

Сущность его состоит в следующем. При поступлении очередного требования, согласно объему работы, определяется интервал гистограммы, в пределах которого этот объем находится. В дальнейшем объем работы считается равным  $W_j$ . Значение гистограммы корректируется по формулам:

$$P_{W_i}^1 = \frac{P_{W_i}^0}{1 + \alpha}, \quad \text{при } i \neq j,$$

$$P_{W_i}^1 = \frac{P_{W_i}^0 + \alpha}{1 + \alpha}, \quad \text{при } i = j,$$

где,  $P_{W_i}^0$  - предыдущее значение ординаты гистограммы 1-го интервала;

$P_{W_i}^1$  - последующее значение ординаты гистограмм 1-го интервала;

$\alpha$  - коэффициент, являющийся аналогом коэффициента экспоненциального сглаживания.

В отличие от метода экспоненциального сглаживания значение коэффициента, а необходимо выбирать малым. Хорошие результаты получаются, если для этой цели использовать формулу.

$$\alpha = \frac{1}{10 \cdot K_{WP}} \quad /5/$$

Адаптация значений времени перебазировки и подготовительно-заключительных операций производится также с помощью метода экспоненциального сглаживания.

Для решения задачи формирования парка строительных машин необходимо знать их технические характеристики. Положим, что для  $j$ -ой машины ( $j = 1, 2, \dots, K_m$ ) заданы следующие характеристики:

$R_{Cj}$  - постоянные затраты на одну перебазировку;

$R_{Wj}$  - постоянные затраты на единицу измерения выполняемых работ;

$t_{ПРj}$  - среднее время перебазировки и подготовительно-заключительных операций, приходящееся на одну перебазировку;

$V_{СРj}$  - средняя скорость движения при перебазировке;

$P_{Mj}$  - производительность машины.

Указанная совокупность параметров является минимальной. Первые два параметра необходимы для оптимального распределения машин при выполнении работ. Вторые три - для определения времени, необходимого для выполнения каждой работы.

Если для перебазировки используются трайлеры, то для определения их количества необходимо задать параметры:

$V_{СРТ}$  - средняя скорость движения трайлера;

$t_{ПТ}$  - постоянные затраты времени подготовительно-заключительных операций.

**Выводы.** Задача управления составом парка заключается в определении оптимального пополнения с учетом изменения программы работ, списания

старых машин и возможностей приобретения, новых в течение планируемого отрезка времени. Задачу формирования нового парка можно рассматривать как частный случай задачи нахождения его оптимального пополнения, когда количество машин каждого типоразмера, находящихся в парке, равно нулю.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Державні будівельні норми України. Будівельна техніка, оснастка, інвентар та інструменти. Вимоги до розробки засобів механізації в будівництві оцінка їх технічного рівня: ДБН В.2.8.-1-96: Затв. Дерком-містобудування України від 07.07.95-вид.офіц.-к.-32с.
2. Исследования факторов, влияющих на эффективность работ строительно-монтажных организаций в условиях выполнения работ реконструкции и технического перевооружения производства: отчет о НИР/Мак ИСИ. Инв. № В 58549 Макиевка, 1985-87с.
3. Разработки программного обеспечения и банка данных технико-экономических характеристик стреловых кранов для вариантного проектирования с применением персональных ЭВМ. Часть1: отчет НИР/Луганский филиал НИИСП Госстроя УССР; № ГР01890024923; Инв.№ Б-564.423-90-Луганск 1990г.-91с.
4. Рекомендации по составу и структуре парка основных строительных машин для строительства и реконструкции действующих промышленных предприятий: отчет НИР/ЦНИИОМТП Госстроя СССР; № ГР0184058856.- М., 1985г.-243с.
5. Радкевич А.В. Управління технічного розвитку парку будівельно-дорожніх машин.//Управління проектами та розвиток виробництва. Збірник наукових праць.-000 СП «Флори Інтер»,-Дніпропетровськ: 2000р.-с.42-46.

#### УДК 624.015.5

#### НАДЕЖНОСТЬ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ВИСЯЧИХ ВАНТОВЫХ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ

*С.Н. Яровой, к.т.н., В.И. Петров, к.т.н., Горовый А.И., А.И. Воронецкий\*, к.т.н., Е.Ю Дорощев\**

*ЗАО институт "Харьковский Промстройинипроект",*

*\*НПП "Спецгеонарк", г.Москва.*

В 60-тые и 70-тые годы прошлого столетия было построено большое количество общественных зданий, в которых в качестве несущих элементов покрытия использовались висячие вантовые нити. К настоящему времени здания эксплуатируются около 50-ти лет. Несущие гибкие вантовые нити (металлические троса или арматура) замоноличены в железобетонных плитах

покрытия, доступ к ним затруднен и сложно оценить их состояние под воздействием коррозионного износа за длительный период эксплуатации. В последние годы произошли несколько обрушений общественных зданий с вантовыми большепролетными покрытиями (Басманный рынок в г. Москва и др.), приведших к гибели большого количества людей.

За последние год сотрудники института «Харьковский Промстройинипроект» обследовали два общественных здания с большепролетными вантовыми покрытиями, построенных в г. Харькове: киноконцертный зал «Украина» и крытый Новосалтовский рынок.

Здание киноконцертного зала «Украина» построено в 1963 году. Зал запроектирован в виде единого амфитеатра с габаритными размерами в плане 45x48 м (рис. 1). Оболочка покрытия по форме близка к части поверхности гиперболического параболоида, огражденной двумя параболическими арками со стрелами подъема 31.275 м и 20.365 м, при углах наклона к горизонту соответственно 12° и 45°.

По конструктивной схеме покрытие зала представляет собой армоцементную оболочку, подвешенную к системе взаимно напряженных несущих и стабилизирующих тросов, замоноличенных в системе оболочки. Нагрузки от покрытия воспринимаются железобетонным контуром из двух монолитных железобетонных арок и передаются на два фундамента, расположенных в местах пересечения арок.

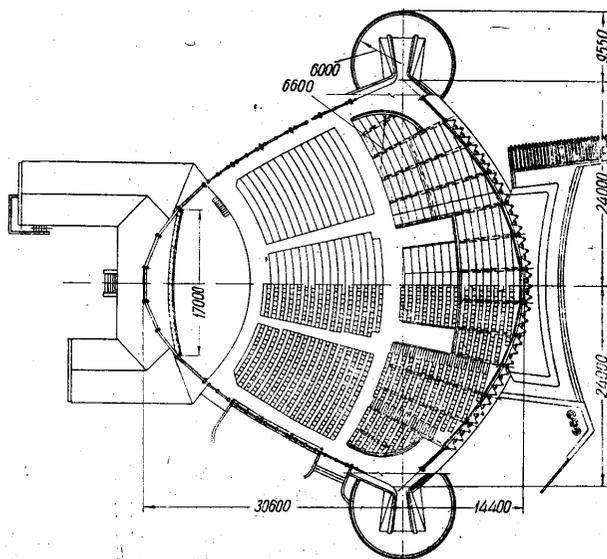


Рис. 1. План киноконцертного зала «Украина».

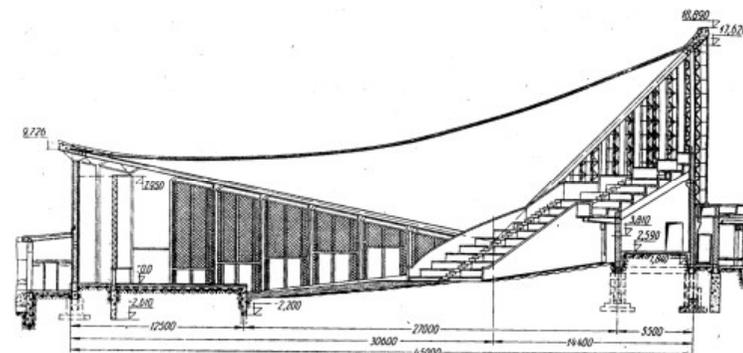


Рис. 2. Продольный разрез киноконцертного зала «Украина».

Покрытие выполнено из сборных армоцементных панелей одного типоразмера в виде консольно-балочных плит с желобами для несущих тросов. Приведенная толщина армоцементных панелей – 30 мм. Омоноличивание стыков панелей производилось с помощью экранирующей опалубки на участках стыков. В местах швов между панелями внахлест уложены тканые сетки, выпущенные из плиты. В качестве несущих тросов применены пучки из параллельных проволок с обычными гильзовыми анкерами, которые крепятся к вынесенным из арок металлическим тягам. Предварительное натяжение (обтяжка) производилась вытягиванием стабилизирующих (стягивающих) тросов диаметром 9.0 мм.

Кровля киноконцертного зала рулонная четырехскатная по цементно-песчаной стяжке. Утеплитель плитный из пенополистирола.

Под зданием киноконцертного зала проложен тоннель метрополитена.

Несколько лет перед обследованием рулонный ковер покрытия имел многочисленные сквозные повреждения до цементной стяжки, участки вздутия, разрывы ковра. На крутых участках кровли было отмечено наличие большого количества участков сползания водоизоляционного ковра по цементной стяжке. На неудовлетворительное состояние кровли указывают следы протечек вод атмосферных осадков на конструкции подвесного потолка.

Вскрытие трех участков подвесного потолка и семи участков кровли позволило установить следующее.

Нижние поверхности армоцементных плит оболочки были влажными. В некоторых плитах покрытия наблюдались трещины шириной раскрытия до 0.3 мм, расположенные параллельно несущим тросам покрытия, установлены следы коррозии арматурных сеток плит. Прогибов плит, превышающих нормативные, установлено не было. Прочность бетона армоцементных плит и швов омоноличивания соответствовала принятой в проекте.

Гидроизоляционный ковер покрытия состоит из четырех слоев рубероида и двух-трех слоев фольгоизола на битумной мастике. Сцепление рулонного покрытия со стяжкой низкое. Цементно-песчаная стяжка толщиной

10-15мм влажная. По данным лабораторных исследований прочность раствора стяжки 10-90кгс/см<sup>2</sup>. Структура раствора пористая, представлена в основном капиллярными порами до 1мм, неуплотненная, имеются включения строительного мусора, древесной щепы.

Под слоем стяжки расположен слой утеплителя (плиты пенополистирола) толщиной 50мм. Утеплитель состоит из гранул сферической формы диаметром от 2-3мм до 10-15мм. Утеплитель находится в водонасыщенном состоянии, следов гниения, наличие грибов не установлено.

Пароизоляция из одного слоя рубероида на битумном вяжущем толщиной 1-2мм. Следов гниения, расслоения или цветения рубероида не установлено.

Вскрытие несущих тросов показало, что за длительный период эксплуатации коррозионные поражения проволок тросов незначительное, не превышающее 3% потери сечения. На отдельных проволоках сохранились следы омеднения. В то же время ввиду неудовлетворительного состояния кровли несущие тросы постоянно увлажнялись, на участках вскрытия тросов в шурфах скапливалась вода.

Анализируя данные натурных и лабораторных исследований, результаты поверочных расчетов, техническое состояние здания киноконцертного зала “Украина” можно оценить как удовлетворительное.

Здание крытого круглого Новосалтовского рынка в г.Харькове возведено по проекту “Крытый рынок на 310 торговых мест в г.Киеве”, и введено в эксплуатацию в 1974г.

По своему конструктивному решению здание рынка одноэтажное круглое в плане с диаметром 50.8м (на отм. ±0,00м) с подвалом глубиной 3.0м по всей площади рынка (рис. 3, 4).

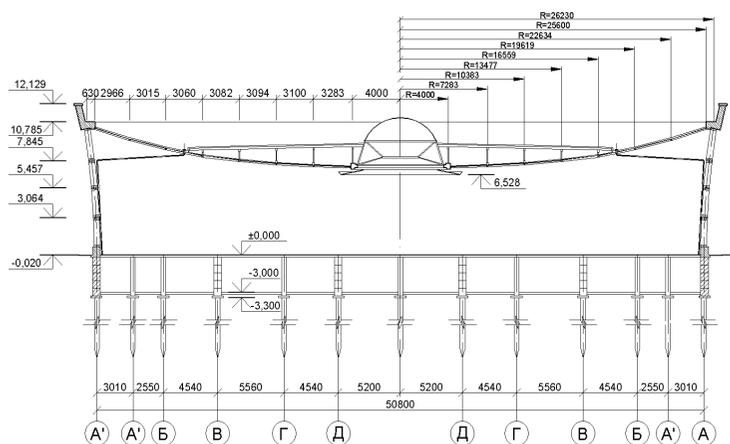


Рис. 3. Разрез здания Новосалтовского рынка.

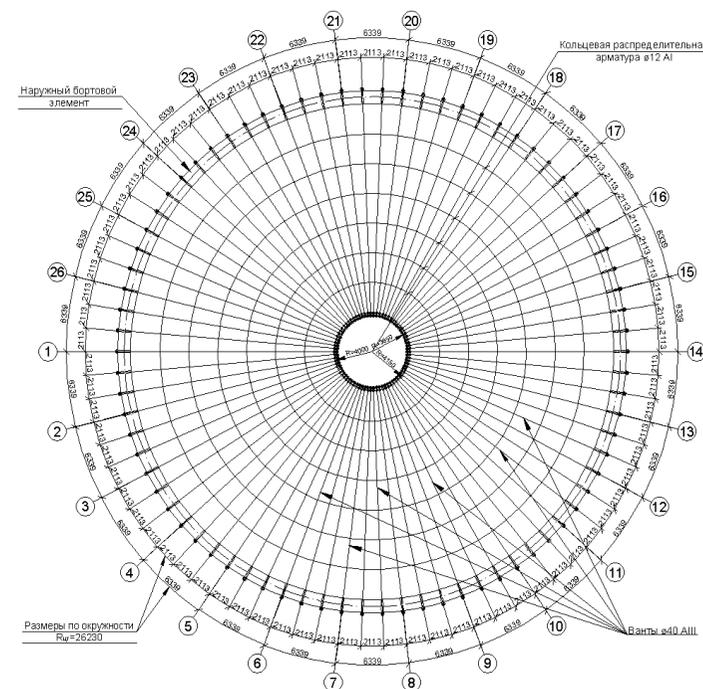


Рис. 4. План вант и кольцевой арматуры.

Покрытие здания запроектировано в виде предварительно напряженной железобетонной оболочки положительной гауссовой кривизны с радиальным расположением вант. Конструктивное решение оболочки выполнено в виде наружного и внутреннего монолитных железобетонных бортовых элементов и системы радиальных вант из арматурных стержней Ø40 А III. Наружный бортовой элемент опирается на наружные стены здания рынка, выполненные из сборных железобетонных сквозных треугольных элементов стенового ограждения.

Сборные железобетонные ребристые плиты покрытия трапециевидного сечения в плане с помощью крюков в продольных ребрах плит навешиваются на ванты. В кольцевых направлениях между торцевыми ребрами плит установлены арматурные стержни Ø12 А I. Предварительное напряжение в оболочке создавалось путем пригрузки эквивалентной нагрузкой в осесимметричном направлении от внутреннего бортового элемента восьмью равными ступенями. Омоноличивание швов между плитами производилось после загрузки всей конструкции покрытия эквивалентной нагрузкой с последующим инъецированием каналов для вант в бортовых элементах. После достижения бетоном швов 100% проектной прочности (класс В15)

эквивалентная нагрузка была снята равными ступенями в порядке, обратном загрузению.

Для отвода вод атмосферных осадков в центральной части оболочки (от фонаря) устроена вентилируемая деревянная кровля из дощатых стропил, расположенных в радиальном направлении, кольцевых прогонов, стоек и крестовых связей между стойками. По стропилам выполнен дощатый настил, на котором уложены волнистые асбоцементные листы, асфальтовая стяжка и рулонная четырехслойная кровля для отвода вод от центра оболочки в наружную сторону. Кровля бесчердачного участка покрытия мягкая рулонная из 4-х слоев рубероида и одного слоя бронированного рубероида по асфальтовой стяжке. Утеплитель на бесчердачной части покрытия – 2 слоя плитного пенополистирола на битумной мастике, толщина утеплителя – 40мм.

Фундаменты здания рынка ленточные монолитные железобетонные на свайном основании из забивных свай сечением 30х30см, длиной 11.0м. Стены подвала из сборных бетонных блоков.

При предварительном осмотре покрытия рынка было обращено внимание на многочисленные следы протечек вод атмосферных осадков через кровлю, преимущественно в радиальных и кольцевых швах между плитами покрытия, в местах установки водоприемных воронок. Бетон омоноличивания швов в местах протечек имел рыхлую структуру, во многих местах выкрошился. Ржавые пятна в местах протечек свидетельствовали о начале процесса коррозии арматуры.

Вскрытие 10 участков кровли (7 участков в районе водоприемных воронок и 3 участка у внутреннего бортового элемента вентилируемого чердака) позволило установить следующее.

При ремонте кровли на кольцевом участке кровли в месте примыкания вентилируемого чердачного помещения к бесчердачному участку покрытия уложены дополнительные слои бетона, асфальтовой стяжки, что привело к некоторому увеличению постоянной нагрузки на покрытие.

Асфальтовая стяжка на участках расположения водоприемных воронок влажная, утеплитель – пенополистирол находился в водонасыщенном состоянии. Обмазочная пароизоляция выполнена некачественно.

Выпуски арматуры из полок плит в местах стыков их продольных ребер имеют следы поверхностной коррозии, частично не омоноличены.

Вскрытие продольных стыков между ребрами плит показало, что омоноличивание вант выполнено некачественно, многие швы не заполнены бетоном. На отдельных вантах имеются следы поверхностной коррозии арматуры.

Степень поражения коррозией арматуры вант не превышает 3%.

При обследовании были установлены отдельные дефекты и повреждения деревянных конструкций вентилируемой кровли.

Был проведен расчет несущей способности вант с учетом полученного коррозионного износа и реальных нагрузок киноконцертного зала «Украина» и Новосалтовского рынка при помощи современного вычислительного комплекса SCAD. Полученные напряжения в несущих элементах близки к напряжениям, полученным при проектировании.

Анализируя данные визуальных и инструментальных обследований, результаты поверочных расчетов вант был сделан вывод о удовлетворительном состоянии несущих конструкций здания.

Сопоставляя данные обследований конструкций здания киноконцертного зала «Украина» и здания круглого крытого Новосалтовского рынка после длительного периода эксплуатации можно сделать следующие общие выводы:

1. Анализируя данные натурных и лабораторных исследований, результаты поверочных расчетов, обследуемые общественные здания с покрытием с висячими пространственными конструкциями, после длительного периода эксплуатации надежны. Несмотря на не совсем надлежащую эксплуатацию несущие металлические ванты, опорные железобетонные контуры, плиты покрытия находятся в работоспособном состоянии и пригодны для дальнейшей эксплуатации.

2. На долговечность конструкций и их эксплуатационную пригодность основное влияние оказывает поддержание конструкций кровли в работоспособном состоянии. Так, мягкая кровля киноконцертного зала «Украина» при высоких летних температурах и низком сцеплении кровли со стяжкой на крутых участках кровли сползала по стяжке и не выполняла свою функцию. В здании Новосалтовского рынка вместо запроектированных с электроподогревом водоприемных воронок были установлены обычные, без подогрева. Замораживание водоприемных воронок в зимнее время препятствовало их нормальной эксплуатации, что приводило к застою атмосферных вод, протечкам кровли, увеличению нагрузок на покрытие.

Еще одним из условий нормальной эксплуатации кровель такого рода зданий является регулярный текущий ремонт мягких кровель, недопущение появления трещин, разрывов, вздутий.

За длительный период эксплуатации утеплитель и пароизоляция на покрытиях пришли в негодность и необходима их полная замена.

3. Учитывая то обстоятельство, что несущие элементы (в первую очередь ванты) висячих пространственных конструкций покрытия недоступны для регулярного осмотра необходимо предусмотреть проведение натурных обследований с периодичностью не менее один раз в пять лет.

Выполнение этих рекомендаций позволит значительно продлить срок нормальной эксплуатации зданий и улучшить их эксплуатационную пригодность.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Васильев В.С., Плаксиев Ю.А., Реусов В.А., Фридган Л.Б. Висячее седлообразное покрытие. - Киев: «Будівельник», 1965. - 80с.
2. Петров В.И., Реусов В.А., Яровой С.Н., Луговской В.А., Жуковский И.Н., Беседин Г.М. Выполнение работ по выборочному предварительному обследованию несущих и ограждающих конструкций киноконцертного зала «Украина» в г. Харькове, разработка чертежей производства работ, а также сопутствующие строительные работы на выполнение этих работ. - Харьков: КП Проектный и научно-исследовательский институт «Харьковский Промстройинипроект», 1998.
3. Яровой С.Н., Петров В.И., Луговской В.А., Горовый А.И., Иванов Р.В., Дородных С.С. Заключение о техническом состоянии несущих строительных конструкций здания Новосалтовского рынка в г. Харькове. Рекомендации по ремонту и дальнейшей нормальной эксплуатации. – Харьков: ЗАО институт «Харьковский Промстройинипроект», 2006.