



Получена: 07.04.2017 г.

Приета: 28.04.2017 г.

ПОВИШАВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ И ЗДРАВΟΣЛОВЕН МИКРОКЛИМАТ ЧРЕЗ СРЕДСТВАТА НА ПРОСТРАНСТВЕНАТА ОРГАНИЗАЦИЯ В ЖИЛИЩНИТЕ ТЕРИТОРИИ

В. Иванов¹, О. Симов², С. Аспарухов³

Ключови думи: енергийна ефективност, жилищни територии, градоустройство

РЕЗЮМЕ

В публикацията са представени резултати от теоретични изследвания, свързани с дефинирането на активните и пасивните градоустройствени средства за повишаване на енергийната ефективност в жилищните структури на града. Предложен е набор от архитектурни средства за подобряване на енергийно-ефективното поведение на сградите чрез редуция на площта на ограждащата конструкция спрямо обема на сградата, чрез рационалното проектиране на сградните елементи и чрез иновативни подходи за обработване на фасадните повърхности – с цел оптимизиране на комфорта на обитаване и минимизиране на негативните въздействия върху здравето на жителите.

1. Въведение

Обект на изследване са жилищните територии и жилищните сгради поради няколко основни причини:

- жилищните територии са най-значителната част от селищните структури;

¹ Валери Иванов, доц. д-р арх., кат. „Градоустройство“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: arch.valiv@abv.bg

² Огнян Симов, д-р арх., кат. „Физика“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: arch_simov@abv.bg

³ Стефан Аспарухов, гл. ас. д-р арх., кат. „Промислени и аграрни сгради“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: asparuhov_stefan@abv.bg

- жилищният сектор консумира значителен дял от потреблението на енергия;
- хората пребивават в жилищните територии и жилищата значителна част от времето си и са силно чувствителни към жилищния си комфорт и енергийните си разходи;
- световният дефицит на енергийни източници поставя с особена важност въпроса за превенция на последствията на този дефицит.

Влошаването на макро- и микроклимата в жилищната среда (жилищни територии, респективно – жилищни сгради), проявяващо се под формата на образуване на влага, а от там на мухъл и плесени, е следствие от недобра аерация на градските (улични и вътрешноквартални) пространства, замърсяване и повишена влажност на въздуха, нерационално разположение на сградите, нецелесъобразно благоустройство (залесяване, земни настилки и др.), недобра топлоизолация на външните ограждащи стени, наличие на температурни мостове по фасадите, неефективно проветряване на помещенията.

Проблемите за подобряване на енергийната ефективност и оптимизиране на микроклимата на сградите са обект на множество световни научни и научно–приложни изследвания.

Особено важни, обаче са въпросите, свързани с възможностите за превенция на предпоставките за недобра енергийна ефективност и поява на влага по фасадите и вътре в помещенията. Интересни и значими за теорията и практиката са средствата на пространствената организация – градоустройствена и архитектурна – целящи подобряване на термохарактеристиките на жилищната среда и отделните сгради и предотвратяване на появата на влага, плесени и мухъл в тях [4].

Холистичният подход към проблемите „енергийна ефективност, влага, плесени, мухъл“, включващ средствата на пространствената организация (градоустройствени и архитектурни) и последващото приложение на ефективни строителни материали, би дала един силно позитивен синергичен ефект (фиг. 1).



Фиг. 1. Холистичният подход към проблемите „енергийна ефективност, влага, плесени, мухъл“

2. Градоустройствени средства

Градоустройствените средства, ефективно приложими към жилищните територии, могат да се разгледат в две основни групи (фиг. 2):

- пасивни – рационално използване на природните и антропогенните характеристики на териториите;

- активни – прилагане на човешки въздействия върху територията.



Фиг. 2. Градоустройствени средства за повишаване на енергийната ефективност и предотвратяване на влага, плесени и мухъл, приложими към жилищните територии

Като *основни пасивни градоустройствени средства* определяме: релеф, ветрове, съществуващи водни площи, ориентирани спрямо световните посоки, налична растителност.

Те могат да имат следните позитивни ефекти:

Релеф	<ul style="list-style-type: none"> – способност за по-добро ослънчаване; – предпазва от ветрово натоварване.
Ветрове	<ul style="list-style-type: none"> – осигурява естествено проветряване
Ориентация спрямо световните посоки	<ul style="list-style-type: none"> – способност за по-добро ослънчаване; – предпазва от прегряване; – определя пространствената структура на сградите; – жилищните помещения се ориентират в благоприятните посоки.
Съществуващи водни площи	<ul style="list-style-type: none"> – балансират температурата през сезоните, като акумулират топлина през топлите и я освобождават през студените; – редуцират ефекта „топлинен остров“ в централните градски части с плътно и високо застрояване.
Налична растителност – дървесна, тревна	<ul style="list-style-type: none"> – предпазване от ветрово натоварване; – предпазване от прегряване.

Като *основни активни градоустройствени средства* определяме: местоположение, компактност, разположение на сгради и улици, многофункционалност, начин на застрояване, характер на застрояване, плътност на застрояване, композиция на застрояване, комуникационни пространства, пешеходно и велосипедно движение, изкуствени водни площи, растителност, земни настилки, геопластики.

Те могат да имат следните позитивни ефекти:

Определяне на местоположението	- осигурява естествено ослънчаване - защита от ветрово натоварване - естествено проветряване
Компактност на зоните	- намалява комуникационните връзки - редуцира необходимостта от транспорт
Многофункционалност на сградата	- осигурява оптимално обслужване - намалява комуникационните връзки
Начин на застрояване (свободно, свързано)	- влияе върху ветровото натоварване, проветряването, засенчването, ослънчаването
Характер (височина) на застрояването	- влияе върху ветровото натоварване, засенчването, ослънчаването
Плътност на застрояването	- влияе върху ослънчаването - намалява топлозагубите
Композиция на застрояването	- влияе върху ветровото натоварване, проветряването, засенчването, ослънчаването
Комуникационни пространства	- осигуряват естествено проветряване - оптимизират комуникационните връзки
Възможности за пешеходно и велосипедно движение	- намалява автомобилното движение - осигурява здравословен начин на живот
Изкуствени водни площи	- балансират температурите през сезоните, като акумулират топлина през топлите и я освобождават през студените
Засаждане на растителност (дървесна, тревна)	- предпазва от ветрово натоварване - предпазва от прегряване
Земни настилки	- осигуряват отток на повърхностните води - предпазват от прегряване
Геопластики (изкуствени земни възвишения)	- предпазват от ветрово натоварване - осигуряват благоприятен микроклимат

За целесъобразно и гарантирано приложение на посочените градоустройствени средства са необходими рационални национални и общински мерки:

- разработване на национална стратегия за енергийно ефективно градоустройство в съответствие с модерните европейски подходи и изисквания;
- създаване на местни политики и извършване на конкретни действия за реализация на постановките на националната стратегия.

Целесъобразно е стратегията и политиките да включват поредица от ефективни мероприятия, които да изискват:

- разкриване на потенциалите на териториите за оптимално прилагане на необходимите пасивни и активни градоустройствени средства;
- подготовка на компетентни, висококвалифицирани специалисти, които да разработват и прилагат стратегията, политиките, действията за енергийна ефективност на жилищните територии;

- изработване на необходимите общи и подробни устройствени планове;
- изработване на система от стимули за прилагане на посочените документи и действия;
- информационно разясняване на местните общности на целесъобразността и необходимостта от реализацията на документите и действията.

Градоустройствените средства са добра възможност за положително подобряване на енергийната ефективност на жилищните територии и финансово изгодна превенция на влага и последващия мухъл в жилищните сгради [5].

3. Архитектурни средства

Енергийната ефективност на отделната сграда е функция преди всичко от възможностите за намаление на топлинните загуби през зимния период. Определяща величина за топлинните загуби е топлинният поток Q , преминаващ през ограждащите конструкции на жилищното пространство, в което се поддържа постоянна температура.

Той се определя по формулата:

$$Q = UA\Delta t, [W],$$

където U е коефициент на топлопреминаване;

A – площ на ограждащите конструкции;

Δt – разликата между вътрешната и външната температура.

За да са по-малки топлинните загуби, респективно разходите за отопление, топлинният поток Q трябва да бъде минимизиран. На величината Δt не може да се влияе – тя е резултат от разликата между комфортната вътрешна температура – около 20 °C и изчислителната външна температура, характерна за макроклимата на конкретно населено място.

Величината U се изчислява за всяка конструкция и е необходимо да бъде по-малка от нормативно определената стойност.

От трите величини единствено A – площта на ограждащите конструкции – зависи изцяло от обемно-пространствената организация на конкретния обект (сграда) и не е нормативно определена.

3.1. Редукция на площта на ограждащата конструкция чрез рационално проектиран обем на сградата

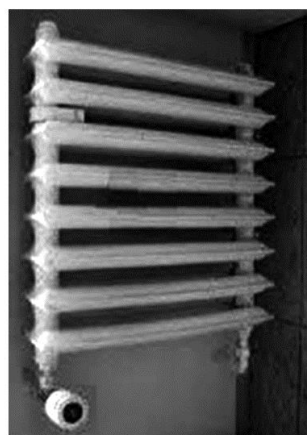
Определен отопляем обем, регламентиран от заданието на Инвеститора и проектното решение, може да бъде ограден с различна по площ ограждаща конструкция в зависимост от неговата форма. От приложимите в практиката геометрични фигури (с изключение на сферичните) при еднакъв обем с най-малка повърхностна площ е кубът (фиг. 3).



Фиг. 3. Енергоэффективна сграда в гр. Улм, Германия, с отопляем обем, поместен в куб с размери $15 \times 15 \times 15$ m (вляво - проект, визуализация; вдясно - реализация)

Сградата се отличава с минимална площ на ограждащите конструкции по отношение на отопляемия вътрешен обем. Анализът на енергийните показатели на сградата показват около 15% по-ниско потребление на енергия за отопление в сравнение с аналогични по обем и материали сгради, но с не така компактна обемно-пространствена структура. Забележително в сградата е изпълнението на балконите не като продължение на подовите плочи на етажите, а като самостоятелна метална конструкция, апликирана към основния отопляем обем.

В практиката обаче съществуват редица примери на необосновано начупване (раздробяване) на отопляемия обем. Странен факт е реализацията на редица сгради с външен вид, наподобяващ изделие (радиатор) (фиг. 4).



Фиг. 4. Сграда със структура на радиатор (вляво - пример от София, вдясно - радиатор)

Във формата на радиатора логично е заложена идеята за максимално отдаване на топлина към околното пространство, докато при сградата би следвало да е точно обратното.

Практиката показва, че при даден обем вследствие на често необосновани функционално и естетически начупвания площта на ограждащата конструкция може да нарасне двойно, с което и топлинните загуби нарастват двукратно.

3.2. Редукция на площта на ограждащата конструкция чрез рационално проектиране на архитектурните елементи

Стремежът при формиране на обемно-пространствената композиция е да се постигне **максимална компактност на отопляемия обем**, близък до оптималните идеални геометрични форми, а разчупването на композицията да се извършва с неотопляемите площи и елементи – балкони, тераси, козирки, слънцезащитни устройства и др.

Положителен пример е приложението на балкони като обемни елементи за няколко етажа върху собствен фундамент, апликирани към фасадата, без да прекъсват топлоизолацията. Това е възможно както при нови сгради, така и при реконструкция на съществуващи (фиг. 5).



Фиг. 5. Обемни секции на балкони, апликирани към фасади с непрекъсната топлоизолация, Германия (вляво – ново строителство, вдясно – ремонт и реконструкция)

Друга възможност за намаляване на разгънатата площ на фасадните конструкции и подобряване на аеродинамичните характеристики е монтаж на прозорците в една равнина с плътните части (фиг. 6)



Фиг. 6. Сграда с прозрачни и плътни част в една равнина (София)

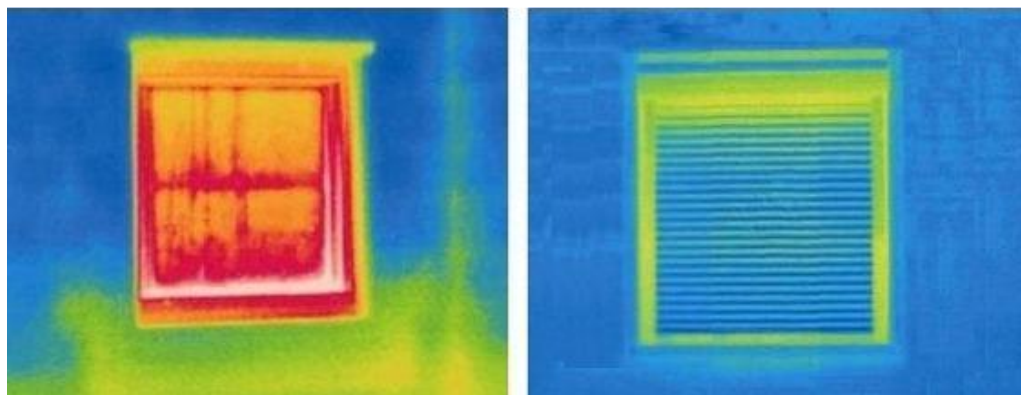
За съжаление у нас прозорците традиционно се монтират в дълбоки ниши, което води до 10 – 15% увеличение на реалната (разгънатата) площ на фасадата и засилва турбулентността при обтичане от ветровото течение.

Изглаждане на макрорелефа на фасадата може да се постигне и чрез предвиждане на външни ролетни щори в плоскостта на фасадата (фиг. 7).



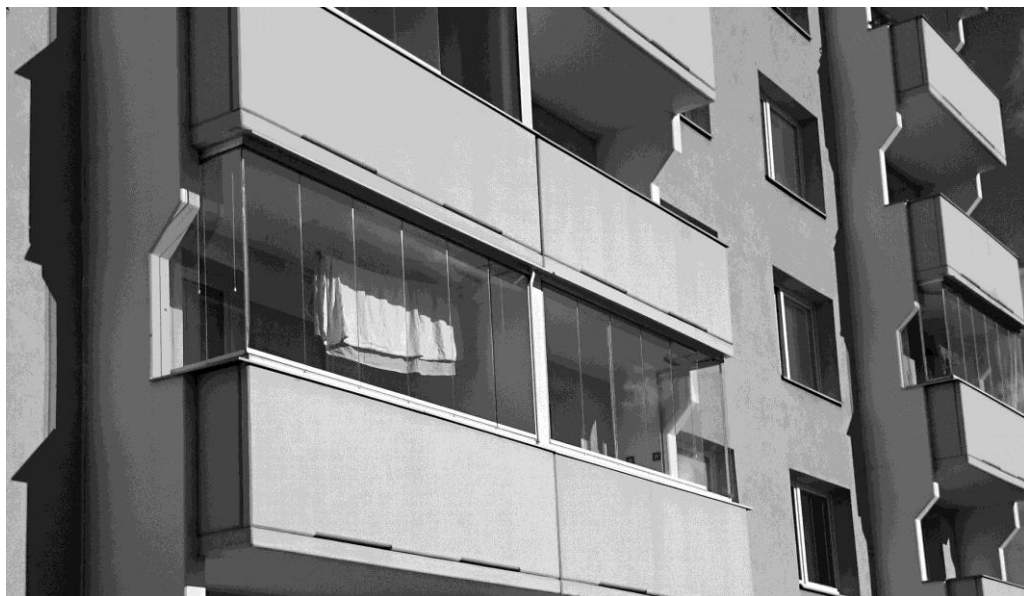
Фиг. 7. Външни ролетни щори, монтирани изравнено с плоскостта на фасадата

Този начин на монтаж намалява излъчващата площ на фасадата особено при спускане на щорите в студените зимни нощи, когато разликата в температурата и силата на вятъра са най-големи. Приносът на подобно решение към енергийната ефективност се илюстрира най-добре чрез термография на прозореца (фиг. 8).



**Фиг. 8. Термография на прозорец с ролетна щора
(вляво – при вдигната щора, вляво – при спуснатата щора)**

Изравняването на пространствените фасадни равнини съществено подобрява аеродинамиката – с ефикасно приложение чрез безрамково остъкляване на балкони и най-добър ефект при лоджии (фиг. 9).



Фиг. 9. Безрамково остъкляване на лоджии в жилищен блок (кв. Слатина, гр. Брно, Чехия)

Този начин на остъкляване запазва в най-голяма степен първоначалния архитектурен образ на сградата и се възприема изключително позитивно от обитателите поради възможността за пълно отваряне на балкона (лоджията) през лятото.

3.3. Редукция на площта на ограждащата конструкция чрез рационално приложена повърхностна фасадна обработка

Реалната площ на ограждаща конструкция зависи от структурата на нейната повърхност, т.е. от разгънатата, а не от идеалната геометричната площ. При грапава външна мазилка разгънатата площ може да нарасне до 15%, което води до пропорционално нарастване на топлинните загуби в сравнение с гладка мазилка. Реалната повърхност се доближава напълно до идеалната, когато върху гладката шпакловка на фасадата се нанесат нано-покрития. С най-добри експлоатационни качества и най-висок енергоспестяващ ефект се отличава групата на нано-керамичните фасадни покрития. Водещо място сред тях имат термо-керамичните покрития, които освен ниско излъчване на топлина през зимата, осигуряват и максимална защита срещу слънчево прегряване през лятото (фиг. 10).

При гладко изпълнена шпакловка на фасада след нанасяне на нано-покритието се констатираат неравности не повече от 100 микрона, а микрорелефът не надвишава 100 нанометра. Подобна повърхност значително намалява повърхностната турбулентност на въздушния граничен слой, респективно – неговата дебелина. Това драстично редуцира топлинните загуби при обтичане на сградата от ветрови течения.



Фиг. 10. Жилищна сграда с фасадно термо-керамично покритие SuperShield Exterior

При гладко изпълнена шпакловка на фасада след нанасяне на нано-покритието се констатира, че неравности не повече от 100 микрона, а микрорелефът не надвишава 100 нанометра. Подобна повърхност значително намалява повърхностната турбулентност на въздушния граничен слой, респективно – неговата дебелина. Това драстично редуцира топлинните загуби при обтичане на сградата от ветрови течения.

За по-масово и ефективно приложение на посочените архитектурни средства са необходими поредица мероприятия, които да изискват:

- акцентирание върху ролята и отговорността на архитекта за концептуални енергоефективни (компактни) решения на сградите и техните елементи;
- включване в образователната програма по архитектура на новостите в архитектурно-строителната аеродинамика и тяхното отражение при проектиране на сградата и нейните елементи;
- по-широко застъпване в архитектурното образование на естетиката и формообразуването на компактни обемно-пространствени структури – специфична тектоника и допълнителни средства за хармонизация.
- изработване на необходимите архитектурни детайли за постигане на максимална компактност и редуциран макро- и микрорелеф на ограждащите конструкции.

- създаване на система от стимули за прилагане на посочените енерго-ефективни средства за обемно-пространствена организация на сградата и нейните елементи;
- информационно разясняване на местните общности на целесъобразността и необходимостта от реализацията на горепосочените действия.

4. Ефективни строителни материали срещу влага, плесени и мухъл за повърхностно оформление на сградите и помещенията

В случай, че средствата на пространствената организация са приложени нерационално или се оказват недостатъчни, съществуват възможности проблеми от подобен характер в жилищната среда да бъдат преодолени чрез ефективни строителни материали за повърхностно оформление на проблемните помещения и фасади.

4.1. Овлажняване, мухъл и плесени в помещенията

Практиката показва, че понякога след полагане на допълнителна топлоизолация и особено след подмяна на дограмата, **влажността** в помещенията (най-вече през зимния период) драстично се увеличава. Не се предвиждат енергийно-ефективни решения за естествена вентилация чрез рекуперация между отработения вътрешен (топъл, но влажен и замърсен) въздух и входящия външен (свеж, но студен). Обитателите избягват проветряване с оглед намаляване на топлинните загуби [3]. В резултат на това в редица сгради се наблюдава **поява на мухъл и плесени**. Много често мухъл се появява, когато отоплението работи в режим „включване – изключване“, въпреки правилно оразмерената топлоизолация. Повърхностната температура изостава от температурата на въздуха, като понякога пада под температурата на оросяване, но най-често задълго остава под температурата на поява на плесен (Schimmelbildungstemperatur). По тази причина в помещенията се появяват мухъл и плесени, което е несъвместимо с изискванията за здравословен микроклимат в обитаемата среда.

В българската практика не се отчита достатъчно фактът, че появата на мухъл и плесени (Schimmelbildung) става при температура с 3 – 4 °C над температурата на оросяване (Taupunkt). Успоредно с настоящото изследване, посредством прецизен мониторингов алгоритъм, бяха фиксирани критичните параметри (температура и относителна влажност), при които рискът от появата на мухъл и плесени (Schimmelbildung) става много висок.

В условията на София например при $t_e = -18$ °C и $t_i = 20$ °C нормативно оразмерена външна стена поддържа температура на вътрешната повърхност 18,3 °C. При влажност 70% в помещението риск от конденз няма ($t_{\text{вътр. пов.}} = 18,3 > t_{\text{оросяване}} = 14,4$).

Температурата на вътрешната повърхност (18,3 °C) обаче е под критичната температура за поява на мухъл (19,1 °C), поради което рискът от това неприятно явление в подобно помещение е висок.

Материалите за повърхностно оформление на помещенията, силно уязвими от мухъл и плесени, са основно две групи:

- с високо съдържание на целулоза (различни видове хартиени тапети);



Фиг. 11. Фасадна плоскост, подлежаща на хронично овлажняване (вляво – без обработка с ТКП, където се наблюдава на микроводорасли и плесени и вдясно – след нанасяне на ТКП SuperShield Exterior ефективна защита от микроводорасли, плесени и мухъл)

Термокерамичните покрития от този тип осигуряват бързо отвеждане на попадалата върху тях вода, като дъждовната капка запазва формата си и се плъзга по повърхността на фасадата. Те остават трайно еластични, като не позволяват появата на микропукнатини. ТКП притежават т.нар. контролирани пори – при висока влажност и попадане на вода по повърхността затварят порите си чрез набъбване на акрилната компонента, а при сухо време ги отварят, като изпускат натрупалата се от паропреминаването влага и запазват топлоизолацията винаги суха, съхранявайки по този начин проектните изолационни параметри.

По своите физически характеристики термокерамичните покрития *SuperShield Exterior* се класифицират като селективни отражатели/излъчватели. Версиите, проектирани за покриви и фасади в условията на топъл климат при бял цвят през деня рефлектират максимално слънчевата радиация (над 89%), а в режим на собствено излъчване през нощта позволяват на сградата да се освободи от практически цялата натрупана през деня топлина (степен на излъчване над 0,94). Тази тяхна функция предпазва топлоизолацията от прегряване и осигурява нейното ефективно функциониране. Покритията, проектирани за фасади в условията на студен климат, при ниски външни температури (под 10 °C), повишават съпротивлението на топлопредаване на фасадната повърхност към външния въздух (над 0,3 m²K/W), което съществено подобрява енергийната ефективност през зимния период.

За по-масово и ефективно приложение на ефективните срещу влага, плесени и мухъл строителни материали са необходими поредица мероприятия като:

- акцентирание върху ролята и отговорността на архитекта за формиране на здравословна обитаема среда в сградите и жилищата;
- включване в образователната програма по архитектура на резултатите от най-новите изследвания и натурни тестове на съответните конструкции и материали;
- информационно разясняване на местните общности на начините за постигане на здравословен микроклимат в жилищата и в сградите като цяло – средства за проветряване, контрол върху влажността и ефективните материали, трайно резистентни към поява на мухъл, плесени и микроводорасли;
- създаване на система от конкретни стимули, достъпни за всеки обитател, целяща прилагане в кратки срокове на посочените средства и постигане на здравословна обитаема среда.

5. Заключение

Изследването доказва хипотезата, че рационалната пространствена организация на жилищните територии и жилищните сгради, както и използването на ефективни материали за фасадна и вътрешна обработка, са определящ фактор в стремежа за решаване на световния проблем за устойчивост и балансирано повишаване на благосъстоянието на обществото като цяло – за енергийно ефективна архитектура, задоволяваща потребностите на максимален брой обитатели в условията на ограничените ресурси и същевременно редуцираща косвено негативни рефлексии върху техния здравословен статус.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аспарухов, С., Симов, О., Манева, В.* Новаторски енергоспестяващи мерки за постигане на здравословен микроклимат при саниране на сгради. //Годишник на УАСГ, София, 2017.
2. *Джамбова, С.* Нови изолационни покрития намаляват топлинните загуби. *izolacii.eu*, 2012 (<http://www.izolacii.eu/php/statiq.php?id=461>).
3. *Иванов, В.* Новата генерация термокерамични покрития – надеждна защита от конденз и мухъл. 2015 (<http://www.kab-sofia.bg/novini/3851-novata-generatziya-termokeramichni-pokritiya-nadezhdna-zashtita-ot-kondenz-i-muhal>).
4. *Манева, В.* Енергоефективно градоустройство на жилищните територии. дисертационен труд, УАСГ, София, 2015.
5. *Манева, В., Иванов, В.* Методика за формиране на енергоефективни жилищни територии. //Годишник на УАСГ, София, 2016.

URBAN AND ARCHITECTURAL APPROACHES FOR HIGHER ENERGY EFFICIENCY IN THE RESIDENTIAL CITY STRUCTURES

V. Ivanov¹, O. Simov², S. Asparuhov³

Keywords: urbanism, energy efficiency, architecture, residential areas

ABSTRACT

The paper presents results of theoretical studies related to the active and passive urban development tools for increasing the energy efficiency in the residential city structures.

A set of architectural instruments is proposed for improving the buildings' energy efficiency by: i) reducing the “*façade area – building volume*” ratio; ii) rational design of the building elements; iii) implanting an innovative treatments of façade surfaces.

The aim of this study is to present the influence of the design solutions on the comfort of living for minimizing the negative impacts on the residents' health.

¹ Valeri Ivanov, Assoc. Prof. Dr. Arch., Dept. “Urban Planning”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: arch.valiv@abv.bg

² Ognyan Simov, Dr. Arch., Dept. “Physics”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail arch:_simov@abv.bg

³ Stefan Asparuhov, Assist. Prof. Dr. Arch., Dept. “Industrial and Agricultural Buildings”, UACEG, 1 H. Smirnenski Blvd., Sofia 1046, e-mail: asparuhov_stefan@abv.bg