

1. Rodt V. Zum Erhartungsproblem des Kalkmortels // Tonindustrie-Zeitung. – 1936. – № 8. – P. 97.
2. Donath. Tonindustrie Zeitung. – 1926. – № 50. – P. 744, 817.
3. Хинт И.А. Твердение известково-песчаных материалов при обычной температуре // Бюллетень научно-технической информации «Силикальцит», Таллин – 1960. – № 5. – С. 59 – 71.
4. Zalmanoff N. Carbonation of Lime Putties To Produce High Grade Building // Rock Products. – 1956. – August. – P. 182 – 186; September. – P. 84 – 90.
5. Менделеев Д.И. Основы химии, 8-е изд., 1906.
6. Kosman B. «Zeitschrift für Electrochemie». – 1920. – № 9/10.
7. Fuks. Tonindustrie Zeitung. – 1940. – № 23.
8. Розенфельд Л. Исследования пенокарбоната. – М.: ЦНИПС, 1955. – № 23. – 51 с.
9. Доронин Н.А. Кальций. – М.: Госхимиздат, 1962. – 191 с.
10. Карапетьянц М.Х. Общая и неорганическая химия. – М.: Химия, 1994.
11. Крёмков А.П. Основы аналитической химии. – М.: Химия. – 1976.

УДК 624.073

ПОВЫШЕНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БЕЗБАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

инж. Марков А.А.

ООО «Настрой» г.Запорожье

Рассматривается усиление поврежденного здания с железобетонным безбалочным монолитным перекрытием, которое нормально эксплуатировалось 35 лет и затем в течение последующих 15 лет только частично использовалось.

Обследуемое здание холодильника на 8 тысяч тонн продуктов 5-этажное с подвалом с размерами в плане 30х50 м. Здание спроектировано в 50-е годы институтом «Гипрохолод». Конструктивная система каркасная с безбалочными перекрытиями. Шаг колонн 6 м, толщина плиты перекрытия 19см, стены кирпичные самонесущие. Сечение колонн круглое Ø720 и 510мм.

Обследование показало, что при эксплуатации из несущих конструкций, в основном, повредились перекрытия. Колонны и капители имеют меньшие повреждения. Перекрытия разрушились местами в нижней части. Удаление слоя пола на 9 участках на всех перекрытиях показало, что кроме слоя асфальта, бетонной стяжки и утеплителя, на плите перекрытия имеется слой битума толщиной 10-20 мм. Этот слой защитил бетон перекрытия от проникновения влаги и воздуха и, соответственно, от карбонизации и коррозии арматуры. Кроме того, при бетонировании защитный слой на верхней грани плиты был выполнен 50-60мм, а в нижней части около 10 мм. Из-за этого арматура в нижней части плиты имела большие повреждения. Рис.1.

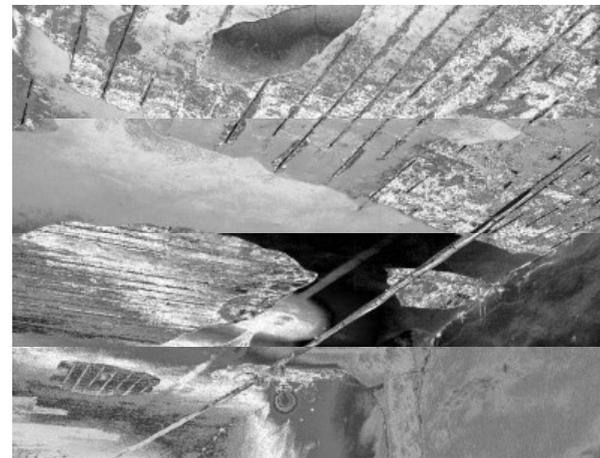


Рис.1. Коррозия арматура в нижней зоне плит

Эта работа является продолжением работы, выполненной в 2005г. и ранее опубликованной в 2007г. [1]. Были выполнены обследования, статические расчеты и натурные испытания конструкций, на основании которых допускалась эксплуатация здания при полезной нагрузке на перекрытие 15кН/м².

В 2008 г. Заказчиком была поставлена задача разработать мероприятия, обеспечивающие нормальную работу холодильника при полезной нагрузке на перекрытие 20кН/м². Для выполнения этого задания в 2008 г. были выполнены:

- дополнительные обследования конструкций,
- проанализированы имеющиеся методы усиления конструкций,
- выполнены статические расчеты усиленных конструкций, выявлены особенности работы безбалочных перекрытий,
- разработаны и сопоставлены несколько вариантов усилений перекрытий.

Выполнено освидетельствование конструкций перекрытий и колонн с целью оценки изменения состояния конструкций за 3 года эксплуатации и определены возможности их усиления. При визуальном осмотре фиксировались дополнительные повреждения. Площадь перекрытия с отслоившимся защитным слоем бетона увеличилась на 5%-10%. Наибольшие повреждения отмечены на перекрытиях над третьим и четвертым этажами.

В 9 местах, преимущественно в районе капителей, на площади 700х700мм удален пол для оценки прочности бетона. Уточнен имеющийся состав пола.

Сравнение данных испытаний с испытаниями, проведенными в 2005 г. показывает, что данные для колонн на момент обследования практически не отличаются. Измерение же класса бетона в верхней зоне плит показывает, что

класс бетона в верхней зоне определен как В30-В35. Бетон в нижней части плиты имел меньшую прочность, чем верхний (В20 вместо В35). Имелись отдельные участки бетона со значительным снижением прочности (В 12,5-В15).

При нормальной эксплуатации холодильника повреждения конструкций были небольшими, а в течении последних 15 лет, когда холодильные камеры не работали, происходили значительные разрушения. Возможно, это связано с образованием конденсата на потолках камер.

Примерно на 20% площади потолка отслоился защитный слой и корродировала арматура максимально до 20% сечения

В нижней зоне располагается арматура в двух направлениях, из которых корродированными оказались только стержни, расположенные близко к краю сечения.

В связи с имеющимися повреждениями было опасно эксплуатировать холодильник с проектной нагрузкой 20 кН/м^2 .

Анализ литературы показал, что применяется несколько типов усиления безбалочных перекрытий с капителями.

Наибольшее количество вариантов усиления приведено в альбоме, разработанном в г. Томске [2]. В качестве усиления предлагается набетонирование на верхней поверхности плиты, а также предлагается конструкция усиления из стальных элементов, усиливающих имеющуюся капитель. Аналогичная конструкция практически выполнена в г. Запорожье и нормально эксплуатируется длительное время.

Нами были предложены три применяемых вида усиления:

- монолитным железобетоном, укладываемым только сверху перекрытия,
- металлоконструкциями, дополняющими капители
- лентами и холстами из углеродных волокон высокой прочности, приклеиваемые на плиту перекрытия [3].

Подробно разработаны схемы усиления перекрытия металлическими конструкциями. При этом конструкции из прокатных профилей повышают несущую способность перекрытий за счет сокращения пролета плит.

В качестве варианта усиления монолитным железобетоном предложено выполнить поверх существующего перекрытия монолитную железобетонную плиту толщиной 60мм, обеспечив совместную работу старого бетона с новым. Корродированная нижняя арматура дополняется новой и выполняется защитный слой бетона.

Третий вариант усиления приклеиванием элементов из высокопрочных волокон разработан для углепластиковых полос и холстов. [3]

Разработкой методов расчета безбалочных перекрытий занимались многие известные ученые [4]. На основании этих разработок и натурных испытаний были составлены рекомендации по расчету перекрытий. Изгибающие моменты определяются в надколонных и пролетных полосах [5].

Натурные испытания [4] показывают, что фактическая несущая способность превышает расчетную величину. Это различие объясняют разгружающим действием продольных усилий в плитах. Поэтому в

рекомендациях [5] предлагается уменьшать сечение рабочей продольной арматуры на 5-10%.

Так как еще не было разработано метода определения величины распора, то его влияние предлагалось учитывать косвенно и в небольшой степени.

В настоящее время разработаны более точные методы расчета железобетонных конструкций, в том числе и учет распора в изгибаемых плитах. Для подробного расчета железобетонных конструкций используется программа ANSYS [6], в которой имеется специальный элемент для моделирования железобетонных конструкций с учетом нелинейной работы и образования трещин.

Результат расчетов по МКЭ с применением объемных элементов отличается от расчета, в котором плиты моделируются изгибаемыми плитами. Если плита представлена несколькими элементами по высоте, то в плите заметна работа с образованием сжатого свода. Такая схема работы бетонных балок и плит известна давно и рассматривалась еще в 50-х годах [7] рис.3.

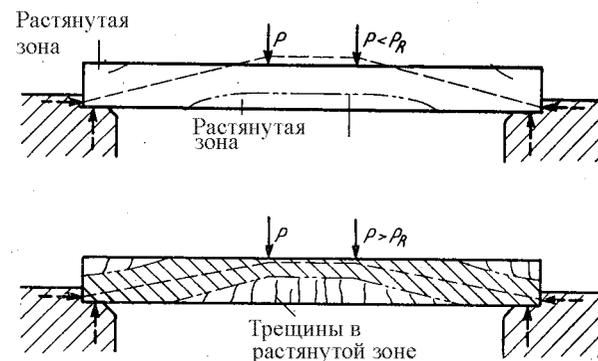


Рис.2. Изгиб балки до и после трещинообразования по [7]

В последние годы для массивных железобетонных конструкций применяются расчетные модели из сжатых и растянутых стержней. Подробный анализ таких моделей приведен в статье [8]. В отечественные нормативные документы пока вошел только расчет коротких консолей и приопорных участков балок, где выделяется наклонный сжатый участок бетона, воспринимающий основное действующее усилие. В Еврокодах такой модели уделено больше внимания [9].

По-видимому, рассчитывая перекрытия по моделям из объемных элементов совместно с капителями и колоннами, можно получить напряженное состояние с учетом арочного эффекта и не снижать сечение подбираемой арматуры за счет распора.

Для оценки несущей способности конструкций с усилением выполнены пространственные расчеты всего здания, в котором плиты аппроксимировали элементами оболочки. Расчетная схема представляет собой пространственную

раму, в которой колонны, моделируются стержневыми конечными элементами, а плиты перекрытия, покрытия и стены пластинчатыми конечными элементами. Размер одного пластинчатого конечного элемента плиты 50х50см, размер конечного элемента стен — 150х150см. В зависимости от конструкций усиления применялись различные расчетные схемы. Фрагмент расчетной схемы с усилением стальными конструкциями показан на рис.3.

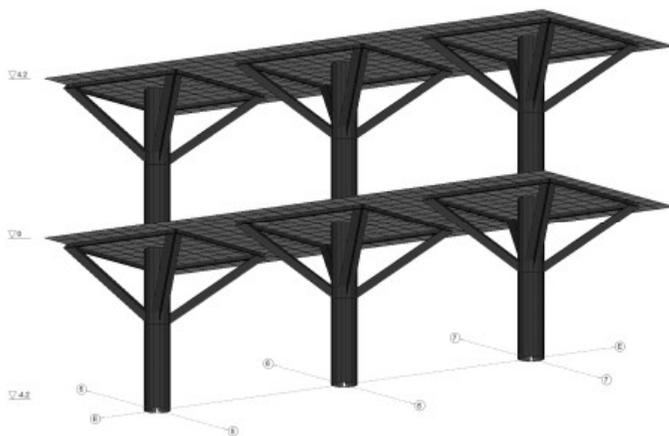


Рис.3 Фрагмент расчетной схемы усиливаемого каркаса здания .

По расчету третьего варианта подобраны требуемые элементы усиления из высокопрочных углеродных волокон. Эти элементы располагаются на верхней и нижней плоскости плиты.

При сопоставлении трех предложенных вариантов усиления заказчиком был выбран вариант усиления металлоконструкциями. Преимущество этого варианта в возможности поэтапного выполнения работ без прерывания эксплуатации здания. В качестве недостатка варианта усиления набетонкой отмечалась трудоемкость выполнения очистки перекрытия от битума и обеспечение сцепления нового бетона со старым. При усилении плит углеродными материалами требуется дорогостоящая подготовка поверхности плиты перед приклеиванием.

Дополнительно был выполнен расчет фрагмента перекрытия в виде ¼ части ячейки по расчетной схеме, состоящей из объемных элементов (Рис.4).

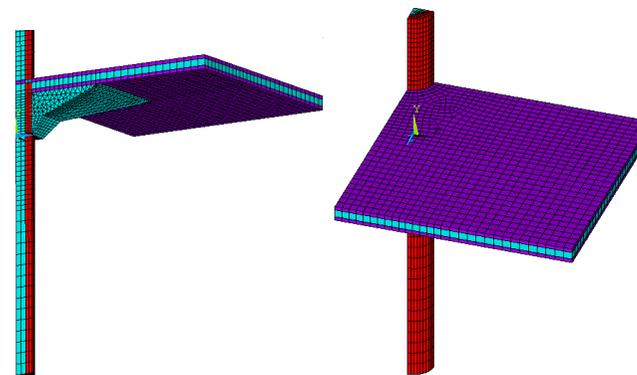


Рис.4 Общий вид расчетной схемы

При расчете использовалась программа метода конечных элементов с возможностью моделирования работы железобетонного элемента. Нагрузка прикладывалась ступенями, учитывалась нелинейная работа бетона и арматуры. Расчетом показано, что перекрытие выдерживает полезную нагрузку 24кН/м². При этом образование трещин незначительное.

По проведенным исследованиям сделаны выводы, что для выбора рационального усиления конструкций целесообразно выполнять:

- подробные обследования,
- натурные испытания конструкций,
- расчеты по МКЭ, в т.ч и учитывающие нелинейную работу железобетона.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. П.В. Кокшув, А.А. Марков Определение допускаемой нагрузки на поврежденные безбалочные перекрытия// Анализ конструкций и оснований. Сборник статей. – Запорожье: ООО «НАСТРОЙ».–2008.- 218с.
2. Мальганов А. И. и др. Усиление железобетонных и каменных конструкций зданий и сооружений.//Томск.–1989.
3. Шилин и др. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами/М. Стройиздат.-2004.– 144с.
4. Шгаерман М. Я., Ивянский А. М., Безбалочные перекрытия //Москва: Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. -1953.- 336с.
5. Руководство по проектированию железобетонных конструкций с безбалочными перекрытиями. 1979.–С.54.
6. Басов К. А., ANSYS справочник пользователя .- Москва: ДМК-Пресс, 2005.-52с.
7. G.Brendel Stahlbetonbau//Leipzig Verlagsgesellschaft-1958.–S.350.
8. U.Häubler-Combe Zur Theorie der Stabwerkmodelle im Stahlbetonbau//Bauingenieur.–IV 2008.–S.186-197.

9. Алмазов В О Проектирование железобетонных конструкций по ЕВРОНОРМАМ//Москва: АСВ –2007.–С.216.

УДК 624.131

ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОТРЫВКИ ГРУНТА ВОЗЛЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ЗДАНИЙ

к. т. н. Маркова М.А.

Запорожская государственная инженерная академия

В процессе реконструкции и при новом строительстве в существующей застройке возникает необходимость устраивать фундаменты близко к существующим зданиям. По проекту подошва вновь возводимых фундаментов часто должна устраиваться глубже, чем у существующих. Это обстоятельство в ходе выполнения строительных работ может привести к деформациям существующих зданий из-за смещения грунта.

Во многих эксплуатируемых 3-5 этажных жилых домах подвальные помещения не используются. Если эти здания располагаются в центре города, то часто возникает необходимость приспособить существующие подвалы под предприятия торговли или обслуживания. При этом во многих случаях требуется понижение пола подвала для обеспечения необходимой высоты помещений.

Под некоторыми зданиями подвал не был предусмотрен, но фундаменты имеют достаточно большую глубину заложения 2,0-2,5м. В этих случаях может потребоваться отрывка грунта для устройства подвального помещения.

В промышленных зданиях при изменении технологического процесса обычно возникает необходимость в замене фундаментов под оборудование. При этом подошвы новых фундаментов могут располагаться даже ниже, чем основные фундаменты колонн здания. Отрывка котлованов внутри промзданий обычно требует тщательного обоснования из-за значительных нагрузок на существующие фундаменты, высокого уровня подземных вод, действия динамических нагрузок и других обстоятельств.

В статье [1] описана ликвидация аварийного состояния, возникшего в историческом здании гостиницы в г.Саратове из-за отрывки котлована. При проектировании реконструкции не был выполнен анализ напряженного состояния здания гостиницы при устройстве котлована рядом с ним. В процессе производства работ в существующем здании образовались трещины и была прекращена его эксплуатация. Возникла угроза обрушения торцевой стены и она была временно раскреплена.

В статье [2] приведена информация по укреплению откосов лессового грунта в г. Ростове-на-Дону при строительстве зданий в плотной городской застройке. Показана возможность отрывки котлованов глубиной 10-15 м (рис.1)

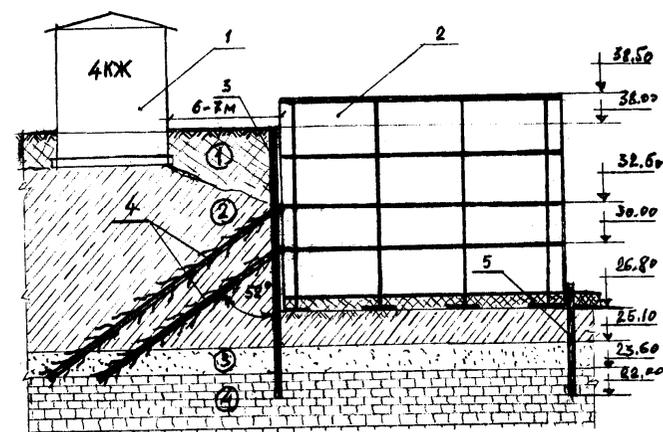


Рис 1. Схема укрепления склона, (1-существующее здание, 2-возводимое здание, 3,5 – сваи, 4 – анкеры)

В статье [3] отмечается, что в последнее время участились случаи разрушения зданий при отрывке глубоких котлованов. Выделены несколько методов защиты существующих зданий: подведение фундамента, укреплением откоса подпорной стенкой и закреплением грунта.

Важность и ответственность устройства глубоких котлованов в существующей исторической застройке рассматривается в статье [4]. Для обеспечения безаварийного выполнения работ разработан специальный Интернет-ресурс, позволяющий нескольким специалистам одновременно работать с проектом геотехнических работ, контролировать ход работ и своевременно принимать решения по необходимой корректировке.

Метод расчета зданий вблизи глубоких котлованов рассматривался Ильичевым В. А. и Никифоровой Н. С. [5]. Предложена расчетная модель здания в виде балки на упругом основании. Показано соответствие этого расчета с численным анализом по программе «PLAXIS».

Предложенный метод расчета достаточно сложный и вместе с тем не очень точный, т.к. состоит из двух этапов. Первоначально определяется жесткость основания и его смещения, а затем определяются усилия в здании, как балке на упругом основании. Целесообразна разработка и апробирование более адекватной расчетной модели.

В настоящее время в Украине мало внимания уделяется обобщению опыта отрывки грунта и устройству фундаментов у существующих зданий. Об этом свидетельствует практически полное отсутствие регламентаций в нормативных документах. Вместе с тем анализ и регламентирование этих вопросов может повысить надежность производства работ и снизить стоимость реконструкции.

Для оценки устойчивости откосов совместно с конструкциями крепления и определения осадок фундаментов в процессе строительства необходимо