в разных помещениях даже одного проектируемого здания размеры и разрезка оконных блоков могут существенно отличаться.

Кроме того, необходимо учитывать, что в соответствии с ГОСТ 26602.4-99 [2] - если результаты испытаний предполагается распространить на типоразмерный ряд, то для испытаний должна выбираться конструкция с наименьшим коэффициентом остекления. Следовательно, если испытания проведены для худшего образца (с наименьшим коэффициентом остекления), то закладывать эти результаты в расчет при разработке проекта здания - значит заведомо завышать требуемую площадь оконных проемов.

В настоящее время задача расчета КЕО на стадии разработки проекта осложняется еще и большим разнообразием предлагаемых профильных систем, применением стекла с низкоэмиссионным покрытием, тонирующих пленок, стекла окрашенного в массу, остеклением балконов и лоджий и т.п., требующих соответствующего анализа на стадии выбора решения.

Переносить результаты испытаний, проведенные для конкретного оконного блока на весь ряд - явно неправомерно. Испытывать же все возможные конструкции - процедура достаточно дорогостоящая и продолжительная (хотя в принципе и возможная).

Конечно же, сетовать на то, что результаты сертификационных испытаний сложно использовать при проектировании зданий вряд ли уместно, поскольку цели сертификации продукции и цели проектирования разные. Но и принимать при расчете КЕО фиксированную величину светопропускания оконных блоков в соответствии с частными результатами испытаний также неправомерно. Тем более, что величина  $\tau_2$  даже в рамках одной профильной системы может существенно изменяться (см. ниже табл.1).

Пользоваться для этих целей данными СНиП П-4-79 [3] (отмененного в 1995 г.) еще менее правильно, поскольку показатели, приведенные в табл.28 [3] определены для старых типов оконных блоков и также приводятся без учета соотношения площади остекления к площади оконного блока. Необходимо отметить, что несмотря на то, что с момента введения СНиП 23-05-95 прошло уже почти десять лет, взамен табл.28 СНиП П-4-79 пока ничего не предложено.

В сложившейся ситуации наиболее корректное решение данного вопроса видится в разработке и утверждении методики, позволяющей проводить оценку коэффициента светопропускания оконных блоков на основе расчетных методов. В этом случае у проектировщиков появляется возможность учета особенностей применяемых профильных систем, размеров и разрезки оконных блоков, заполнения светопрозрачной части и пр.

Для решения данной задачи, был проведен анализ ряда исследований в этой области [4,5,6], выполнена оценка погрешности различных методик, проведено сопоставление результатов расчетов с результатами испытаний в светотехническом куполе.

В этой связи необходимо отметить исследования Киреева Н.Н. [4], Паршина А.Н. [5], выполненные в 80-х годах, современные исследования НГА-СУ, СибНИИстрой (Томилаева Е.А. и др.) [6].

Определение общего коэффициента направленного пропускания света оконного блока  $\tau_0$  предлагается производить комбинированным методом - на основании экспериментального определения коэффициента направленного пропускания света  $\tau_1$  светопрозрачной части окна (в соответствии с ГОСТ 26302-93 [7]), и определения коэффициента светопропускания оконных переплетов  $\tau_2$  - расчетным методом - на основе исследований [4] с учетом некоторых дополнений. При наличии достоверных данных по  $\tau_1$  возможен расчет  $\tau_0$  и без проведения испытаний.

Допущения и ограничения расчетного метода:

- падающий световой поток однороден (все направления падения света равноценны);
- все элементы переплета имеют прямоугольное сечение;
- при спаренных и двойных переплетах элементы, ортогональные проекции которых совпадают, заменяются одним условным элементом, толщина которого равняется суммарной толщине двух элементов и воздушной прослойки между ними;
- геометрические размеры светового проема и отражения света от оконных откосов не рассматриваются (эти факторы учитываются в уравнениях перераспределения света в помещении).

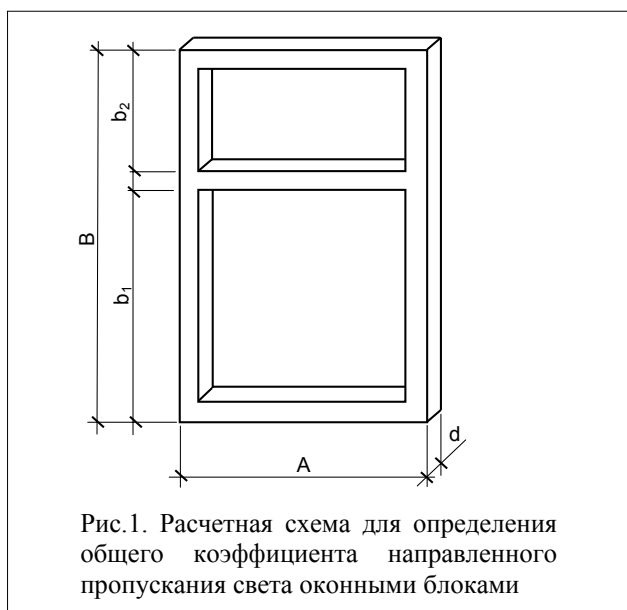


Рис.1. Расчетная схема для определения общего коэффициента направленного пропускания света оконными блоками

Основные расчетные формулы

Величина коэффициента светопропускания переплетов оконного блока, включающего n элементарных ячеек, имеющих различную ширину и высоту (рис.1), рассчитывается по формуле

$$\tau_2 = \frac{1}{S_0} \sum_{i=1}^n \left[ \frac{\sqrt{S_i^2 + \sigma_i^2} - \sigma_i}{\sigma_i(1-\rho) + 2(S_i + \sigma_i - \sqrt{S_i^2 + \sigma_i^2})\rho} \right], \quad (3)$$

где  $S_0$  - площадь светового проема в свету,  $m^2$ ;  $S_i$  - площадь i-й ячейки в свету,  $m^2$ ;  $\sigma_i$  - площадь внутренних граней поверхности переплетов i-й ячейки,  $m^2$ ;  $\rho$  - коэффициент отражения внутренних граней ячеек переплета.

Соответственно

$$S_i = a_i \cdot b_i, \quad (4)$$

$$\sigma_i = d \cdot (a_i + b_i) \quad (5)$$

где  $a_i, b_i$  - ширина и высота ячеек (в свету), м;  $d$  - суммарная толщина переплета, м.

Рекомендуемая последовательность расчета:

1. Оконный блок приводится к обобщенному виду (все элементы переплета приводятся к прямоугольной форме).

2. Определяется количество ячеек - n, геометрические размеры каждой ячейки -  $a_i, b_i, d$ ; коэффициент отражения внутренних граней переплета -  $\rho$ ; площадь ячеек в свету -  $S_i$ ; площадь оконного блока -  $S_0$ .

3. Определяется коэффициент направленного пропускания света стеклопакетами или стеклом  $\tau_1$  (рекомендуется принимать по результатам испытаний в соответствии с ГОСТ 26302-93[7]; при отсутствии возможности проведения испытаний - по данным ГОСТ 24866-99 [8]).

4. По формуле (3) производится расчет  $\tau_2$ .

5. По формуле (1) производится расчет  $\tau_0$ .

Пример 1.

Определить общий коэффициент пропускания света оконного блока из ПВХ-профилей «VEKA» серии «ТОPLINE» - ОП ОСП 15-13 ГОСТ 30674-99 с двухкамерными стеклопакетами из обычного стекла СПД 4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub> ГОСТ 24866-99, производства ЗАО «БФК» (г.Новосибирск). Цвет профилей - белый. Разрезка и основные геометрические размеры оконного блока представлены на рис.2.

Результаты испытаний данного оконного блока в светотехническом куполе «СибНИИСтрой» -  $\tau_0^{эксп} = 0,45$  (информация представлена ЗАО «БФК», приложение к сертификату соответствия №РОСС RU СГ 43.В00232 от 10 июля 2003 г.).

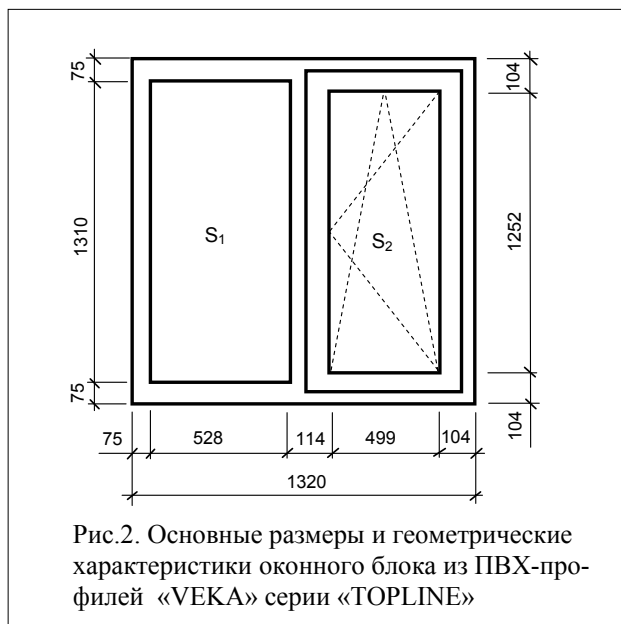


Рис.2. Основные размеры и геометрические характеристики оконного блока из ПВХ-профилей «VEKA» серии «ТОPLINE»

Количество ячеек - n = 2. Толщина переплета -  $d = 70$  мм. Площадь оконного блока по наружным размерам оконной коробки -  $S_0 = 1,927$   $m^2$ . Коэффициент отражения внутренних граней переплета -  $\rho = 0,7$  (согласно табл.21 [1]). Ячейка 1:  $S_1 = 0,692$   $m^2$ ;  $a_1 = 0,528$  м;  $b_1 = 1,31$  м;  $\sigma_1 = 0,129$   $m^2$ . Ячейка 2:  $S_2 = 0,625$   $m^2$ ;  $a_2 = 0,499$  м;  $b_2 = 1,252$  м;  $\sigma_2 = 0,123$   $m^2$ .

В соответствии с формулой (3) -  $\tau_2 = 0,613$ .

При  $\tau_1 = 0,72$  [8], величина общего коэффициента пропускания света рассчитанного оконного блока составит  $\tau_0 = 0,613 \cdot 0,72 = 0,44$ .

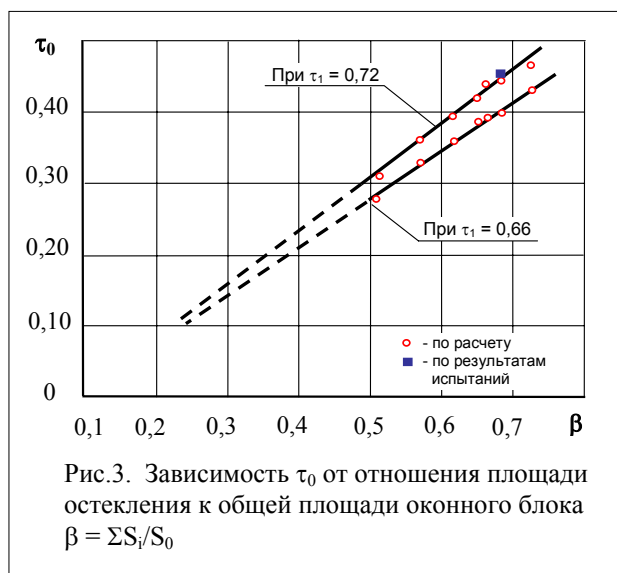
Сопоставление результатов расчета с результатами испытаний показывает погрешность  $\Delta = [(0,45 - 0,44)/0,45] \cdot 100\% = 2,2\%$ .

#### Пример 2.

Рассчитать величину общего коэффициента пропускания света для ряда оконных блоков из ПВХ-профилей «VEKA» серии «TOPLINE»: ОП ОСП 15-9, ОП ОСП 15-15, ОП ОСП 15-18, ОП ОСП 15-21.

Светопрозрачная часть - двухкамерные стеклопакеты из обычного стекла СПД 4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub> ГОСТ 24866-99 ( $\tau_1 = 0,72$ , вариант 1) и двухкамерные стеклопакеты с низкоэмиссионным покрытием внутреннего стекла СПД 4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub>-14-И4 ГОСТ 24866-99 ( $\tau_1 = 0,66$ , вариант 2).

Эскизы и размеры оконных блоков приведены в табл.1. Результаты расчетов представлены на рис.3, в табл.1.



Представленные результаты, а также результаты расчетов, выполненных для оконных блоков других конструктивных решений позволили сделать следующие выводы:

1. Величина общего коэффициента пропускания света оконных блоков существенно зависит от геометрических размеров, конфигурации и площади остекления оконных блоков

2. Имеет место определенная корреляционная зависимость между общим коэффициентом пропускания света оконных блоков  $\tau_0$  и отношением площади остекления к площади оконного блока  $\beta$ .

3. Предложенная методика позволяет с относительно небольшой погрешностью определять величину общего коэффициента пропускания света оконных блоков различного конструктивного решения.

4. Результаты сертификационных испытаний конкретного образца могут быть с минимальными затратами увязаны с результатами расчетов по предложенной методике  $\tau_0$  оконных блоков любых размеров этой же профильной системы.

Таблица 1

Результаты расчета общего коэффициента пропускания света ряда оконных блоков из ПВХ-профилей «VEKA» серии «TOPLINE»

Маркировка и эскиз оконного блока	Размеры, мм	$\beta = \frac{\sum S_i}{S_0}$	$\tau_2$	$\tau_0^*$
ОП ОСП 15-13 	1460 × 1380	0,683	0,61	$\frac{0,44}{0,40}$
ОП ОСП 15-15 	1460 × 1470	0,651	0,59	$\frac{0,42}{0,39}$
ОП ОСП 15-18 	1460 × 1770	0,619	0,55	$\frac{0,39}{0,36}$
ОП ОСП 15-21 	1460 × 2070	0,659	0,60	$\frac{0,43}{0,39}$
ОП ОСП 15-21 	1460 × 2070	0,721	0,65	$\frac{0,47}{0,43}$
ОП ОСП 15-9 	1460 × 870	0,512	0,43	$\frac{0,31}{0,28}$

\* Значения в числителе соответствуют заполнению светопрозрачной части оконных блоков стеклопакетами СПД 4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub> ГОСТ 24866-99; в знаменателе - стеклопакетами СПД 4М<sub>1</sub>-14-4М<sub>1</sub>-14-И4 ГОСТ 24866-99.

#### Список использованных источников

- СНиП 23-05-95\*. Естественное и искусственное освещение.
- ГОСТ 26602.4-99. Блоки оконные и дверные. Метод определения общего коэффициента пропускания света.
- СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение.
- Киреев Н.Н. Аналитический метод определения светопропускания оконного блока. – Светотехника. - 1983. - №7. – С.3 – 4.
- Паршин А.Н. Определение общего коэффициента светопропускания оконных блоков на основе математического планирования эксперимента/ Экспресс – информация. Строительство и архитектура. – 1983. - №9.
- Томилини Е.А., Ахмамеев М.А., Белан В.И. Анализ светопропускания оконных блоков различных типов. Изв. вузов. Строительство. - 2004. - №9. – С.119 – 121.
- ГОСТ 26302-93. Стекло. Методы определения коэффициентов направленного пропускания и отражения света.
- ГОСТ 24866-99. Стеклопакеты клееные строительного назначения.