

УДК 614.8
МРНТИ 81.92.29

Т. К. Ақжанов¹, Қ. К. Оспанов¹, В. В. Голев¹, Д. Б. Ғазез¹, А. Н. Моргунов²

¹Қазақстан Республикасы Төтенше жағдайлар министрлігі Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы, Көкшетау, Қазақстан

²Абай Мырзахметов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау, Қазақстан

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНДАҒЫ БИІК ҒИМАРАТТАРДЫҢ ҚАСБЕТТЕРІ БОЙЫМЕН ӨРТТІҢ КОНВЕКТИВТІ АҒЫНДАРЫНЫҢ ТАРАЛУЫНА ЖЕЛ БАҒЫТЫНЫҢ ӘСЕРІ

Аңдатпа. Мақалада биік ғимараттардың қасбеттерінде (фасадтарында) өрттің дамуы кезінде пайда болатын конвективті ағындардың таралуына жел бағытының әсері қарастырылады. Өртүрлі конфигурациядағы құрылыстардың сыртқы беттеріне жақын қалыптасатын аэродинамикалық жағдайларды, сондай-ақ олардың жылу энергиясы мен жалынның тасымалдануына әсерін ескере отырып, осы мәселенің әлемдік тәжірибеде зерттелуіне талдау жасалды. Желдің бағыты мен жылдамдығы өзгерген кездегі конвективті ағындар параметрлерінің өзгеруінің негізгі заңдылықтары анықталды. Қасбет бойымен оттың тік және көлденең таралу қарқындылығы артатын жел әсерінің критикалық бұрыштарын анықтауға мүмкіндік беретін модельдеу және эксперименталды зерттеулердің нәтижелері зерделенді. Алынған мәліметтер қасбеттік жүйелердің өртке қарсы қорғанысын жобалауда, нормативтік талаптарды әзірлеуде және биік ғимараттардың өрт қауіптілігін бағалау әдістерін жетілдіруде қолданылуы мүмкін. Биік ғимараттардағы өртті сөндіру кезіндегі өртке қарсы қызмет бөлімшелерінің іс-қимылдары үшін ұсыныстар қалыптастырылған.

Түйінді сөздер: биік ғимарат, жел бағыты, өрттің таралуы, конвективті ағын, өрт.

Кіріспе. Заманауи ғимараттардың ауқымы мен биіктігі артқан сайын, олардың архитектуралық-конструкциялық шешімдері мен пайдалану жағдайлары күрделене түсуде. Бұл ішкі үй-жайларда да, сыртқы конструкцияларда да қолданылатын жанғыш материалдар мөлшерінің артуымен қатар жүреді, бұл өз кезегінде өрттің шығу және даму ықтималдығын жоғарылатады. Күнделікті тәжірибеде өрттің туындауына ықпал ететін бірқатар типтік факторлар байқалады: үй-жайларда электромобильдерге арналған зарядтау құрылғыларын пайдалану, эвакуациялық жолдар мен балкондардың заттарға толып қалуы, электр желілерінің ескіруі мен шамадан тыс жүктелуі, сертификатталмаған жылу окшаулағыш материалдарды қолдану, сондай-ақ өртке қарсы қорғаныс жүйелерінің тиімсіздігі. Осы мән-жайларды ескере отырып, биік ғимараттарда өрт сөндіру әдістерін жетілдіруге, персонал мен халықтың төтенше жағдайлар кезіндегі іс-қимылдарға дайындығын арттыруға ғана емес, сонымен қатар ғимарат қасбеті бойымен өрттің конвективті ағындарының таралу жылдамдығына әсер ететін жел жүктемесінің ықпалын зерттеуге бағытталған міндеттер өзекті болып табылады.

Қазақстан Республикасының жағдайында жел жүктемесі факторы ерекше маңызға ие: ел аумағының шамамен 50 %-ында 30 метр биіктіктегі желдің орташа жылдық жылдамдығы 4-5 м/с диапазонында болады.

Сонымен қатар, кейбір аймақтарда, мысалы, Жоңғар қақпасы дәлізінде (Алматы облысы), 50 метр биіктіктегі желдің орташа жылдық жылдамдығы 9,7 м/с-қа жетеді, бұл қасбеттер бойымен өрттің таралуына айтарлықтай әсер ете алатын жоғары аэродинамикалық жүктемелердің әлеуетін көрсетеді.

Биік ғимараттардың үй-жайларында өрттің дамуы кезінде жарық өткізгіш құрылымдар қирағаннан кейін ғимараттың қасбеті бойымен таралатын сыртқы конвективті алау пайда болады. Бұл процестің қозғаушы күші табиғи конвекция болып табылады, қоршаған ауаның және қыздырылған жану өнімдерінің шартты тығыздығы. Конвективті ағын-бұл қарқынды жылу сәулеленуімен және ауаның турбулентті араласуымен бірге жүретін ыстық газдардың тігінен бағытталған ағыны. Сыртқы алау аймағындағы газдардың температурасы 800-1000 °С-қа жетуі мүмкін, бұл қасбеттік құрылымдардың қызуына және жоғарыдағы қабаттардың әйнектерінің бұзылуына әкеледі. Конвективті алаудың геометриясы мен динамикасына ғимараттың қасбетіне қатысты жел ағынының бағыты айтарлықтай әсер етеді [1].

Ғимараттың қасбетіне бағытталған желдің әсерінен конвективті алау қабырға бетінен ауытқиды. Нәтижесінде:

- қасбетке жылу ағыны азаяды;
- өрттің жоғарғы қабаттарға таралу мүмкіндігі азаяды;
- тік алаудың ұзындығы азаяды.

Қарсы жел конвективті ағынның көтерілуін ішінара өтейді және оның траекториясын өзгертеді.

Ең қауіпті жағдайлар ғимараттың жел үрлейтін жағында байқалады. Бұл аймақта алауды қасбетке «басуға» ықпал ететін төмен қысымды аймақ қалыптасады.

Нәтижесінде:

- алау биіктігін арттыру;
- қасбетке жылу әсерінің өсуі;
- өрттің тік таралуын жеделдету.

Жел үрлейтін жағдайында конвективті ағын тұрақты болады және қабырға беті бойымен бағытталады.

Желдің бүйірлік әсерінен алау ауа ағынының қозғалысына қарай еңкейеді. Бұл жағдайда байқалады:

- максималды температура аймағынан орынын аусуы;
- өрттің көлденең таралуын арттыру;
- қасбет бойында турбулентті құйындардың пайда болуы.

Бүйірлік жел қасбеттік материалдардың терезе саңылауынан едәуір қашықтықта тұтануына ықпал етуі мүмкін.

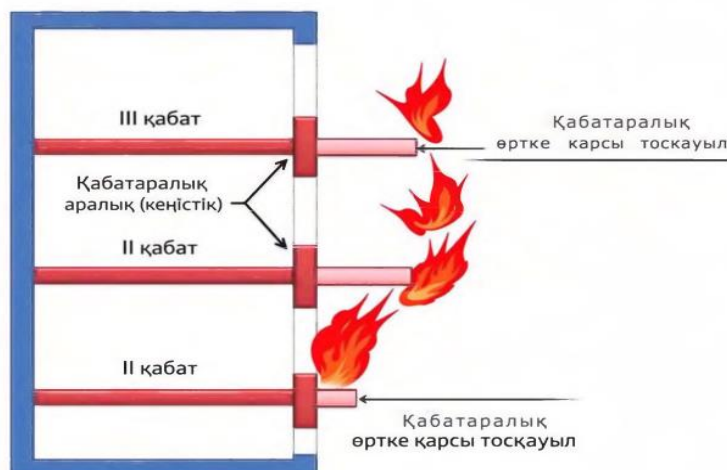
Жел жылдамдығының жоғарылауымен өзгереді:

- алау бұрышы,
- конвективті ағынның ұзындығы,
- жылу алмасу қарқындылығы.

Қатты жел кезінде конвективті алау бір уақытта тік және көлденең бағытта таралуы мүмкін, бұл қасбеттік жүйелердің өрт қаупін едәуір арттырады.

Осылайша, желдің бағыты биік ғимараттардың қасбеттерінде өрттің таралуын анықтайтын факторлардың бірі болып табылады және өртті модельдеу, қасбеттік жүйелерді жобалау және өртке қарсы шараларды әзірлеу кезінде ескерілуі керек.

Негізгі бөлім. Ғимараттың қасбетіндегі өрт параметрлерінің әсерін азайтуға және оны одан әрі таратуға арналған құрылыстағы құрылымдық элементтердің бірі-қабатты өртке қарсы қалқандарды орнату (1-сурет). Бұл құрылымның функционалдық мақсаты терезе саңылауынан шығатын өрттен жалын алауының бағытын өзгертуді және оның ғимараттың қасбеті бойынша одан әрі таралуын болдырмауды көздейді.



1-сурет - Қасбет бойынша өрттің дамуына қабат аралық белдеудің әсері

Осы конструктивтік элементтің құрылысында қолданудың әлемдік тәжірибесі өзінің нормативтік талаптары бойынша ерекшеленеді, атап айтқанда Австралия үшін қабат аралық күнқағардың параметрлері кемінде 1,1 метр қашықтықпен айқындалады, АҚШ үшін ең аз ұзындығы кемінде 0,762 метрді құрайды, Қазақстан Республикасында өртке қарсы күнқағарлар қабаттардың бөлінуін қамтамасыз етуі және ғимараттың қасбеті жазықтығынан кемінде 0,3 метрге шығуы тиіс. Сонымен қатар, оларды қажетті нормаларға сәйкес отқа төзімділік шегі бар биіктігі 1,2 метр қабатты белдеулермен ауыстыруға жол беріледі.

Өртке қарсы күнқағардың қабат аралық белдеуден айрықша ерекшелігі эксперименттік зерттеулер жүргізу, қабат аралық күнқағардың үстіңгі қабаттардың терезе әйнектерінің бұзылу ықтималдығының төмендеуіне әсері туралы негізделген дәлелді-есептік базаның болуы болып табылады. Жүргізілген зерттеулердің қорытындылары бойынша деректер ғимараттардағы өрт қауіпсіздігі мәселелерін реттейтін нормативтік-құқықтық базаны қалыптастырудың негізгі аспектісі болып табылады.

Қазақстандағы мұндай өрттердің мысалы ретінде елордамыз Астана қаласындағы оқиғаларды келтіруге болады: 2024 жылғы «Rixos Khan Shatyr Residences» тұрғын үй кешені, 2006 жылғы «Транспорт Тауэр» әкімшілік ғимараты (2 а, б-сурет) [2].

Осылайша, Қазақстанға тән климаттық ерекшеліктерді және күшті желдердің жиі болуын ескере отырып, биік ғимараттардың қасбеттері бойымен өрттің дамуына жел әсерін зерттеу – өртке қарсы қорғаныс жүйелерін және өрт сөндіру тактикасын жетілдіру үшін маңызды ғылыми-практикалық міндет болып табылады.



а)



б)

2-сурет – Астана қаласындағы биік ғимараттардағы өрт мысалдары:

а) «Rixos Khan Shatyr Residences» тұрғын үй кешені (2024 ж.)

б) «Transport Tower» әкімшілік ғимараты (2006 ж.)

Көптеген зерттеушілер биік ғимараттардағы өрттің таралу ерекшеліктерін анықтайтын факторларды зерделеуге арналған ауқымды жұмыстар жүргізді. Атап айтқанда, Абу-Зидан және оның авторластары оқшауланған ғимараттың қасбеті бойымен оттың таралуын зерттей отырып, құрылыстың геометриялық параметрлері қабырға беттеріндегі ағындардың құрылымына айтарлықтай әсер етіп, жалын қозғалысының траекториясын өзгертетінін анықтады [3]. Джеффс және т.б. оттың таралу сипатына жану көзі, желдету жағдайлары және ғимараттың конструкциялық ерекшеліктері елеулі ықпал ететінін көрсетті [4]. Бұл ретте, ғимарат геометриясын оңтайландыру және өртке қарсы бөгеттерді қолдану арқылы жалынның тік және көлденең бағытта таралуын болдырмауға болады. Айта кету керек, бірқатар зерттеушілер желдің жылдамдығы мен бағытының ғимарат қасбеттері бойымен оттың таралу ерекшеліктеріне әсерін қарастырған. Дегенмен, мұндай жұмыстардың саны әлі де шектеулі, ал қолданыстағы зерттеулерде жалынның таралу қашықтығы, ауданы мен жылдамдығы туралы негізделген қорытынды жасауға мүмкіндік беретін жүйеленген мәліметтер көлемі жеткіліксіз.

Авторлар Қытай Халық Республикасы ғалымдарының PyroSim (6.7.1 нұсқасы) бағдарламалық жасақтамасының көмегімен жүргізген зерттеулерін зерделеді, мұнда ғимараттың қасбеттік материалдарының қасиеттерін тексеру үшін эксперименталды мәліметтер модельдеу нәтижелерімен салыстырылған. Ғимараттың жеңілдетілген тікбұрышты моделі жасалып, жел бағытының бес бұрышын (0° , 45° , 90° , 135° және 180°) қамтитын өрттің әртүрлі сценарийлері сипатталған. Алынған деректер жел бағытының ғимарат қасбеті бойымен оттың таралуына әсерін сандық көрсеткіштермен көрсетеді.

Ғимараттардың қасбеттік конструкцияларына әсер ететін тік бағытталған ауа ағындарының қалыптасуы көбінесе табиғи конвекция процестеріне байланысты. Соңғысы қоршаған атмосфера мен күн радиациясынан қызған қасбет беті арасындағы температуралық градиент салдарынан туындайды, бұл ғимарат жазықтығы бойымен жоғары қарай бағытталған конвективті жылу ағындарының дамуына әкеледі.

Мұндай ағындардың қарқындылығы мен құрылымы бірқатар факторларға байланысты, соның ішінде [5]:

- жану ошағының қуаты мен жалынның биіктігі;
- терезе ойықтарының геометриялық параметрлері (биіктігі, ені және формасы);
- қабаттар арасындағы өртке қарсы бөгеттердің болуы;
- осы өңірге тән жел жүктемесі.

Қорытынды. Осы тақырыпты зерттеу нәтижесінде жел бағытының ғимараттардың қасбеттік беттері бойымен оттың таралу процестеріне әсері анықталды. Негізгі тұжырымдар келесідей:

1. Температураның ең қарқынды көтерілуі және жалынның таралу жылдамдығы ғимараттың ық жағында (жел соқпайтын жағында) байқалады.
2. Өртүрлі бұрышпен әсер ететін жанама жел оттың тік бағытта таралуын шектейді, сонымен бірге оның көлденең бағытта таралуына ықпал етеді.
3. Жел бағыты өрттің тік және көлденең даму жылдамдығына айтарлықтай әсер етеді.

Жүргізілген факторлық талдау көрсеткендей, жел белсенділігі жоғары Қазақстан жағдайында бұл параметр ғимарат қасбеттері бойымен жалынның таралуын едәуір жеделдетеді. Бұл жобалау және инженерлік шешімдерді өңірлік климаттық ерекшеліктерге бейімдеу қажеттілігін тудырады. Сонымен қатар, биік ғимараттарда өртті сөндіруді ұйымдастыру және жүргізу кезінде өртке қарсы қызмет бөлімшелері нысандардың конструктивті-техникалық ерекшеліктерін ғана емес, сонымен бірге тиісті өңірдің табиғи-климаттық жағдайларын да ескеруі қажет.

Әдебиеттер тізімі

1. Международное информационное агентство «Казинформ» - Пожары в многоэтажках Казахстана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.inform.kz/> (дата обращения: 20.01.2026).
2. Информационное агенство RadioFreeEurope – Казахстанский небоскреб охвачен огнем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rferl.org/> (дата обращения: 20.01.2026).
3. Абу-Зидан, Й., Ратнаяка, С., Мендис, П., Нгуен, К. Влияние скорости и направления ветра на распространение пожара по фасаду изолированного прямоугольного здания. *Fire Saf. J.* 2022 , 129 , 103570. [Google Scholar] [CrossRef].
4. Джеффс, Г. М. Ф., Клингельхофер, Х. Г., Прагер, Ф. Х., Ростек, Х. Огнестойкость вентилируемого фасада, утепленного жёстким пенополиуретаном класса B2. *Fire Mater.* 1986 , 10 , 79–89. [Google Scholar] [CrossRef].
5. Сутиров Д.У., Есеева Л.Б., Есболай Г.И., Акмурзаева Б.С. Аварийные ситуации, возникающие при ошибках проектирования и строительства жилых зданий // Наука и образование в гражданской защите. – 2021. – № 2 (42). – С.13-22.

References

1. Mezhdunarodnoe informacionnoe agentstvo «Kazinform» - Pozhary v mnogoetazhkah Kazahstana [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.inform.kz/> (data obrashcheniya: 20.10.2025).

2. Informacionnoe agenstvo Radio Free Europe – Kazahstanskij neboskreb ohvachen ognem [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.rferl.org/> (data obrashcheniya: 20.10.2025).
3. Abu-Zidan, J., Ratnayaka, S., Mendis, P., Nguen, K. Vliyanie skorosti i napravleniya vetra na rasprostranenie pozhara po fasadu izolirovannogo pryamougol'nogo zdaniya. Fire Saf. J. 2022 , 129 , 103570. [Google Scholar] [CrossRef].
4. Dzheffs, G. M. F.; Klingel'hofer, H. G.; Prager, F. H.; Rostek, H. Ognestojkost' ventiliruемого fasada, uteplennogo zhyostkim penopoliuretanom klassa B2. Fire Mater. 1986 , 10, 79–89. [Google Scholar] [CrossRef].
5. Sugirov D.U., Eseeva L.B., Esbolaj G.I., Akmurzaeva B.S. Avarijnye situacii, voznikayushchie pri oshibkah proektirovaniya i stroitel'stva zhilyh zdaniy // Nauka i obrazovanie v grazhdanskoj zashchite. – 2021. – № 2 (42). – S.13-22.

Т. К. Акжанов¹, К. К. Оспанов¹, В. В. Голев¹, Д. Б. Газез¹, А. Н. Моргунов²

¹*Академия гражданской защиты имени Малика Габдуллина МЧС Республики Казахстан, Кокшетау, Казахстан*

²*Кокшетауский университет имени Абая Мырзахметова, Кокшетау, Казахстан*

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВЕТРА НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ КОНВЕКТИВНЫХ ПОТОКОВ ПОЖАРА ПО ФАСАДАМ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В РЕСПУБЛИКЕ КАЗАХСТАН

Аннотация. В статье рассматривается влияние направления ветра на распространение конвективных потоков, возникающих при развитии пожаров по фасадам высотных зданий. Проведен анализ изучения данного вопроса в Мировой практике с учетом аэродинамических условий, формирующихся вблизи наружных поверхностей сооружений различной конфигурации, а также их воздействия на перенос тепловой энергии и пламени. Определены основные закономерности изменения параметров конвективных потоков при изменении направления и скорости ветра. Изучены результаты моделирования и экспериментальных исследований, позволяющие установить критические углы ветрового воздействия, при которых увеличивается интенсивность вертикального и горизонтального распространения огня по фасаду. Полученные данные могут быть использованы при проектировании противопожарной защиты фасадных систем, разработке нормативных требований и совершенствовании методов оценки пожарной опасности высотных зданий. Формирование рекомендаций для действий подразделений противопожарной службы при тушении пожаров в высотных зданиях.

Ключевые слова: высотное здание, направление ветра, распространение пожара, конвективный поток, пожар.

Т. К. Akzhanov¹, К. К. Ospanov¹, V. V. Golev¹, D. B. Gazez¹, A. N. Morgunov²

¹*Malik Gabdullin Academy of Civil Protection, MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan*

²*Abai Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan*

THE INFLUENCE OF WIND DIRECTION ON THE SPREAD OF CONVECTIVE FIRE FLOWS ALONG FACADES HIGH-RISE BUILDINGS IN THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Abstract. The article examines the influence of wind direction on the propagation of convective flows that occur during the development of fires on the facades of high-rise buildings. The analysis of the study of this issue in World practice is carried out, taking into account the

aerodynamic conditions forming near the exterior surfaces of structures of various configurations, as well as their effects on the transfer of thermal energy and flame. The main patterns of changes in the parameters of convective flows with changes in wind direction and speed are determined. The results of modeling and experimental studies have been studied, which make it possible to establish critical angles of wind exposure at which the intensity of vertical and horizontal fire propagation along the facade increases. The data obtained can be used in the design of fire protection of facade systems, the development of regulatory requirements and the improvement of methods for assessing the fire hazard of high-rise buildings. Formation of recommendations for actions of fire service units when extinguishing fires in high-rise buildings.

Keywords: high-rise buildings, wind direction, fire spread, convective currents, fire.

Авторлар туралы мәлімет / Сведения об авторах / Information about the authors

Тұрлыбек Қазбекұлы Ақжанов – Қазақстан Республикасы ТЖМ М. Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы жедел-тактикалық пәндер кафедрасының профессоры, Көкшетау, Қазақстан. E-mail: akzhanovt@yandex.kz

Қайрат Келденұлы Оспанов – техника ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы ТЖМ М. Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы жедел-тактикалық пәндер кафедрасы бастығының орынбасары, Көкшетау, Қазақстан. E-mail: kairat_ospanov90@bk.ru

Владимир Владимирович Голев – Қазақстан Республикасы ТЖМ Мәлік Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясының жедел тактикалық пәндер кафедрасының аға оқытушысы, Көкшетау Қазақстан. E-mail: golev.v@internet.ru

Данияр Бауыржанұлы Ғазез – Қазақстан Республикасы ТЖМ М. Ғабдуллин атындағы Азаматтық қорғау академиясы жедел-тактикалық пәндер кафедрасының оқытушысы, Көкшетау, Қазақстан. E-mail: gazez_daniyar@mail.ru

Аркадий Николаевич Моргунов – Абай Мырзахметов атындағы Көкшетау университетінің экология, тіршілік әрекетінің қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау кафедрасының аға оқытушысы, Көкшетау, Қазақстан

Turlybek K. Akzhanov – professor of the Department of operational and tactical disciplines of the M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: akzhanovt@yandex.kz.

Kairat K. Ospanov – Candidate of Technical Sciences, Deputy Head of the Department of Operational and Tactical Disciplines of the M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: kairat_ospanov90@bk.ru

Vladimir V. Golev – senior lecturer of the Department of Operational and Tactical Disciplines of the Malik Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan. Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: golev.v@internet.ru

Daniyar B. Gazez – teacher of the Department of operational and tactical disciplines of the M. Gabdullin Academy of Civil Protection of the MES of the Republic of Kazakhstan, Kokshetau, Kazakhstan. E-mail: gazez_daniyar@mail.ru

Arkady N. Morgunov – Senior lecturer of the Department of Ecology, life safety and Environmental Protection of Abay Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan