

Применение факторных показателей при подборе технологий строительства в условиях ЧС

А.В. Ищенко, П.А. Молоткова

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Аннотация: В статье проведена статистика по количеству разрушенных зданий в результате ЧС, произошедших за последние двадцать лет. Сформирована таблица, учитывающая факторы подбора метода возведения зданий.

Ключевые слова: землетрясение, метод наращивания, метод подрачивания, надвижка, аддитивное строительство, технология строительства, фактор, подбор метода возведения.

За последние 20 лет в мире произошло свыше 15-ти катастроф природного характера, повлекших за собой массовые разрушения зданий и сооружений (таблица № 1).

Таблица № 1

Количество произошедших ЧС за период с 2003 по 2023 год.

№	Год	Наименование	Число пострадавших (чел.)	Число жертв (чел.)	Число повреждённых зданий
1	2	3	4	5	6
1	2004	Землетрясение в Индонезии	1000000	235000	100000
2	2005	Землетрясение в Кашмире	69000	84600	32000
3	2008	Сычуанское землетрясение	350000	90000	65000
4	2010	Землетрясение на Гаити	311000	222570	200000
5	2010	Землетрясение в Чили	2000000	800	1500000
6	2010	Сель в Ганьсу	23	36	15200
7	2011	Землетрясение в Японии	6242	19747	9000
8	2011	Сель в Киргизии	1	5	84
9	2011	Сель в Рио - де - Жанейро	13000	630	500
10	2013	Землетрясение в Кемеровской области	-	-	5000
11	2014	Землетрясение в Бадахшане	4000	350	300
12	2014	Сель в Шри - Ланке	250	10	120
13	2014	Сель в Таджикистане	900	14	300
14	2015	Оползень в Гватемале	300	280	125
15	2015	Землетрясения в Непале	14000	8000	500000
16	2017	Оползни в Сьерра - Леоне	3000	1141	349
17	2023	Землетрясения в Турции	122568	56400	200000

При рассмотрении таблицы № 1 видно, что самые разрушительные последствия чрезвычайных ситуаций формируются после движения земной поверхности, куда относятся оползни (сели), карстовые провалы и землетрясения.

Ежегодно в мире регистрируется около 20-ти землетрясений с магнитудой выше 7-ми баллов по шкале Рихтера, способных вызвать массовое разрушение зданий и сооружений.

6 февраля 2023 года с разницей в десять часов на юге Турции произошли два крупных землетрясения: первое, магнитуда которого составила 7,8 баллов, локализовалось в районе Шехиткамилль города Газиантеп; второе, с магнитудой в 7,5 баллов – в районе Экинёзю города Кахраманмараше. В результате катастрофы было обрушено или повреждено свыше 200 тысяч строений.

8 февраля 2023 года в Государственной Думе Федерального Собрания Российской Федерации прошёл «правительственный час», на котором было принято решение направить в Турцию специалистов для помощи в восстановлении разрушенных землетрясением объектов.

Разрушение строений таких масштабов повлекло за собой утраты жилья сотен тысяч человек, в связи с чем возникла необходимость восстановления зданий и сооружений в сжатые сроки в условиях чрезвычайной ситуации. Соответственно, появилась потребность в быстром подборе метода строительства для максимально эффективного строительного производства [1, 2].

Разнообразие конструктивных схем основывается на применении множества различных способов возведения, имеющих разные сейсмоустойчивые, финансовые, этажные характеристики, сроки

продолжительности строительства, дополнительные требования к строительным процессам и т.д.

Рассмотрев существующие технологии возведения зданий, можно отметить, что:

1) Метод наращивания – самый распространённый способ, основанный на последовательном «наращивании» сооружения в вертикальных и горизонтальных направлениях снизу-вверх. Данный метод используется при строительстве монолитных, стальных, деревянных, кирпичных и крупнопанельных домов [3, 4].

2) Метод подращивания – технология, основное отличие которой содержится в обратном методу наращивания монтаже зданий – сверху-вниз [5, 6].

3) Надвижка – способ, состоящий в возведении здания или его конструктивных элементов на отдельной платформе и дальнейшей его транспортировки по рельсовым путям в горизонтальном направлении с последующим подъёмом и закреплением на проектной отметке. Такая технология используется при строительстве модульных зданий [7, 8].

4) Аддитивное строительство – метод, заключающийся в применении 3D – принтера для послойного «выдавливания» бетонной смеси по контуру несущих стен. Такая технология применима для монолитных жилых домов и отличается высокой скоростью возведения зданий [9, 10].

Все вышеперечисленные технологии строительства имеют разные характеристики, подходящие не под каждые условия строительного производства. В рамках исследования было проведено формирование таблицы, учитывающей факторы подбора метода возведения сооружения. В таблице 2 представлен вариант факторного разделения способов возведения для 5-этажного здания.

Таблица № 2.

Факторное разделение способов возведения для 5-этажного здания.

№	Тип фунда-та	Мат-л фунда-та	Мат-лы нес. констр.	Треб. мех-мы для возв.	Технолог. режим	Сейсм-ть	Степень огнест.	Потреб. в доп. площ. для укруп. сборки	Потреб. в доп. площ. для склад.	Констр. схема	Метод возв. зд.	Предпол. продолж. возв. всего здания (дн.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
1.1	Плит.	Ж/б	Ж/б	Кран, подъёмник, бетоноразд. стрела, бетоносм-ль	Неприм. в условиях Крайнего Севера	9 баллов	I	Есть	Есть	Монолит. стр-во	Метод наращ.	15-45
	Свайн.	Ж/б										8-38
	Столб.	Сталь										13-43
		Ж/б										14-44
	Лент.	Ж/б										11-41
1.2	Плит.	Ж/б	Сталь	Кран, подъёмник	Нет ограничений	9 баллов	III	Есть	Есть	Стальн. стр-во		12-42
	Свайн.	Ж/б										5-35
	Столб.	Сталь										10-40
		Ж/б										11-41
	Лент.	Ж/б										8-38
1.3	Плит.	Ж/б	Древ.	Подъёмник	Не рекомен. в районах повыш. влаж-ти	9 баллов	IV	Есть	Есть	Дерев. стр-во		17-47
	Свайн.	Ж/б										25-55
		Сталь										19-49
	Столб.	Древ.										23-53
		Ж/б										35-65
	Лент.	Ж/б									24-54	
		Кирпич									21-51	
1.4	Плит.	Ж/б	Сталь	Кран, подъёмник	Нет ограничений	9 баллов	III	Нет	Есть	Стр-во из ЛСТК	30-60	
	Свайн.	Ж/б									12-42	
	Столб.	Сталь									5-35	
		Ж/б									10-40	
	Лент.	Ж/б									11-41	
1.5	Плит.	Ж/б	Ж/б	Кран, подъёмник	Нет ограничений	7 баллов	III	Нет	Есть	Крупно-пан. стр-во	8-38	
	Свайн.	Ж/б									9-39	
	Столб.	Сталь									3-33	
		Ж/б									7-37	
	Лент.	Ж/б									8-38	
1.6	Плит.	Ж/б	Кирпич	Подъёмник	Рекомен. возводить в период с апреля по ноябрь	7 баллов	II	Нет	Есть	Кирпич. стр-во	5-35	
	Свайн.	Ж/б									14-44	
		Сталь									145-165	
	Столб.	Древ.									143-163	
		Ж/б									140-160	
	Лент.	Ж/б									155-175	
		Кирпич									144-164	
											141-161	
												150-170
												160-180



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14
2.1	Плит.	Ж/б	Сталь	Домкрат, подъёмник	Нет ограничений	7 баллов	Ш	Есть	Есть	Стальн. стр-во	Метод подращ. (подъём перекр.)	3-24
	Свайн.	Ж/б										3-25
		Сталь										2-23
	Столб.	Ж/б										4-26
		Сталь										2-23
Лент.	Ж/б	10-32										
2.2	Плит.	Ж/б	Ж/б	Домкрат, подъёмник	Неприм. в условиях Крайнего Севера	7 баллов	I	Есть	Есть	Монолит. стр-во		3-24
	Свайн.	Ж/б										3-25
		Сталь										2-23
	Столб.	Ж/б										4-26
		Сталь										2-23
Лент.	Ж/б	10-32										
3.1	Плит.	Ж/б	Сталь	Домкрат, подъёмник	Нет ограничений	7 баллов	Ш	Есть	Есть	Стальн. стр-во	Метод подращ. (подъём этажей)	3-24
	Свайн.	Ж/б										3-25
		Сталь										2-23
	Столб.	Ж/б										4-26
		Сталь										2-23
Лент.	Ж/б	10-32										
3.2	Плит.	Ж/б	Ж/б	Домкрат, подъёмник	Неприм. в условиях Крайнего Севера	7 баллов	I	Есть	Есть	Монолит. стр-во		3-24
	Свайн.	Ж/б										3-25
		Сталь										2-23
	Столб.	Ж/б										4-26
		Сталь										2-23
Лент.	Ж/б	10-32										
4.1	Плит.	Ж/б	Ж/б	Накаточный путь, кран	Нет ограничений	7 баллов	I	Нет	Нет	Модул. стр-во	Надвижка	3-24
	Свайн.	Ж/б										3-25
		Сталь										2-23
	Столб.	Ж/б										4-26
		Сталь										2-23
Лент.	Ж/б	10-32										
4.2	Плит.	Ж/б	Ж/б	Накаточный путь, кран	Нет ограничений	9 баллов	I	Есть	Есть	Крупно-модул. стр-во		3-24
	Свайн.	Ж/б										3-25
		Сталь										2-23
	Столб.	Ж/б										4-26
		Сталь										2-23
Лент.	Ж/б	10-32										
5.1	Плит.	Ж/б	Ж/б	3д-принтер, подъёмник	Неприм. в условиях Крайнего Севера	9 баллов	I	Нет	Нет	Монолит. стр-во	Аддитивн. стр-во	3-24
	Свайн.	Ж/б										3-25
		Сталь										2-23
	Столб.	Ж/б										4-26
		Сталь										2-23
Лент.	Ж/б	10-32										

Данная таблица позволяет определить наиболее эффективный способ возведения зданий в минимальные сроки, а, следовательно, может служить шаблоном для подбора технологии строительства зданий в различных условиях.

Литература

1. Горячев О.М., Прыкина Л.В. Особенности возведения зданий в стесненных условиях. Москва: Academia, 2003. 272 с.
 2. Тухарели А.В., Чередниченко Т.Ф., Снегирев Д.П. Прогрессивные строительные технологии в стесненных условиях городских территорий // Инженерный вестник Дона. 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4747.
 3. Теличенко В.И., Терентьев О.М., Лapidус А.А. Технология возведения зданий и сооружений. Москва: Высшая школа. 2004. 940 с.
 4. Лapidус А.А., Ершов М.Н. Технологические процессы в строительстве. г. Москва. АСВ. 016. С. 1 -20.
 5. Олейник П.П.. Организация строительного производства. Москва: МГСУ, Ассоциации строительных вузов. 2010. 265 с.
 6. Бродский В. И. Теория, методы и формы организации строительного производства. Часть 2. Москва: МГСУ, Ассоциации строительных вузов. 2020. 330 с.
 7. Ищенко А.В., Молоткова П.А. Использование технологии возведения зданий методом подъёма этажей, как перспектива скоростного строительства // Инженерный вестник Дона. 2023, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8229.
 8. Hejducki, Z., Rogalska, M. Time coupling methods construction scheduling and time/cost optimization. Wroclav: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej, 2011. 91 p.
-

9. Атаев С.С. Индустриальная технология строительства из монолитного бетона. М.: Стройиздат, 1989. С. 336.

10. Yudina A., Tilinin Y. Selection of criteria for comparative evaluation of house building technologies. Architecture and Engineering, Volume 4, Issue 1, p. 47–52.

References

1. Goryachev O.M., Prykina J.I.B. Osobennosti vozvedeniya zdaniy v stesnennykh usloviyakh [Features of construction of buildings in cramped conditions]. Moskva: Academia, 2003. 272 p.

2. Tuhareli A.V., Cherednichenko T.F., Snegirev D.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2018, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2018/4747.

3. Telichenko V.I., Terent'ev O.M., Lapidus A.A. Tekhnologiya vozvedeniya zdaniy i sooruzhenij [Technology of construction of buildings and structures]. Moskva: Vysshaya shkola, 2004. 940 p.

4. Lapidus A.A., Ershov M.N. Texnologicheskie processy` v stroitel`stve 2016. kniga 6, Moskva. pp. 15-20.

5. Olejnik P.P. Organizaciya stroitel'nogo proizvodstva [Organization of construction production]. Moskva: MGSU, Associacii stroitel'nyh vuzov, 2010. 265 p.

6. Brodskij V. I. Teoriya, metody i formy organizacii stroitel'nogo proizvodstva. CHast' 2 [Theory, methods and forms of organization of construction production. Part 2]. Moskva: MGSU, Associacii stroitel'nyh vuzov, 2020. 330 p.

7. Ishchenko A.V., Molotkova P.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2023/8229.

8. Hejducki, Z., Rogalska, M. Time coupling methods construction scheduling and time/cost optimization. Wroclav: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wroclawskiej, 2011. p. 91.



9. Ataev S.S. Industrial`naya texnologiya stroitelstva iz monolitnogo betona [Industrial technology of construction from monolithic concrete]. M.: Strojizdat, 1989. pp: 336.

10. Yudina A., Tilinin Y. Architecture and Engineering, Volume 4, Issue 1, pp. 47–52.