



Получена: 12.09.2024 г.

Приета: 30.09.2024 г.

ВЛИЯНИЕ НА НАЧИНА НА ПРОБИВАНЕ НА ОТВОРИТЕ ВЪРХУ НОСИМОСПОСОБНОСТТА НА ИЗТРЪГВАНЕ НА ДЮБЕЛИ ЗА ETICS

И.-А. Цонев¹, Л. Хрисчев², Г. Иванов³

Ключови думи: носимоспособност на изтръгване, дюбели, ETICS, зидария, блокове с кухини

РЕЗЮМЕ

Устойчивостта на външните топлоизолационни комбинирани системи на ветрови въздействия до голяма степен зависи от качеството на тяхното закрепване към фасадите на сградите. В настоящата статия са представени резултатите от експериментално изследване на влиянието на начина на пробиване на отворите, върху носимоспособността на изтръгване при натоварване на опън на дюбели за ETICS, монтирани в глинени блокове за зидария с кухини. Използвани са два метода на пробиване на отворите в блоковете за зидария – с безударно и с ударно действие на леката строителна механизация. Получените резултати са анализирани и са изведени зависимости между начина на пробиване на отворите, характеристиките на блоковете за зидария и изменението на носимоспособността на дюбелите. Установено е, че ударното пробиване на отворите води до съществено намаляване на носимоспособността на изтръгване на дюбелите.

¹ Иван-Александър Цонев, инж., кат. „Технология и механизация на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: ivan_conev_fce@uacg.bg

² Лъчезар Хрисчев, доц. д-р инж., кат. „Технология и механизация на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: lhrishev_fce@uacg.bg

³ Георги Иванов, гл. ас. д-р инж., кат. „Технология и механизация на строителството“, УАСГ, бул. „Хр. Смирненски“ № 1, 1046 София, e-mail: givanov_fce@uacg.bg

1. Въведение

Едно от най-разпространените решения за топлоизолиране на фасадите е свързано с прилагането на външни топлоизолационни комбинирани системи (External Thermal Insulation Systems (ETICS)) [1 – 3] и системи за вентилируеми фасади [4, 5].

С цел гарантиране на дълготрайността и експлоатационната годност на фасадните системи е необходимо същите да бъдат проектирани и изпълнени по такъв начин, че да са осигурени изискванията за механична якост и устойчивост. Те трябва да бъдат устойчиви на комбинираното напрежение, създадено от собствено тегло, температура, влажност, свиване и от експлоатационно натоварване, както и на ветрови въздействия [6, 7]. Следва да се има предвид, че ветровете въздействия водят до по-голямо смучене в ръбовите зони на сградите, размерите на които зависят от размерите в план и височината на самата сграда [8].

Съгласно EAD 040083-00-0404, в зависимост от методите на закрепване, външните топлоизолационни комбинирани системи могат да бъдат изпълнени като изцяло залепени ETICS, залепени ETICS с допълнително механично закрепване, механично закрепени ETICS с допълнително поставяне на лепило или като изцяло механично закрепени ETICS [9]. За нашата строителна практика е характерно, че най-често се прилагат механично закрепени ETICS с използване на механични закрепващи средства (дюбели), при които натоварването изцяло се поема от дюбелите, а лепилото осигурява само равнинност на плоскостите.

Некачественото закрепване на ETICS може да доведе до частично или пълно откъсване на изолационната система от стените на конструкцията при ветрови въздействия. Налице са редица примери и случаи на компрометиране на ETICS както в европейската [10, 11], така и в нашата строителна практика [12, 13].

Негативно влияние по отношение на устойчивостта на ETICS на ветрови въздействия оказват увеличението на диаметъра на отвора за монтаж на скрепителните средства (дюбели), намаляването на техния брой за 1 m² площ, намаляването на диаметър на главата на дюбелите, липса на съгъстяване в ръбовите зони на сградата, непочистване на отвора за монтаж на дюбелите, неправилно подбрана схема на монтаж (разположение) на механичните скрепителни средства и други [14, 15].

Носимоспособността на дюбелите зависи също и от вида на основата, дебелината на слоевете, през които ще премине и не на последно място, необходимата дълбочина на монтиране [16].

Също така, монтажът на дюбелите следва да се извършва съгласно технологичните указания на техния производител. При монтаж в блокове за зидария с кухини производителите на дюбели обикновено препоръчват, с цел гарантиране на тяхната носимоспособност, да се използва ротационно пробиване на отворите [17, 18].

Въпреки това, в практиката се наблюдават редица случаи, при които това изискване не се спазва и пробиването на отворите за монтаж на дюбелите се извършва с ударно действие на леката строителна механизация. Предвид спецификата на ударното пробиване, би могло да се очаква, че начинът на пробиване на отворите за монтаж на дюбелите също оказва влияние върху тяхната носимоспособност на опън.

Целта на настоящото изследване е да се определи влиянието на начина на пробиване на отворите за монтаж на дюбели за ETICS, върху тяхната носимоспособност на изтръгване, при основа от глинени блокове за зидария с кухини.

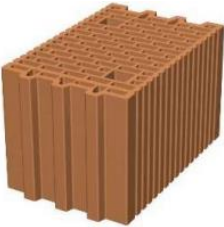
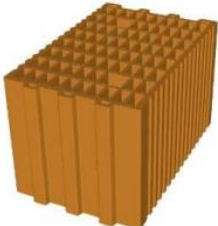


2. Материали и методи

За нуждите на изследването са използвани глинени блокове за зидария и механични скрепителни средства (дюбели), характерни за българската строителна практика. Извършено е определяне на якостта на натиск на блоковете за зидария, носимоспособността на изтръгване при опън на дюбелите и е определен диаметърът на отвора в основата, съответно при безударно (ротационно) и ударно пробиване на отворите.

2.1. Опитни образци

За опитни образци при изпитването на изтръгване на механичните скрепителни средства (пластмасови дюбели) са използвани четири типа глинени блокове за зидария. Блоковете за зидария са с различни размери и са с вертикални и хоризонтални кухини. Три от типовете са с вертикални кухини, а един тип е с хоризонтално ориентирани кухини (вж. табл. 1).

Таблица 1. Характеристики на блоковете за зидария [19]

Тип на блока за зидария	Общ вид на блок за зидария [19]	Ориентация на кухините	Размери (mm)	Тегло (kg)	Обемна плътност (kg/m ³)
Блок за зидария „Тип 1“		Вертикални кухини	375/250/238	16,74	750,25
Блок за зидария „Тип 2“		Вертикални кухини	375/250/238	14,79	662,86
Блок за зидария „Тип 3“		Вертикални кухини	375/250/238	12,87	576,81
Блок за зидария „Тип 4“		Хоризонтални кухини	250/250/120	4,73	630,67

Използваните механични скрепителни средства представляват пластмасов дюбел с пластмасов набивен пирон (игла), за закрепване на топлоизолационни плоскости от EPS и XPS в основи от блокове за зидария, бетон и газобетон (вж. фиг. 1). Общата дължина на дюбела е 115 mm. Съгласно указанията на производителя, дълбочината на анкериране в носеща основа при блокове за зидария следва да е ≥ 50 mm. Дюбелите са с диаметър 8 mm и диаметър на главата 60 mm.



Фиг. 1. Пластмасов дюбел с усилен пластмасов набивен пирон [20]

2.2. Определяне на якостта на натиск на блоковете за зидария

Якостта на натиск на глинените блокове за зидария е определена с помощта на хидравлична преса, съгласно БДС EN 772-1 [21]. Според изискванията на стандарта броят на пробните тела е най-малко шест. Преди изпитването повърхностите на пробните тела се шлайфат или може да се използва изравнителен цименто-пясъчен разтвор. Натисковите плочи на машината за изпитване се почистват и се отстраняват всички замърсявания от повърхността на пробното тяло. Пробното тяло се центрира внимателно върху плочата и се фиксира така, че да се постигне равномерно опирание. При започване се избира подходяща скорост на натоварване. При достигане на около половината от очакваното максимално натоварване скоростта се сменя така, че максималното натоварване да се постигне за период, не по-малък от 1 min.

Якостта на натиск на всяко пробно тяло се изчислява чрез разделяне на постигнатата максимална сила на натоварващата площ. Резултатът се закръгля на $0,1 \text{ N/mm}^2$. Пример за изпитване на блок за зидария „Тип 4“ е представен на фиг. 2.

2.3 Апаратура за определяне на съпротивлението на изтръгване при натоварване на опън



Фиг. 2. Определяне якостта на натиск на блок за зидария „Тип 4“ [фотография: И. Цонев]



Фиг. 3. Общ вид на уред за определяне на носимоспособността на опън [фотография: И. Цонев]

Апаратурата за изследване на механични скрепителни средства (дюбели) за ETICS включва специализиран уред за определяне на носимоспособността на опън, модел Hydrajaws M2000 pull-out tester (вж. фиг. 3). Уредът за измерване на опън се състои от механичен винт, действащ чрез хидравлична динамометрична клетка, която измерва натоварването, приложено директно към скрепителния елемент. Получената стойност на натоварването се изписва на цифровия манометър. Уредът е приспособен да прилага натоварване на опън до 25 kN, като точността е 0,1 kN [22].

2.4. Технология на пробиване на отворите

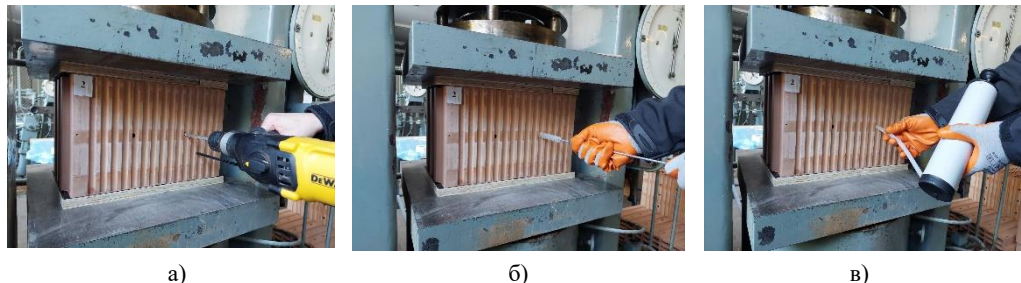
Първата технологична операция, която се изпълнява, е разпробиване на отворите в блоковете за зидария. За пробиване на отворите в основата принципно може да се избере един от следните четири метода:

- Ротационно (безударно) пробиване – това е пробиване с въртене без удар със заострено свредло от твърд метал. По този начин при блокове с кухини и строителни материали с ниска якост отворът не става прекалено голям, съответно вертикалните прегради в блоковете с кухини не се чупят.
- Ударно (механично) пробиване – това е пробиване с въртене, съпроводено също и с голям брой удари с малък ход на ударно-пробивната техника. Следва да се прилага при масивни строителни материали с плътна структура.
- Ударно (пневматично) пробиване – това е въртене с малък брой удари с висока енергия на удара и голям ход с ударно-пробивната техника. Приложимо е също само за масивни строителни материали с плътна структура.
- Диамантено пробиване (пробиване с диамантена боркорона) – използва се основно за отвори с голям диаметър или силно армирани елементи, съответно ако шумът или вибрациите при работа трябва да се сведат до минимум.

При почти всички сертифицирани и оценени механични скрепителни средства (дюбели), изискването за използване на ротационно (безударно) пробиване в основа от блокове с кухини е предписано в техническото одобрение или в ръководството на съответния продукт. За използването в експеримента дюбели производителят на дюбелите също препоръчва оформянето на отворите за монтаж на дюбелите да се извършва чрез ротационно (безударно) пробиване. Но, както беше посочено и в т. 1 по-горе, в строителната практика са налице редица случаи, в които това изискване не се спазва, като се използва предимно ударно пробиване на отворите.

При провеждане на настоящото експериментално изследване са използвани два типа пробиване на отворите в керамичните блокове – с ротационно (безударно) (означено с БУ) и с ударно (означено с У) действие на леката строителна механизация. Всеки един от изпитваните опитни образци е притиснат на хидравлична преса, с цел симулиране на натоварване, характерно за позициониран в тухлена зидария блок. За оформяне на отворите е използвана ударно-пробивна техника (перфоратор) с мощност 800 W и сила на удара 2,6 J, който има 3 режима на работа – ротационно (безударно) пробиване, ударно пробиване и къртене.

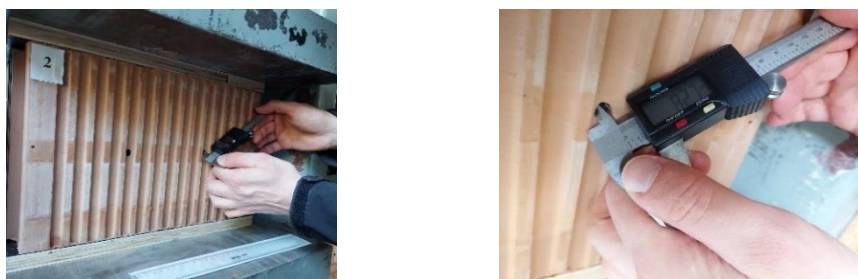
Посредством ударно-пробивната техника, във всеки един от типовете блокове за зидария са пробити по 15 броя отвори с безударно действие (БУ) и по 15 броя отвори с ударно действие (У). Разстоянието между отворите и края на блоковете за зидария е повече от 10 см. Пробитите отвори се почистват внимателно посредством изчеткване и продухване, като се спазват изискванията на производителя. Основните технологични операции, свързани с пробиването и подготовката на отворите, са представени на фиг. 4.



Фиг. 4. Пробиване и подготовка на отворите за монтаж на дюбелите
а) пробиване на отвора; б) почистване чрез изчеткване; в) почистване чрез продухване
[фотография: И. Цонев]

Дълбочината на отвора е свързана с определена дебелина на основата, в която се закрепва дюбелът. За общи приложения без одобрение важи като основно правило: необходимата дълбочина на анкеращата основа да е дълбочината на отвора + 25 mm. В настоящото изследване е приета закотвяща дълбочина на дюбела $h_{nom} = 55$ mm, съгласно предписанията, дадени в [23].

В рамките на изследването са определени и диаметрите на отворите, оформени чрез безударно и ударно пробиване (вж. фиг. 5). За целта е използван електронен шублер с точност до 0,01 mm. Извършено е измерване на четири диаметъра на всеки един отвор, разположени под ъгъл от 45° един спрямо друг. Средната стойност на диаметъра е изчислена като средноаритметично между четирите измервания. Целта е да се установи влиянието на начина на пробиване на отворите, върху техния диаметър.



Фиг. 5. Измерване на диаметъра на отворите
[фотография: инж. И. Цонев]

2.5. Определяне на носимоспособността на изтръгване на дюбелите, монтирани в различните типове опитни образци

След пробиване и почистване на необходимия брой отвори се извършва монтаж на дюбелите, с използване на допълнителна приставка. Тя представлява подложка от

60 mm екструдирен полистирен, посредством която се симулира слой от топлоизолация, с цел навлизане на анкерращата част на дюбела на необходимата дълбочина (в случая 55 mm). Разстоянието между дюбелите в монтирано положение, както и между дюбелите и края на блока за зидария, е минимум 10 cm. Примери за монтиране на дюбели в блокове за зидария и общ вид на монтираните дюбели са представени на фигура 8 и фигура 9.



Фиг. 6. Монтиране на дюбели в блокове за зидария „Тип 2“ [фотография: И. Цонев]



Фиг. 7. Общ вид на монтираните дюбели [фотография: инж. И. Цонев]

Изпитванията за определяне на носимоспособността на изтръгване са проведени като тестове на опън. След отстраняване на приставката от XPS уредът се поставя в работно положение и се нивелира хоризонтално с помощта на вградената либела. Дюбелът се свързва към тестовия стенд и се натоварва до отказ. Дюбелите трябва да бъдат свързани със здраво закрепване. При всички изпитвания натоварването трябва да се увеличи по такъв начин, че максималното натоварване да настъпи след около една минута от началото на изпитването. Тестовите се извършват с контролиране на натоварването. Натоварването на опън се прилага централно към приспособлението. Връзката между приспособлението и товарния крик трябва да е проектирана така, че да позволява контролирано изместване на дюбела. Когато се изпитват дюбели близо до ръба на опитния образец, стендът се монтира така, че да е възможно контролирано разрушаване на ръба (вж. фиг. 10).



а)



б)

Фиг. 8. Изпитване на дюбели за определяне на носимоспособността на изтръгване при опън а) в блокове за зидария „Тип 2“ – с вертикални кухини; б) в блокове за зидария „Тип 4“ – с хоризонтални кухини [фотография: инж. И. Цонев]

3. Резултати и анализ

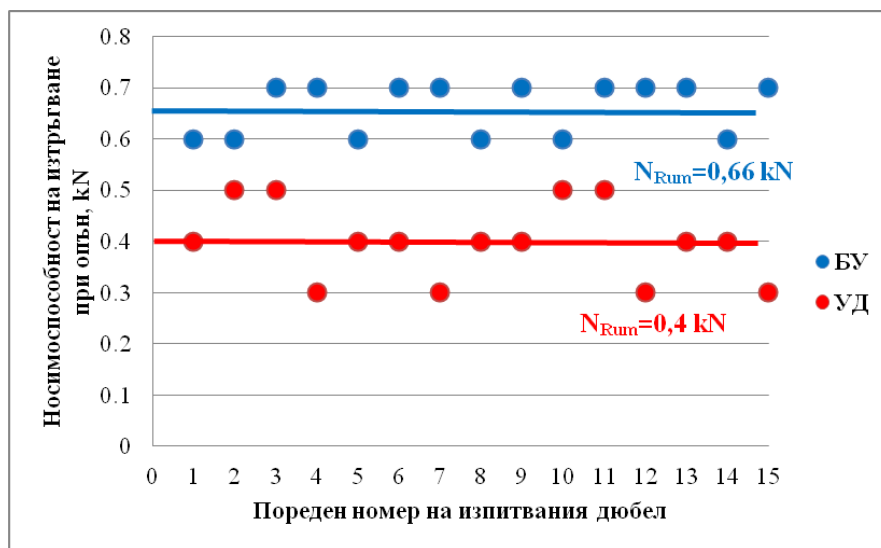
3.1. Резултати от изпитването на якостта на натиск

Якостта на натиск е определена като средноаритметична стойност на якостите на отделните изпитани пробни тела, закръглена до $0,1 \text{ N/mm}^2$ (вж. табл. 2). От извършеното изпитване е установено, че най-висока е якостта на натиск на блок за зидария „Тип 1“, а най-ниска – на блок за зидария „Тип 4“. При сравнение на резултатите в таблица 1 и таблица 2 прави впечатление, че съвсем очаквано, блоковете за зидария с по-голяма обемна плътност се отличават и с по-голяма якост на натиск.

Таблица 2. Средна якост на натиск на блоковете за зидария

Тип блок за зидария	Ориентация на кухините	Средна якост на натиск, N/mm^2
„Тип 1“	Вертикални кухини	18,4
„Тип 2“	Вертикални кухини	16,6
„Тип 3“	Вертикални кухини	13,4
„Тип 4“	Хоризонтални кухини	4,6

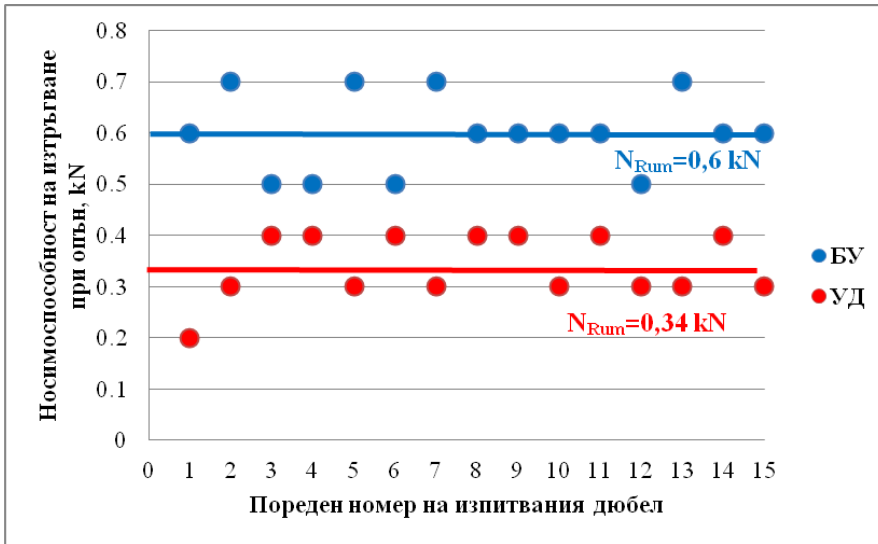
3.2. Резултати от извършеното експериментално изследване за определяне на носимоспособността на изтръгване на дюбелите



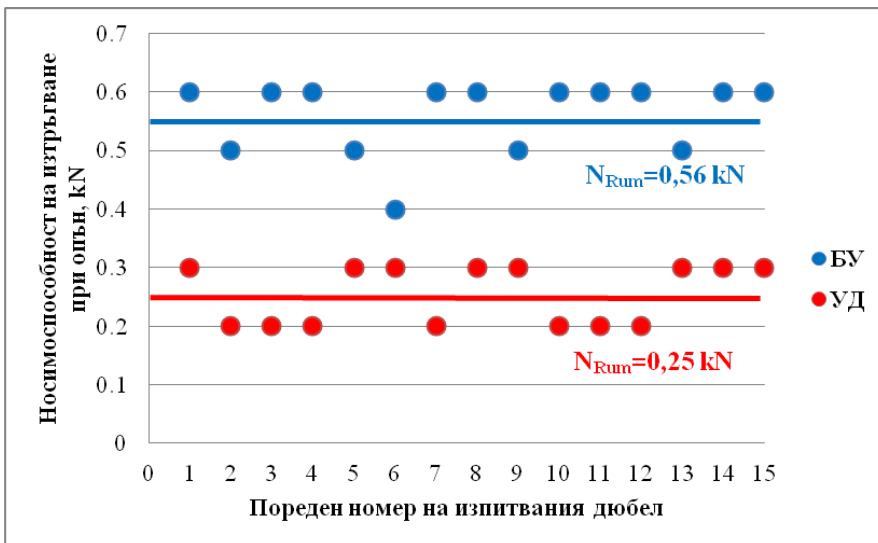
Фиг. 9. Носимоспособност на изтръгване при опън на серия от дюбели монтирани в основа „Тип 1“

При спазване на приетата методика и след проведеното експериментално изпитване са определени стойностите на носимоспособността на опън (изтръгване) на механичните скрепителни средства (дюбели). Във всеки вид основа са изпитани по

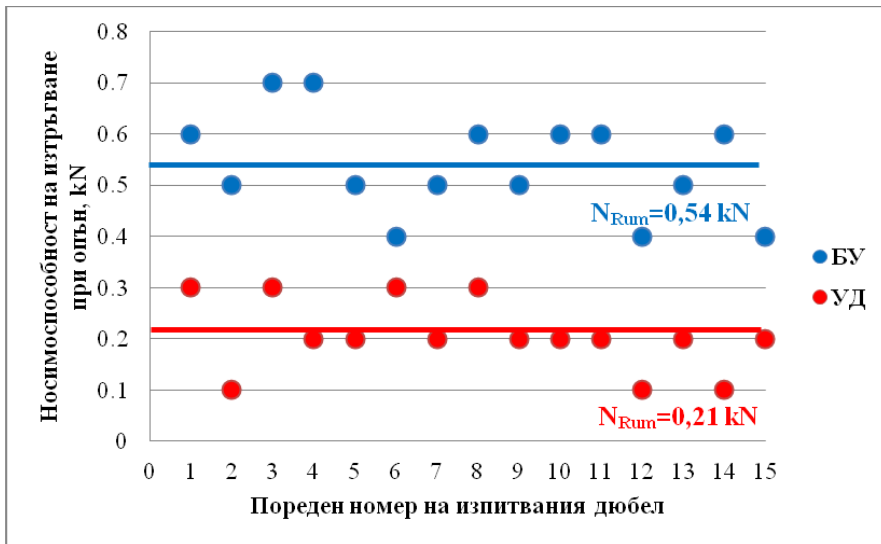
30 бр. дюбели. Съответно, 15 броя дюбели са монтирани в отвори, оформени чрез ударно пробиване (означено с У) и 15 броя са монтирани в отвори, оформени чрез безударно пробиване (означено с БУ). Резултатите от единичните изпитвания на всеки един дюбел при ударно и безударно пробиване на отворите в съответния тип основа са представени на фигури 9 – 12. На фигурите е представена също и средната стойност на носимоспособността на опън от всяка серия от изпитвания/тестове (N_{Run}), която е изчислена в таблица 3.



Фиг. 10. Носимоспособност на изтръгване при опън на серия от дюбели, монтирани в основа „Тип 2“



Фиг. 11. Носимоспособност на изтръгване при опън на серия от дюбели, монтирани в основа „Тип 3“



Фиг. 12. Носимоспособност на изтръгване при опън на серия от дюбели, монтирани в основа „Тип 4“

Обработването на резултатите е извършено съгласно BS 8539:2012+A1:2021 – Code of practice for the selection and installation of post-installed anchors in concrete and masonry [25]. Работи се съгласно следната формула, дадена в стандарта:

$$N_{Rk} = N_{Ru,m} (1 - Kv), \quad (1)$$

където N_{Rk} е характеристична носимоспособност на изтръгване при опън;

$N_{Ru,m}$ – средна стойност на носимоспособността на изтръгване при опън от серия от тестове;

K – коефициент, който отчита броя изпитвания:

- при 15 броя изпитвания $K = 2,33$;
- при 10 броя изпитвания $K = 2,57$;
- при 5 броя изпитвания $K = 3,40$;

v – коефициент на вариация на носимоспособността на опън от серия от тестове;

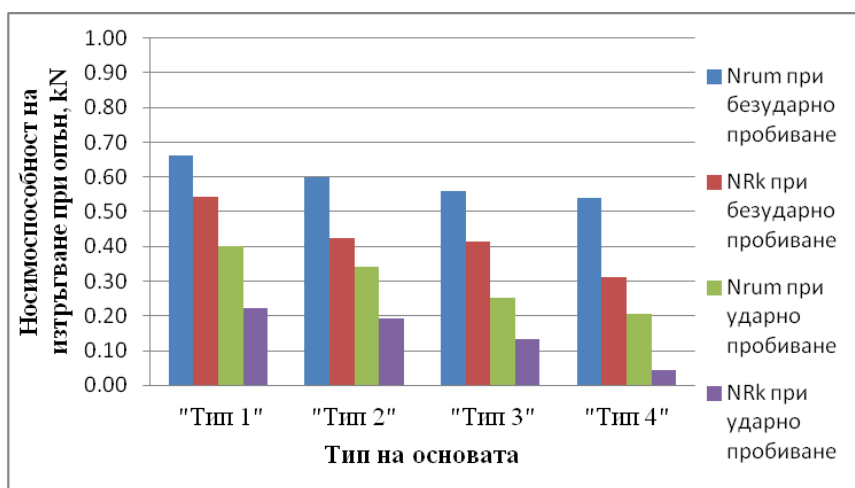
$$v = \frac{s}{N_{Ru,m}} 100 \%, \quad (2)$$

където s е средно квадратичното отклонение.

С цел определяне на характеристичната стойност на носимоспособността на опън на дюбелите, резултатите от изпитванията в съответния тип основа, при безударно (БУ) и при ударно (У) пробиване на отворите са обработени съгласно формула (1) и са обобщени в таблица 3. Определените средни стойности на носимоспособността на опън от серия от тестове ($N_{Ru,m}$) и на характеристичните стойности на носимоспособността на опън (N_{Rk}) са представени също и на фигура 13.

Таблица 3. Стойности на носимоспособността на изтръгване при опън

Тип на основата	„Тип 1“		„Тип 2“		„Тип 3“		„Тип 4“	
	БУ	УД	БУ	УД	БУ	УД	БУ	УД
K	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33	2,33
s	0,05	0,08	0,08	0,06	0,06	0,05	0,10	0,07
v	0,08	0,19	0,13	0,19	0,11	0,20	0,18	0,34
$N_{Ru,m}$	0,66	0,40	0,60	0,34	0,56	0,25	0,54	0,21
N_{Rk}	0,54	0,22	0,42	0,19	0,41	0,13	0,31	0,04

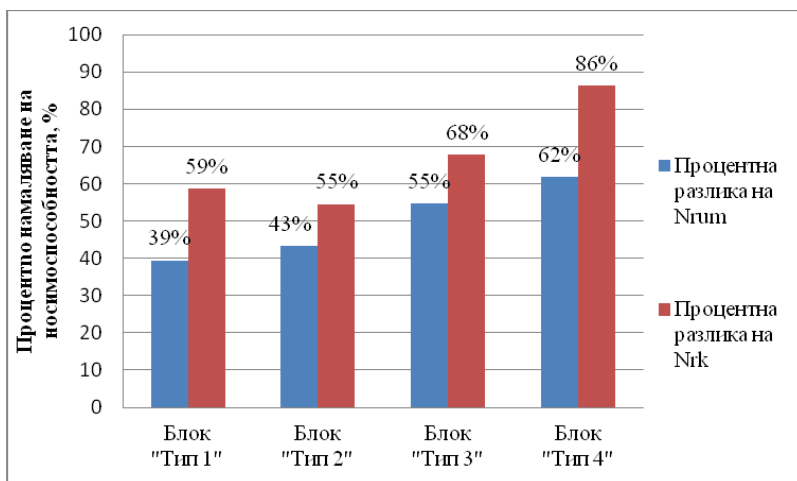


Фиг. 13. Средни и характеристични стойности на носимоспособността на дюбелите при различните типове основи, в зависимост от начина на пробиване на отворите

От представените таблично и графично резултати е видно, че най-високи стойности на носимоспособността на изтръгване при опън се констатира при дюбелите, монтирани в основа „Тип 1“, а най-ниски – при дюбелите, монтирани в основа „Тип 4“. Това се отнася както за определените средни стойности, така и за определените характеристични стойности на носимоспособността на опън. Прави впечатление, че при всички типове основи, монтирането на дюбелите с ударно пробиване на отворите води до по-ниски стойности на носимоспособността на опън. Изложените констатации, както и фактът, че различните типове основи се характеризират с различни якостни характеристики, предполагат допълнителен анализ на резултатите.

3.3. Анализ на резултатите

Извършеното сравнение на резултатите показва, че при ударно пробиване на отворите се наблюдава намаляване на носимоспособността на опън на дюбелите, което варира в зависимост от типа на блоковете за зидария, в които те са монтирани. Процентното намаляване на носимоспособността, в зависимост от типа на основата, е представено на фигура 14.



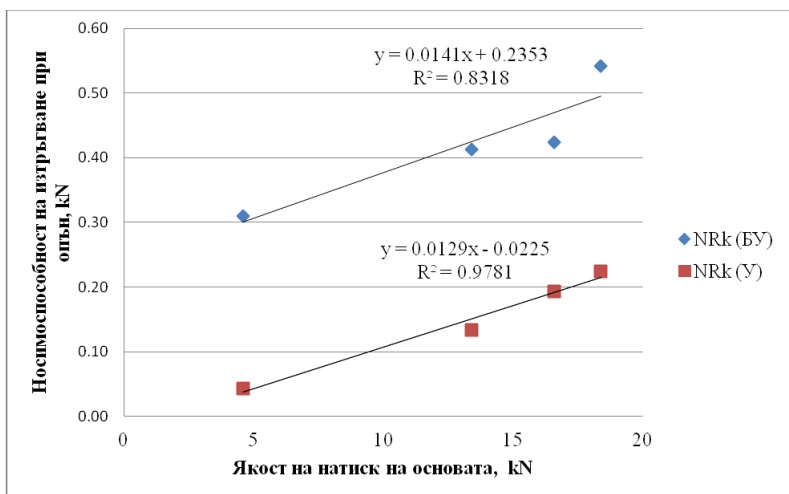
Фиг. 14. Процентно намаляване на носимоспособността на изтръгване при опън, в резултат на ударно пробиване на отворите

При блокове за зидария „Тип 1“ намаляването на средната стойност на носимоспособността на изтръгване при опън ($N_{Ru,m}$) в следствие на ударно пробиване на отворите е с 39 %, спрямо безударното пробиване, докато при блокове за зидария „Тип 4“ намаляването е значително по-голямо и е със стойност 62 %. Подобна зависимост се наблюдава и по отношение на характеристичната носимоспособност на изтръгване при опън (N_{Rk}). При блокове за зидария „Тип 1“, намаляването на характеристичната стойност на носимоспособността е с 59 %, а при блокове за зидария „Тип 4“ – 86 %. Като цяло може да се обобщи, че е налице по-голямо процентно намаляване на характеристичната стойност, спрямо средната стойност на носимоспособността. Това основно се дължи на по-големите стойности на коефициента на вариация v , което е породено от по-голямото разсейване на резултатите при ударното пробиване на отворите. Също така, по-голямо процентно намаляване на носимоспособността на дюбелите се наблюдава при блокове за зидария с по-ниски якостни характеристики.

В рамките на изследването е извършена и допълнителна обработка на резултатите с използване на регресионен анализ. Целта е да се определи взаимовръзката между якостта на натиск на типовете основи (блоковете за зидария) и характеристичната стойност на носимоспособността на дюбелите, при безударно и ударно пробиване на отворите. Изведените регресионни уравнения и определените коефициенти на детерминация са представени на фигура 15.

Анализът на резултатите, представени на фигура 15, показва, че е налице ясно изразена взаимовръзка, между якостта на натиск на блоковете за зидария и характеристичната стойност на носимоспособността на дюбелите. Определените стойности на коефициентите на детерминация ($R^2 > 0,8$) дават възможност корелацията да се определи като висока. Може да се обобщи, че с увеличаване на якостта на натиск на блоковете за зидария, се наблюдава и увеличаване на носимоспособността на изтръгване при опън на дюбелите.

Също така е анализирана и промяната на диаметъра на отворите, които се получават при безударно и ударно пробиване. В резултат на ударното пробиване се наблюдава увеличаване на средния диаметър на отвора, като това увеличение варира от 9 % при блокове за зидария „Тип 4“ до 16 % при блокове за зидария „Тип 2“ и „Тип 3“ (вж. табл. 4).



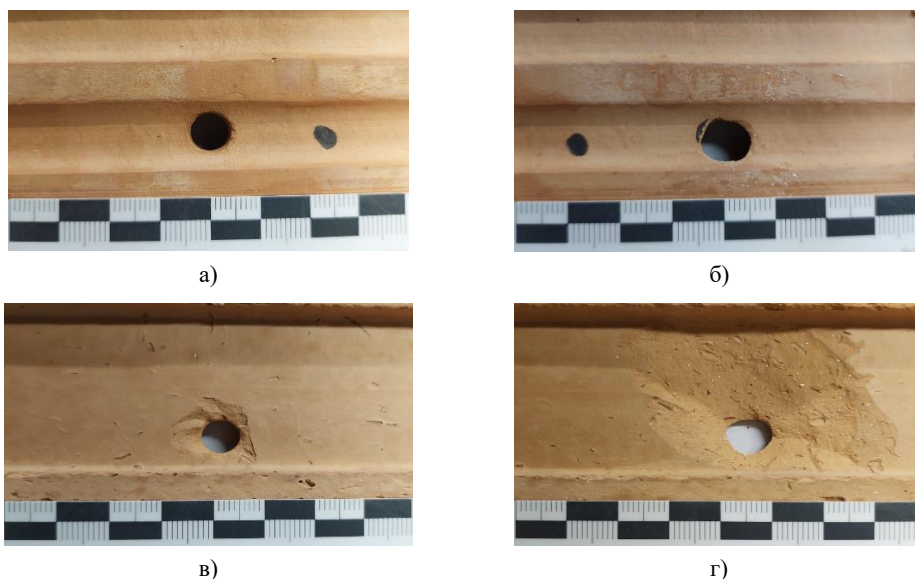
Фиг. 15. Взаимовръзка между якостта на натиск на основата и характеристикната стойност на носимоспособността на дюбелите, при безударно и ударно пробиване на отворите

Таблица 4. Определени средни диаметри при безударно и ударно пробиване на отворите

Тип блок за зидария	Ориентация на кухините	Среден диаметър на отвора при безударно пробиване, mm	Среден диаметър на отвора при ударно пробиване, mm	Процентна разлика, %
„Тип 1“	Вертикални кухини	8,64	9,99	14
„Тип 2“	Вертикални кухини	8,59	10,24	16
„Тип 3“	Вертикални кухини	8,76	10,37	16
„Тип 4“	Хоризонтални кухини	8,79	9,63	9

Визуалната оценка на характера на отворите също показва, че е налице разлика във вида на оформените отвори за монтаж на дюбелите. Входящите отвори, оформени чрез безударно пробиване, се характеризират с кръгли очертания и липса на отчупвания, докато при отворите, оформени чрез ударно пробиване, се наблюдава по-овална форма, както и наличие на отчупвания и повреди по повърхността на стените на блоковете за зидария (вж. фиг. 16 а и б). С цел допълнителна оценка и на изходящите отвори беше извършено изрязване по дължина на блоковете за зидария, с цел отделяне на най-външната стена на блока. По отношение на изходящите отвори също се наблюдава разлика в характера на отворите и настъпилите деструктивни процеси (вж. фиг. 16 в и г). При ударно пробиване на отворите около изходящия отвор се наблюдават по-големи отчупвания в стената на блоковете за зидария, спрямо безударното пробиване. Наличието на тези по-големи отчупвания води до намаляване на дебелината на стените на блоковете и съответно намаляване на контактната повърхност, по която се предава триенето между дюбелите и основата.

Именно тези деструктивни процеси, породени от ударното пробиване на отворите и водещи до увеличаване на диаметъра на отвора, отчупвания по стените на блоковете за зидария и други повреди, са причината за намаляване на съпротивлението на изтръгване при опън на дюбелите.



Фиг. 15. Характер на отворите при безударно и ударно пробиване, при блокове за зидария с вертикални кухни

а) входящ отвор при безударно пробиване; б) входящ отвор при ударно пробиване; в) изходящ отвор при безударно пробиване; г) изходящ отвор при ударно пробиване
[фотография: инж. И. Цонев]

4. Заключение

В настоящата статия са представени резултатите от експериментално изследване на влиянието на начина на пробиване на отворите върху носимоспособността на изтръгване при натоварване на опън на дюбели за ETICS, монтирани в глинени блокове за зидария с кухни, като са използвани два метода на пробиване на отворите – с безударно и с ударно действие на леката строителна механизация.

Извършеното сравнение на резултатите показва, че при ударно пробиване на отворите се наблюдава значително намаляване на характеристичната стойност на носимоспособността на дюбелите. Това намаляване варира от 55 % до 86 % в зависимост от типа на блоковете за зидария, в които те са монтирани. По-голямо процентно намаляване на носимоспособността се наблюдава при дюбели, монтирани в блокове за зидария с по-ниска якост на натиск.

Основната причината за намаляване на носимоспособността на изтръгване при опън на дюбелите са деструктивните процеси, породени от ударното пробиване на отворите, като то води до увеличаване на диаметъра на отворите от 9 % до 16 %, отчупвания по стените на блоковете за зидария и др.

Изведените взаимовръзки и направеният корелационен анализ дават възможност да се заключи, че с увеличаване на якостта на натиск на блоковете за зидария се наблюдава и увеличаване на носимоспособността на дюбелите.

Фактът, че ударното пробиване на отворите за монтаж на дюбелите, води до значително намаляване на тяхната носимоспособност на изтръгване при опън, следва да се има предвид при планирането и контрола на технологията на изпълнение, както и при определяне на устойчивостта на ветрови въздействия на изпълняваните външни топлоизолационни комбинирани системи.

Благодарности

Настоящата научноизследователска разработка по договор № Д-154/2023 е подкрепена финансово от Центъра за научни изследвания и проектиране при УАСГ.

Авторите благодарят на фирма „Винербергер“ ЕООД и на фирма „Баумит България“ ЕООД за оказаната подкрепа и осигурените материали.

Изказват се специални благодарности също и на екипа на Университетската строителна изпитвателна лаборатория към катедра „Строителни материали и изолации“ към УАСГ за цялостното съдействие по време на експерименталната част от изследването.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Nazarzki, D.* Stroitelni izolacii. Sv. Naum, 2004.
2. *Chobanov, Pl.* Energy efficiency in construction. UACEG, 2017, ISBN 978-954-724 091-9.
3. *Kazakov, K., Yanakieva, A., Handruleva, A., Stoynova, I., Matuski, V.* Comparative analysis of phased energetic renovation of an office building, situated in Sofia. In Proceedings of the 16th International Symposium of MASE, Ohrid, Macedonia, 1 – 3 October, 2015, pp. 269 – 274, ISBN 608-4510-24-8.
4. *Baciu, I., Isopescu, D., Lupu, M., Maxineasa, S., Pruna, L.* Ventilated façade solutions. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1242 012002. DOI: [10.1088/1757-899X/1242/1/012002](https://doi.org/10.1088/1757-899X/1242/1/012002).
5. *Beleva, K., Novakova, V., Belev, B.* Ventilated facade systems for renovation of prefabricated large-panel concrete buildings in Bulgaria. In Proceedings of the First scientific-applied conference with international participation „Rehabilitation and strengthening of buildings and facilities structures“ (RSBFS 2015), Sofia, Bulgaria, 5 – 6 November, 2015, pp. 121-129, ISSN 2367-8224.
6. BDS EN 13499:2004 – Thermal insulation products for buildings – External thermal insulation composite systems (ETICS) based on expanded polystyrene – Specification.
7. BDS EN 13500:2004 – Thermal insulation products for buildings – External thermal insulation composite systems (ETICS) based on mineral wool – Specification.
8. BDS EN 1991-1-4:2005 – Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-4: General actions – Wind actions.
9. EOTA, EAD 040083-00-0404 External thermal insulation composite systems (ETICS) with renderings, January 2019.
10. *Florea, V.* External thermal insulation of buildings with expanded polystyrene. // Buletinul Institutului Politehnic Din Iasi, Tomul LVIII (LXII), 2012; Fasc. 3: 45 – 51.
11. *Lucchini, A., E. S. Mazzucchelli, A. Stefanazzi, S. Tattoni.* Analysis and control of façade claddings structural issues, TEMA Technologies Engineering Materials Architecture, Vol. 3, No. 1, 2017, pp. 88 – 100.
12. <https://dariknews.bg/novini/bylgariia/padna-izolaciinata-na-saniran-blok-v-blagoevgrad-kato-po-chudo-niama-raneni-snimki-2034767>, poseten na 15.03.2024.
13. <https://btvnovinite.bg/bulgaria/regionalni-novini/chast-ot-fasadata-na-uchilishte-v-asenovgrad-padna.html>, poseten na 15.03.2024.
14. *Sulakatko, V., Lill, I., Witt, E.* Methodological framework to assess the significance of External Thermal Insulation Composite System (ETICS) on-site activities. // Energy Procedia, 2016, 96: 446 – 454. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.176>.
15. *Sulakatko, V., Vogdt, F.* Construction Process Technical Impact Factors on Degradation of the External Thermal Insulation Composite System. // Sustainability 2018, 10 (11), art. no. 3900; <https://doi.org/10.3390/su10113900>.

16. Sinica, M., Sezemanas, G., Mikulskis, Kligys, M. Determination of fixing loads for plastic anchors subject to structure and voidage of masonry units, Modern building materials, structures and techniques, 10 International Conference, 19-21 May 2010, Vilnius, Lithuania, 2010, pp 536 – 543.

17. Hilti, European Technical Approval ETA-07/0302 for ETICS nailed-in anchor SDK-FV 8, DIBt.

18. EJOT SE & Co. KG, European Technical Assessment ETA-11/0192 for E JOT H1 eco, EJOT H4 eco and ejotherm H1, DIBt.

19. <https://www.wienerberger.bg/produkti/steni/porotherm-steni.html>, poseten na 28.04.2024.

20. <https://baumit.bg/produkti/external-wall-insulationcomponents/dubel/baumit-dubel-ha>, poseten na 28.04.2024.

21. BDS EN 772-1:2011+A1:2015 – Methods of test for masonry units – Part 1: Determination of compressive strength.

22. <https://www.hydrajaws.co.uk/product/m2000-pro-tester-kit-anchor-tester/>, poseten na 28.04.2024.

23. EAD 330284-00-0604 (ETAG 020) Plastic anchors for redundant non-structural systems in concrete and masonry, EOTA – European Organisation for Technical Assessment. 2018.

24. BS 8539:2012+A1:2021 – Code of practice for the selection and installation of post-installed anchors in concrete and masonry.

EFFECT OF THE DRILLING METHOD ON PULL-OUT RESISTANCE OF INSULATION ANCHORS FOR ETICS

I.-A. Conev¹, L. Hrishev², G. Ivanov³

Keywords: pull-out resistance, insulation anchors, ETICS, masonry, blocks with cavities

ABSTRACT

The resistance of external thermal insulation combined systems (ETICS) to wind effects largely depends on the efficiency of their attachment to the building facades. This paper presents the results of an experimental study on the influence of the method of drilling the holes on the tensile load-bearing capacity of insulation anchors installed in masonry blocks with cavities. Two methods are used for drilling the holes in the masonry blocks – with rotary drilling and with hammer drilling of light construction mechanization. The obtained results are analyzed and dependencies between the way of drilling the holes, the characteristics of the masonry blocks and the change in the bearing capacity of the insulation anchors are deduced. Hammer drilling of the holes is found to significantly reduce the pullout capacity of the insulation anchors.

¹ Ivan-Aleksandar Conev, Eng., Dept. “Construction Technology and Mechanisation”, UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: ivan_conev_fce@uacg.bg

² Lachezar Hrishev, Assoc. Prof. Dr. Eng., Dept. “Construction Technology and Mechanisation”, UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: lhrishev_fce@uacg.bg

³ Georgi Ivanov, Chief Assist. Prof. Dr. Eng., Dept. “Construction Technology and Mechanisation”, UACEG, 1 H. Smirnenki Blvd., Sofia 1046, e-mail: givanov_fce@uacg.bg