

УДК 666.9.022.3+691.33

**РАЦІОНАЛЬНА ВОЛОГІСТЬ БЕТОНУ НА ОСНОВІ ДОЛОМІТОВОГО ЗАПОВНЮВАЧА
ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЦЕГЛИ МЕТОДОМ НАПІВСУХОГО ПРЕСУВАННЯ**

К-т техн. наук В.О.Буцький

**РАЦИОНАЛЬНАЯ ВЛАЖНОСТЬ БЕТОНА НА ОСНОВЕ ДОЛОМИТОВОГО
ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КИРПИЧА МЕТОДОМ ПОЛУСУХОГО
ПРЕССОВАНИЯ**

К-т техн. наук В.А.Буцкий

**RATIONAL HUMIDITY OF CONCRETE BASED DOLOMITE FILLER FOR BRICK BY
MEDIUM-DRY PRESSING**

Cand. of techn. sciences V.O.Butsky

У статті розглянуто вплив вологості сировинної бетонної суміші на основі доломітового заповнювача при виробництві дрібноштучних виробів методом напівсухого пресування. Наведено результати лабораторних досліджень впливу вологості зазначеної сировинної суміші на густину засипки прес-форм преса, а також на зусилля зсуву з пуансону отриманого після пресування сирцю.

***Ключові слова:** цегла, доломіт, напівсухе пресування, вологість суміші, міцність.*

В статті розглянуто вплив вологості сировинної бетонної суміші на основі доломитового заповнювача при виробництві мелкоштучных изделий методом полусухого пресування. Приведені результати лабораторних досліджень впливу вологості вказаної сировинної суміші на щільність заливки прес-форм преса, а також на силу сдвигу з пуансона отриманого після пресування сирцю.

Ключевые слова: кирпич, доломит, полусухое пресование, влажность смеси, прочность.

The influence of humidity raw concrete mixtures with dolomite aggregate in the production of bread products by medium-dry pressing. Humidity feed mixture along with cement, a major factor which determines the properties of the raw and final strength of the product. A technique for conducting experiments to determine the density and accuracy of filling the mold, as well as determining the shear raw with a punch. The results of laboratory studies of the influence of humidity raw mix to be complete mold filling as well as the shear force obtained after pressing a raw punch depending on the humidity.

Keywords: brick, dolomite, dry pressing, moisture mixture strength.

Вступ. Найбільш економічною і тому все більш розповсюдженою стає цегла, вироблена з дешевих місцевих заповнювачів, зокрема, ракушняку, вапняку, доломіту. Формування цегли найчастіше здійснюється методом напівсухого пресування – стисканням пуансонами попередньо підготовленої сировинної суміші (бетону) у замкненій прес-формі з наступним виштовхуванням сирцю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні гідравлічні преси напівсухого пресування нового покоління (або так звані гіперпреси), на відміну від вібропресів, здатні забезпечити таку міцність цегли-сирцю, яка дозволяє його багат шарове вкладання на піддони або вагонетки [1]. Розгортання виробництва означеної цегли потребує визначення раціонального складу сировинної суміші та пресового тиску для досягнення необхідних показників якості цегли, насамперед, міцності на стиск, що визначає марку [2].

Основний матеріал експериментальних досліджень. Вологість підготовленої до формування суміші являється одним з впливових факторів процесу напівсухого пресування [3]. Її вплив на міцність досліджувалося шляхом формування зразків на лабораторному гідравлічному пресі в прес-формі з вікном розмірами 50x50 мм. Сировинна

суміш (бетон) готувалася на основі дрібнозернистого доломитового заповнювача розміром 0...10 мм, зерновий склад якого проілюстрований рис.1.

Маса засипки підбиралася такою (135 г), щоб висота зразка приблизно дорівнювалася половині розміру в плані (25 мм), як у цегли. Вміст цементу ПЦ-400 «Балцем» у суміші становив 10-15%, пресовий тиск варіювався від 10 до 30 МПа, вологість - від 6 до 16%. Міцність зразків визначалася роздавлуванням по одному на гідравлічному пресі після природного твердіння зразків у нормальних умовах протягом тижня й висушування в шафі.

Вплив вологості (в інтервалі 6...16%) на міцність в одній з серій проілюстрований на рис.2. Аналіз цих та інших даних свідчить про існування трьох умовних зон впливу вологості на міцність (рис.2). У першій зоні, у границях вологості від 6-7% до 9-10%, міцність практично не залежить від вологості. Саме ця зона є робочою для переважної більшості виробників цегли. У другій зоні зростання вологості від 9-10% до 13...14% приводить до вагомого, практично двократного нарощування міцності. Подальше нарощування вологості (до 16%) знову на міцність не впливає. Така картина розподілу є більш-менш типовою для різного вмісту цементу, варіюється тільки рівень міцності.

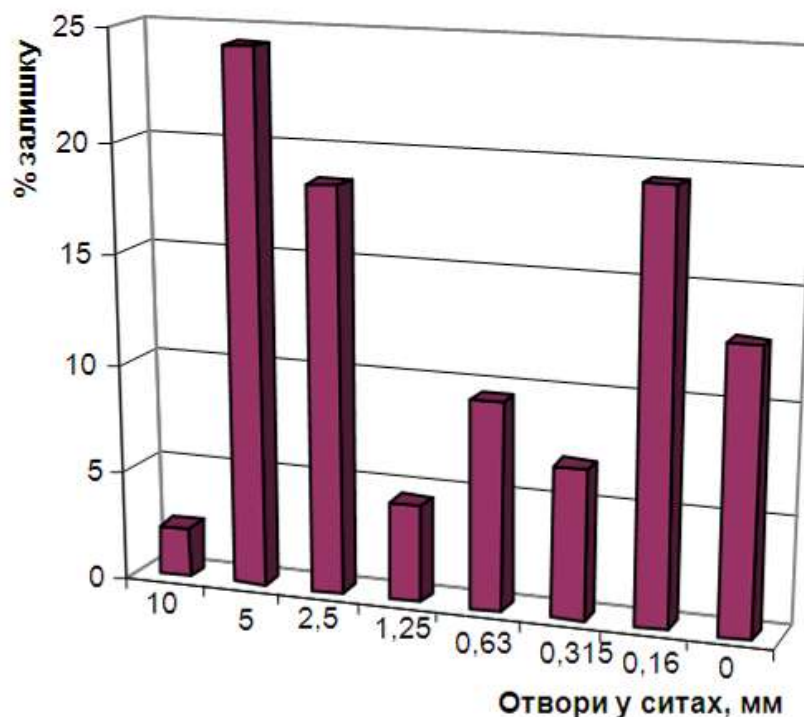


Рис.1. Зерновий склад доломітового заповнювача

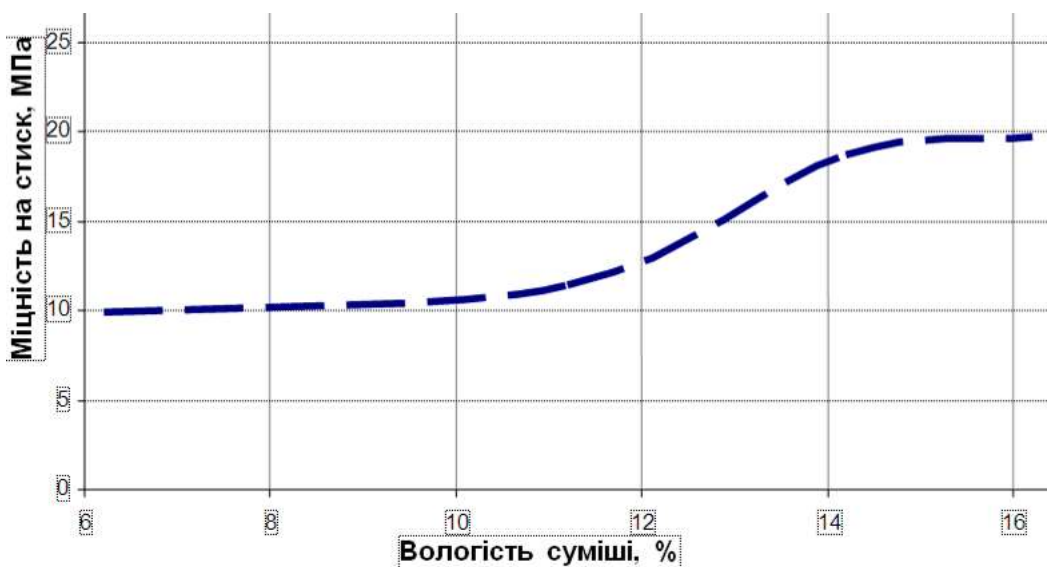


Рис.2. Вплив вологості на міцність зразків

На перший погляд, нарощування вологості дає змогу суттєво виграти в міцності або, відповідно, зменшити витрати цементу. Але треба мати на увазі, крім зазначеного позитивного впливу, ще й ряд негативних наслідків нарощування вологості.

По-перше, нарощування вологості погіршує сипкість сировинної суміші, тому

з'являються проблеми із засипанням прес-форм. Похибку об'ємного дозування звичайно вважають не меншою $\pm 2\%$. Дослідження впливу вологості на густину й сталість маси засипки було виконано на спеціальному стенді - рис.3. Стенд містить ящик, який імітує засипну каретку преса, і ємність розмірами $65 \times 125 \times 240$ мм об'ємом 1950 см^3 , що імітує прес-форму.

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

Густина засипки по мірі нарощування вологості з 6 до 14% зменшувалась від 1,25 г/см³ до 1,1 г/см³, а похибка дозування – зростала до ±3% і більше. Нормальне дозування суміші більшої вологості ставало неможливим. Тож умова нормальної засипки прес-форм обмежує вологість сировинної суміші з доломітовим заповнювачем рівнем 13...14%, та й то після обов'язкової перевірки сталості міцності цегли при підвищеній похибці об'ємного дозування.

Крім зазначеного, виявлено ще два негативних наслідки підвищення вологості – зменшення міцності сирцю та «прилипання» його як до верхнього, так і, особливо, до нижнього пуансонів. Комбінація «зростання адгезії до робочих органів + зниження міцності сирцю» збільшує ймовірність появи регламентованих стандартом дефектів цегли (відриви, відбитості й притуплення ребер і т.п.) у процесі виштовхування сирцю із прес-форми, зняття його й вкладання на вагонетку або піддон.



Рис. 3. Стенд для досліджень впливу вологості на густину й похибку засипки сировинної суміші у прес-форму

Серія дослідів дозволила орієнтовно оцінити указане зменшення міцності сирцю й зростання адгезії, рівень якої умовно оцінювався силою, достатньої для зрушення сирцю відносно нижнього пуансона. Для сирцю з бетону на доломітовому заповнювачі результати проілюстровані на рис. 4. Треба зазначити, що міцність такого сирцю (крива 1) достатньо висока у порівнянні, наприклад, з сирцем силікатної цегли.

По результатах оцінки сирцю з бетону на доломітовому заповнювачі можна рекомендувати, як найвищий із можливих, рівень вологості 12%, при якому міцність сирцю ще достатня, а знімання сирцю з нижнього пуансону не приводить до дефектів нижньої й верхньої поверхонь сирцю. У разі нарощування вологості вище 12-14%, на завершальній стадії пресування починалося активне видавлювання рідкої фази (цементного «молочка») крізь щілини між прес-формою та пуансонами, тому

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

напівсухе пресування бездефектних виробів стає неможливим.

Треба мати на увазі, що підтримування вологості на заданому рівні у виробничих умовах є складною задачею через несталість

вологості дрібного заповнювача. При виборі вологості треба враховувати, що навіть у разі використання сучасного датчика вологості не вдасться забезпечити відхилення вологості суміші від обраного рівня менше, ніж $\pm 1\%$.

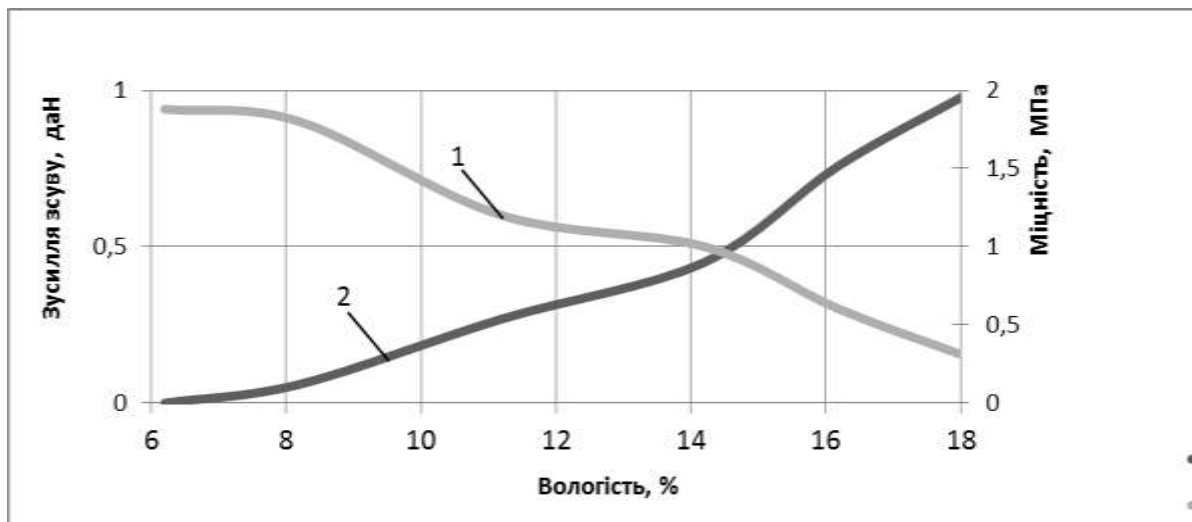


Рис.4. Вплив вологості на міцність сирцю та зусилля зсуву

Можна констатувати, що використання недостатньо зволжених сумішей органічно притаманне існуючому конструктивному оформленню методу напівсухого пресування – після певної межі вологості організувати стабільний процес пресування стає неможливо.

Висновки з даних досліджень та перспективи подальших досліджень. Для більш повного розкриття потенціалу цементу

слід використовувати сировинні суміші такої максимально високої вологості, з якої ще можливо сформувати бездефектний сирець. Для кожної конкретної сировинної суміші, запланованої до використання, на стадії регламентних випробувань треба визначити цю межу найвищої вологості, щоб процес напівсухого пресування ще залишався сталим.

Список використаних джерел

1. Особливості формування ресурсозберігаючої цегли методом напівсухого формування / Савченко О.Г., Крот О.Ю., Тимощенко А.М., Буцький В.О. // Вісник національного технічного університету «ХП». Тематичний випуск «Хімія, хімічна технологія та екологія». – Харків: НТУ «ХП», 2007. – № 26. – С.48–53.
2. Уткин В.Л. Новые технологии строительной индустрии. – М.: Изд-во ЗАО «Русский издательский дом», 2004. – 136 с.
3. Активатор барабанно-валкового типу безперервної дії для комплексів по виробництву дрібноштучних виробів: Дис. канд. техн. наук: 05.05.02 / Буцький Вячеслав Олександрович; Харк. держ. техн. ун-т буд-ва та архіт. - Х., 2010. – 208 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор Болотських М.С.

Буцький Вячеслав Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры механизации строительных процессов Харьковского национального университета строительства и архитектуры. Тел. (057)700-02-82. E-mail: nutter@ukr.net

УДК 624.12

СТРАТЕГИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО РАЗРУШЕНИЯ

К-ты техн. наук О.М.Пустовойтова, С.Н.Камчатная, Е.Ф.Орел, аспір. С.Ю.Набока

СТРАТЕГІЇ ПРОЕКТУВАННЯ СПОРУД З УРАХУВАННЯМ ПРОГРЕСУЮЧОГО РУЙНУВАННЯ

К-ти техн. наук О.М.Пустовойтова, С.М.Камчатна, Є.Ф.Орел, аспір. С.Ю.Набока

STRATEGIES OF THE DESIGN OF THE FACILITIES TAKING INTO ACCOUNT PROGRESSIVE DESTRUCTION

Ph.D. Pustovoitova O., Kamchatna S., Orel Y., postgraduate Naboka S.

В статье рассмотрены основные положения о прогрессирующих разрушениях, проанализированы исследования зарубежных и отечественных ученых в данной области. Приведены существующие на сегодняшний день методы предупреждения прогрессирующих разрушений и возникающие при воздействии эксплуатационных и аварийных нагрузок на сооружения проблемы. Предложены направления по разработке мероприятий и проектных решений по предотвращению прогрессивных разрушений.

Ключевые слова: прогрессирующее разрушение, методы предотвращения прогрессирующего разрушения, нормативные требования.

У статті розглянуті основні положення про прогресуючі руйнування, проаналізовані дослідження закордонних і вітчизняних учених у даній області. Наведені існуючі на сьогоднішній день методи попередження прогресуючих руйнувань і виникаючі впливи при експлуатаційних і аварійних навантаженнях на спорудження проблеми. Запропоновані напрямки по розробці заходів і проектних розв'язків по запобіганню прогресивних руйнувань.

Ключові слова: прогресуюче руйнування, методи запобігання прогресуючого руйнування, нормативні вимоги.

With the loss of building structures performance of a so-called effect of "dominoes". This phenomenon is consistent involvement in the development process of the destruction of the new groups of constructions up to the complete destruction of the object and develops as a result of the combined exposure to a particular workload and the additional load on the structures that have lost their performance. The most common cause of progressive destruction are external effects caused by man-made or natural factors. In the current regulations are given the degree of protection level and the number of structural and non-structural measures taken to reduce terrorist and other risks could lead to the collapse of buildings, as well as protect the building structure from the progressive collapse, progressive collapse caused by terrorist activities. The article describes the main provisions of the progressive destruction of the analyzed studies of foreign and domestic scientists in the field. Given the currently existing methods to prevent progressive damage arising from action and operational and emergency loads on structures problems. The directions for the development of activities and design solutions to prevent progressive damage

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

Keywords: *progressive destruction methods to prevent progressive collapse, regulatory requirements.*

Введение. Утрата отдельными строительными конструкциями своих эксплуатационных качеств может приводить к появлению и развитию так называемого эффекта «домино» – последовательного вовлечения в развитие процесса разрушения новых групп строительных конструкций вплоть до полного разрушения объекта [1].

Этот явление прогрессирующего обрушения объектов при аварийных отказах строительных конструкций развивается в результате комбинированного особого воздействия на них рабочей нагрузки и дополнительной нагрузки от конструкций, утративших свои эксплуатационные качества.

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами. В настоящее время в связи с:

- отсутствием четких требований и рекомендаций в нормативной литературе по предупреждению прогрессирующих разрушений;

- отсутствием алгоритма по проектированию зданий и сооружений, защищенных от прогрессирующего разрушения;

- широким использованием компьютерных технологий без четкого понимания взаимоотношения между расчетной и конструктивной схемой;

- отсутствием контроля за исполнение проектных и строительных работ;

- нарастанием террористической деятельности;

- отсутствие единого метода и стратегии, обеспечивающих устойчивость конструкции здания и сооружения к прогрессирующему разрушению при запроектованных аварийных ситуациях [2].

появилась необходимость осуществления ряда мероприятий по противодействию разрушениям.

Необходимость решения этой задачи в процессе проектирования здания является важнейшей составляющей в обеспечении

безопасности здания при воздействии эксплуатационных и аварийных нагрузок.

Чаще всего причиной прогрессирующего разрушения являются внешние воздействия, вызванные техногенными или природными факторами. Наибольший процент

возникновения прогрессирующих разрушений занимают хрупкое разрушение (при пожарах и т.д.) и потеря устойчивости (взрывы, землетрясения), в меньшей степени усталостное и вязкое разрушение.

Предупредить прогрессирующее разрушение возможно следующими способами проектирования зданий:

- снижение уровня риска (прямой расчет «риска», дифференцированная надежность);

- использование расчетно-конструктивных решений исключающих возможные повреждения (общее упрочнение всего здания, местное усиление, взаимосвязь).

Местное усиление, то есть упрочнение наиболее чувствительных мест, трудно поддается стандартизации для включения в нормы проектирования, так как для этого нужно четко представлять характер возможных воздействий на здание, в том числе атак террористов. Конструктивная взаимосвязь элементов или непрерывность конструкции, также является способом общего или местного упрочнения. Так же в нормативных документах США [3] предлагается заменить определение «прогрессирующее разрушение» на более точное «непропорциональное разрушение».

Анализ последних исследований и публикаций. На данный момент основными документами, описывающими решения сложившегося вопроса, являются:

- Украина - ДБН В.2.2-24-2009. Будинки споруди. Проектування

- Великобритания - В8 5950 2001, В8 8110 2005а, 2005в, В8 5628 2005;

- СТБ ЕН 1990-2007 Еврокод Основы проектирования несущих конструкций» Госстандарт Минск. 2007;

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

- ТКП ЕН 1992-1-1-2009 Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила для зданий. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. Минск. 2010;

- Канада - МВСС; США - АС! 318, О5А 2003, 2005;

- РФ - Нормативы по защите зданий при ЧС, а также рекомендациям МОСКОМАРХИТЕКТУРЫ Правительства Москвы;

- Рекомендации по защите высотных зданий от прогрессирующего обрушения, 2006, Москва.

- Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения, Г.И. Шапиро, Э.А. Эйсман, А.С. Залесов. М.: Москомархитектуры, 2005.

- Рекомендации по предотвращению прогрессирующих обрушений крупнопанельных зданий, Указание Москомархитектуры от.24.08.1999 №36 1999, Москва.

- Нормы США - UFC 4-023-03. Unified Facilities Criteria (UFC). Design of Buildings to Resist Progressive Collapse. Department of Defense USA, 2010

- Казахстан – Рекомендации по защите от прогрессирующего обрушения. Агентство Республики Казахстан по делам строительства жилищно-коммунального хозяйства, Астана 2011.

В перечисленных нормативных документах нет единого подхода по определению проблемы и формированию возможных решений, но в них объединены все перечисленные стандарты и следующие положения:

- не допустить катастрофу полного разрушения сооружения от незначительного, локального повреждения конструктивного элемента при чрезвычайных воздействиях;

- требование о создании целостной конструктивной системы, состоящей не только из необходимых, конструктивных элементов, но и необходимого минимального количества специальных связевых элементов.

Способы и методы оценки степени повреждения или эксплуатационной

пригодности сооружения несколько отличаются: в одних документах ограничивается площадь повреждаемых конструкций перекрытия; в других - оценивается состояние конструкций, не вышедших из работы; а так же экономическая выгода строительства нового или восстановление старого здания.

В таблице 1 приведено сопоставление основных положений по расчету на прогрессирующее разрушение в различных нормативных документах.

Согласно данным GSA [4] о прогрессирующем обрушении (progressive collapse): «Сооружение должно быть способно противостоять локальным повреждениям не приводящих к дестабилизации всей конструкции в целом. Выход из работы балки, колонны, плиты не должен приводить к потере несущей способности конструктивных элементов над, под и рядом расположенных пролетах от разрушенного элемента. При выходе из работы колонны и балки - колонны над разрушенным элементом не должны разрушаться, их состояние ограничивается большим прогибом». Требования данных нормативных документов [5] направлены на один конструктивный элемент и не влияют на степень защиты все конструктивной системы в целом.

Определение степени защиты, уровня и количества конструктивных и неконструктивных мероприятий принимаемых для снижения террористических и других рисков способных привести к обрушению сооружения устанавливаются [5, 6] DOD (Department of Defense), то есть документы разрабатываемые департаментом (UFC 1-200-1; UFC 3-301-01; UFC 3-310-01; UFC 4-010-01; UFC 4-010-02; UFC 4-020-01; UFC 4-023-03). Данные документы создают структуры защиты здания от progressive collapse, прогрессирующего обрушения вызванного террористическими действиями (документами UFC 4-010-01; UFC 4-010-02) и другими (UFC 4-023-03).

Приведенный выше алгоритм иллюстрирует систему безопасности

инжиниринга организованную серией документов UFC, главным из которых является UFC 4-020-01, он формирует взаимную связь всех документов, а так же описывает возможные угрозы, сценарии возможных аварий, средства способные нанести урон, определяет и назначает уровни рисков, сравнивает стоимости последствий и мероприятий, направленных на повышение безопасности сооружения. Документы следующего уровня UFC 4-010-01 и UFC 4-020-02. Первый документ устанавливает требования по снижению вероятности террористических действий направленных на создание ситуаций способных вызвать прогрессирующее обрушение, при этом степень защиты конструктивной системы и отдельного элемента определяется по UFC 4-023-03 [3]. Общие требования документа UFC 4-023-03[3]:

- определение категории здания по назначению и требований к проекту;
- проектные методики определения параметров работы здания в условиях прогрессирующего обрушения;
- методика связевых усилий (TF);
- методика альтернативных траекторий перераспределения усилий (AP);
- методика увеличения местной жесткости (ELR);
- дополнительные требования в зависимости от используемого материала конструктивных материалов.

Основополагающим документом в европейской системе проектирования является EN 1990. [5] Данный документ устанавливает требования к показателям сооружения по несущей способности, эксплуатационной пригодности, долговечности, надежности, дифференциации надежности, базисным переменным. Документ формирует методику расчетов по предельным состояниям с применением частных коэффициентов безопасности, при этом проверка расчетов с частными коэффициентами может выполняться детерминированным или вероятностным способами. Система нормативных документов [3, 5, 7, 9, 10] Еврокодов построена на детерминированном способе с применением

проверок основанных на имеющемся опыте, но позволяет выполнять вероятностные испытания и расчеты. Проектирование сооружений в аварийных ситуациях по [2] предполагает выполнения расчетов по чрезвычайной ситуации при чрезвычайном воздействии, как описано в EN 1990, EN 1991-1-7 и EN 1992-1-1. Требования по выполнению расчетов на особое воздействие установлены документом EN 1991-1-7. Документ не рассматривает случаи взрывов вне здания от террористических актов и военных действий. Как такового понятия прогрессирующего обрушения нет, в соответствии с EN 1990 [5] необходимо выполнять расчет по основным расчетным ситуациям, в том числе и на чрезвычайную ситуацию.

Данный расчет на особое воздействие показывает степень живучести сооружения: на идентифицированные и не идентифицированные воздействия. По определению, термин живучесть является характеристикой здания противостоять прогрессирующему обрушению. Живучесть (robustness) - свойство конструкции противостоять таким событиям, как пожар, взрыв, удар или результат человеческих ошибок, без возникновения повреждений, которые были бы непропорциональны причине, вызвавшей повреждения.

Выводы. Несмотря на проделанную большую работу исследователями многих стран, включая Украину, задач по разработке мероприятий и проектных решений по предотвращению прогрессивных разрушений остаётся ещё много. В настоящий период необходимы широкомасштабные как теоретические исследования в указанном направлении, так и экспериментальные подтверждения принятых исходных предпосылок в расчете зданий на прогрессирующее разрушение.

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

Список использованных источников

1. Кудишин Ю.И. Живучесть конструкций – важный фактор снижения потерь в условиях аварийных ситуаций. Вопросы обеспечения надежности и живучести большепролетных конструкций покрытий [Текст]/ Тезисы к НТС МГСУ. – М.: НТС МГСУ, 2008. 4-5 с.
2. Проектирование зданий и сооружений при аварийных взрывных воздействиях [Текст]: учебное пособие/ Б.С. Расторгуев, А.И. Плотников, Д.З. Хуснутдинов. – М.: Изд. АСВ, 2007. - 152 с.
3. UFC 4-023-03. Unified Facilities Criteria (UFC). Design of Buildings to Resist Progressive Collapse. Department of Defense USA, [Text]/ New-York, 2010
4. Рекомендации по защите монолитных жилых зданий от прогрессирующего обрушения». Г.И. Шапиро, Э.А. Эйман, А.С. Залесов. М.: Москомархитектуры. 2005. – 231 с.
5. CEN, Eurocode 4 "Design of Composite Steel and Concrete Structures, Part 1.1 : General Rules and Rules for Buildings", [Text]/ Eurocode 4, October 1992. 76 p.
6. Еврокод. Основы проектирования. Несущих конструкций [Текст]: СТБ EN 1990-2007:Госстандарт, Минск.: 2007, - 115 с.
7. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ [Текст]: ДБН В.1.2 – 14: – К.: Держбуд України, 2008. – 158 с. (Державні будівельні норми України).
8. СТО 36554501-014-2008 Надёжность строительных конструкций и оснований. Основные положения. – М.: НИЦ «Строительство», 2008.
9. Еврокод 2 Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий [Текст]: ТКП EN1992-1-1-2009: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Минск.: 2010. – 143 с.
10. Еврокод 1 Воздействия: на конструкции Часть 1-7, Общие воздействия. Особые воздействия [Текст]: ТКП EN 1991-1-7-2009: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Минск.: 2010. – 163 с.
11. Временные нормы и правила проектирования многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в городе Москве [Текст]: МГСН 4-19-2005: М.: Москомархитектуры, 2005. – 112 с.
12. Рекомендации по защите жилых зданий стеновых конструктивных систем при чрезвычайных ситуациях. Ю.М. Стругацкий, Г.И. Шапиро, К.А. Эйман. М.: Комплекс архитектуры, строительства, реконструкции и развития города, 2000. – 95 с.
13. Рекомендации: по защите жилых каркасных зданий при чрезвычайных ситуациях. Ю.М. Стругацкий, В.С. Коровкин, Г.И. Шапиро, Ю.А. Эйман. М.: Москомархитектуры, 2002. – 180 с.

Рецензент д-р техн. наук, профессор Тимофеева Л.А.

Пустовойтова Оксана Михайловна кандидат технических наук, доцент кафедры строительных конструкций Харьковского национального университета городского хозяйства имени А.Н.Бекетова. Тел.: (057) 707-31-07. E-mail: oksana_pustov@mail.ru

Камчатная Светлана Николаевна кандидат технических наук, доцент кафедры пути и путевого хозяйства Украинской государственной академии железнодорожного транспорта. Тел.: (057) 730-10-67. E-mail: kamchatnayasn@gmail.com

Орел Евгений Федорович кандидат технических наук, доцент кафедры пути и путевого хозяйства Украинской государственной академии железнодорожного транспорта. Тел.: (057) 730-10-67. E-mail: kamchatnayasn@gmail.com

Набока Сергей Юрьевич аспирант кафедры строительных конструкций Харьковского национального университета городского хозяйства имени А.Н.Бекетова. Тел.: (057) 707-31-07. E-mail: 3325904490@mail.ru

Pustovoitova Oksana, Ph.D., Associate Professor of «Building construction» department, Kharkov National University of the municipal economy, named A.N.Beketov, Kharkiv, Ukraine

Будівельні матеріали, конструкції та споруди

Kamchatna Svitlana, Ph.D., Associate Professor of «Track and Track Facilities» department, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

Orel Yevhen, Ph.D., Associate Professor of «Track and Track Facilities» department, Ukrainian State Academy of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine

Naboka Sergey, postgraduate of «Building construction» department, Kharkov National University of the municipal economy, named A.N. Beketov, Kharkiv, Ukraine