

UDC 67.11.41
IRSTI 67.11.33
RESEARCH ARTICLE

INVESTIGATION OF DEFECTS IN DECORATIVE BRICK CLADDING OF FACADES OF FRAME BUILDINGS

A.U. Zhapakhova* , S.S. Uderbayev 

Korkyt Ata Kyzylorda University, 120001, Kyzylorda, Kazakhstan

Abstract. *The use of layered walls in the construction of frame buildings is due to the need to increase the energy efficiency of enclosing structures. At the same time, defects at existing facilities are, for the most part, a consequence of insufficient experience in the design and construction of such facilities. The authors analyzed and summarized the causes of the most common defects in the facing layer of walls known in world scientific practice. Some results of experimental studies carried out by the authors on the strength of masonry under local compression in places where they rest on floor discs are presented. It was established that for masonry made of solid bricks, the compressive resistance R_{com} at $c = 0.5t$ decreased by 30% compared to the strength of masonry at $c = t$. For masonry made of hollow ceramic stones, the decrease in strength was even greater. Issues requiring study have been identified regarding the selection of anchors, the selection of insulation, the selection of mortar components and other equally important components of a complex structure in the form of an external layered wall.*

Keywords: *Building, energy-efficient structures, wall, brick, void, defect.*

***Corresponding author**
Akmaral Zhapakhova, e-mail: zhapakhova@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-07>

Received 09 November 2023; Revised 11 December 2023; Accepted 15 January 2024

ӘОЖ 67.11.41
ҒТАМР 67.11.33
ҒЫЛЫМИ МАҚАЛА

ҚАҢҚАЛЫ ҒИМАРАТТАРДЫҢ ҚАСБЕТТЕРІН СӘНДІК КІРПІШПЕН ҚАПТАУ АҚАУЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

А.У. Жапахова* , С.С. Удербает 

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, 120001, Қызылорда, Қазақстан

Аңдатпа. Қаңқалық ғимараттардың құрылысында қабатты қабырғаларды пайдалану қоршау конструкцияларының энергия тиімділігін арттыру қажеттілігіне байланысты. Сонымен қатар, жұмыс істеп тұрған объектілердегі ақаулар көп жағдайда мұндай объектілерді жобалау және салу тәжірибесінің жеткіліксіздігінің салдары болып табылады. Авторлар әлемдік ғылыми тәжірибеде белгілі қабырғалардың қаптау қабатындағы жиі кездесетін ақаулардың себептерін талдап, қорытындылады. Еден дискілеріне тірелген жерлерде жергілікті қысу кезінде қалау беріктігіне авторлар жүргізген тәжірибелік зерттеулердің кейбір нәтижелері берілген. Тұтас кірпіштен жасалған қалау үшін $c = 0,5t$ кезіндегі R_{com} қысу кедергісі $c = t$ кезіндегі кірпіштің беріктігімен салыстырғанда 30% төмендегені анықталды. Қуыс керамикалық тастардан жасалған кірпіш үшін беріктіктің төмендеуі одан да көп болды. Зәкірлерді таңдауға, оқшаулауды таңдауға, ерітінді компоненттерін таңдауға және сыртқы қабатты қабырға түріндегі күрделі құрылымның басқа да бірдей маңызды компоненттеріне қатысты зерттеуді қажет ететін мәселелер анықталды.

Түйін сөздер: ғимарат, энерготиімді құрылымдар, қабырға, кірпіш, қуыстылық, ақау.

*Автор-корреспондент

Акмарал Жапахова, e-mail: zhapakhova@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-07>

Алынды 09 қараша 2023; Қайта қаралды 11 желтоқсан 2023; Қабылданды 15 қаңтар 2024

УДК 67.11.41
МРНТИ 67.11.33
НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ ДЕКОРАТИВНОЙ КИРПИЧНОЙ ОБЛИЦОВКИ ФАСАДОВ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

А.У. Жапахова* , С.С. Удербает 

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, 120001, Кызылорда, Казахстан

Аннотация. *Использование слоистых стен при возведении каркасных зданий обусловлено необходимостью повышения энергоэффективности ограждающих конструкций. При этом дефекты на существующих объектах являются, по большей части, следствием недостаточного опыта проектирования и строительства подобных объектов. Авторами были проанализированы и обобщены известные в мировой научной практике причины возникновения наиболее часто встречающихся дефектов облицовочного слоя стен. Приведены отдельные результаты выполненных авторами экспериментальных исследований прочности каменной кладки на местное сжатие в местах опирания на диски перекрытий. Установлено, что для кладки из полнотелого кирпича сопротивление сжатию $R_{сж}$, при $s=0,5t$ уменьшилось на 30% по сравнению с прочностью кладки при $s=t$. Для кладки из пустотелых керамических камней снижение прочности оказалось еще большим. Выявлены требующие изучения вопросы по подбору анкеров, подбору утеплителя, подбору составляющих раствора и других не менее важных составляющих комплексной конструкции в виде наружной слоистой стены.*

Ключевые слова: *здание, энергоэффективные конструкции, стена, кирпич, пустотность, дефект.*

***Автор-корреспондент**

Акмарал Жапахова, e-mail: zhapakhova@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-07>

Поступила 09 ноября 2023 г.; Пересмотрено 11 декабря 2023 г.; Принято 15 января 2024 г.

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 КІРІСПЕ

Бүгінгі күні тұрғын және қоғамдық ғимараттарды жобалау кезінде қабатты қабырғаларды орнату технологиясы жиі қолданылады. ТМД елдерінде беткі кірпіш қабаты бар қабатты қабырғалар өткен ғасырдың 90-жылдарының ортасынан бастап жылу берудің кедергісіне қойылатын нормативтік талаптардың қатаңдатылуына байланысты кеңінен қолданылды. Қолдану негізінен қабырғаның кішігірім өлшемдерін сақтай отырып, үй ішінде ыңғайлы санитарлық жағдайды қамтамасыз ету қажеттілігіне байланысты. Тиісті нормативтік база мен құрылыс тәжірибесі болмағандықтан, көптеген шешімдер шетелден және ең алдымен Еуропалық елдерінен алынды, онда қабат қабырғалары 20-30 жыл бұрын кеңінен енгізіле бастады. **1-суретте** қабатты қабырғалардың жұмысы, әсіресе көп қабатты қанқалы-монолитті тұрғын үй құрылысында, алғашқы 3-5 жылда бірқатар елеулі кемшіліктерді анықтады, бұл көптеген жағдайларда қабырға қоршауларының апатты жағдайына әкелді (**Yuschube et al., 2018; Derkach & Orlovich, 2011; Montaeв et al., 2016**).

Бұл залалдардың пайда болуына ықпал ететін негізгі себептер мыналар болып табылады (**Aver'ianov & Baikova, 2012**):

- анкерлер ретінде кірпіштің ішкі және беттік қабаттарының сәйкес келмейтін ерітінді қосылыстары арасындағы иілісі бар Вр-I сым торын пайдалану;
- алдыңғы қабатта көлденең және тік компенсаторлардың болмауы;
- беткі қабатты арнайы кронштейндерге емес, аралық жабындарға сүйеу;
- қаптау қабатын төсеу үшін қуыстылығы жоғары кірпішті пайдалану.



1-сурет – Сыртқы бет қабатының зақымдалуы
(авторлардың материалы)

Қазіргі уақытта елімізде қолданыстағы және жоспарланған ғимараттардың энергия тиімділігін арттыру бойынша мемлекеттік бағдарламаның кең ауқымды дамуы жүріп жатқан болса да, жаңадан салынған үйлерде сыртқы бет қабатындағы ақаулардың белгілі себептері қайталануда. Осы себепті, қабатты қабырғаларды есептеу принциптерін әзірлеу, сондай-ақ ақаулардың пайда болуын болдырмау шаралары құрылысшыларды әлі де қызықтырады.

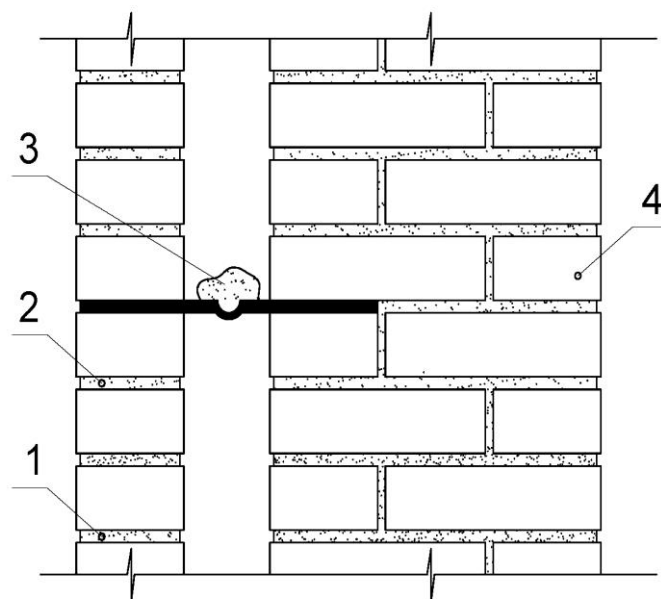
2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Жобалаушылар мен құрылысшылардың ең консервативті көзқарасы қабырғаның беткі қабаты үшін материалды таңдауға қатысты. Тастан жасалған қаптама эстетикалық қасиеттерден басқа, ғимараттың бүкіл жұмыс кезеңінде ішкі құрылымдарды қоршаған ортаның теріс әсерінен қорғау функцияларын сенімді түрде орындауы керек: ауыспалы температура әсерлері, мерзімді ылғалдану және кептіру, агрессивті қоршаған орта әсерлері, күн радиациясы, күш әсерлері (мысалы, жел жүктемесі) және т.б.

Бұл функцияларды қамтамасыз ету тек жұмыс сапасымен ғана емес, сонымен қатар тиісті материалдарды таңдаумен де қол жеткізілетіні анық. Бұл, ең алдымен, климаттық жағдайларға байланысты тиісті аязға төзімділікке, суды сіңіруге, кеуектілікке және беріктікке ие болуы керек тастарға қатысты. Жұмсақ климаты бар елдерде бет қабаты үшін әдетте бос мөлшері 50%-дан асатын қуыс керамикалық тастар қолданылады. Қыстың аязды температурасы бар солтүстік аймақтарда қаптау қабаты үшін 15%-ға дейін қуыс немесе қуысты тесік тәрізді керамикалық тастар қолданылады. Сонымен қатар, жаңбыр суының кірпіштің қаптау қабатына енуіне жол бермеу үшін қаптау қалыңдығы 3 мм-ден аспайтын жұқа ерітінді тігістерінде және су өткізбейтін ерітінділерде орындалады.

ТМД елдерінің аумағында қаптау қабатын қалау үшін жоғары қуыс керамикалық тастарды кеңінен қолдану олардың қорғаныш және сәндік қасиеттерінің мерзімінен бұрын сарқылуына себеп болды (**Zhapakhova et al., 2023; Gagarin, 2009**). Бұл қабаттар арасындағы металл анкерлік қосылыстары бар қабатты қабырғаларға ғана емес, сонымен қатар қабаттар арасындағы бір-біріне кірпіш байланыстары бар қабырғаларға да қатысты. Соңғы жағдайда, тастардың ығысуға төзімділіктің төмендігіне байланысты, бет қабатының температуралық деформацияларына байланысты байлау кесіндісі байқалады (**Derkach, 2010**).

Қаптау қабаты үшін бос қуысты тастарды пайдаланған кезде жобалаушылардың негізгі дәлелдері – қаптама қабатының термофизикалық қасиеттерінің жоғарылауы және кірпіштің жеңіл салмағы болып табылады. Айта кету керек, қуыс кірпішті қолдану (тұтас кірпішпен салыстырғанда) қабырға қоршауының жылу-физикалық қасиеттерін арттыруға іс жүзінде ешқандай әсер етпейді (**Badin & Sychev, 2017**).



2-сурет – Көп қабатты қабырғаларда суық көпірлердің пайда болуы:
1 – бет қабаты, 2 – анкерлік байланыстар, 3 – ерітінді,
4 – ішкі қабат, 5 – ауа қабаты (авторлардың материалы)

Сонымен қатар, бос қуыстардың ұтымсыз орналасуынан қабырғаның беткі қабатында жылу-физикалық қасиеттері төмендеген және бу өткізгіштігі жоғарылаған аймақтар пайда болады. Бұл алдыңғы қабаттың ішкі бетіндегі ылғалдың шоғырлануына ықпал етіп, оның шамадан тыс ылғалдануына және еріп кету себебінен мерзімінен бұрын бұзылуына әкеледі. Кейіннен жаңбыр суы ашылған қуыстарға еніп, еріту процесі жылдамдайды. **2-суретте** көпқабатты қабырғаларда суық көпірлердің пайда болу схемасы көрсетілген.

Бос қуысты тастардан қалау салу кезінде ерітінді бос орындарға түсіп, кейде оларды жартысына дейін толтыратыны анық. Бұл жағдайда ерітінді материалдарының артық жұмсалуы байқалады. Арматуралық торларды анкер байланысы ретінде қолданған кезде, қалау кезінде тігістерден ағып жатқан ерітіндінің жиналуына ықпал етеді. Нәтижесінде беткі және ішкі қабаттар арасында қабатты кірпіш қабырғалардың жылу-физикалық параметрлерін нашарлататын суық көпірлер пайда болады.

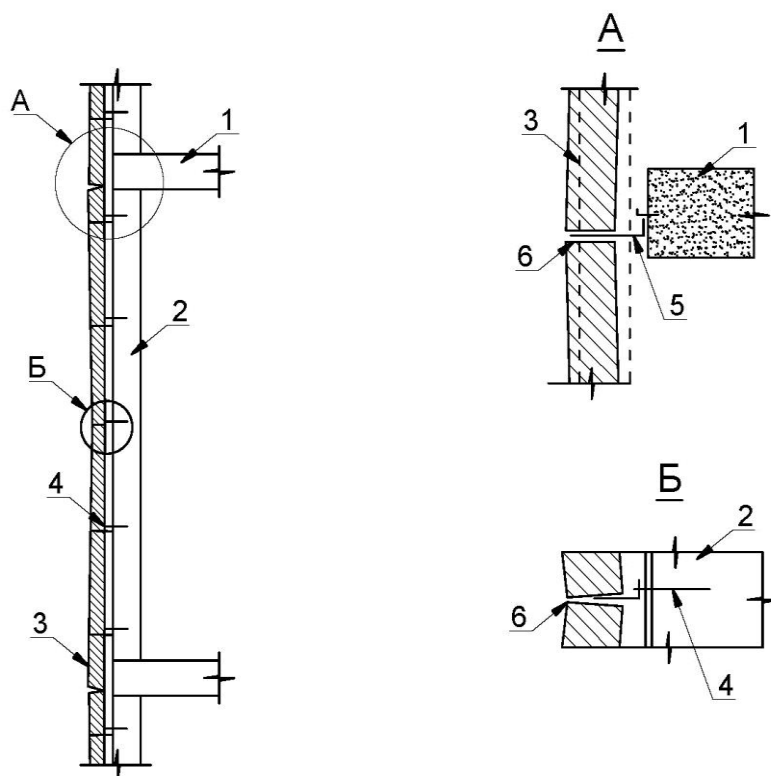
Қабатты қабырғалардың отандық шешімдерінің маңызды кемшіліктерінің қатарына кірпіштің беткі және ішкі қабаттары арасында желдетілетін ауа саңылауының болмауы жатады (**Ishchuk, 2008**). Шетелдік құрылыста мұндай алшақтықты орнату, тіпті аралық жылу оқшаулағыш қабаты болмаған жағдайда да міндетті болып табылады. Бұл әсіресе атмосфералық ылғалдылығы жоғары және температурасы төмен аймақтар үшін өте маңызды. Қазіргі заманғы екі қабатты қабырғаларда ішкі қабат әдетте газ силикат немесе көбік бетон блоктарынан немесе құймалыаражабын мен бағаналар немесе көлденең темірбетон қабырғалары арасындағы кеңістікті толтыратын қуысты керамикалық тастардан жасалады.

Ішінде жинақталған конденсат ішкі қабатты ылғалдандырып, сыртқықабырғалардың жылу оқшаулау қасиеттерін күрт төмендетеді. Мұндай қалаудың ылғалдылығының 10-15%-ға артуы оның жылу оқшаулау қабілетінің 50%-ға дейін жоғалуына әкелетіні белгілі. Бет қабатының ішкі және сыртқы беттерінде желдетілетін ауа саңылауының болмауынан температура айырмашылығы пайда болады.

Бұл жағдайда оң температурада бет қабаты сыртқа қарай бүгіледі, оғананкер байланыстары кедергі келтіреді. Анкер байланыстарында айтарлықтай созылу күштері пайда болады, ал қабырғаның бет қабатында тік жазықтықтан иілу кернеулері пайда болады. Суық температурада жағдай өзгереді: бет қабаты ішке қарай бүгіледі, оған тас қалауының ішкі қабаты кедергі келтіреді. **3-суретте** металды бұрыштарға сүйенетін беткі қабаттың деформациялау схемасы көрсетілген. Нәтижесінде қабырға жазықтығына перпендикуляр беткей қабатындағы көлденең қосылыстарда елеулі ығысу кернеулері пайда болады, олар иілу моменттерінің қалыпты кернеулерімен бірге горизонталь ерітінді қосылыстарының ашылуына әкеледі.

Беріктік сипаттамаларын анықтау үшін қаптау құрылымдарының фрагменттерін табиғи (натуралық) сынау қайтадан өзекті бола бастады. Мұндай зерттеулердің нәтижелері құрылымның белгілі бір түрінің беріктігін ғана емес, сонымен қатар құрылымдардың болжамды жұмыс сипаты мен сипаттамаларын растауға немесе жоққа шығаруға мүмкіндік береді (**Strizhnev, 2020**).

Кешенді сынақтар кірпіштің қаптау қабаты бар аралас қасбеттік құрылымның үлкен форматты үлгілері бойынша жүргізілді. Олардың айрықша ерекшелігі әртүрлі типтегі кірпіш сызбаларының металдың ішкі құрылымына бірдей конструктивтік шешімдері бар эксперименттік үлгілердің беріктік сипаттамаларына әсерін бағалау болды (**Pavlova & Zakharov, 2022**).



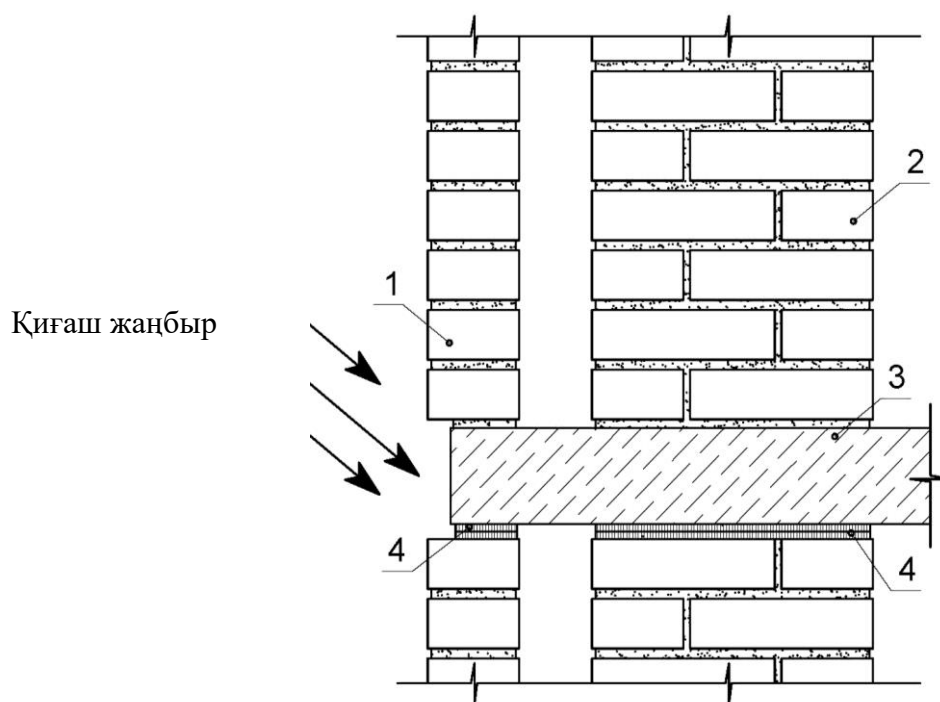
3-сурет – Металл бұрыштарға сүйенетін бет қабатын деформациялау схемасы:
 1 – аражабын, 2 – ішкі қабат, 3 – сыртқы бет кірпіш қабаты, 4 – көлденең анкер,
 5 – тірек бұрышы, 6 – жарықшақ (авторлардың материалы)

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Бірқатар шетелдік нормаларда, мысалы, 6 EUROCOD, бірінші шекті күй бойынша қаптау қабатын есептеуден басқа, көлденең жүктемелер мен температуралық әсерлердің әсерінен ауытқуды тексеру қажет. Ерітінді жазықтығындағы көлденең жарықтар тіректер арасындағы қаптау қабатының h биіктігінің $1/2000$ шамасында салыстырмалы ауытқуларда пайда болуы мүмкін; $h/360 - h/600$ кезінде жарықшақтардың ашылу ені әдетте $1,0$ мм-ден аспайды. Алайда, жарықтардың ашылу ені осындай болса да, қабырға арқылы ағып жатқан жаңбыр суы, әсіресе қиғаш жаңбыр кезінде, тастардың бос жерлеріне жиналып, теріс әсер етеді.

Жаңбыр суы түзілген көлденең жарықтарға тастардың бос жерлеріне жиналады, бұл теріс температурада олардың бұзылуына әкеледі. Сонымен қатар, ылғал тереңірек еніп, ішкі қабатқа жетеді, бұл қабырғалардың ішкі қабатының деградациясына ықпал етеді. Жұмыста силикатты кірпішпен қапталған және ішкі газдалған бетон қабаты бар екі қабатты қабырғаларды зертханалық және табиғи зерттеулер келтірілген (Nuguzhinov et al., 2016). Қабаттар арасында ауа желдету саңылауы болмаған кезде ішкі қабаттың деградациясы оның қалыңдығының $1/3$ бөлігіне жететіні анықталды.

Ылғалдылық тұрғысынан бет қабатының ең осал бөлігі – аражабын астындағы кірпіштің үстінгі жағы **4-суретте** көрсетілген. Ылғалдандыру тұрғысынан бет қабатының ең осал бөлігі – аралық жабын тақталарының астындағы кірпіштің үстінгі жағы. Қабырғадан ағып жатқан жаңбыр суы, әсіресе қиғаш жаңбыр кезінде, тастардың ашық бос жерлеріне еніп, оларды нөлдік температурада ерітуді тездетеді. Кеуекті материалдармен толтырылған көлденең деформациялық тігістер болған кезде, соңғысы атмосфералық ылғалды губка тәрізді сіңіріп, оны бет қабатына терең жеткізеді.



4-сурет – Ішкі және бет қабаттардың аралық жабынмен жанасуы:
 1 – кірпіш қабатының беткі жағы, 2 – ішкі қабат, 3 – темірбетон аражабын,
 4 – көлденең деформация тігісі (авторлардың материалы).

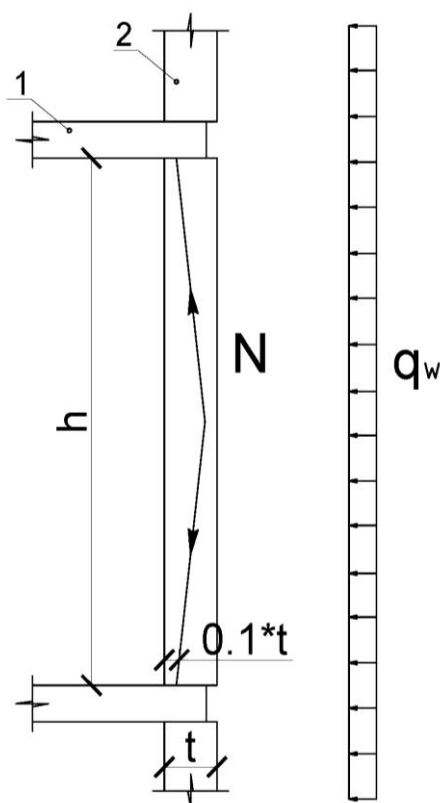
Жаңбыр суының кірпіш қабатының тастарының бос жерлеріне жиналуына балкон тақталарымен лоджия тақталарындағы тамшы науаның болмауы да ықпал етеді. Жаңбыр суының ең көп мөлшері осы тақталарға іргелес бұрыштардағы кірпіштің жоғарғы қатарларының бос жерлеріне жиналады. Осы себептерге байланысты тек кірпіш қатарығана емес, сонымен қатар аражабын дискілерінің ұштарының бетон қорғаныш қабаты да қарқынды жібітуге ұшырайды. Нәтижесінде аражабын дискілеріндегі бет қабатының тиімді тіреу ені азаяды.

Қуыс дәрежесі жоғары тастарды қолданудың кемшіліктерінің бірі – анкер байланыстарын бекітудің төмен сенімділігі. Соңғысы тек көлденең ғана емес, сонымен қатар бет қабатының температуралық деформацияларынан туындаған тік ығысу күштерін де қабылдайды. Ығысу күштері анкердің кірпіштің беткейлерімен жанасуына жергілікті кернеулердің шоғырлануын тудырады. Бос тастарда бұл анкер астындағы материалды бояуға және анкердің тиімді ұзындығын азайтуға әкеледі.

Қабырғаның ішкі қабатында ұқсас құбылыс бар, ол сыртқы қаптау қабатына іргелес беткі аймақтардың деградациясымен күшейеді. Мұндай деформацияларға ең сезімтал – кірпіштің жоғарғы қатарлары (аражабын дискілері мен кірпіш қатарының арасындағы көлденең деформациялық тігістерге іргелес), онда кірпіштің меншікті салмағынан қысу күші өте төмен болады. Байланыстарды бекітудің тиімді ұзындығының төмендеуі нәтижесінде соңғылары жұмыстан ажыратылады, бұл бет қабатының кернеулі-деформацияланған күйіне теріс әсер етеді.

Көлденең деформациялық тігістер болмаған жағдайда бет қабаты өте қолайсыз жағдайларда болады. Өкінішке орай, мұндай шешім құрылыс тәжірибесінде кең таралған. Көлденең деформациялық саңылаудың болмауы іргелес қабаттардың аражабын дискілері арасындағы бет қабатын қысып тастайды. Температураның қысылуының, сондай-ақ аражабын дискілерінің иілуінің нәтижесінде бет қабаты қысу кернеулерін сезінеді, олардың ең көп концентрациясы аражабын дискілерімен байланыс кезінде пайда болады. Беттік қабаттағы қысу күші жел жүктемесінен де пайда болады.

5-суретте тік қозғалыс еркіндігінің болмауына байланысты аражабын дискілерінің арасына қысылған беткі қабат иілу кезінде еркін тірек арқалық ретінде емес, арка тәрізді құрылым ретінде әрекет етеді. Жел жүктемелерінің әсерінен сыртқы кірпіш қабырғаларды есептеудің бұл тәсілі EN 1996-1-1. Eurocode 6-та қабылданғанын атап өткен жөн. Бұл жағдайда доға күшінен N туындайтын аралық әдетте кірпіш қалыңдығы $t = 0,1$ -ге тең ені бар қалаудың соңғы бөліктеріне беріледі. Осылайша, бет қабатының аражабын дискілерімен түйіндесуінде көлденең деформациялық тігістер болмаған кезде температураның әсерінен қысу кернеулерінің концентрациясы, жел, аражабын иілістері, сондай-ақ температуралық деформациялардың қысылуымен үйкеліспен шектелген жанама кернеулер пайда болады.



5-сурет – Жел жүктемесінің әсерінен қысылған бет қабатындағы доға әсері: 1 – аражабын, 2 – бет қабаты (авторлардың материалы).

4 НӘТИЖЕЛЕР МЕН ТАЛҚЫЛАУ

Шетелдік тәжірибеде бет қабатының аражабын жанасуындағы температуралық тангенс кернеулерін төмендету мақсатында жылжымалы төсемдер қолданылатынын атап өткен жөн (**Orlovich & Derkach, 2011**). Нәтижесінде бұл кернеулер кірпіштің бос жерлеріне судың түсуінен кірпішті жібітумен бірге, алдыңғы қабаттардың жоғарғы және төменгі қатарларын бояуға және сындыруға әкеледі, бұл олардың апаттық жағдайын алдын-ала анықтайды. Мұндай бұзылудың алдын алу үшін бет қабатын қалаудың төменгі 3-5 қатарын қалау толық денелі кірпіштен жасалуы керек.

Толық денелі кірпіштен қалау терезе мен есіктің балкон саңылауларының маңдайшаларының үстінде жасалуы керек. Осы мақала авторларының пікірінше, мұндай шешім тиімді болғанымен, құрылыс алаңында бақылау тұрғысынан жүзеге асыру қиын.

Бет қабатын қалаудың беріктігін бағалау үшін кернеулі-деформацияланған күйдің белгілі бір түрін ескере отырып, жеке беріктік критерийлері ұтымды пайдаланылды:

- көлденең деформациялық тігістер болмаған кезде еден тақталарымен түйісу аймағында қалау температураның қысылған деформацияларынан қысуды сезінеді. Бұл кернеу күйі үшін қысу кернеулеріне негізделген беріктік критерийі қолданылды:

$$\sigma_{ac} \leq R_c \quad (1)$$

мұндағы R_c – анықталған кірпіштің қысуға төзімділігі.

- тік деформациялық тігістер болмаған кезде кірпіштің беріктігін еріген тігістер бойымен немесе оларға α бұрышпен әсер ететін созылу кернеулері анықтайды.

Бұл жағдайда созылу кернеулеріне негізделген критерий қолданылды:

$$\sigma_{at} \leq R_{at} \quad (2)$$

мұндағы R_{at} – кірпіштің көлденең ерітінді тігістеріне бұрышпен созылуына төзімділігі.

Қуыс кірпіштен жасалған кірпіш үшін R_{at} мәнін келесі өрнек арқылы анықталды:

$$R_{ta} = \frac{R_{to}}{1+(n-1) \cdot \sin^{\lambda} \alpha} \quad (3)$$

мұндағы R_{to} – көлденең ерітінді буындары бойымен созылу үшін есептелген қалау кедергісі;

n, λ – эксперименталды түрде анықталған коэффициенттер.

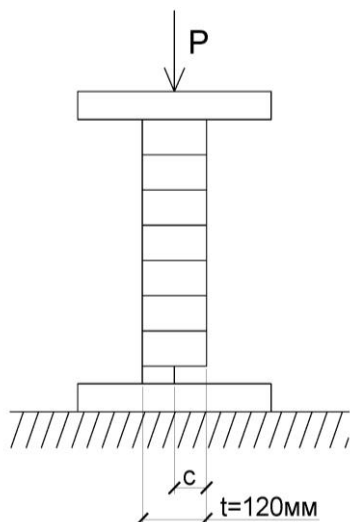
- көлденең және тік деформациялық тігістер болмаған кезде, қалау көлденең ерітінді тігістеріне перпендикуляр қысылып, тігістерге параллель созылуы мүмкін.

Төменде аражабын дискілеріне тіреу орындарында жергілікті сығу үшін тас қалауының беріктігін эксперименттік зерттеу авторлары жүргізген жеке нәтижелер берілген.

Қалау үлгілері М75 маркалы цемент-құм ерітіндісіндегі М100 маркалы ойық (қуыс 40%) және толыққанды керамикалық тастардан жасалған. **6а-суретте** өзгермелі параметр $c = t$, $c = 0,75t$ және $c = 0,5t$ тең қабылданған тірек ені c болғаны көрсетілген. **6б-суретте** $c = t$ кезінде үлгілердің бұзылуы кірпіштің бөлінуі нәтижесінде, ал $c < t$ кезінде тірек алаңының шекарасына сәйкес келетін тік жазықтықта жоңқалау нәтижесінде пайда болғаны көрсетілген. Есептеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Тұтас кірпіштен жасалған қалау үшін $c = 0,5t$ кезіндегі $R_{сығу}$ сығуға кедергісі $c = t$ кезіндегі кірпіштің беріктігімен салыстырғанда 30% төмендегені анықталды. Қуыс керамикалық тастардан жасалған кірпіш үшін беріктіктің төмендеуі одан да көп болды.

а)



б)



6-сурет – Кірпіш қалауды жергілікті сығуға сынау: а) сынаудың есептік сызбасы, б) кірпіш қалаудың қираған үлгісі (авторлардың материалы).

Сыртқы кірпіштің әлсіреуі сыртқы бойлық қабырғаның кірпіш учаскесін орталықтан тыс сығуға есептеу арқылы расталады:

$$N = m_g \cdot \varphi_1 \cdot R \cdot A_c \cdot \omega \quad (4)$$

мұндағы m_g – жүктеменің ұзақ мерзімді әсер ету әсерін ескеретін коэффициент;
 φ_1 – элементтің центрден тыс сығылуындағы бойлық иілу коэффициенті;
 R – кірпіштің қысылуына есептелген қарсылық;
 A_c – кернеулердің тікбұрышты эпюрасындағы қиманың сығылған бөлігінің ауданы;
 ω – кірпіштің түрі мен қимасына байланысты анықталатын коэффициент.

1-кесте

Бойлық қабырғаның қалау учаскесін орталықтан тыс сығуға есептеу нәтижелері

Металл бұрышқа кірпіш қалаудың толық қабатты тірегі кезінде есептеу (жобалық шешім)			Металл бұрышқа кірпіш қалаудың толық емес қабаттық тірегі кезінде есептеу (жобалық шешім)		
N	$m_g, \varphi_1, R, A_c, w$	кор (+), жүк көтергіштігінің жетіспеушілігі (-), %	N	$m_g, \varphi_1, R, A_c, w$	кор (+), жүк көтергіштігінің жетіспеушілігі (-), %
18,54	72,31	+74,4	129,73	42,79	-203,2

Сондай-ақ, алдыңғы қабатта үлкен қуысты тастар пайдаланылған кезде (ең көп таралғандары қуыстығы 40% кірпіштер) беткі қабаттың зақымдану дәрежесі тұтас кірпіштен жасалған беткі қабатқа қарағанда көбірек болатыны анықталды. n және λ коэффициенттерін (3) анықтау үшін көлденең ерітінді қосылыстарына бұрышта α күштердің әсерінен тас қалау R_{α} созылу беріктігін анықтау үшін қалау үлгілері қиғаш сығуға және жазықтықтан тыс иілуге сыналған.

Сынақ нәтижелері бойынша:

- кірпіштің есептелген созылу кедергісі анықталады: горизонталь ерітінді қосылыстары бойымен $R_{t0} = 0,45 \text{ МПа}$, горизонталь ерітінді қосылыстарына 45° бұрышта $R_{t45} = 0,39 \text{ МПа}$, көлденең ерітінді қосылыстары бойынша $R_{t90} = 0,14 \text{ МПа}$ (алынған мәнде бірқатар зерттеушілердің эксперименттерінің нәтижелерімен жақсы үйлеседі);

- осы есептелген қарсылықтардың негізінде $n = R_{t0}/R_{t90} = 3,5$ және $\lambda = 2,1$ коэффициенттері анықталды, олар көлденең ерітінді қосылыстарына α бұрышындағы күштердің әсерінен кірпіштің созылу беріктігін есептеу өрнегіне кіреді (3). Осыдан кейін бұл өрнек (3) (5) пішінін алды:

$$R_{t\alpha} = \frac{R_{t0}}{1+(3.5-1) \cdot \sin^{2.1} \alpha} = \frac{R_{t0}}{1+2.5 \cdot \sin^{2.1} \alpha} \quad (5)$$

Иілгіш байламдардың көп қабатты қабырғада максималды күштерін анықтау үшін беткі және ішкі қабаттарды қалау жіктерінен шығаруға арналған икемді байламдарға сынақтар жүргізілді.

5 ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген эксперименттік және теориялық зерттеулер негізінде:

1. Климаттық температуралық әсерлердің бет қабатының зақымдануының қалыптасуы мен дамуына елеулі үлес қосқанын көрсететін бет қабатының зақымдануының қалыптасу және даму заңдылықтары белгіленді.

2. Көлденең ерітінді қосылыстары бойымен немесе оларға α бұрышта әсер ететін σ_{α} созылу кернеулері климаттық температура әсерінен кірпіштің беткі қабатының беріктігі үшін шешуші болатыны анықталды. Негізгі созылу кернеулерінің критерийі кірпіштің беріктігін талдау үшін ең қолайлы екендігі дәлелденді.

3. Тұтас кірпіштен жасалған қалау үшін $c = 0,5m$ кезінде $R_{сызу}$ қысуға төзімділігі $c = t$ кезіндегі кірпіштің беріктігімен салыстырғанда 30% төмендегені анықталды

4. Эксперименттік және теориялық зерттеулердің нәтижелері бойынша климаттық температура әсерінен беткі қабатты есептеу және сыртқы көпқабатты қабырғаларды жобалау бойынша ұсыныстар тұжырымдалған, олардың негізгілері:

- беткі қабаттың жоғары орналасқан аралық жабын тақталарымен түйіндесуінде көлденең деформациялық жіктерді қабат сайын орнатудың қажеттілігі туралы;
- төсеніш қабатының аралық жабын тақталарынан асып түсу мөлшерін шектеу туралы;
- беткі қабат кірпіштерінің қуыстылығын шектеу.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. **Jushhube, S. V., Podshivalov I. I., Filippovich A. A., & Shalginov R. V.** (2018). Strength of masonry of external walls made of hollow ceramic stone. Housing Engineering [Prochnost' kladki naruzhnyh sten iz pustotologo keramicheskogo kamnja. Zhilishhnoe stroitel'stvo], 1-2, 52-54. (In Russ).
2. **Derkach, V.N., & Orlovich R. B.** (2011). Issues of quality and durability of cladding of layered stone walls. [Voprosy kachestva i dolgovechnosti oblicovki sloistyh kamennyh sten], Magazine of civil engineering, (2), 42-47. (In Russ).
3. **Montaev, S. A., Narmanova, R. A., Shakeshev, B. T., Adilova, N. B., & Narikov, K. A.** (2016). Resource and energy saving technologies for the production of wall ceramics, Monograph [Resurso- i jenergosberegajushhie tehnologii proizvodstva stenovoj keramiki, Monografija]. Kyzylorda: «Zhienaj». (In Russ).
4. **Aver'janov, V. K., Bajkova, S. A., Gorshkov, A. S., Grishkevich, A. V., Kochnev, A. P., Leont'ev, D. N., Melezhik, A. A., Mihajlov, A. G., Rymkevich, P. P., & Tjutjunnikov, A. I.** (2012). Regional concept for ensuring energy efficiency of residential and public buildings. Housing Engineering [Regional'naja koncepcija obespechenija jenergeticheskoy jeffektivnosti zhilyh i obshhestvennyh zdaniy. Zhilishhnoe stroitel'stvo], (3), 2-4. (In Russ).
5. **Zhapahova, A. U., Uderbayev, S. S., Kelmagambetov, N. K., Zhapahova, G. U., & Majhanova, K. O.** (2023). Study of use of modern building materials in strengthening of bricks [Kirpish қалауын қысқарту заманауи кұрылыс материалдарын қолдану зерттеу]. QazBSQA Habarshysy. Kurylys konstrukciyalary zhane materialdary, 2(88), 192-205. <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2023.2-20> (In Kaz).
6. **Gagarin, V. G.** (2009). Thermophysical properties of modern wall enclosing structures of multi-storey buildings. In Trudy II All-Russian Scientific and Technical Conference " [Stroitel'naya Teplofizicheskie svoystva sovremennyh stenovyh ograzhdajushhih konstrukcij mnogoetazhnyh zdaniy. Trudy II Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Stroitel'naja teplofizika i jenergo»] (Vol. 69, pp. 33-44). <https://cyberleninka.ru/article/n/teplofizicheskie-problemy-sovremennyh-stenovyh-ograzhdayuschih-konstruktsiy-mnogoetazhnyh-zdaniy> (In Russ).
7. **Derkach, V. N.** (2010). Damage to ceramic cladding of external walls of multi-storey stone

- buildings. Bulletin of Brest State Technical University. Bulletin of Brest State Technical University. Construction and architecture [Povrezhdenija keramicheskoy oblicovki naruzhnyh sten mnogojetazhnyh kamennyh zdaniy]. Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura], 1, 40-42. (In Russ). <https://rep.bstu.by/bitstream/handle/data/5470/40-42.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (In Russ).
8. **Badin, G. M., Sychev, S. A., & Makaridze, G. D.** (2017). Technologies for construction and reconstruction of energy-efficient buildings. BHV-Petersburg [Tehnologii stroitel'stva i rekonstrukcii jenergojefektivnyh zdaniy]. Sankt-Peterburg: BHV-Peterburg. <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01008910992> (In Russ).
 9. **Ishhuk, M. K.** (2008). Causes of defects in external walls with a facing layer of brickwork. Housing Engineering [Prichiny defektov naruzhnyh sten s oblicovochnym sloem kirpichnoj kladki. Zhilishhnoe stroitel'stvo], (3), 28-31. <http://rifsm.ru/editions/journals/2/2008/138/> (In Russ).
 10. **Strizhnev, P. V.** (2020). Facades made of facing bricks in multi-apartment residential buildings. Young Scientist [Fasady iz oblicovochnogo kirpicha v mnogokvartirnyh domah. Molodoj uchjonyj], (24), 122-125. <https://moluch.ru/archive/314/71494/> (In Russ).
 11. **Nuguzhinov, Zh. S., Kopanitsa, D. G., Kosharnova, Y., Ustinov, A. M., & Useinov, E. S.** (2016). Experimental studies of lightweight brickwork under central and eccentric loading. Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering [Jeksperimental'nye issledovanija kladki oblegchennogo kirpicha na central'nuju i necentral'nuju nagruzku. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta], (2 (55)), 107-116. <https://vestnik.tsuab.ru/jour/article/view/151/152> (In Russ).
 12. **Orlovich, R. B., & Derkach, V. N.** (2011). Conjugation of the front layer of layered stone walls with floor slabs. Industrial and Civil Engineering [Soprjazhenie licevogo sloja sploshnyh kamennyh sten s plitami perekrytija. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo], (11), 62-65. https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2_Zimin_71.pdf (In Russ).