

УДК 727.1:699.1

## М.В. ЯКОВЛЕВА

доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой городского строительства и хозяйства Самарский государственный архитектурно-строительный университет

## Е.А. ФРОЛОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и строительной механики Самарский государственный архитектурно-строительный университет

## В.И. ИСАЕВ

кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов Самарский государственный архитектурно-строительный университет

## А.Е. ФРОЛОВ

ведущий инженер ОНИЛ «Реконструкция» Самарский государственный архитектурно-строительный университет

# ВОПРОСЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ШКОЛЬНЫХ ЗДАНИЙ

TECHNICAL SAFETY QUESTIONS OF SCHOOL BUILDINGS EXPLOITATION

*Рассматриваются актуальные вопросы, связанные с обеспечением безопасности в школьном секторе как в городе, так и в сельской местности. На примере одной из школ, расположенной в Кошкинском районе, показаны результаты обследования школьного комплекса, замеченные недостатки в части эксплуатации школьного здания, где из-за отсутствия должного ремонта появились характерные повреждения, с угрозой безопасности как для детей, так и для работающих там людей. Разработаны рекомендации по усилению поврежденных конструкций и обеспечению безопасной эксплуатации школьного комплекса. Приводятся фотографии фрагментов школы с повреждениями и после проведенной реконструкции.*

**Ключевые слова:** строительные конструкции, стены, плиты, фундаменты, безопасность эксплуатации, трещины, повреждения.

Долговечность зданий и сооружений характеризуется временем, в течение которого их эксплуатационные качества сохраняются на заданном в проекте или нормах уровне. Она определяется сроком службы несменяемых при капитальном ремонте конструкций.

Устанавливаемый службой БТИ, согласно ВСН 57-88 (Р), физический износ отражает потерю экономической стоимости, но не определяет снижения степени безопасности здания.

*The article deals with current questions related to security in the school sector in the city and in the countryside. On the example of a school located in Koshkinsky area the results of a survey of school complex are shown. Recommendations to strengthen the damaged structures and to ensure the safe operation of the school complex are proposed. Photos of the fragments school with injuries and after the reconstruction are provided.*

**Key words:** building structures, walls, slabs, foundations, operational safety, cracked, damaged.

Длительная эксплуатация строительного фонда без своевременного ремонта приводит к преждевременной потере несущей способности конструкций и возникновению предаварийных и аварийных ситуаций на локальном участке. Именно по этой причине на многих объектах разного назначения происходили обрушения конструкций, в том числе и учебных. Проведение текущих и капитальных ремонтов позволяет продлить жизнеспособность сооружения, оптимизировать сроки эксплуатации.

Оценить техническое состояние конструкции и объекта в целом возможно после проведения натурального обследования, изучения негативных факторов и тщательного анализа результатов.

Любое принятие решения о восстановлении безопасности и усиления – непростая задача, так как не может быть шаблонных решений, поскольку каждый случай уникален и имеет свои индивидуальные особенности.

Все сказанное относится и к школьным комплексам, к которым предъявляются повышенные требования в части обеспечения безопасности детей независимо от того, в городе или в сельской местности находятся здания.

Большинство ныне функционирующих школ построены более полувека назад и эксплуатируются до сих пор. Надзором за состоянием строения в школах в сельской местности занимается директор.

Сегодня службы ЖКХ, в ведении которых находятся объекты школьного образования, должны осуществлять контроль за техническим состоянием комплекса, и чутко реагировать на конструктивные изменения и своевременно принимать меры по их исправлению. Эти структуры, как правило, малочисленны и не укомплектованы штатами со специальным строительным образованием, а потому являются малоэффективными. Директор сельской школы, наряду со своими многочисленными обязанностями, принимает на себя эти нелегкие заботы по поддержанию эксплуатационной безопасности и является основной побуждающей силой к сохранению строительного фонда в пределах своих возможностей через представителя ЖКХ. Для проведения обследования технического состояния школьных зданий дирекция вынуждена обращаться в специализированную организацию для оценки фактического состояния объекта, чтобы получить рекомендации по устранению повреждений конструкций и доведению их до эксплуатационной пригодности.

Школы в сельской местности находятся в плачевном состоянии. Так, в Кошкинском районе школы разбросаны по селам, расположенным в 20-30 км от административного центра. Вопросами ЖКХ в администрации Кошкинского района занимается один человек, отвечающий за техническое состояние школьных комплексов, у которого нет специалистов по обследованию, нет техники, нет строительной организации, занимающейся восстановлением работоспособности конструкций. В его ведении находится заключение договоров на обследование и на восста-

новление конструкций по результатам обследования от лица муниципальной администрации.

В 2012 г. по просьбе администрации Кошкинского района было обследовано несколько сельских школ, построенных в 60-х гг. прошлого столетия. Общим в них оказалось то, что в весенне-летний период все они испытывали подтопление грунтовыми водами. Заводнение территории вызывало появление больших деформаций, выразившееся в появлении трещин в стенах и перекрытиях.

Причины наиболее характерных повреждений и места их возникновения легко показать на примере Погрузнинской средней общеобразовательной школы, которая построена по типовому проекту с внесенными некоторыми изменениями, а именно ленточный фундамент был заменен на свайный, по ростверку уложены кирпичные стены. Здание школы – двухэтажное с техническим подпольем. Отметка пола подполья находится на уровне выше отметки грунтовых вод во время весеннего подъема.

В плане школьный комплекс сложной конфигурации, размерами 60х40 м, высотой 7 м. Состоит из двухэтажного учебного блока, одноэтажного здания спортзала, механических мастерских и переходной одноэтажной галереи.

На первом этаже учебного блока располагаются гардероб, пищеблок, учебные классы. На втором этаже находятся учебные классы и административные кабинеты.

Стены – несущие, толщиной 640 мм, из силикатного кирпича, на цементно-песчаном растворе. В конструктивном отношении эта часть здания имеет продольные несущие стены. По среднему ряду установлены кирпичные стены, по которым уложены балки в продольном направлении. На балки и стены опираются многопустотные железобетонные плиты. Кровля – плоская с внутренним водостоком, с небольшим выносным карнизом.

Перегородки – гипсокартонные и кирпичные, полы – дощатые, часть облицована кафельной плиткой. План школьного комплекса на нулевой отметке показан на рис. 1. Спортивный зал выполнен по бескаркасной системе с размерами 9х24 и высотой 8 м. По несущим стенам установлены девятиметровые железобетонные балки. Крыша – двускатная, бесчердачная.

Школа снабжается теплом от индивидуальной котельной, которая располагается на территории школы, проведены газ, вода электричество, имеется выгребная канализация. Общий вид здания школы показан на фото 1.

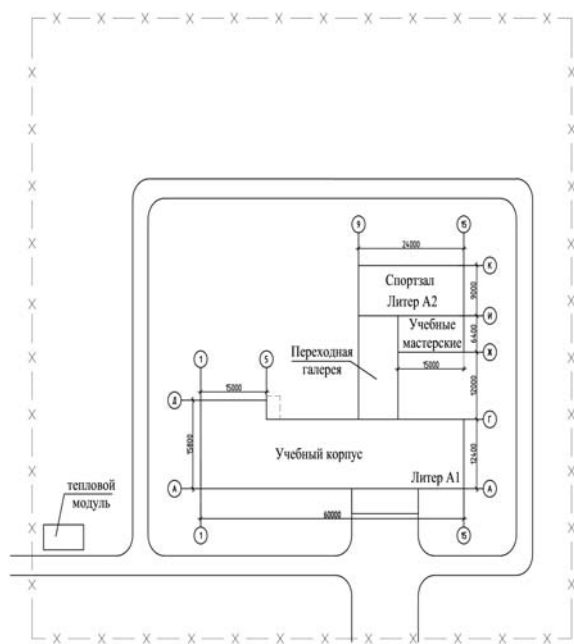


Рис. 1. Ситуационный план школьного комплекса

Визуальное и инструментальное обследования позволили установить места наиболее характерных повреждений несущих конструкций. Стены от длительного срока эксплуатации и периодического замачивания получили значительные повреждения в виде трещин, разрыхления кладки, выпадения отдельных надоконных перемычек, местного выпадения кирпичей, фото 2-6. Плоская кровля и нарушение кровельного покрытия способствовали замачиванию элементов покрытия и стен. Замачиванию и преждевременному разрушению стен в зимнее время способствовали также многочисленные наледь и образующиеся сосульки, фото 7.



Фото 1. Общий вид Погруженской СОШ до восстановления

Замачивание вызвало грибковые повреждения стен на отдельных непрветриваемых участках.

Наиболее поврежденной оказалась стена главного фасада. Деструктивные повреждения кладки в подоконной и надоконной зонах, в отдельных местах сливные фартуки прокорродировали или отсутствовали совсем.

Оконные блоки и двери – деревянные, находятся в ветхом состоянии и сильно деформированы.

Из-за длительной эксплуатации без своевременного ремонта нарушена целостность участка плиточного покрытия пола, в отдельных местах образовались трещины, из-за сильной изношенности деревянных полов появилась зыбкость перекрытий.

Большие деформации конструкций обнаружены в вестибюле; нависающий над входом козырек из-за сильной коррозии находится в предаварийном состоянии и в дальнейшем может угрожать безопасности детей. Отсутствует пандус для людей с ограниченными возможностями, хотя во время строительства тех лет таких требований не выдвигалось.

С дворового фасада в местах нарушений герметичности оконных блоков произошло запаривание кладки с последующим ее деструктивным повреждением и выпадением отдельных кирпичей.

Помещение спортзала – отдельно стоящее. В продольных стенах обнаружены трещины ниже площадки опирания железобетонных балок из-за отсутствия опорных подушек; в торцевой стене имеется вертикальная трещина из-за податливости основания.

Оконные и дверные блоки – в ветхом состоянии, наблюдается разрушение карнизных участков стены, нарушение кровельного покрытия с замачиванием конструкций.



Фото 2. Интенсивные деформации внутренней стены помещения учебных мастерских



Фото 3. Сквозные трещины перемычного пояса стены и разрушение кладки в подоконной зоне



Фото 4. Расслоение кладки и выпадение перемычки



Фото 5. Нарушение связи продольной и поперечной стен в пределах первого этажа



Фото 6. Трещины в несущей стене спортзала под опорой стропильной балки



Фото 7. Образование наледей и сосулек из-за нарушения теплообмена совмещенной кровли



Фото 8. Общий вид школы после реконструкции кровли и выполнения восстановительных работ

В стене механических мастерских по оси И наблюдаются сквозные трещины разной ориентации.

При оценке остаточной несущей способности учитывалась фактическая прочность кирпича и раствора. Прочность определялась методом неразрушающего контроля с использованием прибора «ОНИКС-2.5». Прочность кирпича на неповрежденных участках составила не менее М 75, раствора – М25.

В результате обследования грунтов установлено, что основанием является тугопластичная глина, фундаментами здания являются ленточные, свайные из забивных призматических свай сечением 300х300 мм.

По сваям выполнены монолитные железобетонные оголовки, по оголовкам уложен монолитный железобетонный ростверк. Нормативный прогиб ростверка составил  $\Delta f = \frac{1}{250} L = \frac{1}{250} \cdot 280 = 1.12$  см,

что для кирпичной кладки недопустимо и объясняет появление больших деформаций стен.

К неравномерным осадкам свай мог привести тот факт, что свайные оголовки в некоторых местах не заглублены в грунт. Некоторые свайные оголовки могли испытать давление от морозного пучения грунтов. Необходимо увеличить жесткость ростверка на отдельных участках.

Внутри здания установлены кирпичные столбы высотой 6.0 м с опиранием на сплошной монолитный железобетонный ростверк. Перекрытия первого этажа выполнены из железобетонных многослойных плит, уложенных по внутренним железобетонным балкам; в плитах перекрытия видна начальная коррозия рабочей арматуры.

Крыша выполнена совмещенного типа с небольшим уклоном к водосточной трубе.

Кирпичная кладка наружных стен в местах замачивания подвержена выветриванию. Образование трещин в стене объясняется отсутствием температурно-осадочных швов или выполненных с техническими ошибками.

Полы на первом этаже – деревянные по железобетонным плитам, уложенные с зазором 800 мм. Доски полов подвержены гниению. Тамбур и полы тамбура подлежат замене. Для улучшения стока воды с крыши необходимо увеличить уклон кровли, а крышу сделать вентилируемой.

Расчетом было установлено, что длина семиметровых свай была недостаточной и фундаменты требуют усиления.

К неравномерным осадкам свай мог привести тот факт, что свайные оголовки в некоторых местах не заглублены в грунт. Кроме того, некоторые свайные оголовки могли испытывать давление от морозного пучения грунтов. Необходимо увеличить жесткость ростверка на отдельных участках.

Из-за несвоевременного ремонта нарушена отсыпка вокруг здания. В крайне изношенном состоянии оказались не только дверные и оконные блоки, но и электропроводка на всех этажах, канализационная система, получившая серьезные коррозионные повреждения вплоть до сквозной. Требовались замены и отопительные системы – устаревшие трубы и радиаторы не давали нужных температур.

Для обеспечения безопасной эксплуатационной пригодности школьного комплекса предложено выполнить ряд мероприятий, которые сводились к усилению фундаментов и восстановлению несущих стен учебного корпуса.

Усиление фундаментов предлагалось локально в местах появления чрезмерных деформаций вдоль главного фасада и в зоне расположения торцевых стен спортзала и механических мастерских в местах, показанных на плане. Элементы усиления устраивались в промежутках между сваями в виде подвешиваемой бетонной пломбы с глубиной заложения 2.2, шириной 800 мм.

Бетон усиления литой консистенции на мелком щебне. Высота вставки фундамента усиления – переменная и определяется отметкой выше 100 мм от низа ростверковой балки, уложенной по оголовкам.

При наличии воды в подполье воду рекомендовано отвести посредством канавы, прорытой в более низкое место по рельефу. На тех участках, где расстояние между сваями менее 1 м, фундамент усиления не предусматривался.

Мероприятия по восстановлению несущих стен учебного комплекса состояли в том, что места с деструктивным повреждением стен следовало переложить заново, заменить поврежденные перемычки в надоконных проемах, где по причине запаривания кладки стены образующимся конденсатом при низких температурах было вызвано деструктивное разрушение кирпича в местах опирания перемычек и их обрушение.

Для исключения замачивания несущих конструкций верхнего этажа рекомендовано устройство скатной крыши с обеспечением надежной вентиляции чердачного помещения и с достаточным выносом карнизов за наружную грань стены. Стены спор-

тивного зала в местах образования трещин усилить металлическими накладками на стяжных болтах, укрепив тем самым зоны опирания стропильных девятиметровых железобетонных балок.

Целесообразно реконструировать вестибюль, имеющий значительные повреждения, полностью вместе с парадной лестницей, предусмотрев устройство пандусов для детей с ограниченными возможностями.

По всему контуру здания необходимо устройство бетонной отмостки с обеспечением обратного уклона.

Следовало также заменить окна и двери, обновить канализационную систему, систему отопления, электропроводку и электроприборы.

Благодаря настойчивости директора школы и пониманию руководства муниципального предприятия, выделившего денежные средства, были проведены восстановительные работы и реконструкция школы силами одной бригады с патронажем представителя ЖКХ в течение четырех месяцев. И с небольшой задержкой ученики приступили к занятиям в обновленной школе в комфортных температурных условиях. Реконструкция позволила избежать многих неприятностей, повысив пожаро- и электробезопасность. А исключение протечек и замачивания стен и несущих конструкций позволило избежать грибковых образований в сырых местах, что могло отрицательно сказаться на здоровье детей.

На фотографиях видны нарушения технического состояния стен и конструкции до реконструкции и состояние школы после реконструкции, фото 8.

По такому же типовому проекту построена средняя образовательная школа в селе Большое Ермаково. Школа – двухэтажная с подвальным помещением, где размещается бомбоубежище. Фундамент – ленточный, под наружные стены из бетонных блоков. Средний ряд колонн – из кирпича по бетонным подушкам, с заполнением межколонного пространства кирпичной кладкой.

Подвальное помещение не освоено, вентиляционная система нарушена. Характер повреждений несущих конструкций очень схож с повреждениями Погрузинской СОШ.

За время эксплуатации школы в течение 30 лет конструктивные элементы ее получили значительные повреждения, снижающие безопасность, что выявлено при исследовании причин.

К наиболее значимым нарушениям следует отнести разрушения кладки стен из-за нарушения те-

пловлажностного режима окон. Причиной явилось некачественное выполнение работ с нарушением нормативов оконного проема, что привело к разрушению кирпичной кладки надоконной и подоконной зон с выпадением на отдельных участках надоконных перемычек. В предаварийном состоянии находятся конструкции входного козырька, имеющие большие коррозионные повреждения сварных повреждений в местах крепления к стойкам. При односторонней нагрузке плит покрытия козырька из-за потери устойчивости может произойти его обрушение. Козырек рекомендовано заменить на более безопасный, фото 9.



Фото 9. Неустойчивая система навеса перед тамбуром



Фото 10. Разрушение канализационных труб проливы стоков в подвальном помещении

Другим значительным нарушением является размещение в подвальном помещении вентиляцион-



Фото 11. Грибковые поражения стен первого этажа



Фото 12. Грибковые поражения стен подвала



Фото 13. Следы уровня подтопления грунтовых вод на стенах подвала

ной и отопительной систем. Ежегодно весной происходило затопление подвала на высоту до 1-1,5 м. Это привело к выходу из строя системы вентиляции и необходимости переноса системы отопления. Опасным в настоящее время является электрооборудование – электрощитовая располагается на подвальной стене и большую часть года находится в условиях повышенной влажности.

В критическом состоянии находится система канализации, которая на отдельных участках полностью разрушена, фото 10 и вызывает грибковые поражения стен, фото 11 и 12. В паводок уровень поднимающейся воды доходил до 1.5 м, что видно на фото 13.

Постоянные канализационные протечки, поступающие при подтоплении в грунтовые воды, способствуют биологическому загрязнению окружающей среды.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений [Текст]. - М.: Минрегион России, 2010.
2. СП 15.13330.2012. Каменные и армокаменные конструкции [Текст]. - М.: Минрегион России, 2011.
3. ГОСТ 22690-88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля [Текст]. – М., 1988.
4. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений [Текст]. – М.: Госстрой России, 2004.

© Яковлева М.В., Фролов Е.А., Исаев В.И,  
Фролов А.Е., 2013