

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ  
СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ПРОМЫШЛЕННОЕ  
И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»**

(г. Минск, БНТУ — 24.05.2011)

УДК 693.22.004.18

**К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ  
СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ГИПЕРБОЛИЧЕСКИХ  
КИЛЕВЫХ ПАНЕЛЕЙ-ОБОЛОЧЕК ПОКРЫТИЯ**

*ЗВЕРЕВ В.Ф., ЛЕОНОВИЧ С.Н., ПЕЛЮШКЕВИЧ А.И.,  
КАЗАЧЕНКО Н.Я., БОРИСИК С.Ю.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

В сентябре – октябре 2010 года авторами статьи было выполнено обследование конструкций покрытия спортзала и бассейна здания средней школы в п. Чисть Молодечненского района Минской области с целью оценки их технического состояния в связи с образованием дефектов в оболочках покрытия в процессе их эксплуатации.

Здание средней школы в п. Чисть Молодечненского района Минской области построено в середине 90-х годов 20 века.

Обследуемые объемы здания (бассейн и спортзал) бескаркасные, прямоугольные в плане, с продольными несущими кирпичными стенами. Максимальные размеры в плане: бассейна – 36х20 м; спортзала – 30х20 м.

Конструкции оболочек покрытия на протяжении нескольких лет до начала строительства находились на открытом складе строительной площадки и постоянно подвергались атмосферным воздействиям.

После возведения объекта и монтажа конструкций покрытия в процессе эксплуатации здания работниками школы были обнаружены трещины в ребрах сборных железобетонных оболочек.

В 2006 году было выполнено обследование здания специалистами ЗАО «СТРОЙПРОЕКТ» г. Молодечно, по результатам которого были выданы рекомендации по снижению нагрузок на покрытие путем облегчения конструкции кровли. Реализация данных рекомендаций не была выполнена.

Кровля здания бассейна и спортзала рулонная, утепленная, с наружным неорганизованным водостоком со стороны дворового фасада; организованным – по главному фасаду.

Уклон кровли обеспечен за счет конструкций покрытия (панели-оболочки), частично изменением толщины слоя теплоизоляционного покрытия (керамзитовый гравий), или за счет изменения толщины слоя цементно-песчаной стяжки.

Обследованием кровли установлено:

– техническое состояние рулонного ковра оценивается как неудовлетворительное, имеются многочисленные разрывы и трещины. Наблюдается бугристость рулонного покрытия, превышающая установленные допуски, и связанная с некачественной проклейкой ковра, образованием воздушных мешков и отслоением покрытия из-за некачественной просушки и подготовки нижележащих слоев кровли.

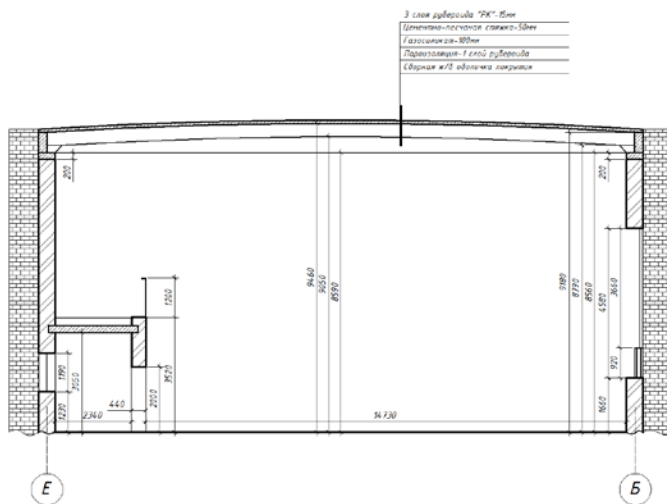
При вскрытии кровли установлено, что слои рубероида, имеют деструктивные изменения – гниение, разложение и расслоение картонной основы.

– техническое состояние основания водоизоляционного ковра из цементно-песчаной стяжки также оценивается как неудовлетворительное. При вскрытии установлено, что стяжка разморожена, водонасыщена, имеет низкую механическую прочность.

– слой теплоизоляции кровли из пенополистирола над бассейном, и из газосиликатных плит над спортзалом находится в водонасыщенном состоянии. Пароизоляция в результате старения и увлажнения утратила свои свойства. Это привело к появлению многочисленных зон увлажнения нижней поверхности панелей-оболочек покрытия.

Несущими конструкциями покрытия спортзала и бассейна являются сборные железобетонные гиперболические килевые панели-оболочки размером 18.0x3.0x1.0(h) м (рис. 1-3), запроектированные по ТУ 223БССР44-22, марка оболочек согласно проектной документации - ПОУ18.3-1К7-К<sup>а</sup>.

а)



б)

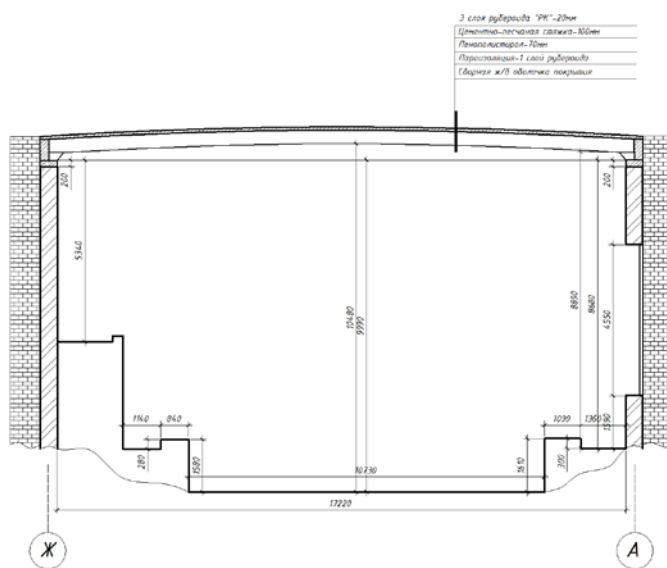


Рис. 1. Поперечные разрезы спортзала (а) и бассейна (б)

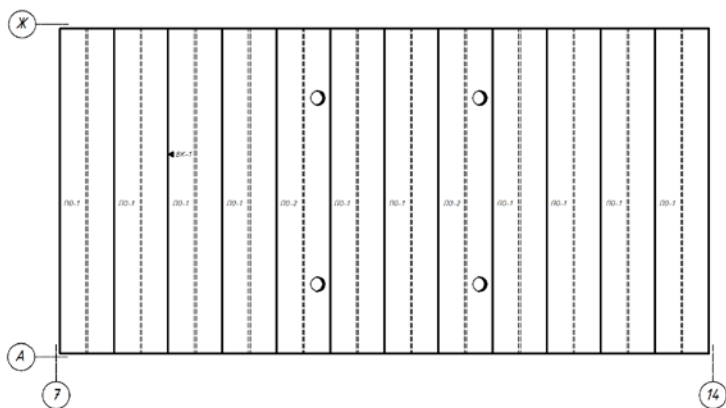


Рис. 2. Схемы раскладки панелей-оболочек покрытия над бассейном

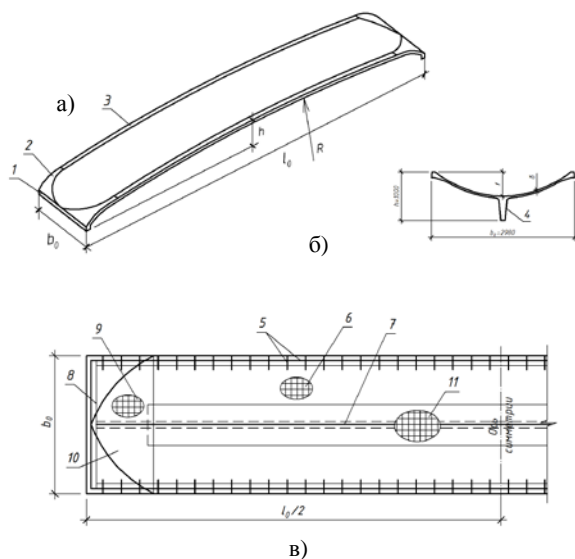


Рис. 3. Гиперболическая килевая панель-оболочка:

а – общий вид; б – поперечное сечение; в – план армирования; 1 - торцевое ребро; 2 – наклонная торцевая диафрагма; 3- продольный борт; 4 – киль; 5 – каркас продольного ребра; 6 – сварная сетка оболочки; 7 - предварительно напряженная арматура; 8 – арматура торцевого ребра; 9 – верхняя сварная сетка; 10 – то же, нижняя; 11 – верхняя сварная сетка над килем

Вскрытием опорных зон панелей-оболочек установлено, что они опираются на кирпичные стены здания через сборные железобетонные опорные подушки размером 3.0x0.5x0.2(н) м.

Армирование продольных ребер оболочек выполнено четырьмя предварительно напряженными канатами Ø15К7.

Средняя прочность бетона сборных оболочек покрытия, полученная по результатам неразрушающего контроля составляет 37.5...39.2 МПа, что соответствует классу бетона С25/30.

С целью определения фактических прогибов оболочек покрытия спортзала и бассейна была выполнена их нивелировка в середине пролета и в опорных точках. В результате съемки установлено, что большинство оболочек имеют прогиб меньше допустимого ( $a_{lim} = l/250 = 72$  мм), однако необходимо отметить, что нивелировку конструкций выполняли при отсутствии снеговой нагрузки.

В ходе натурального обследования выявлены следующие дефекты конструкций покрытия:

– многочисленные нормальные сквозные трещины в продольных ребрах оболочек. Ширина раскрытия трещин составляет 0.2...1.0 мм, трещины локализуются преимущественно в средней трети пролета оболочек, в зоне действия максимальных изгибающих моментов (рис. 4).

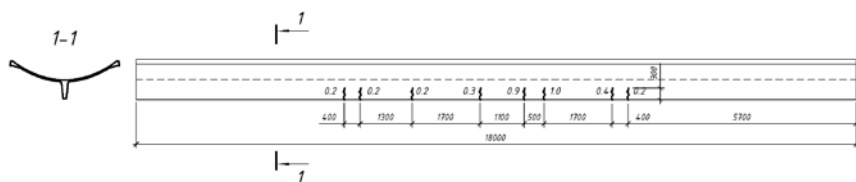


Рис. 4. Характерная карта трещин в ребрах оболочек покрытия

– имеются места с заниженной толщиной защитного слоя бетона полок оболочек бассейна, что при агрессивной среде эксплуатации (класс XD1 по табл.5.2 [5]) привело к отслоению защитного слоя и коррозии арматуры (15..20%);

– увлажнение нижней поверхности оболочек вследствие протечек кровельного покрытия.

По результатам обследования с учетом фактического армирования, прочностных и геометрических характеристик были выполне-

ны поперечные расчеты сборных железобетонных панелей-оболочек покрытия.

Фактическое поперечное сечение панели-оболочки приведено на рис. 5.

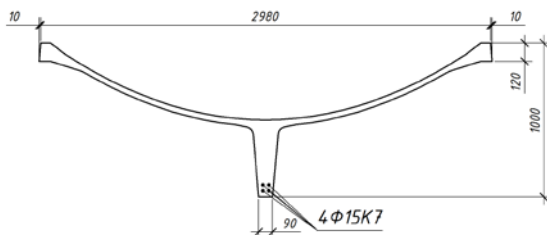


Рис. 5. Фактическое сечение панели-оболочки покрытия

В расчетах рассмотрено два варианта приведенного сечения оболочек (рис. 6). Такое решение было принято вследствие того, что при изготовлении оболочек их края доводились до требуемых геометрических размеров вручную, о чем свидетельствует некачественная волнистая поверхность бетона.

*Приведенное сечение №1*

*Приведенное сечение №2*

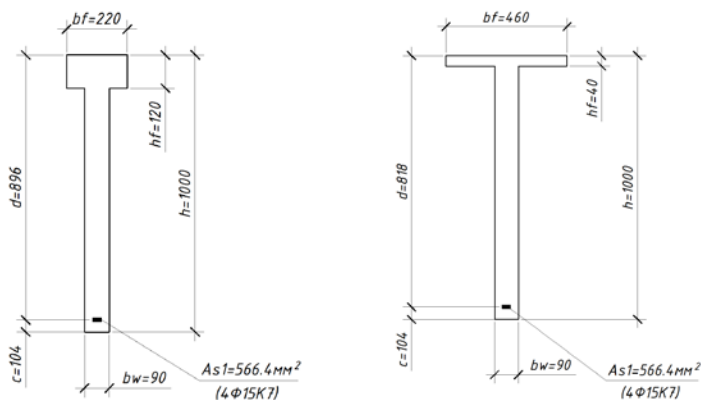


Рис. 6. Варианты приведенных сечений панели-оболочки

Изгибающий момент от внешних нагрузок составил  $M_{sd} = 800$  кНм, значение воспринимаемых моментов для первого варианта приведенного сечения  $M_{rd1} = 457$  кНм; для второго –  $M_{rd2} = 422$  кНм.

Таким образом, выполненные поверочные расчеты панелей-оболочек с учетом двух вариантов приведенных сечений свидетельствуют об их недостаточной несущей способности.

Визуальное и инструментальное обследование конструкций покрытия, поверочные расчеты и анализ полученных результатов позволили сделать следующие выводы:

- конструкции покрытия над бассейном эксплуатируются более 15 лет в условиях неблагоприятного сочетания параметров среды – температуры, влажности, воздухообмена, наличия агрессивных газов, что способствует развитию коррозионных процессов бетона и арматуры;

- наличие большого числа трещин и величина их раскрытия при армировании ребер стальными канатами свидетельствует о перегрузке оболочек, кроме того, при классе эксплуатации XD1 (бассейн) недопустимо их дальнейшее использование;

- техническое состояние сборных железобетонных панелей-оболочек покрытия оценивается в соответствии с п. 8.18 [3] как предельное (предаварийное) – V категория технического состояния.

Учитывая техническое состояние сборных железобетонных панелей-оболочек покрытия спортзала и бассейна, а также невозможность их усиления вследствие их необратимых дефектов, было рекомендовано произвести их демонтаж.

### ***ЛИТЕРАТУРА***

1. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07-85 / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 36 с.
2. Изменения №1 РБ к СНиП 2.01.07-85. Приказ Минстройархитектуры РБ №166 от 18.06.2004.
3. Здания и сооружения. Основные требования к техническому состоянию и обслуживанию строительных конструкций и инженерных систем, оценке их пригодности к эксплуатации: СНБ 1.04.01-04. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2004. – 20 с.
4. Обследование строительных конструкций зданий и сооружений. Порядок проведения: ТКП 45-1.04-37-2008. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2008.
5. Бетонные и железобетонные конструкции: СНБ 5.03.01-02. – Минск: Минстройархитектуры Республики Беларусь, 2003. – 139 с.