

Сравнительный анализ расхода топливно-энергетических ресурсов при сносе зданий методом механического обрушения и поэлементной разборки

А.Г. Дудина¹, А.А. Журавлева²

¹ *Общество с ограниченной ответственностью «Дженерал Аппрайзер», Москва*

² *Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва*

Аннотация: В статье рассматриваются особенности производства демонтажных работ в процессе реновации жилой застройки с учетом расхода топливно-энергетических ресурсов основными потребителями – средствами механизации. На примере пятиэтажного кирпичного жилого дома определены полные энергозатраты при сносе методом механического обрушения и поэлементной разборки с сохранением годных материалов и установлена взаимосвязь между этими двумя вариантами. Проведенные расчеты показали, что расход топливно-энергетических ресурсов при поэлементной разборке всех конструкций здания с сохранением годных материалов для кирпичных отапливаемых зданий по сравнению с разборкой здания методом обрушения, меньше на 55,3%.

Ключевые слова: топливно-энергетические ресурсы, реновация, снос, демонтажные работы, энергоэффективность, строительное производство, поэлементная разборка, механическое обрушение.

В процесс реновации жилой застройки заложено функционирование сложных инвестиционно-строительной и организационно-технологической систем, направленных на обновление жилого фонда, улучшение жилищных условий населения и создание условий для благоприятного развития экономической и социальной среды города. Одним из важных этапов программы реновации является снос жилых домов первого этапа расселения для обеспечения формирования свободных территорий под строительство новых домов следующего этапа программы. Освобождение территорий от старой пятиэтажной застройки нацелено не только на создание стартовой площадки под строительство новых многоквартирных домов, но и на возможность формирования благоприятной городской среды с объектами социальной и инженерной инфраструктуры, зонами отдыха и комплексным благоустройством района в целом (улично-дорожная сеть, парковочные места) [1,2]. При реализации программы реновации снос старой жилой

застройки с последующей застройкой территории осуществляется поквартально, при этом объекты и здания, обладающие историко-архитектурную и градостроительную ценность, не демонтируются. Следует отметить, что точечный снос предусмотрен в исключительных случаях при отдельно стоящих пятиэтажных зданиях.

Процесс демонтажа жилой застройки, выступающий связующим звеном между этапами данной целевой инвестиционной программы, определяется продолжительностью работ, потребностью в трудовых ресурсах, возможностью сохранения действующих сетей инженерного обеспечения района, выбором способа производства работ и сметной стоимостью. В настоящее время актуализированный свод правил СП 48.13330.2019 «Организация строительства СНиП 12-01-2004» направлен на исключение нерационального расхода топливно-энергетических ресурсов (далее ТЭР) и регулирование их расхода при производстве строительно-монтажных работ в рамках обеспечения требований соответствующего Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 № 261-ФЗ. В связи с этим актуализируется вопрос анализа расхода топливно-энергетических ресурсов при демонтаже строительных конструкций, включающий в себя не только энергетическую составляющую расхода, но и экономическую, выраженную в денежном эквиваленте и заложенную в сметной стоимости через эксплуатацию машин и механизмов, на примере сноса пятиэтажного кирпичного жилого дома.

В настоящий момент преимущественно рассматривается комплексное повышение энергоэффективности возводимых зданий [3] и сокращение расхода энергоресурсов на стадии эксплуатации за счет применения энергосберегающего оборудования, использования приборов учета,

модернизацию ограждающих конструкций и повышение их теплоизоляционных характеристик [4,5], в том числе, в результате проведения капитального ремонта [6]. С научной точки зрения ранее вопросы определения расхода и мониторинга энергоресурсов на строительной площадке применительно к организационно-технологическому процессу строительства были рассмотрены в научных работах [7-9] при монолитном, крупнопанельном и малоэтажном жилищном строительстве, а также рассматривалась энергоёмкость жизненного цикла здания в целом [10,11], при этом не конкретизировался отдельно этап сноса или ликвидации объекта.

Согласно СП 325.1325800.2017, отдельно выделены определения понятий: «демонтаж (разборка) объекта» и «снос объекта». Данные понятия отдельно выделяют поэлементную разборку и обрушение здания. К наиболее распространённому и часто используемому относится механизированный способ обрушения здания, который, благодаря широкой линейке специальных строительных машин и механизмов, позволяет в кратчайшие сроки демонтировать объект и избавиться от строительного мусора [12].

Так, при сносе жилой застройки, в рамках программы реновации используется применение технологии «умной разборки» с последующим механическим обрушением. Этот способ демонтажа предполагает на первом этапе разбор рабочими стекла, дерева, металла и пластика по отдельности для возможности использования данных элементов в дальнейшем строительстве. Таким образом, осуществляется поэлементная разборка жилого дома и последующий вывоз строительных отходов на специализированные полигоны. На втором этапе экскаватором-разрушителем производятся демонтажные работы по обрушению железобетонного и кирпичного остова здания. Данный способ сноса является экологичным и безопасным за счет минимизации объема строительных отходов и

уменьшения воздействия на окружающую жилую застройку в черте города. При производстве демонтажных работ, здание закрывается лесами по периметру и накрывается шумозащитной стенкой-сеткой для образования «купола» с целью уменьшения шумового воздействия на окружающую среду, а также используется система пылеулавливания и вода [13].

В процессе сноса пятиэтажных жилых домов могут быть использованы следующие средства механизации в строительстве: экскаваторы с ковшом глубиной 2 куб. м, гидромолоты и самосвалы с кузовом объемом от 10 до 20 куб. м., которые будут являться основными энергопотребителями в данном технологическом процессе. Также демонтаж возможен с использованием грузоподъемных механизмов и метода взрыва, однако их использование не распространено в условиях плотной жилой застройки и законодательных ограничений [13].

Далее проводится расчет расхода топливно-энергетических ресурсов при двух вариантах сноса пятиэтажного кирпичного здания серии №1-511 (рис.1) общим строительным объемом 10 508 куб.м. (рис.2), а именно: разборка здания методом обрушения и поэлементная разборка всех конструкций зданий с сохранением годных материалов.

При расчете использовались данные из Сборника 46 Сметных норм на строительные работы ГЭСН 81-02-46-2020 (Приложение № 46 к приказу Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 26.12.2019 г. № 871/пр) для определения расхода топливно-энергетических ресурсов при производстве демонтажных работ, а также данные пункта 6.3.2.3 ГОСТ Р 51750-2001 «Энергосбережение. Методика определения энергоемкости при производстве продукции и оказании услуг в технологических энергетических системах. Общие положения» для перевода электрической энергии и топлива в условное топливо.



Рис. 1. – Фотография 5-этажного жилого дома по типовому проекту №1-511-3/М4Б [14]

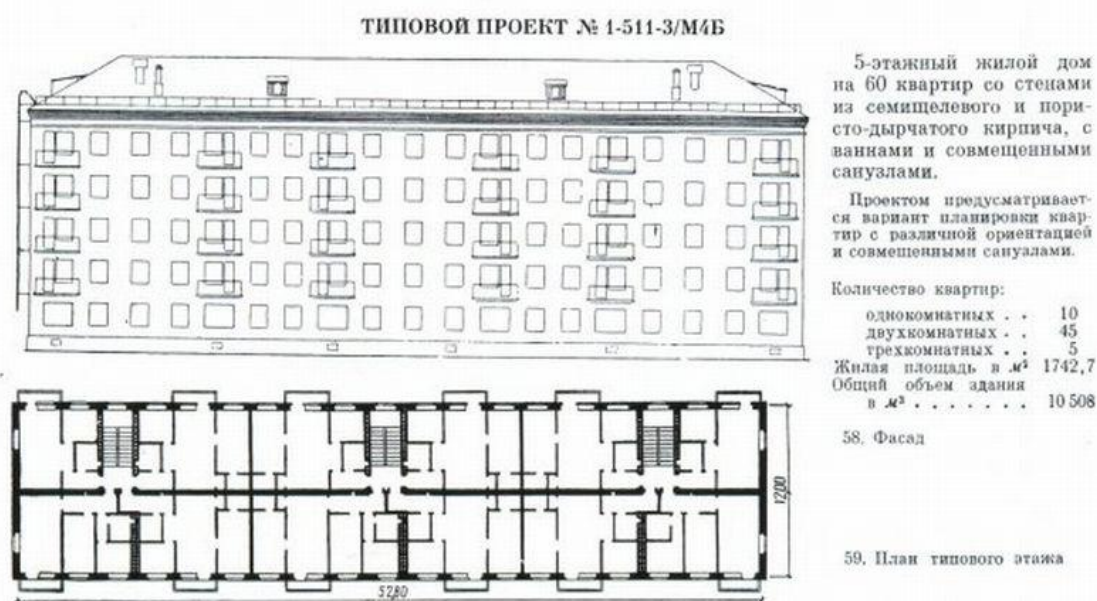


Рис. 2. – План и фасад 5-этажного жилого дома по типовому проекту №1-511-3/М4Б [14]

Расчет расхода топливно-энергетических ресурсов каждым потребителем – строительными машинами и механизмами по рассматриваемым способам демонтажа, представлен в таблицах №1 и №2:

1) Разборка зданий методом обрушения: кирпичных отопляемых (ГЭСН 46-06-009-01) с учетом состава работ: 01. Полная комплексная разборка, включая фундаменты, с применением строительных машин и механизмов.

2) Поэлементная разборка всех конструкций зданий с сохранением годных материалов: кирпичных отопляемых (ГЭСН 46-06-009-04) с учетом состава работ: 01. Полная комплексная разборка, включая фундаменты, с применением строительных машин и механизмов; 02. Выборка годных материалов с очисткой и укладкой в штабели; 03. Перевозка материалов, полученных от разборки, на промежуточный склад.

Таблица № 1

Расчет энергопотребления при производстве демонтажных работ
пятиэтажного кирпичного здания серии №1-511 (вариант 1)

№ п/п	Наименование работ/ средств механизации	Затраты труда на объем		Кол-во смен	Кол-во рабочих / машин	Прод-ть, дней	Часовой расход ТЭР, кг у.т./см.	Расход ТЭР, кг у.т.
		чел.-см.	маш.-см.					
Разборка зданий методом обрушения: кирпичных отопляемых (ГЭСН 46-06-009-01)								
1	Разборка зданий методом обрушения: кирпичных отопляемых	431,35	-	1	3	144	-	57 856
1.1	- краны на автомобильном ходу при работе на других видах строительства 10 т	-	27,58	1	1	28	89,8	2 477
1.2	- экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу при работе на других видах строительства 1,25 м3	-	164,71	1	4	41	289,7	47 718
1.3	- бульдозеры при работе на других видах строительства 59 кВт (80 л.с.)	-	7,36	1	1	7	66,8	492
1.4	- автомобили бортовые, грузоподъемность до 5 т	-	49,91	1	2	25	143,7	7 170

Таблица № 2

Расчет энергопотребления при производстве демонтажных работ
пятиэтажного кирпичного здания серии №1-511 (вариант 2)

№ п/п	Наименование работ/ средств механизации	Затраты труда на объем		Кол-во смен	Кол-во рабочих / машин	Прод-ть, дней	Часовой расход ТЭР, кг у.т./см.	Расход ТЭР, кг у.т.
		чел.-см.	маш.-см.					
Поэлементная разборка всех конструкций зданий с сохранением годных материалов: кирпичных отапливаемых (ГЭСН 46-06-009-04)								
2	Поэлементная разборка всех конструкций зданий с сохранением годных материалов: кирпичных отапливаемых	5326,24	-	2	19	140	-	37 251
2.1	- краны на автомобильном ходу при работе на других видах строительства 10 т	-	243,79	1	3	81	89,8	21 888
2.2	- компрессоры передвижные с двигателем внутреннего сгорания давлением до 686 кПа (7 ат), производительность 5м ³ /мин	-	83,80	1	3	28	97,8	8 193
2.3	- автомобили бортовые, грузоподъемность до 5 т	-	49,91	1	2	25	143,7	7 170

Далее производится расчет расхода топливно-энергетических ресурсов в денежном эквиваленте (таблица №3) с учетом следующих особенностей:

- за основной вид энергоресурса принято жидкое топливо – дизельное;
- 1 кг дизельного топлива = 1,45 кг у.т. согласно ГОСТ Р 51750-2001;
- стоимость 1 л дизельного топлива принимается на уровне 58,6 руб. по средним показателям по Москве;
- плотность дизельного топлива принимается 863,4 кг/м³ согласно ГОСТ 305-2013.

Таблица №3

Расход энергоресурсов (жидкого топлива) при работе средств механизации в денежном эквиваленте

Наименование потребителя ТЭР / Марка	Удельный расход топлива, л/ч	Часовой расход ТЭР, кг у.т./ч	Полный расход ТЭР, кг у.т.	Полный расход ТЭР, кг	Полный расход ТЭР, литры	Суммарные затраты на ТЭР, руб.
Вариант №1						
Краны на автомобильном ходу при работе на других видах строительства 10 т / МКАС-10	9,0	11,2	2 477	1 708	1 978	115 922
Экскаваторы одноковшовые дизельные на гусеничном ходу при работе на других видах строительства 1,25 м3 / ЭО-5126	29,0	36,2	47 718	32 909	38 115	2 233 563
Бульдозеры при работе на других видах строительства 59 кВт (80 л.с.) / ДЗ-42 (модель РМ-80.10)	6,7	8,4	492	339	393	23 013
Автомобили бортовые, грузоподъемность до 5 т / КАМАЗ 43502	14,4	18,0	7 170	4 945	5 727	335 622
ИТОГО по варианту 1			57 856	39 901	46 214	2 708 120
Вариант №2						
Краны на автомобильном ходу при работе на других видах строительства 10 т / МКАС-10	9,0	11,2	21 888	15 095	17 483	1 024 530
Компрессоры передвижные с двигателем внутреннего сгорания давлением до 686 кПа (7 ат), производительность 5м3/мин / Airman PDS185S	9,8	12,2	8 193	5 650	6 544	383 487
Автомобили бортовые, грузоподъемность до 5 т / КАМАЗ 43502	14,4	18,0	7 170	4 945	5 727	335 622
ИТОГО по варианту 2			37 251	25 690	29 755	1 743 639

Проведенный расчет показывает, что расход топливо-энергетических ресурсов при поэлементной разборке всех конструкций здания с сохранением годных материалов для кирпичных отапливаемых зданий, согласно ГЭСН 46-

06-009-04, по сравнению с разборкой здания методом обрушения для кирпичных отапливаемых зданий, согласно ГЭСН 46-06-009-01 на 55,3% меньше. При этом поэлементная разборка является более трудоемким процессом при занятости 19 рабочих (в разряд 3) в двух сменах, чем снос жилого дома методом обрушения при 3 рабочих (разряд 3) в 1 смену при сопоставимой продолжительности производства работ. В денежном эквиваленте расходы на энергоресурсы для варианта 1 превышают расходы по варианту 2 в 1,55 раз.

Полученные результаты расхода топливно-энергетических ресурсов при демонтажных работах точечного пятиэтажного многоквартирного жилого дома позволяют охарактеризовать структуру энергозатрат строительной площадки и количественно сопоставить значения энергозатрат по различным видам энергопотребителей строительной площадки для возможности дальнейшего исследования структуры энергопотребления при сносе объектов различного назначения, а также другими способами.

Литература

1. Киевский Л.В., Каргашин М.Е., Пархоменко М.И., Сергеева А.А. Организационно-экономическая модель реновации // Жилищное строительство. 2018. № 3. С. 47-56.
2. Зильберова И.Ю., Маилян В.Д., Петров К.С., Беланова М.А. Реновация как разновидность модернизации городских территорий // Инженерный вестник Дона, 2019, №9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6185.
3. Попов Е.Г., Мазанов Н.В., Тихоненко В.М., Токарев О.Д. Комплексное применение технологий энергосбережения в строительной отрасли на современном этапе // Инженерный вестник Дона, 2023, №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2023/8456.

4. Шеина С.Г., Миненко Е.Н. Оценка устойчивости, достигаемой зданием за счет реализации энергоресурсосберегающих решений // Инженерный вестник Дона, 2017, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4398.

5. Петров К.С., Аль-Фатла Т.Н.М., Батальщиков К.В., Лукьянов Д.В., Каргачинский А.А., Шанхоев З.В. Организационно-технологические аспекты снижения энергоемкости гражданских зданий в рамках ремонтно-строительного производства // Инженерный вестник Дона, 2023, № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2023/8398.

6. Zilberova I., Mailyan V., Zilberov R. Organization of major repairs of apartment buildings with energy-saving technologies // E3S Web of Conferences, 2023, № 376 URL: doi.org/10.1051/e3sconf/202337603022.

7. Король Е.А., Дудина А.Г. Анализ расхода топливно-энергетических ресурсов при крупнопанельном многоэтажном строительстве // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2020. №5 (1029). С. 4-8.

8. Король Е.А., Журавлева А.А. Определение расходов топливно-энергетических ресурсов при производстве механизированных работ в малоэтажном строительстве // Вестник МГСУ. 2020. № 5. С. 712-728.

9. Korol O. Dudina A. Features of Calculation of Consumption of Fuel and Energy Resources for Heating of Temporary Buildings and Structures on Construction Area // IOP Conferences Series: Materials Science and Engineering, 2019, Vol. 661, Article Number 012088 URL: doi.org/10.1088/1757-899X/661/1/012088.

10. Опарина Л.А. Результаты расчета энергоемкости жизненного цикла зданий // Жилищное строительство. 2013. № 11. С. 50-52.

11. Коровина М.Д., Барашкова П.С. Обоснование необходимости энергосбережения в многоэтажном жилищном строительстве // Экология и строительство. 2017. № 2. С. 4-10.

12. Король Е.А., Гайдышева Ю.В. Сравнительный анализ производства демонтажных работ // БСТ: Бюллетень строительной техники. 2020. № 3 (1027). С. 24-26.
13. 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. № 2. С. 271-293.
14. Серия дома 1-511 URL: pravdom.ru/k_seria.php?d=projeckt_docs/s1-511.php&s=2&r=99100.

References

1. Kievskiy L.V., Kargashin M.E., Parkhomenko M.I., Sergeeva A.A. Zhilishchnoe Stroitel'stvo. 2018. № 3. pp. 47-56.
2. Zil'berova I.Ju., Mailjan V.D., Petrov K.S., Belanova M.A. Inzhenernyj vestnik Dona , 2019, №9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n9y2019/6185.
3. Popov E.G., Mazanov N.V., Tihonenko V.M., Tokarev O.D. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, №6. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n6y2023/8456.
4. Sheina S.G., Minenko E.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4398.
5. Petrov K.S., Al'-Fatla T.N.M., Batal'shnikov K.V., Luk'janov D.V., Kargachinskij A.A., Shanhoev Z.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2023, № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2023/8398.
6. Zilberova I., Mailyan V., Zilberov R. E3S Web of Conferences, 2023, № 376. URL: doi.org/10.1051/e3sconf/202337603022.
7. Korol E.A., Dudina A.G. BST: Byulleten' Stroitel'noj tehniki. 2020. №5 (1029). pp. 4-8.
8. Korol E.A., Zhuravleva A.A. Vestnik MGSU. 2020. № 5. pp. 712-728.
9. Korol O. Dudina A. IOP Conferences Series: Materials Science and Engineering, 2019, Vol, 661, Article Number 012088 URL: doi.org/10.1088/1757-899X/661/1/012088.



10. Oparina L.A. Zhilishchnoe Stroitel'stvo. 2013. № 11. pp. 50-52.
11. Korovina M.D., Barashkova P.S. Ekologiya i stroitelstvo. 2017. № 2. pp. 4-10.
12. Korol E.A., Gajdysheva Ju.V. BST: Byulleten' Stroitel'noj tehniki. 2020. № 3 (1027). pp. 24-26.
13. Kolodyazhny S.A., Zolotukhin S.N., Abramenko A.A., Artemova Ye.A. Vestnik MGSU. 2020. № 2. pp. 271-293.
14. Seriya domov 1-511 [Series of houses 1-511]. URL: prawdom.ru/k_seria.php?d=progjekt_docs/s1-511.php&s=2&r=99100.