

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ
СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ПРОМЫШЛЕННОЕ
И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»**
(г. Минск, БНТУ — 24.05.2011)

УДК 624.04–048.26+69.059.7

**ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ
КОНСТРУКЦИЙ ФОРМОВОЧНОГО ЦЕХА
СОЛИГОРСКОГО ДСК**

КАЗАЧЕК В.Г.

Институт НИПТИС имени С.С. Атаева
Минск, Беларусь

ШИЛОВ А.Е.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

ВВЕДЕНИЕ

Для оценки состояния строительных конструкций формовочного цеха ОАО «Солигорский ДСК» в связи с намечаемой реконструкцией выполнено детальное обследование конструкций с определением фактических геометрических и прочностных параметров конструкций, их армирования и технического состояния с применением вскрытий, использованием электронных приборов неразрушающего контроля; обработка и анализ полученных данных, оценка соответствия конструкций проекту и предполагаемым нагрузкам, разработка выводов и рекомендаций по результатам работы, а также технических решений по исправлению имеющихся дефектов конструкций.

АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНОЕ И КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ЗДАНИЯ

Обследуемое здание формовочного цеха запроектировано в 1989-1991 гг. институтом "Белгипрострой" (объект № 26487-2.2. Реконструкция завода СЖ БИ Солигорского ДСК формовочного цеха). В пределах обследуемой зоны формовочного цеха предполагается модернизация технологического оборудования с организацией выпуска железобетонных изделий КПД.

Рассматриваемый участок здания запроектирован в сборном железобетоне. Поперечные многопролетные рамы расположены с шагом 12 м и образованы сборными железобетонными призматическими колоннами с отметкой оголовка 10.800, защемленными в стаканах монолитных столбчатых фундаментов и стропильными фермами, пролетом 18 м и 24 м. Фермы безраскосные, для скатной кровли. Плиты покрытия – ребристые размером 3×12 м.

В проекте применены следующие основные типовые конструкции:

- железобетонные несущие колонны – по серии 1.424.1-5;
- железобетонные колонны для продольного и торцевого фахверка – по серии 1.427-3;
- преднапряженные безраскосные стропильные фермы по серии 1.463-3, вып.1, 2;
- ребристые преднапряженные комплексные плиты покрытия по серии 1.465.1-10/82, вып.2;
- перегородки панельных зданий промышленных и сельскохозяйственных зданий – серия 1.030.9-2;
- стены наружные из однослойных панелей – серия 1.030.1-1;
- стеновые панели для отапливаемых зданий с шагом колонн 12 м по серии 1.432.1-18, с отдельными кирпичными участками;
- цокольные стеновые панели каркасных зданий промышленных предприятий. Шифр 83-01/1.

За относительную отметку 0.000 принята отметка чистого пола цеха (абс. отм.154.45). Кирпичные участки наружных стен (в зоне ворот и др.) запроектированы из керамического рядового кирпича. Внутренние стены и перегородки – панельные и из керамического рядового полнотелого кирпича.

Наружные стены запроектированы из керамзитобетонных панелей $t=250$ мм; $D = 1000$ м³ по серии 1.030.1-1 в опалубке панелей серии 1.432.1-18. Панели нижнего ряда – по шифру 83-01/1. Внутренние стены и перегородки – из сборных железобетонных панелей по серии 1.030.9-2 из тяжелого бетона и кирпичные.

Обследуемое здание в осях Г-Ж более 10 лет находится в стадии незавершенного строительства и пристраивалось к существующему формовочному цеху.

Учитывая длительный срок нахождения в неэксплуатационном состоянии, а также изменения нормативных требований к конструкциям и нагрузкам с момента разработки базового проекта, при отсутствии исполнительной документации (что не позволяет документально подтвердить соответствие конструкций проектным маркам), наличие видимых недоделок и дефектов и т.д., выполнено детальное обследование здания, включающее необходимые измерения и испытания.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ. КРОВЛЯ

Проектом предусмотрено применение комплексных плит с утеплителем из битумоперлита $L=400$ кг/м²; $S=100$ мм с 2-слойным рубероидным покрытием и гравийной посыпкой. Однако в натуре конструкция оказалась иной. Выполнены обмеры, семнадцать вскрытий кровли и её дефектация.

На всех обследованных участках составы кровли в целом отличаются, однако на основной площади ее состав примерно одинаков и включает пароизоляцию, утеплитель – полистиролбетон $t=100$ мм, асфальтобетонную стяжку $t=10-30$ мм и рулонный ковер.

Общее состояние кровли можно охарактеризовать как не удовлетворительное. К наиболее значимым дефектам кровли следует отнести:

1. На кровле повсеместно выявлены морщины, воздушные и водяные мешки, складки, непрочные швы и недостаточный нахлест рулонов, механические и гнилостные повреждения ковра, выполненного из рубероида на картонной основе.

2. Примыкания к парапетам и т.п. выполнены не по типовым решениям. Ковер местами отслаивается в примыканиях, имеются его порывы.

3. Уклоны к воронкам внутреннего водостока организованы некачественно, разуклонка в продольном направлении практически отсутствует, и в ендовах в дождливый период образуются крупные зоны застоя атмосферной влаги глубиной слоя до 200 мм. Местами произрастает растительность, мох.

В результате, наибольшие повреждения выявлены в ендовах на полосе шириной 4-6 м, где отсутствуют проектные крепления ковра к подоснове и при большом уклоне в жаркую погоду подоснова размягчается, ковер "сползает" в виде складок и т.п.

4. Утеплитель во вскрытиях в ендовах включает дополнительно керамзит и т.п., часто увлажнен, но на скатах и в коньке кровли находится, как правило, в удовлетворительном состоянии.

5. Получены результаты лабораторных испытаний материалов конструкции кровли, их весовые характеристики в воздушно сухом и в водонасыщенном состоянии. Теплозащитные характеристики существующей кровли не удовлетворяют действующим нормам. Расчетный собственный вес кровли и плит покрытия в комбинации со снеговой нагрузкой составляют $\approx 550 \text{ кг/м}^2$, но на отдельных участках в ендовах может достигать 800 кг/м^2 . При этом полные расчетные комбинационные значения близки или превышает значения несущей способности многих плит покрытия.

ПЛИТЫ ПОКРЫТИЯ

Результаты измерения геометрии плит покрытия, анализ данных их вскрытия и определения прочности бетона, позволяют заключить:

1. Большинство плит размером $3 \times 12 \text{ м}$ по параметрам сечений могут быть отнесены к серии 1.465-3 второго типоразмера опалубки (марки П П/3-12) с шагом поперечных ребер 1 м. Выявлено также пять плит I типоразмера (шаг ребер 1,5 м).

2. Выявлено три типа стержневого армирования плит II типоразмера – $2\text{Ø}22$ п.н., $1\text{Ø}22+1\text{Ø}25$ п.н.; $1\text{Ø}22+1\text{Ø}28$ п.н. в каждом ребре плиты. Судя по соотношению диаметров и расположению стерж-

ней, в I и II варианте применена арматура класса AIV, плиты с 2-я фонарными пролетами имеют несущую способность 520 кг/м². Основная масса плит армирована по 2Ø22AIV в каждом ребре.

Параметры данных плит позволяют заключить, что данные плиты могут быть отнесены к марке $\frac{III AIV}{3 \times 12}$ -4, предназначенной под полную расчетную нагрузку (с учетом собственного веса плит) 770 (700) кг/м². Они могут быть отнесены к марке III AШв/3×12-5 под полную расчетную нагрузку 590 кг/м². Учитывая разнообразное расположение плит с различным армированием в плане здания, данную нагрузку следует учитывать при оценке соответствия плит действующим и предполагаемым нагрузкам. Прочность бетона плит превышает проектную и находится в пределах (40-50) МПа.

Анализ технического состояния плит покрытия позволяет заключить, что критических дефектов плит не обнаружено, чрезмерных прогибов, силовых трещин и т.п. не выявлено, однако обнаружены перечисленные ниже дефекты.

а. Имеются отдельные зоны со следами длительного увлажнения из-за протечек кровли, особенно в зонах отверстий, водосточных воронок. В этих зонах выявлены ржавые подтеки, шелушения поверхности. Основные места с такими повреждениями – полка плиты и зоны ребер вблизи незаполненных швов между плитами, в том числе у воронок внутреннего водостока, у примыканий к парапетам и т.д. не соответствующих типовым узлам.

б. Массовых характерных признаков коррозии рабочей арматуры не выявлено. Однако отдельные ржавые следы и продольные трещины обнаружены в отдельных местах, например в зонах заниженного защитного слоя бетона конструктивных ребер и т.д. В продольных ребрах, также выявлены единичные сколы бетона, но вскрытиями не выявлено коррозии арматуры.

в. К другим дефектам плит покрытия следует отнести "следы" арматурных сеток на потолочной поверхности полок плит или боковых поверхностей ребер из-за несоблюдения проектной величины защитного слоя бетона. Имеются механические сколы бетона поперечных ребер с оголением арматуры, неиспользуемые отверстия в полках.

г. Повсеместно корродируют закладные подкладные и соединительные элементы.

д. Принятые в типовых решениях размеры опор теоретически обеспечивают достаточные размеры площадок опирания плит (90 мм в пределах контакта закладных деталей в каждом направлении), при высоком качестве монтажа. В действительности же, с учетом накопления суммы отклонений значений технологических параметров, от их номинальных проектных величин (даже если каждое из них не превышает установленных допусков), результирующий параметр – глубина опирания плиты иногда не соблюдается.

Разработаны рекомендации по ремонту и усилению плит.

СТРОПИЛЬНЫЕ ФЕРМЫ

Проектом в покрытии предусмотрены безраскосные фермы для скатной кровли по серии 1.463-3 вып.1 и 2. В зависимости от местоположения ферм. Предусмотрены две основные марки по несущей способности IV типоразмера опалубки – ФБ18IV-10П и V типоразмера опалубки – ФБ 24V-13П.

Для оценки соответствия ферм проектным параметрам, выполняли обмеры ферм, вскрытие арматуры элементов, исследование торцов ферм в доступных местах. Выявлено, что, вне зависимости от местоположения ферм пролетом 18 м, все они армированы 10Ø15K7 и в целом могут быть отнесены к марке ФБ-18IV-10П, которая может быть использована в данной габаритной схеме покрытия в зоне без снеговых мешков под полную расчетную нагрузку 550 кг/м² без подвешного оборудования.

Армирование и геометрия ферм пролетом 24 м также соответствует проекту. Данные фермы могут быть использованы без подвешного оборудования при расчетной равномерно-распределенной нагрузке до 700 кг/м². Прочность бетона ферм находится в пределах не ниже проектной. Геометрические размеры сечений ферм имеют отклонения от номинальных в пределах – 0÷15 мм. Осмотр и обмеры ферм выполняли с автовышки и, где возможно с мостового крана. В пролетах $l=18$ м глубина опирания ферм на колонны превышает установленные в серии минимально-допустимые значения (190 мм от торца ферм до края закладной детали или подкладного

листа, или 160 мм – для крайней колонны). Состояние ферм в пролетах 18 м вполне удовлетворительное и видимых дефектов не выявлено. В отдельных местах визуально выявлены площадки опирания близкие к минимально допустимым, поэтому выполняли поэлементные обмеры узлов и обследование ферм.

Установлено, что в фермах пролетом 24 м имеются в различном сочетании следующие дефекты:

а. замокание отдельных участков ферм (в основном нижнего пояса), легкая коррозия закладных деталей, металлических пластин и т.д.;

б. неровности наружной поверхности (сверх допусков), отслоение окрасочного слоя, побелки и т.д.;

в. сколы бетона на глубину до 20-30 мм длиной 150-200 мм (в том числе в опорных зонах) без оголения арматуры;

г. малый защитный слой, следы каркаса на поверхности элементов и легкая коррозия конструктивной арматуры;

д. практически во всех опорных узлах ферм $l=24$ м выявлены характерные трещины, начинающиеся под верхней опорной пластиной в зоне расположения крайнего ребра плиты покрытия (на расстоянии $\approx 100-200$ мм от торца фермы), направленные примерно к нижнему углу торца фермы (т.е. под некоторым углом) и затухающие \approx на половине высоты опорного узла. Максимальное раскрытие трещин (в верхней части) составляет $0,8 \div 10$ мм достигая в отдельных узлах 1,5 мм. Характерно, что в обследованных узлах ферм пролетом 18 м таких трещин не выявлено. Причиной образования данных трещин является совокупное влияние нескольких факторов:

1. Опорные узлы насыщены конструктивной и рабочей арматурой, причем конструктивные стержни расположены в основном вертикально (включая, анкерные стержни большого диаметра от верхнего опорного листа). Защитный слой крайних стержней часто занижен вплоть до их "выхода" на боковую плоскость узла. Кроме того, непосредственно под большим листом закладной детали обычно концентрируются воздушные раковины и другие структурные дефекты в бетоне.

2. Нижняя зона опорного узла сильно обжата напрягаемой арматурой, а верхняя может быть даже несколько растянута от обжатия и от некоторого защемления опорного узла.

3. При отсутствии опорного уголка МС16, фиксирующего положение наклоненного ребра плиты, и распределяющего опорную реакцию по площади опорного листа фермы, точечная передача давления на лист $t=6$ мм ухудшает работу узла, приводя к местной концентрации напряжений под опорой.

4. Возможно, влияние оказывало также динамическое воздействие при монтаже плиты, при котором также возникала горизонтальная составляющая. В результате вполне возможно образование описанных трещин. Требуется укрепление данных узлов.

Анализ полученных данных позволяет заключить, что большинство выявленных дефектов может быть отнесено к разряду малозначительных и не оказывают заметного влияния на несущую способность ферм. Разработаны рекомендации по их устранению.

КОЛОННЫ

В соответствии с проектом на рассматриваемом участке формовочного цеха для крайних колонн использованы типовые колонны марки 6К 108-1 по серии 1.424.1-5, вып.1, в для средних (оси Б, В) марки 12К108-1. В соответствии с типовой серией (вып.0) данные колонны предназначены для зданий 5-8 пролетов 18 м или 24 м с кранами групповостью до 16 тс во до 16 тс, во II ветровом и IV снеговом районах.

Проектная марка бетона (средняя прочность) средних колонн – М400, а крайних – М300. Размеры сечений ($b \times h$) крайних и средних колонн одинаковы – 400*600 мм в надкрановой части и 400*800 мм – в подкрановой. Армирование - симметричное 2Ø22АШ с каждой стороны сечения.

Обследованием установлено, что в натуре армирование железобетонных колонн не ниже требуемого. Максимальные отклонения размеров сечений от номинальных составляют +20-0 мм, т.е. плюсовые отклонения несколько превышают допуски, установленные действующими стандартами. Защитный слой бетона иногда несколько завышен по сравнению с установленными требованиями. Прочность бетона крайних и средних колонн превышает проектную.

Техническое состояние колонн в целом удовлетворительное. Недопустимых искривлений, наклонов, крупных сколов бетона, трещин, лещадок и других признаков перегрузки колонн не выявлено. По своим параметрам колонны могут быть отнесены к проектным маркам и соответствуют предполагаемым нагрузкам.

Выполнена поэлементная дефектация колонн. В качестве основных (в основном незначительных) дефектов колонн следует отметить:

- 1 – замокание отдельных участков колонн с кровли;
- 2 – отслоение окрасочного слоя побелки;
- 3 – сколы бетона на глубину до 20-30 мм длиной 150-200 мм без оголения арматуры, в том числе в зоне оголовков;
- 4 – сколы бетона с оголением и легкой коррозией арматуры;
- 5 – продольные технологические трещины вдоль рабочих стержней верхней (при бетонировании) арматуры, которые образуются из-за "зависания" бетонной смеси над арматурой при укладке и твердении бетона;
- 6 – малый защитный слой и "следы" хомутов на плоскостях колонн с легкой коррозией арматуры.

Разработаны рекомендации по исправлению дефектов.

ФУНДАМЕНТЫ

По проекту фундаменты под колонны каркаса и фахверка монолитные, отдельностоящие с различными размерами и глубиной заложения. В зонах, примыкающих к существующим корпусам, размеры и заглубление фундаментов в проекте должны были быть уточнены при производстве работ в зависимости от фактического положения существующих фундаментов примыкающих зданий.

Проектной схемы фундаментов под оборудование в обследуемом формовочном цехе не найдено, однако, судя по доступным для осмотра незавершенным конструкциям, предусматривалось устройство массивных монолитных фундаментов различного габарита и заглубления, устройство продолжительных подземных проходных каналов с массивными монолитными или сборными стенками и перекрытиями, лотковых каналов и т.д.

На момент обследования конструкции подземного хозяйства были не завершены, отсутствовали полы и перекрытия, отдельные элементы стен и фундаментов под оборудование и т.д.

В процессе нашего обследования было выполнено шурфование и определение фактических параметров основных типов фундаментов под колонны каркаса здания основных элементов стен каналов и некоторых фундаментов под оборудование, а также дополнительные их обмеры для принятия последующего решения о возможности их частичного использования при разработке проекта размещения нового технологического оборудования или определения объемов необходимых демонтажных работ.

Для определения прочности бетона фундаментов использовали неразрушающий ударно-импульсный метод (электрический прибор "ОНИКС 2,51"). Как следует из результатов обследования, геометрические и прочностные параметры фундаментов близки к проектным данным. Качество бетона удовлетворительное.

Признаков перегрузки фундаментов и оснований, неравномерных осадок и т.п. не наблюдается. Полученные схемы расположения существующих фундаментов под оборудование следует использовать в дальнейшем в проектных проработках.

ВЫВОДЫ

1. Обследованный объект в течение длительного периода времени находился в стадии незавершенного строительства без выполнения всех необходимых мероприятий по техническому обслуживанию и содержанию конструкций. За этот период конструкции подвергались различным видам физико-химических воздействий, источником которых являются осадки (дождь, туман, снег), твердые частицы и газообразные компоненты, содержащиеся в воздухе, солнечное облучение, ветровое давление, суточное колебание температуры и влажности воздуха. Это привело к развитию во времени дефектов различной степени значимости, подробно описанных в тексте отчета. Места расположения дефектов приведены в дефектных ведомостях отчёта по обследованию, а рекомендации по их устранению даны ниже.

2. Обследованием выявлены фактические параметры и техническое состояние несущих и ограждающих конструкций, недоделки и отступления от проекта, норм, которые необходимо учесть при разработке проекта реконструкции. Планируемые технологические нагрузки следует согласовать с выявленными обследованием фактическим состоянием и несущей способностью конструкций.

3. Рекомендации по ремонту и технические решения по усилению конструкций разработаны на основании анализа данных натурного обследования конструкций и сгруппированы в необходимых случаях по отдельным конструктивным элементам со ссылками где это необходимо на приложения, в которых изложены в том числе и технологические приемы, рекомендуемые для различных типов конструкций, имеющих однотипные дефекты (например, дефекты структуры бетона, коррозионные повреждения и т.п.). Учитывая большое разнообразие конкретных отступлений от требований норм, дать адресные рекомендации по каждому дефектному месту иногда не представляется возможным. Поэтому в отдельных случаях даны принципиальные технические решения по устранению дефектов, обозначенных в ведомостях и на схемах дефектов. Конкретные параметры отдельных узлов должны быть уточнены "по месту" при выполнении усиления. При исправлении дефектов структуры бетона, поверхностных повреждений, сколов, трещин и т.п. наряду с рекомендуемыми в приложениях отчёта мероприятиями, в проекте можно предусматривать и другие современные технологии, и ремонтные материалы, позволяющие качественно решать конкретные задачи по восстановлению эксплуатационных качеств конструкций.

4. Общей для всех стальных и железобетонных конструкций рекомендацией является очистка всех конструкций, включая закладные соединительные элементы и нанесение новых защитных покрытий.

5. На кровле повсеместно выявлены значительные и критические дефекты ковра, местные увлажнения и повреждения стяжки, а в отдельных зонах и утеплителя. Примыкания кровли к надстройкам повреждены, уклоны в ендовах не обеспечены. Имеются крупные зоны застоя влаги, гидроизоляция не обеспечена и выявлены многочисленные протечки с увлажнением нижележащих конструкций.

Теплотехнические характеристики кровли не удовлетворяют требованиям действующих норм. Расчетная нагрузка для плит покрытия близка к предельно допустимой или превышает ее.

Частичный демонтаж кровельного "пирога" (поврежденного рулонного покрытия и асфальтобетонной стяжки) с последующим дополнительным утеплением (при принятии решения о его необходимости) практически невозможен, т.к. при этом будет значительно поврежден верхний слой полистиролбетона.

В связи с вышеизложенным, считаем целесообразным выполнить полную замену кровли на облегченную кровлю из эффективных современных материалов.

6. Критических дефектов, признаков перегрузки плит покрытия не выявлено. К основному дефекту следует отнести неудовлетворительное опирание и отсутствие проектной приварки многих плит к верхнему поясу стропильных ферм. Требуется усиление дефектных узлов опирания. Усилению подлежат все узлы с недостаточными площадками опирания ($l \leq 80$ мм). К другим дефектам, требующим выполнения ремонтных работ, следует отнести зоны увлажнения плит, иногда с поверхностной деструкцией потолочной поверхности плит и ребер вблизи незаполненных швов, особенно в ендовах, в местах поврежденных примыканий ковра к надстройкам и т.д. Выявлены мелкие технологические трещины с высолами, коррозия закладных и соединительных элементов.

7. В дефектных узлах опирания крайних ребер плит покрытия на опорные узлы ферм пролетом 24 м необходимо усиление.

Работы по замене кровли допускается выполнять в летнее время, до усиления вышеперечисленных конструкций покрытия. Проект производства работ должен предусматривать максимальную осторожность при отсутствии динамических воздействий, перегрузки отдельных участков покрытия складываемыми материалами и т.п. После демонтажа кровли, до устройства новой кровли, следует по возможности связать смежные подъемные петли плит покрытия скрутками и выполнить прочистку и качественную заделку швов между плитами в соответствии с типовыми решениями, заделку неиспользуемых отверстий и проемов в плитах.

8. Допустимая расчетная нагрузка на фермы (без подвесного оборудования) – 700 кг/м². В стропильных фермах выявлены харак-

терные дефекты, связанные с некоторыми отступлениями от проекта в части соблюдения требуемых защитных слоев, механических сколов, замоканию и т.п., аналогичные дефекты выявлены и в колоннах. Колонны и фундаменты каркаса зданий соответствуют предполагаемым нагрузкам.

9. В целом наружные и внутренние стены из керамзитобетонных и бетонных панелей, кирпичные участки имеют разнообразные дефекты различной степени значимости. К характерным дефектам следует отнести трещины на наружной поверхности, местное повреждение защитного слоя иногда с оголением и коррозией участков арматурных сеток, закладных и соединительных элементов, повреждения граней и заполнений швов между стеновыми панелями, повреждение или отсутствие отмостки.

В целом наружные ограждения не удовлетворяют действующим нормам по теплозащите. Следует предусмотреть мероприятия по уменьшению теплопотерь через стены и окна. В случае принятия проектного решения об утеплении наружных стен, обработка и подготовка поверхности должна производиться по технологии, принятой в соответствующей системе утепления. В проекте реконструкции следует предусмотреть защиту парапетов и подоконных участков стен в соответствии с типовыми решениями, планировку прилегающей территории, устройство новой отмостки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конструкции бетонные и железобетонные: СНБ 5.03.01–02. / МАиС РБ. – Минск, 2003.– 140 с.
2. Обследование и испытание зданий и сооружений: учебник для 25 вузов / В.Г. Казачёк [и др.]; под ред. В.И. Римшина. – 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Высш. шк., 2006. – 655 с.