

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 06.04.2023 15:41:38  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064c63781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение высшего образования**  
**«Юго-Западный государственный университет»**  
**(ЮЗГУ)**

Кафедра уникальных зданий и сооружений



**ЖИВУЧЕСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПРИ**  
**ЗАПРОЕКТНЫХ НАГРУЗКАХ**

Методические указания к выполнению курсовой работы  
по дисциплине "Живучесть зданий и сооружений при запроектных  
нагрузках" для студентов специальности 08.05.01

Курск 2022

УДК 624.012.45.04

Составитель: В.И.Колчунов

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент *А.Г.Колесников*

**Живучесть зданий и сооружений при запроектных нагрузках:** методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Живучесть зданий и сооружений при запроектных нагрузках" для студентов специальности 08.05.01 / Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: В.И.Колчунов - Курск, 2022. - 12 с.: - Библиогр.: с. 11.

Изложены требования к структуре и содержанию курсовой работы по дисциплине "Живучесть зданий и сооружений при запроектных нагрузках".

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по специальности строительство уникальных зданий и сооружений.

Предназначены для студентов специальности 08.05.01 дневной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.  
Усл. печ. л. 0,7. Уч.-изд.л. 0,63.  
Тираж 100 экз. Заказ. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50лет Октября, 94.

## Введение

Цель изучения дисциплины «Живучесть зданий и сооружений при запроектных нагрузках» - формирование знаний и навыков расчета на живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях, под которыми понимается готовность и способность личности использовать в профессиональной деятельности приобретенную совокупность знаний, умений и навыков для создания корректных расчетных моделей проектируемых зданий и сооружений, при которых вопросы безопасности рассматриваются в качестве приоритета.

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа по дисциплине «Живучесть зданий и сооружений при запроектных нагрузках» состоит из текстовой и графической части.

Текстовая часть представляет собой пояснительную записку с результатами расчета конструктивной системы здания или сооружения на расчетное сочетание нагрузок в соответствии с требованиями СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия», а также на особое аварийное воздействия, вызванное внезапным выключением из системы одного из ее конструктивных элементов вследствие накопления механических повреждений, деградации прочностных свойств от коррозионных или температурных воздействий и т.д. в соответствии с требованиями СП «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения».

### *Структура пояснительной записки:*

#### *1. Общая характеристика объекта строительства*

В данной главе должна быть приведена общая характеристика принятых проектных решений, описание принятой / имеющейся конструктивной системы, решения узловых соединений

#### *2. Расчет конструктивной системы здания (сооружения) на воздействия по СП 20.13330.2016*

В данной главе приводится сбор нагрузок, расчет и конструирование каркаса рассматриваемого здания (сооружения) в соответствии с требованиями норм проектирования: СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения», СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*» и (или) СП 64.13330.2011 «Деревянные конструкции. Актуализированная редакция. СНиП II-25-80.» - по типу принятых конструктивных решений.

### *3. Расчет конструктивной системы здания (сооружения) на особые аварийные воздействия*

В данной главе приводятся сведения о выборе элемента конструктивной системы, который будет выключен из ее работы с обоснованием данного выбора, а также результаты расчета в соответствии с требованиями СП «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения».

### *4. Выводы по результатам расчета*

В данной главе выполняется сопоставление результатов расчета здания и сооружения по СП 20.13330.2016 «Нагрузки и воздействия» и СП «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения».

Приводится анализ риска развития прогрессирующего обрушения всей конструктивной системы здания (сооружения) вследствие выключения из ее работы одного из элементов.

***Графическая часть курсовой работы содержит следующие чертежи:***

- планы и разрезы в количестве, необходимом для понимания особенностей конструктивной системы здания (сооружения);
- схема конструктивной системы с указанием выключаемого из ее работы элемента;
- схемы распределения усилий либо коэффициенты использования прочностных характеристик элементов в исходной расчетной схеме и схеме, образовавшейся в ходе структурной перестройки, вызванной выключением из ее работы одного из конструктивных элементов.

## УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ И РАСЧЕТУ КОНСТРУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСОБОЕ АВАРИЙНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ<sup>1</sup>

Усилия в конструктивных элементах и их соединениях полученные на основании проведенного расчета при локальном разрушении, необходимо сравнить с их несущей способностью. При этом защита сооружения от прогрессирующего обрушения считается обеспеченной в том случае, если для любых элементов и их соединений соблюдается условие

$$F \leq S,$$

где  $F$  - усилия в конструктивных элементах или их соединениях, найденные из выполненного расчета,  $S$  - несущая способность конструктивных элементов и их соединений, найденная с учетом указаний п.5 СП «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения».

Для зданий и сооружений в качестве локального разрушения следует рассматривать разрушение (удаление) нижеперечисленных несущих конструкций одного (любого) этажа на участке, ограниченном кругом площадью не менее  $40 \text{ м}^2$  для зданий и сооружений высотой до 100 м, не менее  $80 \text{ м}^2$  для зданий и сооружений высотой от 100 м до 200 м и не менее  $100 \text{ м}^2$  для зданий и сооружений высотой более 200 м:

- пересекающихся стен на участках от места их пересечения (в частности, от угла здания) до ближайшего проема в каждой стене или до следующего вертикального стыка со стеной другого направления или на участке указанного размера (при размещении центра круга в месте пересечения стен);
- отдельно стоящей стены от края до ближайшего проема или на участке указанного размера (при размещении центра круга на краю стены);

<sup>1</sup> Материал данной главы методических указаний в значительной мере воспроизводит содержание проекта СП «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения»

- отдельно стоящей стены от края до ближайшего проема или на участке указанного размера (при размещении центра круга в центре тяжести сечения стены);
- колонн (пилонов) или колонн (пилонов) с примыкающими к ним участками стен, расположенных на участке указанного размера (при размещении центра круга в центре тяжести сечения одной из колонн (пилон)).

Для большепролетных конструкций покрытий в качестве локального разрушения следует рассматривать разрушение (удаление) одного из несущих элементов.

Для оценки устойчивости зданий и сооружений против прогрессирующего обрушения допускается рассматривать наиболее опасные локальные разрушения.

### ***Учет характеристик материалов при оценке устойчивости сооружений к прогрессирующему обрушению***

При расчете сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения расчетные прочностные и деформационные характеристики материалов принимаются равными их нормативным значениям, определяемые в соответствии с действующими нормативными документами.

Значения дополнительных коэффициентов условий работы, вводимых при расчете на устойчивость против прогрессирующего обрушения приведены в Приложении А СП «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения».

### ***Требования к составлению расчетных сочетаний нагрузок***

Значения нагрузок при расчете на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует принимать в соответствии с СП 20.13330. При этом коэффициенты надежности по нагрузке следует принимать  $\gamma_f = 1,0$ .

Расчет сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует выполнять на сочетание нагрузок  $C_s^{PO}$ , состоящее

из постоянных  $P_d$  и длительных  $P_l$ , с учетом изменения расчетной схемы, вызванное локальным разрушением.

$$C_S^{PO} = P_d + P_l,$$

Коэффициент надежности по ответственности при расчете сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует принимать  $\gamma_n = 1,0$  либо по заданию  $\gamma_n > 1,0$ .

### ***Требования к созданию расчетных моделей***

Для расчета сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует использовать пространственную расчетную модель, в которой учитывается взаимодействие с грунтовым основанием. В расчетной модели следует учитывать возможное включение в работу элементов, которые при нормальной эксплуатации сооружения являются ненесущими (например, навесные наружные стеновые панели, парапеты, железобетонные ограждения балконов, перегородки и т.п.), а при локальном разрушении активно участвуют в перераспределении усилий в элементах конструктивной системы.

При расчете сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует предусматривать возможность стадийного расчета. На начальной стадии необходимо определить напряженно-деформированное состояние конструкций при условиях нормальной эксплуатации. На последующих стадиях следует определять напряженно-деформированное состояние конструкций, возникающее при локальном разрушении, при условии учета деформаций конструкций, возникших в результате нормальной эксплуатации.

В расчетной модели сооружения следует учитывать реальную диаграмму работы материала конструкций и их стыков (расслоение кирпичной кладки при работе конструкции на растяжение; не восприятие в платформенном стыке растягивающих напряжений, хрупкое разрушение конструкций и узлов их сопряжения и т.п.).

Расчет сооружения на устойчивость против прогрессирующего обрушения следует производить по деформированной схеме.

В случае обеспечения пластичной работы конструктивной системы в предельном состоянии, расчет на устойчивость против



прогрессирующего обрушения возможно проводить кинематическим методом теории предельного равновесия. В этом случае расчет при каждой выбранной схеме выполняется по следующей процедуре:

- задаются наиболее вероятные механизмы разрушения элементов сооружения, потерявших опору (задать механизм разрушения, значит определить все разрушаемые связи, в том числе и образовавшиеся пластические шарниры, и найти возможные обобщенные перемещения ( $w_i$ ) по направлению усилий в этих связях);
- наиболее вероятному механизму разрушения соответствует минимум потенциальной энергии конструкции на возможных (обобщенных) перемещениях;
- для каждого из выбранных механизмов разрушения следует определить предельные усилия, которые могут быть восприняты сечениями всех пластично разрушаемых элементов и связей ( $S_i$ ), в том числе и пластических шарниров;
- находятся равнодействующие ( $G_i$ ) внешних сил, приложенных к отдельным звеньям механизма, то есть к отдельным не разрушаемым элементам или их частям, и перемещения по направлению их действия ( $u_i$ );
- определяются работы внутренних сил ( $W$ ) и внешних нагрузок ( $U$ ) на возможных перемещениях рассматриваемого механизма

$$W = \sum S_i w_i$$

$$U = \sum G_i u_i$$

- проверяется условие равновесия

$$W \geq U.$$

Кроме того, в несущих вертикальных элементах, не расположенных над локальным разрушением, его воздействие приводит к увеличению напряжений и усилий. Необходимо выполнить проверку несущей способности этих элементов.

В некоторых случаях целесообразно рассматривать работу перекрытий над удаленной колонной (пилоном, стеной) при больших прогибах как элементов висячей системы, при

конструктивной возможности восприятия возникающих горизонтальных усилий.

Расчет сооружений на устойчивость против прогрессирующего обрушения допускается производить квазистатическим, динамическим методами в соответствии с Приложением Б СП «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения».

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руднев, И.В. Проектирование и расчет пространственных каркасов зданий и сооружений в современных системах автоматизированного проектирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Руднев, М.М. Соболев. - Оренбург : ОГУ, 2016. - 102 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469600>

2. Гинзберг Л.А. Пожарная безопасность конструктивных решений проектируемых и реконструируемых зданий [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Гинзберг, П.И. Барсукова. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2015. — 56 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66189.html>

3. Васильев Ф.П. Техническое регулирование и обеспечение безопасности [Электронный ресурс] : учебное пособие / под ред. Ф.П. Васильева. - Москва : Юнити-Дана : Закон и право, 2015. - 639 с. - Режим доступа : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=446481>

4. Коржов В.Ю. Комментарий к Федеральному закону от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» [Электронный ресурс] / В.Ю. Коржов, А.Н. Панин. —Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2011. — 183 с. —Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/1847.html>

5. Мкртычев О.В. Безопасность зданий и сооружений при сейсмических и аварийных воздействиях [Электронный ресурс] : монография / О.В. Мкртычев. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2010. — 152 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16979.html>

6. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс]. — Москва : Издательский дом ЭНЕРГИЯ, 2013. — 52 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22751.html>

7. Собурь С.В. Пожарная безопасность общественных и жилых зданий [Электронный ресурс] : справочник / С.В. Собурь. — Москва : ПожКнига, 2012. — 160 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13356.html>

8. Собоуго С.В. Пожарная безопасность [Электронный ресурс] / под ред. С.В. Собоуго. - 5-е изд., с изм. - Москва : ПожКнига, 2013. - 240 с. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=236600ë>

9. Колчунов В.И. Живучесть зданий и сооружений при запроектных воздействиях [Текст]: монография / В. И. Колчунов [и др.]. - Москва: АСВ, 2014. - 208 с.

10. Ключева Н.В. Конструктивная безопасность зданий и сооружений [Текст]: монография /Н. В. Ключева, Н. Б. Андросова. - Курск: Планета+, 2014. - 80 с.

11. Проект СП «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования. Основные положения»