

УДК 624

**О ВТОРИЧНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СТАРИННОГО КИРПИЧА ДЛЯ
РЕКОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ**

*К.т.н., доц. Дмитренко И.С., к.т.н., доц. Несебря П.И., к.т.н., доц. Дикарев
К.Б., к.т.н., доц. Ганник Н.И. к.т.н., доц. Мартыш А.П.*

*ГВУЗ "Приднепровская государственная академия строительства и
архитектуры," г. Днепропетровск*

Архитектурная выразительность городов Украины во многом зависит от сохранения исторически сложившегося облика города, который определяется стилем и особенностями застройки центральных улиц. Как правило, это двух – трех этажные здания с кирпичными стенами и деревянными перекрытиями. Эти здания были построены сто и более лет назад и, в настоящий момент, они либо в аварийном состоянии, либо нуждаются в капитальном ремонте или реконструкции. Безусловно, самый простой и дешевый способ решения проблемы это снос зданий и строительство на этом месте новых. Однако, этот путь не всегда приемлем, учитывая архитектурный аспект проблемы. Капитальный ремонт таких зданий в принципе возможен, но он очень дорог (в пересчете на 1м² полученной площади) и не решает проблему улучшения эксплуатационных характеристик здания. Это объясняется тем, что подобные здания строились по другим архитектурным нормам, которые не предусматривали наличие современных коммуникаций, соответствия современным санитарным нормам, то есть попросту устарели. Использовать старинные здания как жилые или офисные не очень удобно, даже после капитального ремонта. Поэтому, капитальный ремонт в этом случае выполняется, только если здание представляет не только архитектурно-историческую, но и культурную ценность, и используется как музей. В большинстве остальных случаев выполняется реконструкция этих зданий с полной перепланировкой, с использованием современных строительных материалов и с сохранением старинного фасада здания. Существуют технологии восстановления фасадных кирпичных стен, которые сами по себе очень дороги и требуют ремонта и усиления фундаментов. Более простой путь это полная разборка аварийных зданий с последующим восстановлением исторического фасада при строительстве на этом месте нового здания. Кирпич для кладки наружной версты фасада реконструируемого здания предполагается использовать старинный, полученный после разборки стен старого здания. Такой метод реконструкции позволяет сохранить старинный архитектурный стиль для, по-сути, современных зданий. К сожалению, строительные нормы на данный момент не предусматривают сбережение старинного кирпича и, как результат, старинные здания просто сносятся, кирпич бьется и вывозится на свалку как строительный мусор. Таких примеров по городу Днепропетровску десятки. С точки зрения строительной науки уже доказана не только экологическая, но и экономическая целесообразность использования щебня из битого кирпича и вторичного использования кирпича, полученного при разборке кирпичной кладки. Старинный же кирпич помимо утилитарных свойств как строительный

материал имеет дополнительную ценность и не должен вывозиться на свалку как строительный мусор. Следует заметить, что некоторые частные застройщики по личной инициативе строят здания в старинном архитектурном стиле и используют старинный кирпич, цена которого в этом случае достигает 5 гривен и более за 1 штуку. Неоправданно высокая цена обуславливается отсутствием нормативной базы на разборку, очистку от остатков раствора, снятие выветрившегося слоя толщиной 3 – 5 мм, затрат на складирование и транспортирование старинного кирпича. В данной статье обосновываются организационно-технологические параметры и стоимостные характеристики процесса заготовки для вторичного использования старинного кирпича при разборке старинных зданий.

Для прогнозирования организационно-технологических параметров процесса сноса старинных зданий с разборкой кирпичных стен выявлялись факторы, влияющие на трудоемкость выполнения работ. Был выполнен анкетный опрос специалистов, занимающихся разборкой кирпичной кладки при сносе зданий старой постройки. Причем, опрашивались не только ИТР, но и рабочие, имеющие производственный опыт выполнения исследуемого процесса. Выявленные факторы обсуждались и анализировались, чтобы избежать двоякого толкования одного фактора и выявить взаимосвязанные факторы. Для выявления наиболее значимых и отсева малозначимых факторов использовался метод статистической обработки экспертных оценок, более известный как метод ранговой корреляции. Экспертам предлагалось расположить отобранные факторы по степени важности, то есть самому важному с точки зрения эксперта присвоить ранг 1, следующему по важности ранг 2 и так далее. Согласованность мнений экспертов оценивалась по коэффициенту конкордации W , который должен превышать значение 0,7. Вероятность случайного совпадения мнений экспертов проверялась по критерию χ^2 . Расчетные значения этого критерия должны превышать граничные точки распределения при уровне значимости 0,05 и числом степеней свободы $k = n - 1$, где n – число экспертов. Далее ранги преобразовывались таким образом, чтобы самый весомый фактор, имеющий ранг -1, принимал значение $m - 1$, где m – количество оцениваемых экспертами факторов. Следующий по весомости фактор, имеющий ранг - 2, принял значение $m - 2$. И так далее. Самый малозначимый фактор примет значение 0. Далее рассчитывалась сумма преобразованных рангов для каждого фактора – R_x и определялся удельный вес значимости фактора среди рассматриваемых факторов – W_x . Факторы, которые имеют наименьший удельный вес значимости можно считать малозначимыми и отбросить. В нашем случае ранжирование 7 отобранных факторов выполнялось 16 экспертами. Результаты расчетов приведены в таблице 1.

Как видно из таблицы, имеет наибольшую весомость и, следовательно, оказывает наибольшее влияние на организационно-технологические параметры процесса разборки кирпичных зданий старой постройки фактор: X5 – использование крана для деревянных конструкций крыши и перекрытий здания. Наименьшую весомость и, соответственно, влияние имеет фактор X7 – квалификация рабочих. Каждый из выявленных факторов изменяется в

определенных пределах и имеет свою степень проявления в каждом конкретном случае разборки кирпичного здания.

Таблица 1.

Результаты расчета

№	Наименование фактора	Обозначение	Сумма рангов, R_x	Весомость, W_x
1	Использование средств малой механизации для разборки.	X1	62	0,184
2	Размеры здания в плане	X2	48	0,143
3	Прочность раствора в кладке	X3	57	0,170
4	Толщина стен разбираемого здания.	X4	31	0,092
5	Использование крана для разборки крыши и перекрытий	X5	77	0,229
6	Высота стен разбираемого здания без учета фронтона	X6	37	0,110
7	Квалификация рабочих, которые выполняют разборку здания	X7	24	0,072

Для прогнозирования продолжительности и стоимости работ, расчета заработной платы необходимо разработать математическую модель влияния выявленных факторов на трудоемкость работ. Чтобы найти зависимость между трудоемкостью и степенью проявления факторов можно воспользоваться математическим аппаратом многофакторного корреляционного анализа. Метод расчета предусматривает проведение определенного количества наблюдений и набора статистики по фактической трудоемкости работ при фиксированном уровне степени проявления всех факторов, входящих в математическую модель. Каждый фактор должен иметь показатель, определяющий степень его проявления и изменяющийся в одинаковых пределах от 0 до 1. При 7 независимых факторах количества наблюдений, необходимых для установления надежной корреляционной зависимости должна быть не менее 56. При этом значения показателей должны отражать всю вариацию изменения факторов. Набрать такое количество наблюдений не удалось. Было исследовано только 14 объектов разборки старинных зданий. Поэтому, необходимо уменьшить число факторов, влияющих на трудоемкость работ. После анализа было решено отбросить фактор X7 как малозначимый, поскольку на подавляющем большинстве проанализированных объектов бригады рабочих, занятых на разборке выполняли эту работу в первый или второй раз. Кроме того, на относительно простых технологических процессах, каким является разборка исследуемых зданий, повышение квалификации рабочих не приведет к существенному снижению фактической трудоемкости работ. Фактор X1 – использование средств малой механизации имеет существенную весомость,

но практически не изменяется, поскольку малая механизация процесса либо применяется, либо нет. На всех исследованных объектах она применялась. Поэтому фактор X1 можно исключить из математической модели расчета трудоемкости работ. Фактор X2 – размеры здания в плане имеет существенную весомость. Он определяет концентрацию, или объем работ. Как известно с увеличением объема работ целесообразно использовать более дорогие и более высокопроизводительные механизмы, что приведет к снижению трудоемкости и стоимости работ. Однако все исследованные старинные здания существенно не отличались настолько значительными расхождениями в размерах, чтобы использовались какие – то новые технологии или механизмы. Во всех случаях, при разборке кладки использовались ручные электрические перфораторы и шлифовальные машинки. Поэтому фактор X2 можно считать фиксированным и исключить его из математической модели. Фактор X4 - толщина стен разбираемого здания имеет сравнительно малую значимость согласно таблице 1. С увеличением толщины стен снижается удельная трудоемкость на 1 м³ разобранной кладки, связанная с установкой одного яруса лесов. Однако все исследованные здания имели наружные стены толщиной в 3 кирпича, а внутренние в 2 кирпича. Перегородки – деревянные. Поэтому фактор X4 можно считать фиксированным и исключить из разрабатываемой математической модели. Фактор X5 - использование крана для разборки крыши и перекрытий также можно считать фиксированным и исключить из модели, что обосновывалось при анализе фактора X2. Весомость фактора X3 – прочность раствора в кладке существенна. Прочность раствора кладки старинных зданий изучалась с использованием немецкого электронного прибора Qs – 560, который позволял измерить марку кладочного раствора неразрушающим методом. Согласно наблюдений прочность раствора колебалась в пределах 5 – 35 кг/ см². Надежность измерений прибора многократно проверялась традиционными разрушающими методами. Фактор X6 – высота стен разбираемого здания без учета фронтона является существенным. Очевидно, что в зависимости от высоты здания меняется трудоемкость устройства лесов и транспортирование разобранного кирпича вниз по деревянному желобу для дальнейшей очистки и складирования. Использование крана для снятия кирпича, который складывается на поддоны и размещается непосредственно на лесах, нецелесообразно и фактически не применялось. Кирпич складывался на поддоны, расположенные на площадке где он очищался, а затем, после загрузки достаточного числа поддонов, грузился краном на транспортные средства. Использовался автомобильный кран только для погрузки поддонов. По данным наблюдений высота разбираемых старинных зданий колебалась от 3 до 16 м. Таким образом, существенны и реально изменяются только факторы X3 и X6. Для этих факторов были разработаны показатели в соответствии с требованиями теории корреляции, изложенными выше. За критерий разработанных показателей были приняты соответственно Mр – марка раствора в кг / см², которая определяется измерением непосредственно на объекте при разработке проектной документации на разборку здания, и Вз – высота здания без учета

карниза в м. Результаты приведены в таблице 2. Уравнения регрессии, полученные после обработки натурных измерений трудоемкости разборки 14 старинных зданий при соответствующих значениях X_p и X_v , будут надежны только в пределах изменений показателей.

Таблица 2

Результаты расчетов

№	Фактор	Показатель	Наименование критерия показателя	Формула расчета показателя	Границы изменения критерия показателя
1	X3	Xp	Марка раствора	$X_p = \frac{M_p - 5}{30}$	от 5 до 35 кг / см ²
2	X6	Xv	Высота стен здания без учета фронтонов	$X_v = \frac{B_3 - 3}{13}$	от 3 до 16 м.

Для расчета взаимосвязи между независимой и зависимыми переменными использовалась стандартная программа Excel. Получена формула.

$$T_p = 0,52 * X_p^2 - 1,98 * X_v^2 - 0,47 * X_p * X_v + 0,51 * X_p + 4,59 * X_v + 4,35 \quad (1),$$

где T_p – трудоемкость в человеко-часах разборки, очистки, транспортирования вниз по деревянному желобу и складирования на поддоны 400 штук (на 1 м³ кладки) кирпичей; X_p – показатель марки раствора; X_v – показатель высоты стен здания без учета фронтонов. Коэффициент множественной корреляции $R = 0,91$.

После изучения архитектурно-компоновочных решений разобранных и планируемых к разборке зданий, наиболее распространенный случай когда здание имеет высоту до карниза $B_3 = 7$ м и марку раствора стен $M_p = 20$ кг / см². В этом случае трудоемкость разборки 400 штук кирпича с сопутствующими, указанными выше процессами составит $T_p = 5,89$ человеко-часов. При уровне зарплаты в 25 гривен в час стоимость 1 тыс. штук кирпича, за складированного на поддонах и готового к погрузке составит 368 гривен, что значительно меньше отпускной цены облицовочного кирпича, которая колеблется в пределах 1000 – 3000 грн / тыс. штук.

Вывод. При сносе старинных зданий кирпичные стены следует разбирать. Полученный кирпич экономически целесообразно использовать как облицовочный для придания архитектурной выразительности зданий, строящихся в старинном стиле. В ряде случаев это единственный способ реконструкции старинных аварийных зданий в центре городов. Поэтому городская администрация обязана принять меры к сохранению и повторному использованию старинного кирпича. Отпускная цена старинного кирпича со склада может быть даже меньше 500 грн / тыс. штук.

Получена формула расчета трудоемкости получения 400 штук кирпичей при разборке стен старинных зданий в зависимости от высоты стен и марки раствора.