

Методы утилизации строительных отходов демонтажа конструкций двух зданий производственного назначения

О.А. Ветрова

*Национальный исследовательский Московский государственный
строительный университет*

Аннотация: В статье приводятся результаты обследования двух зданий производственного назначения, выводы об их аварийном техническом состоянии и нецелесообразности восстановления. Анализируются современные методы сноса и демонтажа зданий в стесненных условиях сложившейся городской застройки. Рассматриваются основные технологии рециклингового демонтажа и утилизации строительных отходов, образующихся при демонтаже зданий: «умный снос» и технология поэлементной разборки зданий с повторным использованием материалов, изделий и конструкций. Анализируется экологичность, экономичность и ресурсосбережение при применении рециклинговых технологий к демонтажу рассматриваемых зданий. Отмечается недостаточность проработки и применения в нашей стране технологий поэлементной разборки зданий с повторным использованием материалов, изделий и конструкций.

Ключевые слова: обследование зданий, снос, демонтаж, методы демонтажа, умный снос, рециклинговой демонтаж, повторное применение конструкций.

Введение

В настоящее время всё больше производственных зданий со значительным сроком эксплуатации имеют критический физический износ. Часто по результатам обследования таких зданий делаются выводы об аварийном состоянии и нерентабельности капитального ремонта, что влечёт за собой выбор методов сноса или демонтажа зданий в стесненных городских условиях. Существует множество методов сноса и демонтажа, но не все они применимы в конкретных условиях городской застройки. Другой стороной проблемы сноса является вопрос экологичности применяемых методов с точки зрения утилизации строительных отходов. Рассмотрим данные вопросы на примере двух производственных корпусов в г. Мытищи Московской области.

Цели и задачи

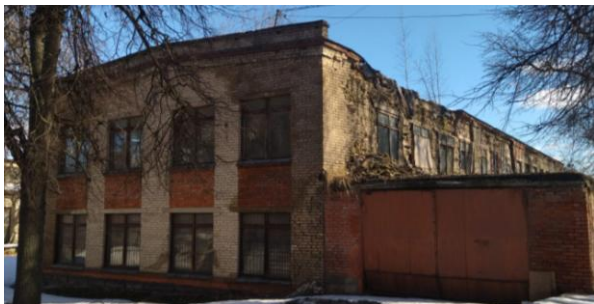
С целью определения фактического технического состояния двух производственных зданий летом 2023 г. проведено их техническое обследование.

Объект №1. Двухэтажное здание 1988 г постройки, прямоугольной формы размерами в осях 49,1x29,2 м (рис. 1, а). Общая площадь - 1058,8 м², высота здания - 8,2 м. Конструктивная схема – каркасно-стенная. Фундаменты под стены – железобетонные ленточные и столбчатые. Наружные и внутренние несущие стены и колонны здания выполнены из керамического и силикатного полнотелого кирпича. Перекрытия и покрытие здания выполнены из сборных многопустотных и ребристых железобетонных плит. Балки покрытия – сборные железобетонные.

В ходе обследования здания был выявлен ряд дефектов стеновых конструкций, носящий критический характер. Выявлена деструкция кирпичной кладки и вывалы кирпичей локальными участками. При обследовании перекрытий и покрытия выявлены продольные трещины в сборных плитах перекрытия, разрушение защитного слоя, коррозия рабочей арматуры в ребристых и многопустотных плитах покрытия, трещины в стыках ребристых плит, биопоражение конструкций покрытия. В ходе исследования инженерных систем выявлена повсеместная коррозия магистральных труб и запорной арматуры.

Объект №2. Двухэтажное здание 1966 г постройки, многоугольной формы размерами в крайних осях 53,6x27 м (рис. 1, б). Общая площадь - 1195,6 м², высота здания - 8,4 м. Несущие стены выполнены из керамического кирпича и пенобетонных блоков. Колонны здания выполнены из сталежелезобетона, керамического кирпича, дерева и стальных профилей. Перекрытия здания выполнены из сборных многопустотных железобетонных плит, профлиста и дерева.

а)



б)



Рис. 1 Общий вид объекта №1 (а) и объекта №2 (б)

В ходе обследования здания был выявлены наклонные трещины в несущих кирпичных стенах, указывающие на неправильную работу фундаментов; деструкция и вывалы кирпичной кладки несущих стен, трещины в кладке, следы биопоражения и плесени; дефекты перекрытия (разрушение деревянных конструкций, следы биопоражения и плесени).

По итогам визуального и инструментального обследования, проведенных поверочных расчетов были сделаны выводы о техническом состоянии основных конструкций двух зданий. Определен физический износ отдельных конструкций и всего здания в целом. Выводы по результатам обследования отдельных конструкций и зданий в целом сведены в таблицу № 1.

По результатам проведенного обследования техническое состояние несущих конструкций двух производственных зданий признано аварийным. Для приведения здания в полную эксплуатационную пригодность обязательными работами являются: демонтаж кирпичной кладки и устройство новой конструкции стен, восстановление дефектных несущих конструкций покрытия и перекрытия, демонтаж всех слоёв покрытия и устройство нового пирога покрытия с обеспечением современных требований энергоэффективности, устройство системы водостока, полная замена заполнения проёмов, полов и инженерных сетей зданий. К тому же капитальный ремонт по определению подразумевает доведение

эксплуатационных характеристик здания до уровня обеспечения требований современных нормативных документов, в данном случае необходимо будет выполнить утепление стеновых конструкций, т.к. существующие решения наружных стен зданий не соответствуют современным требованиям по энергоэффективности.

Таблица № 1

Техническое состояние и процент физического износа конструкций
двух обследованных зданий

Конструктивная часть здания	Объект №1		Объект №2	
	состояние	износ, %	состояние	износ, %
Фундаменты	работоспособное	20	ограниченно работоспособное	40
Стены и перегородки	аварийное	60	аварийное	65
Колонны	ограниченно работоспособное	30	ограниченно работоспособное	35
Перекрытия и покрытия	ограниченно работоспособное	40	аварийное	55
Кровля	аварийное	60	аварийное	65
Проёмы	аварийное	70	аварийное	70
Полы	аварийное	70	аварийное	70
Инженерные системы	аварийное	75	аварийное	75
Общий физический износ здания		61		62

В свете этого, восстановление конструкций здания по большей мере является нецелесообразным, более рациональным представляется снос зданий и новое строительство по отдельно разработанным проектным решениям. Разработке организационных мероприятий по сносу или демонтажу представленных аварийных зданий следует уделить особое внимание ввиду расположения их на территории со сложившейся застройкой.

Методы

Различают снос и демонтаж зданий. Способы сноса зданий и сооружений и их конструкций существуют следующие: механический; взрывной и специальные (гидровзрывной; термический; электрогидравлический; способ гидрораскалывания). В данном случае здания находятся на территории с плотной застройкой производственными корпусами и снос не представляется возможным к проведению. Единственно возможным вариантом является демонтаж объектов.

Демонтаж объекта – ликвидация здания (сооружения) путем разборки сборных и обрушения монолитных конструкций с предварительным демонтажом технических систем и элементов отделки [1].

При проведении сноса и демонтажа зданий поднимается один важный вопрос – утилизация строительных отходов [2, 3]. Так, исследования, проводимые в Европе, доказывают, что строительный мусор составляет почти треть всех отходов, образующихся в большинстве развитых стран. По данным Европейской ассоциации по сносу зданий каждый год во всем мире образуется более 2,5 млрд т строительного мусора, поэтому рациональное использование строительных отходов становится одним из главных направлений по защите окружающей среды [4, 5].

Объёмы строительного мусора за последние 10 лет в России выросли в 8,7 раз и достигли 96,3 млн. т. За 2022 год объем строительного мусора в Москве и МО достиг 60 млн. т. Таким образом, Москва и МО дает более половины объема всего строительного мусора, производимого в нашей стране [6].

В связи с этим актуальными представляются рециклинговые технологии сноса зданий, такие как, технология «умного сноса» и поэлементная разборка зданий с повторным использованием материалов,

изделий и конструкций [7]. При проведении реновации в Москве в настоящее время используют технологию «умного сноса».

«Умный снос» — это механизированные, по большей части, работы по утилизации отходов сноса зданий. Данная технология включает следующие этапы: демонтаж внутри здания отдельных элементов интерьера и инженерных систем с разделением отходов по группами и вывоз мусора на специализированные полигоны для переработки с целью повторного использования; демонтаж при помощи экскаваторов каркаса здания в направлении снаружи во внутрь с тем, чтобы оставшийся строительный мусор скапливался внутри здания. Остатки конструкций вывозят на полигоны, где их измельчают и перерабатывают. Продуктом рециклинга является щебень и лом, который используется в дорожном строительстве и в других строительных сферах. Среди преимуществ рециклинга «умного сноса»: снижение объемов отходов, подлежащих захоронению; сбережение природных сырьевых ресурсов, снижение нагрузки на природную среду в результате уменьшения добычи исходных материалов и захоронения строительных отходов [8].

Технология поэлементной разборки зданий с повторным использованием материалов, изделий и конструкций с применением современной техники объединяет элементы механизированного и ручного способов с использованием средств малой механизации и включает в себя следующие этапы: демонтаж инженерных сетей; разборка деревянных конструкций крыши, полов, заполнений проемов окон и дверей; демонтаж несущих конструкций; разрушение фундамента и удаление его остатков; определение физико-механических и экологических характеристик демонтируемых элементов с определением возможности дальнейшей эксплуатационной пригодности. Данная технология нашла широкое применение при разборке как промышленных, так и гражданских зданий в

г. Воронеж и повторном использовании при строительстве десятков малоэтажных жилых зданий, гостиниц, торговых центров, гаражей, физкультурного центра и внутрипоселковых дорог, площадок, дренажей, примыкающих к данным объектам.

Достоинства данной технологии - в снижении количества строительных отходов, попадающих на свалки ТБО, а также снижении теплового загрязнения атмосферы, происходящего при производстве новых железобетонных конструкций. К недостаткам можно отнести применение ручного труда и увеличение продолжительности работ по сносу здания.

В настоящее время существует ограниченное количество исследователей, занимающихся данной проблемой. Имеется интересный опыт применения ребристых плит перекрытия для возведения подземной части жилых индивидуальных домов [9-11].

Результаты

Сравнивая два метода рециклингового демонтажа для применения к рассматриваемым объектам, можно сделать вывод, что первый метод «умного сноса» все-таки подразумевает разрушение всех конструкций здания, тогда как второй более рационален с точки зрения ресурсосбережения и экономической эффективности путем повторного использования пригодных к эксплуатации конструкций, без дополнительных затрат на их переработку- в щебень или заполнители для дорожного строительства.

В аварийном состоянии в рассматриваемых зданиях находятся по большей части наружные стены, кровля и все инженерные системы. Данные элементы могут быть вторично переработаны в сырьевые материалы.

К повторному же применению пригодна большая часть железобетонных сборных элементов перекрытия и покрытия зданий, такие как стропильные железобетонные балки, пустотные и ребристые

железобетонные плиты. Так, в первом из планируемых к демонтажу зданий, из 143 многопустотных и ребристых плит перекрытия и покрытия в аварийном или ограниченно работоспособном состоянии находятся лишь 21 плита; во втором здании 63 сборные железобетонные плиты пригодны к дальнейшему использованию в виду малозначительности дефектов в них. Данные элементы могут быть востребованы, например, в индивидуальном жилищном строительстве.

Заключение

В настоящее время в России недостаточно внимания уделяется развитию технологий экологических, экономических и ресурсоэффективных методов переработки строительных отходов [12]. Если технологии вторичной переработки строительных отходов посредством дробления и повторного использования в виде различных заполнителей в дорожном строительстве чаще применяется для утилизации отходов демонтажных работ, то технология поэлементной разборки зданий с повторным использованием конструкций требует развития и разработки нормативных, организационных и маркетинговых мероприятий.

Литература

1. Колосков В.Н., Олейник П.П., Тихонов А.Ф. Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов для повторного использования. М.: Издательство АСВ, 2004. 200 с.
2. Коровкин М.О., Шестернин А.И., Ерошкина Н.А. Использование дробленого бетонного лома в качестве заполнителя для самоуплотняющегося бетона // Инженерный вестник Дона, 2015, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3090.

3. Добросоцких М.Г., Потехин И.А., Ким Т.С., Костина Д.П. Организация поэлементной разборки здания с повторным использованием строительных конструкций и материалов // Строительство и недвижимость. 2018. № 1–1 (2). С. 123–128.

4. Yazdanbakhsh A. A bi-level environmental impact assessment framework for comparing construction and demolition waste management strategies // Waste Management. 2018. Vol. 77. Pp. 401–412.

5. Wu H., Zuo J., Zillante G., Wang J., Yuan H. Status quo and future directions of construction and demolition waste research: A critical review // Journal of Cleaner Production. 2019. Vol. 240.

6. Бахметьев К.А., Куприенко П.С., Ашихмина Т.В., Букша С.Н. Почему и как необходимо бороться со строительными отходами // Химия физика и механика материалов. 2023. № 4(39). С. 90-107.

7. Колодяжный С.А., Золотухин С.Н., Абраменко А.А., Артемова Е.А. Снос зданий и использование материалов, образующихся при реновации городских территорий // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 2. С. 271-293.

8. Золотухин С.Н. Возможности создания регионального кластера повторного использования строительных отходов // Ресурсо-энергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. 2018. № 10. С. 209–212.

9. Золотухин С.Н., Лобосок А.С. Повторное использование строительных материалов и отходов производства в малоэтажном строительстве // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. 2011. № 1. С. 63–66.

10. Золотухин С.Н., Луганский В.И., Назаренко Н.Г., Демиденко А.И., Макарычев К.В., Борисова М.И., и др. Повторное использование железобетонных элементов зданий в конструкциях фундаментов // Химия, физика и механика материалов. 2019. №1 (20). С. 72-91.

11. Колодяжный С.А., Золотухин С.Н., Абраменко А.А., Кукина О.Б., Вязов А.Ю., Лобосок А.С., Милованова В.И. Способ изготовления сплошных плитных фундаментов коробчатого сечения из ребристых плит перекрытия. Патент на изобретение RU 2647521 С1, Бюллетень № 8-2018, URL: fips.ru/ofpstorage/Doc/IZPM/RUNWC1/000/000/002/647/521/ИЗ-02647521-00001/document.pdf

12. Ищенко А.В., Твердохлебова Е.А. Обзор современных технологий утилизации отходов строительного производства // Инженерный вестник Дона, 2024, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9083.

References

1. Koloskov V.N., Olejnik P.P., Tihonov A.F. Razborka zhilyh zdaniy i pererabotka ih konstrukcij i materialov dlja povtornogo ispol'zovanija [Dismantling of residential buildings and recycling of their structures and materials for reuse]. M.: Izdatel'stvo ASV, 2004, 200 p.

2. Korovkin M.O., Shesternin A.I., Eroshkina N.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3090.

3. Dobrosockih M.G., Potehin I.A., Kim T.S., Kostina D.P. Stroitel'stvo i nedvizhimost', 2018. № 1–1 (2). pp. 123–128.

4. Yazdanbakhsh A. Waste Management, 2018, Vol. 77, pp. 401–412.

5. Wu H., Zuo J., Zillante G., Wang J., Yuan H. Journal of Cleaner Production, 2019, Vol. 240.

6. Bahmet'ev K.A., Kuprienko P.S., Ashihmina T.V., Buksha S.N. Himija fizika i mehanika materialov, 2023. № 4(39). pp. 90-107.

7. Kolodjazhnyj S.A., Zolotuhin S.N., Abramenko A.A., Artemova E.A. Vestnik MGSU, 2020. Vol. 15. pp. 271-293.

8. Zolotuhin S.N. Resurso-jenergojefektivnye tehnologii v stroitel'nom komplekse regiona, 2018. № 10. pp. 209–212.



9. Zolotuhin S.N., Lobosok A.S. Nauchnyj vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta, 2011. № 1. pp. 63–66.

10. Zolotuhin S.N., Luganskij V.I., Nazarenko N.G., Demidenko A.I., Makarychev K.V., Borisova M.I. Himija, fizika i mehanika materialov, 2019. №1 (20). pp. 72-91.

11. Kolodjazhnyj S.A., Zolotuhin S.N., Abramenko A.A., Kukina O.B., Vjazov A.Ju., Lobosok A.S., Milovanova V.I., A patent for an invention RU 2647521 C1, Bjul'ten' № 8-2018. URL: fips.ru/ofpstorage/Doc/IZPM/RUNWC1/000/000/002/647/521/ИЗ-02647521-00001/document.pdf

12. Ishhenko A.V., Tverdohlebova E.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2024, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2024/9083.

Дата поступления: 29.02.2024

Дата публикации: 10.04.2024