

Михаэль Росса, Руководитель направления стекло и стройматериалы

Двухкамерный изоляционный стеклопакет – практика применения

Указания по эксплуатации двухкамерного энергосберегающего стеклопакета для безопасного остекления

Немецкие регламенты по энергосбережению (EnEV) 2009 в сочетании с законом о возобновляемых источниках энергии считаются всемирным образцом для сокращения потребления энергии и зависимости от видов сырья. При проведении реконструкции зданий требуется достижение значения U_w для окон в размере $1,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ и для стекла значения U_g в размере $1,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Необходимые требования могут быть достигнуты благодаря энергооптимизированным профилям и применению двухкамерного энергосберегающего стекла со значением U_g в размере $0,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Но при применении должны быть учтены определённые аспекты по предотвращению повреждений и обеспечению безопасности.

Действующая в Европе директива по энергоэффективности зданий EPBD (Energy Performance of Buildings Directive) является основой Германских регламентов и директивных актов по энергосбережению. Постоянное сокращение потребления энергии для отопления и горячей воды ведёт к дальнейшему ужесточению требований EnEV к теплоизоляции и техническому оборудованию. Минимальные требования для значения U окон при реконструкции зданий составляют в настоящее время $1,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ и для энергосберегающего стеклопакета $1,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$. Как указано ниже, на основании этого можно поставить задачи для оконной-, фасадной- и стекольной отрасли:

- Улучшение теплоизоляционных свойств,
- Минимизация потери тепла при вентиляции,
- Оптимизация защиты от жары и солнечной энергии в летнее время,
- Использование солнечной энергии,
- Сокращение применения искусственного света за счет оптимизации использования дневного освещения,
- Экономия энергии благодаря интеллектуальной интеграции технического оснащения в оболочку здания.

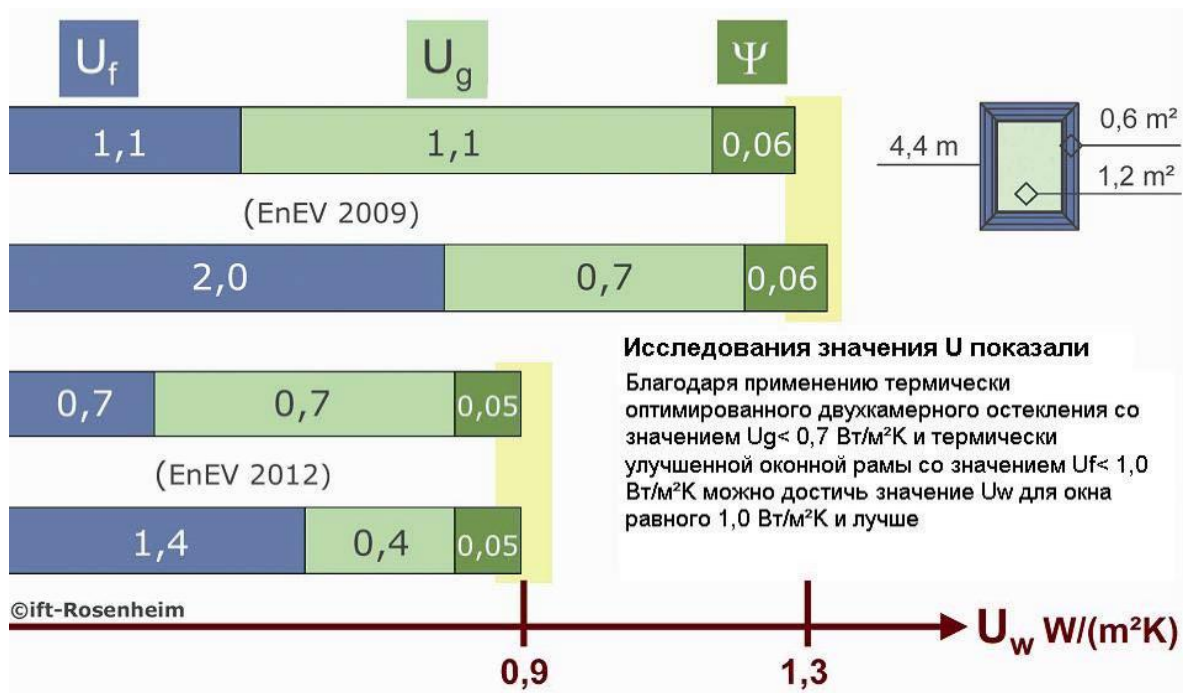


Рис.1 EnEV 2009 – Изменения для оконных конструкций

Оптимизация остекления

Разработки в области энергосбережения были часто следствием инноваций в стекольной промышленности, и таким образом двухкамерные энергосберегающие стеклопакеты стали стандартным остеклением в климатических зонах Европы с холодным климатом. На ряду с теплозащитой и обеспечением дневным светом, изоляционные стеклопакеты должны выполнять многие другие функции в здании, к примеру, функции безопасности, звукоизоляции и противопожарной защиты. На сегодняшний день высокоэффективные теплоизоляционные конструкции окон требуют значение коэффициента теплопередачи стеклопакета U_g размере $0,7 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ и лучше (меньше). Хотя эти значения для двухкамерных стеклопакетов были достигнуты при небольших межстекольных пространствах шириной в 10-12 мм с заполнением газом криптон, но криптон на сегодняшний день доступен только в ограниченном количестве и цены на него невероятно высоки. В качестве альтернативы может служить заполнение аргоном и межстекольное пространство толщиной в 16 мм. Для многокамерных теплоизоляционных стеклопакетах с межстекольным пространством в 2x16 мм, в зависимости от конструкции и размеров, необходимо обращать внимание на интенсивные климатические нагрузки, которые могут оказать влияние на сокращение продолжительности жизненного цикла стеклопакета. Таким образом, необходимо избегать применения мало форматных стеклопакетов, в которых климатические воздействия (перепад температур, влажность с улицы и внутри помещения), особенно сильно нагружают соединительный профиль кромки (дистанционной рамки).

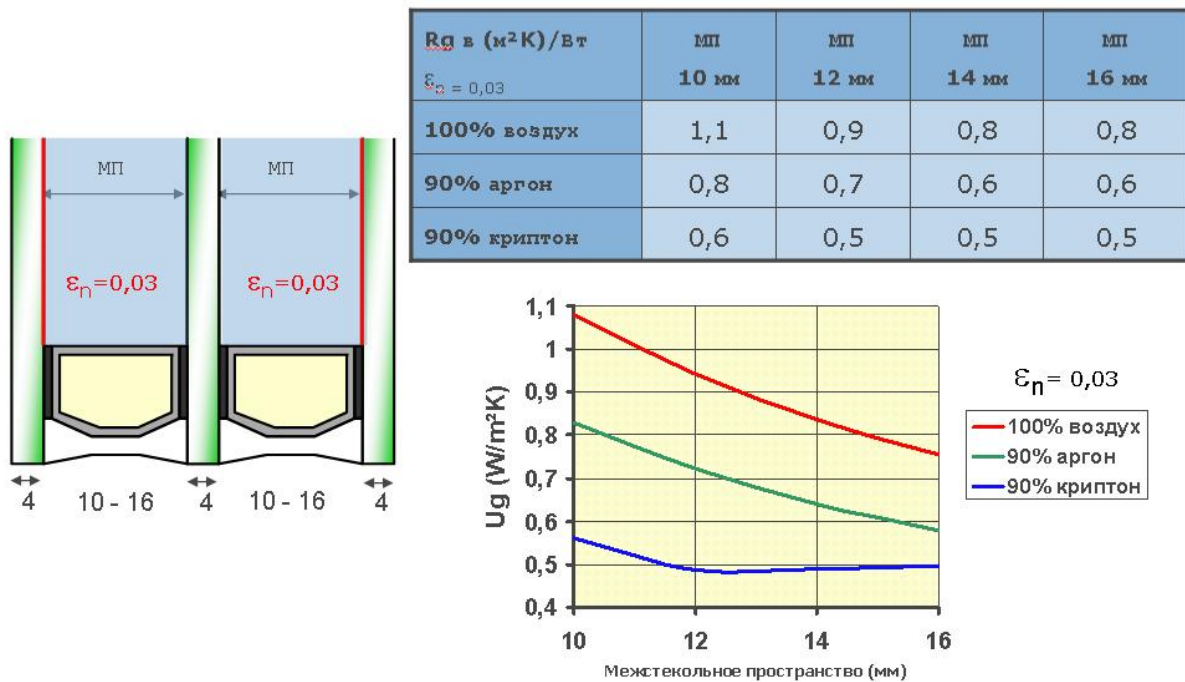



Рис.2 Значения U_g для двухкамерного энергосберегающего стеклопакета

Дальнейшее улучшение значения U_w для окон можно достичь благодаря применению теплотехнически оптимизированных дистанционных рамок или за счет более глубокого погружения стекла в профиль. Как правило значение Ψ улучшается на 0,002 Вт/(мК) с каждым мм, если стеклопакет больше заходит за край фальца в профиль. Таким образом значение U_w окна может быть улучшено при погружении стекла к примеру на 25 мм до ΔU_w -значения равного 0,05 Вт/(м²К). Линейный коэффициент теплопередачи Ψ_g является величиной характеризующей тепловой мостик в краевой зоне энергосберегающего стеклопакета. На основании Ψ_g -значений можно оценить функциональную способность системы „тёплого края“, если другие пограничные условия остаются неизменными. Правила по расчёту и использованию значений репрезентативных значений Ψ представлены в ift директиве WA-08/1 „термически улучшенные дистанционные рамки“, которые дают возможность единообразного оценивания. Фирма ift Розенхайм совместно с федеральным союзом производителей листового стекла, университетом города Розенхайм и промышленными партнёрами создала единообразные технические паспорта для различных систем соединения краёв энергосберегающих стеклопакетов. На ряду с описанием материала дистанционной рамки и их теплопроводности, они также содержат Ψ_g -значения для одно- и двухкамерных стеклопакетах для 4-х различных репрезентативных вариантов рам, деревянных, деревянно-алюминевых, пластиковых и алюминиевых.



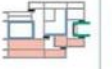




Arbeitskreis 'Warme Kante'

April 2008 — Änderungsindex 0

Datenblatt Psi-Werte Fenster

Firmenlogo: _____ Firmenname: _____
 Straße: _____
 PLZ/Ort: _____

Profilname	Abstandhalter Bauhöhe in mm	Material	Wärmeleitfähigkeit λ in W/mK	Dicke d in mm
	---	---	---	---
Material mit thermischer Trennung		Kunststoff	0,2	16; 12
Material		Alu	17,7	16; 12
Material		Alu	17,7	16; 12
Material		Alu	17,7	16; 12
Zweifachverglasung $g=0,16$ W/m ² K	---	---	---	---
Dreifachverglasung $g=0,17$ W/m ² K	---	---	---	---

Scheibendicke (SD) in mm	$\Psi_{gl,28}$ in W/m ² K	
	Box 1 - $R_1 = 3$ mm	Box 2 - $R_2 = \dots$ mm
16	0,40	---
12	0,40	---

Die repräsentativen linear Wärmedurchgangskoeffizienten (spektraler Psi-Wert) gelten für typische Rahmenprofile und sind abhängig von der Einleitung des Wärmehaupthauptstrahls in das Fenster. Sie werden unter den in der Tabelle WA-08/1 angegebenen vereinfachten Randbedingungen - bei 1. Einleitung des spektralen Psi-Wertes für Fenster-Rahmenprofile - angegeben. Diese Randbedingungen sind: Vergabung, Glasrand, Rahmenbedeckung, Profile- und Scheibeneinstückelung. Eine Reduktion ergibt sich bei der Anwendung der spezifizierten Parameter. Bei Verwendung von Randbedingungen werden die Psi-Werte um (abhängig auf 0,001 W/m²K) angegeben. Das Verfahren zur arithmetischen Bestimmung der Psi-Werte hat eine Genauigkeit von $\pm 0,002$ W/m²K, kleinere Werte sind weniger als 0,001 W/m²K sind nicht angegeben.

Рис.3 Технический паспорт рабочей группы „тёплый край“ в федеральном союзе производителей листового стекла для публикации установленных в ift директиве WA-08/1 характеристики термически улучшенных дистанционных рамок.

„Энергогенератор“ солнце

Энергия солнца имеющаяся на земле в 3.000 раз превышает всемирное потребление энергии. Поэтому экономически, экологически и политически важной задачей строительной промышленности является открытие этого энергетического источника – рациональное остекление окон и фасадов могут сделать этот „бесплатный“ энергетический потенциал полезным.

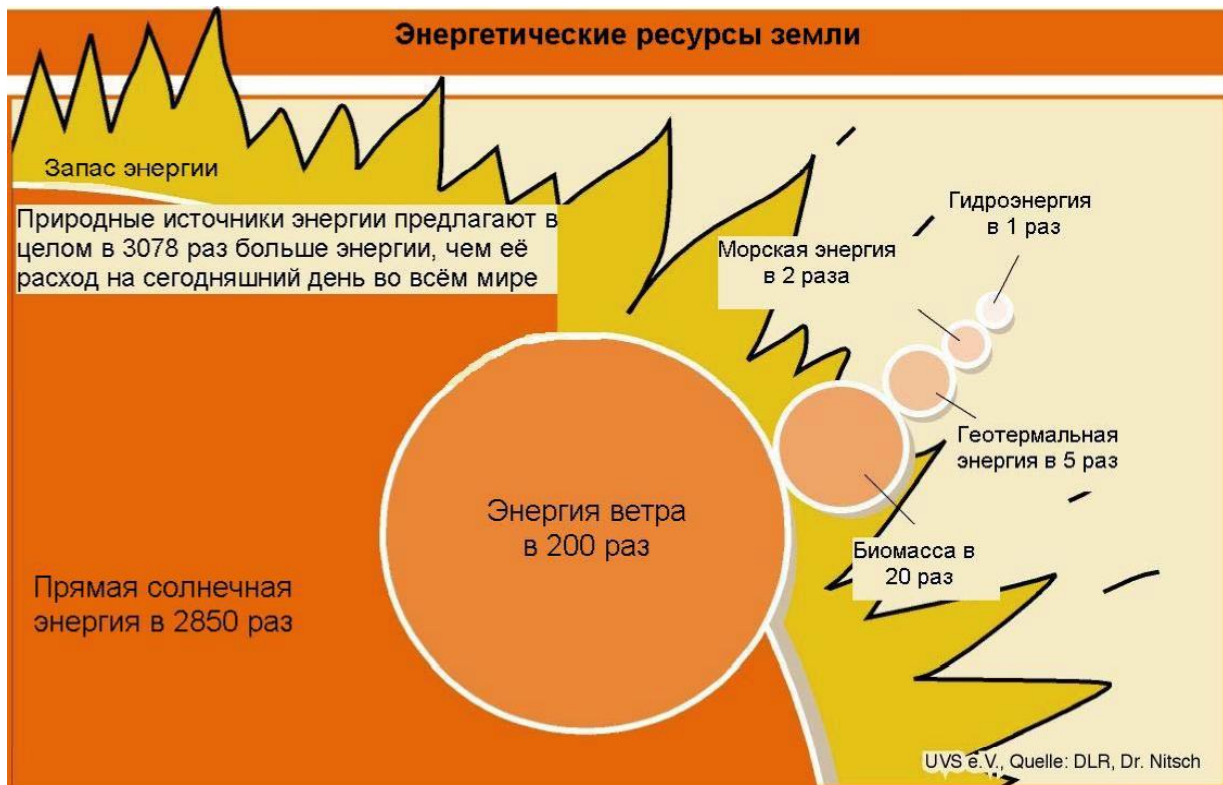


Рис.4 Сравнение естественных энергетических ресурсов с потреблением энергии

Для простой оценки энергетической эффективности окон и стекла, для будущих сводов правил необходима балансовая оценка, которая наряду с потерей тепла (U_w) также оценивает и накопление солнечной энергии (значение g).

Energy flux at the window

Equivalent U_w -value

$$U_{eg} = U_w - g \times S_F \leq 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

S_F ...Solar gain factor

in dependence of the window navigation with

- U_{eq} equivalent U-value in (W/m²K)
- U_w U-value of the window in (W/m²K)
- F_f window area in m²
- g total solar energy transmittance
- S_F Mean solar gain factor determined by the navigation with 1,6 (W/m²K) or for the South = 2,40, West/East = 1,65, North = 0,95 (W/m²K) (Heat Insulation Ordinance of 1995)

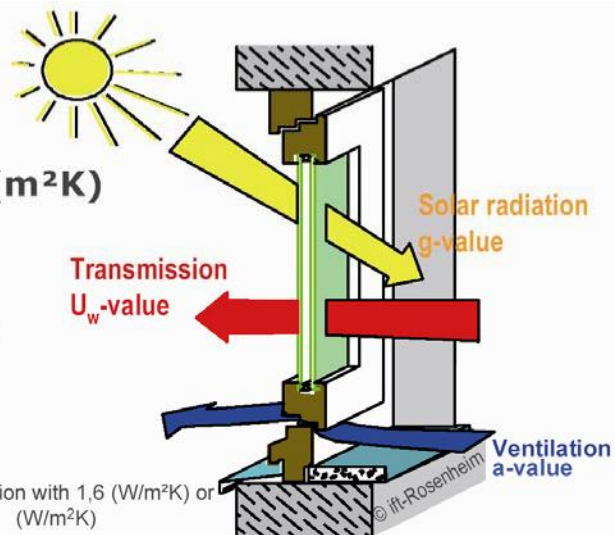


Рис.5 Использование и оценка солнечных тепловых накоплений окон и стекла

Значение U_g остекления и общий уровень пропускания энергии g являются определяющими факторами и поэтому в данной области следует ожидать дальнейших разработок. Фотогальваника и солнечная тепловая энергия могут покрыть остаточную потребность зданий и децентрализованно предоставить необходимую энергию для

будущих механизмов привода и управления окнами и устройствами по защите от солнца. Благодаря интеллектуальному, управляемому применению затемнения, использованию термических аккумуляторов, а также систем управления светом, солнечные накопления могут быть оптимально использованы в период отопительного сезона, без перегрева помещений.

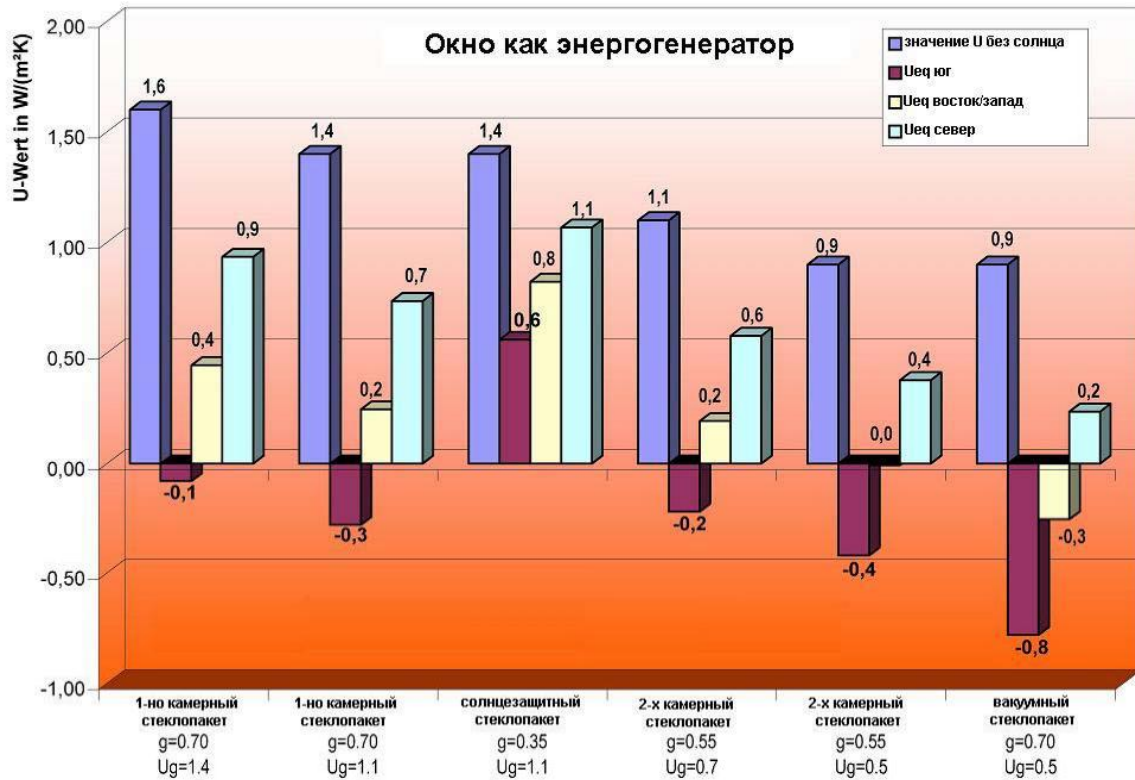


Рис.6 Динамика изменения значения U для окон в зависимости от солнечных накопителей в Германии и энергетического качества (энергоэффективности) остекления (размеры 1,23 x 1,48 м)

Таблица 1 Диапазон колебаний размеров стандартного остекления на сегодняшний день

Стекло	Общий уровень пропускания энергии g	Уровень светопропускания τ	Коэффициент теплопередачи Ug
	[-]	[-]	[Вт/(м²К)]
однокамерный энергосберегающий стеклопакет*	са. 40 – 60 %	70 – 80 %	1,0 – 1,7
2-камерный энергосберегающий стеклопакет **	са. 40 – 60 %	60 – 70 %	0,5 – 0,8
Вакуумное остекление***		80 %	0,8 – 1,0

*Защитная оболочка на третьем уровне, **Защитная оболочка на втором и пятом уровне, ***двойное оконное стекло, тепло-защитная оболочка на третьем уровне