

КАТАЛОГ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ



1. Армоцементная панель-оболочка двойной кривизны



Армоцементная оболочка двойной кривизны пролетом 12 м разработана ЛенЗНИИЭПом совместно с институтом ЛенНИИпроект и предназначена для покрытий спортивных и автоных залов школ и других учебных заведений.

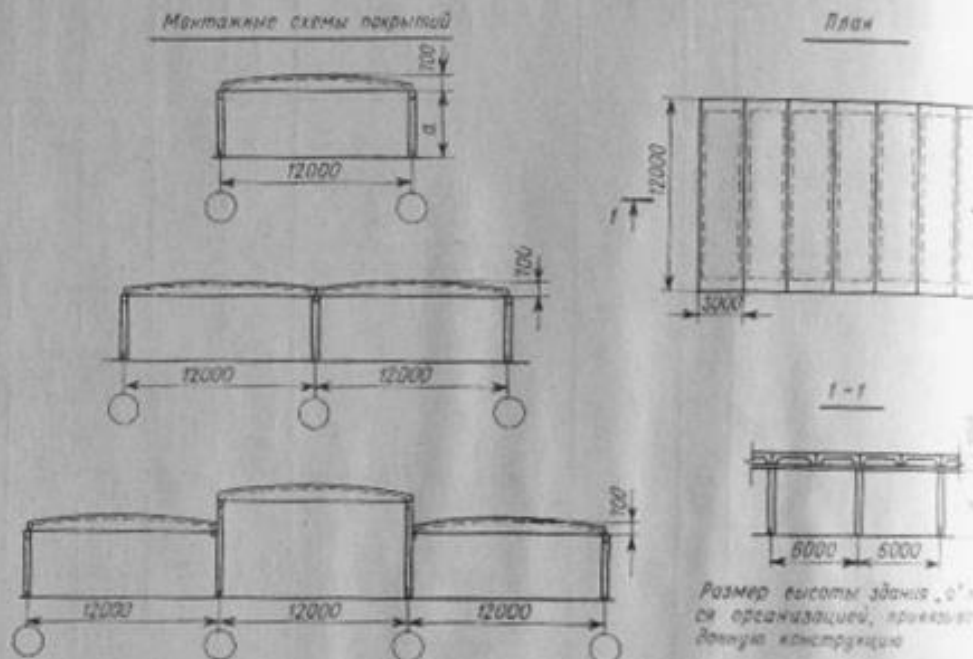
Панель-оболочка шириной 3 м окаймлена ребрами переменной высоты. Продольные ребра армированы стержневой арматурой, натянутой на форму электротермическим способом. Поверхность оболочки армируется сеткой из стержневой арматуры диаметром 4 мм и двумя ткаными сетками. Торцевые ребра армируются плоским каркасом.

Оболочки могут опираться на кирпичные стены или на подстропильные балки и применяться для одно- и многопролетных зданий.

Продольные швы между оболочками замоноличиваются.

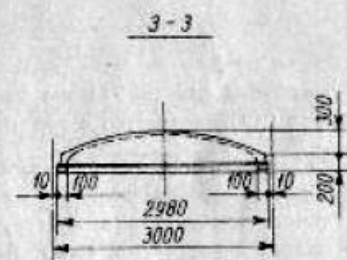
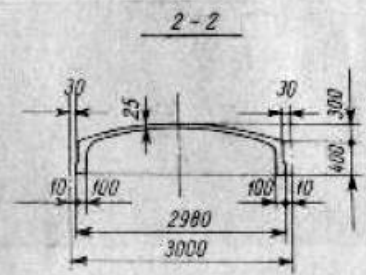
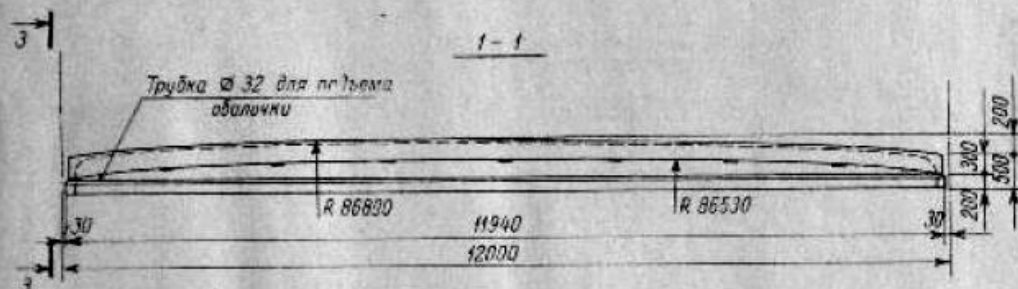
Чертежи панели марки БК-50 включены в каталог типовых деталей «Индустриальные строительные изделия для жилого и гражданского строительства в Ленинграде. Рабочие чертежи бетонных и железобетонных изделий (альбом № 6)». Ленинград, 1964.

Массовое изготовление элементов освоено на заводах ускорения Главлестройматериалы в Ленинграде.

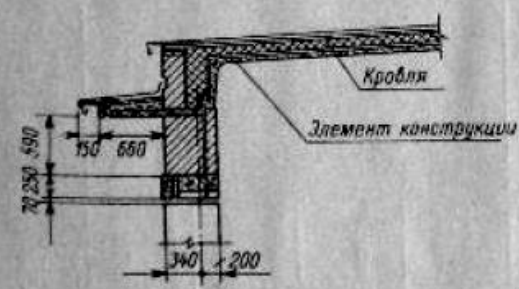


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

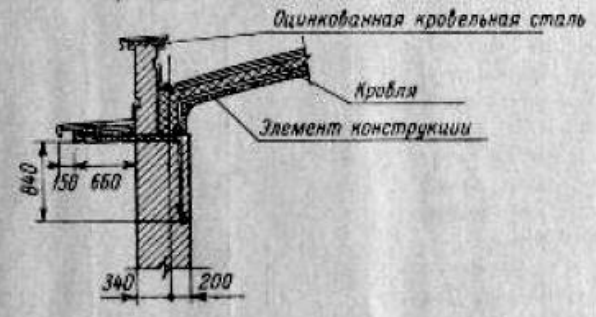
Пролет, м	12
Расчетная нагрузка, кгс/м²	330
Масса монтажного элемента, т	5,4
Расход материалов на конструкцию общий:	
бетона, м³	2,13
стали, т	0,25
на 1 м² площади пола:	
бетона, см	5,9
стали, кг	6,9
Трудоемкость, чел.-ч/м²	1,48
Стоимость, руб./м²	9,64



Деталь опирания на фасадную стену



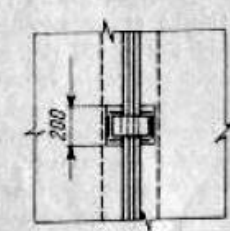
Деталь опирания на торцевую стену



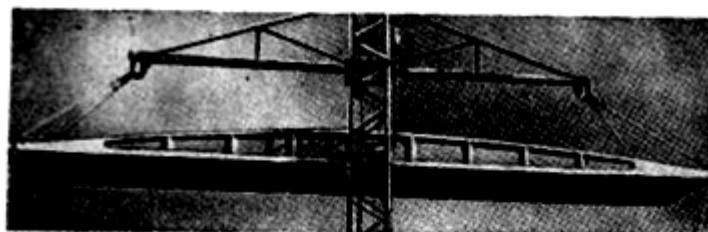
Деталь стыка панелей



Замонтировать цементным раствором марки 100



2. Панель-оболочка типа КЖС



Предварительно-напряженная панель-настил марки КЖС — разработана в НИИЖБ Госстроя СССР совместно с рядом других организаций для пролетов 12, 18 и 24 м.

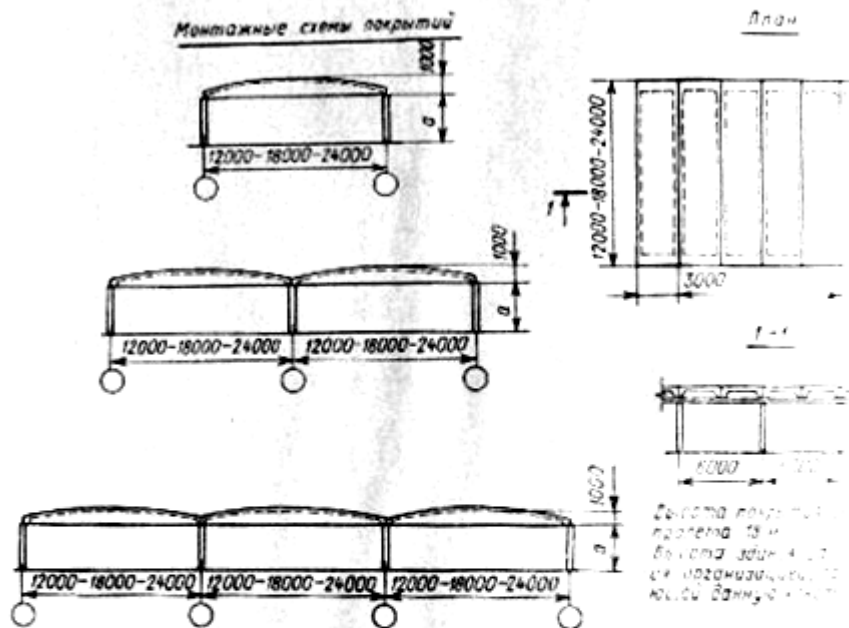
Конструкция представляет собой пространственный элемент с кривизной в одном направлении, ограниченный ребрами-диафрагмами сегментного очертания. Геометрическая форма конструкции обуславливает постоянство усилий в сжатой и растянутой зонах. Благодаря очертанию, построенному по кривой давления, поперечные силы в ребрах гасаются за счет вертикальных составляющих сжимающих сил в панели.

Конструкции рассчитаны для применения в различных климатических районах как на объектах промышленного строительства (одно-, двух- и многопролетные здания с подвесными и мостовыми кранами, с возможностью устройства светоизлучающих фонарей), так и на объектах гражданского и сельскохозяйственного назначения.

Производство и применение панелей типа КЖС освоены предприятиями Главдальстроя Минтяжстроя СССР, Главцентростроя Минтяжстроя Казахской ССР и др. Общий объем внедренных панелей-оболочек этого типа составил к 1977 году 1 млн. 800 тыс. м². Панели типа КЖС выпускают заводы железобетонных изделий гражданского строительства Эстонской ССР. Указанными организациями построены различные промышленные и общественные здания с покрытиями из панелей типа КЖС.

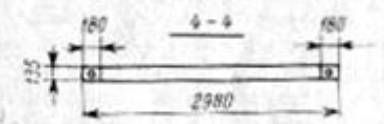
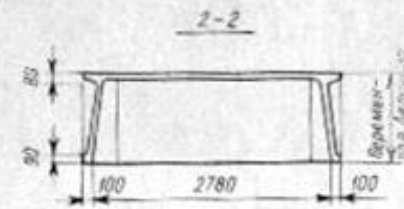
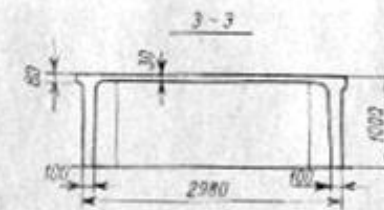
Изготовление ведется в металлических формах с использованием виброукладчика. Перевозка элементов осуществляется на трейлерах. Для монтажа применяются краны на пневмоколесном или гусеничном ходу. Масса отдельных панелей не превышает 15 т для пролета 24 м.

После монтажа панелей замонтируются стыки между отдельными элементами и устраивается кровля.



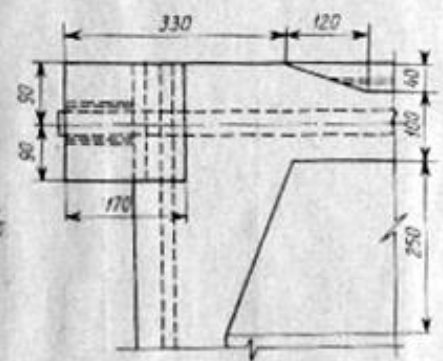
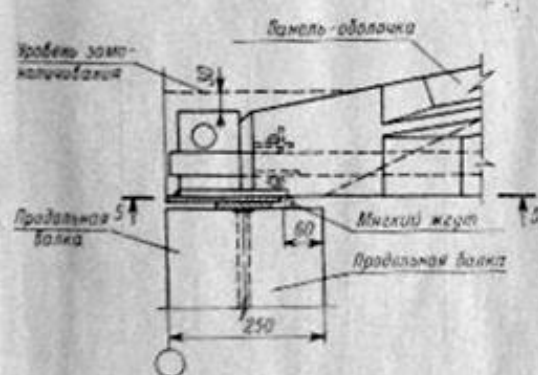
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Пролет, м	Расчетная нагрузка, кгс/м²	Масса монтажного элемента, т	Расход материалов				Трудоемкость, чел.ч
			общий		на 1 м² площади пола		
			бетона, м³	стали, т	бетона, см	стали, кг	
12×3	550	5	2,01	0,24	5,6	6,6	0,75
18×3	550	9,2	3,68	0,39	6,8	7,2	0,72
24×3	525	14,8	5,75	0,62	8,0	9,3	0,67

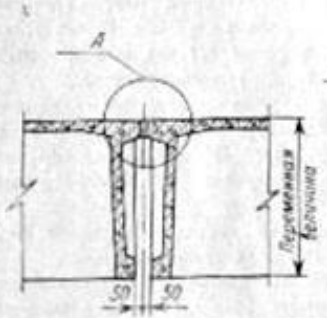


Узел опорная панель-оболочка типа КЖС

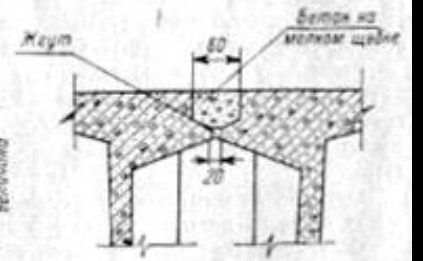
5-5



Замочаживание швов между панелями-оболочками



Деталь А



3. Унифицированная железобетонная складка из плоских элементов



В ЛенЗНИИЭП для залых помещений массового строительства запроектирована складчатая конструкция покрытия, собираемая из плоских железобетонных элементов.

Железобетонная складка призматического очертания унифицирована для пролетов 12–18 м. Ширина складки 2 м, высота — 1,07 м. Конструкция может иметь консоли длиной от 1 до 3 м. Опирается складка осуществляется как на подстропильные балки, так и непосредственно на стены здания.

Складки собираются из плоских железобетонных плит. Толщина стешки плиты — 50 мм, нижних и верхних полок — 70 мм. В заводских условиях в металлической форме одновременно готовят два элемента, которые на специальном стенде укрупняют до нужного размера.

Пролеты 12 и 15 м собирают из четырех элементов, пролет 18 м — из шести элементов. Стыкование рабочей арматуры плит производят с помощью ванн сварки. Стыки закладных деталей (продольных сторон элементов полок, наклонных граней и др.) соединяют на электродуговой сварке.

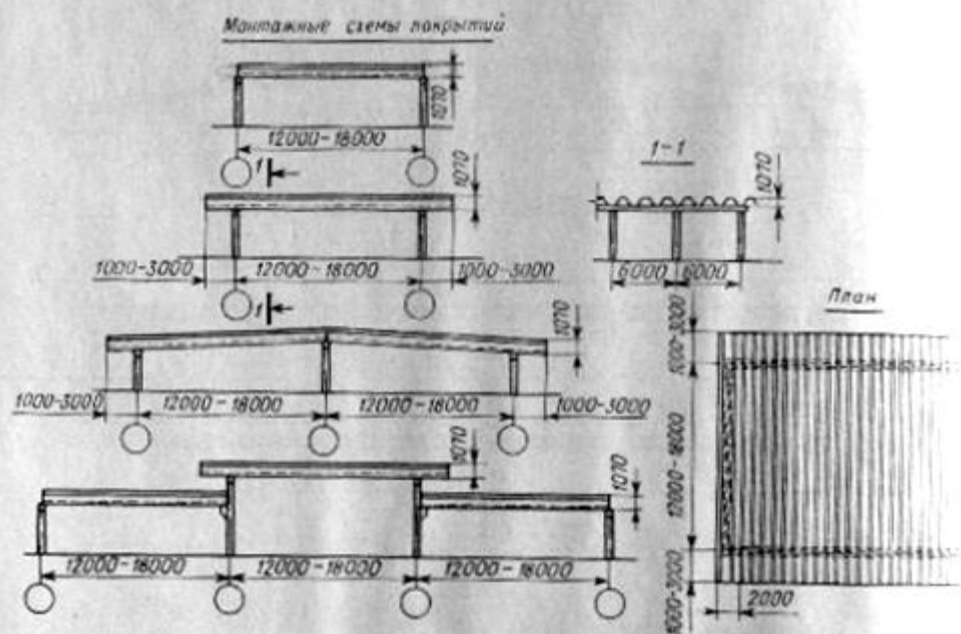
После соединения выпусков арматуры и закладных деталей швы между панелями монтажного элемента замоноличивают бетоном.

Сборный элемент транспортируют на автомашине к месту строительства и там монтируют на проектную отметку без лесов или подмостей.

Кровлю устраивают непосредственно на гранях складки.

Унифицированной железобетонной складкой перекрыты в Ленинграде эллинги яхт-клуба и ряд других сооружений.

Элементы покрытия изготавливались на экспериментальном заводе треста Ленинградоргстроя Главленинградстроя.



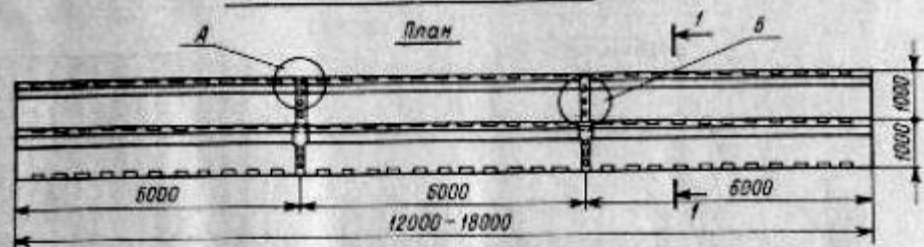
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Пролет, м	Масса монтажного элемента, т	Расход материалов				Трудо- емкость, чел.-ч/м³	Стоимость, руб./м³
		общий		на 1 м² площади пола			
		бетона, м³	стали, т	бетона, см	стали, кг		
12	4,9	1,95	0,27	8,1	11,3	1,33	11,2
15	6,1	2,43	0,41	8,1	13,7	1,26	12,4
18	7,3	2,92	0,50	8,1	14,2	1,36	13,5

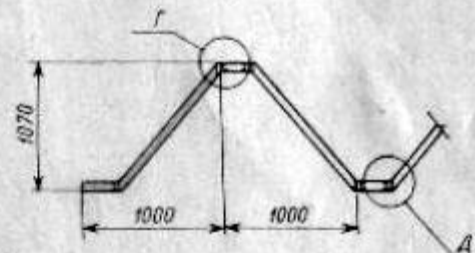
Примечания: 1. Расчетная нагрузка для панелей любого пролета 400 кгс/м².
2. Стоимость 1 м³ бетона и стали указана в соответствии с каталогом экспериментального завода Ленинградоргстроя, пересчитанной на заводские изготовления элементов в условиях их массового применения.

Элемент складки в сборе

План

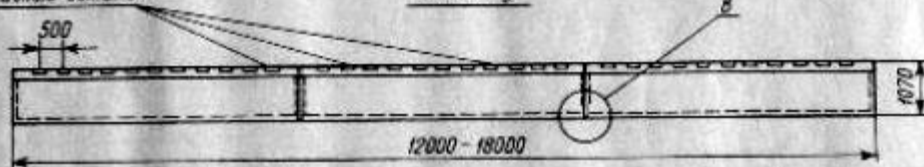


1-1



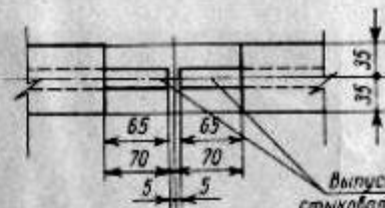
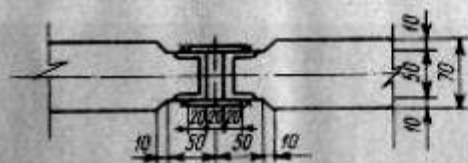
Закладные детали

Вид сбоку

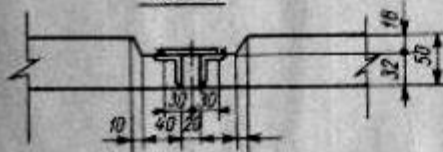


Узел А

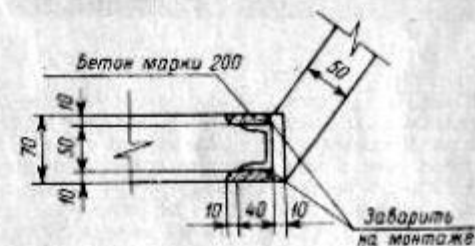
Узел В



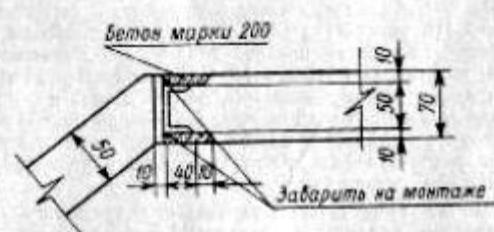
Узел Б



Деталь А



Деталь Г



4. Железобетонная панель-оболочка с отрицательной гауссовой кривизной



В НИИСК Госстроя СССР разработаны железобетонные предварительно-напряженные панели-оболочки размером 3×12 и 3×18 м.

Очертание поперечного профиля панели принято по кривой гиперболы. Толщина оболочки понизу задана из условия размещения арматуры и составляет 35 мм. В продольном направлении оболочка и продольные горизонтальные ребра очерчены по дуге окружности.

Панель-оболочка пролетом 18 м усилена вертикальным продольным ребром (хвостом) трапециевидного сечения. Высота ребра переменная — от 200 мм у опор до 540 мм в середине (в соответствии с очертанием панели).

Основная рабочая арматура, размещаемая в продольном вертикальном ребре, — два предварительно-напряженных стержня диаметром 28 мм из стали А-III, упругих вытязкой до напряжения 5500 кг/см^2 .

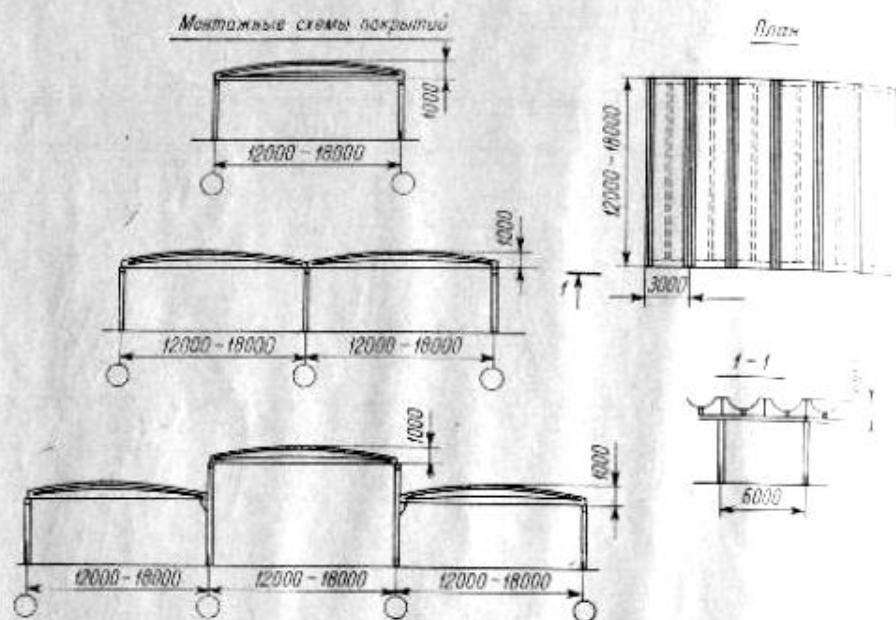
Производство таких панелей освоено на Дарницком заводе железобетонных изделий стройтреста № 1 Главквевстроя. Там создана технологическая линия из двух железобетонных сборно-монолитных матриц, обслуживаемых формовочной машиной, которая изготовлена Киевским заводом экспериментальных машин Министерства строительства УССР по чертежам, разработанным институтом «Киевгипростройиндустрия» при участии НИИСК Госстроя СССР.

Напряжение арматуры производится гидродомкратами на упоры, забетонированные по торцам матрицы. Торцевые части панели и продольное вертикальное ребро бетонируют вручную, а формируют оболочку машиной, которая выдает бетонную смесь из бункера на матрицу, разравнивает смесь слоем требуемой толщины и уплотняет ее. Применение формовочной машины снижает трудоемкость бетонирования в два раза.

Перевозят панели-оболочки на специальных панелевозах-тягачах седельного типа с полуприцепами, оборудованными жесткой рамой.

Предварительно-напряженные панели-оболочки размером 3×12 и 3×18 м могут применяться для покрытий одно- и многопролетных зданий различного назначения.

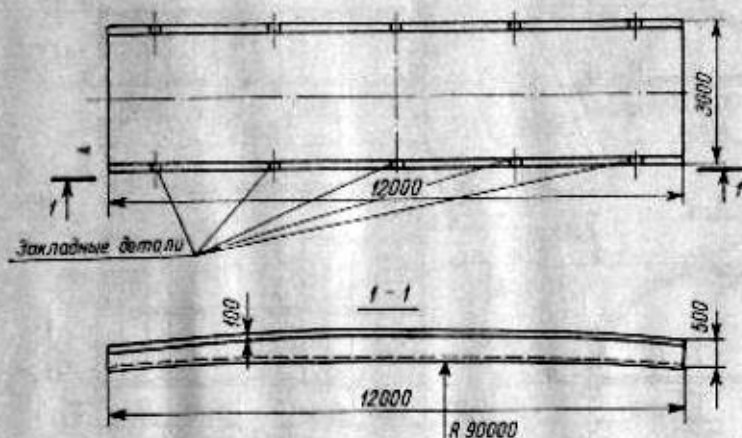
Разработаны панели-оболочки размером 3×24 м.



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование показателей	Пролет, м		
	12	18	24
Расчетная нагрузка, кг/м^2	400	500	500
Масса монтажного элемента, т	4,1	8,5	13,25
Расход материалов:			
всего:			
бетона, м^3	1,65	3,40	5,30
стали, т	0,15	0,41	0,69
на 1 м^2 площади пола:			
бетона, см	4,6	6,3	7,4
стали, кг	4,2	7,6	9,6
Трудоемкость, чел.-ч/ м^2	1,42	1,38	1,32
Стоимость, руб./ м^2	10,8	13,4	13,9

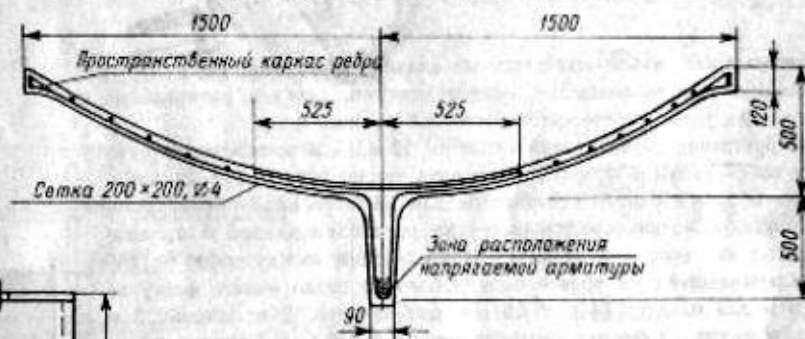
Железобетонная панель-оболочка типа „Гипар“
(пролет 12 м)



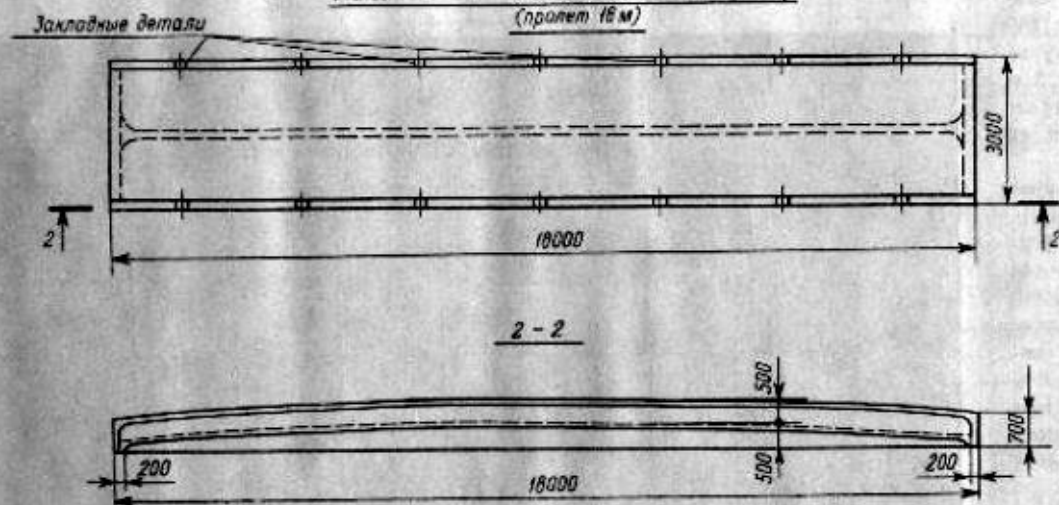
Характер армирования плиты пролетом 12 м



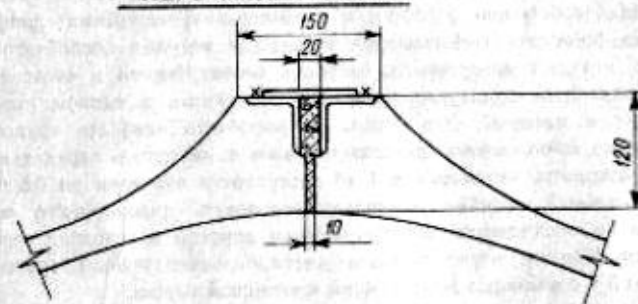
Характер армирования плиты пролетом 18 м



Железобетонная панель-оболочка типа „Гипар“
(пролет 18 м)



Узел стыкования панелей



5. Сводчатое здание с опорами на уровне земли



Универсальные сельскохозяйственные здания пролетами 12 и 18 м предназначены для зерноскладов, семеновраниищ, складов минеральных удобрений, для укрытия сельскохозяйственной техники и т. п.

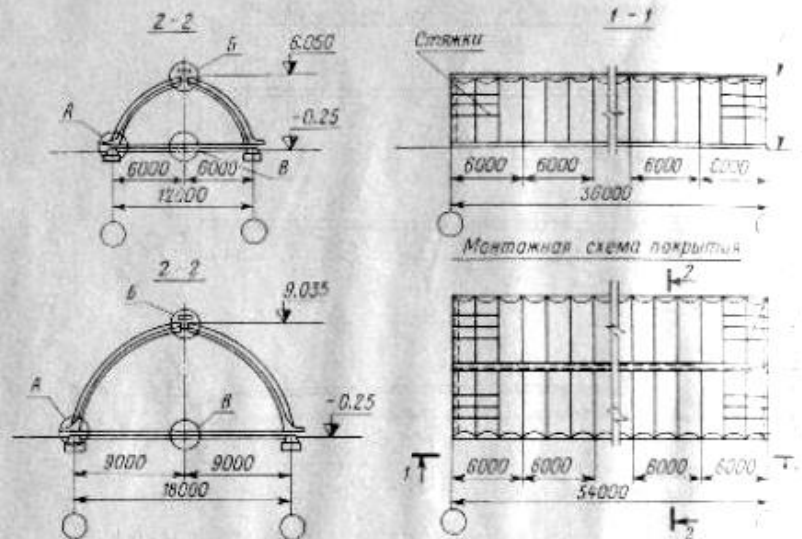
Конструктивная схема зданий пролетом 12 и 18 м одинакова и представляет собой своды с опорами на уровне земли, собираемые из армоцементных оболочек одного типоразмера для каждого пролета.

Опираие оболочки осуществляется на раидабалки длиной 6 м, устанавливаемые на типовой фундамент. Балки связаны между собой затяжками, укладываемыми на уровне пола. Оболочки свода имеют длину по дуге 13,5 м для пролета 18 м и 8,9 м — для пролета 12 м; ширину 2 м и высоту поперечного сечения соответственно 0,4 и 0,3 м. Толщина их переменная — от 18 до 35 мм. Изготовление оболочек осуществляется по поточно-агрегатной технологии.

Процесс изготовления оболочки разбивается на два этапа: машинное формирование собственно оболочки и бетонирование торцевых диафрагм. Оболочка формируется специальными тележками методом послойного формирования, что дает возможность операции бетонирования и изготовления пространственного арматурного каркаса объединить в едином процессе, выполняемом машиной. Это позволяет исключить наиболее трудоемкие операции по изготовлению пространственного арматурного каркаса и снизить трудоемкость изготовления 1 м² поверхности оболочки до 0,6 чел.-ч.

Специальный контейнер позволяет переносить одновременно четыре оболочки по недостаточно благоустроенным дорогам в условиях сельской местности. Монтаж осуществляется автомобильным краном грузоподъемностью 5 т с помощью передвижной монтажной башни.

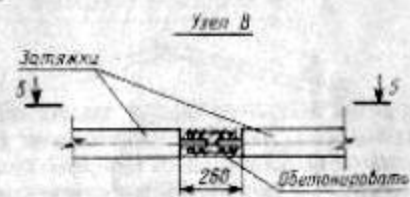
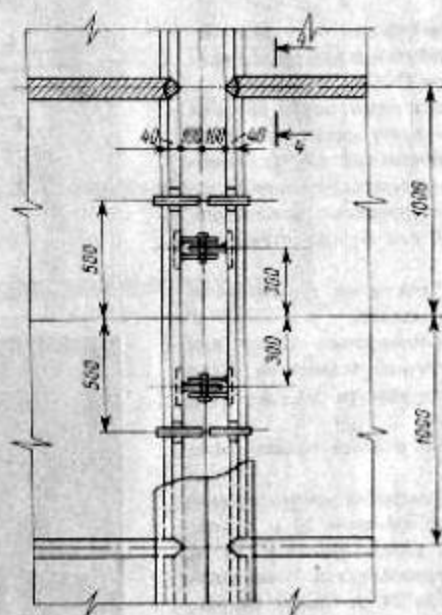
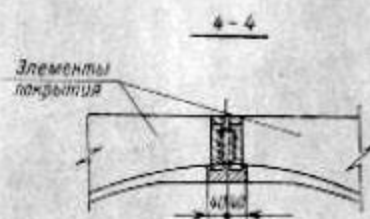
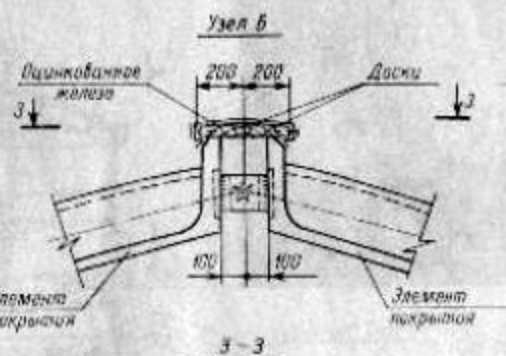
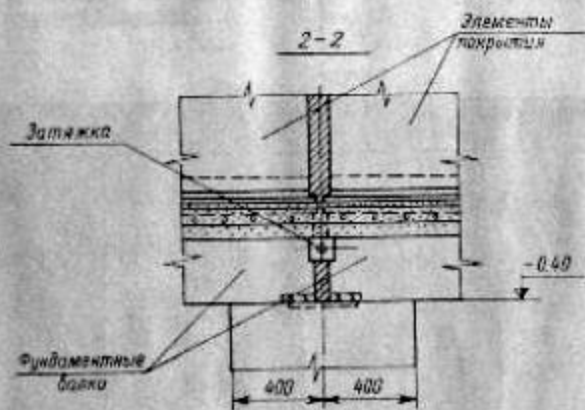
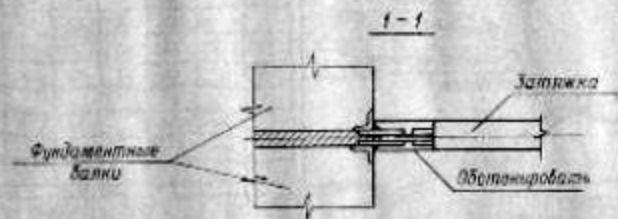
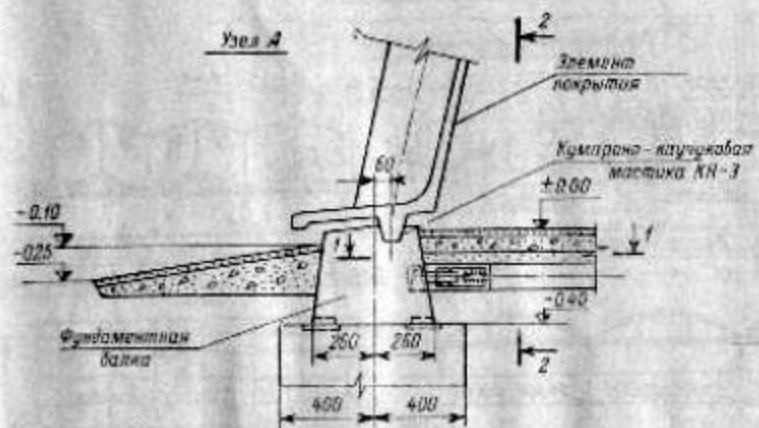
Конструкция и технология изготовления разработаны в институте ЛенЗНИИЭП. Завод по изготовлению элементов сводчатых зданий пролетом 12 м пущен в эксплуатацию Псковским облмеждоххозстроем в г. Опочка Псковской области.



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Пролет, м	Масса монтаж- ного эле- мента, т	Расход материалов				Трудо- емкость, чел.-ч/м ²	Стоимость, руб./м ²
		всего		на 1 м ² площади пола			
		бетона, м ³	стали, т	бетона, см	стали, кг		
12×36	1,3	34,2	4,57	7,9	10,6	1,4	10,4
18×56	1,6	65,4	9,16	6,5	9,1	1,62	11,3

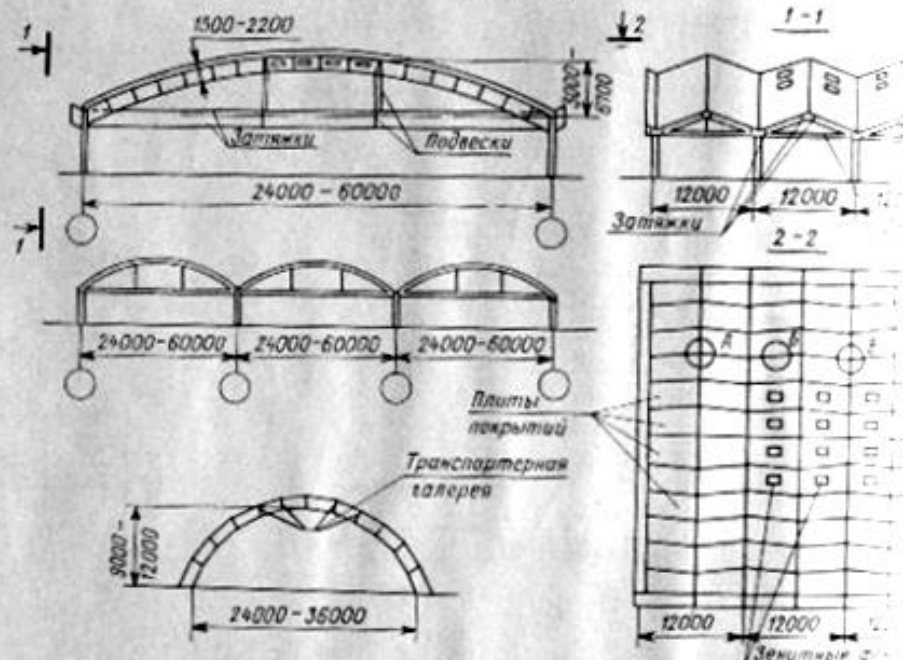
Примечания. 1. Расчетная нагрузка 300 кгс/м².
2. Показатели даны на все здание с учетом фундаментов и других конструктивных элементов.



6. Складчатый свод из плоских железобетонных плит



Монтажные схемы покрытий



Сборный складчатый свод из плоских железобетонных плит разработан Центральным научно-исследовательским институтом строительных конструкций (ШНИИСК) им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР.

Конструкция складчатого свода, позволяющего перекрывать пролеты от 24 до 60 м, состоит из примыкающих друг к другу складчатых пролетов шириной 12 м, монтируемых из плоских железобетонных плит с номинальными размерами 3х6 м. Распор свода воспринимается стальными затяжками, расположенными в двух уровнях, конструкциями помещений, примыкающих к перекрываемому сводом пролету, или фундаментами при опорах свода, расположенных на уровне земли.

Складчатые своды применяются в качестве покрытий гражданских, промышленных, складских и сельскохозяйственных зданий.

Для складчатых сводов используются вибропрокатные плиты или плиты, изготавливаемые в стальных формах по обычной технологии. Если при изготовлении в формах толщина плиты увеличивается до 2,5—3 см, количество ребер в плитах может быть уменьшено.

Монтаж складчатых сводов производится при помощи инвентарного передвижного кондуктора.

Складчатые своды применены в Москве для покрытий производственного корпуса автобазы № 16 Главмосавтотранса пролетом 30 м с подвеской к своду двух кран-балок и автобусного парка пролетом 54 м с устройством в своде зенитных фонарей. Для зерносклада в Московской области перекрыты складчатыми сводами пролетом 24 м. Опоры их расположены на уровне земли.

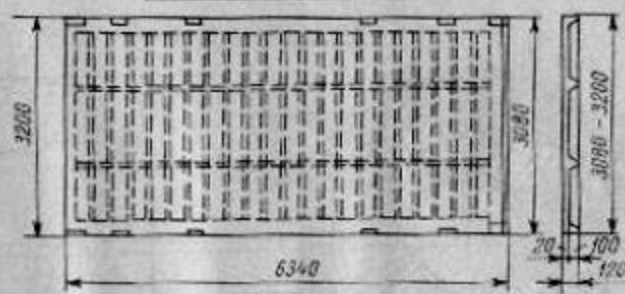
Рабочие чертежи складчатых сводов пролетами 30 и 54 м выполнены в мастерской № 12 института Моспроект-3, пролетом 24 м с опорами на уровне земли — в ШНИИПромзипроект.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

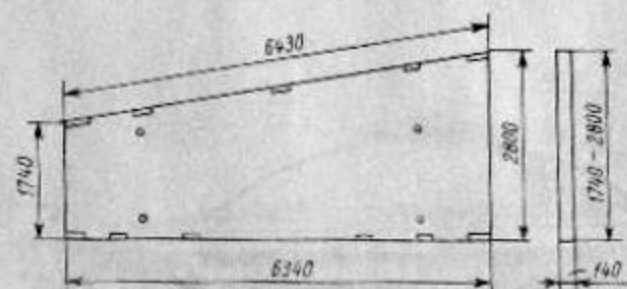
Пролет, м	Масса монтажного элемента, т	Расход материалов				Трудоемкость, чел.-ч/м²	Средняя стоимость, руб./м²
		общий		на 1 м² площади пола			
		бетона, м³	стали, т	бетона, см	стали, кг		
24	11,5	22	4,3	7,6	15	1,53	10,1
60	12,5	58	15,8	8,0	22	1,62	10,9

Примечание. Расчетная нагрузка 450 кгс/м².

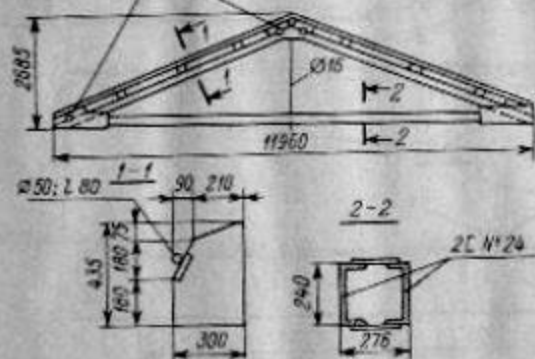
Рядовая ребристая плита



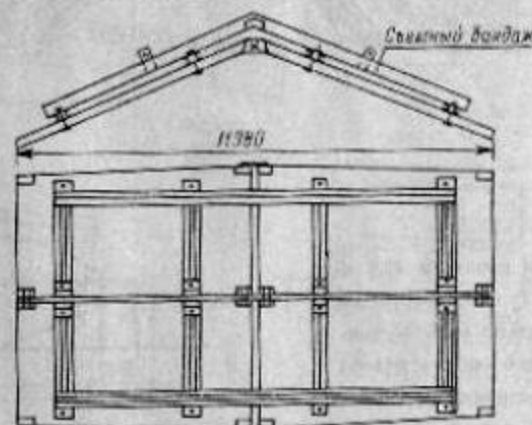
Опорная сплошная плита



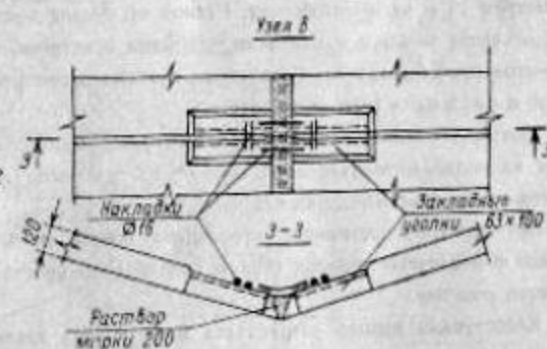
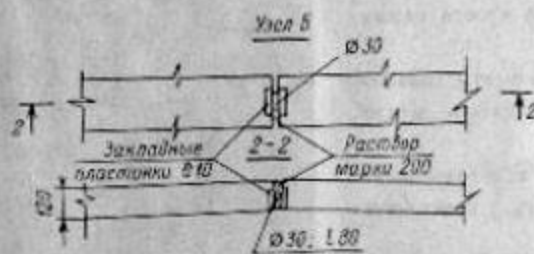
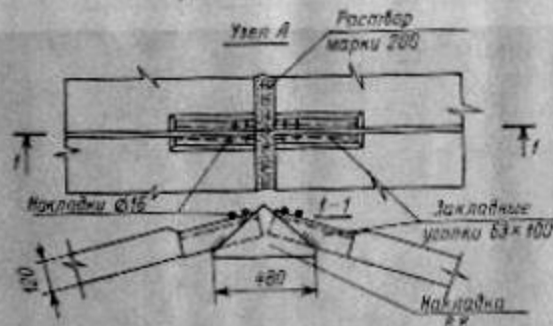
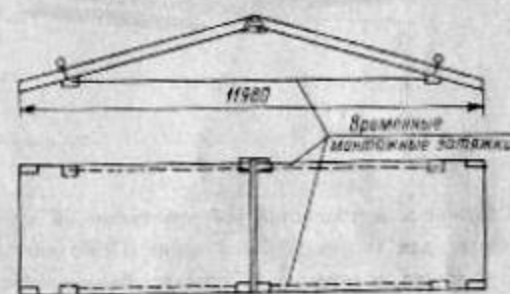
Отверстия для зачеканки
Опорная ферма



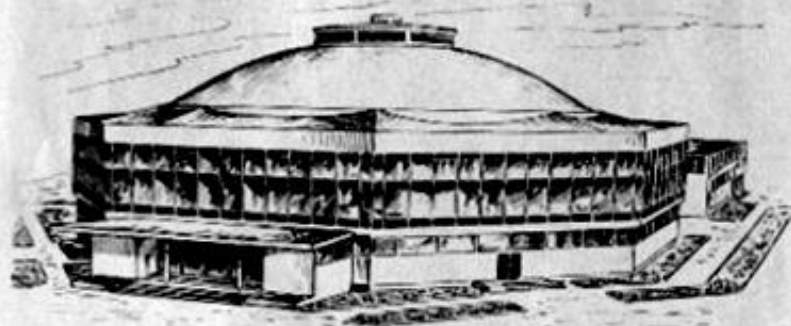
Монтажный блок из 4 плит



Монтажный блок из 2 плит



7. Железобетонный ребристо-кольцевой купол



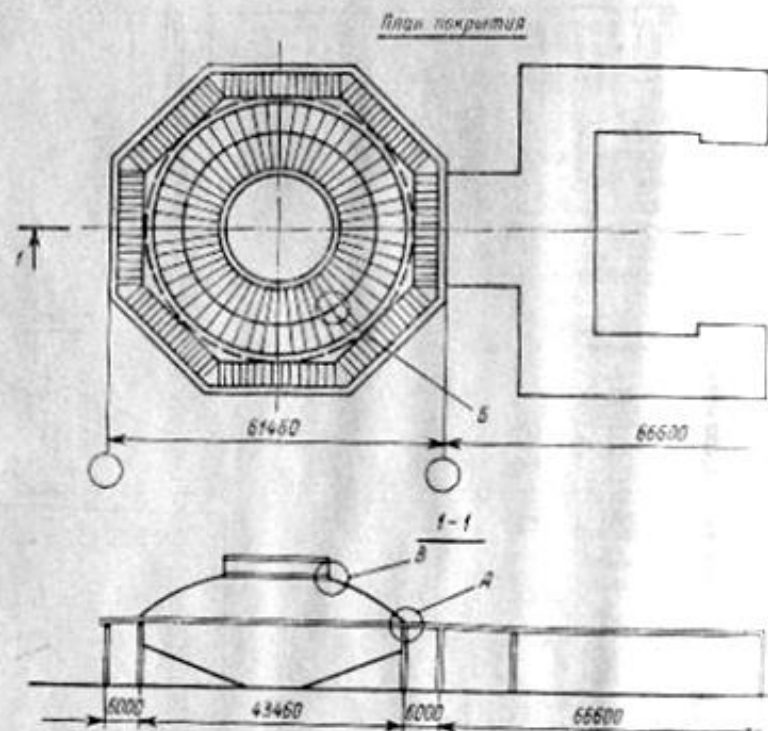
Сборный железобетонный ребристо-кольцевой купол пролетом 43,8 м разработан для типового здания цирка. Поверхность купола, состоящая из двух ярусов, образована 96 криволинейными ребристыми железобетонными панелями. В центре купола устанавливается верхнее опорное кольцо диаметром 13 м из железобетона. Распор от купола воспринимается нижним опорным кольцом и панелями покрытия пристройки, окружающих перекрытое куполом здание. Соединение сборных элементов купола между собой и с кольцами решено на сварке.

Монтируют купол с помощью инвентарных лесов. Элементы укладывают на поддерживающие леса, после чего сваривают закладные детали и бетонируют швы между элементами.

Многочисленное применение купольного покрытия при строительстве цирков в различных городах страны подтвердило простоту и надежность данного решения.

Конструкция купола разработана в ЦНИИЭП зрелищных зданий и спортивных сооружений.

Производство деталей и монтаж купола освоены в Рязани, Калинин, Горьком и других городах страны.

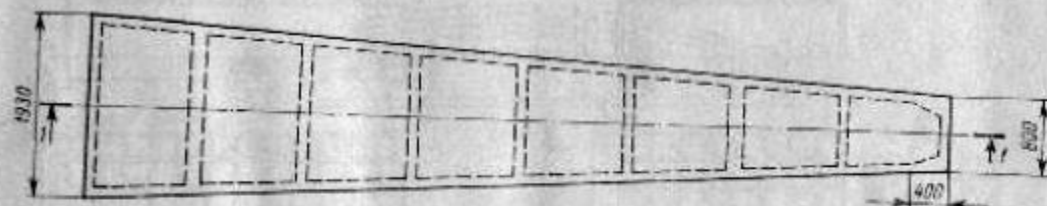


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

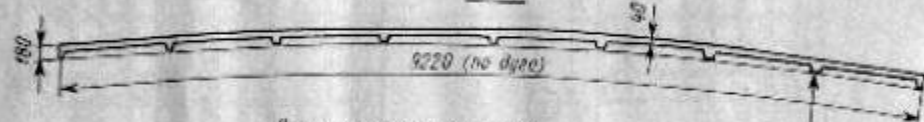
Пролет, м	43,86
Расчетная нагрузка, кгс/м ²	400
Масса монтажного элемента, т	2,5
Расход материалов общий:	
бетона, м ³	179
стали, т	48,1
на 1 м ² площади пола:	
бетона, см	6,6/11,9
стали, кг	14/32,1
Трудоемкость, чел.-ч/м ²	3,2/18,1
Стоимость, руб./м ²	188/158,2

Примечание. В числителях указаны показатели на поверхность купола, в знаменателях — на поверхность пола пристройки.

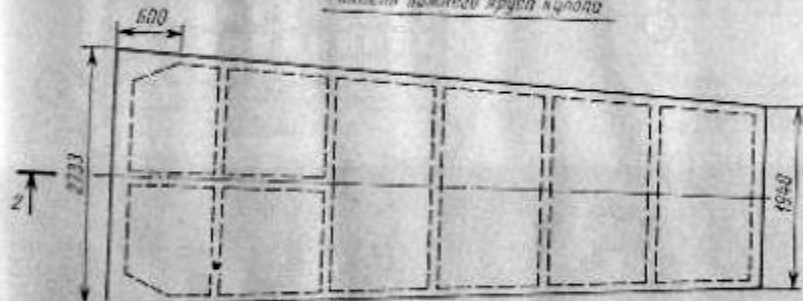
Панель верхнего яруса купола



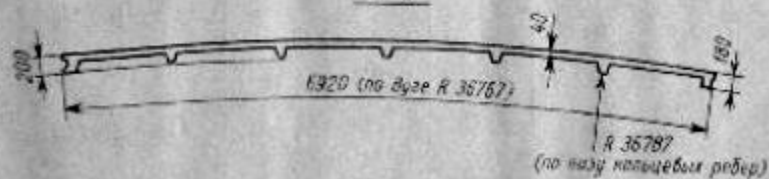
1-1



Панель нижнего яруса купола

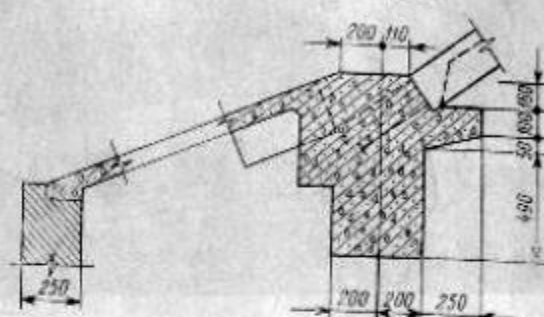


2-2

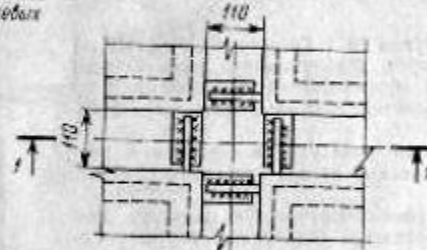


R 36787
(по радиусу катетов ребер)

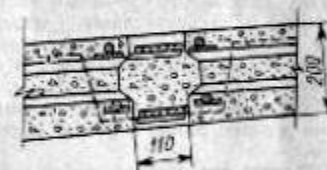
Узел А



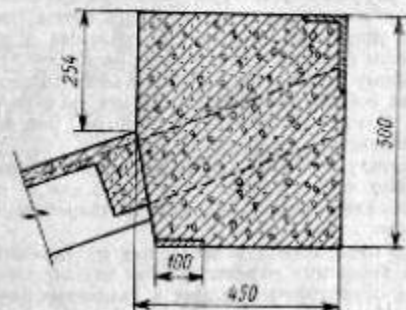
Узел Б



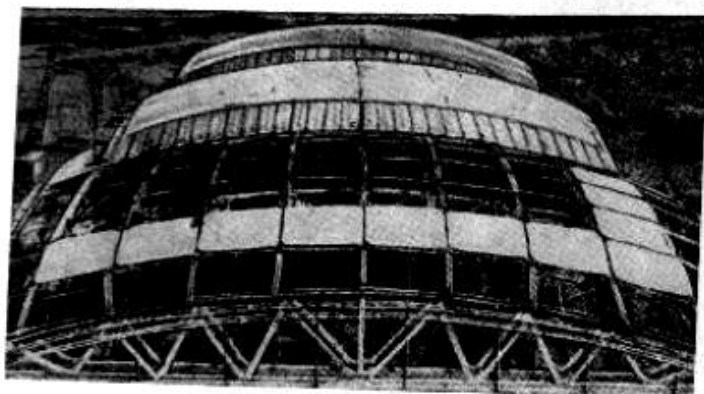
1-1



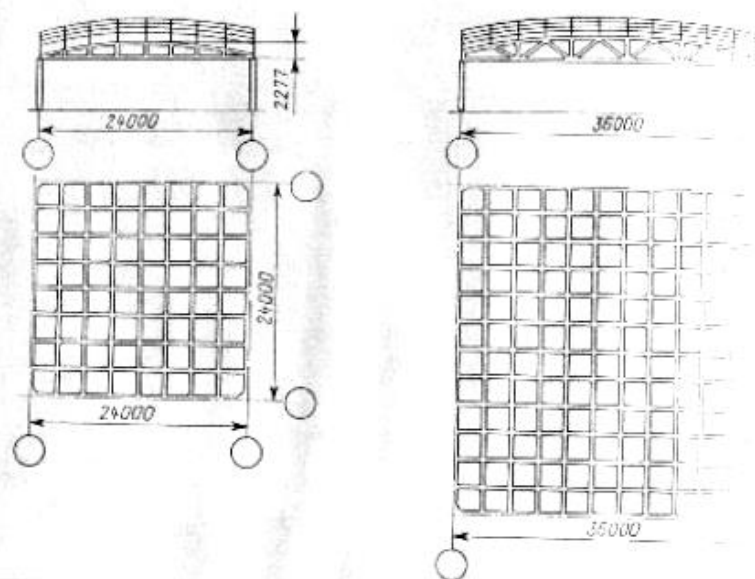
Узел В



8. Сферическая оболочка из сборных железобетонных плит 3Х3



Монтажные схемы покрытий



Государственным проектным институтом № 1 Госстроя СССР (ГПИ-1) совместно с организациями Главзапстроя Министерства строительства СССР разработана серия модификаций сборно-монолитных полых оболочек положительной кривизны для покрытий промышленных и гражданских зданий с редкой сеткой колонн.

Наибольшее распространение получили конструкции оболочек с размерами в плане 24×24 и 36×36 м, собираемые из плоских ребристых плит 3×3 м.

Оболочка представляет собой аспарушенную ребристую скорлупу, опирающуюся по контуру на жесткие диафрагмы (контурные фермы). Совместная работа скорлупы оболочки и контурной фермы обеспечивается соединением верхнего пояса фермы с плитами. Это соединение осуществляется с помощью выпусков арматуры раскосов, замкнутых в виде замка в пазах бортовых ребер контурных плит, а также путем постановки по верхнему поясу фермы упоров из уголков, размещаемых в швах, между плитами и верхним поясом фермы в трех крайних панелях.

Оболочка имеет форму многогранника, вписанного в круговую поверхность купола. Она собирается из плоских плит трех типов: средних, контурных и угловых. Плиты окаймлены бортовыми ребрами высотой 80 мм и усилены диагональными ребрами высотой 200 мм.

Соединение плит между собой осуществляется сваркой выпусков карасов диагональных ребер и замоноличиванием швов между плитами.

Опорный контур оболочки решен из двух предварительно-напряженных раскосных полуферм.

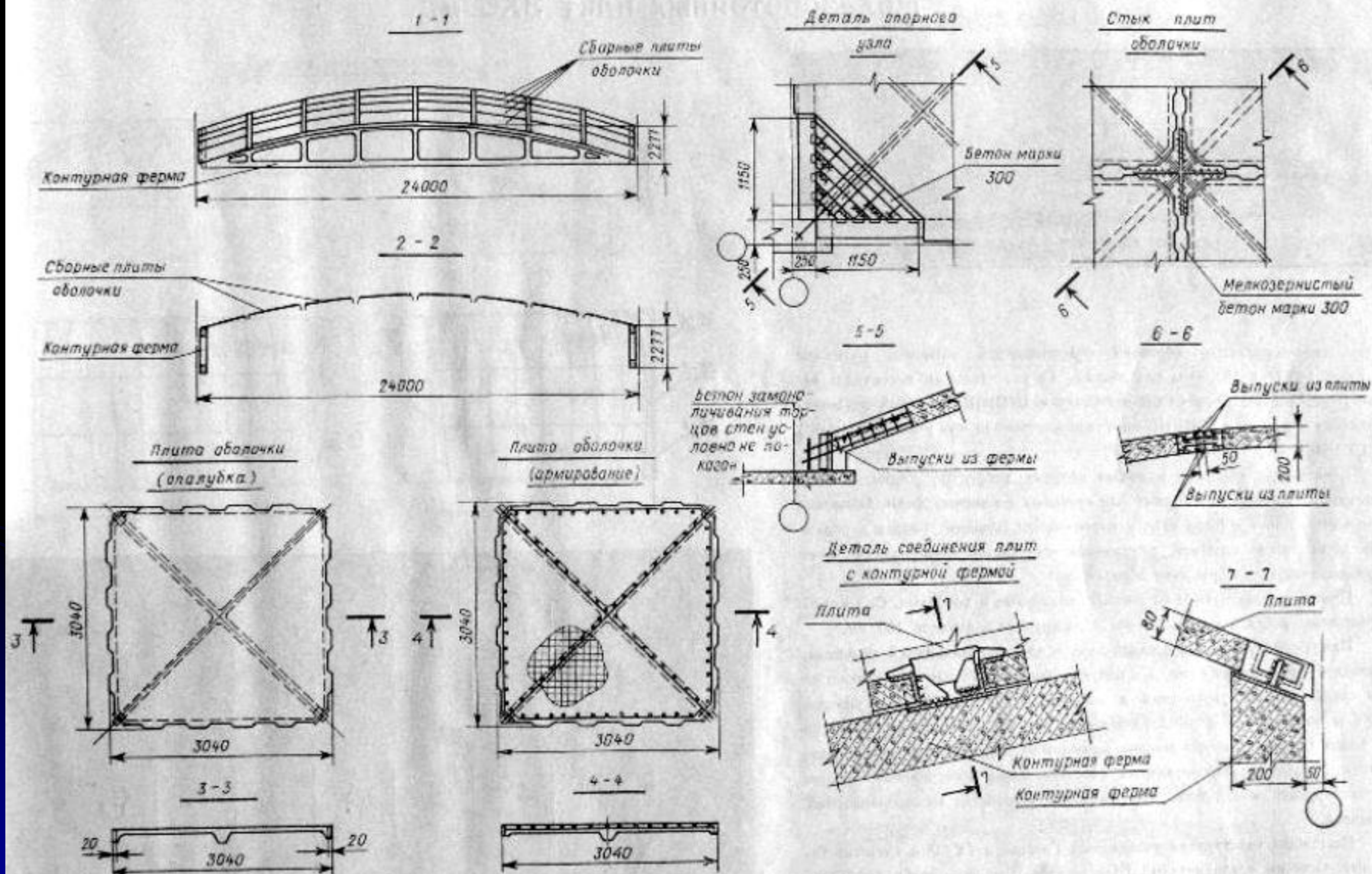
Монтаж оболочки с применением инвентарных металлических кондукторов производится на проектных отметках. Этот тип оболочек используется для покрытий ряда общественных зданий в различных районах страны (например, рынков в Москве, в г. Балхаш и Запорожье, автобусного парка в Ленинграде и т. д.).

Изготовление элементов освоено на заводе «Металлострой» Главзапстроя. Производительность технологической линии — 200 тыс. м² в год.

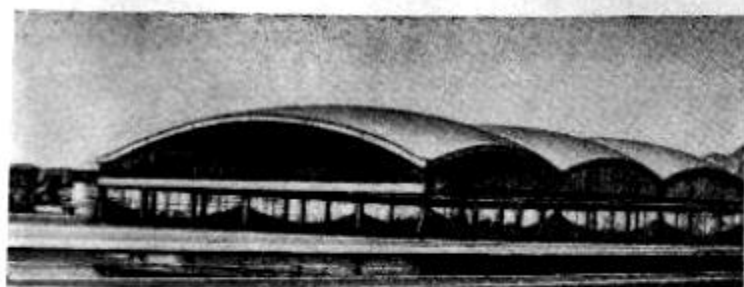
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование элементов конструкции	Расход материалов				Температура, °С
	общий		на 1 м² площади пола		
	бетона, м³	стали, т	бетона, см	стали, кг	
Пролет 24×24 м					
Сборные железобетонные конструкции	38,9	6,4	6,8	11,1	
Элементы замоноличивания	3,7	0,5	0,5	0,8	
Итого	42,6	6,9	7,3	11,9	20
Пролет 36×36 м					
Сборные железобетонные конструкции	97,6	16,8	7,5	13,2	
Элементы замоноличивания	9,9	1,0	0,8	0,5	
Итого	107,5	17,8	8,3	13,7	17,1

Примечание. Расчетная нагрузка (кН/м²) масса монтажных элементов для пролета 24×24 м — 17,1 м



9. Многоволновая оболочка положительной кривизны из сборных железобетонных плит 3X6 м



Сборно-монолитные оболочки положительной кривизны размером в плане 18X24 и 18X30 м разработаны Государственным проектным институтом № 1 Госстроя СССР совместно с ЦНИИПромзданий и Ленинградским отделением ЦНИИПроектстальконструкция при участии ИПИЖБ и ЦНИИСК.

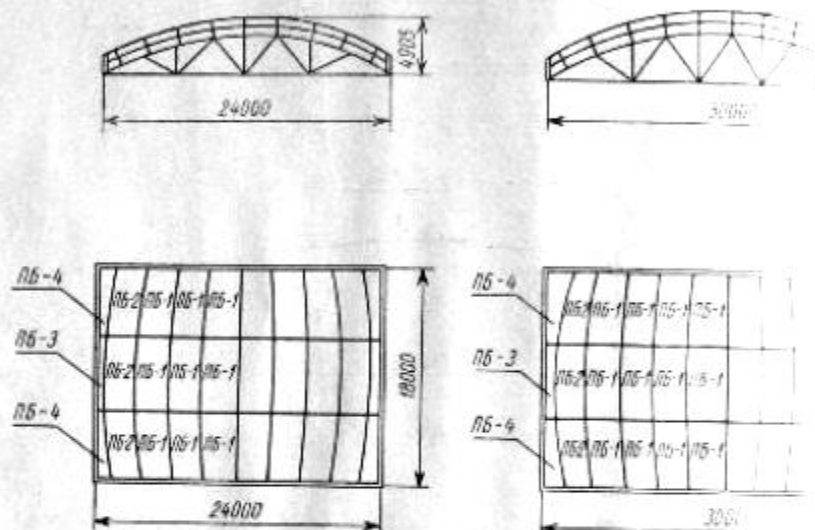
Конструкция оболочки включает сборные ребристые плиты и диафрагмы в виде железобетонных или стальных раскосных ферм. Оболочка очерчена по поверхности тора с круговой образующей. Разрезка оболочки осуществляется системой радиальных плоскостей, проходящих через горизонтальную ось вращения образующей.

Плиты подразделяются на средние, контурные и доборные. Они имеют продольные ребра высотой 250 мм и поперечные — высотой 150 мм.

Плиты между собой в средней зоне оболочки соединяются замоноличиванием швов между ними, а в направлении пролета плиты соединяются на сварке при их укрупнении в монтажные блоки. Плиты размером 3X6 м монтируются с предварительным их укрупнением по 3 штуки в блоки длиной 18 м, с помощью временных стальных шпренгельных затяжек. Укрупнение осуществляется на специальных передвижных стендах. В конструкции может быть предусмотрено устройство светоаэрационных фонарей.

Настоящие конструкции утверждены Госстроем СССР в качестве типовых. Освоенные предприятиями Главзапстроя, Применяются на объектах как промышленного, так и гражданского назначения (например, для строительства выставочных павильонов и др.).

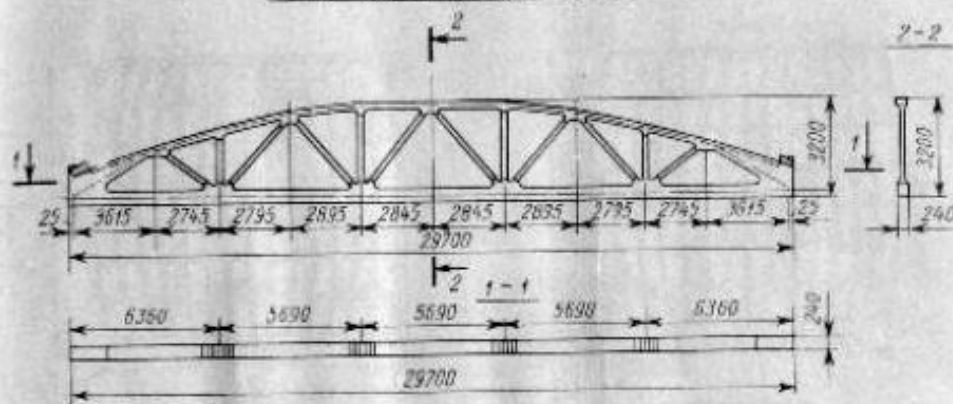
Монтажные схемы покрытий



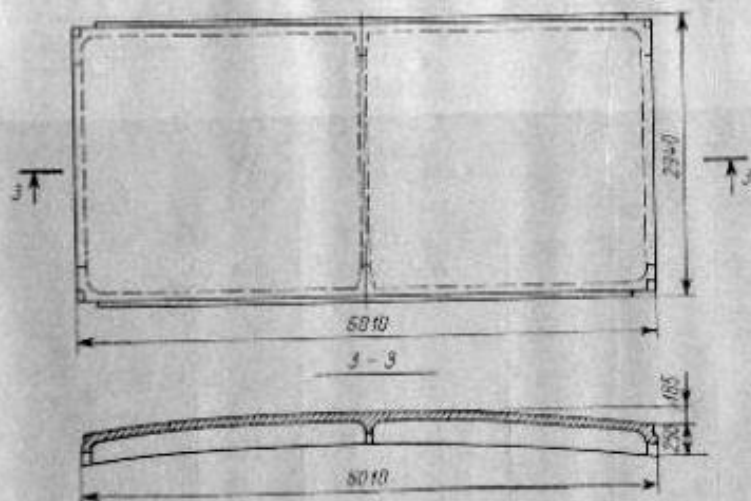
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Пролет, м	Расход материалов				Трудоемкость, чел.-ч/м²	Стоимость, руб./м²
	общий		на 1 м² площади пола			
	бетона, м³	стали, т	бетона, см	стали, кг		
<i>Покрытие с железобетонными диафрагмами</i>						
18×24	33,5	35,1	7,75	7,15	1,91	11,2
18×30	43,2	45,9	8,00	8,51	1,93	11,3
<i>Покрытие со стальными диафрагмами</i>						
18×30	32,9	98,9	6,1	18,3	1,90	10,2

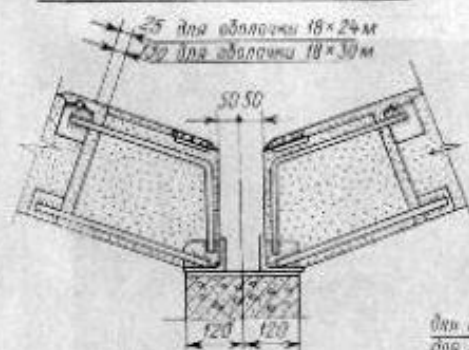
Железобетонная контурная ферма



Плита средняя



Деталь опорной плиты на ферму



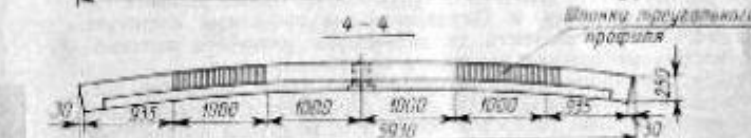
Деталь заделка швов между плитами



Плита доборная



Шланги стальнойго профиля



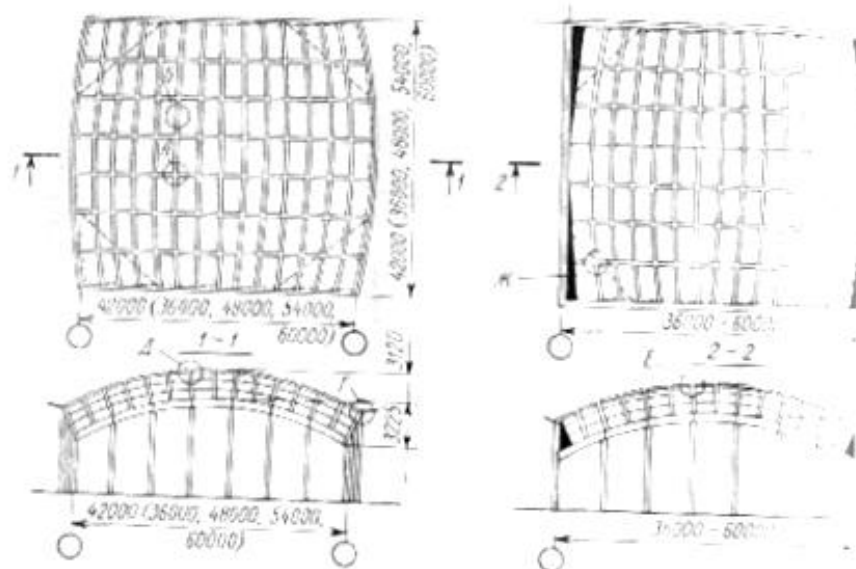
Плита контурной



10. Сборные железобетонные унифицированные оболочки двойной кривизны



Вид плит



Конструкции сборных железобетонных унифицированных оболочек двойной кривизны с размерами в плане от 36×36 до 60×60 м разработаны лабораторией перспективных конструкций МНИИТЭП совместно с институтами Моспроект-1, НИИЖБ и ШНИИСК на основе решений типовых оболочек, выпущенных в Государственном проектно-исследовательском институте Госстроя СССР, и являются их дальнейшим развитием применительно к общественным зданиям различного назначения.

Средняя поверхность оболочек очерчена на сфере. Оболочки рассчитываются в одном направлении радиальными плоскостями на одинаковые секции переменной ширины, не превышающей 3 м. В другом направлении через 6 м каждая секция разрезается на элементы, поверхности которых для упрощения конструкции принимаются цилиндрическими.

Пологие цилиндрические плиты 3×6 м имеют стрелу подъема 100 мм. Элементы имеют ребра по контуру и одно поперечное ребро высотой 300 мм.

Толщина плит 35—45 мм. В угловых зонах оболочек для восприятия больших растягивающих усилий устраивается монолитная бетонная поперечная армировка отдельных стержнями.

Контур оболочек принят в виде рам, состоящих из ригелей, на которые опираются плиты, и несущих колонн с шагом 6 м.

Совместная работа элементов оболочек обеспечивается замоноличиванием стыков с образованием бетонных шпонок и накладками, соединяющими закладные части ребер с шагом 3 м.

Монтаж оболочек осуществляется с применением центральной арматурной опалубки, на которую устанавливаются монтажные фермы. На специальных стендах-кондукторах собираются укрупненные секции из двух-четырех плит, соединенных временными затяжками.

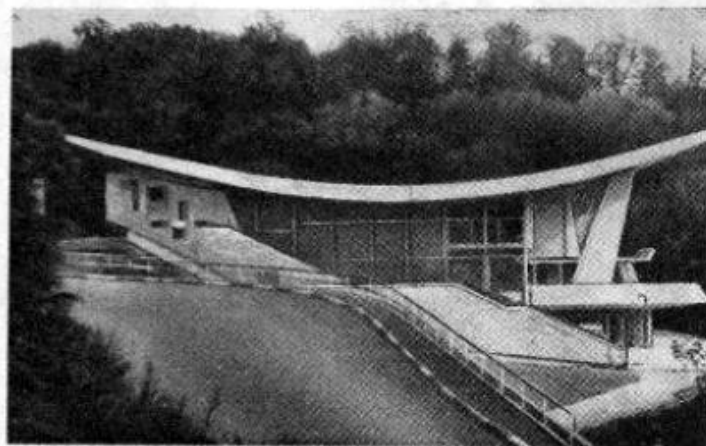
Конструкции оболочек данного типа осуществлены на Усачевском рынке и на крытии зала ретных игр в Москве, на рынке в Севастополе и на ряде других объектов.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Пролет, м	Расход материалов				Трудоемкость чел.-ч/м²	Стоимость руб./м²
	общая		на 1 м² площади пола			
	бетона, м³	стали, т	бетона, см	стали, кг		
36×36	155,5	28,8	12,0	18,5	2,54	16,4
42×42	206,4	37,2	11,7	18,0	2,65	18,0
48×48	269,6	46,1	11,7	17,1	2,72	18,9
54×54	335,3	62,4	11,5	18,6	2,75	20,1
60×60	399,6	87,5	11,1	21,9	2,79	21,2

Примечание. Расчетная нагрузка во всех случаях 300 кг/м²; масса монтажного элемента 5,4 т.

15. Висячая железобетонная оболочка на прямоугольном плане

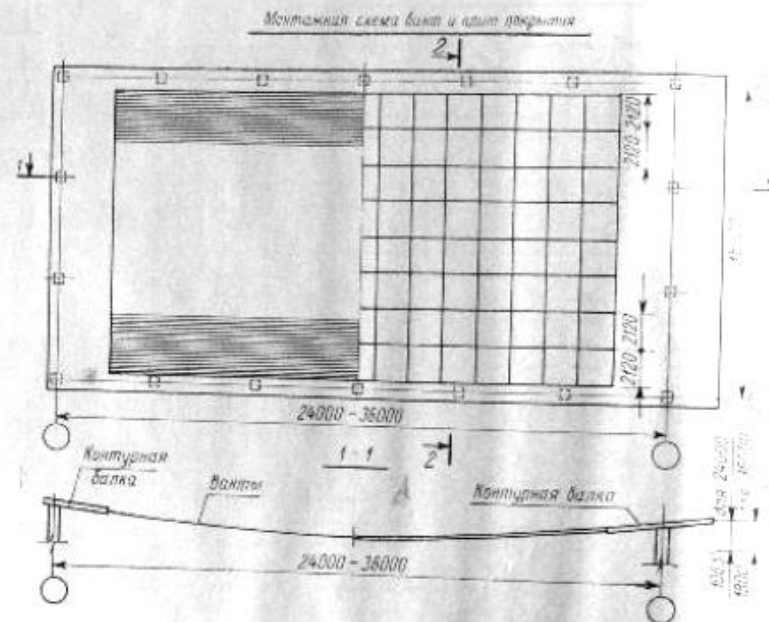


Конструкция висячей железобетонной оболочки на прямоугольном плане разработана в Сочинском отделении «Южгипрокоммустрой» применительно к актовым и спортивным залам школ, а также к ряду спортивно-зрелищных сооружений. Разработана для зданий с размерами в плане 12×18 , 12×24 , 18×24 , 18×36 и 24×36 м.

Характерной особенностью принятой конструктивной схемы является внешняя безраспорность, т. е. погашение распора от вант внутри самого покрытия. Ванты, выполненные из арматурной стали, располагаются вдоль длинного пролета перекрываемого здания. Тем самым в более выгодных условиях оказываются контурные балки, расположенные по коротким сторонам здания. Эти контурные балки достаточно развиты по высоте и служат концевыми участками оболочки.

Горизонтальные реакции этих балок от сил тяжести всех вант замыкаются в распорах, соединяющих вершины колонн каркаса по продольным сторонам. По вантам укладываются сборные железобетонные или керамзитобетонные плиты, после чего производится их замоноличивание. Ванты с внутренней стороны покрытия оштукатуриваются или закрываются подвесным потолком.

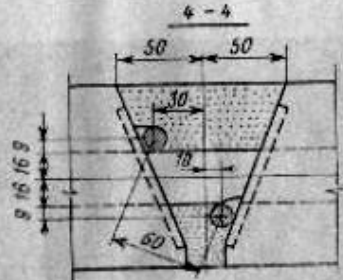
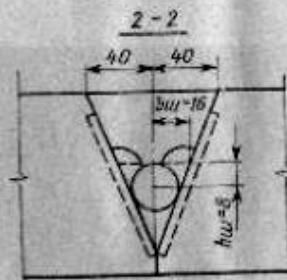
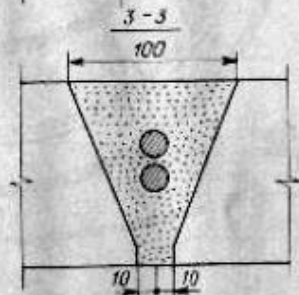
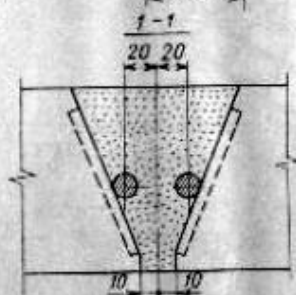
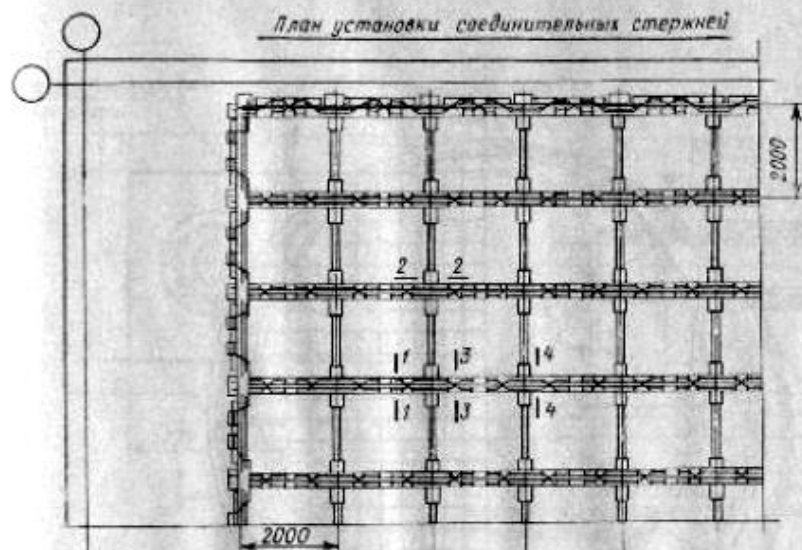
Конструкция освоена Главсочиспестроем и применена на ряде зданий, построенных в г. Сочи (например, для кинотеатра международного лагеря «Спутник», актового и спортивного залов школы, бассейна санатория «Актера»).



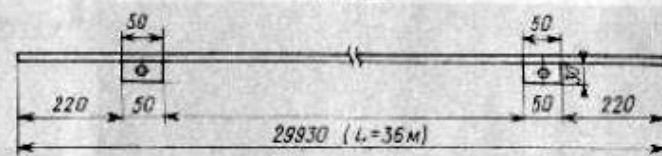
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Пролет, м	Расчетная нагрузка, кгс/м ²	Масса монтажного элемента, т	Расход материалов				Трудоемкость, чел.-ч/м ²
			общий		на 1 м ² площади пола		
			бетона, м ³	стали, т	бетона, см	стали, кг	
12×24 18×24	614	0,61	74,6	13,1	15,7	27,6	2,35
18×36	695	0,75	108,7	25,1	15,4	30,8	2,45

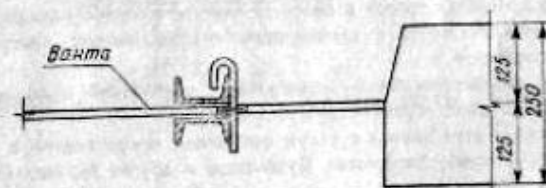
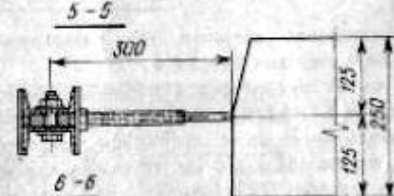
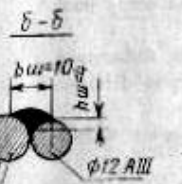
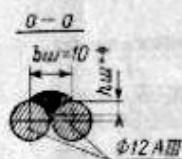
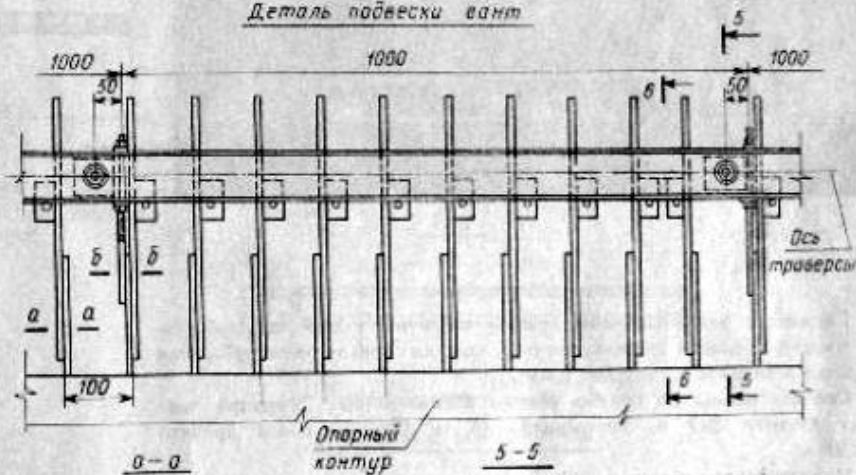
План установки соединительных стержней



Solving



Деталь подвески ванн



16. Висячая седловидная железобетонная оболочка на круглом



Гипотеза разработана конструкция покрытия и виде железобетонной оболочки применительно к зданиям цирков. Седлообразная оболочка размещена на круглом плане.

Опорное кольцо по ширине решено асимметричным. Внешний пояс имеет диаметр 58,7 м, внутренний — 48 м. Сечение пояса принято $1,5 \times 0,8$ м.

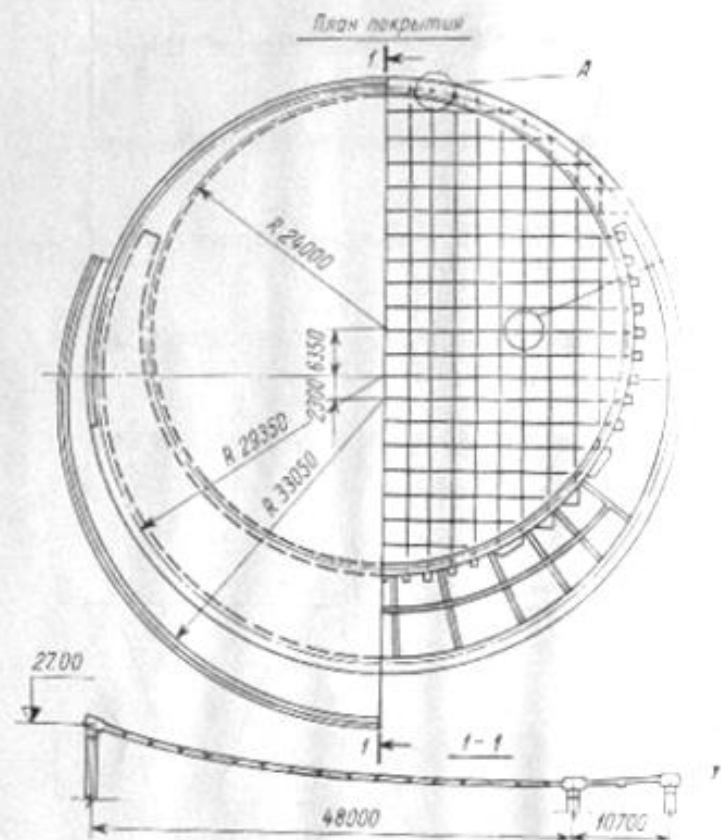
Ортогональная вантовая сеть выполнена из спаренных тросов $\varnothing 52,5$ мм с ячейками $2,4 \times 2,4$ м.

На ванты навешиваются сборные плоские железобетонные плиты с размерами $2,1 \times 2,1$ м, толщиной 63 мм. Швы между плитами оболочки замоноличиваются после натяжения вантовой сети. Ширина швов — 300 мм, высота 154 и 216 мм. Опалубка для замоноличивания швов подвешивается к сборным железобетонным плитам.

Для крепления тросов в опорном контуре имеются каналы. Анкеровка тросов осуществляется с применением гильзосиликоновых анкеров ВНИИ-монтажспецстрой.

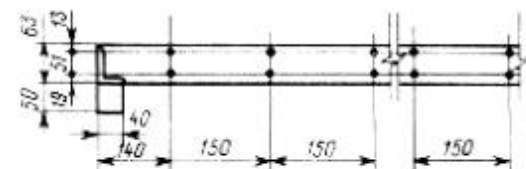
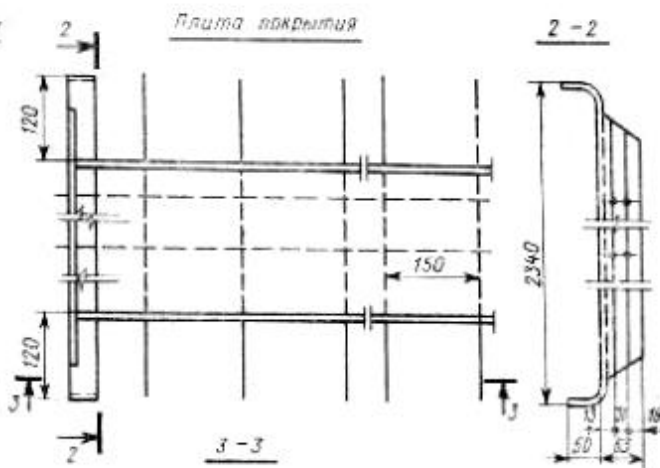
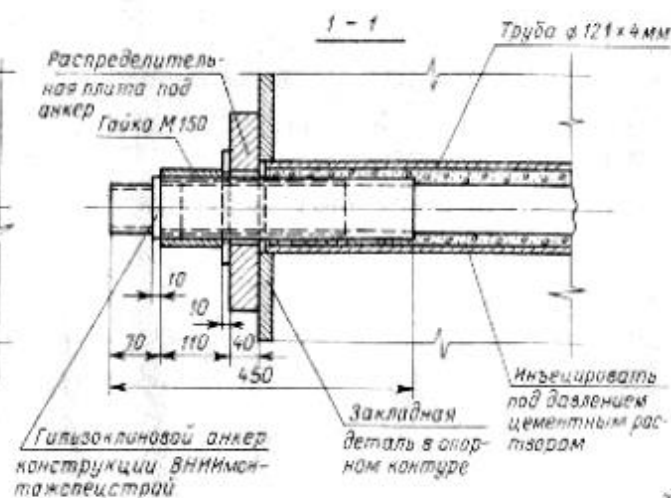
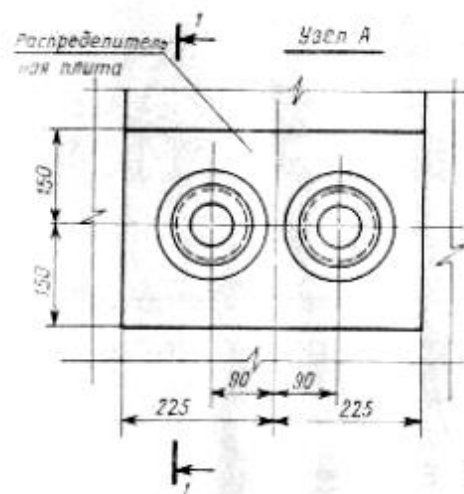
Для удовлетворения функциональных требований к оболочке подвешивается потолок, образующий купол цирка.

Строительство цирков с таким покрытием осуществлено в Уфе, Новосибирске, Ломоносе, Запорожье, Куйбышеве и других городах страны.

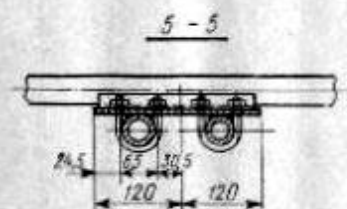
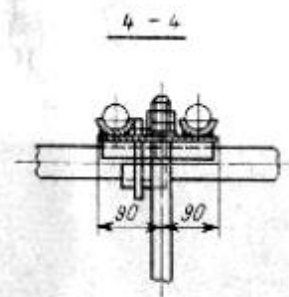
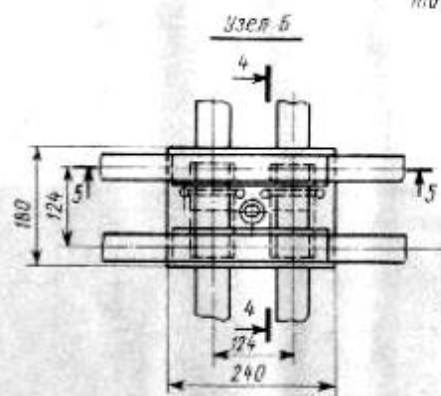
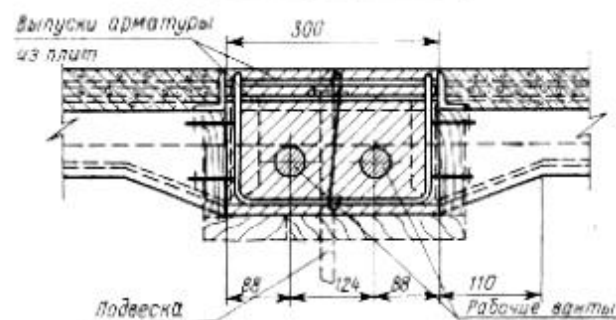


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

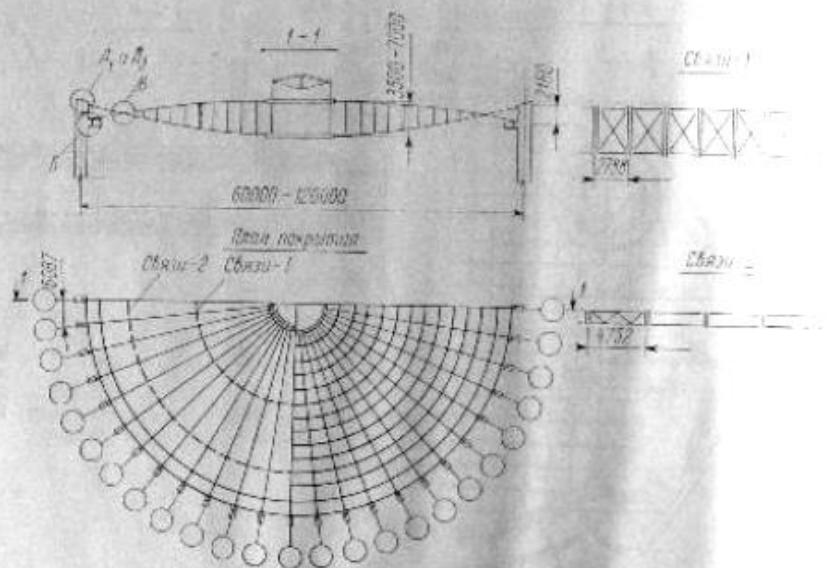
Пролет, м	48
Расчетная нагрузка, кгс/м ²	540
Масса монтажного элемента, т	0,73
Расход материалов	
общий	
бетона, м ³	374
стали, т	110
на 1 м ² площади пола:	
бетона, см	12
стали, кг	12



Монтажный шов оболочки



17. Покрытие из радиальных предварительно-напряженных вантовых ферм на круглом плане



В 1967 г. в Ленинграде построен комплекс Дворца спорта «Юбилейный», рассчитанный на 6200—10 000 зрителей.

Для контрастирующих объема — демонстрационная арена (круглая в плане здание диаметром 93 м с вантовым покрытием) и тренировочный каток (прямоугольный в плане пролетом 36 м) — скомпонованы в едином блоке.

В качестве покрытия демонстрационной арены применена система из 48 радиальных тросовых ферм, предварительно напряженных во время монтажа. Крепление несущего и стабилизирующего тросов осуществлено к периметральным колоннам здания в разных уровнях, что позволило резко уменьшить строительную высоту покрытия, не изменяя его несущей способности. Через колонны распор от тросов передается на сборно-монолитное железобетонное кольцо, расположенное ниже уровня крепления стабилизирующего троса. В центре распор от тросов воспринимается двумя металлическими кольцами диаметром 12 м.

В качестве ограждающего элемента покрытия применены легкисамонесущие стальные панели с ребрами жесткости из гнутых профилей.

Монтаж вантового покрытия разработан таким образом, что вантовые фермы, с учетом последующего изменения их геометрии от предварительного натяжения, сначала собирались внизу (на нулевой отметке), а затем при помощи специальной траверсы устанавливались монтажным краном в проектное положение.

Строительство осуществлялось Главленинградстроем. Монтаж основных несущих конструкций — трестом «Севзапстальконструкция» Минмонтажспецстроя СССР.

Аналогичное решение покрытия применено ЛенЗНИИЭПом при строительстве зала собраний в г. Зуле (диаметр 63 м), а также в рабочих проектах покрытий Дворца спорта в Баку (диаметр 102 м), рынка в Ульяновске (диаметр 72 м), в проекте реконструкции спортивного зала в Берлине (овальный план 84×78 м с передачей на стены лишь вертикальных усилий), в проекте спортивного зала в Будапеште и др.

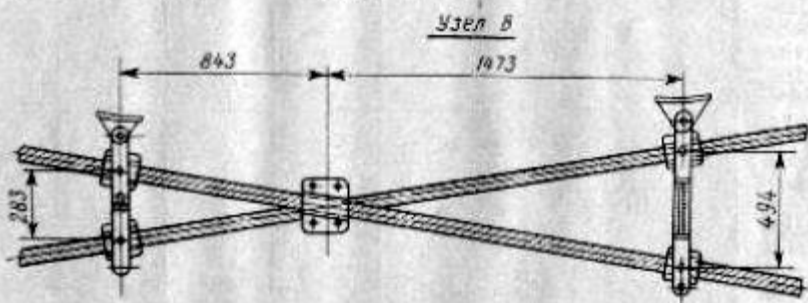
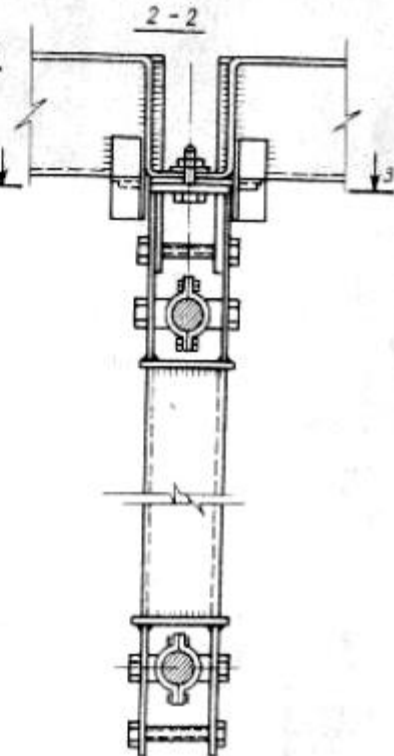
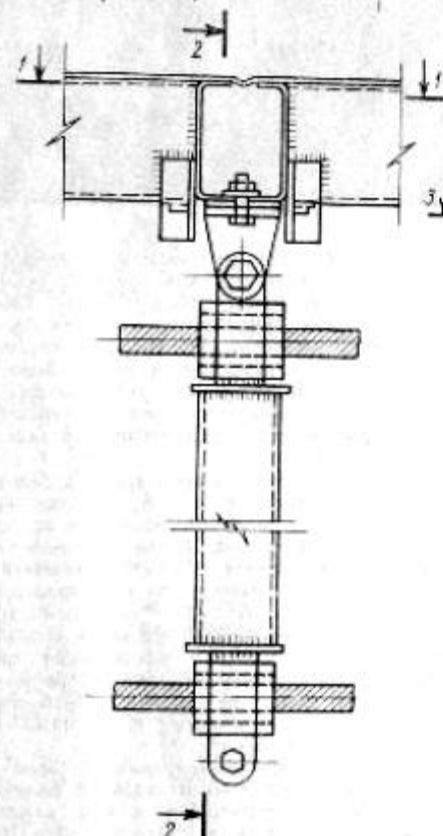
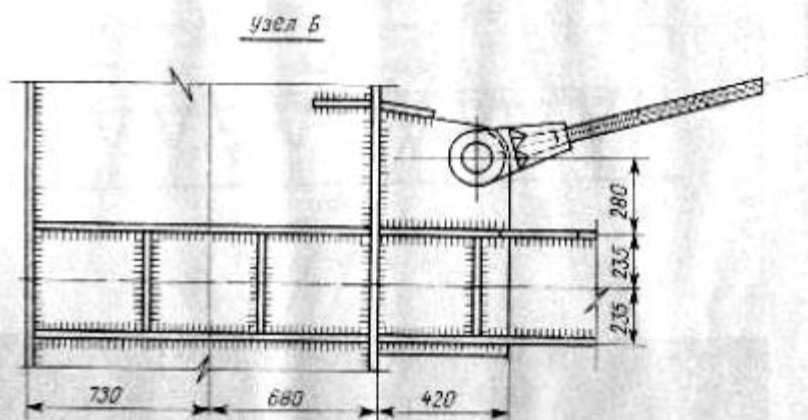
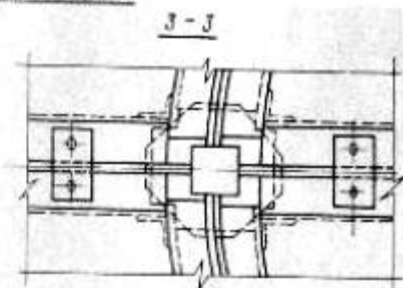
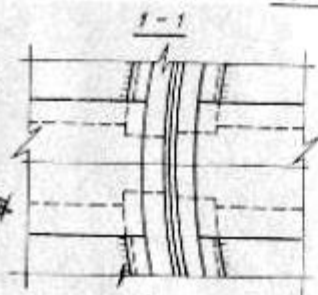
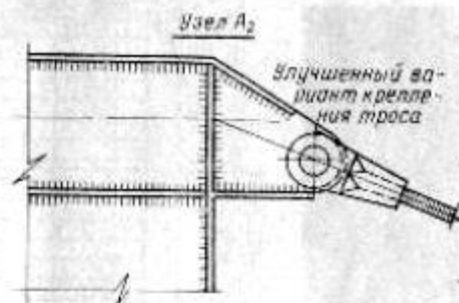
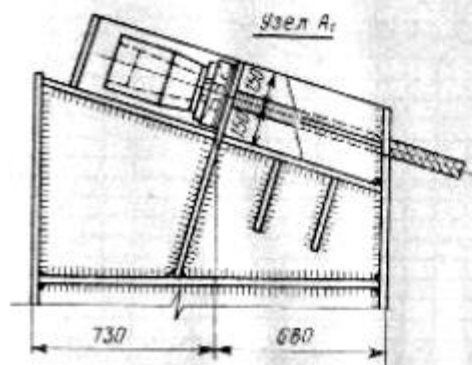
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование элементов конструкции	Масса монтажного элемента, т	Расход материалов				Трудоемкость чел. ч/м
		общий		на 1 м² площади пола		
		бетона, м³	стали, т	бетона, см	стали, кг	
Опорное железобетонное кольцо	20	476,1	111,4	7,1	16,8	1,00
Вантовые фермы	3	—	146,0	—	21,8	1,45
Центральное металлическое кольцо	12	—	67,2	—	10,1	0,40
Металлические плиты покрытия	1	—	340,3	—	50,6	1,78
Итого		476,1	665,1	7,1	99,3	4,63

Примечания: 1. Пролет 92 м, расстояние

Примечания. 1. Пролет 93 м, расчетная нагрузка 0,1 кН/м².

Узел опирания плит покрытия на
вантовые фермы



19. Большепролетная сферическая оболочка из сборных прямоугольных ребристых плит 3X12 м

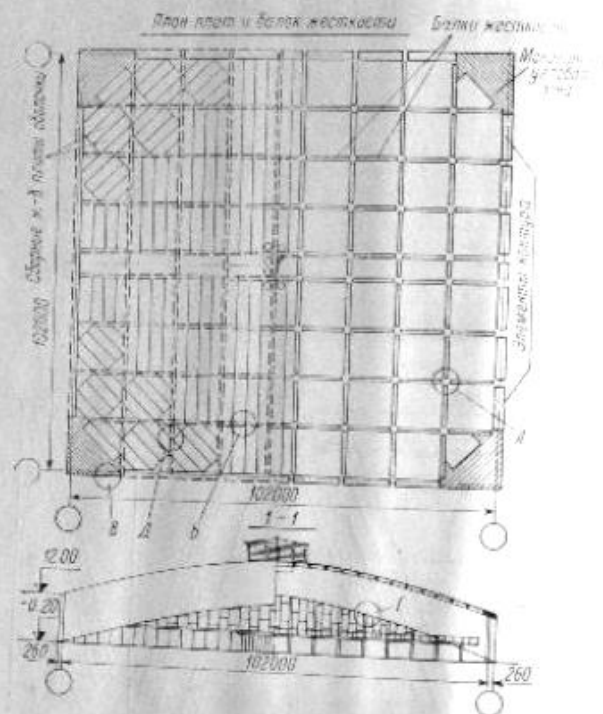


Покрытие представляет собой полуглоу сборно-монолитную оболочку положительной кривизны, размером в плане 102X102 м, шарнирно опертую по контуру на стойки. Оболочка очерчена по поверхности переноса. Образующей и направляющей являются дуги окружности радиуса 132,3 м. Подъем оболочки в центре составляет 20,4 м. Оболочка собирается из пяти типов плит.

Плиты коробчатые, предварительно-напряженные, с переменной толщиной полки от 5 до 100 мм. Плиты средней зоны ориентированы параллельно контуру. Плиты угловой зоны ориентированы параллельно диагоналям плана. По контуру все плиты имеют выпуски арматуры. Боковые поверхности ребер плит имеют шпунтовые гнезда.

Для обеспечения общей устойчивости оболочка подкреплена ребрами жесткости, выполненными из тавровых балок четырех типов: с криволинейным верхним поясом (3 типа) и с постоянным поперечным сечением. Балки с криволинейным верхним поясом длиной 11,5 м используются на монтаже как несущие и выполняются предварительно-напряженными; остальные балки — с обычным армированием. По верхнему поясу балки имеют выпуски арматуры и шпунтовые гнезда, по торцам — только выпуски арматуры.

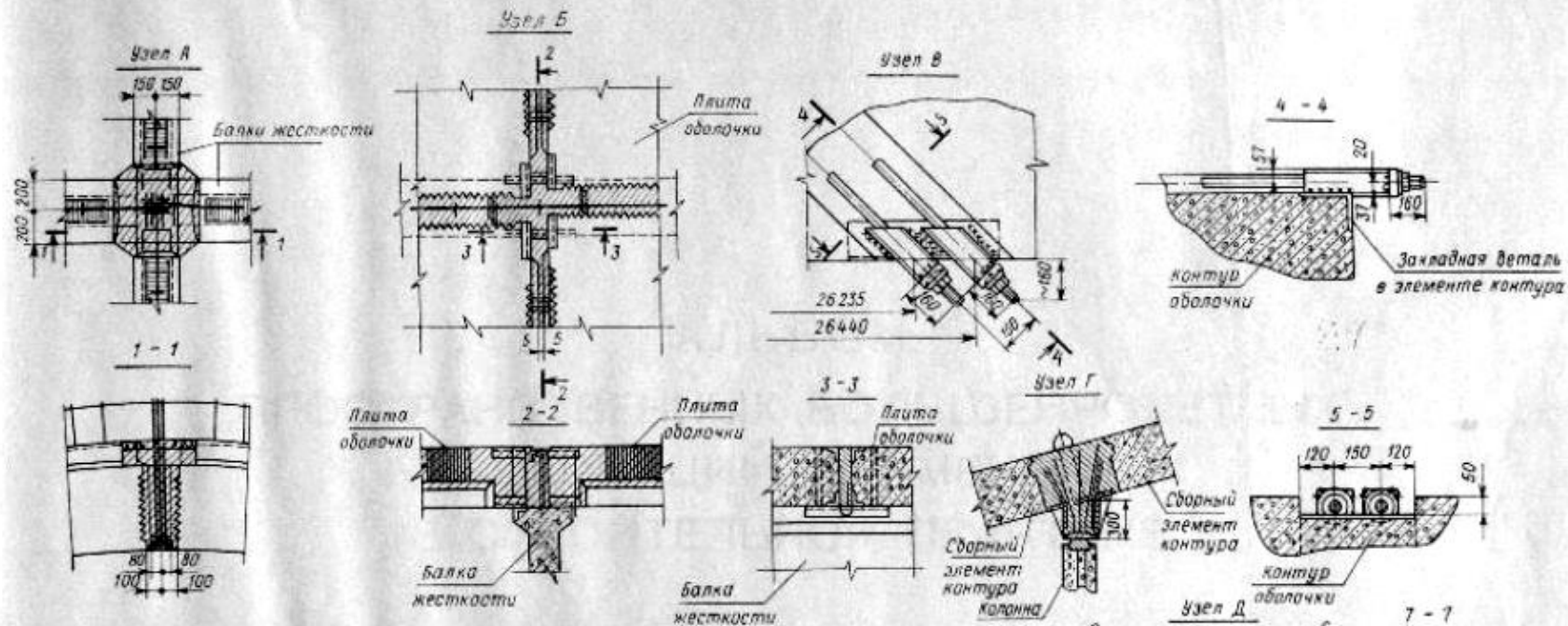
Опорные угловые зоны оболочки выполняются в монолитном железобетоне и армируются стержневой арматурой в двух плоскостях. Опорный



контур оболочки представляет собой предварительно-напряженный кольцевой пояс, опертый на стойки, собираемый из блоков шириной 6 м.

Ветровые нагрузки на оболочку воспринимаются четырьмя угловыми опорами. Угловые опоры анкеруются в монолитном фундаменте посредством болтов с последующей обвязкой по контуру. В центре оболочки устраивается аэрационный фонарь, а по всей внутренней поверхности подвешивается акустический потолок.

Проект покрытия торгового зала выполнен Государственным научным институтом № 1 Госстроя СССР и осуществлен в Челябинске. Данное решение в аглопорите использовано для торгового центра в Москве, строительство которого ведется.

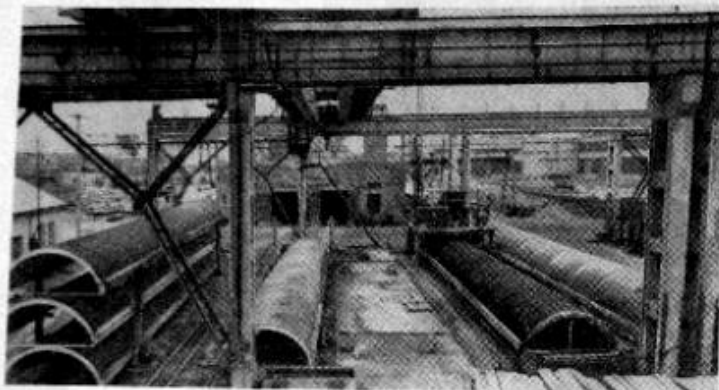


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование элементов конструкции		Расход материалов			
		общий		на 1 м ² площади пола	
		бетона, м ³	стали, т	бетона, см	стали, кг
Сварные конструкции	железобетонные	1530	170,34	13,5	15,1
Монолитные конструкции	железобетонные	761	179,15	26,7	15,9
Итого		2291	349,59	20,2	31,0

Примечание. Пролет 102 м; расчетная нагрузка 512 кгс/м²; масса монтажного элемента сварных конструкций 2-9,5 т; трещиностойкость 8,3 чел. ч/м²; стоимость 67 руб./м².

11. Комплексные армоцементные цилиндрические оболочки

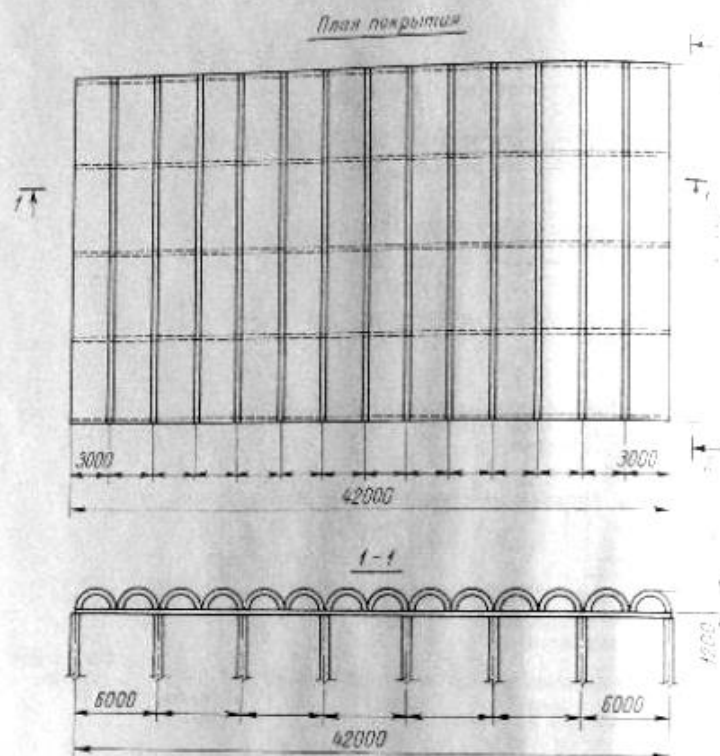


Одним из новых направлений в практике проектирования и возведения большепролетных покрытий является создание комплексных конструкций, изготавливаемых в заводских условиях вместе с тепло-, паро- и гидроизоляцией, с тем, чтобы на проектной отметке осуществлялась лишь заделка стыков. Такое конструктивное решение позволяет существенно снизить трудоемкость и стоимость работ по возведению покрытий.

Примером служит комплексная цилиндрическая оболочка пролетом 24 м, шириной 3 м, выполняемая из армоцемента. Конструкция спроектирована в институте Калининградгражданпроект совместно с проектной группой треста Калининградстрой и применена на ряде объектов в Калининграде.

Цилиндрические оболочки выполнялись на специальной установке, обеспечивающей качественное изготовление тонкостенной конструкции. Утеплитель из двух слоев древесноволокнистой плиты, а также два слоя паронизации приформовывались снизу оболочки также в заводских условиях. Рулонная кровля заменена мастикой БАК и наносится до монтажа конструкций на проектную отметку.

С завода-изготовителя на монтажную площадку оболочки доставлялись оборудованным для этого автопоездом на базе седельного тягача МАЗ. Для строповки применялась специальная траверса.

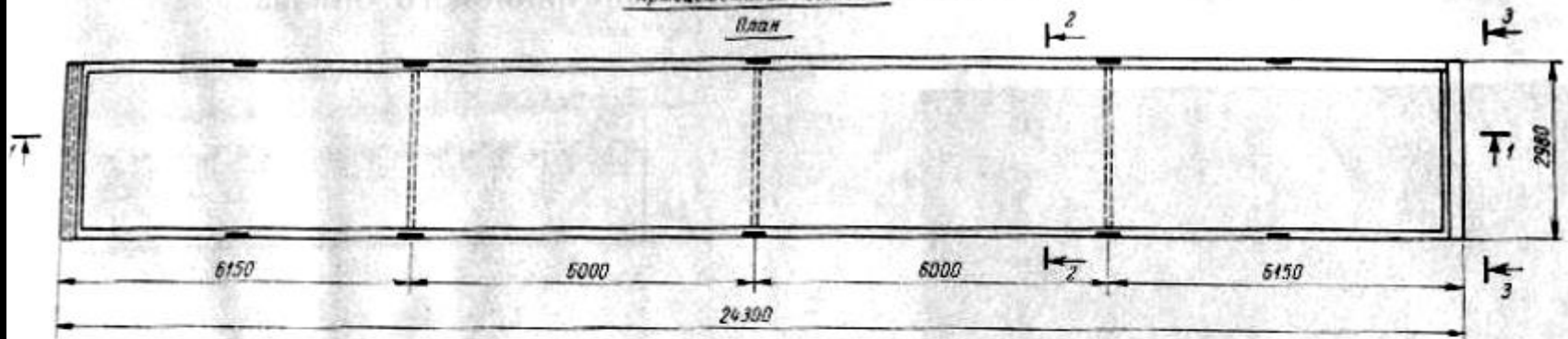


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

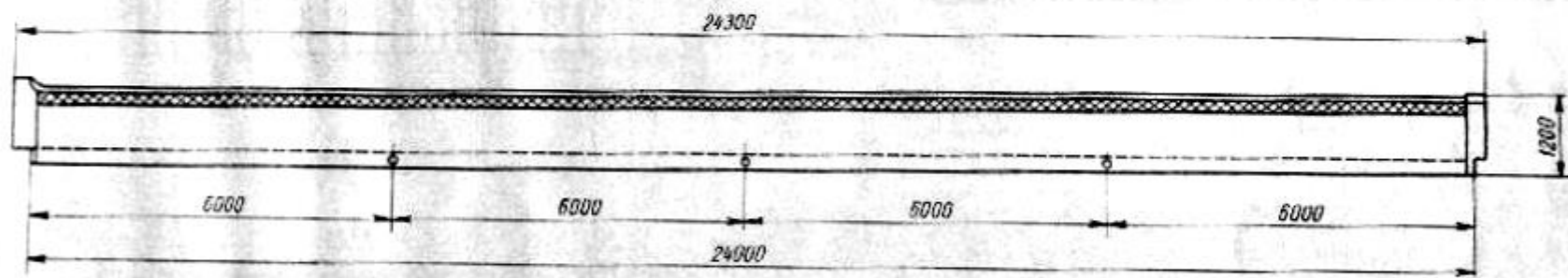
Пролет, м	24
Расчетная нагрузка, кгс/м ²	500
Масса монтажного элемента, т	11
Расход материалов	
общий:	
бетона, м ³	4,2
стали, т	0,77
на 1 м ² площади пола:	
бетона, см	5,83
стали, кг	10,7
Трудоемкость, чел.-ч/м ²	1,89
Стоимость, руб./м ²	1,3

Армоцементная оболочка

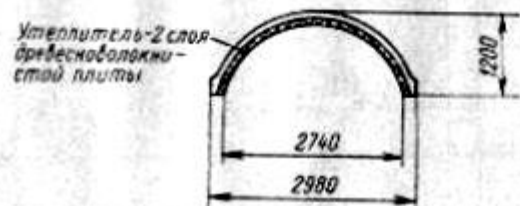
План



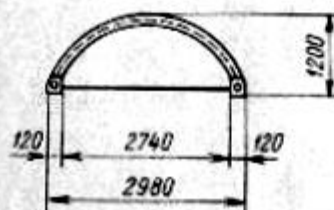
1-1



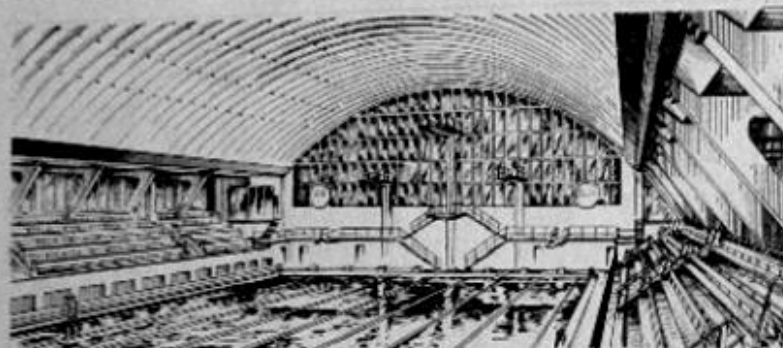
2-2



3-3



1. Волнистый свод из сборных армоцементных элементов

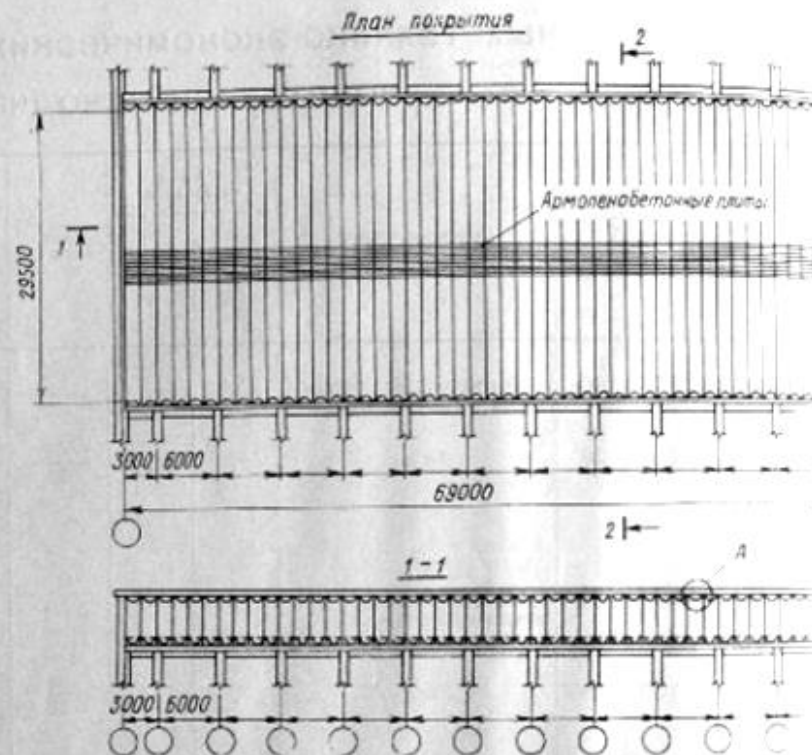


Сводчатая конструкция пролетом 29,5 м применена институтом Ленинпроект для покрытия бассейна на Литовской улице в Ленинграде. Свод образован сборными двухпарными пространственными арками волнообразного профиля. Стрела подъема арки — 6,6 м.

Монтажный элемент свода выполнялся из армоцемента в деревянной речной опалубке. Бетонирование велось на строительной площадке с помощью виброрейки. Длина монтажного элемента 16,2 м, ширина 1,5 м, высота сечения 0,75 м, масса 3,6 т.

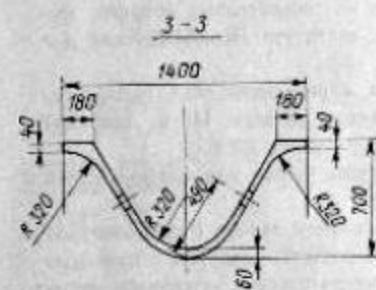
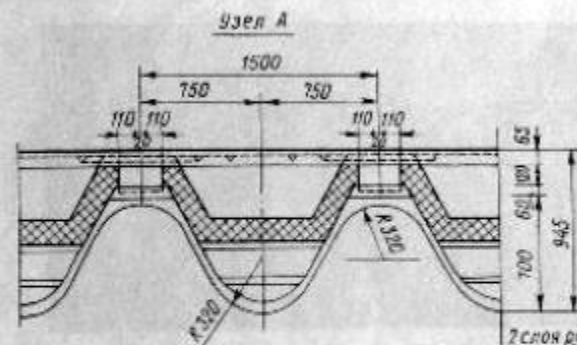
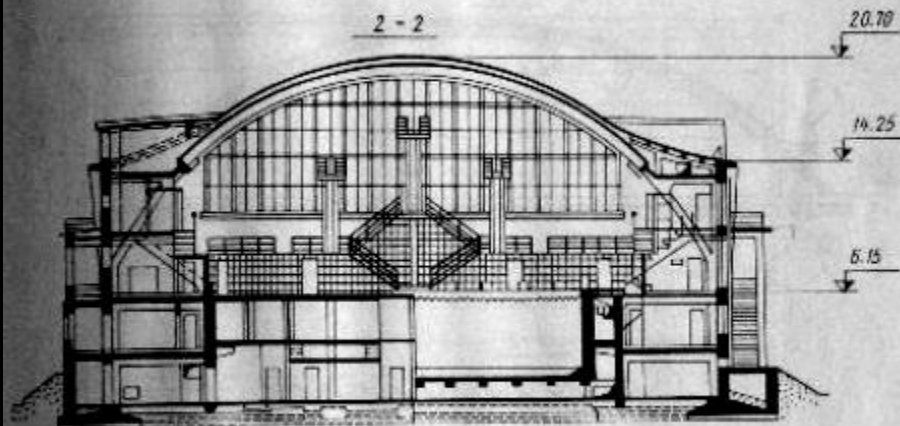
Монтаж покрытия велся с помощью передвижной металлической башни, на которую укладывались два монтажных элемента. Выпуски рабочей арматуры сваривались с помощью накладок, а стык элементов бетонировался, образуя диафрагму в шельте свода. Монтаж элементов осуществлялся с помощью пятитонного башенного крана. Распор от свода воспринимался сборными железобетонными рамами трибуны. По гребням воды свода укладывались плиты утеплителя, образуя замкнутое пространство, используемое для устройства вентиляции бассейна.

Пятинадцатилетний опыт эксплуатации армоцементного свода над ванной плавательного бассейна свидетельствует о высокой надежности принятого конструктивного решения.



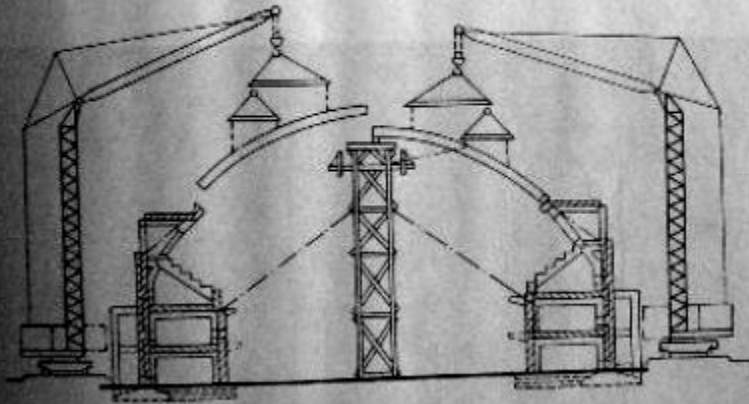
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование элементов конструкции	Масса монтаж- ного эле- мента, т	Расход материалов				Трудоза- траты, чел.-ч
		общий		на 1 м ² площади пола		
		бетона, м ³	стали, т	бетона, см	стали, кг	
Элементы свода	4,3	130,3	24	6,4	11,8	2,78
Бетон замоноличивания	—	30,5	—	1,5	—	0,15
Итого	—	160,8	24	7,9	11,8	2,93

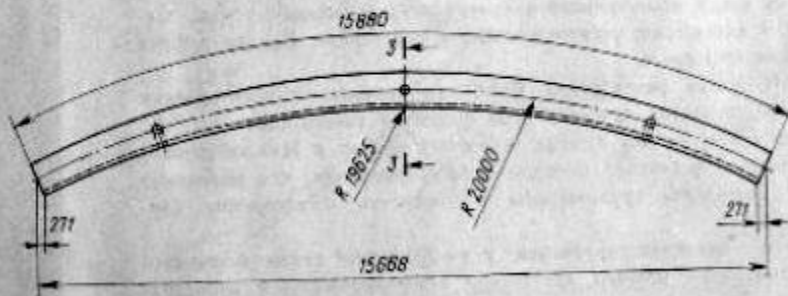


7 слой рубероида по слою
перегородки на битумной
мастике
Цементная марка 1 см
Железобетонная плита
Минераловатные плиты
Пароизоляция из хлорной
битумной эластичной мастики
нанесенной торкретирова-
нием
Асбофанера волнистая
Армоцементные арки

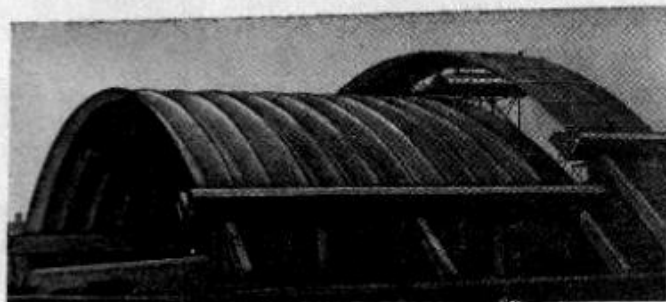
Схема монтажа покрытия



Армоцементная полусарка



2. Волнистый свод из сборных армоцементных элементов



Сводчатая конструкция пролетом 39 м из тонкостенных сборных элементов волнистого профиля разработана в институте ЛенНИИпроект для покрытия теннисных кортов в Ленинграде.

Пространственная двухшарнирная арка, образующая свод, собирается из трех одинаковых армоцементных элементов длиной 14 м, шириной 2 м, с высотой сечения 0,55 м. Масса такого элемента 3,3 т.

Монтажные элементы не имеют поперечных ребер или диафрагм, что дает возможность складировать их пакетом.

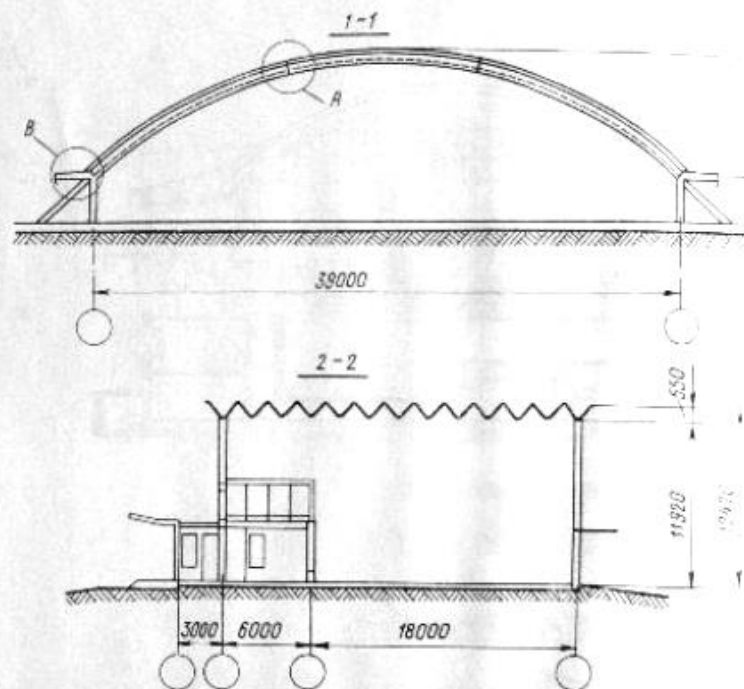
Элементы изготавливались на экспериментальном заводе Главленинградстрой в полигонных условиях в деревянной реечной опалубке с помощью виброрейки. Монтаж осуществлялся на металлических стоечных передвижных лесах. Элементы сваривались с помощью ванной сварки и затем замоноличивались. Одновременно велось бетонирование стыков в трех волнах свода.

Распор от свода воспринимается контрфорсами, имеющимися по фасаду здания, и затяжками, установленными в его торцах. Кровля решена по всей поверхности свода.

В ЛенЗНИИЭП разработана машинная технология изготовления армоцементных элементов для сводчатых покрытий такого типа.

Элементы покрытия для крытых теннисных кортов в Минске готовились на машинной установке методом виброформования, что позволило существенно уменьшить трудозатраты и стоимость изготовления конструкций.

Утеплитель — пенополистиролцемент с $\gamma=200$ кг/м³ также формируется на виброформовочной машине. Он может приформовываться непосредственно к элементу в процессе изготовления или выпускаться в виде волнистых плит и укладываться на стройке на уже смонтированный свод. Такой утеплитель не требует устройства цементной стяжки и по нему может быть применено пленочное гидроизоляционное покрытие (например, кровледат) различных цветовых оттенков.



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование элементов конструкции	Масса монтажного элемента, т	Расход материалов				Трудоемкость, чел.-ч
		общий		из 1 м ² площади пола		
		бетона, м ³	стали, т	бетона, см	стали, кг	
Элементы свода	3,3	53,0	14,4	5,65	15,4	2,88
Замоноличивание швов	—	1,4	0,2	0,15	—	0,24
Итого	—	54,4	14,6	5,80	15,4	3,12

Примечание. Пролет 39 м; расчетная нагрузка 400 кгс/м².

3. Армоцементный складчатый свод из сборных элементов с опорами на уровне земли



Сводчатое здание из армоцементных элементов складчатого профиля разработано в Ленинградском отделении ЦНИИПромзданий применительно к складским помещениям различного назначения.

Здание пролетом 24 м собирается из отдельных тонкостенных арок шириной 3 м со стрелой подъема 8 м, которые после замоноличивания швов образуют волнистое сводчатое покрытие. На уровне планировочной отметки

арки жестко соединяются с железобетонными цокольными балками, шарнирно опираемыми на фундамент. Цокольным балкам придана форма, обеспечивающая отвод воды с поверхности свода.

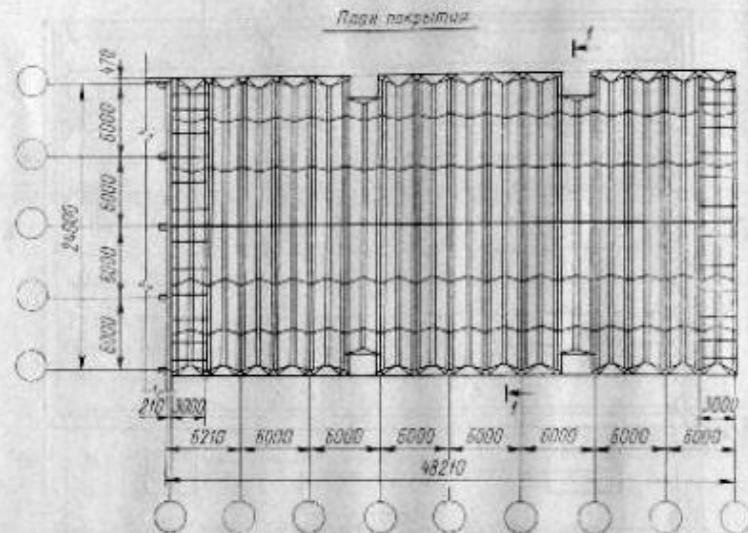
Распор свода воспринимается фундаментами. Каждая арка собирается из шести односторонних прямолинейных армоцементных элементов с толщиной наклонных плоскостей 20 мм, а верхних и нижних полок — 60 мм.

В арках, имеющих ворота, два элемента заменяются на укороченные и на две воротные рамы. Рама ворот состоит из двух наклонных стоек и ригеля с козырьком.

Соединение элементов в пространственные арки выполняется на инвентарных кондукторах с применением стыковых соединений.

В крайних арках в углах стыкования и в промежутках между ними устанавливаются постоянные стяжки-распорки, воспринимающие поперечные усилия в арке и обеспечивающие ее жесткость. Вместо дорогостоящего гидроизоляционного ковра из рудонных материалов применено антикоррозионное покрытие из битумного лака АЛ-177 с алюминиевой пудрой.

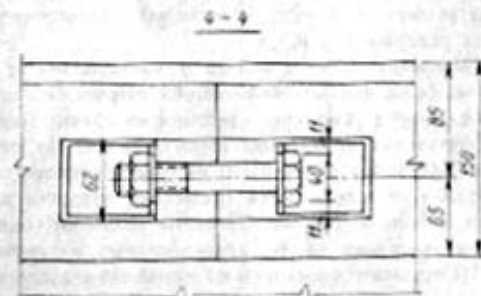
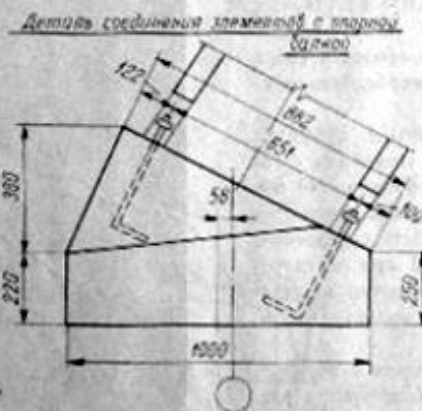
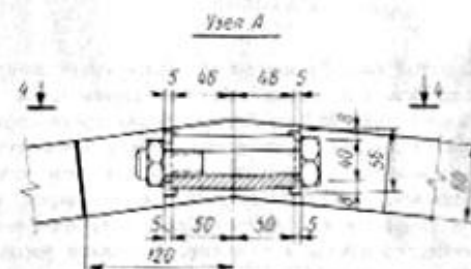
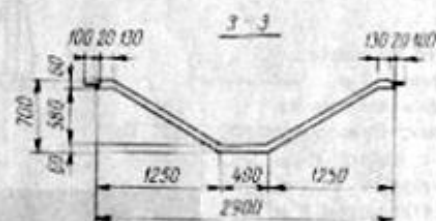
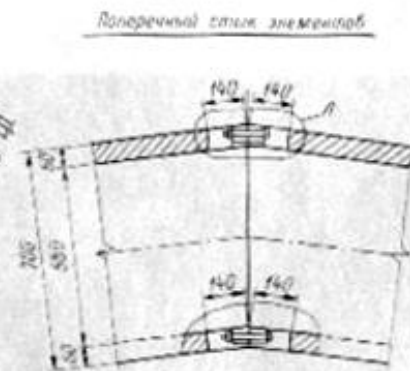
Конструкция применена на Свердловском жиркомбинате для склада стеклотары. Длина здания 48 м. Загрузку и выгрузку стеклотары производят электропозвучкама со стороны боковых фасадов. Освещение здания искусственное, однако окна в торцевой стене склада создают достаточную для работы освещенность помещения.



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование элементов конструкции	Масса монтаж- ного эле- мента, т	Расход материалов				Трудо- емкость, чел. ч/м³	Сто- мость, руб./м³
		общий		на 1 м² площади пола			
		бетона, м³	стали, т	бетона, см	стали, кг		
Элементы свода	1,2	56,6	13,3	4,7	11,1	1,74	5,6
	4,9	27,2	3,7	2,3	3,1	0,82	2,7
Итого	—	83,8	17,0	7,0	14,2	2,56	13,2

Примечание. Пролет 24 м; расчетная нагрузка 300 кгс/м².



4. Сборный железобетонный волнистый свод из гиперболических элементов



Волнистый свод с опорами на уровне земли собирается из тонкостенных железобетонных панелей-оболочек длиной 6,1 м, шириной 3 м.

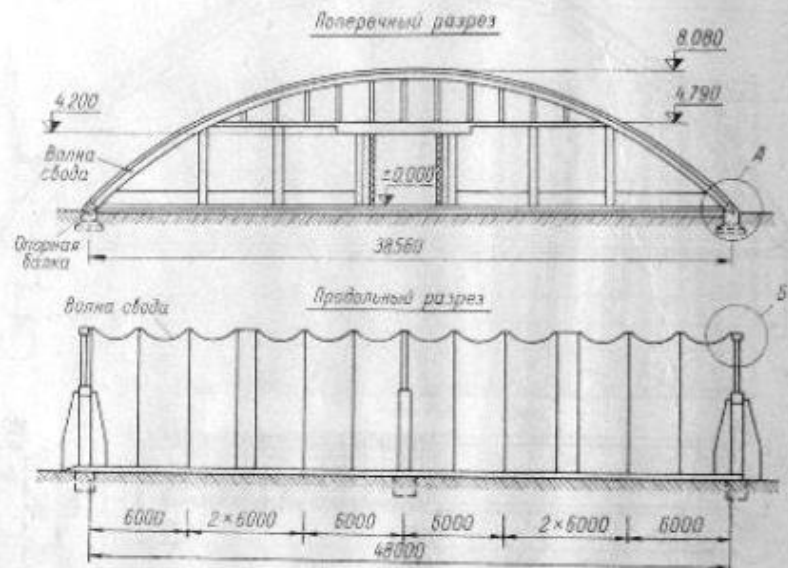
Пролет здания 38,6 м. Каждая волна свода собирается из семи панелей-оболочек — двух приопорных и пяти промежуточных. Приопорные панели отличаются от промежуточных наличием в них с одного конца дополнительных закладных деталей для приварки к опорным балкам.

Свод опирается на бортовые балки таврового сечения пролетом 6 м, соединенные по концам затяжками. Эти балки расположены на сборных железобетонных фундаментах. По своду предусмотрено устройство неутепленной трехслойной рулонной кровли. Каждая панель-оболочка свода представляет собой часть поверхности однополосного гиперболоида вращения радиусом 27,2 м.

Поперечное сечение панели в соответствии с принятым профилем виброшаблона формовочной машины очерчено по кривой гиперболы с горизонтальными участками — ребрами по краям. Толщина оболочки 40 мм, горизонтальных продольных ребер — 50 мм. По торцам панели имеются поперечные ребра высотой 130 мм, увеличивающие жесткость поперечного контура. Они используются также для опирания панелей при складировании и транспортировке. Элементы покрытия соединяют путем электросварки закладных частей, расположенных по гребню и по низу волны.

Изготавливаются элементы по машинной технологии.

Здание предназначено для складов различного назначения и осуществлено в селе Героининка Черкасского района УССР. Конструкция разработана в НИИСК Госстроя СССР (Киев).

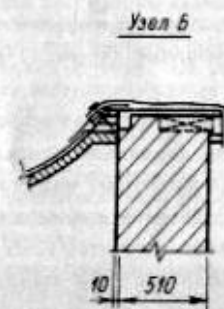
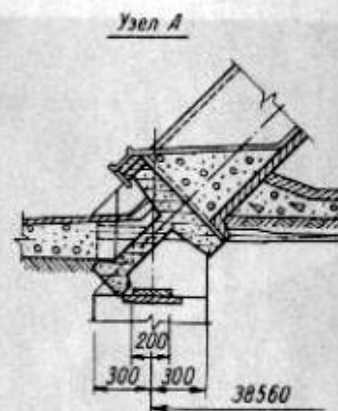
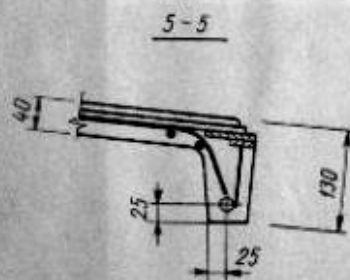
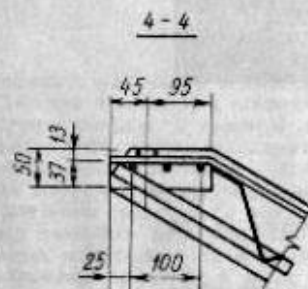
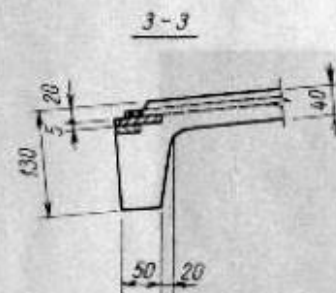
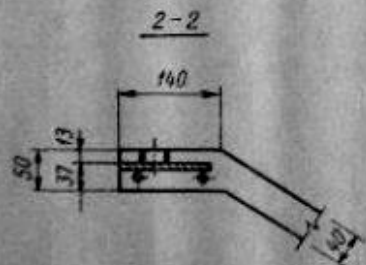
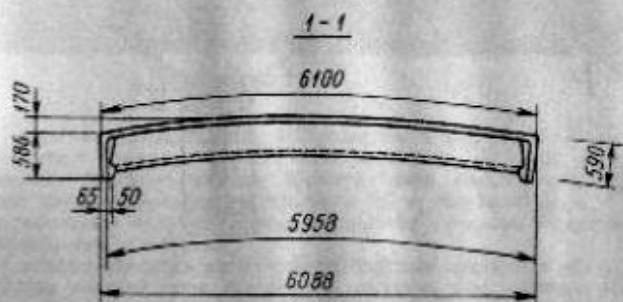
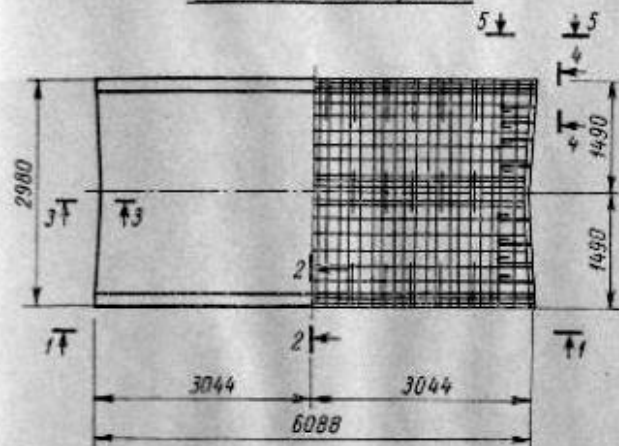


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

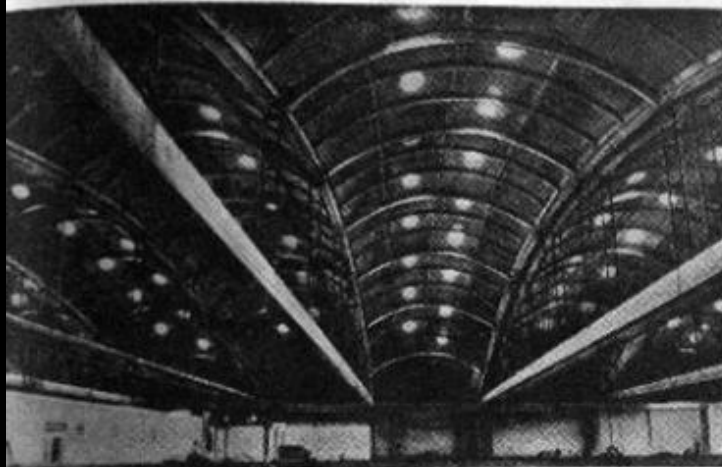
Наименование элементов конструкции	Масса монтажного элемента, т	Расход материалов			
		общий		на 1 м ² площади пола	
		бетона, м ³	стали, т	бетона, см	стали, кг
Панели оболочки	2	93,1	10,2	5,0	7,1
Опорные балки	2	12,1	3,0	0,7	1,8
Затяжки	—	—	5,3	—	2,9
Итого	—	105,2	18,5	5,7	11,8

Примечание. Пролет 38,6 м; расчетная нагрузка 300 кгс/см²; трудоемкость 2,5 чел.-час; стоимость 18,9 руб./м².

Панель-оболочка покрытия



6. Свод-оболочка бочарного типа пролетом 96 м



Покрытие, разработанное в Проектном институте №1 Госстроя СССР, представляет систему сборных многоволновых оболочек положительной кривизны — бочарных сводов. Конструктивно каждая оболочка решена в виде двухшарнирной арки пролетом 96 м, шириной 12 м, с тонкостенным ребристым верхним поясом открытого профиля и предварительнонапряженными затяжками.

Смежные оболочки имеют общий бортовой элемент и общую затяжку. По длине верхний пояс делится на среднюю зону постоянного поперечного сечения протяженностью 74 м и опорные зоны переменного сечения протяженностью каждая 12 м.

Стрела подъема средней зоны составляет 9,6 м ($1/10$ пролета). В поперечном направлении оболочка очерчена по круговой кривой, стрела подъема которой составляет 2,4 м ($1/5$ ширины). Таким образом, средняя зона оболочки очерчена по торондальной поверхности. В пределах опорных зон оболочка очерчена по коноидальной поверхности, обеспечивающей переход от кругового поперечного сечения к прямой на линии опор.

Оболочка в средней зоне собирается из предварительнонапряженных ребристых плит двойной (положительной) кривизны двух типоразмеров и бортовых предварительнонапряженных элементов таврового сечения, очерченных по круговой кривой. Для обеспечения неизменяемости поперечных сечений верхнего пояса предусмотрены диафрагмы в виде балок кругового очертания.

Опорная зона собирается из предварительнонапряженных плит, очерченных по коноидальной поверхности, а также бортовых и опорных элементов. Опорные элементы имеют каналы для пропуска пучков предварительнонапряженной арматуры затяжек.

Затяжки арок собираются из блоков лоткового профиля, в которых размещаются пучки высокопрочной арматуры (15 пучков по 31 проволоке

для средних затяжек и 8 пучков — для крайних затяжек и затяжек в температурном шве). Крепление затяжек к верхнему поясу осуществляется с помощью металлических подвесок, расположенных с шагом 12 м в местах размещения диафрагм жесткости.

Элементы соединяются между собой путем сварки выпусков арматуры или с помощью петлевых выпусков, а также установкой дополнительной арматуры в швах между плитами. Замоноличивание швов и узлов между элементами производится цементным раствором и бетоном марки 400.

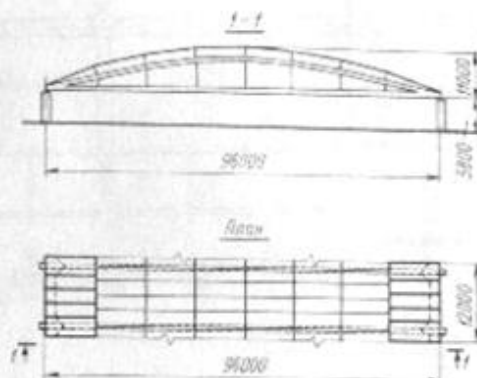
Лоток затяжки после окончания натяжения заполняется цементным раствором марки 300 с укладкой противосадочных сеток, а кан-

налы опорных блоков инфицируются цементным раствором.

Бочарные оболочки установлены на колонны, заделанные в фундаменты стального типа. Передача нагрузки на колонны осуществляется с помощью неподвижных опорных шарниров.

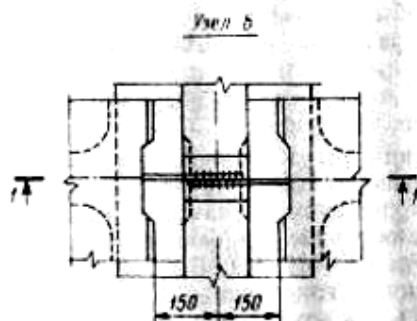
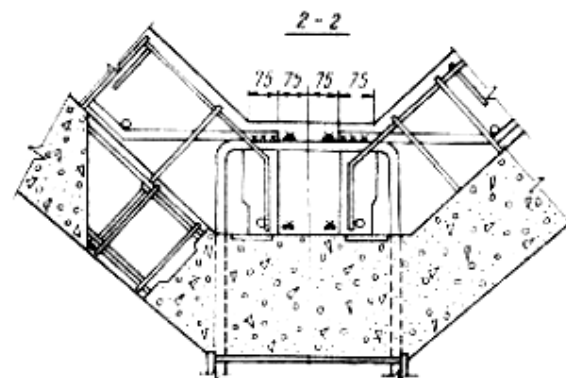
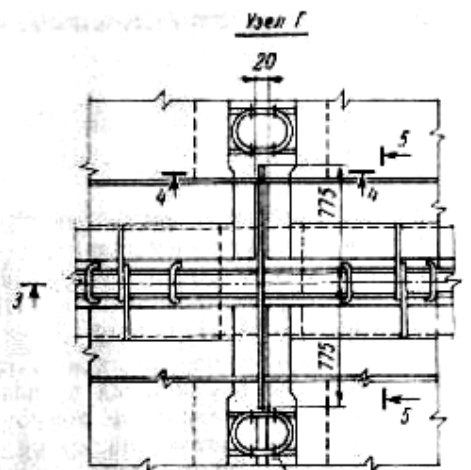
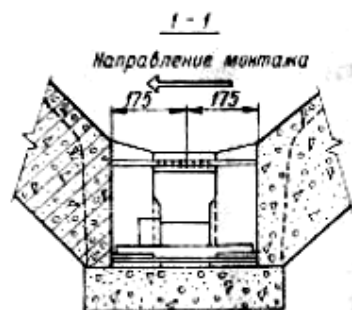
Элементы покрытия изготавливаются в металлических формах. Их производство налажено на экспериментальном заводе Главленинградстрой и на ряде предприятий Главзапстрой. Монтаж осуществляется с помощью инвентарных стоечно-рисельных подмостей, позволяющих применять поточный метод работ.

С покрытием типа бочарного свода пролетом 96 м возведены автобусные гаражи № 5 и 6 в Ленинграде.



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

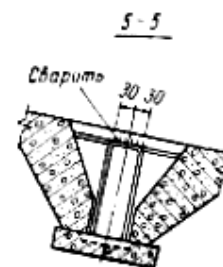
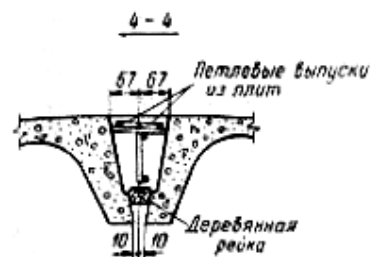
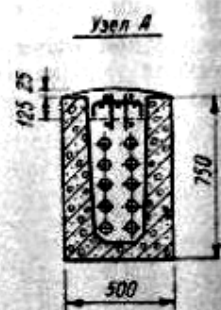
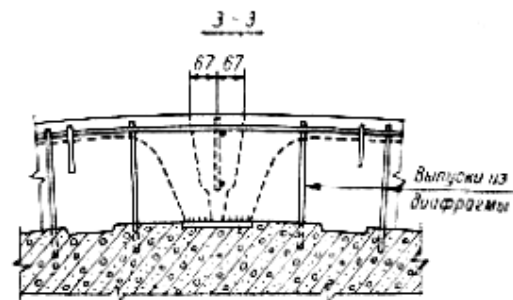
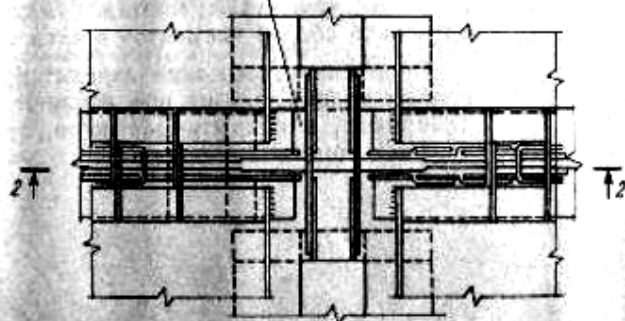
Пролет, м	96
Расчетная нагрузка, кгс/м ²	600
Масса монтажного элемента, т	5,4
Расход материалов	
общий	2160
бетона, м ³	380,1
стали, т	
на 1 м ² площади пола	15,3
бетона, см	28,1
стали, кг	9,45
Трудоемкость, чел.-ч/м ²	45,5
Стоимость, руб./м ²	



Связать проволокой $\varnothing 1,5\text{мм}$

Узел В

Граница замоноличивания I этапа монтажа



1. Сборный железобетонный ребристо-кольцевой купол



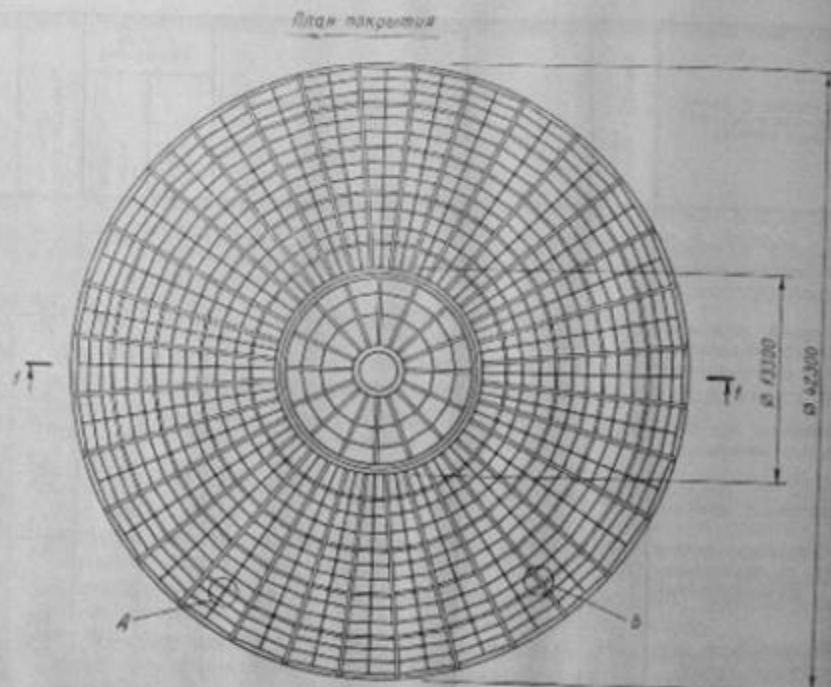
Сборный железобетонный ребристо-кольцевой купол, монтируемый без вспомогательных лесов, возведен над цирком в Кисево по проекту Гипрогражданстроя (Киев).

Купол диаметром 42,3 м состоит из пяти кольцевых ярусов, разделенных 32 меридиональными сечениями из 160 панелей. Таким образом, в куполе использовано 5 типовых элементов.

Панели покрытия для упрощения их изготовления приняты плоскими и представляют собой трапециевидные плиты толщиной 40 мм, усиленные по контуру ребрами площадью сечения 240×100 мм и промежуточными ребрами — одним меридиональным и двумя кольцевыми — площадью сечения 240×60 мм.

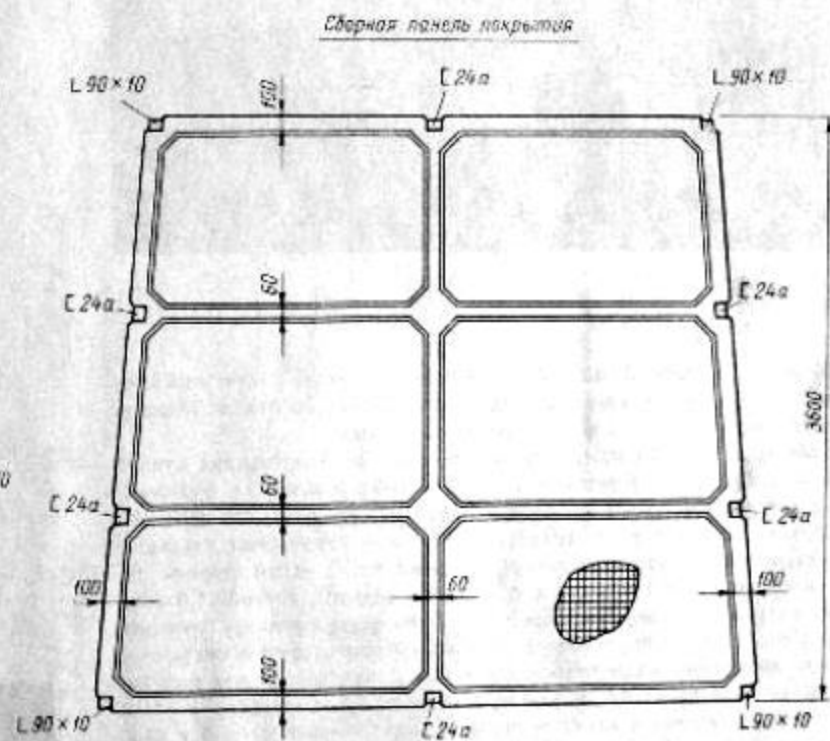
Опорное кольцо по периметру стен зала выполнено из монолитного железобетона. Верхнее кольцо создано замоноличиванием кольцевых охватывающих ребер панелей пятого пояса.

Монтаж купольного покрытия осуществлялся последовательной извеской сборных кольцевых поясов оболочки от опорного кольца к центру башенным краном, установленным в центре зала, и работающей, меридионально расположенной фермой-шаблоном. Центральной опорой фермы-шаблона служила башня крана, другой опорой — кольцевой рельс. Для временного закрепления панелей в процессе монтажа отдельных поясов оболочки по периметру опорного кольца были установлены 32 монтажные стойки высотой 8 м. Панели первого пояса устанавливались одним концом на опорное кольцо, другим — на установочные янты фермы-шаблона. Затем плиты панели освобождались от строп крана, и она закреплялась двумя подвесками с натяжными муфтами к монтажным стойкам.

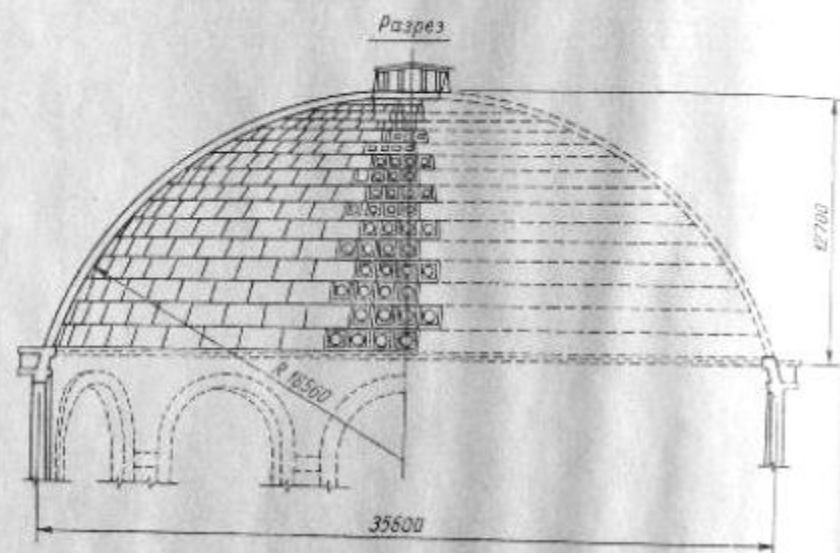
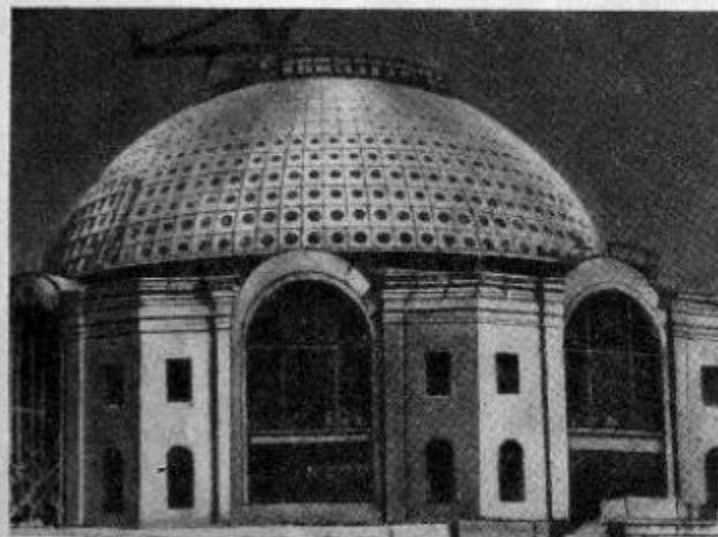


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Пролет, м	42,3
Расчетная нагрузка, кгс/м ²	600
Масса монтажного элемента, т	3,6
Расход материалов	
общий:	
бетона, м ³	137,7
стали, т	21,1
из 1 м ² площади пола	
бетона, см	9,5
стали, кг	16,5
Трудоемкость, чел.-ч/м ²	3,2
Стоимость, руб./м ²	18,3



4. Купол из сборных железобетонных панелей



Железобетонный ребристо-кольцевой купол диаметром 35,6 м возведен над центральным залом крытого рынка в Днепропетровске. Купол состоит из 15 горизонтальных кольцевых поясов. Каждый из них, кроме верхнего, собирается из 48 однотипных плоских кессонных панелей, а замыкающее верхнее кольцо — из 24 однотипных секторных панелей. Стрела подъема купола 13,18 м.

Панели каждого пояса устанавливались вперевязку с панелями смежных поясов в целях обеспечения монолитности сборной оболочки. Между поясами по верхней кромке панелей уложена монолитная железобетонная кольцевая обвязка площадью сечения 80×100 мм.

Панели трапециевидной формы имеют толщину плит 40 мм, высоту ребер 270 мм. Максимальная масса панелей 800 кг. Ширина всех панелей, кроме замыкающих, одинаковая — 1290 мм, длина переменная. Все основные габариты панелей приняты с минусовыми допусками.

Оболочка собрана из 696 панелей, которые изготавливались в 15 формах. Оболочка опирается на монолитную железобетонную кольцевую балку, лежащую на 12 полукруглых арках, которыми завершаются 24 внутренние стойки основных железобетонных рам сооружения.

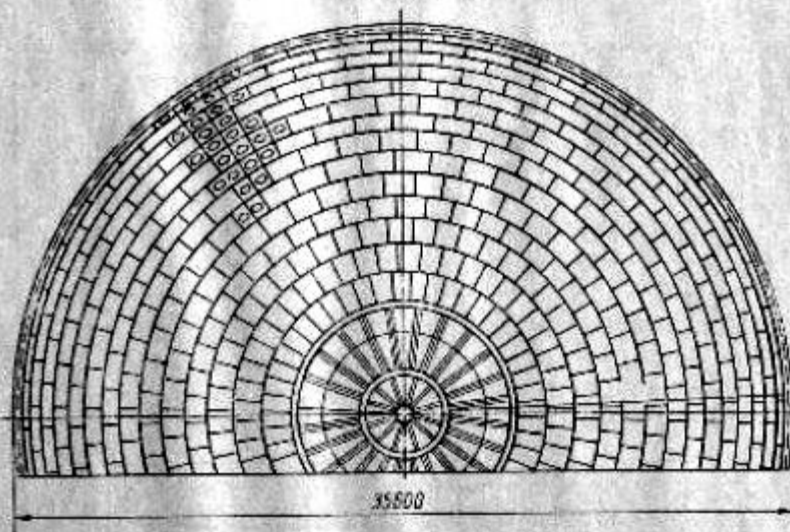
Монтаж оболочки осуществляется навесным способом с помощью башенного крана, установленного в центре подкупольного пространства.

Конструкция купола создана институтами Гипрогражданпроект и КиевЗНИИЭП.

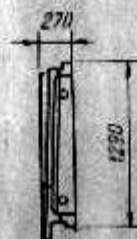
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Пролет, м	35,6
Расчетная нагрузка, кгс/м ²	600
Масса монтажного элемента, т	2,5
Расход материалов	
общий	
бетона, м ³	129
стали, т	9,1
на 1 м ² площади пола	
бетона, см	13,3
стали, кг	16,2
Трудоемкость, чел.-ч/м ²	4,8
Стоимость, руб./м ²	24,5

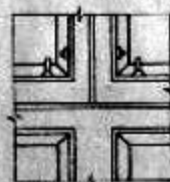
План купола



Сборная железобетонная панель



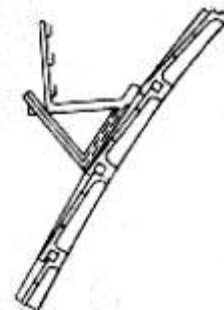
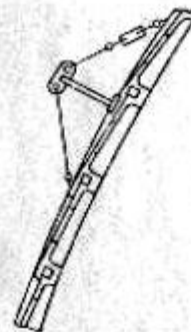
Деталь крепления панели



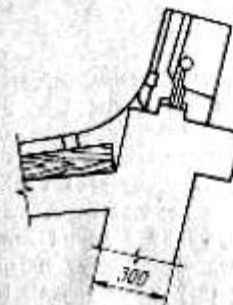
Деталь вертикального стыка панели



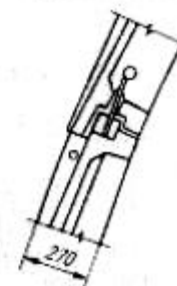
Система универсального крепления панелей купола при монтаже



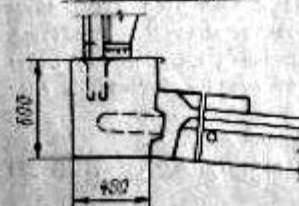
Соединение панелей первого яруса с нижней опорой балки



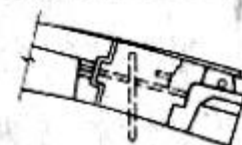
Стык панелей



Соединение панелей последнего яруса с верхним шпильным манжолитным колесом



Деталь стыка панелей



5. Сборно-монолитная оболочка из прямоугольных железобетонных плит



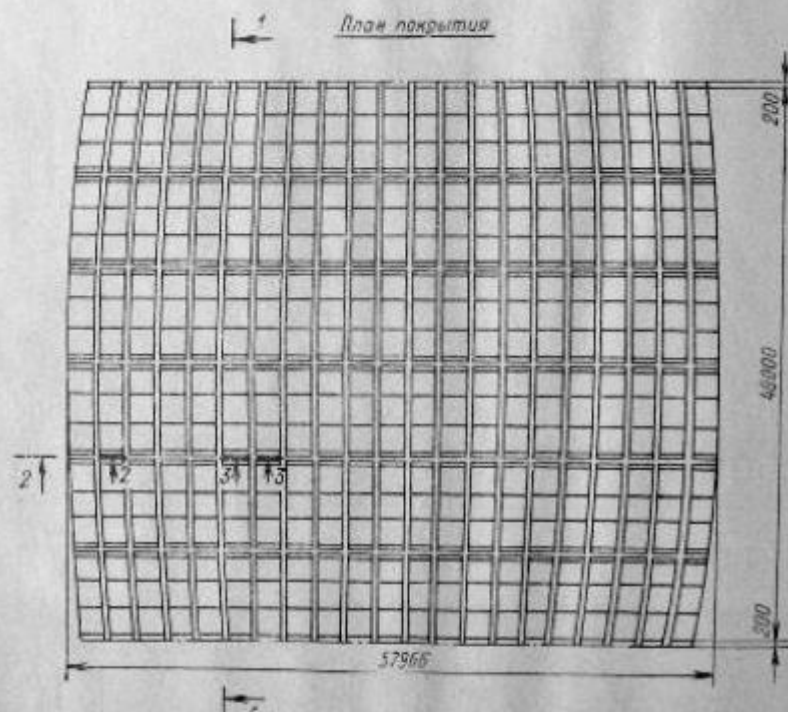
Центральный зал аэровокзала в г. Борисполе, под Киевом, перекрыт сборной железобетонной оболочкой с размерами в плане 58×48 м. Радиусы кривизны оболочки 93,8 и 63 м, стрела подъема 8,9 м.

Оболочка составляет часть поверхности тора, осью которого является линия пересечения наклонных фасадных колонн. Она образована из 126 сборных ребристых железобетонных панелей одного типоразмера, площадью 2,6×2,1 м, которые имеют криволинейную форму с двумя изломами и располагаются ребрами вверх. Высота продольных ребер 400 мм, поперечных — 300 мм. Толщина плиты 40 и 60 мм (в угловых зонах). По контуру оболочки опирается на наклонные железобетонные колонны.

Бортовые элементы выполнялись в монолитном железобетоне и армировались жестким несущим каркасом в виде стальной трубы $\varnothing 720$ мм, с толщиной стенки 15 мм. Соединение бортовых элементов с панелями оболочки осуществлялось путем замоноличивания выпусков арматуры, приваренных к стальной трубе. После бетонирования швов между панелями бортовых элементов и угловых зон вся оболочка работает как единая конструкция.

Сборка оболочки велась на металлических подмостях.

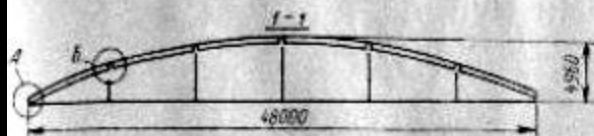
Авторы проекта покрытия — сотрудники институтов КиевЗНИИЭП и Киевпроект.



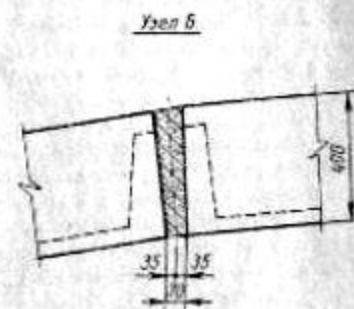
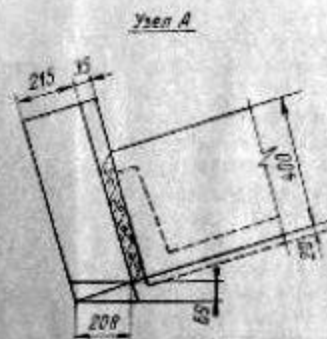
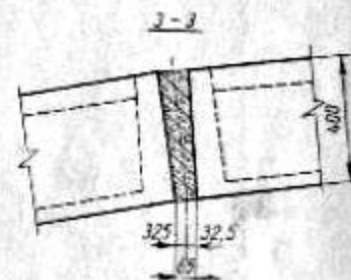
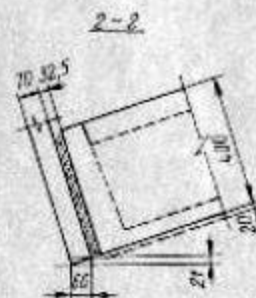
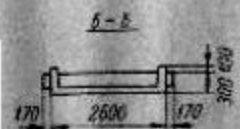
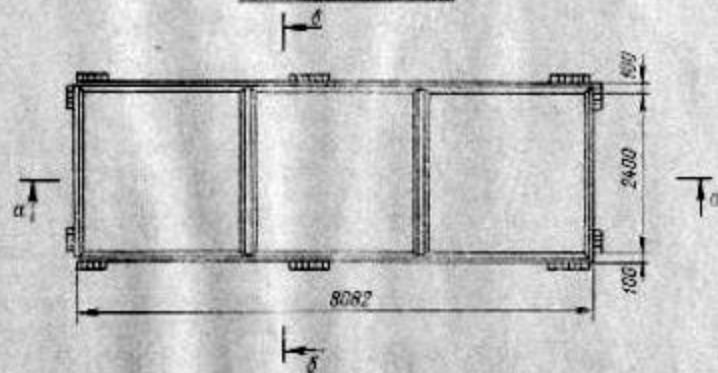
ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование элементов конструкции	Масса монтажного элемента, т	Расход материалов			
		общий		на 1 м ² площади пола	
		бетона, м ³	стали, т	бетона, см	стали, кг
Сборные железобетонные элементы	5,8	203,4	53,2	7,3	19,1
Монолитный железобетон	—	216,6	83,7	7,7	30,1
Итого	—	420,0	136,9	15,0	49,2

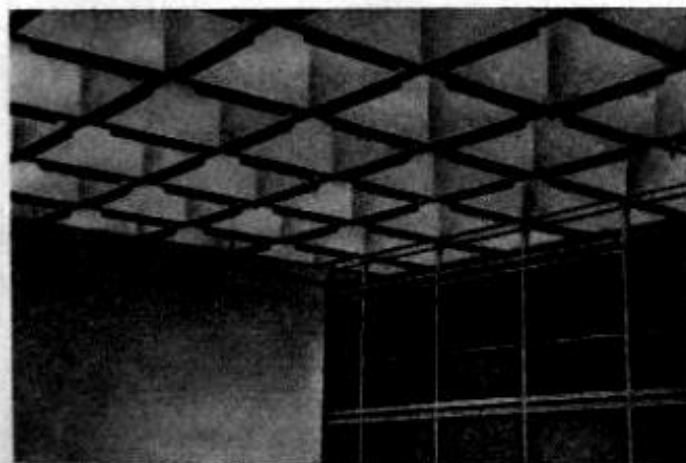
Примечание. Пролет 58×48 м; расчетная нагрузка 500 кгс/м²; трлдежность 6,3 тыс. ч/м²; стоимость 40,5 руб./м².



Железобетонная панель



4. Сборно-монокричное кессонное покрытие



В ЦНИИЭП учебных зданий Госгражданстроя при Госстрое СССР разработана конструкция кессонного сборно-монокричного покрытия для заловых помещений (прямоугольных) пролетами от 15 до 30 м.

Покрытие составляется из одинаковых тонкостенных коробчатых элементов — кессонов размерами в плане 3×3 м и высотой в зависимости от пролета 0,8—1 м. Кессоны отливаются из мелкозернистого бетона в стальных формах. Для уплотнения смеси применяются вибраторы, укрепленные на бортах форм, и поверхностные вибраторы. Кессоны армируются сетками двух типов.

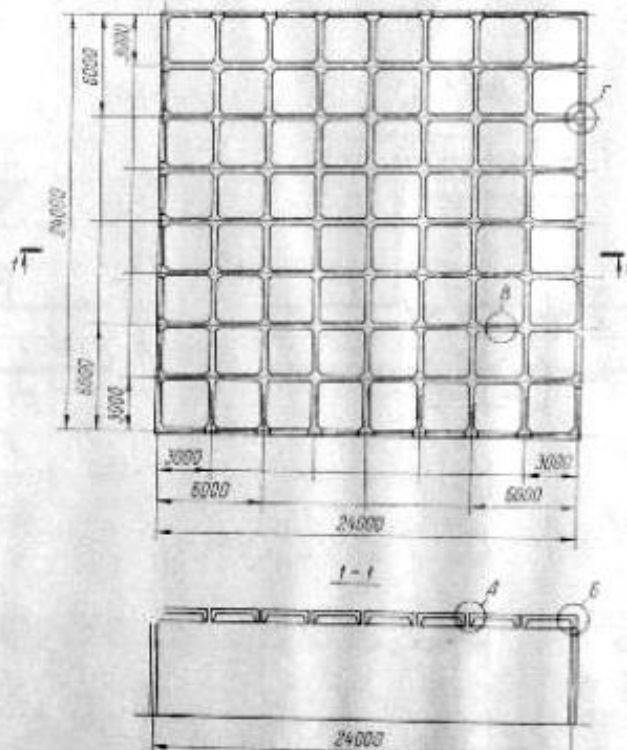
Монтаж покрытия ведется на лесах с помощью крана грузоподъемностью 3 т.

В лазах между кессонами в обоих направлениях размещаются стержни, которые укрепляются в анкерных блоках. С помощью узловых вкладышей бетонированы узловые шпонки, после чего проводится предварительное напряжение арматуры обоих направлений. Предварительное напряжение передается на кессоны через анкерные блоки и узловые шпонки. При этом покрытие получает обратный изгиб и отделяется от лесов, которые в дальнейшем могут быть разобраны. Для замоноличивания покрытия нижняя и верхняя части лазов заполняются бетоном марки 300.

В законченном виде покрытие представляет собой прямоугольную ребристую плиту с тройной верхней пластиной и квадратной (3×3 м) сеткой пустотелых ребер. Минимальная высота покрытия принимается равной 1 м пролета. Ограждение предусмотрено по всему контуру, хотя допустимо и ограждение по трем и двум противоположным сторонам.

Покрытие с зонитными фонарями в каждом из кессонов возведено над вычислительным центром Госплана ЛитССР и Вильнюсе. Размеры зала — 24×24 м (проект Вильнюсского института проектирования городского строительства).

План покрытия

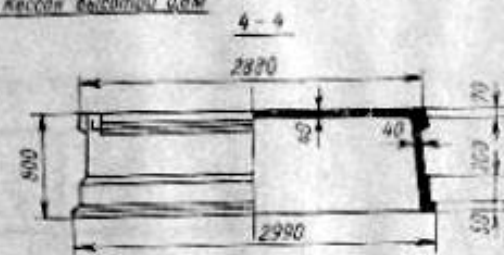


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование элементов конструкции	Масса монтажного элемента, т	Расход материалов			
		общий		на 1 м² площади пола	
		бетон, м³	сталь, т	бетон, см	сталь, кг
Кессоны	2,1	53,5	4,8	9,3	8,5
Стыки	—	17,6	0,8	3,0	1,2
Стержни арматуры	—	—	4,0	—	6,9
Анкерные блоки	0,2	2,5	0,48	0,4	0,2
Итого	—	73,6	10,1	12,7	16,8

Примечание. Пролет 24×24 м, высота кессона 1 м.

Кессон высотой 0,8 м



Кессон высотой 1 м

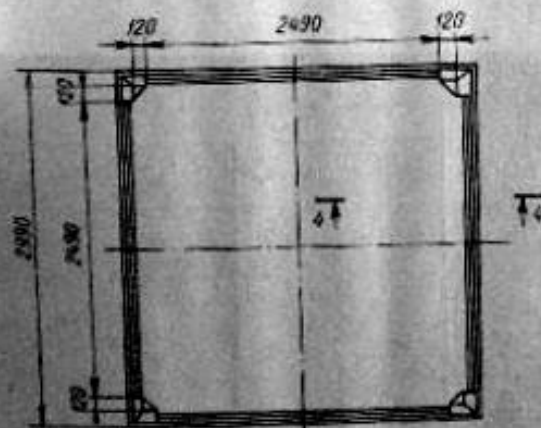
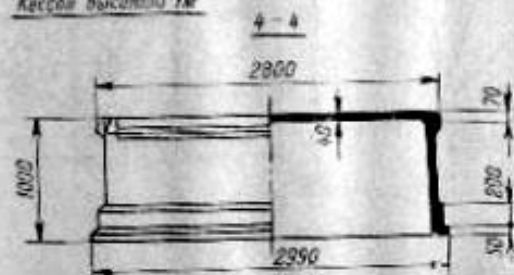
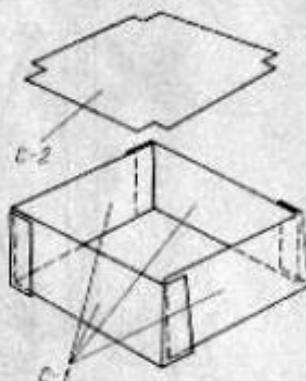
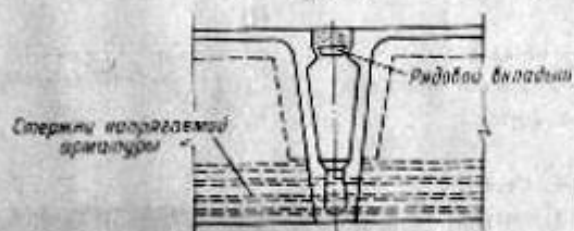


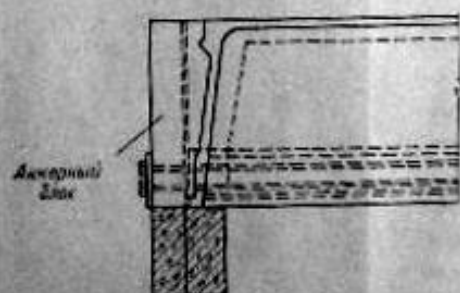
Схема образования пространственного арматурного каркаса из плоских сеток



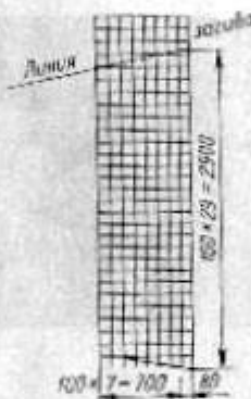
Узел А



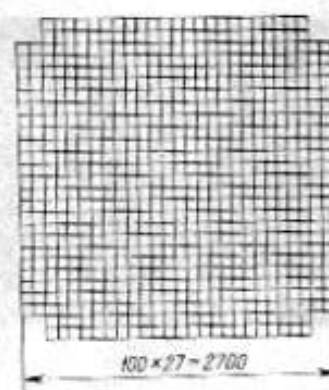
Узел Б



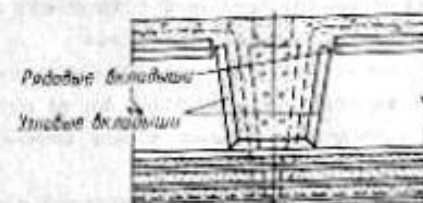
С-1



С-2



Узел В



Узел Г



2. Висячая предварительно-напряженная железобетонная оболочка на квадратном плане с поверхностью из сочлененных гиперболических параболоидов



Висячая железобетонная оболочка на квадратном плане, разработанная КиевЗНИИЭПом, применена для покрытия рынка на 430 торговых мест на ул. Горького в Киеве.

Поверхность покрытия состоит из четырех «выскаженных» гиперболических параболоидов со сборно-монолитными бортовыми элементами по периметру зала. Пониженные точки опорного контура располагаются по серединам сторон квадрата, повышенные — по углам квадрата.

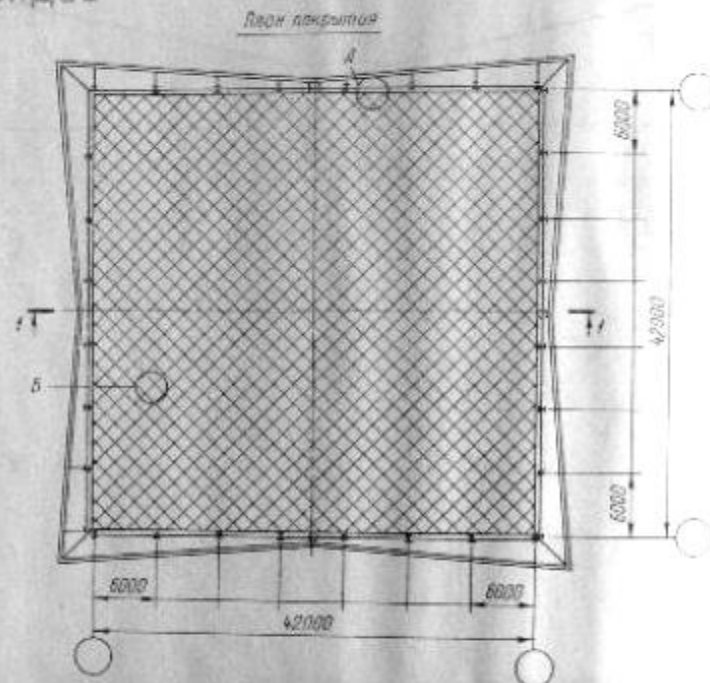
Вантовая ортогональная сеть с ячейкой $1,36 \times 1,36$ м, имеющая направления, параллельные диагоналям квадрата, подвергнута предварительному напряжению с передачей усилий на пространственный прямоугольный замкнутый симметричный контур.

Бортовой элемент представляет собой ребристую панель переменного сечения, увеличивающуюся к углам здания.

Ванты предусмотрены из стержневой арматуры. Концы всех вант имеют нарезные хвостовики и закрепляются на бортовом элементе гайками.

Панели оболочки представляют собой ребристые плиты размером $1,3 \times 1,3$ м, с толщиной полки 30 мм и высотой ребер 150 мм. Панели навешиваются на стержни вантовой сетки с помощью выпусков арматуры, расположенных по периметру каждой панели.

Монтаж оболочки осуществлялся без применения лесов и опалубки — известным способом с помощью автомобильных телескопических вышек и автопогрузчиков. После укладки всех панелей производилась подтяжка натягивающих вант, затем замоноличивались швы между панелями.



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование элементов конструкции	Масса используемого элемента, т	Расход материалов			
		общий		на 1 м ² площади пола	
		бетон, м ³	сталь, т	бетон, м ³	сталь, т
Бортовые элементы	7,3	55,1	9,4	2,4	2,4
Панели покрытия	0,2	25,2	7,7	0,2	2,8
Ванты	—	—	9,4	—	3,4
Итого	—	130,3	26,5	2,6	8,6

Примечание: Плотность бетона — 2500 кг/м³.

4. Висячая железобетонная седловидная оболочка с контуром из двух наклонных арок



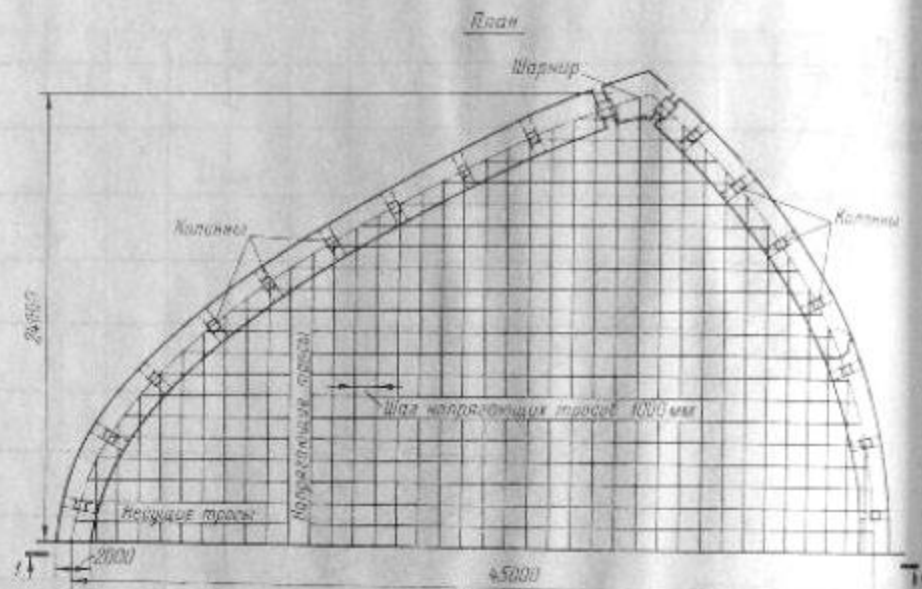
Висячая седловидная оболочка с контуром из двух наклонных арок применена для покрытия киноконцертного зала в Харькове. Размеры покрытия, спроектированного в Харьковском отделении института ПромстройНИИпроект, составляют в горизонтальной проекции 48×45 м.

Две наклонные железобетонные арки параболического очертания образуют опорный контур покрытия и передают основные нагрузки на монолитные опорные фундаменты.

В качестве несущих элементов конструкции приняты: в продольном направлении — пучки высокопрочной стальной проволоки, в поперечном направлении — канаты, с помощью которых проводилось предварительное натяжение в период монтажа покрытия.

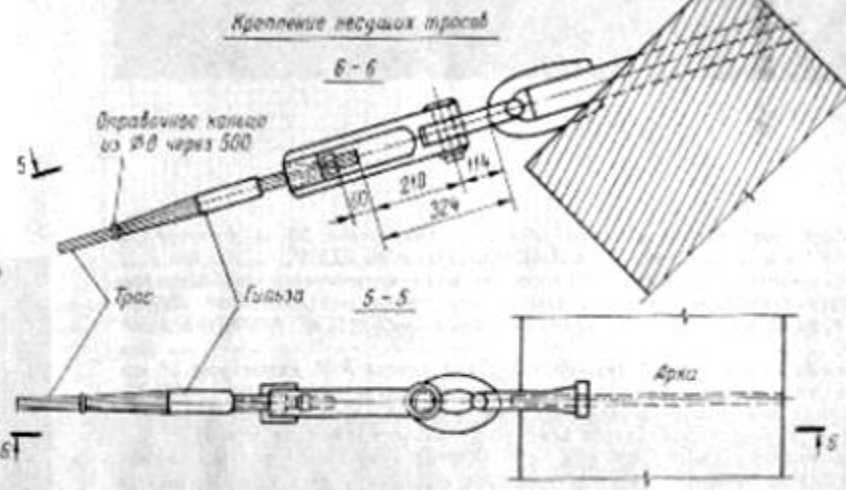
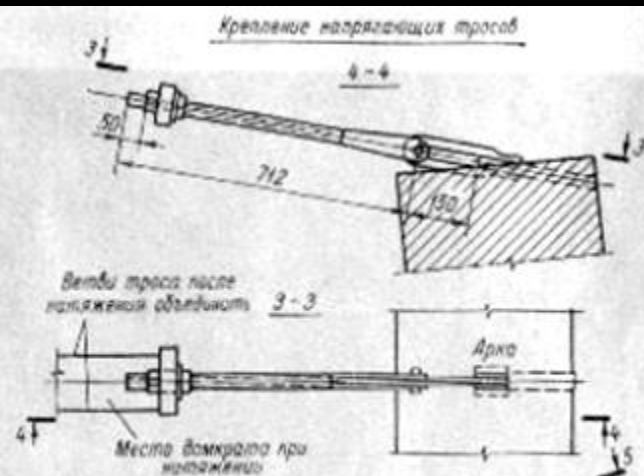
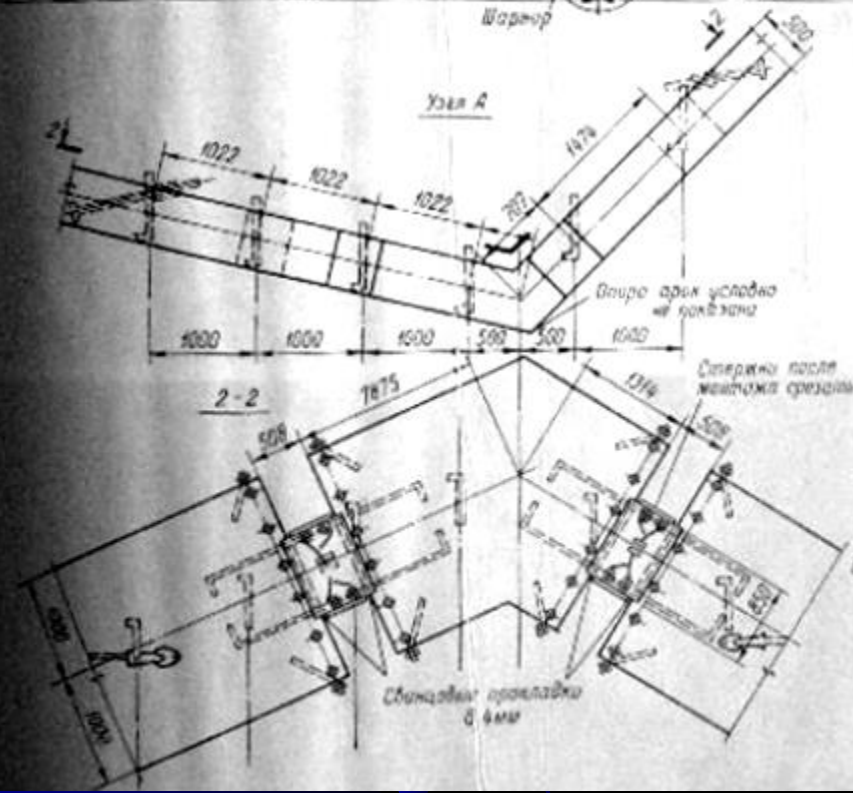
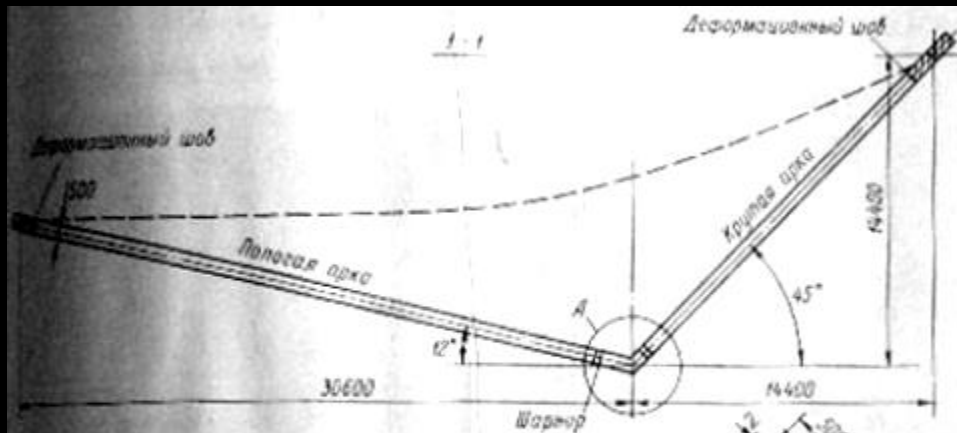
Поверх канатов и пучков уложены армоцементные панели одного типоразмера (1×2 м, толщиной 30 мм), которые после замоноличивания швов между ними и в местах их присоединения к наклонным аркам образуют собственно оболочку покрытия.

Объем сооружения, ограниченный седлообразной оболочкой, и асимметричность системы отвечают его функциональному назначению (высота зала увеличивается по мере удаления от сцены; рядов амфитеатра), позволяют создавать хорошие условия для зрителей и рационально использовать подтрибунное пространство.



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Пролет, м	45
Расчетная нагрузка, кгс/м ²	350
Масса монтажного элемента, т	0,2
Расход материалов	
общий:	
бетона, м ³	123
стали, т	39,5
на 1 м ² площади зала	
бетона, см	8,2
стали, кг	26,3
Трудоемкость, чел.-ч/м ²	4,8
Стоимость, руб./м ²	31



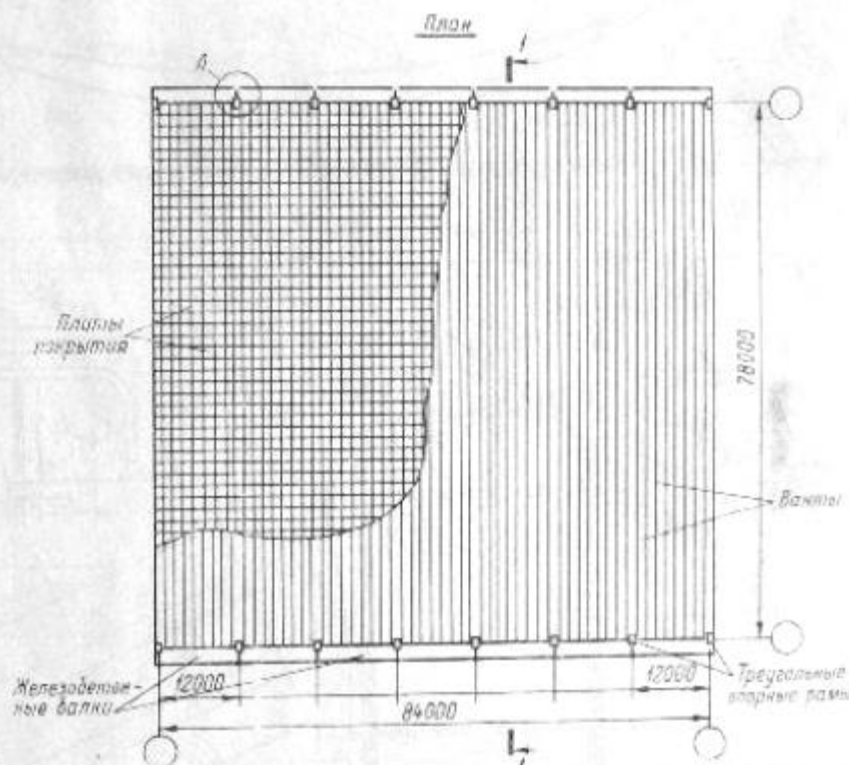
6. Висячая железобетонная предварительно-напряженная оболочка на прямоугольном плане с оттяжками, заанкеренными в земле



Висячая оболочка на прямоугольном плане выполнена по проекту института Ленпронстройпроект. Она смонтирована над стоянкой автомашины в Красноярске. Размеры покрытия — 84×102 м. Опорные конструкции представляют собой жесткие железобетонные рамы, расположенные с шагом 12 м и объединяющие в себе стойку и оттяжку.

Оттяжки железобетонные, предварительно-напряженные. От выдергивания они удерживаются массой грунта при помощи заложенных на глубину 11 м тарельчатых анкеров конической формы. Каждый анкер собран из четырех одинаковых плит. На рамы с наклоном, соответствующим наклону вант, укладывались 12-метровые железобетонные балки с двутаврового сечения высотой 2,2 м. К балкам крепились ванты, имеющие длину 12 м. Переменный провис вант подобран так, чтобы обеспечить плавную седлообразную поверхность. Ванты выполнялись диаметром 40 мм из стали класса А-III, упрочненной вытжкой до 5500 кгс/см^2 . По вантам укладывались сборные железобетонные плиты размером $1,5 \times 1,5$ м.

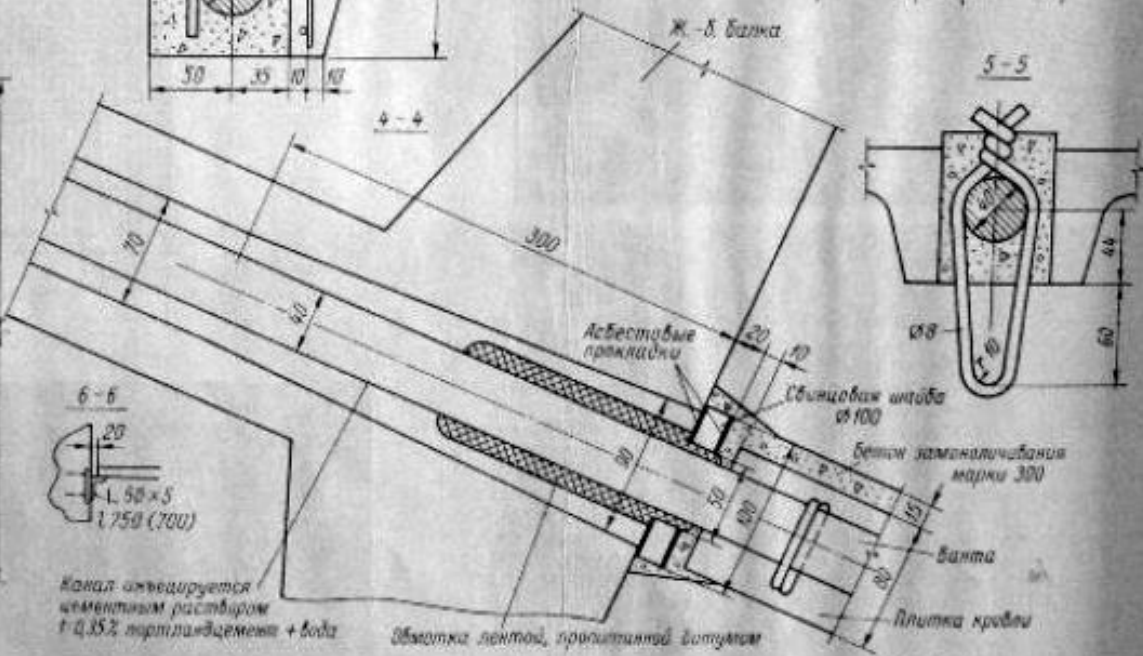
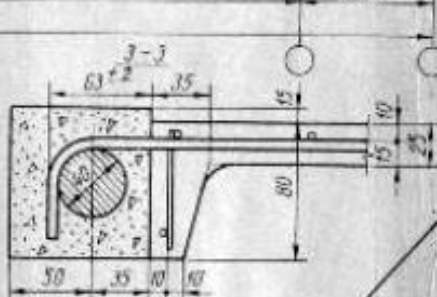
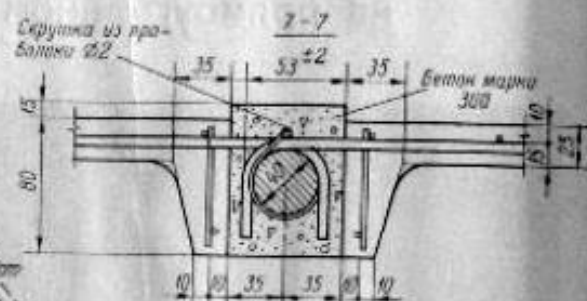
С целью уменьшения деформации висячей конструкции ее подвергали предварительному натяжению пригрузом. После замоноличивания всех слоев кровли и достижения монолитным бетоном проектной прочности дополнительные нагрузки снимались и висячая железобетонная оболочка получила предварительное обжатие.

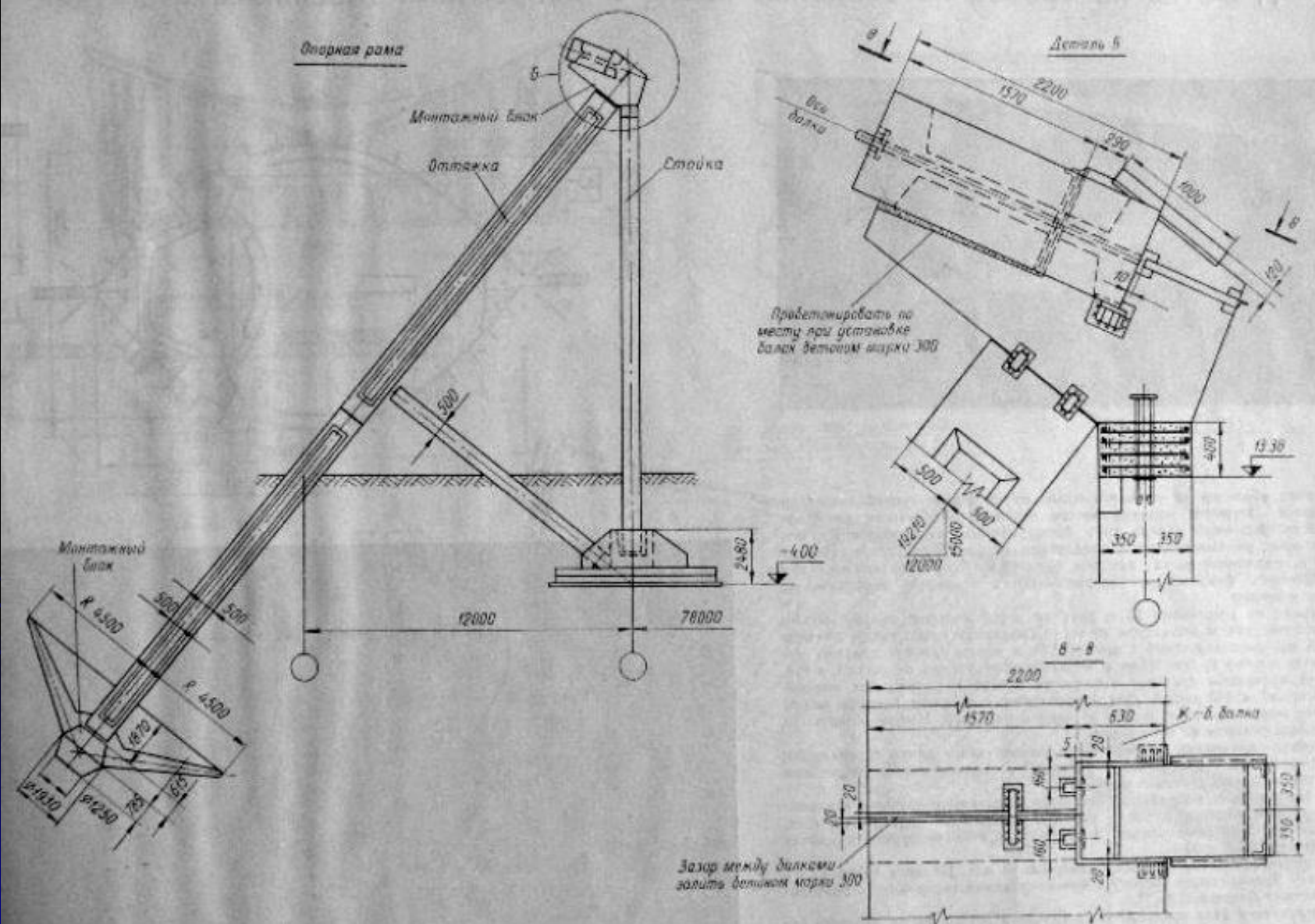


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

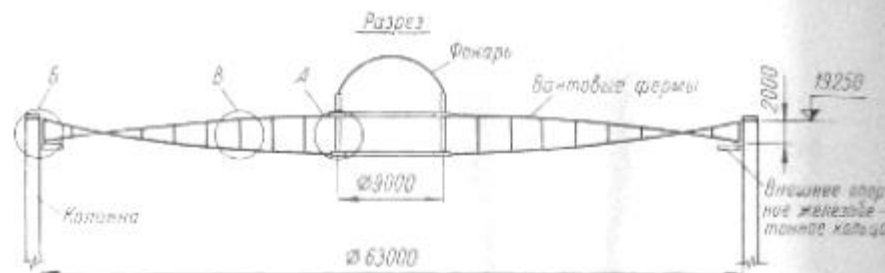
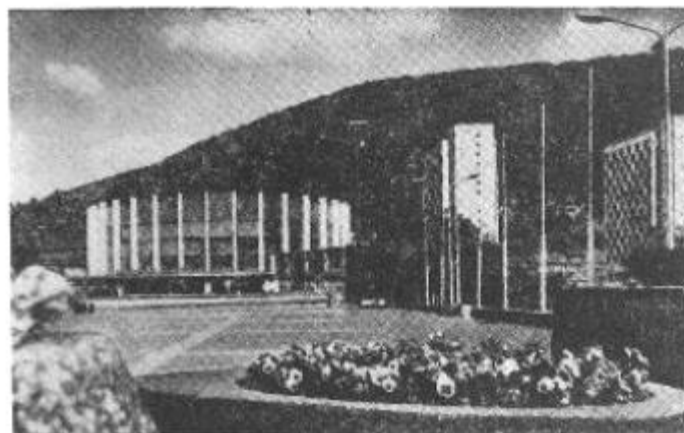
Наименование элементов конструкции	Расход материалов			
	объем		на 1 м² площади пола	
	бетона, м³	стали, т	бетона, см	стали, кг
Ванты	—	49,3	—	5,8
Анкеры, фундаменты, колонны, подкосы, балки, плиты покрытия	2000	261,7	23,3	30,5
Итого	2000	311,0	23,3	36,3

Примечание: Проект 84 м, расчетная нагрузка 120 кгс/м^2 , трудоемкость 5,3 чел.-дней, стоимость 38 руб./м².





13. Радиальные предварительно-напряженные вантовые фермы на круглом плане



Конструкция покрытия в виде предварительно-напряженных вантовых ферм на круглом плане разработана в институте ЛенЗНИИЭП и применена для покрытия городского зала в г. Зуле (ГДР).

Покрытие во многом повторяет покрытие Дворца спорта «Юбилейный» в Ленинграде. Оно принято в виде радиальной системы из 36 предварительно напрягаемых во время монтажа вантовых ферм. Суммарный распор тросов, возникающий от предварительного натяжения и от приложенной к покрытию нагрузки, воспринимается сжатием сборно-монолитным железобетонным кольцом, расположенным на конголах колонны. В центре распор тросов передается на два растянутых металлических кольца диаметром 9 м, соединенных между собой шарнирно закрепленными, сжатыми стержнями. Для придания легкому вантовому покрытию необходимой жесткости создается предварительное натяжение, осуществляемое на монтаже с помощью гидравлических домкратов.

Монтаж собранных заранее вантовых ферм производится специальной траверсой. По фермам устанавливаются два пояса кольцевых вертикальных связей. Ограждающие конструкции покрытия выполнены из легких металлических плит.

Городской зал в Зуле диаметром в плане 63 м предназначен для митингов, собраний, спортивных соревнований. Вместимость зала около 2000 человек.

Архитектура зала разработана немецкими специалистами. Монтаж и изготовление осуществлены Минмонтажспецстроем СССР.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование элементов конструкции	Масса монтаж- ного эле- мента, т	Расход материалов				Трудоемкость, мел. чел.	Стоимость, руб./ед.
		общий		на 1 м ² площади пола			
		бетона, м ³	стали, т	бетона, см	стали, кг		
Наружное опорное кольцо	10,6	192,6	38,6	6	12,4	3,22	9,70
Внутреннее опорное кольцо	12,6	—	42,0	—	13,5	0,48	3,46
Вантовые фермы	2,1	—	79,2	—	26,4	1,27	21,10
Связи по покрытию	0,2	—	4,6	—	1,5	0,05	0,34
Плиты покрытия, на- польных	0,5	—	150,6	—	48,3	2,47	14,4
Итого	—	192,6	315,0	6	102,1	6,43	49,94

Примечание: Диаметр — 63 м; расчетная нагрузка 320 кгс/м².

14. Предварительно-напряженное висячее покрытие в виде жесткой опрокинутой арки, обжатой вантами



Висячая предварительно-напряженная система в виде жесткой опрокинутой арки, обжатой вантами, применена для покрытия Дворца спорта в Вильнюсе.

Основную конструктивную схему спортзала составляют железобетонные рамы, расположенные с двух сторон здания с шагом 6 м и предварительно-напряженное висячее покрытие цилиндрического типа.

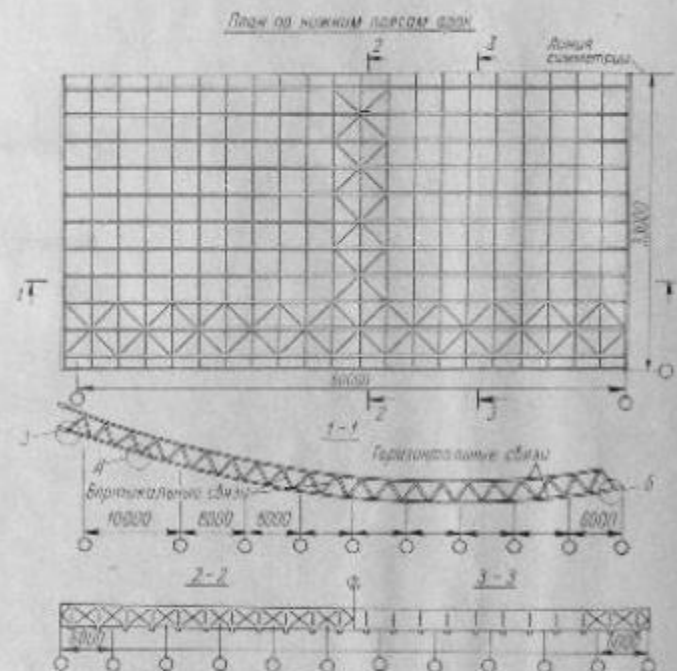
Покрывое состоит из вант в виде жесткой опрокинутой арки, обжатой канатом со стороны помещения, металлических связей, легких асбестоцементных щитов и гидроизолирующего слоя. Пространство между верхними и нижними поясами арок используется как технический этаж.

Конструкция эта рассчитывается по принципу предварительно-напряженного висячего покрытия цилиндрического типа, только вместо железобетонной оболочки предусматривается металлическая арка.

Несущие конструкции покрытия — сборные, не требующие во время монтажа лесов или подмостей. Они собирались из отдельных элементов, заранее изготовленных на заводе или в мастерских. В первую очередь подвешивались канаты. На следующем этапе монтировалась арка из десятиметровых спаренных пространственных арок, удобных для монтажа и транспортировки. Такие пространственные элементы поднимались, сразу прикреплялись к двум канатам и соединялись между собой.

После монтажа двух или четырех жестких нитей были уложены плиты покрытия, а концы арок неподвижно закреплены к железобетонным опорным элементам. Предварительное напряжение осуществлялось натяжением канатов с помощью гидравлических домкратов.

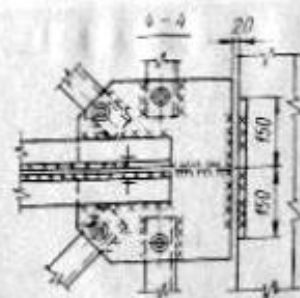
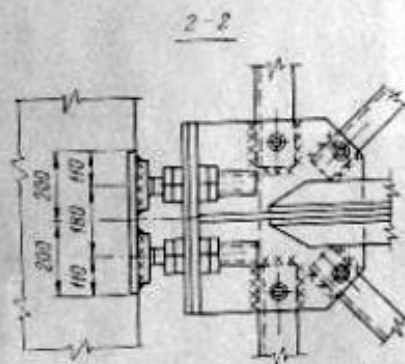
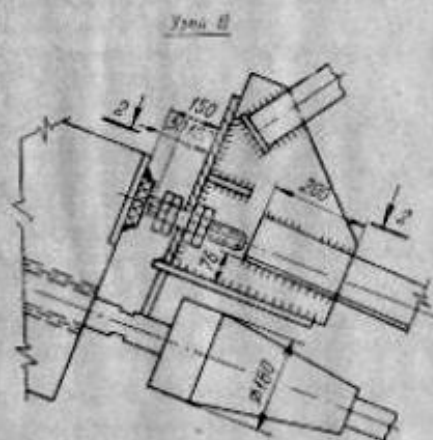
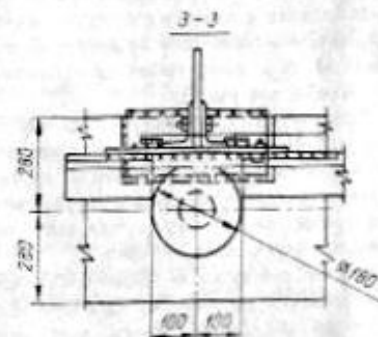
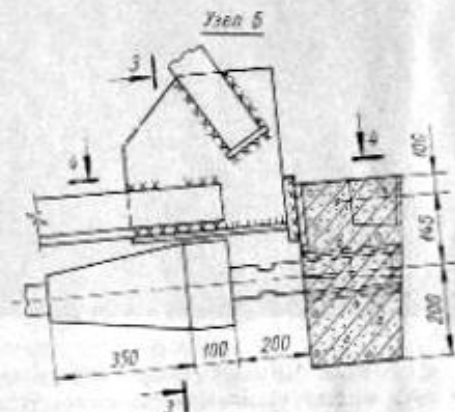
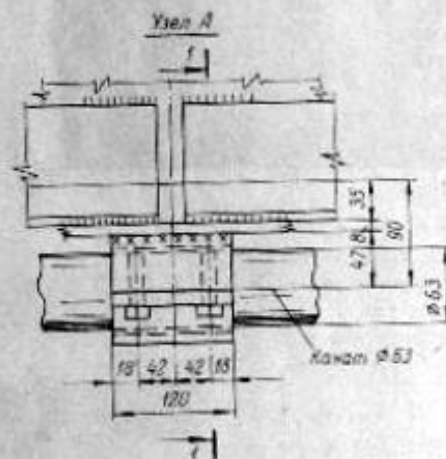
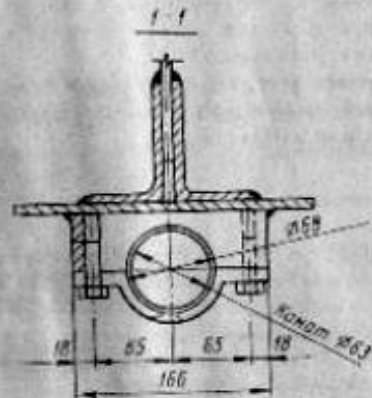
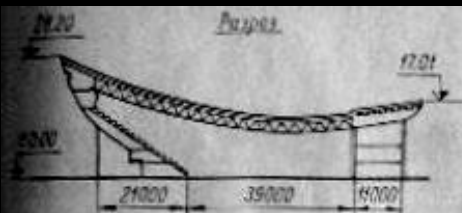
Конструкция спроектирована в Вильнюсском институте проектирования городского строительства.



ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Наименование элементов конструкции	Масса монтажной единицы, т	Расход стали		Стоимость, руб./м ²
		общий, т	на 1 м ² площади пола, кг	
Гросы	1,3	29,7	7,3	20,5
Арки	4,9	111,9	27,6	
Связи	—	31,7	7,8	
Асбестоцементные утепленные щиты	—	—	—	13,5
Итого	—	173,3	42,7	40,0

Примечания: 1. Пролет 60000 м, расчетная нагрузка 300 кгс/м².



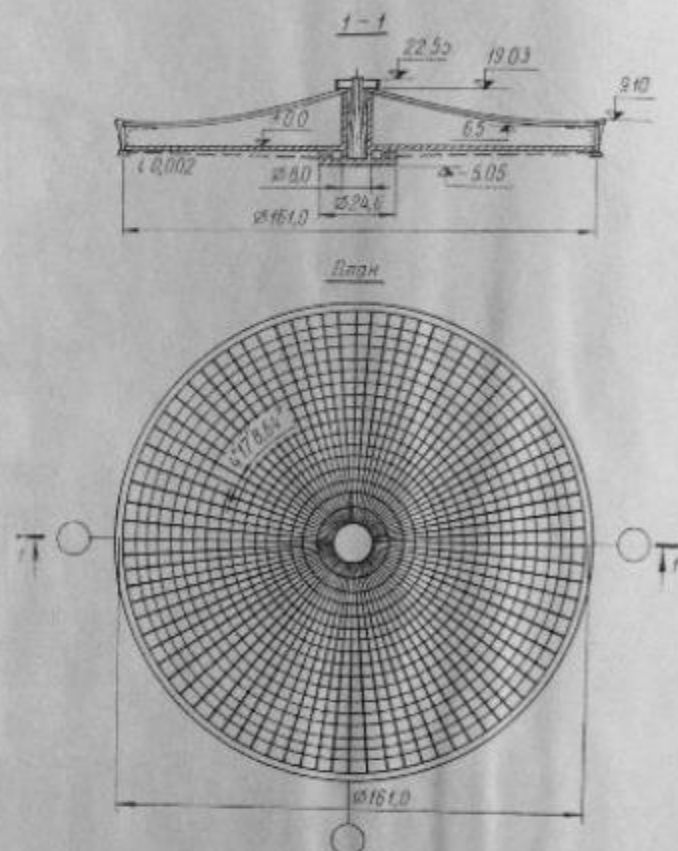
9. Висячая железобетонная шатровая оболочка



Висячая железобетонная оболочка диаметром 160 м с центральной опорой на круглом плане применена для крытого гаража на 500 автомобилей в Киеве. Разработка и строительство сооружения релялась коллективами организаций: проектных (Киевский Промстройпроект, Укринпродортранс), научных (НИИСК, КИСИ) и строительных (Строительно-монтажный трест Минпромстроя УССР).

Основной несущей конструкцией покрытия является система в виде 84 радиальных вант из стальных канатов закрытого типа диаметром 65 мм. Распор вант воспринимается сжатым наружным и растянутым внутренним опорными контурами. Внутренний опорный контур выполнен из двух металлических колец диаметром 8 м с площадью поперечного сечения $0,32 \times 0,22$ м, связанных по высоте ребрами жесткости. Нижнее кольцо опирается на центральную опору высотой 15 м. Наружный сборно-монолитный железобетонный опорный контур диаметром 160 м, площадью сечения $0,8 \times 3$ м опирается на 84 железобетонные колонны высотой 8 м.

Анкеровка вант осуществлялась при помощи анкерных стаканов с конической полостью, в которой проволоки канатов распушиваются и заливаются сплавом ЦАМ. На ванты навешивались сборные железобетонные ребристые плиты трапециевидной формы 17 типоразмеров. Максимальный размер плит 3×6 м. Центральная часть покрытия диаметром 8 м выполнена в монолитном железобетоне. Швы между плитами заделаны цементно-песчаным бетоном на расширяющемся цементе.

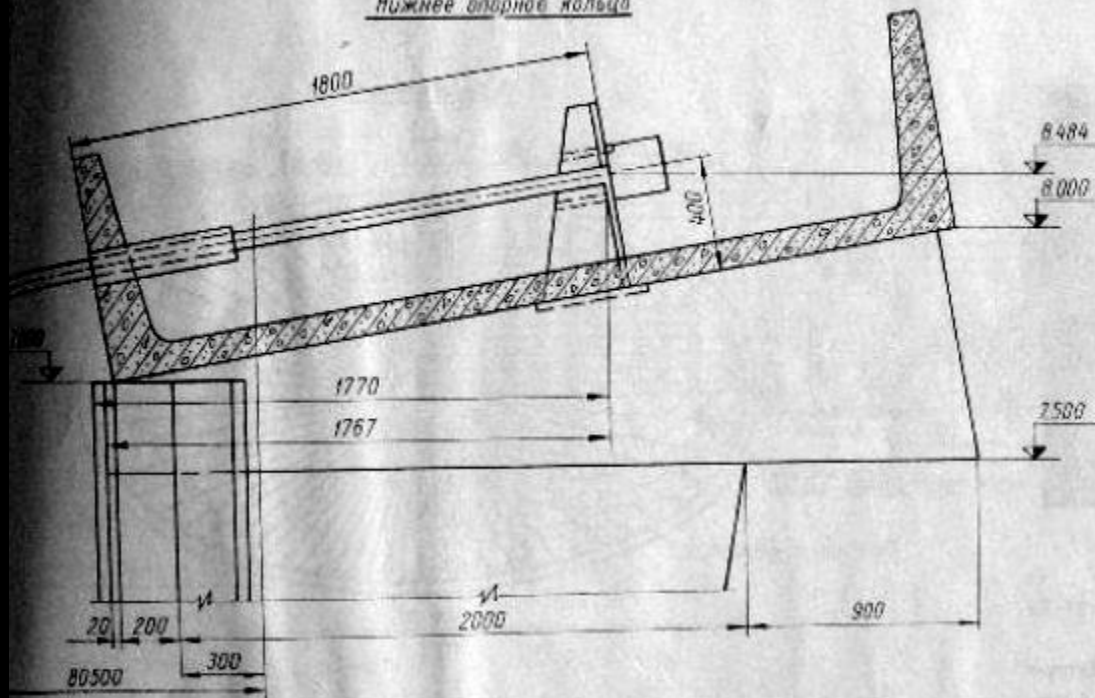


ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

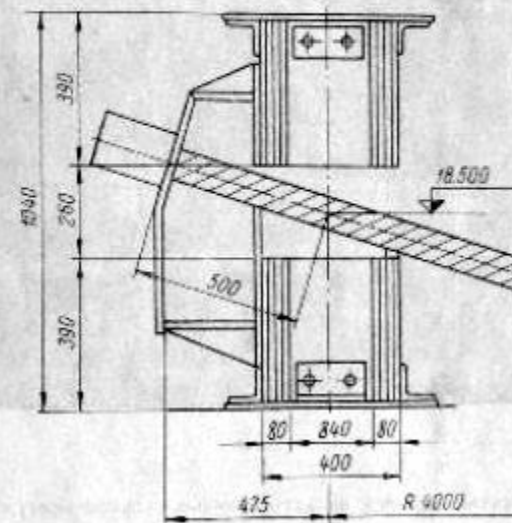
Пролет, м	Ø 160
Расчетная нагрузка, кгс/м²	600
Расход материалов	
общий:	
бетона, м³	2100
стали, т	430
на 1 м² площади пола:	
бетона, см	10,3
стали, кг	21
Трудоемкость, чел.-ч/м²	8,3
Стоимость, руб./м²	61,5

Примечание. Канаты по ГОСТ 308-55 (теперь ГОСТ 308-74).

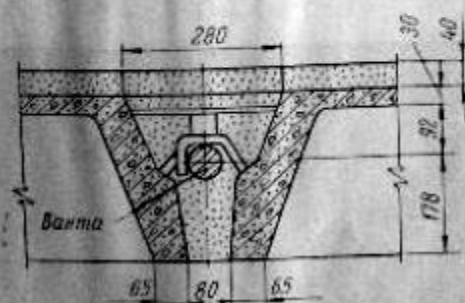
Нужное опорное кольцо



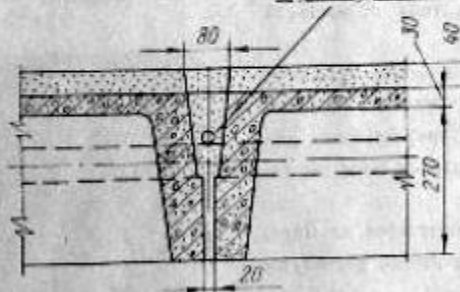
Верхнее опорное кольцо



Леталь опирания плит на ванту



Арматура кольцевого шва



3. Зонтичная оболочка из сборных элементов



Сборно-монолитная зонтичная оболочка образована из железобетонных элементов двойной кривизны двух типоразмеров (зеркальных).

Элементы изготавливались в деревянной опалубке, армировались сетками из проволоочной арматуры. Сборка элементов велась с помощью центральной стойки-опоры, которая демонтировалась после замоноличивания швов между сборными элементами. Монтажное соединение элементов выполнялось из сварки.

Кафе на Приморском бульваре в Баку, расположенное под оболочкой, не имеет ограждения. Конструкция выполнена без гидроизоляционного ковра.

Проект разработан в Бакингосоре.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Пролет, м	17,5
Расчетная нагрузка, кгс/м ²	450
Масса монтажного элемента, т	3,2
Расход материалов общая:	
бетона, м ³	25
стали, т	2,98
на 1 м ² площади пола:	
бетона, см	8,5
стали, кг	10,2
Трудоемкость, чел.-ч/м ²	1,8
Стоимость, руб./м ²	16,1

