ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИМ. В. А. КУЧЕРЕНКО
ГОССТРОЯ СССР
(ЦНИИСК ИМ. КУЧЕРЕНКО)

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО РАЦИОНАЛЬНЫМ ОБЛАСТЯМ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛИТ ПОКРЫТИЙ И ПАНЕЛЕЙ СТЕН НА ДЕРЕВЯННОМ КАРКАСЕ И С ОБШИВКАМИ ИЗ ФАНЕРЫ, ДРЕВЕСНОВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ, АСБЕСТОЦЕМЕНТА (ТЕХНИЧЕСКИЕ ВОЗМОЖНОСТИ)

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1978

УДК 624.011.1:674.028.9

Рекомендовано к изданию решением секции деревянных конструкций Ученого совета ЦНИИСК.

Рекомендации по рациональным областям применения плит покрытий и панелей стен на деревянном каркасе и с обшивками из фанеры, древесноволокнистых плит, асбестоцемента (технические возможности). М., Стройиздат, 1978, 54 с. (Ордена Трудового Красного Знамени Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций им. В. А. Кучеренко).

В Рекомендациях рассмотрены технические возможности рациональных областей применения плит покрытий и панелей стен с деревянным каркасом и обшивками из фанеры, древесноволокнистых плит, асбестоцемента с учетом требований действующих СНиП на деревянные конструкции, строительную теплотехнику, норм пожарного проектирования, технических правил по экономному расходованию основных строительных материалов.

Рекомендации предназначены для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций.

Табл. 12, рис. 16.

Р $\frac{30213-573}{047(01)-78}$ Инструкт.-нормат., 1 вып. — 96—78

© Стройиздат, 1978

Предисловие

«Основными направлениями развития народного хозяйства СССР на 1976—80 годы» предусмотрено увеличить заводское изготовление деревянных клееных конструкций примерно в шесть раз.

Технико-экономическая эффективность деревянных клееных конструкций может быть реализована в полной мере в сочетании с легкими эффективными ограждающими конструкциями. Применение клееных деревянных несущих и ограждающих конструкций обеспечивает снижение веса зданий в целом в 2,5—3 раза, экономию стали до 5 кг/м², снижение трудозатрат в 1,5—1,8 раза и стоимости по приведенным затратам на 7—10%.

К настоящему времени накоплен определенный опыт по проектированию, изготовлению и применению панельных конструкций на деревянном каркасе, главным образом в сельскохозяйственном строительстве и отдельных объектах промышленного строительства. Однако опыт эксплуатации освещен недостаточно.

Создана производственная база — заводы в Волоколамске, Гомеле, Нелидове, Коростышеве и Юре.

В целях обобщения опыта эксплуатации и поведения панельных конструкций на деревянном каркасе в реальных условиях были проведены обследования производственных сельскохозяйственных и промышленных зданий, расположенных в различных районах страны, на основе которых, а также с учетом действующих нормативных документов и проектных разработок составлены настоящие Рекомендации.

Рекомендации предназначены для применения при проектировании и строительстве производственных сельскохозяйственных и промышленных зданий и сооружений, а также дальнейшего их совершенствования.

При составлении Рекомендаций использованы материалы Гипронисельхоза — «Деревянные клееные несущие и ограждающие конструкции для производственных и общественных зданий. Межотраслевая номенклатура». Шифр 22-218, 1974 г. (И. Н. Котов, М. Я. Кацман, Е. Н. Акатова), ЦНИИпромзданий — «Унифицированные одноэтажные производственные здания с применением деревянных и смешанных конструкций. Шифр 1220—75» (А. В. Замараев, В. В. Горшков, В. С. Федотычева).

Рекомендации составлены лабораторией ограждающих конструкций ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР (кандидаты технических наук И. М. Линьков, А. Ф. Михайлов, А. К. Шенгелия, Д. К. Арленинов, Л. О. Лепарский, М. В. Предтеченский, инженеры И. М. Зотова, А. С. Семина, М. В. Мишин, М. П. Логинова, Н. В. Кузнецова) при участии ЦНИИЭПсельстроя (кандидаты техн. наук К. В. Козлов, Н. С. Балыбердин, инженеры А. А. Скворцов, Г. А. Познякова), Абаканского филиала Красноярского

политехнического института (канд. техн. наук Ф. А. Бойтемиров, Южгипронисельстроя (кандидаты технических наук Г. М. Максименко, В. Г. Житушкин, инженеры С. Б. Дюжев, А. В. Сергеев), ЦНИИЭПовцепрома (канд. техн. наук П. С. Кузнецов, инж. А. И. Брусиловская), Новосибирского филиала Оргэнергостроя (инженеры Б. В. Касаткин, В. Л. Василенко), НИИпромстроя (канд. техн. наук Ю. П. Радзюкевич, инженеры Л. С. Чеботарева, Н. А. Пискунов).

Общая редакция осуществлена канд. техн. наук И. М. Линьковым.

Замечания и предложения просьба направлять по адресу: 109389, 2-я Институтская ул. д. 6, ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, лаборатория ограждающих конструкций.

1. Общие положения

1.1. Рекомендации распространяются на плиты и панели стен на деревянном каркасе (в дальнейшем плиты покрытий и панели стен) с обшивками из различных материалов — фанеры, древесноволокнистых плит, асбестоцемента, предназначенных для производственных сельскохозяйственных и промышленных зданий и отдельных видов инженерных сооружений.

Рекомендации не распространяются на жилищно-гражданское строительство.

1.2. Рациональные области применения (технические возможности) панельных конструкций на деревянном каркасе должны определяться в соответствии с требованиями действующих Глав СНиП II-В.4-71 «Деревянные конструкции. Нормы проектирования», СНиП III-19-76 «Деревянные конструкции. Правила производства и приемки работ», СНиП II-А.7-71 «Строительная теплотехника. Нормы проектирования», СНиП II-А.5-70 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений», СНиП II-6-74 «Нагрузки и воздействия» и ТП 101-76 «Технические правила по экономному расходованию основных строительных материалов».

2. Применение панельных конструкций на деревянном каркасе в различных отраслях промышленности

2.1. Применение панельных конструкций на деревянном каркасе рекомендуется в следующих отраслях промышленности и соответствующих им производствах:

Сельское хозяйство	Птицеводческие хозяйства Фермы крупного рогатого скота Звероводческие и кролиководческие фермы Овцеводческие и коневодческие фермы Колхозные и совхозные склады минеральных удобрений
Лесная и деревообрабатывающая промышленность	Лесозаготовительные предприятия Лесопильно-деревообрабатывающие предприятия Ремонтные предприятия лесной промышленности По производству корпусной и мягкой мебели По производству древесноволокнистых и древесностружечных плит
Строительная индустрия	Предприятия деревообрабатывающие и по производству клееных деревянных конструкций Предприятия по ремонту строительных и дорожных машин Производственные базы ПМК государственных и межколхозных строительных организаций
Машиностроение	Деревообрабатывающие цехи Ремонтно-механические цехи и ремонтные базы, склады готовой продукции

Транспорт	Автотранспортные предприятия Предприятия — гаражи для грузовых автомашин Неотапливаемые склады грузовых автостанций
Химическая промышленность	Неотапливаемые склады Склады сыпучих материалов Транспортерные галереи

2.2. Клееные фанерные плиты покрытия и панели стен рекомендуется применять для зданий и сооружений, эксплуатируемых в слабоагрессивной и среднеагрессивной среде в соответствии с главой СНиП II-28-73. «Защита строительных конструкций от коррозии» и «Указаниями по применению деревянных конструкций в условиях химически агрессивной среды».

3. Применение панельных конструкций на деревянном каркасе в различных типах зданий

3.1. Панельные конструкции с деревянным каркасом рекомендуется применять для зданий с сухим, нормальным и влажным температурно-влажностным режимом (t — до 24°С, φ — до 75%), в районах с расчетной температурой наружного воздуха до минус 54°.

3.2. Панели стен предназначены для применения в качестве навесных и самонесущих. Раскладка панелей стен горизонтальная. Навеска панелей может осуществляться к стойкам и колоннам из древесины, стали и железобетона.

3.3. Плиты покрытий предназначены для совмещенных бесфонарных покрытий, главным образом одноэтажных производственных зданий при наружном отводе воды с кровлей из рулонных материалов или волнистых асбестоцементных листов унифицированного профиля.

Рекомендуемые габаритные схемы одноэтажных однопролетных производственных зданий представлены в табл. 1; многопролетных — в табл. 2.

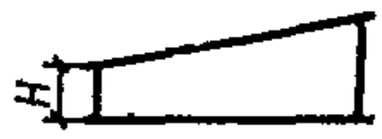
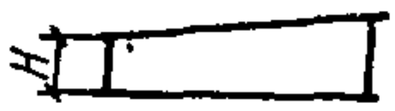
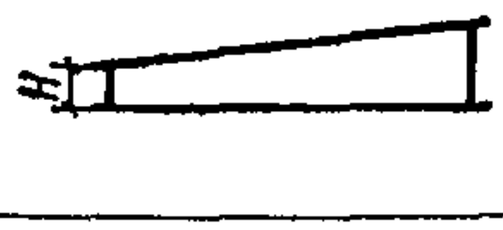
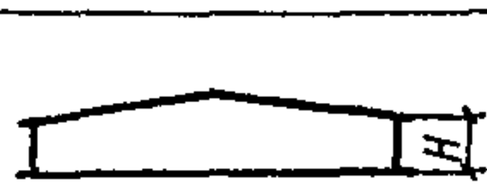
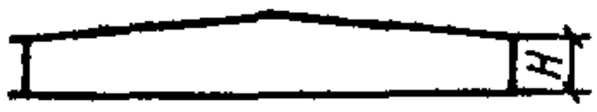
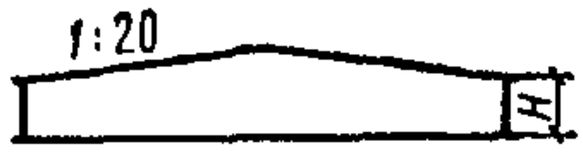
Плиты покрытий с двумя обшивками предназначены под рулонную кровлю с уклоном 1 : 10, 1 : 20, с одной нижней обшивкой — под асбестоцемент.

3.4. Плиты покрытий предназначены для установки по несущим конструкциям, главным образом по деревянным и металлодеревянным балкам, фермам, рамам, аркам, установленным с шагом вдоль здания 3 и 6 м. Возможно применение плит по металлическим несущим конструкциям при соответствующем обосновании.

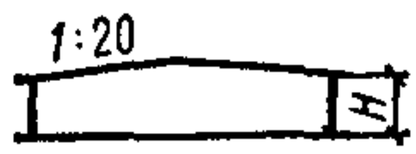
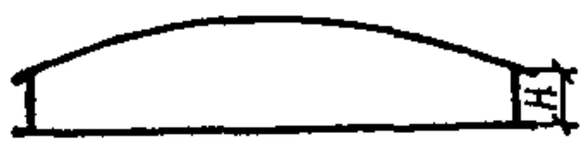
3.5. Плиты покрытий предназначены под снеговые нормативные нагрузки 700, 1000, 1500 н·м^2.

3.6. Панели стен и плиты покрытий с обшивкой из фанеры и древесноволокнистых плит относятся к сгораемым конструкциям и могут быть применены в соответствии с главой СНиП II-А.5-70 «Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений»: панели стен — в зданиях V степени огнестойкости, плиты покрытий — в зданиях V, IV и III степени огнестойкости. Панели стен и плиты покрытий с асбестоцементной обшивкой с пределом огнестойкости 0,5 ч — в зданиях II степени огнестойкости.

Таблица 1

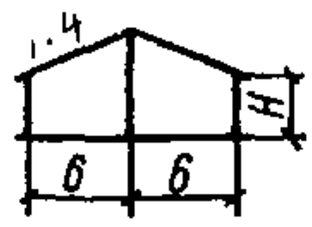
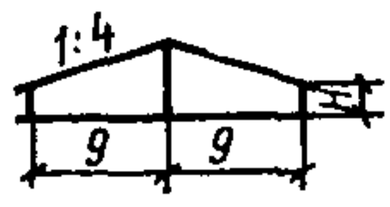
№ п. п.	Пролет, м	Габаритная схема	Шаг колонн	Кровля
1	6		6 или 3	Рулонная
				Рулонная
				Асбестоцементная
2	9		6 или 3	Рулонная
				Рулонная
				Асбестоцементная
3	12		6 или 3	Рулонная
				Асбестоцементная
4	18		6 или 3	Рулонная

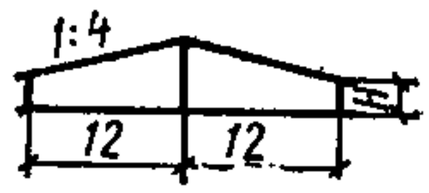
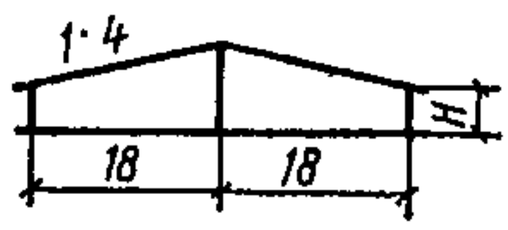
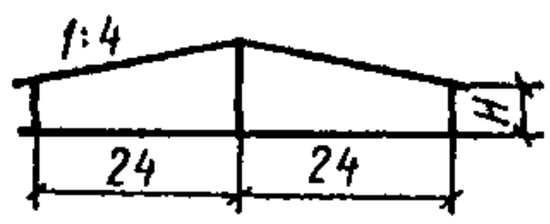
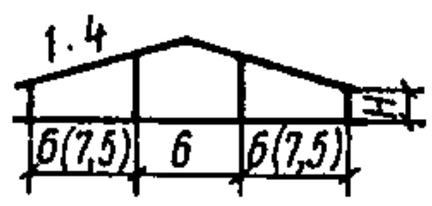
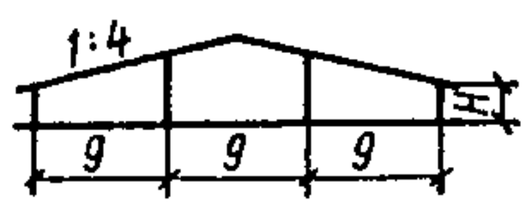
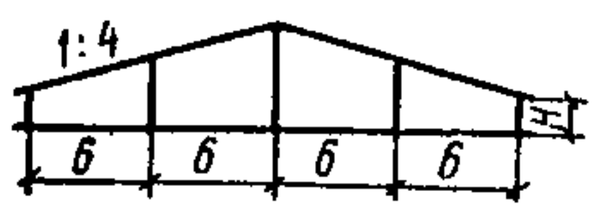
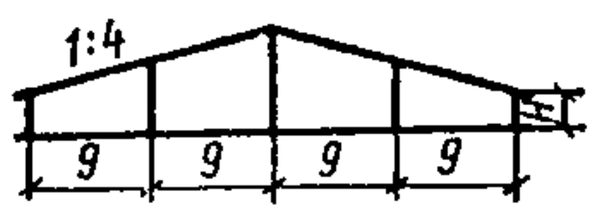
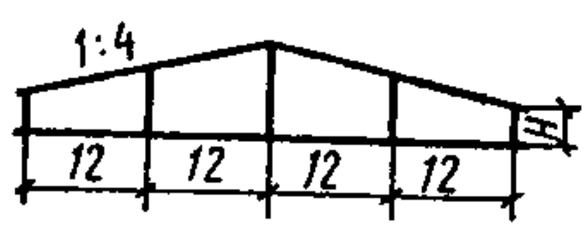
Продолжение табл. 1

№ п. п.	Пролет, м	Габаритная схема	Шаг колонн	Кровля
4	18		6 или 3	Асбестоцементная
				Рулонная
5	21		6 или 3	Асбестоцементная*
6	24		6 или 3	Рулонная**
			6	Рулонная**

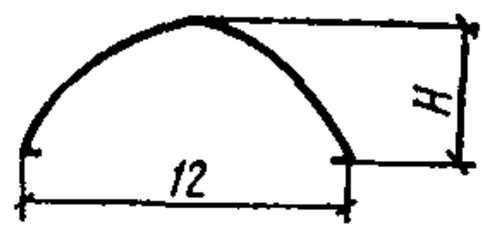
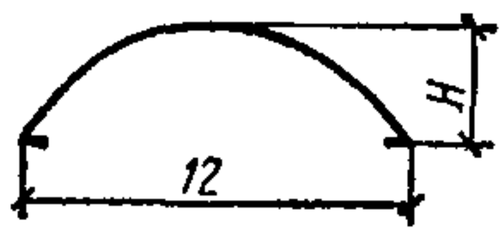
* Только для сельскохозяйственных зданий.
** Только для промышленных зданий.

Таблица 2

№ п. п.	Ширина здания	Габаритная схема	Шаг колонн	Кровля
1	12		6	Асбестоцементная*
2	18		6	Асбестоцементная

№ п. п.	Ширина здания	Габаритная схема	Шаг колонн	Кровля
3	24		6	Асбестоцементная
4	36		6	Асбестоцементная**
5	48		6	Асбестоцементная**
6	18 21		6	Асбестоцементная*
7	27		6	Асбестоцементная*
8	24		6	Асбестоцементная**
9	36		6	Асбестоцементная**
10	48		6	Асбестоцементная**

Продолжение табл. 2

№ п. п.	Ширина здания	Габаритная схема	Шаг колонн	Кровля
11	12			Рулонная*
12	18			Рулонная*

* Только для сельскохозяйственных зданий.
** Только для промышленных зданий.

3.7. Допускается комбинированное применение плит покрытий по длине здания.

В зданиях с проемами ворот по ГОСТ 18853—73, расположенными в торцах зданий, покрытие рекомендуется выполнять с применением плит покрытий с различными обшивками: на длину 12 м от торцов здания — с асбестоцементными обшивками, остальные (средние) пролеты — с фанерными или из древесноволокнистых плит. У вентиляционных шахт — также с асбестоцементной обшивкой.

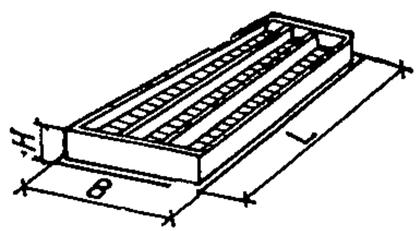
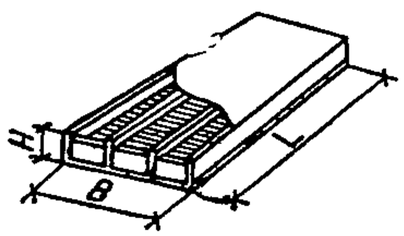
4. Панельные конструкции на деревянном каркасе, рекомендуемые к применению

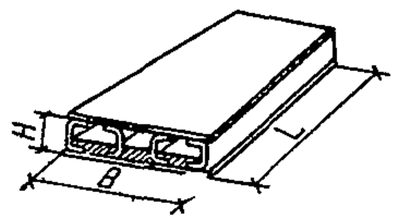
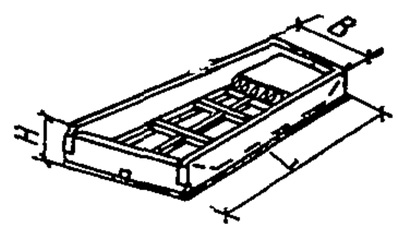
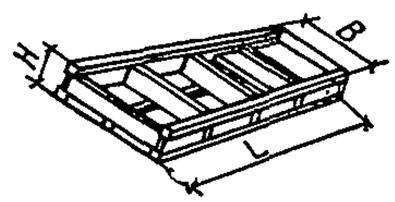
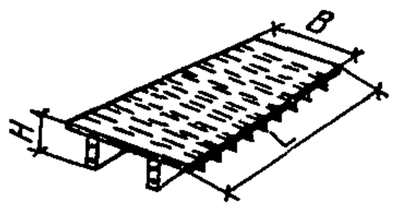
4.1. В качестве ограждающих конструкций в производственных сельскохозяйственных и промышленных зданиях рекомендуются плиты покрытий и панели стен, разработанные ведущими отраслевыми институтами и одобренные Отделом типового проектирования и организации проектно-изыскательских работ Госстроя СССР в качестве типовых или для применения при проектировании и в строительстве с целью накопления опыта, а также отдельные конструкции, которые проверены на практике и одобрены министерством или ведомством (прил. 1).

Номенклатура и технические характеристики основных типов панельных конструкций представлены в табл. 3.

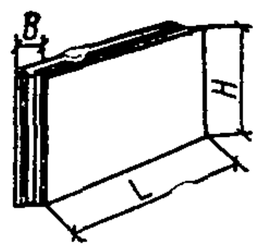
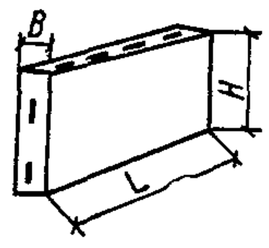
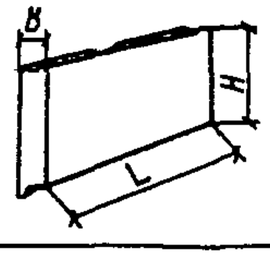
4.2. Плиты покрытий и панели стен, как правило, состоят из каркаса с ребрами из досок, установленных на ребро, армированной древесины, гнутоклееных фанерных профилей по ГОСТ 22242—76, балок с фанерной стенкой, обшивки из листов водостойкой фанеры или асбестоцемента, твердых и сверхтвердых древесноволокнистых плит марок Т-350, Т-400 и СТ-500 и несгораемого утеплителя из минераловатных плит на синтетическом связующем. Панели и плиты имеют пароизоляцию и петли для подъема.

Таблица 3

№ п. п.	Конструкция	Конструктивная схема	Размеры, мм	Расход материалов на 1 м² конструкции				Масса конструкции		Марка конструкции, серия или шифр альбома, организация, год разработки
				Древесина, м³	Фанера, м³	Сталь, кг		кг	кг/м²	
						На конструкцию	На крепление			
			Плиты покрытий							
1	На каркасе из древесины		$H = 156$ $B = 1490$ $L = 2980$	0,019	0,006	0,1	0,18	156	35	ФКД 6-32 Сер. 1.865-2, вып. 2 Гипронисельхоз, 1971 г., ЦНИИСК им. Кучеренко
2	На каркасе из древесины		$H = 190$ $B = 1490$ $L = 5980$	0,028 (без прижимной решетки)	0,015	0,07	0,1	361	40	КПП—100 / 6×1,5 Серия ПКД-01-04 Гипролеспром, ЦНИИСК им. Кучеренко, 1970 г.

3	С ребрами из гнутоклееных фанерных профилей		$H = 250$ $B = 1490$ $L = 5980$	0,004	0,026	0,03	0,6	320	35,6	ПКФР-62, Шифр 6-72 ЦНИИЭПсельстрой, ЦНИИСК им. Кучеренко, 1976 г.
4	С предварительно напряженными армированными деревянными ребрами		$H = 220$ $B = 1490$ $L = 5980$	0,024	0,01 (асбестоцемент)	1,8	0,05	420	46,6	АКДП-100; 1,5×6 Серия 1.865-2, ЦНИИЭПовцепром, ЦНИИСК им. Кучеренко, 1976 г.
5	С ребрами из балок с фанерной стенкой		$H = 250$ $B = 1490$ $L = 5980$	0,023	0,008	0,12	0,22	260	30	ППФ-63, серия 1.865-3, Южгипронисельстрой, ЦНИИСК им. Кучеренко, 1976 г.
6	Типа двойное «Т»		$H = 220$ $B = 1490$ $B = 2990$ $L = 5980$	0,018	0,008 ДВП	2,72	(—)	249 383	28 22	Новосибирский филиал ин-та Оргэнергостроя (по чертежам) 1976 г.

Продолжение табл. 3

№ п. п.	Конструкция	Конструктивная схема	Размеры, мм	Расход материалов на 1 м² конструкции				Масса конструкции		Марка конструкции, серия или шифр альбома, организация, год разработки
				Древесина, м³	Фанера, м³	Сталь, кг		кг	кг/м²	
						На конструкции	На крепление			
			Панели стен							
7	На деревянном каркасе		$H = 1490$ $B = 174$ $L = 2980$	0,029	0,012	0,16	0,44	185	41	ФСД-332, серия 1.832-1, вып. 2 Гипронисельхоз, ЦНИИСК им. Кучеренко, 1971 г.
8	На деревянном каркасе		$H = 1490$ $B = 156$ $L = 2980$	0,014	0,012	0,03	0,44	94	21	ФСДИ-331, серия 1.832-4, вып. 2 ЦНИИЭПсельстрой, ЦНИИСК им. Кучеренко, ЦНИИСФ, Гипросельхоз, 1974 г.
9	На деревянном каркасе		$H = 1190$ $B = 110$ $L = 5980$	0,017	0,016	0,009	0,63	184	26	ПСКФ 6×12, серия СТД-01-01, вып. 3 Гипролеспром, ЦНИИСК им. Кучеренко, 1970 г.

4.3. Обшивки из фанеры и древесноволокнистых плит склеиваются с каркасом с помощью водостойких синтетических клеев и должны иметь конструктивное крепление шурупами в целях предотвращения обрушения обшивки в условиях пожара. Обшивки из плоских асбестоцементных листов прикрепляются к каркасу шурупами.

4.4. Допускается комбинированное применение обшивок: нижняя из асбестоцементных листов (для повышения стойкости к возгоранию), верхняя (при рулонной кровле) — из фанеры (для повышения прочности на продавливание от сосредоточенного груза).

4.5. В целях обеспечения долговечности панели и плиты должны иметь вентилируемые воздушные прослойки; с внутренней стороны обшивки, обращенной в помещение, — пароизоляцию (окрасочную или пленочную).

4.6. Заделка стыков между панелями и плитами должна выполняться с применением герметизирующих материалов, рекомендуемых Главой СНиП II-20-74 «Кровли, гидроизоляция, теплоизоляция и пароизоляция».

Устройство кровли по панелям должно производиться из волнистых асбестоцементных листов унифицированного профиля по ГОСТ 16233—70 в соответствии с «Временными техническими условиями по укладке асбестоцементных крупноразмерных волнистых листов по плитам АКД» (ВТУ ЦНИИСК) и СН 420-71 «Указания по герметизации стыков при монтаже строительных конструкций»; кровли рулонные — в соответствии с СН 394-74 по проектированию рулонных и мастичных кровель зданий и сооружений промышленных предприятий.

В целях обеспечения совместности работы смежных плит покрытий (при длине 6 м) соединение продольных боковых граней должно осуществляться через соединительный брусок — рейку сечением 30×30 мм в соответствии с «Рекомендациями по проектированию и изготовлению клееных фанерных панелей покрытий».

5. Технические требования к панельным конструкциям на деревянном каркасе

5.1. Плиты покрытий и панели стен должны изготовляться по рабочим чертежам, утвержденным в установленном порядке и удовлетворять ТУ 69-20-74 «Фанерные плиты покрытий и подвесного потолка и панели стен для производственных зданий сельского хозяйства по сериям 1.865-2 (выпуск 2) и 1.832-1 (выпуск 2), «Техническим условиям на плиты покрытия с применением древесноволокнистых плит для производственных зданий сельского хозяйства», «Рекомендациям по проектированию и изготовлению клееных фанерных панелей покрытий». При изготовлении плит с асбестоцементной обшивкой руководствоваться ТУ 69-17-74 «Асбестоцементные плиты покрытий, подвесного потолка и панели стен для производственных зданий сельского строительства по сериям 1.865-2 (выпуск 1) и 1.832-1 (выпуск 1)».

5.2. Плиты и панели должны поставляться заказчику комплектно в полной заводской готовности, включая металлические детали для крепления панелей и плит к несущим конструкциям и элементы для заделки стыков. Дополнительная обработка и пригонка плит и панелей на месте строительства не допускается.

5.3. Отклонения от проектных размеров плит и панелей по длине, толщине и ширине, разность длин диагоналей, измеренных по

плоскости обшивок, а также отклонения от проектных размеров вырезов, проемов и выступов, отклонения от проектного положения осевых линий отверстий и проемов, отклонения от проектного положения стальных деталей для монтажа и крепления плит и панелей к несущим конструкциям должны соответствовать классу 8 точности по ГОСТ 21779—76.

5.4. Неплоскостность плит и панелей, характеризуемая величиной наибольшего отклонения одного из углов плиты или панели от плоскости, проходящей через три других угла, отклонение от прямой линии (непрямолинейность) боковой и торцовой поверхностей плит и панелей должны соответствовать классу 6 точности.

Коробление плит, измеряемое наибольшей стрелой прогиба на 1 пог. м диагонали плиты, не должно превышать 1,5 мм. Шероховатость лицевых поверхностей плит и панелей, подлежащих прозрачной отделке, должна быть не ниже 6-го класса, а непрозрачной — не ниже 4-го класса по ГОСТ 7016—68; после обработки лакокрасочными материалами защитная пленка должна быть гладкой, однородной, без оспин, потеков, морщин и посторонних включений; наличие последних оценивается по ГОСТ 6992—68; отщепы и выколы на боковых неотделываемых гранях плит и панелей не должны иметь глубину и ширину более 5 мм и длину более 100 мм.

5.6. Элементы деревянного каркаса плит покрытий и панелей стен могут изготавливаться цельными или клееными.

В клееных элементах допускается использование маломерных пиломатериалов по длине на зубчатое клеевое соединение типа 1—32 по ГОСТ 19414—74. Длина сращиваемых отрезков не должна быть менее 1 м при длине элемента до 3 и 2 м — при длине элемента до 6 м. Допускается склеивание по ширине и толщине элемента.

5.7. Элементы каркаса, как правило, должны изготавливаться из древесины хвойных пород — сосны или ели (по ГОСТ 8486—66).

Применение древесины других пород допускается при наличии специальных указаний или технических условий, учитывающих особенности изготовления и эксплуатации конструкций.

Качество древесины каркаса плит и панелей должно соответствовать требованиям, предъявленным к элементам II категории по ГОСТ 20850—75.

5.8. Влажность клееной древесины элементов каркаса во время их изготовления и приемки должна быть в пределах 10±2%. Влажность элементов каркаса для неклееных плит и панелей — 20%.

5.9. Прочностные показатели чистой без пороков древесины и клеевых соединений древесины каркаса должны соответствовать требованиям ГОСТ 20850—75.

5.10. Обшивки каркаса плит и панелей должны изготавливаться из фанеры повышенной водостойкости марки ФСФ, не выше сорта В/ВВ в соответствии с ГОСТ 3916—69.

Обшивки из древесноволокнистых плит марок Т-350, Т-400, СТ-500 должны соответствовать ГОСТ 4598—74* «Плиты древесноволокнистые. Технические требования».

Обшивки из асбестоцементных листов должны приниматься по ГОСТ 18124—75.

5.11. Размеры листов фанеры, применяемых для изготовления плит и панелей, должны быть следующими, мм:

	Номинальные	*Предельное отклонение*
Длина	3000, 4500, 6000	±5
Ширина	600, 900, 1200, 1500	±3
Толщина	6, 8, 9	+1,2; —0,8
	10, 12	+1,4; —1
	15	±1,8; —1,4

Формование листов фанеры по длине должно осуществляться вдоль волокон путем соединения «на ус» или «на шип» двух или более листов фанеры меньшей длины.

Листы должны иметь прямоугольную форму, разность длин диагоналей не должна превышать 10 мм.

5.12. Фанера может быть как из древесины лиственных (березы) или хвойных пород (лиственницы и др.), так и комбинированная, т. е. внутренние слои фанеры могут быть из древесины хвойных пород, наружные — из лиственных и наоборот.

5.13. Прочность нестыкованной фанеры толщиной 6 мм и более должна быть не менее величин, указанных в табл. 4, МПа.

Таблица 4

Вид напряженного состояния	Породы древесины			
	Береза		Лиственница	
	Прочность фанеры, МПа			
	средняя	минимальная	средняя	минимальная
Растяжение вдоль волокон	53	36	36	23
Сжатие вдоль волокон	34	27	43	31,5
Изгиб из плоскости листа	53	36	45	28,5
Скалывание плоскости листа фанеры в воздушно-сухом состоянии	3,4	2	2	1
То же, после кипячения в течение 1 ч	—	1,2	—	1

5.14. Прочность фанеры, стыкованной при растяжении и статическом изгибе от прочности стыкуемых листов, при долевом стыковании должна быть не менее 60%.

5.15. Клеевые соединения — склеивание древесины с древесиной при изготовлении ребер каркаса из маломерных пиломатериалов со стыкованием по длине на зубчатые клеевые соединения, стыкование листов фанерной обшивки «на ус» и «на шип», а также склеивание между собой элементов плит и панелей при их изготовлении должны выполняться при помощи клеев, обеспечивающих повышенную водостойкость соединений: фенольных, резорциновых, фенольно-резорциновых, карбамидно-меламиновых.

5.16. Непроклеенные места в клеевых прослойках в ребрах и между обшивками и верхними гранями ребер не допускаются на длине не менее двух толщин панелей от торцовых граней. На остальных участках непроклеенные места допускаются длиной не более 100 мм, при этом расстояние между двумя ближайшими непроклеенными участками в любом направлении должно быть не ме-

нее десятикратной их длины. Толщина клеевых прослоек должна быть не более 0,3 мм.

5.17. В качестве теплоизоляции в плитах и панелях должны применяться несгораемые плитные теплоизоляционные материалы — плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем по ГОСТ 9573—72*, плиты из стеклянного штапельного стекловолокна по ГОСТ 10499—67. Допускаются для применения трудносгораемые заливочные пенопласты и плиты, выпиливаемые из блоков пенопласта.

Плиты утеплителя должны быть уложены враспор с обжатием их, предотвращающим смещение в процессе перевозки и монтажа плит покрытий и панелей стен.

5.18. Плиты покрытий и панели стен, предназначенные для применения в зданиях с нормальным и влажным температурно-влажностным режимом, должны иметь пароизоляцию. Пароизоляция может быть покрасочная или пленочная. Пароизоляционный слой должен быть расположен между утеплителем и внутренней обшивкой. Покрасочная пароизоляция должна наноситься на внутреннюю поверхность внутренней обшивки плит и панелей.

В качестве пароизоляции следует применять:

покрытие из железного сурика — 40% и олифы — 60%;

покрытие из инденкумароновой смолы — 40%, сольвента — 60%;

полиэтиленовую пленку.

5.19. Плиты и панели должны иметь монтажные петли или другие строповочные устройства, изготовляемые из стали марки ВСт3пс2 по ГОСТ 380—71*.

Для монтажных петель, предназначенных для подъема и монтажа плит и панелей при температуре ниже минус 40°С, следует применять сталь марки ВСт3сп2 по ГОСТ 380—71*.

Допускается при соответствующем обосновании в чертежах применять инвентарные захваты.

5.20. Внутренняя поверхность листов фанерной обшивки, за исключением участков поверхности склеивания с каркасом, боковые поверхности каркаса, не подлежащие склеиванию, должны обрабатываться антисептиками.

Для поверхностной обработки должны применяться водные растворы антисептиков с высокой растворимостью (концентрация не менее 10%).

Технология нанесения антисептических растворов должна соответствовать требованиям нормативных документов на применяемые материалы.

Для зданий, в которых допускается применение сгораемых конструкций, огнезащитной обработки не требуется.

Наружная поверхность плит и панелей должна обрабатываться атмосферостойкими лакокрасочными составами.

Вид лакокрасочного покрытия, определяемый в зависимости от условий эксплуатации защищаемой конструкции, должен указываться в техническом задании на выпускаемую продукцию.

Вязкость лакокрасочного материала, его расход и продолжительность сушки должны находиться в строгом соответствии с требованиями нормативных документов на используемые материалы. Толщина лакокрасочной влагозащитной пленки должна быть в пределах 120—200 мкм.

5.21. Металлические детали, предназначенные для крепления плит и панелей к несущим конструкциям, рекомендуется защищать

от коррозии оцинкованием до сборки плит и панелей. Толщина антикоррозионных цинковых покрытий должна быть не менее 200 мкм.

5.22. Готовые плиты и панели должны быть приняты отделом технического контроля предприятия-изготовителя.

6. Применение клеефанерных конструкций в инженерных сооружениях

6.1. В качестве ограждающих конструкций транспортерных галерей калийных комбинатов рекомендуется применять клееные фанерные панели-оболочки.

6.2. Панели-оболочки могут применяться для отапливаемых и неотапливаемых галерей, для галерей с одним и двумя транспортерами.

Номенклатура конструкций клеефанерных панелей — оболочек, перекрываемых пролетов, представлена в табл. 5.

6.3. Оболочки отапливаемых транспортерных галерей должны состоять из гнутоклееных деревянных ребер, двух обшивок и утеплителя из минераловатных плит на синтетическом связующем.

Панели-оболочки для неотапливаемых транспортерных галерей должны состоять из гнутоклееных деревянных ребер, односторонней фанерной обшивки. Кровля по оболочкам должна быть мастичная.

6.4. По конструктивной схеме оболочки могут быть трехшарнирные и двухшарнирные, что определяется конструктивной схемой, технологическими возможностями и возможностью транспортировки.

6.5. От воздействия солевой агрессии должна осуществляться защита панелей-оболочек.

6.6. Клеефанерные панели рационально применять в силосах для хранения различных гранулированных минеральных удобрений. Силосы рекомендуется монтировать из объемных клеефанерных блоков и доборных элементов в силосные корпуса — при вместимости 800—1000 м³ или отдельно стоящими — емкостью 120—140 м³.

6.7. Силосный корпус должен монтироваться из объемных блоков путем установки их в два или более рядов в шахматном порядке — в горизонтальном направлении и один на другой, в 5 рядов — по высоте. Открытые средние и крайние ячейки должны замыкаться угловыми и плоскими клеефанерными элементами соответственно.

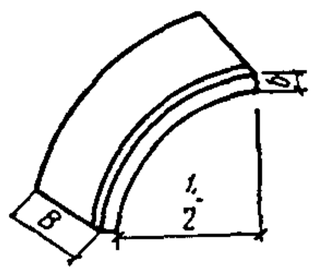
6.8. Отдельно стоящий силос должен собираться из объемных клеефанерных блоков, устанавливаемых по высоте в несколько рядов один на другой.

6.9. Соединение сборных элементов в горизонтальном направлении рекомендуется осуществлять с помощью коррозионностойких болтов, а по высоте — вшпунт и гребень полукруглой формы.

6.10. Вертикальные стыки панелей должны иметь деревянные нащельники. Кромки наружных обшивок стен в стыках должны иметь скосы под углом 45° в плоскости обшивки.

6.11. Габаритные размеры объемных блоков, монтируемых в силосные корпуса, рекомендуется принимать равными 3×3×1,2 м. Остальные размеры блоков и доборных элементов силоса должны соответствовать расчету в соответствии с главой СНиП II-В.4-71

Таблица 5

Эскиз панели-оболочки	Пролет галереи l, м	Тип галерей по температурному режиму	Нормативная снеговая нагрузка	Марка панели-оболочки	Размер, мм			Вес, кг	Расход основных материалов			
					B	b	$\frac{l}{2}$		древесина, м³	фанера $\delta=8$ мм, м²	сталь, кг	плитный утеплитель, м³
	4,7	утепленная	200	КОТ-200 / 4,7×1,5	1480	180	2,35	162	0,212	10,53	16,5	0,392
		утепленная	70	КОТ-70 / 4,7×1,5	1480	150	2,35	145	0,194	10,50	15,8	0,294
		холодная	200	КОХ-200 / 4,7×1,5	1480	150	2,35	94	0,14	5,55	15,8	—
	8,3	утепленная	200	КОТ-20 / 8,3×1,5	1480	210	4,1	264	0,334	16,6	17,1	0,632
		утепленная	70	КОТ-70 / 8,3×1,5	1480	210	4,1	248	0,333	16,67	17,1	0,475
		холодная	200	КОХ-200 / 8,3×1,5	1480	210	4,1	142	0,252	8,34	15,8	—

«Деревянные конструкции. Нормы проектирования», СН 302-65 «Указания по проектированию силосов для сыпучих материалов».

6.12. Объемный блок должен собираться из четырех панелей, стыкованных по продольным брускам.

6.13. Наружные поверхности блоков должны иметь гидро- и антикоррозионную защиту в соответствии с главой СНиП III-19-76 «Деревянные конструкции. Правила производства и приемки работ».

6.14. Изготовление объемных блоков размером 3×3 м рекомендуется проводить в заводских условиях на поточной механизированной линии с применением специального стенда для сборки, а блоков размером 4,5×4,5 м — в мастерских строительной площадки из панелей, изготовленных в заводских условиях.

7. Основные направления дальнейшего развития проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ в области клееных деревянных ограждающих конструкций

7.1. Дальнейшие научные исследования должны быть направлены на решение следующих задач:

совершенствование конструктивных форм и оптимизация поперечных сечений;

комбинированное использование древесины, фанеры, профилей (фанерных, асбестоцементных) и других эффективных материалов;

обеспечение повышения групп возгораемости материалов и степени огнестойкости конструкций;

изучение физико-механических свойств новых конструкционных древесных материалов, например, плит цементно-стружечных;

совершенствование методов расчетов в целях максимального использования прочностных и деформативных свойств материалов;

изучение и обобщение опыта применения и поведения конструкций в условиях эксплуатации, накопление статистических данных о повреждениях для анализа долговечности на базе теории надежности;

пересмотр, совершенствование и разработка нормативных документов — руководств, СНиП и проектов стандартов — общих технических требований и на конкретные виды изделий;

определение технико-экономической эффективности конструкций и прогнозирование объемов их применения по отраслям промышленности и видам строительства.

7.2. Дальнейшее совершенствование существующих и разработка новых панельных конструкций на деревянном каркасе должны быть направлены на снижение материалоемкости путем включения ограждающих конструкций в работу несущего каркаса зданий; на снижение трудозатрат при изготовлении и монтаже путем разработки конструкций больших размеров и пролетов — 3×6, 3×12 и 3×18 м, на снижение расхода черных металлов.

7.3. В основу разработки новых типов панельных конструкций должно быть положено использование большеформатной водостойкой строительной фанеры из древесины хвойных пород, в первую

очередь, фанеры из древесины лиственницы, запасы которой составляют до 40% всех лесных запасов страны, использование клееных фанерных профилей, а в некоторых случаях армирования стеклопластиковой арматурой.

7.4. Производство панельных конструкций на деревянном каркасе должно развиваться на основе дальнейшего совершенствования технологического оборудования, разработок и внедрения технологических механизированных и автоматизированных линий, обеспечивающих изготовление конструкций с минимальной затратой непроизводительного ручного труда, максимальной заводской готовности при совершенном контроле качества материалов и конструкций.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Легкие панельные конструкции, утвержденные в качестве типовых, одобренные для применения или включенные в план типового и экспериментального проектирования на 1976—1980 гг.

№ п. п.	Альбомы конструкций	Серия типового проекта, кем и когда одобрено для применения или шифр плана	Предприятие-разработчик	Где можно заказать или получить чертежи
1	Плиты покрытий облегченной конструкции для производственных зданий сельского хозяйства. Вып. 2. Плиты длиной 3 м на деревянном каркасе с фанерной и дощатой обшивками	Серия 1.865-2 Госстрой СССР письмо от 17/XI-1971 г. № 2/3-548	Гипронисельхоз ЦНИИСК им. Кучеренко	ЦИТП
2	Панели стен облегченной конструкции для производственных зданий сельского хозяйства. Вып. 2. Панели длиной 3 м на деревянном каркасе с фанерными и дощатыми обшивками	Серия 1.832-1 Госстрой СССР письмо от 17/XI 1971 г. № 2/3-548	То же	»
3	Деревянные клеефанерные панели длиной 6 м для покрытий отапливаемых производственных зданий. Вып. 3	Серия ПКД-01-04 Госстрой СССР письмо от 31/XII 1970 г. № 2/3-596	Гипролеспром ЦНИИСК им. Кучеренко	Гипролеспром
4	Плиты покрытий облегченной конструкции для производственных зданий сельского хозяйства. Вып. 1. Плиты покрытия размером 1,5×6 м с продольными ребрами из балок с плоской фанерной стенкой	Серия 1.865-3 Госстрой СССР письмо от 16/VII. 1976 г. № 2/3-438	Южгипронисельстрой, ЦНИИСК им. Кучеренко	ЦИТП
5	Ограждающие конструкции на деревянном каркасе для массового поточного механизированного производства для сельскохозяйственных зданий. Вып. 2. Стеновые панели длиной 3 м с фанерными обшивками	Серия 1.832-4 Госстрой СССР протокол № 78	ЦНИИЭПсельстрой, ЦНИИСК им. Кучеренко	»
6	Плиты покрытий облегченной конструкции для производственных зданий сельского хозяйства. Вып. 3. Плиты длиной 6 м на деревянном каркасе с асбестоцементной и фанерной обшивками	Серия 1.865-2 Госстрой СССР письмо от 28/XII 1972 г. № 2/3-630	Гипронисельхоз, ЦНИИСК им. Кучеренко	Гипронисельхоз
7	Деревянные панели покрытий общественных зданий. Вып. 1. Утепленные панели длиной 298 и 598 см, шириной 149 и 110 см для укладки по деревянным балкам	Серия 1.265-1 Госгражданстрой введено с ноября 1974 г.	ЦНИИЭП учебных зданий, ЦНИИСК им. Кучеренко	ЦИТП
8	Деревянные панели покрытий общественных зданий. Вып. 2. Утепленные и неутепленные панели длиной 298 и 598 см, шириной 149 см для укладки по деревянным фермам	Серия 1.265-1 Госгражданстрой введено с 1 ноября 1974 г.	»	ЦИТП
9	Асбестоцементные панели покрытий с деревянным каркасом длиной 6 м для производственных зданий. Вып. 1	Гипролеспром архивн. № 1200, 1967 г.	Гипролеспром, ЦНИИСК им. Кучеренко	Гипролеспром
10	Стеновые панели из плоских асбестоцементных листов и деревянного каркаса для отапливаемых производственных зданий	Гипролеспром архивн. № 903/1, 1962 г.	То же	»
11	Асбестоцементные плиты покрытий размером 1,5×6 м с предварительно-напряженными армированными деревянными ребрами (технические решения и рабочие чертежи опытных образцов)	Госстрой СССР письмо от 28/II 1977 г. № 2/3-128	ЦНИИЭПовцепром, ЦНИИСК им. Кучеренко	ЦНИИЭПовцепром

Продолжение прил. 1

№ п. п.	Альбомы конструкций	Серия типового проекта, кем и когда одобрено для применения или шифр плана	Предприятие-разработчик	Где можно заказать или получить чертежи
12	Клеефанерные панели стен с каркасом из гнутоклееных швеллеров для сельскохозяйственных зданий. Вып. 1. Панели длиной 6 м с внутренней фанерной обшивкой, наружной — из волнистых асбестоцементных листов Вып. 2. Панели длиной 6 м с фанерными обшивками Вып. 3. Панели длиной 3 м с внутренней обшивкой, наружной — из волнистых асбестоцементных листов.	Шифр 6-76 Госстрой СССР письмо от 5/I 1977 г. № 2/3-7	ЦНИИЭПсельстрой ЦНИИСК им. Кучеренко	ЦНИИЭПсельстрой
13	Клеефанерные плиты покрытий с каркасом из гнутофанерных швеллеров для сельскохозяйственных зданий Вып. 1. Плиты длиной 6 м под асбестоцементную кровлю Вып. 2. Плиты длиной 3 м под асбестоцементную кровлю Вып. 3. Плиты длиной 6 м под рулонную кровлю	Шифр 7-76 Госстрой СССР письмо от 15/XII 1976 г. № 2/3-700	То же	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Результаты обследований и испытаний конструкций для зданий

1. **Здание гаража Федоровской межколхозной строительной организации** Софринской межколхозной передвижной механизированной колонны Московского областного объединения Росколхозстройобъединения, расположенного в дер. Барково Московской области. Здание гаража построено в 1973 г. по проекту Мосгипросельстроя. Имеет размер в плане 6×12 м, высоту в коньке 4 м. Стены здания кирпичные толщиной 390 мм. Несущий каркас металлический с расстановкой стоек и треугольник ферм с шагом 6 м. Покрытие из клееных фанерных плит покрытий размером 1,5×6×0,19 и 1×6×0,19 м. По верхнему поясу ферм укладывали четыре плиты шириной 1 м и две шириной 1,5 м. Таким образом, крайние плиты шириной 1,5 м одновременно образовали карниз здания. Крепление плит к фермам осуществляли с помощью металлических деталей.

Конструкция плиты имеет размер 1,5×6 м. Каркас из антисептированной древесины, обшивка с двух сторон из листов водостойкой фанеры, утеплитель из минераловатных плит на синтетическом связующем (рис. 1). Склеивание плит и их элементов производи-

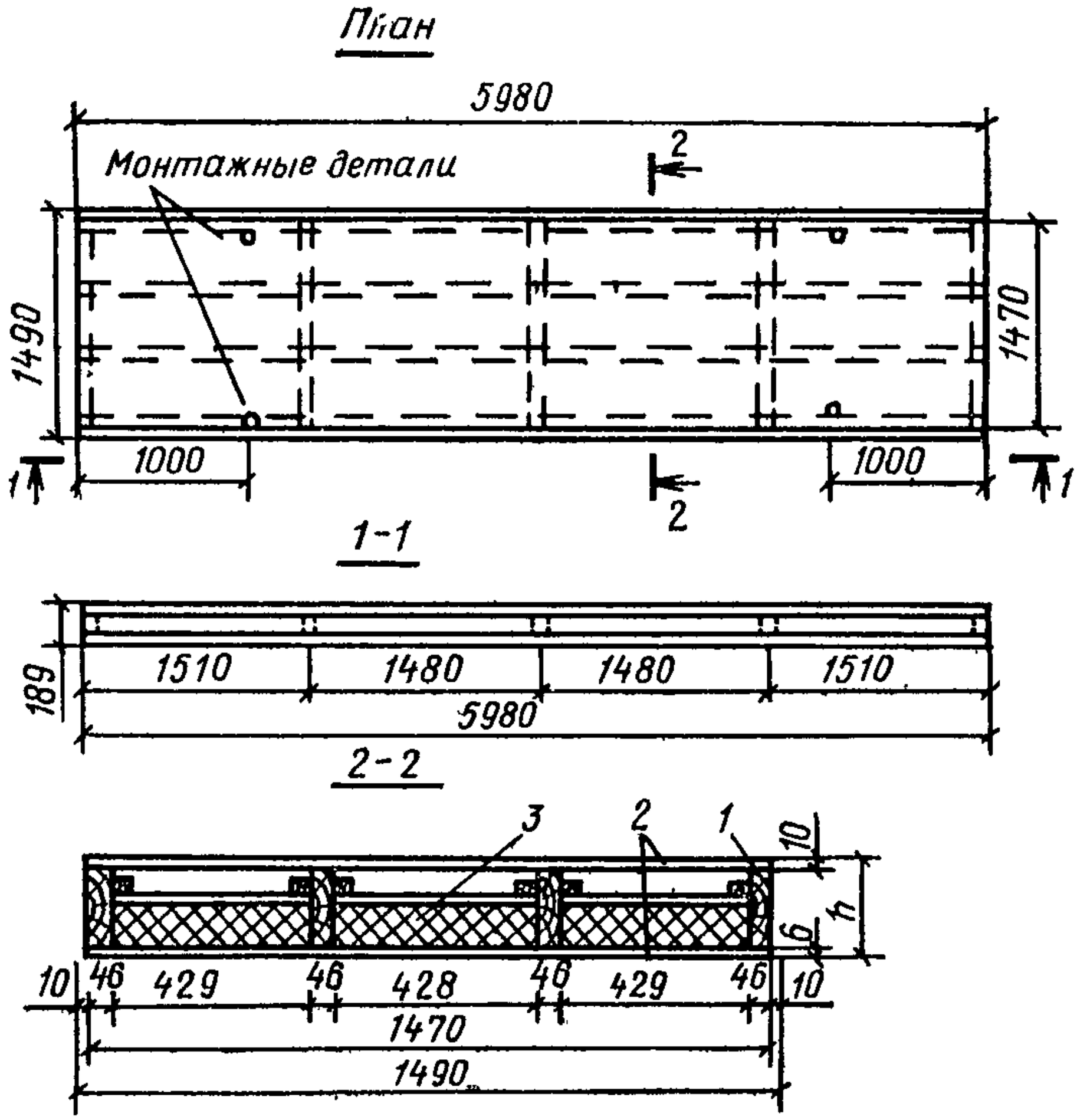


Рис. 1. Конструкция клеефанерной плиты покрытия

лось на водостойких синтетических клеях. Направление волокон наружных слоев фанеры принимается вдоль плиты.

Долговечность плит и покрытия в целом обеспечивается устройством в плитах над утеплителем вентилируемой воздушной прослойки, разделенной на отсеки площадью не более 50 м². С внутренней стороны нижней обшивки плит предусматривается пароизоляция — покрасочная или пленочная. Для предотвращения увлажнения плит в процессе транспортирования, хранения и монтажа на плиты наклеивается на битумной мастике один слой рубероида.

Монтаж плит и крепление их к несущим конструкциям покрытий осуществляется при помощи металлических закладных деталей.

Термическое сопротивление плит может регулироваться в широких пределах путем закладки во внутренние полости плит эффективного утеплителя требуемой толщины.

Все виды защитной обработки выполняли до сборки панелей. Антисептирование производили 10%-ным раствором кремнефтористого аммония.

Огнестойкую покраску производили огнезащитным фосфатным покрытием ОФП-1.

По окончании изготовления партии плит на их верхнюю обшивку наклеивали один слой рубероида на битумной мастике в целях предохранения от атмосферного увлажнения при транспортировке и монтаже.

Здание гаража в зимний период отапливается переносными электронагревательными приборами. При открывании ворот плиты покрытий, как правило, подвергаются интенсивному воздействию холодного воздуха. В летний период температура и влажность в помещении вследствие наличия ворот одинакова с температурой и влажностью наружного воздуха.

При обследовании в мае 1976 г. производили замеры температуры и влажности помещения психрометром Августа и влажности нижней фанерной обшивки электронным влагомером ЭВ-2М. Показания психрометра: на высоте 2 м над уровнем пола: сухой 13,5°, влажный 10°, влажность по психрометрической таблице составила 61%. На уровне под покрытием: сухой +12,5°, влажный +8,5°, влажность 45%.

По данным метеоцентра для Москвы температура наружного воздуха составила в 12 ч +13°С, влажность 50%. Как видим, температурно-влажностные условия в помещении близки к температуре и влажности наружного воздуха. Плиты покрытия в период обследования находились в условиях, близких к нормальным ($t = 16—18$°С, $\varphi = 60—78\%$).

Влажность нижней обшивки плит покрытий составила: на скате, примыкающем к воротам, в месте стыка плит 12 и 13%, между продольными ребрами плит 11%; на другом скате, в месте стыка плит 12, 11 и 12%, между ребрами — 11,11, 13, 11,11%. Как видим, влажность в местах стыков мало отличалась от влажности посередине ширины плиты. В среднем из 11 замеров влажность нижней фанерной обшивки плит покрытия составила $11{,}6 \sim \approx 12\%$, что соответствует равновесной влажности древесины при температуре и влажности воздуха 12°С и 60%.

В 1976 г. были проведены испытания двух клеефанерных плит, которые длительное время с 1967 г. находились под нагрузкой, близкой к расчетной, эквивалентной равномерно распределенной, равной 193 кг/м² (при расчетной, равной 215 кг/м²). Одна из них

Таблица 1

Результаты испытаний клееных фанерных плит покрытий размером 1,5×6 м кратковременной нагрузкой

№ плиты	Год изготовления и испытания	Высота поперечного сечения плит, мм	Разрушающая нагрузка P, кг/м²	Прогиб при нормативной нагрузке			Напряжения в нижней растянутой фанерной обшивке при расчетной нагрузке		Коэффициент безопасности*		
				Нагрузка	Прогиб		нагрузка расчетная кг/м²	напряжение, кг/см²	Требуемый при разрушении		Фактический
					абсолютный, см	относительный			пластическом	хрупком	
1	1965	165	720	148,9	1,4	1/421	215,8	48	2,05	2,43	2,36
2	1967	192	1350	148,9	1	1/589	215,8	44	2,03	2,4	3,6
3	1968	190	1100	148,9	1,4	1/421	215,8	65	2,04	2,42	3,21
4	1968—72	190	800	148,9	1,4	1/421	215,8	65	2,05	2,43	2,39
5	1968—72	162	760	148,9	2,2	1/268	—	—	2,06	2,44	3,49
6	1969	245	1000	248,9	1	1/589	375,8	53	2,05	2,42	1,62
7	1969—74	245	1500	248,9	1	1/589	375,8	36	2,03	2,41	2,89
8	1967—76	196	1400	148,9	1,2	1/491	215,8	40	2,03	2,4	3,63

* Рассчитано по Рекомендациям по испытанию деревянных конструкций ЦНИИСК им. Кучеренко.

была неармированной. Плита разрушилась при нагрузке 1400 кг/м² от разрыва фанерной обшивки в стыке в середине пролета.

Результаты испытаний восьми клеефанерных плит покрытия, приведенные в разные годы, представлены в табл. 1 и на рис. 2. Из рассмотрения табл. 1 и рис. 2 видим, что величины разрушающих нагрузок плит изменяются и зависят от величины поперечного сечения древесины ребер относительно высоты H/l и приведенного момента инерции $I_{пр}$ поперечного сечения плит.

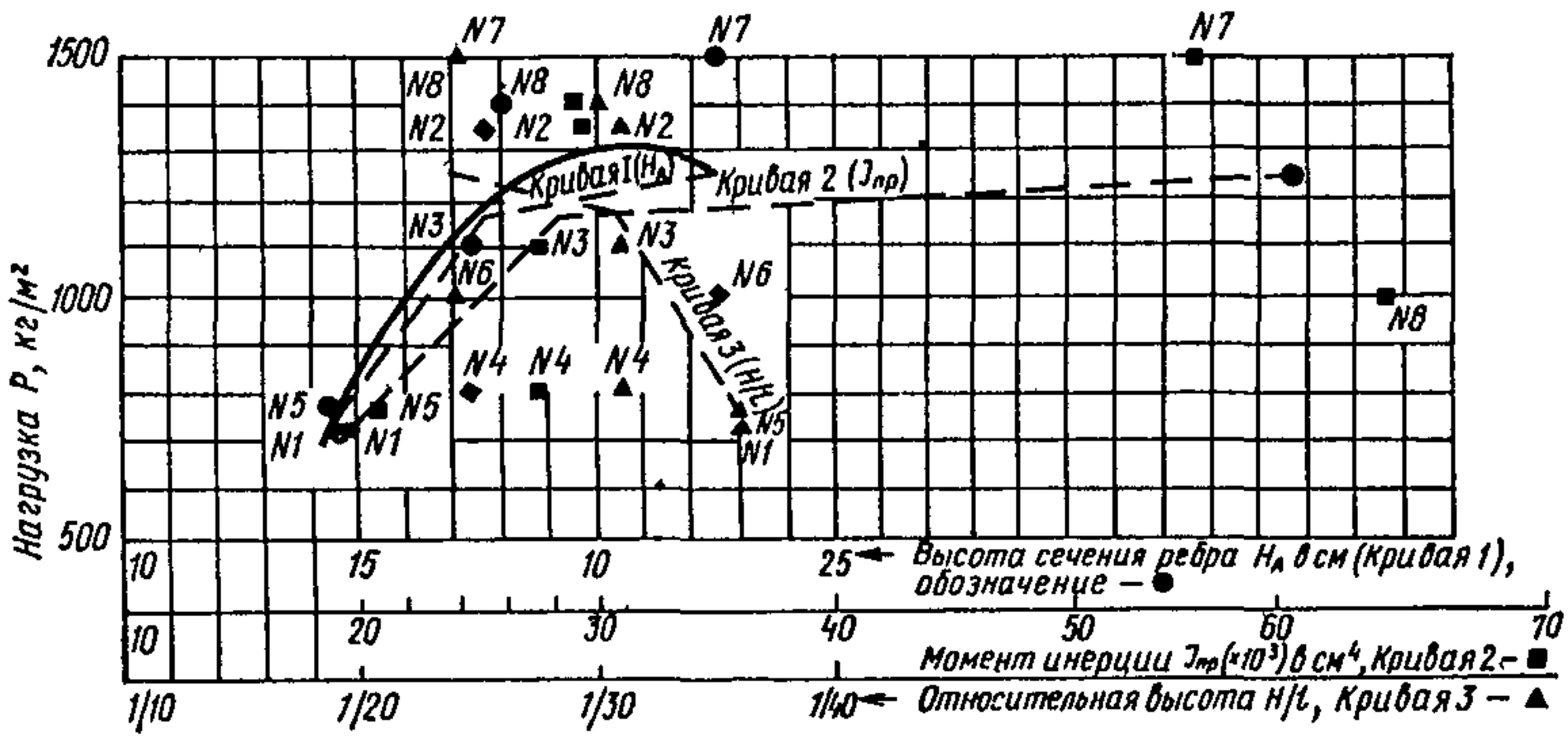


Рис. 2. Сводный график разрушающих нагрузок клеефанерных плит покрытий

При увеличении высоты поперечного сечения ребер в 1,55 раза (кривая *1*) или приведенного момента инерции в 2,97 раза (кривая 2) прочность плит увеличивается в 1,68 раза. При изменении относительной высоты сечения наблюдается обратная зависимость (кривая *3*). Коэффициенты безопасности составили в среднем 2,8 при требуемом 2,44, что свидетельствует о достаточной несущей способности рассматриваемых плит.

Прогибы плит (см. табл. 1, рис. 3) в середине пролета при нормативной нагрузке меньше $^1/_{250}$ пролета, требуемой в соответствии с главой СНиП II-В.4-71.

Таким образом, по результатам испытаний кратковременной нагрузкой рассматриваемые плиты могут быть рекомендованы под нормативные нагрузки 100 и 150 кг/м² в зависимости от высоты их поперечного сечения.

Проведенными обследованиями установлено, что за период с конца 1973 г. до середины 1976 г. в элементах конструкции и материалах каких-либо изменений не обнаружено и конструкция находится в хорошем состоянии.

Наличие вентилируемых продухов, располагаемых вдоль здания из торца в торец, обеспечивает сохранность конструкции и может быть принято за основу в качестве конструктивной меры для предотвращения загнивания конструкций при проектировании плит под рулонную кровлю.

Фанера водостойкая марки ФСФ по ГОСТ 3916—69, находящаяся в условиях, которые соответствуют нормальному температурно-влажностному режиму, не расслаивается и сохраняется в хорошем состоянии.

Изготовление опытной партии плит покрытий, проводимое в процессе экспериментального строительства, подтвердило техническую возможность изготовления клеефанерных плит покрытий длиной 6 м на оборудовании, разработанном ЭКБ ЦНИИСК.

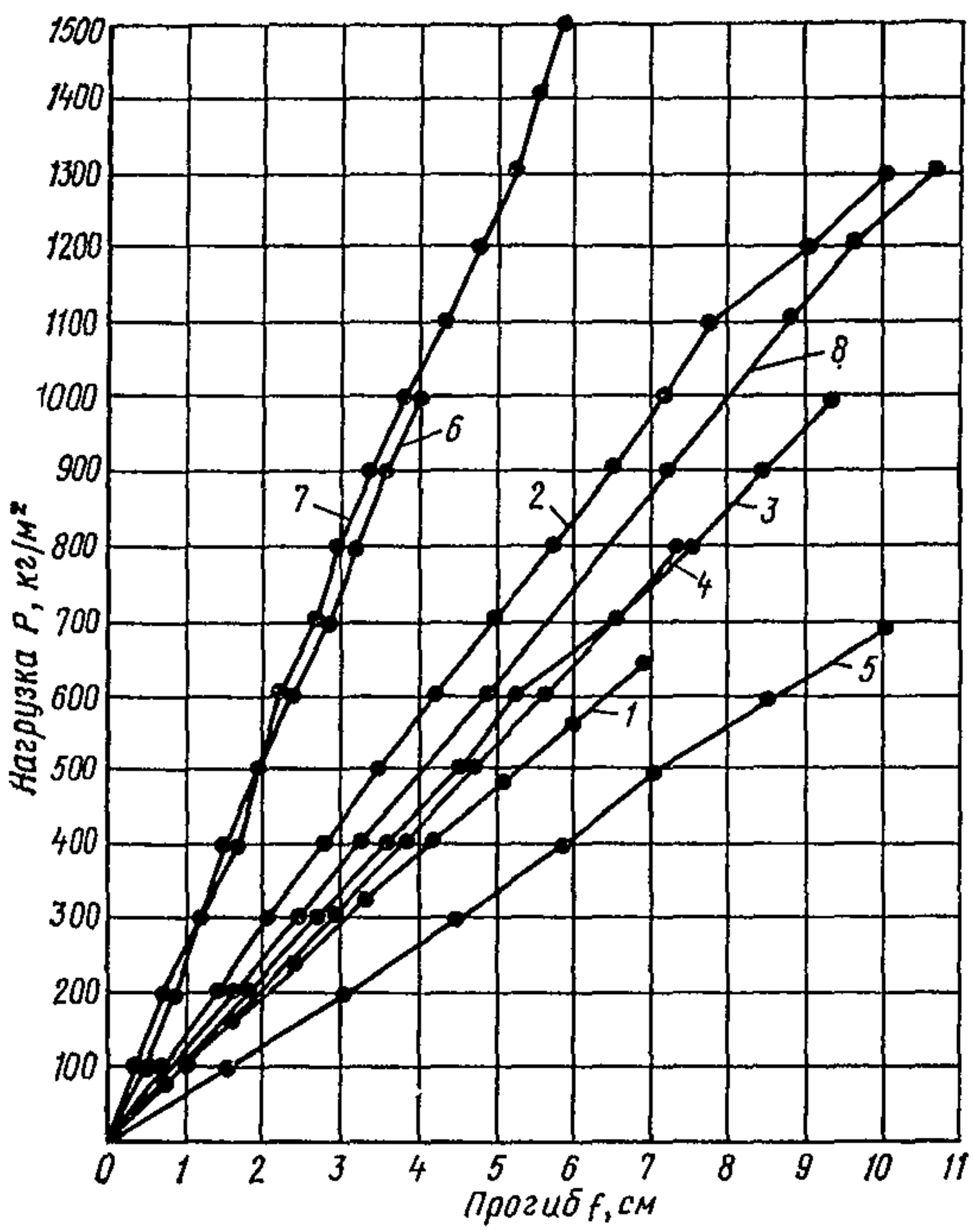


Рис. 3. Сводный график прогибов клееных фанерных плит покрытий в середине пролета *1* — панель № 1 (1965 г.), $P_{разр}=720$ кг/м²; *2* — панель № 2 (1967 г.), $P_{разр}=1350$ кг/м²; *3* — панель № 3 (1968 г.), $P_{разр}=1100$ кг/м²; *4* — панель № 4 (1968 г.), $P_{разр}=800$ кг/м²; *5* — панель № 5 (1968—1972 гг), $P_{разр}=760$ кг/м²; *6* — панель № 6 (1969 г.), $P_{разр}=1000$ кг/м²; *7* — панель № 7 (1969 — 1974 гг.), $P_{разр}=1500$ кг/м²; *8* — панель № 8 (1967 — 1976 гг.), $P_{разр}=1400$ кг/м²

Клеефанерные плиты покрытий длиной 6 м могут быть рекомендованы для применения в покрытиях под рулонную кровлю для производственных промышленных зданий с нормальным температурно-влажностным режимом.

2. Здание коровника на 200 голов на ферме крупного рогатого скота совхоза «Ангарский», село Баклаши Иркутской области эксплуатируется с 16 сентября 1974 г.

Здание коровника имеет размер в плане 18×78 м, стены из железобетонных панелей, несущие конструкции — металлические фермы пролетом 18 м с шагом 3 м, плиты покрытий размером 1,5×3 м на деревянном каркасе с фанерной обшивкой из фанеры марки ФСФ сорта В/ВВ, толщиной 6 мм, внутренняя поверхность плит (потолок) окрашена масляной краской, кровля из волнистых асбестоцементных листов с уклоном 1 : 4.

При обследовании установлено, что в торцовых зонах здания плиты находятся в неудовлетворительном состоянии: поверхность фанеры покрыта черными пятнами, в стыках шпона наблюдается незначительное расслоение. В таком состоянии находятся около 27% всех плит. Замеры показали, что фанера в плитах имеет повышенную влажность — 22—23%. Зона неудовлетворительного со-

стояния плит составляет 12 м (4 ряда плит) с передней стороны и 9 м (3 ряда плит) с задней стороны здания (рис. 4). В средней части здания плиты покрытий находятся в удовлетворительном состоянии.

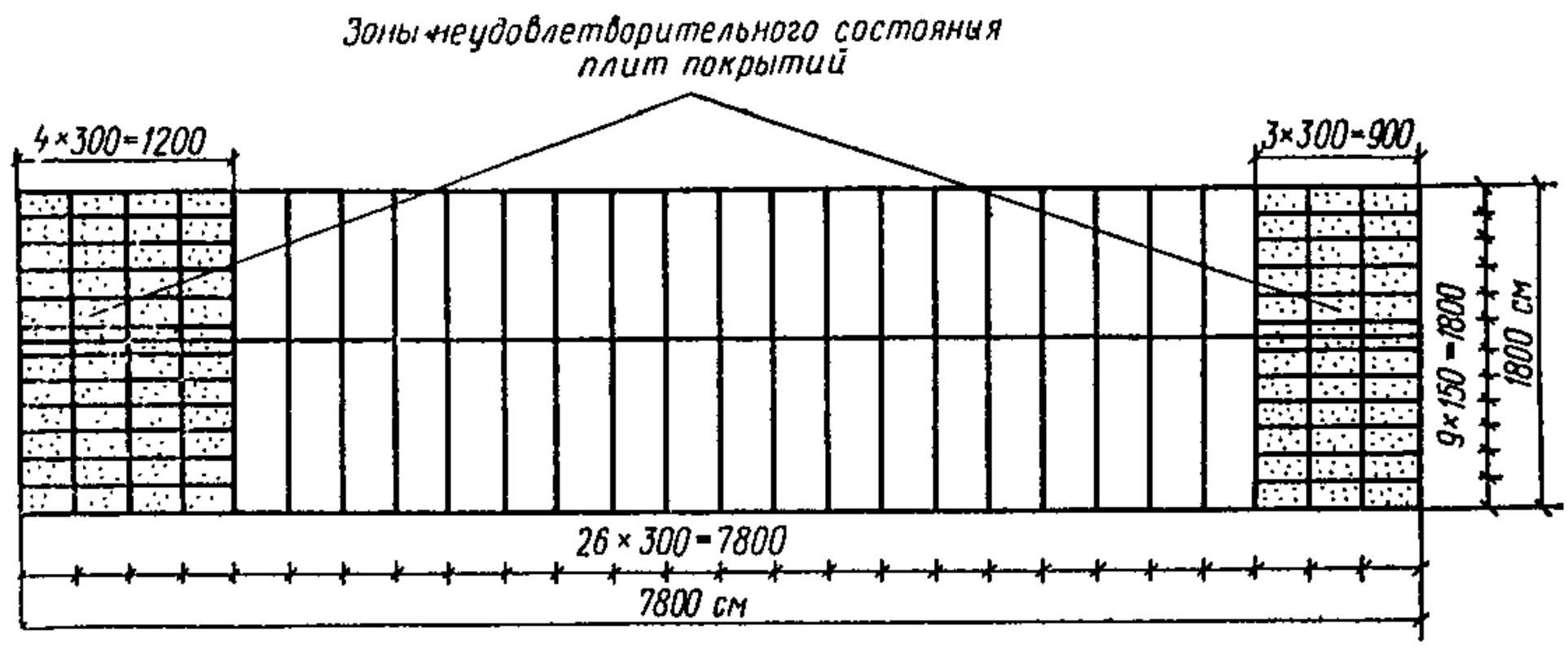


Рис. 4. План коровника на 200 голов в совхозе «Ангарский»

При обследовании была замерена относительная влажность воздуха как внутри помещения, так и снаружи. Относительная влажность воздуха внутри помещения (66%) оказалась в два раза больше, чем снаружи (33%). Кроме того, путем опроса эксплуатационников и строителей удалось выяснить, что вентиляция в помещении коровника практически отсутствует и относительная влажность в зимнее время значительно превосходит допустимую норму, нередко достигая 90—95%.

Использование плит покрытий на деревянном каркасе с фанерной обшивкой в животноводческих зданиях допустимо при относительной влажности воздуха внутри помещения, не превышающей 75%.

При повышенной влажности воздуха в помещении ($\varphi=75\%$) происходит интенсивное увлажнение поверхности фанеры, что приводит к образованию плесневых грибов и загниванию обшивки.

С целью исключения неблагоприятных явлений в торцовых частях здания, где плиты находятся в неудовлетворительном состоянии, необходимо осуществить одно из двух мероприятий: предусмотреть в торцах здания устройство тамбуров, исключающих вторжение холодных масс воздуха при открывании ворот, или в торцовых зонах здания длиной 12 м с каждой стороны (4 ряда плит) укладывать аналогичные плиты на деревянном каркасе, но с обшивкой из асбестоцементных листов.

3. Склад концентрата погрузочного узла на 3-м Рудоуправлении производственного объединения «Белорускалий». Здание склада имеет размер в плане 9×30 м, каркас из металлоконструкций, стены из керамзитобетонных панелей. Покрытие выполнено из клеефанерных плит с ребрами из гнутоклееных фанерных швеллеров, вместо предусмотренных первоначально железобетонных плит ПКЖ. Здание неотапливаемое.

Плиты покрытия (рис. 5) имеют размер 1,5×6×0,236 м и состоят из фанерных обшивок толщиной 8 мм и ребер из гнутоклееных фанерных швеллеров высотой 220 мм и толщиной 10 мм. Швеллеры

склеены с обшивками на клее ВИАМ-Б. Наружные поверхности обшивок и гнутоклееные швеллеры окрашены краской ХСЭ за два раза. Плиты изготовлены в СКТБ модификации древесины (Рига) по альбому рабочих чертежей, разработанных институтом ЦНИИЭПсельстрой и ЦНИИСК № 7-76, вып. 3 «Плиты покрытий длиной 6 м на каркасе из гнутофанерных профилей с фанерными обшивками под рулонную кровлю».

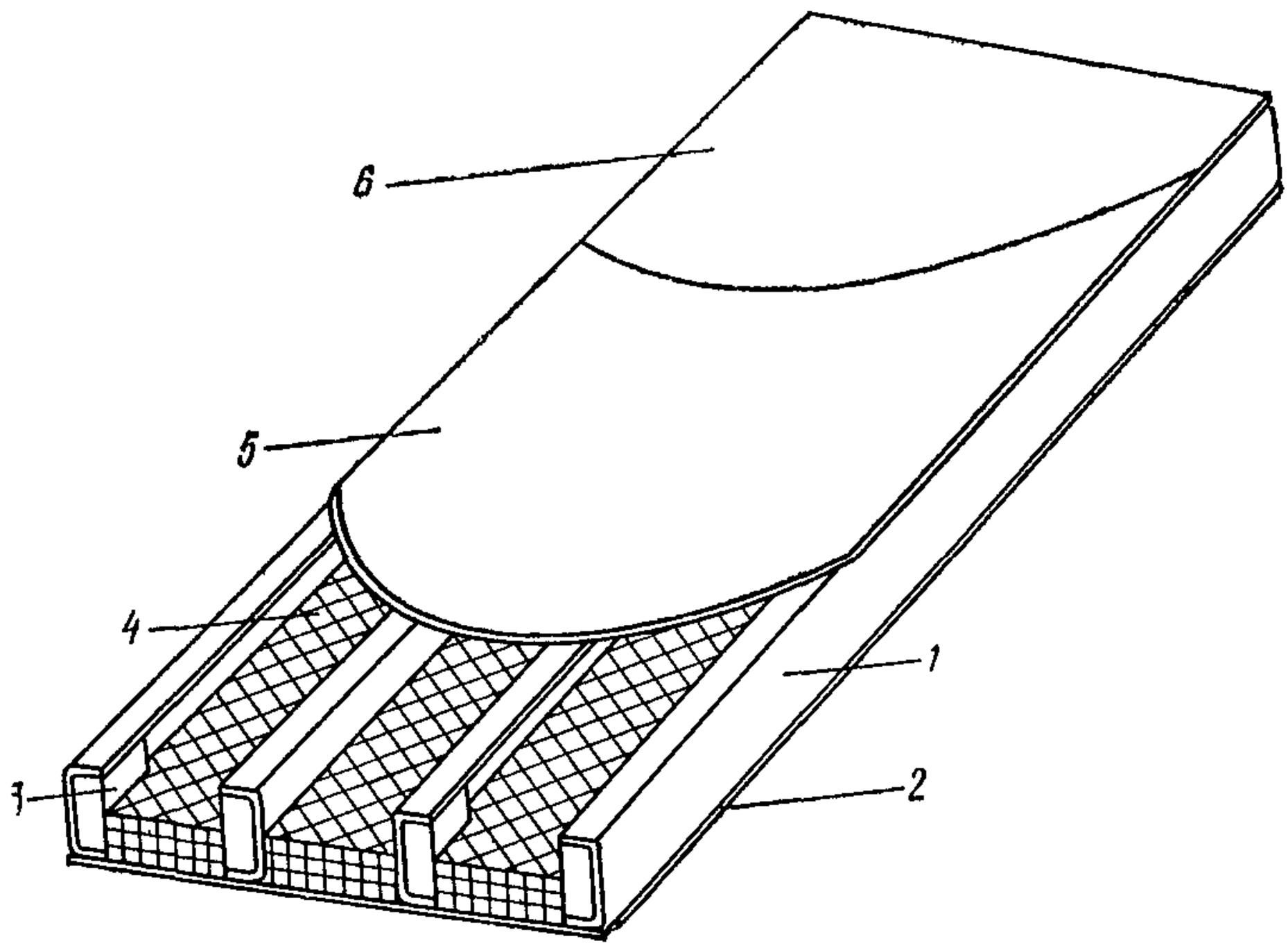


Рис. 5. Конструкция плиты покрытия с ребрами из гнутоклееных фанерных профилей

1 — гнутоклееный фанерный швеллер; *2* — нижняя обшивка; *3* — опорный деревянный вкладыш; *4* — минераловатный утеплитель; *5* — верхняя обшивка; *6* — слой рубероида

Поскольку здание неотапливаемое, температура в помещении мало отличается от температуры наружного воздуха. Влажность воздуха составляет 70—90%.

Обследование, которое проводилось визуально, показало, что за время нахождения в покрытии с июня по декабрь 1976 г. каких-либо повреждений и расслоений в элементах конструкций не обнаружено.

Заводские испытания плит показали, что плиты обладают достаточной прочностью и жесткостью (рис. 6).

Наблюдения за состоянием плит в процессе строительства и эксплуатации показали, что эта конструкция надежна при транспортировке и монтаже и может применяться в условиях солевой агрессии.

4. Здания материально-технических складов в Тюменской области. Двухпролетные здания складов имеют размер в плане 24×129 м и состоят из легкого металлического каркаса, включающего три ряда решетчатых стоек и ферм из уголков, установленных с шагом вдоль здания 6 м. Здания ориентированы длинной стороной в на-

правлении север-юг; используются для хранения строительных материалов и оборудования и входят в состав базы производственно-технического обслуживания и комплектации оборудованием.

Главтюменнефтегаза (Нижневартовск Тюменской обл.). Здания построены при научно-технической помощи ЦНИИСК и эксплуатируются с 1968 г.

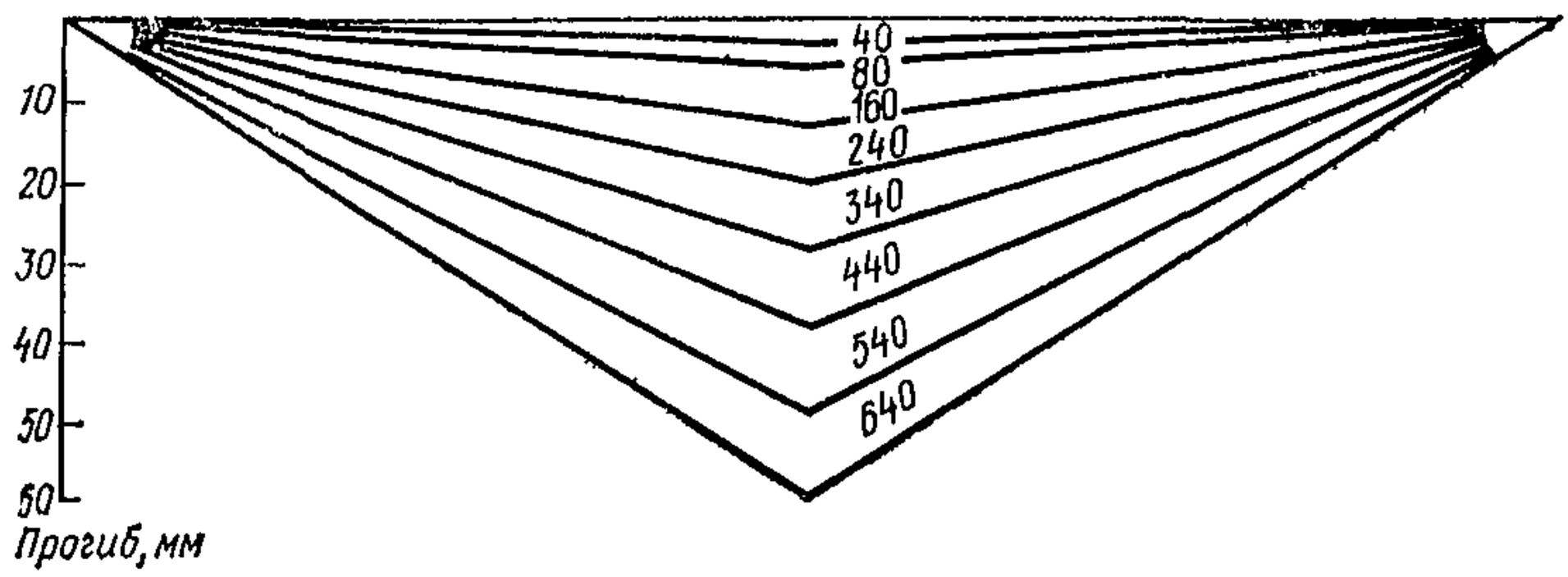


Рис. 6. График прогиба при испытании головного образца плиты из опытной партии, изготовленной для экспериментального строительства в Солигорске

Плита покрытия с деревянным каркасом и шпренгелем является комплексной беспрогонной конструкцией. При этом плита, усиленная снизу шпренгелем в верхней части (верхний пояс), работает как неразрезанная двухпролетная сжато-изогнутая балка на упругоподатливых опорах. Стержневая система (металлический стержень) работает только на осевое сжатие и растяжение, элементы верхнего пояса плиты работают на совместное действие сжатия и поперечный изгиб.

Нижний пояс плит выполнен из пространственного металлического шпренгеля с одной центрально расположенной стойкой. Пространственная шпренгельная система законструирована таким образом, что исключается необходимость раскрепления центральной стойки шпренгеля, что достигается расположением тяжей шпренгеля по диагонали плиты. Натяжение тяжей шпренгеля осуществляется вращением центральной стойки, которая на конце имеет резьбу. Металлические детали пространственного шпренгеля запроектированы инвентарными. Присоединение концов шпренгеля в углах панели осуществляется посредством закладных деталей. Инвентарное крепление шпренгеля в углах и посередине с последующим натяжением позволяет плоскую часть плиты — асбестоцементную панель с деревянным каркасом — изготовлять и транспортировать отдельно от шпренгеля. Шпренгель может быть установлен непосредственно перед монтажом панели. Общий вид плиты покрытия представлен на рис. 7,*а*.

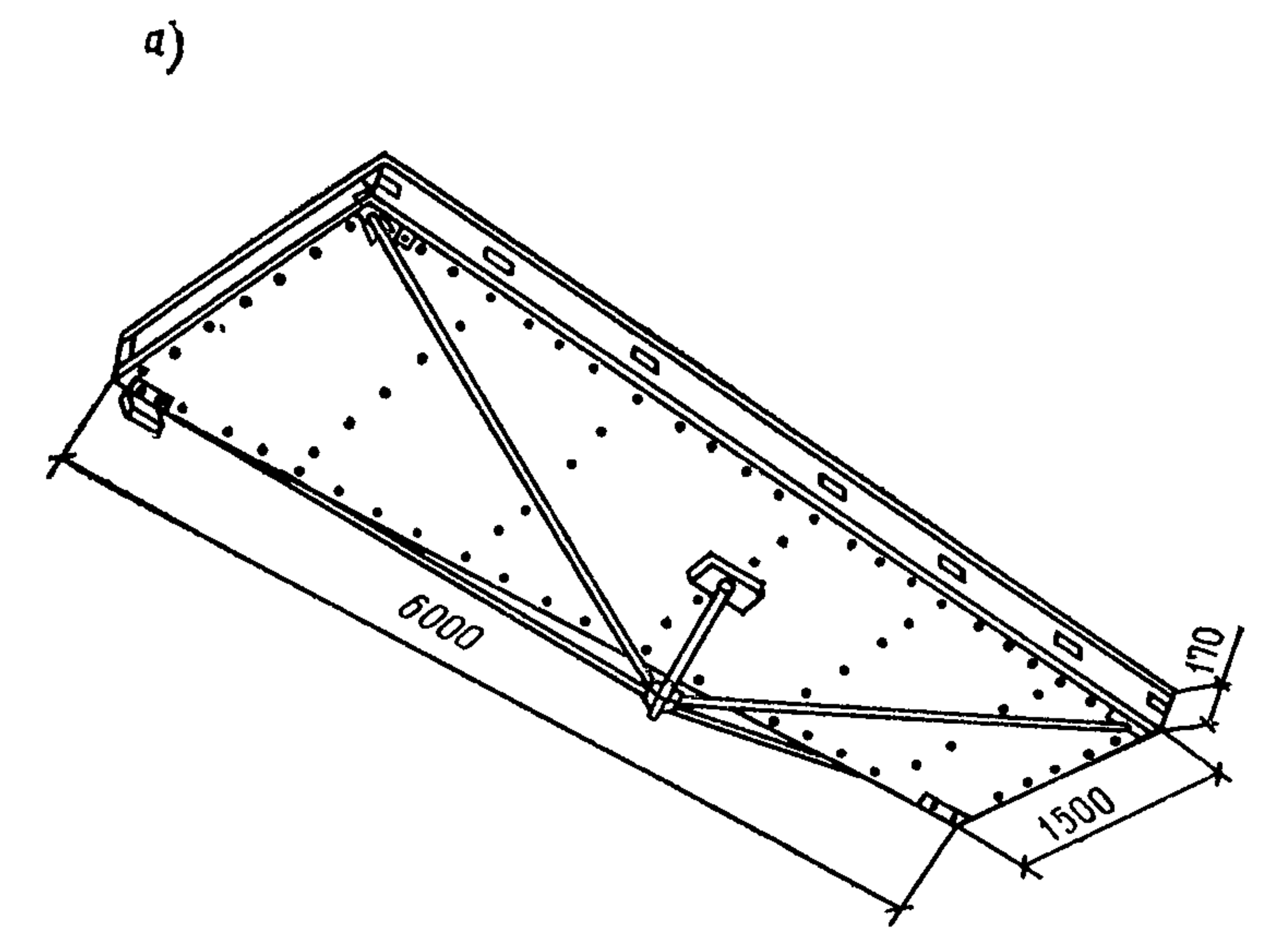
Здания складов не отапливаемые. В то же время конструкции плит покрытий имеют утеплитель, так как район Нижневартовска расположен на севере Тюменской области и здания эксплуатируются в суровых климатических условиях.

Проведенные в 1969 и 1976 гг. обследования показали, что плиты покрытия с деревянным каркасом и шпренгелем, эксплуатируемые в течение 8 лет, находятся в удовлетворительном состоянии

и могут быть рекомендованы для более широкого применения в промышленном строительстве.

Плиты покрытий были испытаны на прочность и жесткость после длительной их выдержки под нагрузкой, близкой к расчетной, на стенде с навесом в атмосферных условиях.

Было испытано две плиты. График прогибов в процесс испытания представлен на рис. 7,*б*. Разрушающая нагрузка составила 700 кг/м²



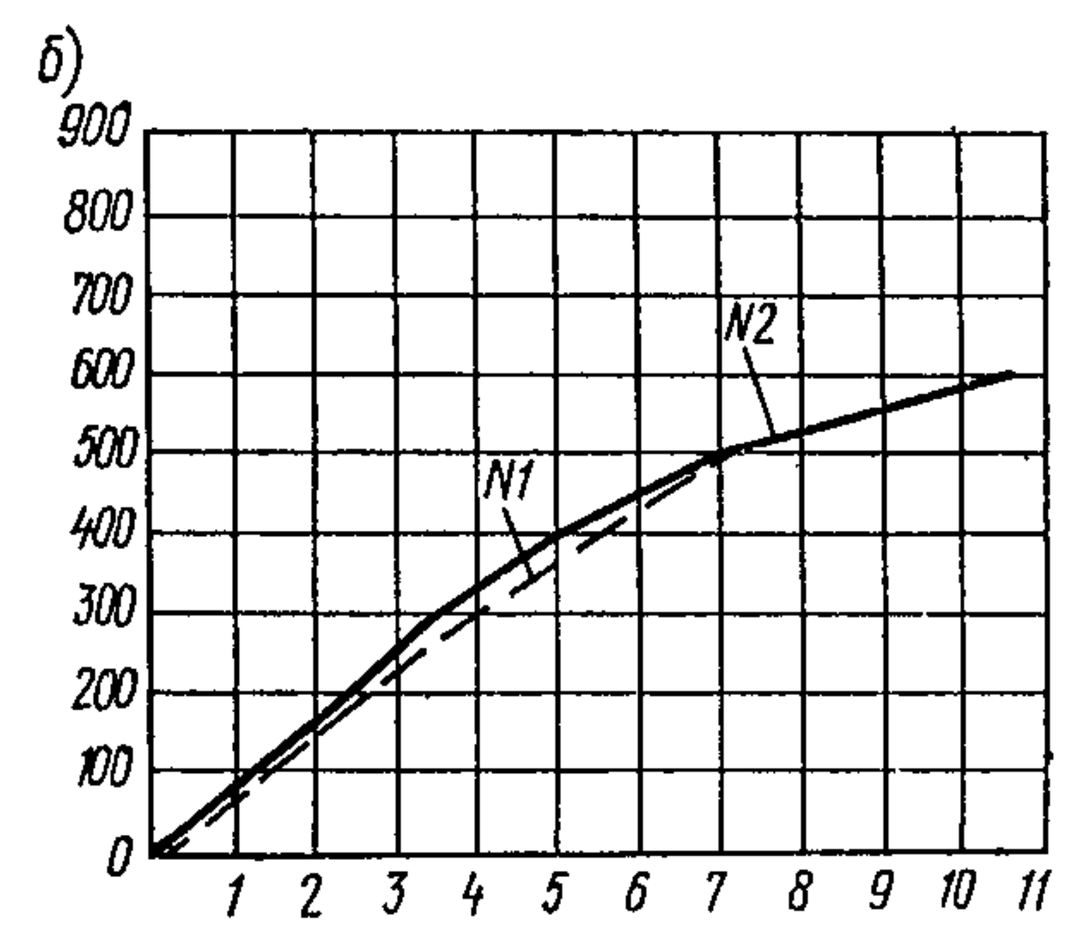


Рис. 7. Плита покрытия с деревянным каркасом и шпренгелем *а* — общий вид; *б* — график прогибов в процессе испытания

Плиты покрытия со шпренгелем могут быть рекомендованы для дальнейшего применения в зданиях материально-технических складов.

5. Овчарня на 800 голов совхоза «Путь коммунизма» в деревне Аршаново Алтайского района Красноярского края. Эксплуатиру-

ется с 1975 г. Обследование произведено в октябре 1976 г. Здание построено из несущих гнутоклееных деревянных рам пролетом 18 м. Стеновые панели размером 3×1,5 м имеют обшивку с наружной стороны из алюминиевых листов, со стороны помещения — из фанеры. Плиты покрытия размером 3×1,5 м вентилируемого типа обшиты со стороны помещения фанерой. Кровля выполнена из волнистых асбестоцементных листов. В качестве утеплителя применены полужесткие минераловатные плиты.

В период проведения обследования содержание овец в здании производилось в вечернее время с 17 до 8 ч, в остальное время суток овцы находились на пастбище. Относительная влажность воздуха в овчарне в дневное время находилась в пределах 65—70%, а температура 10—12°С. Состояние стеновых панелей и плит покрытий хорошее. Отслоений шпона в фанере не обнаружено. Средний относительный прогиб плит покрытий составлял $^1/_{430}$. Коробление фанерной обшивки между продольными ребрами каркаса составляло 1,5—2,5 мм (прогиб между ребрами).

6. Крольчатник пролетом 18 м совхоза «Троицкое» Боградского района Красноярского края. Построен из стеновых панелей, обшитых с наружной стороны алюминиевыми листами, а с внутренней— из плоских асбестоцементных листов. Плиты покрытия марки ФКД (с обшивками из фанеры) уложены по металлодеревянным аркам и имеют относительный прогиб в пределах $^1/_{380}$—$^1/_{290}$. Фанерная обшивка, защищенная масляной краской, отслоений не имеет. Кромки фанеры в местах стыковки имеют микротрещины по наружному (в помещении) шпону. Общее состояние плит покрытий на 23 октября 1976 г. хорошее. Относительная влажность воздуха в здании в момент обследования находилась в пределах 72—78‰, температура +16 — +18°С.

7. Коровник на 250 голов в совхозе «Барнаульский» Первомайского района Алтайского края. Построен в 1973 г. Конструкция коровника состоит из керамзитобетонных стеновых панелей, металлических ферм, установленных с шагом 3 м по сваям-колоннам и плит покрытий марки ФКД и ППД (деревянный каркас и обшивка из фанеры и древесноволокнистых плит). Утеплитель — полужесткие минераловатные плиты и ФРП-1. Фанерная и древесноволокнистая обшивка защищена эмалью ПФ-115 по рекомендациям ЦНИИЭПсельстроя. Обследования коровника производились в 1974 (февраль) и 1976 (октябрь) гг. В коровнике относительная влажность воздуха находилась в пределах 78—82% и 80—85%, температура 12—14°С и 13—14°С. В тамбуре из-за неполадок в заполнении воротных проемов температура была ниже и во время обследования находилась в пределах 2—4°С и 5—6°С, а влажность — в пределах 78—88% и 87—96%.

Последнее обследование коровника показало, что плиты покрытия находятся в хорошем состоянии. Положительный прогиб плит покрытий ФКД и ППД находился в пределах $^1/_{440}$—$^1/_{485}$. Коробление фанерной обшивки 2—3 мм, а в тамбуре 3—4 мм. Коробление древесноволокнистой обшивки 4—6 мм. Признаков отслоения фанеры и древесноволокнистых плит не обнаружено. В кромках фанеры (в панельном) по наружному шпону имеются небольшие трещины. Набухание (изменение толщины) древесноволокнистой обшивки у кромок составило 10—12%, а в самой плите 5—8%.

8. Крольчатник совхоза «Барнаульский» Первомайского района Алтайского края, эксплуатируется с 1975 г. Конструкция крольчат-

ника состоит из кирпичных стен, металлических ферм, установленных с шагом 3 м, и плит покрытий марки ФКД размером 3×1,5 м. Фанерная обшивка защищена эмалью ПФ-115. Утеплитель — полужесткие минераловатные плиты, кровля вентилируемого типа из волнистых асбестоцементных листов. Обследование крольчатника производилось в октябре 1976 г Относительная влажность воздуха 60—62%, температура 16—17°С. Относительный прогиб плит $^1/_{680}$—$^1/_{720}$, коробление фанеры 1—2 мм. Отслоений фанеры не обнаружено. Плиты покрытия в хорошем состоянии.

9. Птичник в совхозе «Тальминский» Тальминского района Алтайского края, эксплуатируется с 1974 г. Конструкция птичника состоит из свай-колонн, металлических ферм, установленных с шагом 3 м. Стеновые панели на деревянном каркасе, обшивки с обеих сторон — древесноволокнистыми плитами. Утеплитель — полужесткие минераловатные плиты. Стены панелей обшиты нащельниками из древесноволокнистых плит.

Конструкция плит подвесного потолка состоит из деревянного каркаса, древесноволокнистой обшивки и минераловатного утеплителя. Стыки плит обшиты нащельниками из древесноволокнистых плит. Защита древесноволокнистых обшивок выполнена из эмали ПФ-115.

Обследование птичника произведено в октябре 1976 г. В момент обследования в птичнике относительная влажность воздуха 86—89%, температура 10—12°С. Здание не отапливается и вентиляционная система частично отключена.

Относительный прогиб плит покрытий в пределах $^1/_{540}$—$^1/_{560}$. Коробление обшивки 4,5—6 мм, набухание древесноволокнистой, внутренней обшивки 5—6%, а у кромок 10—14% (нащельников). Наружная стеновая обшивка имеет набухание 15—20%, а у кромок нащельников отмечены трещины в защищенном слое.

10. Мастерская для ремонта тракторов в Шуйско-Виденском леспромхозе Карельской АССР. Построена в 1972 г. по проекту Петрозаводского университета. Стеновые панели и плиты покрытия — клееные, состоят из пяти слоев: сверхтвердая древесноволокнистая плита, мягкая древесноволокнистая плита, сотовый заполнитель, мягкая древесноволокнистая плита и сверхтвердая древесноволокнистая плита.

Обследование производилось в январе 1975 г. Внутренняя обшивка плит покрытия и стеновых панелей в хорошем состоянии. Кромки наружных нащельников имеют трещины по защитному слою.

11. Птичник в Госптицеплемзаводе «Кубанский» Динского района Краснодарского края построен в 1973 г. В качестве стеновых панелей и плит покрытий применены конструкции марки ФСД-6 и ФКД-6. Утеплитель — полужесткая минераловатная плита. Защитное покрытие фанеры выполнено масляной краской. Внутренняя фанерная обшивка в хорошем состоянии, хотя имеются места отслоений первого шпона по клеевому слою. Наружная фанерная обшивка более подвержена расслоению и во многих местах наблюдается отрыв верхнего шпона. Кромки фанеры в основном имеют продольные трещины по верхнему шпону. Ограждающие конструкции требуют зачистки от отслаиваемых шпонов и защитного покрытия.

12. Птичник совхоза «Леомполис» Укмерского района Литовской ССР построен в 1976 г. Конструкции птичника состоят из

свай-колонн, металлодеревянных арок и ограждающих конструкций из панелей марок ФСД и ФКД. Стыки между стеновыми панелями с наружной и внутренней сторон обшиты фанерными нащельниками шириной 100 мм.

Внутренняя фанерная обшивка в стенах в удовлетворительном состоянии, в покрытии в хорошем. В фанере наружной обшивки имеются случаи отрыва верхнего шпона, а в нащельниках отрыв шпона имеет массовый характер.

13. Птичник на 35 тыс. кур-несушек в совхозе «Свердловский» Брянской области построен в 1972 г. Конструкции стеновых панелей птичника представляют собой деревянный каркас, обшитый с двух сторон древесноволокнистой плитой. В качестве утеплителя применена мягкая древесноволокнистая плита. Плиты покрытия марки ППД размером 3×1,5 м имеют одностороннюю древесноволокнистую обшивку со стороны помещения. В качестве утеплителя использована стекловата. Стыки стеновых панелей и плит покрытий обшиты нащельниками из древесноволокнистых плит. Защитное покрытие ограждающих конструкций осуществлено эмалью ПФ-115.

Относительная влажность воздуха в птичнике 65—80%, температура воздуха 12—20°С.

В зимнее время отмечалось промерзание стыков. Набухание древесноволокнистых плит в плитах покрытия 6—8%, в стеновых панелях 10—12%. В кромках древесноволокнистых плит набухание на 25—30% больше, чем в самих плитах. Максимальный относительный прогиб в местах покрытия в зимнее время составлял $^1/_{280}$—$^1/_{320}$. Коробление обшивки 2—3 мм.

Наружная древесноволокнистая обшивка набухала на 20—25% больше, чем внутренняя. В кромках плит отмечалось растрескивание и отслаивание защитного покрытия.

14. Птичник № 1 совхоза «Динамо» Урмарского района Чувашской АССР построен в 1971 г. Натурным обследованиям подвергались плиты покрытия на деревянном каркасе с обшивками из древесноволокнистых плит марки ППД. Стеновые панели птичника выполнены с обшивкой из фанеры с внутренней стороны, с наружной стороны — алюминиевыми листами.

За период исследований конструкций в помещении птичника температура и относительная влажность воздуха в летнее время находились в пределах технологических норм. В осеннее, зимнее и весеннее время температурно-влажностный режим отклонялся от технологических норм. Температура понижалась, влажность воздуха повышалась.

Относительная влажность конструктивных материалов ограждающих и несущих конструкций птичника приводится в табл. 2.

Деформации плит покрытий, коробление древесноволокнистой обшивки, эпюры влагосодержания в них, а также температурно-влажностный режим в птичнике приводятся на рис. 8.

15. Птичник № 2 совхоза «Динамо» Урмарского района Чувашской АССР, построенный в 1972 г., имеет деревянный каркас из гнутоклееных рам, стеновых панелей, обшитых со стороны помещения фанерой, а с наружной стороны — алюминиевыми листами. Покрытие выполнено из плит марки ФКД, а кровля из волнистых асбестоцементных листов обыкновенного профиля. Защитное покрытие выполнено масляной краской. Обследования птичника проводились в феврале 1976 и июле 1976 гг. Относительная влажность воздуха 82—84%, температура 14—16°С и 18—20°С.

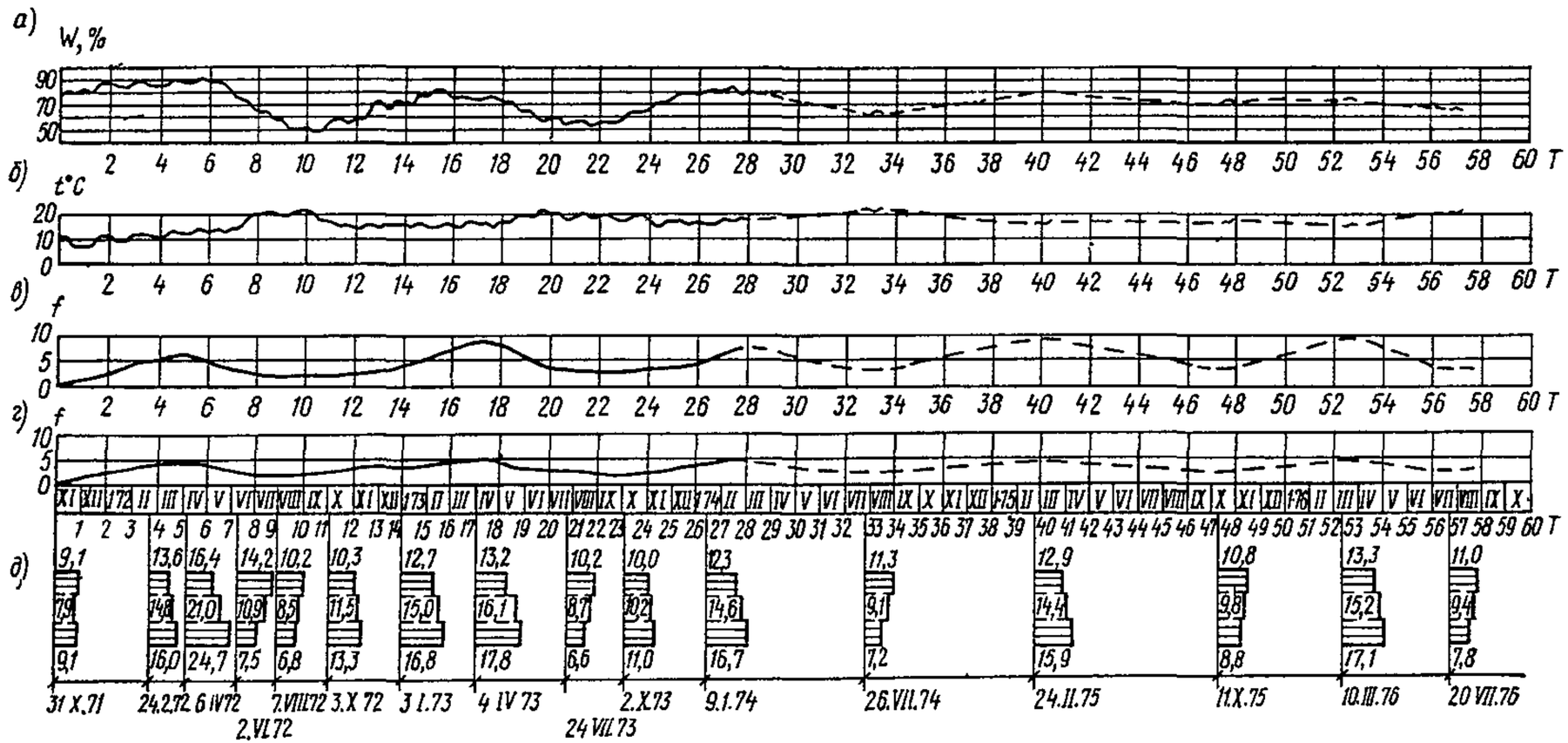


Рис. 8. График деформаций плит покрытия в условиях эксплуатационного режима птичника

а — относительная влажность в птичнике во время эксплуатации; *б* — температурный режим в птичнике; *в* — прогибы плиты покрытия; *г* — коробление обшивки плиты; *д* — эпюра влагосодержания в древесноволокнистой обшивке

Фанерная обшивка в стеновых панелях в удовлетворительном состоянии. В покрытии из-за проникания атмосферной влаги в период дождей и задувания снега под шиферную кровлю фанера находилась во влажном состоянии (28—40%). В местах попадания атмосферной влаги имеются отслоения верхнего шпона, а местами обнаружено появление грибков.

Таблица 2

Относительная влажность конструктивных материалов в птичнике № 1 совхоза «Динамо»

Дата отбора образцов	Срок эксплуатации здания, дней	Влажность материалов конструкций, %				
		обшивка из ДВП в плитах покрытия	каркас панели (сосна)	утеплитель, минераловатные плиты	гнутоклееная рама (деревянная)	обшивка из фанеры в стеновых панелях
12.9.71	—	8,7	14,4	2	12,1	10,3
24.2.72	165	14,8	17,2	4,1	17,6	14,4
6.4.72	207	20,7	19,8	5,2	20,2	17,1
12.6.72	274	10,7	16,1	2,1	12,4	10,7
1.8.72	324	8,58	14,8	1,07	10,1	10
3.10.72	387	11,68	15,1	1,13	11	10,3
3.1.73	470	14,85	16,8	1,19	12,1	12
4.4.73	570	15,7	17,2	5,3	17,1	12,3
24.7.73	681	8,7	14,4	2,2	13,4	11,4
2.10.73	751	10,4	14,8	1,95	10,9	10,2
23.4.74	923	15,4	16,9	5	16	12,2
18.7.74	1009	8,8	14,6	2,3	13,5	11,68
24.2.75	1230	14,4	15,8	4,82	15,8	12,42
11.10.75	1459	9,8	15,2	3	14,1	12,12
10.3.76	1579	15,2	15,7	5,12	15,9	13,2
20.7.76	1711	9,4	15	2,82	12,9	12,18

Относительный прогиб плит покрытий $^1/_{300}$—$^1/_{360}$ зимой и $^1/_{400}$—$^1/_{420}$ летом. Коробление фанерной обшивки достигает 2—3 мм. Требуется срочный ремонт кровли и защитное покрытие ограждающих конструкций с зачисткой в местах отслоения шпонов.

Во время эксплуатации в древесноволокнистой плите по толщине наблюдается неравномерное распределение влаги. Однако за время эксплуатации не наблюдалось отслоения и отрыва обшивки от деревянного каркаса конструкции.

При соблюдении технологических норм эксплуатации птичника относительная влажность воздуха внутри помещения должна находиться в пределах 65—70%. В этом случае фанерные и древесноволокнистые обшивки не подвергаются увлажнению, что, безусловно, улучшает условия их работы.

Коробление обшивки между продольными ребрами каркаса за период эксплуатации достигало в среднем 5,5 мм и 4 мм. Остаточные коробления фанеры и древесноволокнистых плит к июлю 1976 г. (1711 дней) составляли в среднем 2 и 3 мм.

Для древесноволокнистых плит наибольшая величина деформации коробления наблюдается в первый цикл увлажнения и высыхания. В дальнейшем эти деформации носят затухающий характер.

Остаточные деформации прогиба после первого цикла загружения (зима — лето) почти полностью стабилизировались.

16. Здание кошары на 400 овцематок сдано в эксплуатацию в 1973 г. Имеет размер в плане 12×36 м и входит в овцеводческий комплекс в поселке Арыг-Улун совхоза им. 25 лет РККА Улуг-Хемского р-на Тувинской АССР.

Несущими конструкциями являются металлические рамы пролетом 12 м, расположенные с шагом 3 м. Плиты покрытий крепятся к верхним плоскостям элементов рам при помощи приваренных стальных упоров. Кровля с уклоном 1 : 4 решена с использованием волнистых асбестоцементных листов.

Плиты покрытий размером 1,5×3 м на деревянном каркасе с обшивкой из фанеры марки ФСФ сорта В/ВВ толщиной 6 мм запроектированы институтом Росмежколхозпроект Тувинской АССР на основе серии 1.865-2, вып. 2. Изготавливались плиты на Туранском лесозаготовительном участке. Монтаж плит выполнялся ПМК-586 треста Тувнисельстрой Минсельстроя РСФСР. Здание не отапливаемое. Помещение не вентилируемое. Влажность воздуха превышает 70%.

При обследовании отмечено частичное коробление фанерной обшивки. Причиной могли служить: отсутствие защиты фанеры от увлажнения и слабая вентиляция помещения. Кроме того, выявлено наличие в покрытии плит с фанерной обшивкой повреждений при транспортировке и складировании. На рис. 9 дана схема располо-

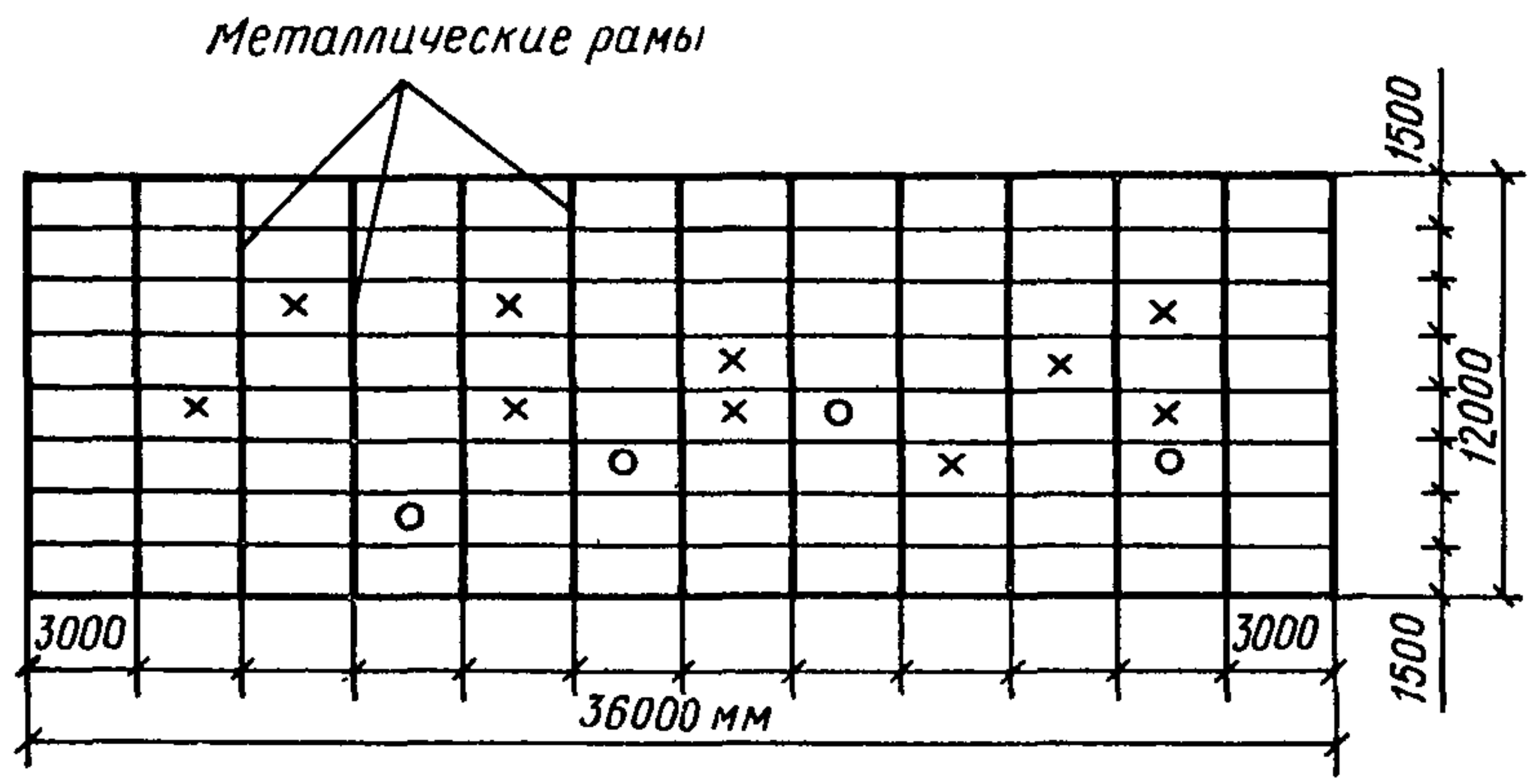


Рис. 9. Схема расположения дефектов в плане

жения обнаруженных дефектов фанерной обшивки плит покрытия в плане. Несмотря на дефекты и сложные технологические условия трехлетней эксплуатации, конструкции плит покрытий находятся в удовлетворительном состоянии. Образцы фанерной обшивки и древесины из плиты подвергались экспертизе в лаборатории долговечности деревянных конструкций ЦНИИСК им. Кучеренко и показали отсутствие дереворазрушающих грибов.

На основании опыта строительства и эксплуатации кошары на 400 овцематок и отзывов строителей плиты покрытия с фанерной обшивкой по механическим и эксплуатационным свойствам могут найти массовое применение в сельском, а также промышленном строительстве Тувинской АССР при создании надлежащей базы по изготовлению таких конструкций.

17. Кролиководческая ферма на 2000 кроликоматок в Троицком совхозе Боградского р-на Хакасской автономной области Красноярского края. Строительство объектов начато в декабре 1973 г. и по состоянию на 7 апреля 1976 г. находится в стадии завершения. Плиты покрытия уложены в феврале-марте 1974 г. Каждый из обследованных объектов имеет размер в плане 18×96 м. Основными несущими конструкциями являются металлические фермы пролетом 18 м, опертые с шагом 3 м на железобетонные колонны. Плиты покрытия располагаются непосредственно по верхним поясам стропильных ферм и крепятся к ним при помощи стальных упоров. Кровля с уклоном 1 : 4 решена с использованием волнистых асбестоцементных листов.

Плиты покрытий размером 1,5×3 м имеют деревянный каркас из древесины сосны. В качестве обшивки применена водостойкая березовая фанера марки ФСФ сорта АВ/В толщиной 6 мм. Чертежи плит покрытий были выполнены проектным институтом Красноярскгипросовхозстрой. Плиты изготавливались в Сельстройконструкции № 3 Красноярского края. Монтаж плит выполнила Боградская ПМК № 63 треста Абаканцелинстрой. Конструкция плиты покрытия и ее размеры показаны на рис. 10. Плиты покрытий с февраля—марта 1974 г. находятся в атмосферных условиях юга Красноярского края.

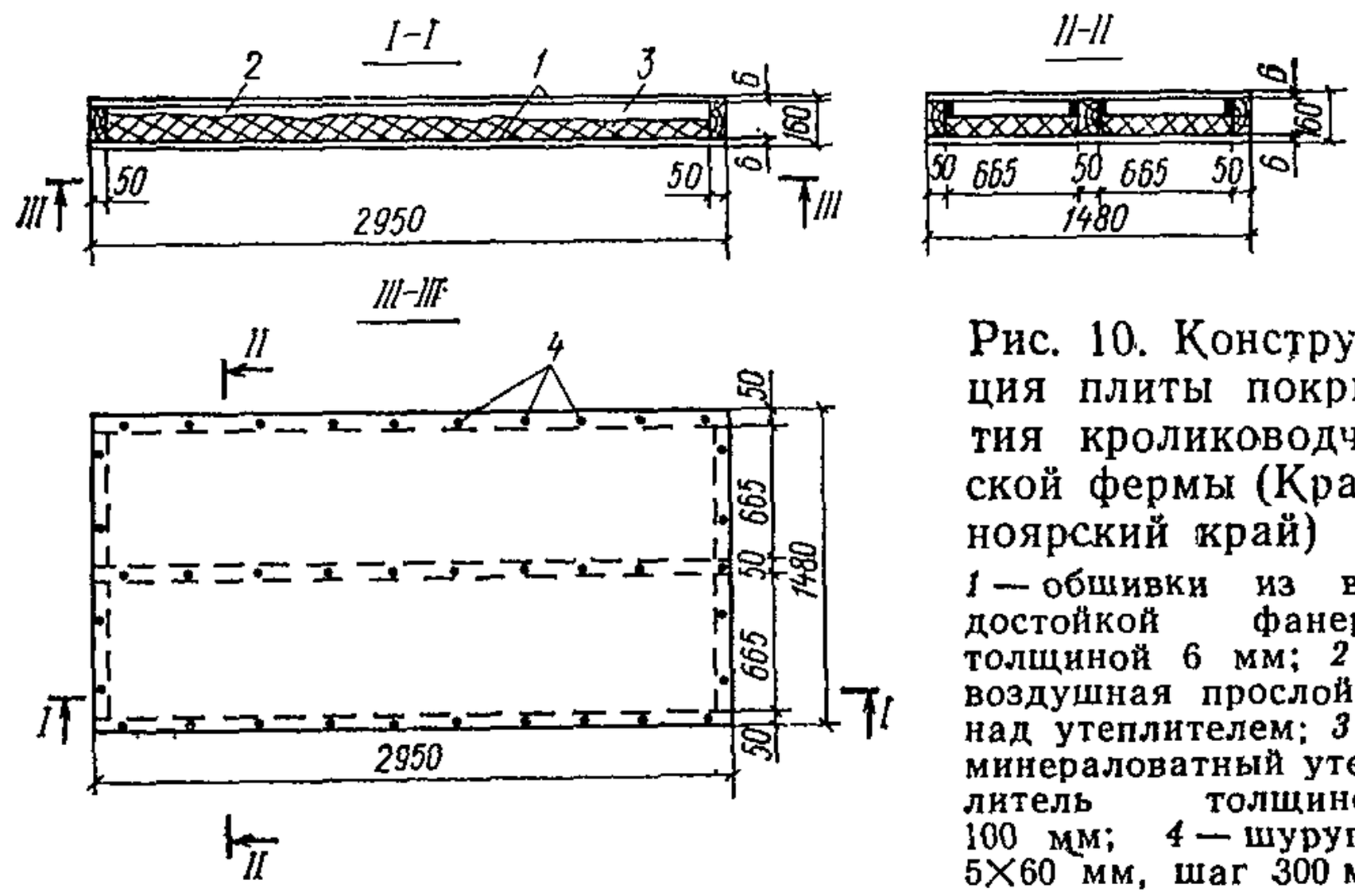


Рис. 10. Конструкция плиты покрытия кролиководческой фермы (Красноярский край)

1 — обшивки из водостойкой фанеры толщиной 6 мм; *2* — воздушная прослойка над утеплителем; *3* — минераловатный утеплитель толщиной 100 мм; *4* — шурупы 5×60 мм, шаг 300 мм

Обследованием было выявлено наличие в покрытии плит с фанерной обшивкой повреждений, полученных при транспортировке и складировании. Ряд плит в результате повреждений в кровле подвергся воздействию атмосферных осадков.

Схема расположения дефектов в плане представлена на рис. 11.

При обследовании установлено, что со времени монтажа кон-

струкции плит покрытия не получили каких-либо механических повреждений — расслоения, расклеивания фанеры, признаков загнивания, недопустимых прогибов. Образцы фанерной обшивки и древесины из плиты покрытия подверглись экспертизе в лаборатории долговечности деревянных конструкций ЦНИИСК им. Кучеренко. В результате экспертизы было установлено отсутствие дереворазрушающих грибков.

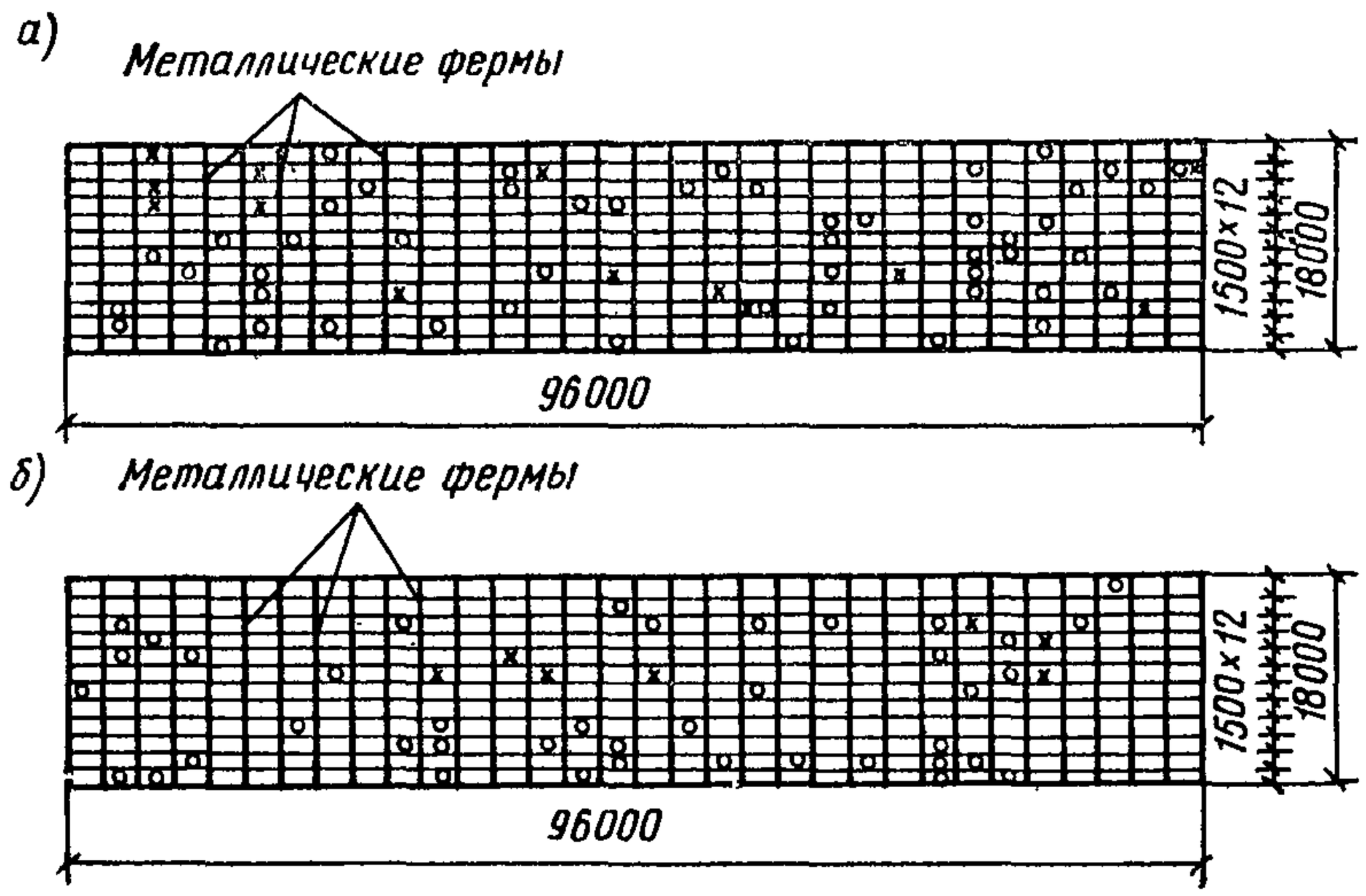


Рис. 11. Схема расположения дефектов в плане
а — объект № 1; *б* — объект № 2

Плиты покрытий с обшивками из водостойкой фанеры по механическим свойствам могут быть рекомендованы к применению с учетом соблюдения требований по огнестойкости.

18. Выставочный павильон построен в 1974 г. на территории Экспериментальной базы института Южгипронисельстрой в ст. Новотитаровская, поселок «Южгипросельстрой», Экспериментальная база. Неотапливаемый павильон имеет размер в плане 12×12 м и предназначен для показа разработок, выполненных институтом.

Несущие и ограждающие конструкции: сборные железобетонные колонны, трехшарнирные арки пролетом 12 м с элементами из деревянных балок с волнистой стенкой и стальными затяжками, бескаркасные с обшивкой плоскими асбестоцементными листами и утеплителем «реплит» стеновые панели. Плиты покрытия в двух вариантах. В двух пролетах смонтированы плиты марки АКД-3 размером 1,5×3 м, а в третьем пролете — плиты размером 1,5×6 м с фанерной (4 шт.) и асбестоцементной (4 шт.) обшивкой. Продольные ребра выполнены из балок с волнистой фанерной стенкой (2 плиты с фанерной обшивкой и 2 с асбестоцементной) и такое же количество из балок с плоской фанерной стенкой. Кровля из волнистых асбестоцементных листов. Плиты покрытия размером 1,5×6 м разработаны институтом Южгипронисельстрой совместно с ЦНИИСК

им. Кучеренко. Альбом рабочих чертежей «Плиты покрытий облегченной конструкции для производственных зданий сельского хозяйства. Плиты покрытий 1,5×6 с продольными ребрами из балок с плоской фанерной стенкой. Серия 1.865-3, вып. 1. Одобрены отделом типового проектирования и организации проектно-изыскательских работ Госстроя СССР для применения при проектировании их в строительстве.

Плиты для покрытия павильона изготовлены и смонтированы силами Экспериментальной базы института Южгипронисельстрой. Четыре плиты имели продольные ребра из балок с волнистой фанерной стенкой высотой 250 мм. Дощатые пояса сечением 50×90 мм изготовлены из древесины сосны II категории, фанерная стена — из фанеры марки ФСФ сорта В/ВВ толщиной 6 мм. Обшивка двух плит выполнена из водостойкой фанеры толщиной 6 мм и двух — из асбестоцементных плоских листов толщиной 10 мм. Асбестоцементная обшивка закреплена к каркасу шурупами, а фанерная — гвоздями. При расчете плиты обшивка в работу не включалась. Остальные плиты (4 шт.) выполнены с применением балок с плоской фанерной стенкой того же сечения и из аналогичных материалов. Плиты находились в атмосферных условиях Красноярского края.

При обследовании производились фактические замеры прогибов и визуальные осмотры. Прогибы в середине пролета плит (табл. 3).

Таблица 3

Вид ребер плит	Вид обшивки	Прогиб	
		абсолютный, мм	относительный
Из балок с волнистой фанерной стенкой	Фанерная	13,5	$^1/_{437}$
	Асбестоцементная	16,5	$^1/_{358}$
Из балок с плоской фанерной стенкой	Фанерная	15	$^1/_{393}$
	Асбестоцементная	19	$^1/_{310}$

Как видно, прогибы не превышают допускаемых по СНиП II-В. 4-71 ($^1/_{250}$).

При визуальном осмотре загнивания и других нарушений обшивки и ребер не обнаружено.

19. Здание овчарни на 2500 маток в овцекомплексе, находящемся в совхозе «Ставрополь-Кавказский» Ставропольского края, Петровского р-на. Техно-рабочий проект овцекомплекса (четыре блока овчарен) выполнен Южгипронисельстроем. Строительно-монтажные работы выполнялись ПМК-553 объединения Ставропольсельстрой. Строительство начато в 1975 г. В настоящее время общестроительные работы закончены.

Здание одноэтажное четырехпролетное с вставками между пролетами шириной 3,9 м, прямоугольное в плане с размером в осях 83,7×60 м. Минимальная высота до низа выступающих конструкций 2,7 м. Шаг колонн 6 м. Фрагмент здания представлен на рис. 12. Здание включает следующие основные несущие ограждающие конструкции.

Колонны и фундаменты — сборные ж/б сваи-колонны, по серии 1,821-1, вып. 1 и 1.011-1, вып. 1 и 2. Фермы покрытия металлодеревянные с верхним поясом из деревянных балок с волнистой фанерной стенкой и стальной решеткой. Плиты покрытия утепленные с продольными ребрами из балок с плоской фанерной стенкой размером 1,5×6 м. Стеновые панели каркасные с обшивкой из плоских

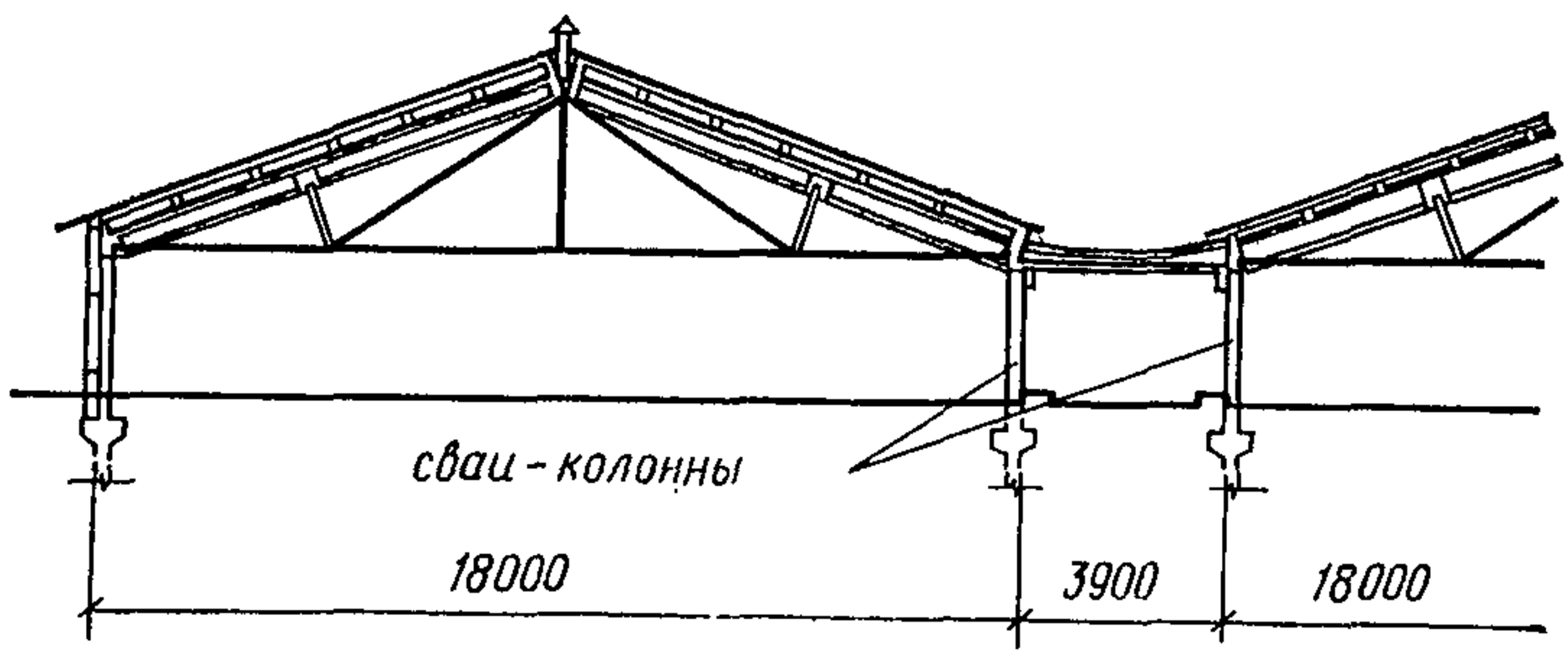


Рис. 12. Фрагмент конструкций здания овчарни на 2500 овцематок

асбестоцементных листов и утеплителем «риплит». Цокольные панели сборные (железобетонные с прослойкой утеплителя). Кровля в 18-метровых пролетах вентилируемая из асбестоцементных волнистых листов унифицированного профиля по ГОСТ 16233—70. Деревянные элементы ферм окрашены эмалями в два слоя, металлические части защищены лакокрасочным покрытием органосиликатной краской типа ВН-30. В плитах покрытий и стеновых панелях применена антисептированная древесина. Поверхность асбестоцементной обшивки, выходящая в помещение, покрыта за два раза 5%-ным раствором ГКЖ-10. Закладные детали окрашены эмалью ПФ-115 в два слоя по одному слою грунта ФЛ-08К.

В покрытии здания были применены плиты покрытий размером 1,5×6 м с ребрами с плоской фанерной стенкой марки ППА-61 по альбому рабочих чертежей серии 1.865-3, под нормативную снеговую нагрузку 50 кг/м². Плиты имели высоту ребер 250 мм, обшивку из плоских асбестоцементных листов толщиной 8 мм и утеплитель из полужестких минераловатных плит на синтетическом связующем.

Плиты в процессе строительства находились в атмосферных условиях Ставропольского края.

Визуальное обследование установленных в покрытие плит в количестве 960 шт. не выявило каких-либо повреждений, запниваний и других дефектов и изменений. Прогиб плит в момент обследований в среднем составил 20 мм ($^1/_{295}$ пролета).

Были обследованы плиты покрытий 1,5×6 м с продольными ребрами из балок с плоской и волнистой фанерной стенкой и обшивкой из асбестоцементных листов и фанеры в количестве 968 шт. Плиты находились от 1 года до 2 лет в атмосферных условиях местности строительства зданий (Краснодарский и Ставропольский край) и подвергались воздействию снеговых нагрузок первого района.

Прогиб плит с продольными ребрами из балок с волнистой фанерной стенкой составил в среднем 15 мм, или $^1/_{393}$ пролета, а плит

с балками с плоской фанерной стенкой 17 мм, или $^1/_{347}$ пролета и 20 мм, или $^1/_{295}$ пролета (длина пролета принята 5900 мм).

По результатам обследования можно считать, что одной из рациональных областей применения плит являются здания складского назначения, навесы, крытые тока и другие аналогичные неотапливаемые здания сельского хозяйства. Наблюдения за состоянием плит покрытий в эксплуатационных условиях животноводческих зданий необходимо продолжить.

20. Здание комплексно-механизированной овцеводческой фермы на 2600 овцематок в совхозе «Белогорский» Сокулукского района Киргизской ССР с применением в покрытии неотапливаемых зданий облегченных плит марки $\frac{\text{А К Д П}}{1{,}5 \times 6}$.

Район строительства комплекса относится к III климатическому поясу. Климат района резко континентальный. Расчетная зимняя температура наружного воздуха $t = -18°C$ (для массивных ограждающих конструкций); расчетная температура наиболее холодных суток $t = -22°C$ (для легких ограждающих конструкций: максимальная летняя температура воздуха $t = +35°C$, масса снегового покрова 700 Н/м², скоростной напор ветра 20 м/с (по данным метеостанции Чон-Арык). Эти исходные данные были использованы при расчете и конструировании плит.

Здание овчарни для содержания овцематок прямоугольное в плане размером 18×78 м, одноэтажное, каркасное. Каркас — сборно-железобетонные колонны сечением 20×20 см серии 1.823—1; несущие конструкции покрытия — металлические фермы серии 1.860-1, вып. 1; стены из керамзитобетонных панелей длиной 6 м индивидуальной разработки, покрытие совмещенное, вентилируемое из облегченной конструкции марки $\frac{\text{А К Д П}}{1{,}5 \times 0{,}6}$, кровля — волнистые асбестоцементные листы (фундаменты, колонны, стеновые панели и фермы изготовлены на производственных предприятиях Минсельстроя Киргизской ССР).

По проекту параметры микроклимата в помещении приняты в соответствии с требованиями норм технологического проектирования НТП-СХ.5—68*.

Наблюдения начаты в 1975 г. и выполнялись путем визуального осмотра состояния конструкций и замеров: внешних временных нагрузок (снег); величины прогибов; влажности и температуры древесины ребер; влажности и температуры внутреннего и наружного воздуха. Натурные наблюдения осуществлялись за 12-ю экспериментальными плитами, по 3 плиты — у торцов здания и 6 — в середине (рис. 13).

Экспериментальные плиты состояли из деревянного каркаса с тремя продольными несущими ребрами сечением 50×220 мм и поперечными ребрами жесткости — из древесины II категории; обшивки из плоских асбестоцементных листов размером 1500×3000 мм, толщиной 10 мм (ГОСТ 18124—72); пароизоляции из полиэтиленовой пленки толщиной 0,2 мм (ГОСТ 10354—73); утеплителя из минераловатных полужестких плит на синтетическом связующем $\gamma = 150$ кгс/м³ (ГОСТ 9573—72) толщиной 100 мм.

Для армирования ребер применена арматура класса А-IIIв диаметром 12 мм. Усилие от предварительного напряжения арматуры передано через хомуты на верхние срезы торцов ребер. Арматура

в паз ребра не вклеена. Антикоррозионная защита арматуры выполнена в виде лакокрасочного покрытия масляной краской.

Измерение прогибов во времени, характерное для всех плит, показало, что с повышением температуры как внутреннего, так и наружного воздуха прогибы увеличиваются до 3—5,8 мм. Как показали наблюдения, использование невклеенной арматуры не повышает жесткости ребер плит.

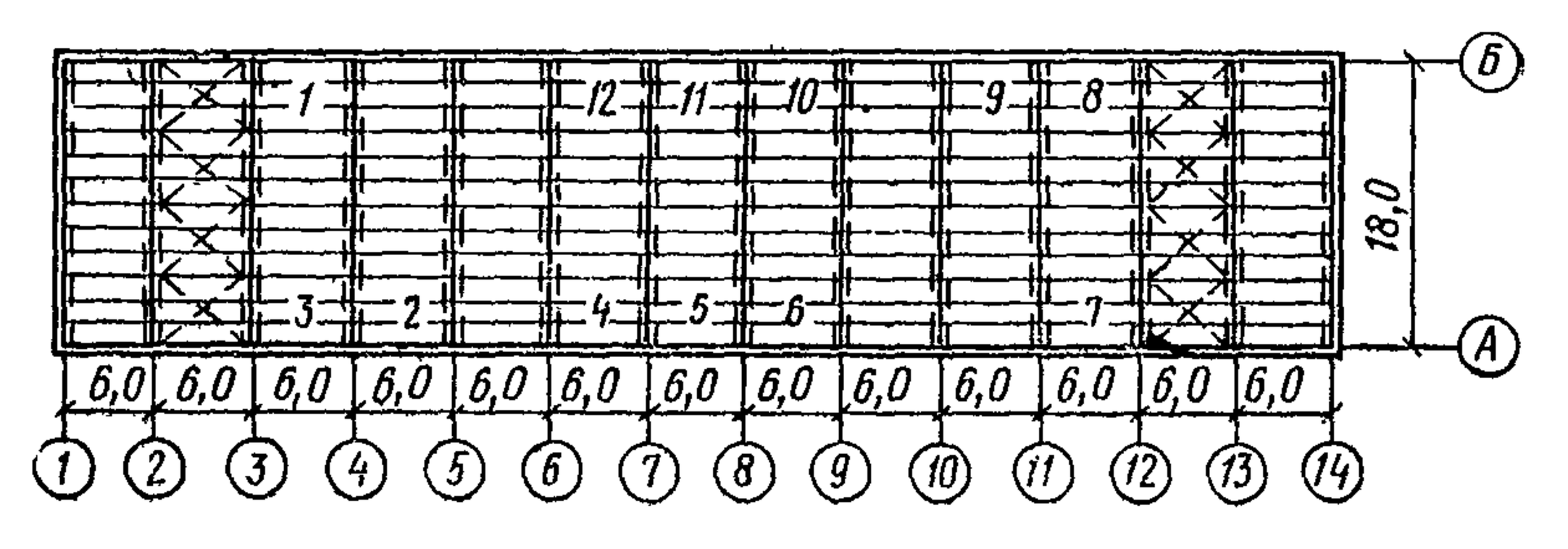


Рис. 13. План здания овчарни с применением плит покрытий размером 1,5×6 м с предварительно напряженными армированными деревянными ребрами

1, 2, 3,..., 14 — номера контрольных плит

Натурные наблюдения показали, что имеет место циклическое одностороннее увлажнение плит с выпадением конденсата (февраль—апрель). Нарушены технологические требования крепления обшивок к каркасу. В результате местами произошло коробление асбестоцементных плоских листов с нарушением целостности.

Зимой и весной (февраль—апрель) при влажности внутреннего воздуха (φ=80—98%) наблюдалось повышение влажности древесины до 16—19,2%.

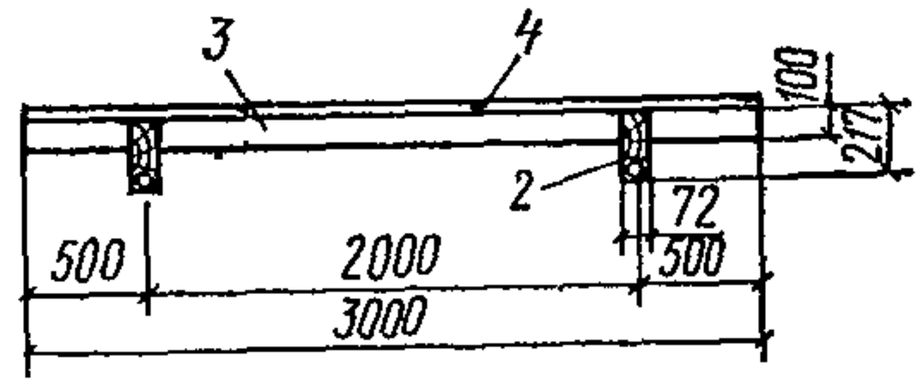
Проведенные наблюдения за изменением прогибов в условиях резкого перепада температур и влажности воздуха позволяют рекомендовать применение вклеивания арматуры в ребра плит. Клеевая прослойка одновременно является антикоррозионной защитой арматуры.

Плиты рекомендуются к применению в покрытиях всех животноводческих зданий с влажностью внутреннего воздуха до $\varphi \leqslant 75\%$.

21. Покрытие сборно-разборного склада-навеса стройбазы Омской ТЭЦ-5 (Омск). Строительство объекта закончено в феврале 1974 г. Плиты покрытия (рис. 14) имеют размер 1,5×6 м состоят из

Рис. 14. Конструкция плиты покрытия размером 3×6 м типа двойное «Т» с армированными деревянными ребрами

1 — несущее ребро; *2* — арматура; *3* — поперечное ребро; *4* — обшивка



двух деревянных армированных ребер поперечным сечением 174×45 мм, арматуры периодического профиля № 18 класса А-IIIв, обшивок из древесностружечных плит марки ПТ-3 или ПТПЗ по

ГОСТ 10632—70. Кровля — рулонная. Изготовление опытной промышленной партии плит покрытий в количестве 8 шт. осуществлено на Калтанском производственном комбинате треста Кузбассэнергострой.

Сборно-разборный склад-навес не имеет стенового ограждения. Плиты находятся в атмосферных условиях Омской области.

За три года эксплуатации в плитах не обнаружено каких-либо механических повреждений или загниваний.

На основе опыта изготовления опытно-промышленной партии плит монтажа и эксплуатации плиты покрытий с армированными деревянными ребрами и обшивкой из деревянных плитных материалов могут быть рекомендованы для покрытий неотапливаемых складов, а также в сборно-разборных зданиях различного назначения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Результаты обследований и испытаний конструкций для инженерных сооружений

1. Клеефанерные ограждающие конструкции транспортерных галерей калийных комбинатов. Институтом Госгорхимпроект совместно с лабораторией ограждающих конструкций и лабораторией технологии изготовления клееных деревянных конструкций ЦНИИСК разработаны конструкции клеефанерных оболочек для покрытий транспортерных галерей калийных комбинатов. Оболочки предназначены для эксплуатации в климатических условиях Пермской и Минской областей с расчетной температурой наружного воздуха соответственно —39°С и —23°С и относительной влажностью 60%.

Покрытия галерей разработаны для двух габаритных схем галерей: I схема — для одного конвейера с шириной ленты 1400 мм; II схема — для двух конвейеров с шириной ленты (1600+1600) мм. Для двух схем приняты оболочки кругового очертания диаметром 4,7 и 8,3 м. Оболочки разработаны для двух вариантов покрытий— теплого и холодного и для двух типов снеговых нагрузок — 100 и 200 кг/м². Все плиты панелей-оболочек имеют ширину 1,5 м.

Оболочка состоит из двух сборочных элементов размером 1,5×3,795 (в развернутом виде). При монтаже элементы оболочек в ключе соединяются шарнирно. К опорам (стенам, фундаментам, балкам, фермам, подстропильным конструкциям и т. д.) оболочки прикреплены также шарнирно.

Каждая половина оболочки состоит из двух несущих гнутоклееных деревянных ребер кругового очертания, образующих вместе с поперечными ребрами пространственный каркас. К несущему ребру сбоку крепится на клею или гвоздях криволинейный брусок. Сопряжение несущих и поперечных ребер осуществляется на шип и на гвоздях. Снизу к поперечным ребрам и криволинейным брускам крепится обшивка, а к несущим и поперечным ребрам крепится верхняя обшивка. Верхняя и нижняя обшивки выполняются из фанеры повышенной водостойкости марки ФСФ сорта В/ВВ. Обшивки крепятся на водостойких синтетических клеях КБ-3, ФР-100. Между обшивками располагается утеплитель — мяг-

кие минераловатные плиты на синтетическом связующем с объемным весом 100 кг/м³. Вид неутепленной плиты-оболочки представлен на рис. 15.

Испытания опытных образцов-оболочек пролетом 4,7 м в ЦНИИСК и 8,3 м в НИИпромстрое (Уфа) показали высокую несущую способность и жесткость конструкции покрытия. Нагрузка, превышающая расчетную больше чем в 2 раза, не вызвала в оболочках никаких видимых следов нарушения целостности.

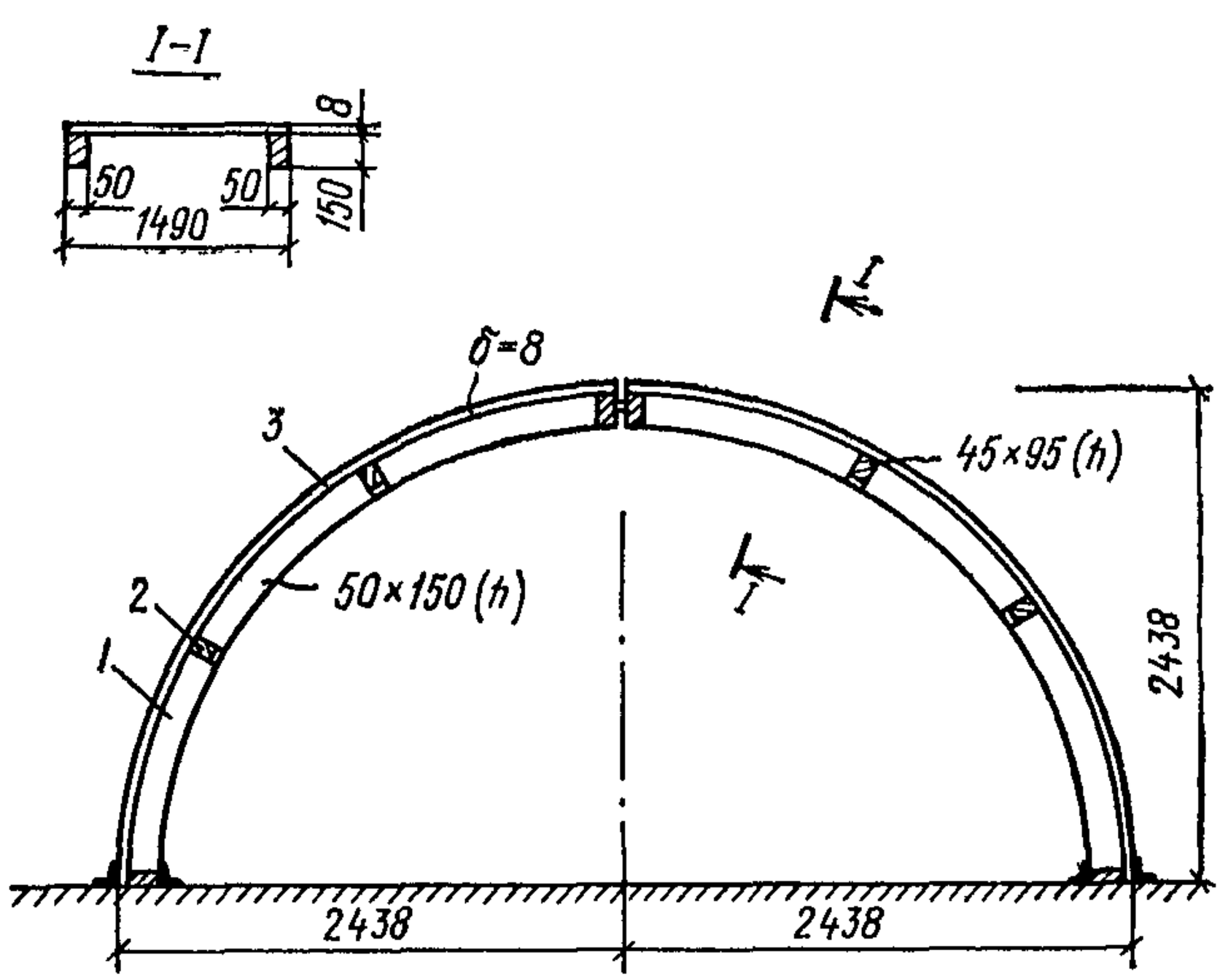


Рис. 15. Схема конструкции плиты-оболочки покрытия транспортерных галерей калийных комбинатов

1 — гнутоклееное несущее ребро; *2* — поперечное ребро; *3* — фанерная обшивка

2. Клеефанерные объемные блоки силосов минеральных удобрений разработаны лабораторией долговечности деревянных конструкций ЦНИИСК им. Кучеренко, лабораторией складских зданий Гипронисельхоз и кафедрой строительных конструкций ВЗИСИ.

Блоки являются основными формирующими элементами сборного склада силосного типа для хранения минеральных удобрений. В плане их монтируют в два или более рядов в шахматном порядке, открытые средние и угловые ячейки замыкают плоскими или угловыми клеефанерными элементами соответственно. По высоте блоки устанавливают в пять рядов один на другой, образуя емкости высотой 6 м. Кроме того, внизу имеется подсилосный этаж высотой 1,5 м. Загрузку удобрений производят сверху, выгрузку снизу. Соединение сборных элементов в горизонтальном разрезе осуществляют с помощью коррозионностойких болтов, а в вертикальном — вшпунт и гребень полукруглой формы.

Сборные силосы из клеефанерных блоков благодаря большей коррозионностойкости и долговечности, а также меньшему весу являются экономически выгодными по сравнению со складами из других материалов. Склады силосного типа дают максимальное

использование объема и гарантию полной механизации погрузочно-разгрузочных работ, улучшение условий труда.

Объемный блок размером 3×3 м и высотой 1,2 м собирается из четырех панелей каркасно-коробчатой конструкции и имеет новое решение стыка на вклеенных стальных штырях.

Каркас панели состоит из долевых несущих брусков и поперечных ребер жесткости, изготовленных из клееной древесины. Обшивки, выполненные из водостойкой фанеры марки ФСФ, приклеиваются с двух сторон каркаса. Стыкование панелей блока осуществляется по продольным брускам, на концах которых под углом 45° к оси просверливают два сквозных отверстия. В последние эпоксидно-цементным клеем вклеивают металлические штыри, выполненные из арматуры периодического профиля, и с обеих концов вклеивают деревянные пробки. Внутри блока на всю высоту по углам приклеивают деревянные нащельники, через которые проходит внутренний штырь. Такая конструкция стыка позволяет воспринимать момент, возникающий при действии горизонтальной нагрузки на стены от давления сыпучего материала и предполагает стойкость к агрессивным средам минеральных удобрений.

В 1973—1975 гг. были проведены исследования работы блоков при кратковременном действии нагрузки на натурных конструкциях и узловых фрагментах в натуральную величину и длительном действии нагрузки в условиях эксплуатации. В результате выявлена несущая способность и деформативность конструкции, уточнена методика расчета и расчетные характеристики при определении нагрузок. После двухлетней эксплуатации в составе одиночного силоса клеефанерные блоки находились в хорошем состоянии.

Проведенные исследования позволили рекомендовать клеефанерные блоки для экспериментального строительства. Гипросельхозпромом разработан технический проект экспериментального силоса емкостью 600 т из клеефанерных блоков. В дальнейшем будет выполнен рабочий проект с привязкой к конкретному объекту.

Таблица 1

Технико-экономические показатели клеефанерных плит покрытий на 1 м² (для промышленных зданий)*

Наименование	Единица измерения	Плиты		
		ПФП-100	КПП-100	ПНС-11
I. Основные параметры				
Длина	мм	5980	5980	5970
Ширина	»	1490	1490	1490
Толщина	»	190	190	300
Вес покрытия	т	0,04	0,05	0,23
Термическое сопротивление	$\frac{м^2 \cdot ч \cdot град}{ккал}$	1,2	1,2	1,2

Наименование	Единица измерения	Плиты		
		ПФП-100	КПП-100	ПНС-11
II. Затраты труда				
Затраты труда, всего:	чел.-ч	1,41	1,48	2,69
	%	52	55	100
В том числе:				
при изготовлении плит	чел.-ч	0,77	0,84	1,21
	%	64	69	100
при монтаже покрытия	чел.-ч	0,64	0,64	1,48
	%	43	43	100
III. Показатели стоимости				
Стоимость материалов для плит	руб.	4,96	5,92	1,49
	%	333	397	100
Заводская стоимость плит	руб.	6,91	8,12	4,2
	%	165	193	100
Стоимость «в деле»	руб.	11,68	13,38	15,5
	%	75	86	100
Капитальные вложения	руб.	5,5	5,5	4,5
	%	122	122	100
Эксплуатационные расходы	руб.	0,45	0,51	0,37
	%	122	128	100
Приведенные затраты	руб.	18,84	21,25	22,5
	%	84	95	100

* Расчет выполнен ЦНИИСК им. Кучеренко.

Таблица 2

Технико-экономические показатели клеефанерных плит покрытий на 1 м² (для сельскохозяйственных зданий)*

Наименование показателей	Единица измерения	Плиты		
		ПФП-100	ФКД-62	ПНС-11
I. Основные параметры				
Длина	мм	5980	5980	5970
Ширина	»	1490	1490	1490
Толщина	»	200	200	300
Вес покрытия	т	0,04	0,06	0,197
	%	20	30	160
	м²·ч×град/ккал	1,3	1,3	1,3

Продолжение табл. 2

Наименование показателей	Единица измерения	Плиты		
		ПФП-100	ФКД-62	ПНС-11
II. Затраты труда				
Затраты труда, всего	чел.-ч	1,33	1,57	2,65
	%	50	59	100
В том числе:				
при изготовлении плит	чел.-ч	0,69	0,7	1,21
	%	57	58	100
при монтаже покрытия	чел.-ч	0,64	0,87	1,44
	%	44	60	100
II. Показатели стоимости				
Стоимость материалов для плит	руб.	3,62	4,36	1,49
	%	243	293	100
Заводская стоимость плит	руб.	5,28	6,12	4,2
	%	126	146	100
Стоимость «в деле»	руб.	9,48	10,72	12,35
	%	77	87	100
Капитальные вложения	руб.	5,5	5,5	4,5
	%	122	122	100
Эксплуатационные расходы	руб.	0,49	0,56	0,40
	%	122	140	100
Приведенные затраты:				
а) влажная среда	руб.	15,92	18,07	18,39
	%	86	98	100
б) химически агрессивная среда	руб.	17,05	18,83	24,04
	%	71	78	100

* Расчет выполнен ЦНИИСК им. Кучеренко.

Технико-экономические показатели плиты НФИ Оргэнергостроя

Масса неутепленной плиты, кг	547
Расход стали, кг	63
Расход древесины для изготовления каркаса, м³	0,35
Стоимость плиты при изготовлении на упрощенной технологической линии (франко-строительная площадка), руб.	69

Таблица 3

Технико-экономические показатели на 1 м² здания плит с предварительно напряженными армированными деревянными ребрами*

Шаг стоек, м	Плита покрытия	Ферма	Вид конструкции	Приведенные затраты, руб. / %	Капитальные затраты, руб/год / %	Стоимость «в деле», руб. / %	Трудоемкость, чел.-ч / %	Вес, т	Расход материалов: металл, кг	Расход материалов: железобетон, м³·10⁻²	Расход материалов: пиломатериал (в круглом исчислении), м³·10⁻²	Сметная стоимость, руб.
3	АКД-31	Ф 18-3-1	Каркас	7,19 / 82,0	5,64 / 98,4	5,83 / 92,8		0,066	15,4	2,2	—	—
			Покрытие	14,03 / 94,6	7,64 / 80,6	9,00 / 77,9		0,045	—	—	1,45	—
			Итого	21,22 / 90,0	13,28 / 87,1	14,83 / 83,0	1,05 / 73,5	0,111	16,4	2,2	1,46	12,85
6	СПР-200	Железобетонная Ф 18-6-3	Каркас	8,77 / 100	5,74 / 100	6,28 / 100		0,059	20,9	1,6	—	—
			Покрытие	14,61 / 100	9,47 / 100	11,55 / 100		0,131	5	4,9	1,18	—
			Итого	23,58 / 100	15,21 / 100	17,63 / 100	1,43 / 100	0,990	25,9	6,5	1,17	13,4

Шаг стоек, м	Плита покрытия	Ферма	Вид конструкции	Приведенные затраты, руб. / %	Капитальные затраты, руб/год / %	Стоимость «в деле», руб. / %	Трудоемкость, чел.-ч / %	Вес, т	Расход материалов: металл, кг	Расход материалов: железобетон, м³·10⁻²	Расход материалов: пиломатериал (в круглом исчислении, м³·10⁻²	Сметная стоимость, руб.
6	АКДП / 1,5×6	Ф 18-6-1	Каркас	4,63 / 52,7	3,42 / 59,7	3,23 / 51,5		0,027	12,51	1,1	—	—
			Покрытие	14,88 / 104	6,65 / 68,5	10,05 / 94		0,051	1,49		3,88	—
			Итого	19,51 / 82,8	10,07 / 65,7	13,28 / 74,4	0,598 / 42	0,078	14	1,1	3,88	11,4
6	АКДП / 1,5×6	Сталежелезобетонные	Каркас	4,60 / 52,4	2,73 / 47,6	3,36 / 53		0,035	9,91	1,1	—	—
			Покрытие	14,2 / 95,7	6,71 / 70,9	10,05 / 86,5		0,051	1,49	0,45	3,88	
			Итого	20,0 / 84,9	9,44 / 62,1	13,41 / 75,0	0,598 / 42,0	0,084	11,4	1,55	3,88	10,6

* Расчет выполнен ЦНИИЭПовцепромом.

Технико-экономическая эффективность плит ППА по сравнению с плитами покрытия типа АКД-61, серия 1.865-5, вып. 3 на 1 м² (по данным Южгипронисельстроя):

	ППА	АКД-61
Сметная стоимость, руб.:		
отпускная цена (заводская) . .	8,3	8,75
стоимость «в деле»	11,6	12,4
Трудозатраты, чел.-ч	1,28	1,63
Расход основных материалов:		
сталь, кг	0,15	0,21
древесина, м³	0,0177	0,0304
фанера, м³	0,0015	—
масса, кг/м²	40,8	52,4

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.
Предисловие 3
1. Общие положения 5
2. Применение панельных конструкций на деревянном каркасе в различных отраслях промышленности 5
3. Применение панельных конструкций на деревянном каркасе в различных типах зданий 6
4. Панельные конструкции на деревянном каркасе, рекомендуемые к применению 10
5. Технические требования к панельным конструкциям на деревянном каркасе 14
6. Применение клеефанерных конструкций в инженерных сооружениях 18
7. Основные направления дальнейшего развития, проектно-конструкторских и научно-исследовательских работ в области клееных деревянных ограждающих конструкций 20
Приложение 1. Легкие панельные конструкции, утвержденные в качестве типовых, одобренных для применения или включенные в план типового и экспериментального проектирования на 1976—1980 гг. 22
Приложение 2. Результаты обследований и испытаний конструкций для зданий 25
Приложение 3. Результаты обследований и испытаний конструкций для инженерных сооружений 46