

И. Н. АРТЕМЬЕВА

АЛЮМИНИЕВЫЕ КОНСТРУКЦИИ



СТРОИЗДАТ
МОСКВА—1967

И. Н. АРТЕМЬЕВА

А Л Ю М И Н И Е В Ы Е К О Н С Т Р У К Ц И И

Под общей редакцией проф. Н. С. Стрелецкого

*Д о п у щ е н о
Министерством высшего и среднего образования СССР
в качестве учебного пособия для студентов специальности
„Промышленное и гражданское строительство“*

Сканировал и обрабатывал

Лукин А.О.



ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬС
МОСКВА—1967

И. Н. АРТЕМЬЕВА. Алюминиевые конструкции.
Под общей редакцией проф. Н. С. Стрелецкого.
М., Стройиздат, 1967. С. 1—28.

В альбоме даются основные рекомендации по проектированию общих схем алюминиевых конструкций, профилей, узлов сопряжений, выбору сплавов и чертежи проектов покрытий, листовых и решетчатых конструкций, которые отражают особенности проектирования сооружений из алюминия.

Альбом предназначен для студентов вузов и факультетов строительных специальностей в качестве учебного пособия к курсовому и дипломному проектированию.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Альбом алюминиевых конструкций является учебным пособием по курсовому и дипломному проектированию для студентов инженерно-строительных вузов и факультетов.

В альбоме подобраны примеры, отражающие особенности проектирования сооружений из алюминия, технологические возможности получения разнообразных форм алюминиевых конструкций, учитывающие специфику советской алюминиевой металлургии и строительной индустрии. При этом в первую очередь включены наиболее экономичные решения,

удовлетворяющие эксплуатационным и эстетическим требованиям. Кроме общих схем и узлов алюминиевых конструкций дано несколько примеров детализированных чертежей отдельных марок и профилей.

При составлении альбома использованы материалы следующих институтов: ЦНИИСК им. Кучеренко, Ленинградского отделения ЦНИИПроектстальконструкция, ЦНИИ Укр. Проектстальконструкция, ПИ № 1, Ленпроект, ТЭП (Москва), НИИ НП (Куйбышев).

I. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

§ 1. ВЫБОР ОБЪЕКТА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Из алюминия можно проектировать и изготавливать практически почти все строительные металлические конструкции. Наиболее рациональные области применения легких сплавов перечислены в Нормах проектирования алюминиевых конструкций (СНиП II-B.5-64) и в специальном курсе «Металлические конструкции» (под общей редакцией проф. Н. С. Стрелецкого, Стройиздат, 1965), которыми следует пользоваться как основными источниками для изучения алюминиевых конструкций.

С 1 января 1965 г. в СССР введен новый прейскурант цен на полуфабрикаты, выпускаемые алюминиевой промышленностью. В связи с этим стоимость сооружений из алюминиевых сплавов понижается, и они в большей степени становятся конкурентоспособными обычным строительным материалам — стали, бетону, дереву.

§ 2. ВЫБОР СПЛАВА

В зависимости от химического состава сплавы алюминия имеют резко различающиеся свойства. Поэтому необходимо правильно назначить марку сплава конструкций. Сплав выбирается в зависимости от следующих факторов:

- 1) среды, в которой будет эксплуатироваться конструкция;
- 2) требований жесткости, устойчивости и прочности в зависимости от степени ответственности сооружения;
- 3) технологических условий изготовления алюминиевых конструкций.

Стойкость алюминия и его сплавов по отношению к различным средам. Сильнее всего алюминиевые сплавы реагируют с щелочами и их растворами. Такую же активность проявляют они к галогенам и ртути. Растворы щелочей с концентрацией водородных ионов pH меньше семи не являются опасными, так как в этом случае раствор имеет нейтральную реакцию. Бетон и строительные растворы реагируют с алюминием и сплавами в сыром состоянии.

Энергичное растворение алюминия происходит в соляной кислоте, крепкой серной и некоторых органических кислотах, креозоле и феноле. Почти не реагируют с алюминием азотная кислота, уксусная, слабые органические кислоты (лимонная, яблочная, молочная, муравьиная и т. п.). Стойкость к указанным кислотам появляется в результате образования в этих средах защитной пленки на поверхности алюминия.

Сернистые газы и вообще сернистые соединения почти не действуют на алюминий и его сплавы, так же как и бензин, масла, жиры, парафины, кетоны.

В атмосфере промышленного города алюминиевые сплавы сохраняются хорошо. Разрушение происходит только в плохо защищенных местах сопряжения с другими материалами. Опасны контакты с медью, никелем и их сплавами. Разрушающе действует соседство с углеродистыми и нержавеющими сталями, оловом, свинцом, хромом и деревом.

Контакт между сплавами систем $Al-Zn-Mg$ (В-92), $Al-Mg$ (магналий), с одной стороны, и $Al-Mg-Si$ (АВ, АД31, АД33, АД35), $Al-Cu-Mg$ (Д-16), с другой, опасны. При этом подвергаются коррозии сплавы первой группы.

Цинк, кадмий и чистый алюминий имеют более электроотрицательные потенциалы, чем алюминиевые сплавы, и применяются для их защиты.

Сварка понижает сопротивление коррозии в зоне шва, особенно у сплавов группы $Al-Mg-Si$.

Наименьшей коррозионной устойчивостью обладают дуралюмины, более коррозионноустойчивыми являются сплавы на основе $Al-Mg$ и $Al-Mg-Mn$ — магналии (АМг5В, АМг6, АМг61), сплавы $Al-Mg-Si$ — авиали АВ-Т, АД31-Т1) и сплав алюминия с марганцем — АМц. Коррозийная стойкость этих материалов обеспечивается благодаря содержанию в них Mg и Mn . Чем более чистыми являются исходные компоненты этих сплавов, тем выше их сопротивление коррозии. Недостатком группы $Al-Mg$ (АМг6) является склонность к интеркристаллитной коррозии под напряжением. Снижение защитных свойств происходит у авиалей (АВ-Т1) после искусственного старения.

Сплавы на основе $Al-Mn$ и $Al-Mg-Mn$ принадлежат к наиболее стойким, приближающимся по своим защитным свойствам к чистому алюминию.

Выбор марки сплава в соответствии с требованиями надежности сооружения. В соответствии с действующими нормами расчет алюминиевых конструкций должен производиться по двум предельным состояниям.

Выбор марки сплава, если исходить из первого предельного состояния, имеет значение главным образом для элементов, работающих на растяжение или выносливость. Для растянутых элементов рекомендуются высокопрочные сплавы: в сварных конструкциях — АМг61, в конструкциях с клепаными или болтовыми соединениями — Д16Т. При вибрационных нагрузках выбор марки сплава определяется коэффициентом асимметрии цикла $k = \frac{\sigma_{min}}{\sigma_{max}}$, где σ_{min} и σ_{max} — минимальное и максимальное напряжения от переменных нагрузок.

При $k \geq 0,5$ (при пульсирующем цикле, в зоне растяжения) рационально брать Д16Т; во всех остальных случаях — АМг6, АМг61. Сплав АВ-Т в клепаных конструкциях имеет вибрационную прочность, близкую к прочности магналиев, в

сварных — очень низкую. Применение АВ-Т (и АВ-Т1) в сварных конструкциях, работающих на вибрационные нагрузки, недопустимо.

Для элементов, работающих на сжатие и изгиб, когда имеет значение не столько расчетное сопротивление, а в основном модуль упругости, высокопрочные сплавы типа Д16-Т, В92 и т. п. применять не следует. В этом случае необходимую прочность и устойчивость вполне обеспечивают сплавы с расчетными сопротивлениями R в пределах от 1000 до 2100 кг/см², к которым относятся магнелии всех марок и сплавы группы Al—Mg—Si. Окончательно марка сплава выбирается исходя из требуемых условий жесткости.

В связи с сравнительно низким модулем упругости материала расчет по второму предельному состоянию для алюминиевых конструкций является основным. Марка сплава определяется предельными перемещениями и деформациями. Если в элементе или во всей конструкции допускается развитие больших прогибов, например, для балочных систем $1/125$ или $1/250$ пролета, крайние напряжения в таких конструкциях оказываются высокими и, следовательно, выбранный сплав должен иметь высокое расчетное сопротивление. С повышением требуемой жесткости необходимость в высокопрочных сплавах снижается. Поэтому окончательный выбор марки сплава производится после принятия общей схемы сооружения и ориентировочного назначения сечения элементов.

Влияние технологических условий при изготовлении и монтаже алюминиевых конструкций на выбор марки сплава. В первую очередь решается вопрос о соединениях элементов. Сварные конструкции не рекомендуются проектировать из дуралюминов и сплава АД35-Т1, технология сварки которых довольно сложна. В сварных конструкциях допускается применение сплавов на основе Al—Mg—Si, но в этом случае при конструировании узлов следует учитывать снижение прочности шва и околошовной зоны.

Наиболее технологичными для сварных конструкций являются магнелии и сплав АМц. Изготовление элементов сложной формы (например, панелей с выпуклыми рельефами) производится путем штамповки или гнутья, и материал выбирается наиболее пластичный, хорошо поддающийся обработке давлением. Наиболее пластичным является сплав АМц, который и можно рекомендовать для таких элементов и деталей. Хорошей пластичностью обладают авиали и магнелии.

Если место монтажа конструкций находится далеко от завода-изготовителя или в труднодоступных районах, то следует предусматривать болтовые соединения элементов, а перевозку осуществлять россыпью, при которой требуется минимальное количество транспортных средств. При этом возможно заводское изготовление плоских элементов, которые при транспортировке могут быть уложены плотно.

Благодаря малому весу алюминиевых конструкций, перевозка крупногабаритных отправочных элементов или целых, особенно решетчатых, конструкций на большие расстояния обходится дорого, так как при этом недостаточно используется грузоподъемность транспортных средств.

§ 3. ОБ ОБЩИХ СХЕМАХ ПРОЕКТИРУЕМОГО СООРУЖЕНИЯ

Металлические конструкции по своим формам можно отнести к трем группам:

- 1) конструкции с ограждением: покрытия и каркасы зданий различных пролетов, градирни, затворы плотин и т. п.;
- 2) каркасные, без ограждения: радиобашни, телевизионные башни, мачты, нефтяные вышки, опоры ЛЭП, крановые конструкции и т. п.;
- 3) листовые конструкции.

При проектировании алюминиевых конструкций здания или покрытия наиболее экономичное решение получается при пространственной схеме всего сооружения и совмещении работы ограждающих элементов и каркаса в рамных, неразрезных, с жесткой заделкой опор и т. п. системах.

Схема: панель, прогон, плоская рама, ферма, арка и др. требует высокого расхода металла и при низком модуле упругости алюминиевых сплавов увеличивает высоту сечения элементов каркаса (ригеля, стоек). Применение алюминиевых панелей при стальном каркасе может быть эконо-

мически оправдано в промышленных цехах с большими крановыми нагрузками или при реконструкции здания, в котором тяжелые железобетонные кровельные плиты или стеновые панели заменяются легкими, что позволяет разгрузить существующий каркас.

В альбоме на листах 1—13 даны примеры запроектированных пространственных конструкций покрытий зданий и пролетного строения моста.

Особенностью проектирования каркасных сооружений типа мачт, башен и т. п. из алюминиевых сплавов по сравнению со стальными конструкциями является, с одной стороны, развитие поперечных размеров, от которых зависят общие деформации сооружения, и, с другой, необходимость постановки частой решетки, уменьшающей расчетные длины сжатых элементов, в особенности поясов. Именно поэтому последние рекомендуется делать трубчатыми, при этом расстояние между узлами увеличивается, уменьшается многодельность конструкции, выдерживается принцип концентрации металла.

При разбивке конструкций на отправочные марки необходимо стремиться к минимальному количеству типоразмеров. Особенно это относится к сварным конструкциям, технология изготовления которых предусматривает обязательное применение жестких кондукторов при сварке.

§ 4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФИЛЕЙ

В настоящее время оптимальный сортамент алюминиевых профилей имеется в основном только для каркасов витражей остекления. Для остальных видов конструкций сортамент профилей, разработанный для опытного проектирования при реальном проектировании, может быть использован частично и, как правило, требует уточнения и поиска экономичной по расходу металла формы сечения. Проектирование профиля заключается в конструировании формы сечения и проверки его в соответствии с СНиП на действующие усилия, полученные по статическому расчету.

Конструирование формы сечения профиля начинается с выявления его конфигурации в зависимости от эксплуатационных, конструктивных и эстетических требований. К эксплуатационным требованиям относятся величина и знак усилия. Правильно выбранная форма профиля может увеличить срок его эксплуатации и обеспечить защиту от коррозии.

Конструктивные требования к форме профиля диктуются общей схемой конструкции, сечениями примыкающих элементов и типом соединений (сварные, клепаные, болтовые). При необходимости следует предусмотреть разделку кромок под сварку (например, как у трубчатого профиля, поз. 7 на листе 5).

Благодаря технологичности материала алюминиевые конструкции относятся к таким конструкциям, которые определяют архитектурный облик сооружения. Складчатая и граненая поверхности покрытий создают оригинальный вид сооружений. Эффективно решается интерьер большого помещения с открытыми пространственными серебристыми фермами на фоне цветных анодированных панелей ограждения.

Открытые для обозрения части стоек или других конструкций могут быть украшены канелюрами. Игра цвета, возможность получения разнообразных форм панелей, профилей, конструкций и отдельных архитектурных деталей ставят алюминий на одно из первых мест среди материалов, используемых художником и архитектором.

После того как определится конфигурация профиля, необходимо проверить отношения размеров полок и стенок к их толщинам и откорректировать эти отношения в соответствии с требованиями СНиП II-V.5-64 на проектирование алюминиевых конструкций. Далее следует подсчитать характеристики профиля (площадь, статический момент, моменты инерции, радиусы инерции, моменты сопротивления) и произвести проверки на действующие усилия.

Для подсчета характеристик можно пользоваться математическими инструментами (см. лист 20). С помощью планиметров (верхняя схема) — инструментов, широко распространенных в геодезической практике, можно подсчитать площадь профиля. Для этого, установив неподвижный штифт полюсного рычага в точке O , обводным рычагом надо обвести контур профиля. Интегрирующий механизм покажет величину площади. Планиметры бывают линейные и поляр-

ные. На листе 20 показана схема полярного планиметра. Подробное описание действия его имеется в книге В. В. Васманова «Вычислительные математические приборы» (М., Машгиз, 1958). Там же описаны моментные планиметры для

подсчета статических моментов и моментов инерции фигур относительно заданных осей. На листе 20 показана схема моментного планиметра с кулачковым функциональным механизмом типа «amsler» (Швейцария).

II. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ

§ 5. КУПОЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ, $L=60$ м

(листы 1, 2, 3)

Купольное покрытие является примером системы покрытия, в которой ограждающие элементы, перекрывая значительное пространство, образуют своеобразную складку, способную, несмотря на малую толщину элементов, нести снеговую нагрузку и собственный вес.

Купол диаметром 61,73 м (см. лист 1) образован ромбическими, запроектированными из листа толщиной 3 мм панелями шести типов, основные размеры которых определены радиально-кольцевой разбивкой сферического сегмента. Каждая панель имеет сгиб по наибольшей диагонали длиной около 10 м, размер короткой диагонали для разных типов панелей изменяется от 3 до 0,7 м. «Глубина» панели также различная — от 24 до 40 см. Благодаря тому что каждая панель является пространственным элементом, все покрытие представляет складчатую поверхность, жесткую в меридиальном направлении и податливую в кольцевом. Для обеспечения общей неизменяемости и жесткости во всех направлениях панели по наименьшей диагонали соединены друг с другом трубчатыми распорками, которые образуют шесть колец, располагаемых по наружной стороне купола. Панели вместе с кольцами создают жесткую и устойчивую систему покрытия.

Все панели и промежуточные кольца конструкции запроектированы из сплава АМг-М. Верхнее кольцо диаметром $D=12$ м, на которое опирается аэрационный фонарь, подвержено воздействию крутящих моментов и запроектировано трубчатого сечения из сплава АМгб; нижнее кольцо стальное.

Купол рассчитан на нормативные нагрузки от:

- 1) собственного веса конструкций и утеплителя—40 кГ/м²;
- 2) снега —100 кГ/м².

Расход алюминия на конструкции, включая фонарь, — 53,5 т, или 17,8 кг/м².

Легкий вес отдельных отправочных марок позволяет монтировать покрытие способом подрачивания. На земле собирается верхнее опорное кольцо, к которому последовательно подсоединяются отдельные ярусы панелей, и с помощью мачты, установленной в центре, собранная часть купола постепенно поднимается на проектную отметку.

Достоинством радиально-кольцевой разбивки шарового сегмента является малое число разных типов панелей по сравнению с так называемыми куполами Фулера и Кайзера. Проект купола разработан в ПИ-1.

§ 6. ПАНЕЛЬНО-КАРКАСНАЯ СИСТЕМА БОЛЬШЕПРОЛЕТНОГО СООРУЖЕНИЯ, $L=72$ м

(листы 4, 5)

Наименьший расход материала получается тогда, когда в системе конструкций отсутствует членение на отдельные плоские элементы (рамы, фермы и т. п.), которые воспринимают нагрузку от ограждающих плит и панелей, и конструкции совмещают несущие и ограждающие функции. Особенно это оправдано в материалах с низким модулем упругости. Включение в работу элементов ограждения увеличивает жесткость всего сооружения.

Принцип совмещения функций был использован в проекте большепролетного здания $L=72$ м, чертежи которого представлены в альбоме. В конструкции применена панельно-каркасная система¹.

В разрезе система представляет ряд непрерывно соединенных между собой рам треугольного сечения. Верхним поясом каждой рамы является гофрированный лист, гофры которого расположены вдоль усилия, действующего в поясе.

¹ См. И. Н. Артемьева. Панельно-каркасная система конструкций большепролетных сооружений из алюминиевых сплавов. Доклады XXII научной конференции ЛИСИ, Л., 1964.

Нижний пояс — труба с продольными ребрами. Верхний и нижний пояса соединены между собой раскосами из труб, расположенными в двух наклонных плоскостях. Включение в работу верхнего пояса происходит через распорки-прогоны, соединяющие узлы решетки наклонных ферм и воспринимающих реакцию настила от поперечного изгиба под воздействием собственного веса и снеговой нагрузки.

Непрерывный ряд рам обеспечивает пространственную жесткость здания и не требует постановки связей. Гофрированный лист с прогонами-распорками образует жесткий диск, благодаря которому увеличивается устойчивость самих рам.

Теплоизоляция здания обеспечивается панелями из пенополистирола, армированного стекловолокном. Панели крепятся изнутри здания к трубчатым поясам рам.

Утеплитель с гидроизоляцией можно поместить снаружи ограждения; тогда в интерьере здания будут видны открытые серебристые алюминиевые конструкции. При этом зрительный эффект будет наибольшим, если анодированную поверхность панелей внутри помещения сделать цветной.

Освещение помещения предусмотрено искусственное, но может быть осуществлено и естественное. Для естественного освещения в гофрированных листах могут быть сделаны проемы; в местах проемов панель верхнего пояса заменяется продольными стержнями.

Все элементы каркасно-панельной системы запроектированы из алюминиевого сплава АМгб1. Покрытие рассчитано на нормативные нагрузки от собственного веса конструкций и утеплителя 50 и снега 100 кГ/м². При этом получены следующие показатели по расходу металла на 1 м² площади здания по наружному периметру:

вес опор	6
» ригеля	10
Всего	16 кГ/м ²

Панельно-каркасная система может быть применена не только в рамной, но и в балочной, арочной и т. п. конструкциях.

§ 7. ШПРЕНГЕЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ ИЗ ГОФРИРОВАННЫХ ЛИСТОВ, $L=48$ м

(лист 6)

Покрытие образовано складками (из гофрированных листов сплава АВ-Т), расположенными в двух наклонных плоскостях и соединенными в коньке. Распор воспринимается системой затяжек из стали 14Г2. Присоединение гофр к уголкам осуществляется на точечной сварке и болтах.

Расход материалов на 1 м² пола: алюминия — 9,8 кг; стали — 6,3 кг.

Покрытие разработано в лаборатории металлических конструкций ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко.

§ 8. СЕДЛОВИДНОЕ ПОКРЫТИЕ ИЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ЛЕНТ

(листы 7, 8, 9а)

Седловидное покрытие из алюминиевых лент аналогично вантовым конструкциям и относится к пространственным системам, которые дают минимальный расход алюминия. Вместе с этим необходимость ограничивать очертания здания фигурой эллипса, так как в других случаях в опорном контуре могут иметь место большие изгибающие моменты, а также некоторая сложность в производстве работ, уменьшает эффект, который получается от экономии металла. Следует обратить внимание на то, что, когда верхним гидроизоляционным слоем служит алюминий, кроме обычного организованного водостока необходимо обеспечить органи-

зованное снегосползание, которое возникает в связи с небольшим коэффициентом трения между снегом и алюминием.

Покрытие разработано в ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко.

§ 9. СТЕНОВАЯ ПАНЕЛЬ

(лист 9)

Для уменьшения нагрузок на каркас и фундаменты здания (например, при реконструкции здания или в районах высокой сейсмичности, при слабых грунтах, в районах вечной мерзлоты и в других подобных условиях) эффективно в покрытиях и ограждении стен зданий применять алюминиевые панели с легким утеплителем.

В альбоме представлена стеновая 12-метровая панель производственного здания ТЭЦ Байкальского целлюлозного завода. Особенностью этой конструкции является включение в работу каркаса обшивки. Каркас запроектирован в виде двух замкнутых рам, из Z-образных профилей, соединенных между собой решеткой из уголков. В процессе изготовления обе рамы, образующие каркас, выгибаются по окружности, как показано на чертеже, и в таком положении к наружным полкам каждой рамы прикрепляется обшивка. При сборке рамы выпрямляются, и в листах обшивки возникает предварительное напряжение, благодаря которому листы ограждения включаются в работу каркаса.

Каркас панелей запроектирован из сплава АВ-Т1, обшивка из листов АВ-Т. Панели утепляются шлаковатой $\gamma = 150 \text{ кг/м}^3$ по ГОСТ 9573—60, а в местах сопряжения панелей в качестве утеплителя принят пенополиуретан $\gamma = 35 \text{ кг/м}^3$, пропитанный мастикой УМ-60.

Для склеивания пенопластов рекомендуется каучуковый клей 88Н, в качестве изоляционного материала — тиоколовая лента по ТУ МХП 1399—50.

Панели рассчитаны на скоростной напор ветра по III району согласно СНиП II А.11-62 и температурный перепад от -40 до $+70^\circ\text{C}$.

Панель запроектирована в ЛО НЦНИИПроектстальконструкция.

§ 10. ПАНЕЛЬ ПОКРЫТИЯ $3 \times 12 \text{ м}$ АНГАРА АЭРОПОРТА ШЕРЕМЕТЬЕВО

(лист 10)

Панель покрытия ангара размером в плане $85 \times 60 \text{ м}$ представляет собой шпренгельную комбинированную систему из алюминия и стали. Панели укладывают на стальные арки пролетом 85 м ; они рассчитаны на следующие нормативные нагрузки: собственный вес панелей — 20 кг/м^2 ; нагрузка от снега (при коэффициенте, учитывающем форму покрытия, $c=0,86$) — 86 кг/м^2 ; отсос ветра на высоте 30 м при аэродинамическом коэффициенте ($c=-1,2$) — $48,5 \text{ кг/м}^2$.

Проект панелей выполнен в ЦНИИ Укр. Проектстальконструкция.

§ 11. СВАРНОЙ ПЕШЕХОДНЫЙ МОСТ

(листы 11, 12, 13)

С целью изучения эксплуатации алюминиевых мостовых конструкций при 100%-ной влажности воздуха, резких колебаниях температуры и наличии промышленной пыли принято решение заменить временный Коломенский пешеходный мост через канал Грибоедова в Ленинграде алюминиевым, постоянным. Окончательный вариант выбран из трех представленных на рассмотрение проектов, два из них описаны ниже.

I-вариант (см. лист 11) выполнен по принципу панельно-каркасной системы (§ 6) в виде двухшарнирной арки пролетом $32,6 \text{ м}$, шириной пешеходной части 3 м . Мост набирается из типовых пространственных элементов А1 (см. лист 12), имеет простые узловые сопряжения и обладает большой жесткостью. Общий вес арочного строения без элементов ограждения $6,2 \text{ Т}$, или $64,4 \text{ кг/м}^2$ перехода. Вариант разработан на кафедре металлических конструкций ЛИСИ.

II-вариант (см. лист 13) представляет собой сплошную сварную арку переменного сечения, образованную двумя рядами треугольных призм, с увеличивающимися по длине

моста от середины к опорам основаниями. Между собой призмы соединены на сварке через диафрагмы. По нижним ребрам призм расположены трубы $\varnothing 270 \times 13,5 \text{ мм}$, которые по фасаду образуют многоугольник — нижний пояс. Вся система объединена одним листом пешеходной части и представляет пространственную конструкцию, обладающую большой жесткостью и прочностью. II вариант принят для строительства как вариант, с эстетической стороны наиболее отвечающий старой части города.

Вес несущих конструкций пролетного строения $6,85 \text{ Т}$, или 113 кг/м^2 . Проектное задание на II вариант разработано на кафедре металлических конструкций ЛИСИ. Технический проект моста выполнен в проектном институте Ленгипроинжпроект.

§ 12. ОПОРА ЛЭП

(лист 14)

В альбоме показаны чертежи промежуточной опоры ЛЭП 330 кВ, которая запроектирована для высокогорных районов Кавказа. Материалом для опоры выбран сплав Д16-Т. Соединения элементов главным образом одноболтовые, на черных оцинкованных стальных болтах, что позволяет дешево осуществить перевозку элементов россыпью.

Опора рассчитана на установку в IV климатическом поясе при расчетной скорости ветра (без гололеда) $V=50 \text{ м/сек}$. Гололед $s=20 \text{ мм}$. Опора несет:

- 1) провода марки АСО-300 по два в фазе;
- 2) поддерживающие гирлянды из 13 изоляторов типа II-8,5 с глухим зажимом;
- 3) два троса марки С-70.

Общий вес конструкций — 2912 кг , из них Д16Т — 1653 кг , стальной канат — 250 кг и стальные детали вместе с болтами — 1009 кг . Конструкция запроектирована в институте ТЭП (Москва).

§ 13. БУРОВАЯ ВЫШКА, $Q = 150 \text{ т}$

(лист 15)

В Куйбышевском научно-исследовательском институте нефтяной промышленности разработана конструкция легкой алюминиевой нефтяной вышки в виде трехгранной решетчатой призмы из трубчатых элементов. Все сварные детали выполнены из сплава АМгб; ноги в нижней части, имеющие большие усилия, из сплава Д16Т. Соединения элементов из сплава Д16Т осгроумно сделаны на втулках и цилиндрических накладках с стальными оцинкованными болтами. Общий вес вышки 16 Т .

§ 14. ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ ТРУБА, $H = 100 \text{ м}$, $D = 6000 \text{ мм}$

(лист 16)

Алюминиевые вентиляционные трубы служат для отвода газов, имеющих температуру около 50°C с влагосодержанием, соответствующим 100%-ному их насыщению. При охлаждении газов образуется конденсат со слабодислой реакцией, который является агрессивной средой, быстро разрушающей сталь. По данным Всесоюзного алюминиево-магниевого института алюминиевые трубы сероулавливающих установок, при отсутствии примесей галогенов имеют минимальный срок службы без ремонта 6 лет, максимальный — 60 лет. Примеси галоидов сокращают срок службы до 2 лет.

В альбоме дана конструкция трубы, $D=6000 \text{ мм}$, в стальной башне общей высотой 100 м , запроектированная из листового сплава АМц-М толщиной 6 мм . Через каждые $1,5 \text{ м}$ стенка трубы укреплена кольцевыми ребрами из уголков. Труба поддерживается башней, в которой на отметке $+38,5 \text{ м}$ имеет неподвижную опору. Выше этой отметки через каждые 10 м установлены катки, обеспечивающие подвижку ствола трубы в вертикальном направлении, возникающую в результате разных температурных удлинений алюминиевой трубы и стальной башни. Через катки на башню передается горизонтальная составляющая от ветровой нагрузки на трубы. Соединения элементов между собой производятся главным образом стыковыми швами, при которых сварочные деформации алюминиевых конструкций значительно меньше, чем при угловых швах.

Следует обратить внимание на удачное конструктивное решение мест сопряжения алюминия со сталью. Во всех случаях контакт осуществляется через промежуточную деталь, накидное кольцо, которое уменьшает поверхность касания двух разнородных металлов.

Отдельные элементы в виде полотнищ свариваются на заводе в рулоны длиной 4,5—5,5 м. Из рулонов в жестком приспособлении на месте монтажа изготовляют царги. Монтаж ведется методом подращивания снизу, что позволяет вести монтажную сварку на земле. Для подъема собранной части трубы у ее верхней секции имеется дополнительное опорное кольцо, к которому приварены проушины. Расход алюминия на одну трубу — 28,2 т.

Проект трубы выполнен в ЛО ЦНИИПроектстальконструкция.

§ 15. АЛЮМИНИЕВЫЙ КАРКАС ОСТЕКЛЕНИЯ (листы 17, 18, 19)

Остекления в алюминиевом каркасе (витражи) широко применяются в фасадах общественных и промышленных зданий. Имеется достаточный опыт их проектирования, позволяющий определить оптимальные профили основных элементов раздельного остекления и пакетом. В альбоме даны узлы остекления пакетом киноконцертного зала в Ленинграде (см. лист 17), двери тамбура НИИ с одинарным остеклением (см. лист 18) и узлы раздельного остекления (см. лист 19) ресторана гостиницы «Советская» в Ленингра-

де и здания НИИ. Для каркасов применяется сплав АД31-Т1. Соединения элементов друг с другом с помощью угольников и вкладышей из Ст.3 и литейного сплава АЛ8. Крепление на стальных оцинкованных болтах. Защита алюминия от электрохимической коррозии в местах касания со сталью осуществляется путем покрытия стальных деталей цинкохроматными грунтами АЛГ1, АЛГ4 и АЛГ5. Все перечисленные конструкции запроектированы в институте Ленпроект.

§ 16. АЛЮМИНИЕВЫЕ ПРОФИЛИ (лист 20)

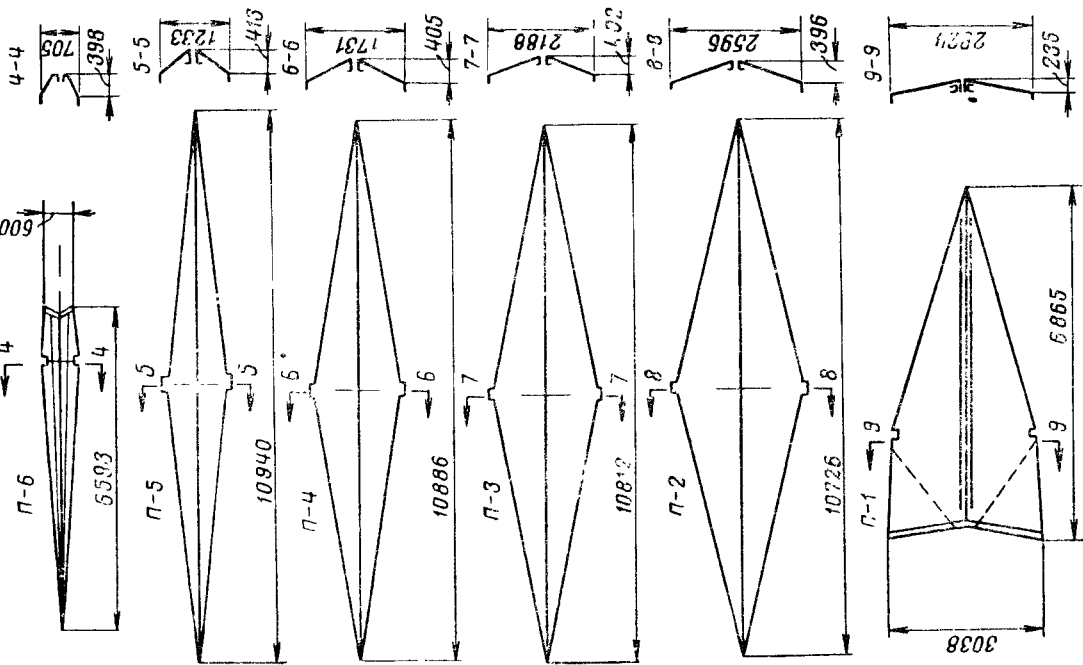
В альбоме представлены типы алюминиевых профилей, сгруппированных по характеру усилий, которые воспринимает тот или иной элемент в пространственной системе со-
оружения.

Разделение каркаса на фермы, балки, стойки, которое имеется в стальных конструкциях, у алюминиевых отсутствует, так как большинство элементов испытывает сложное напряженное состояние.

На листе 20 даны общие очертания профилей. В зависимости от размера требуемого профиля определяется способ его изготовления.

Профили могут быть цельнопрессованными, гнутыми и составными: сварными и клепаными, из прессованных и прокатных полуфабрикатов. Расположение стыков составного профиля определяется максимальной величиной соединяемых частей и технологическими требованиями сварки и клепки.

Схемы панелей купола



Деталь кольца К-1

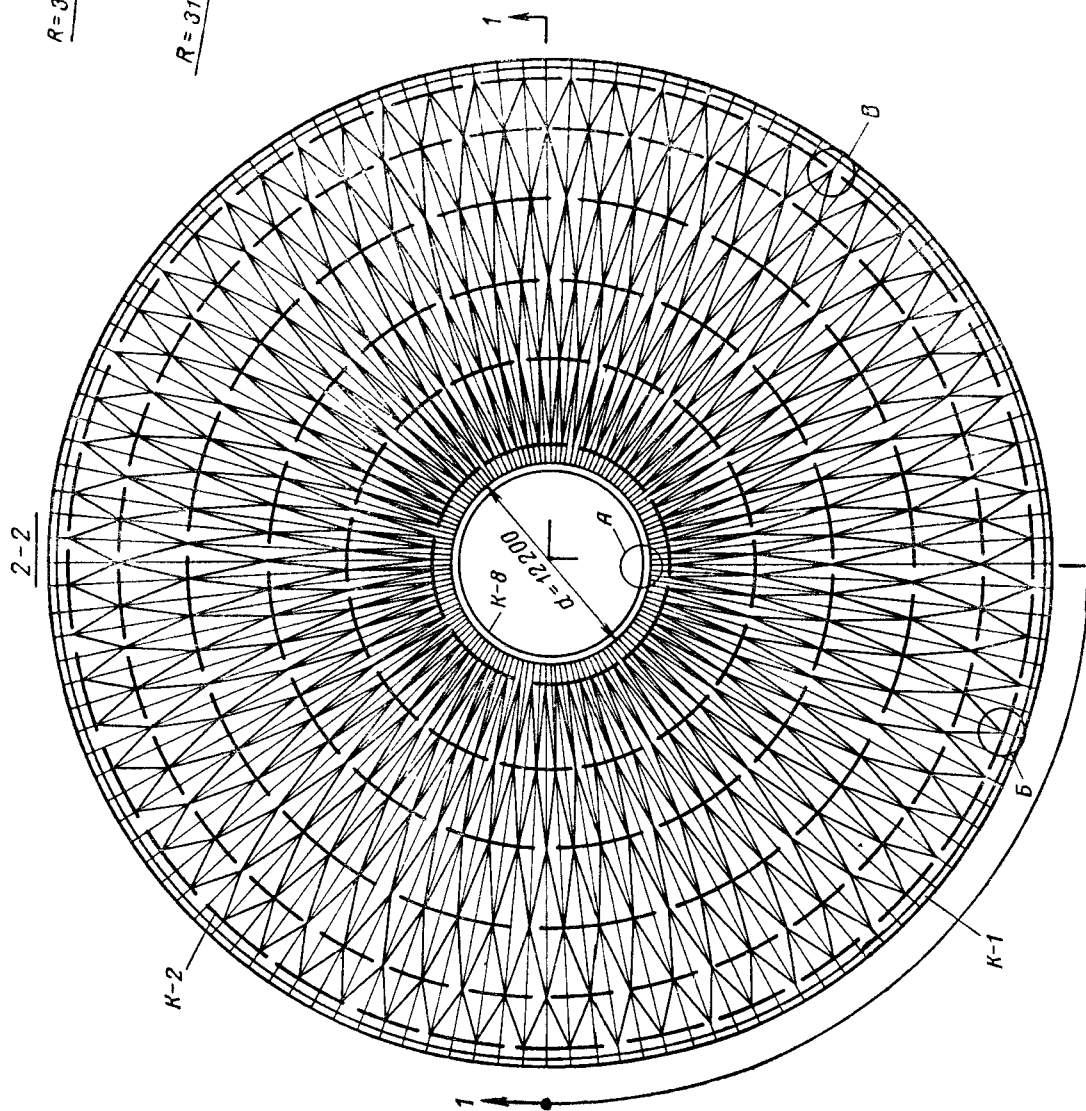
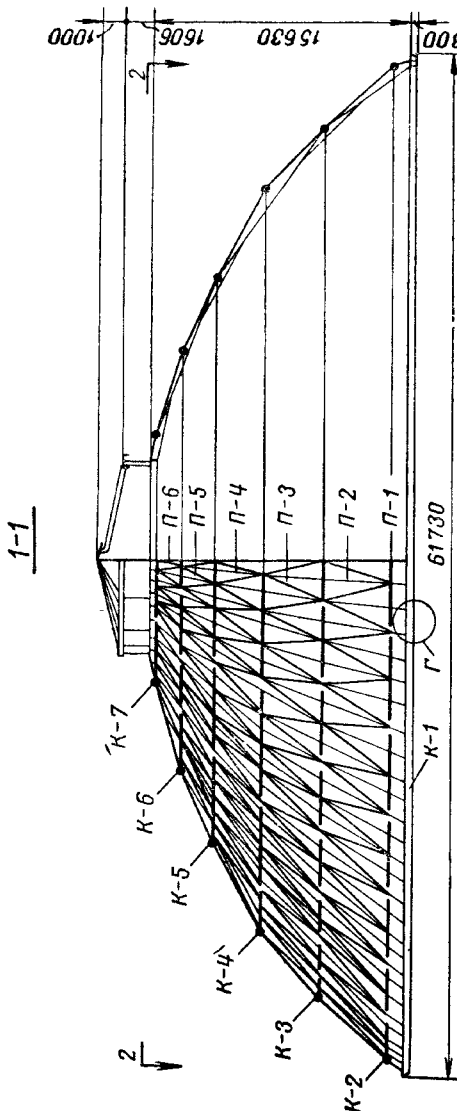
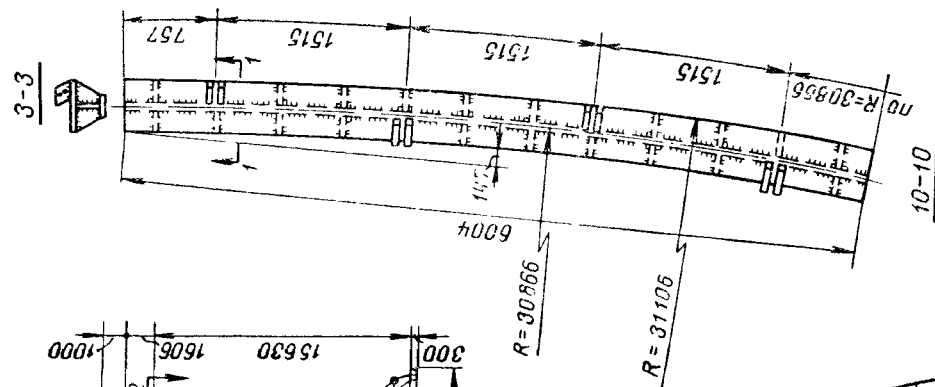
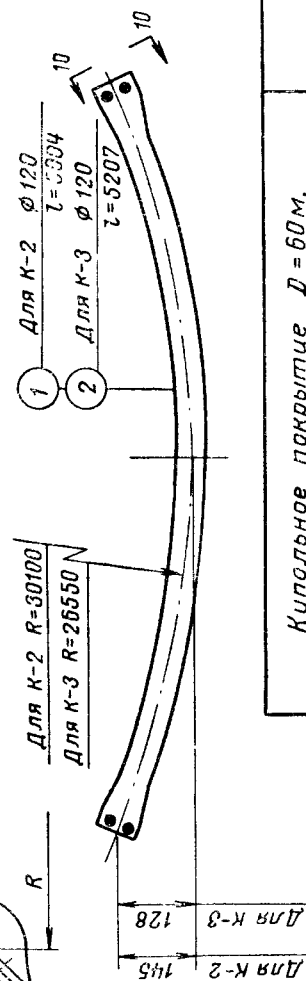


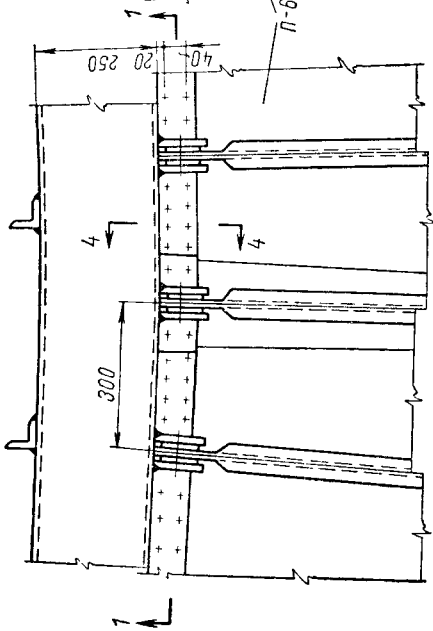
Схема выгиба марок К-2 и К-3



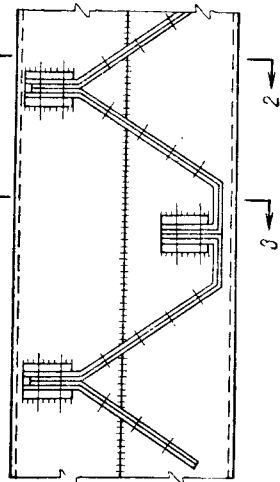
Купольное покрытие D=60м.

План, разрезы. Схемы марок П и К

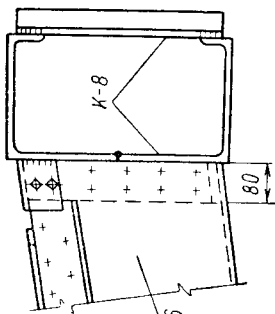
Узел А



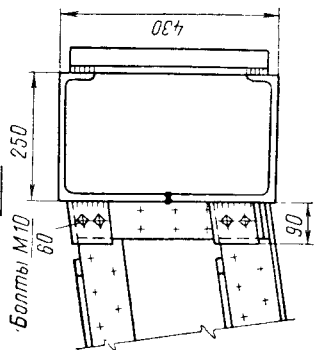
1-1



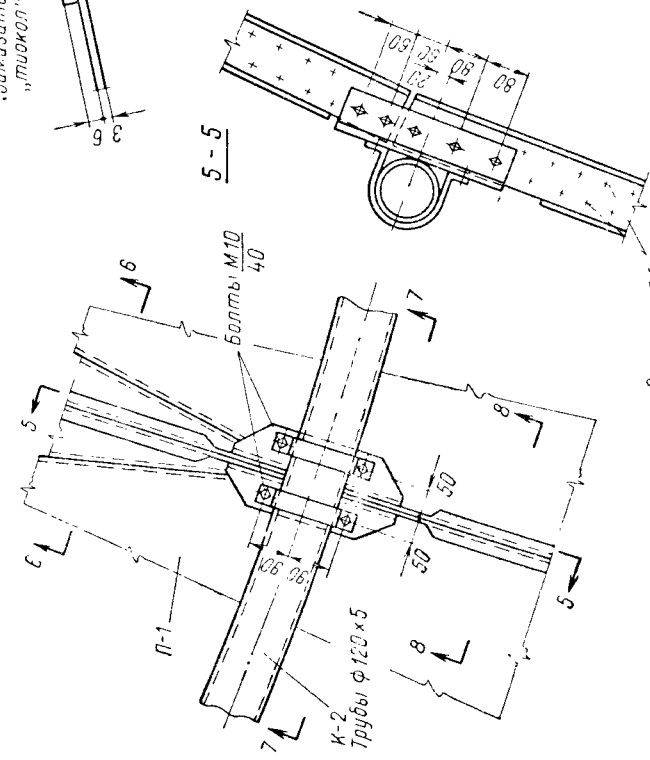
2-2



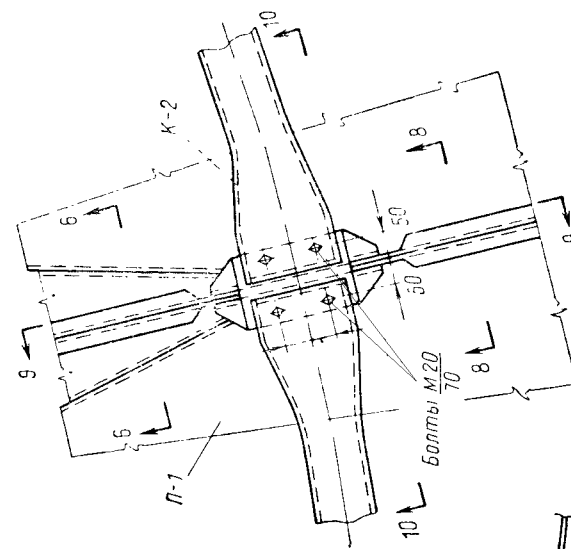
3-3



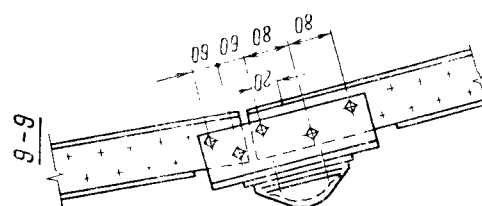
Узел Б



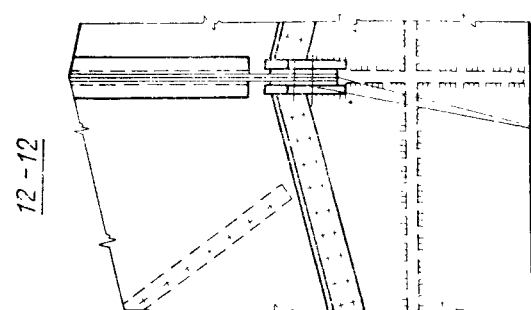
Узел В



9-9

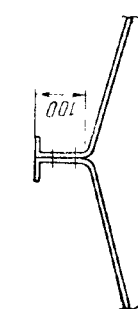


12-12

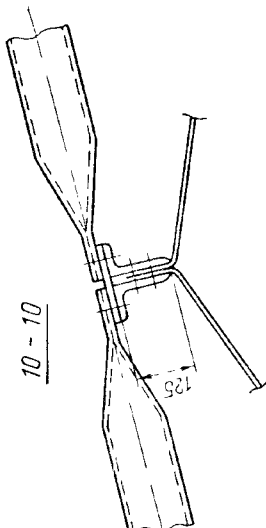


Между алюминий и сталью проложить титановую ленту

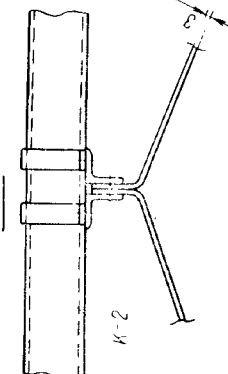
8-8



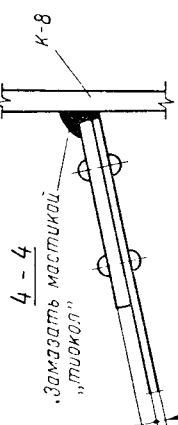
10-10



7-7

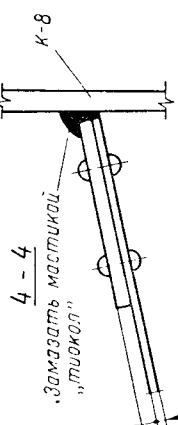


6-6



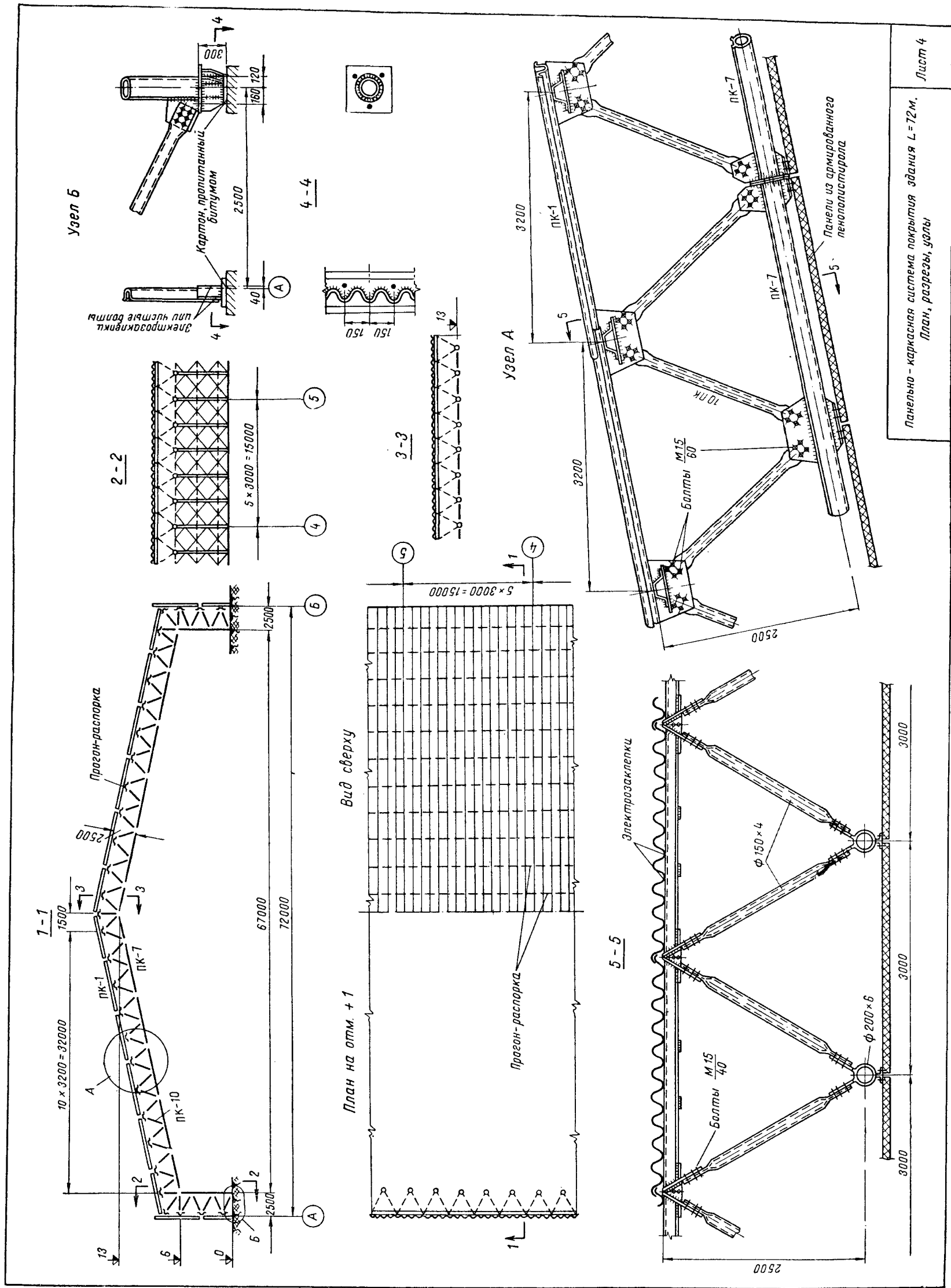
Замазывать мастикой "тиокол"

4-4



Купольное покрытие $\Delta=60$ м Узлы

Лист 2



Лист 4

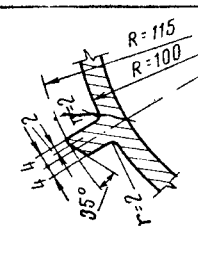
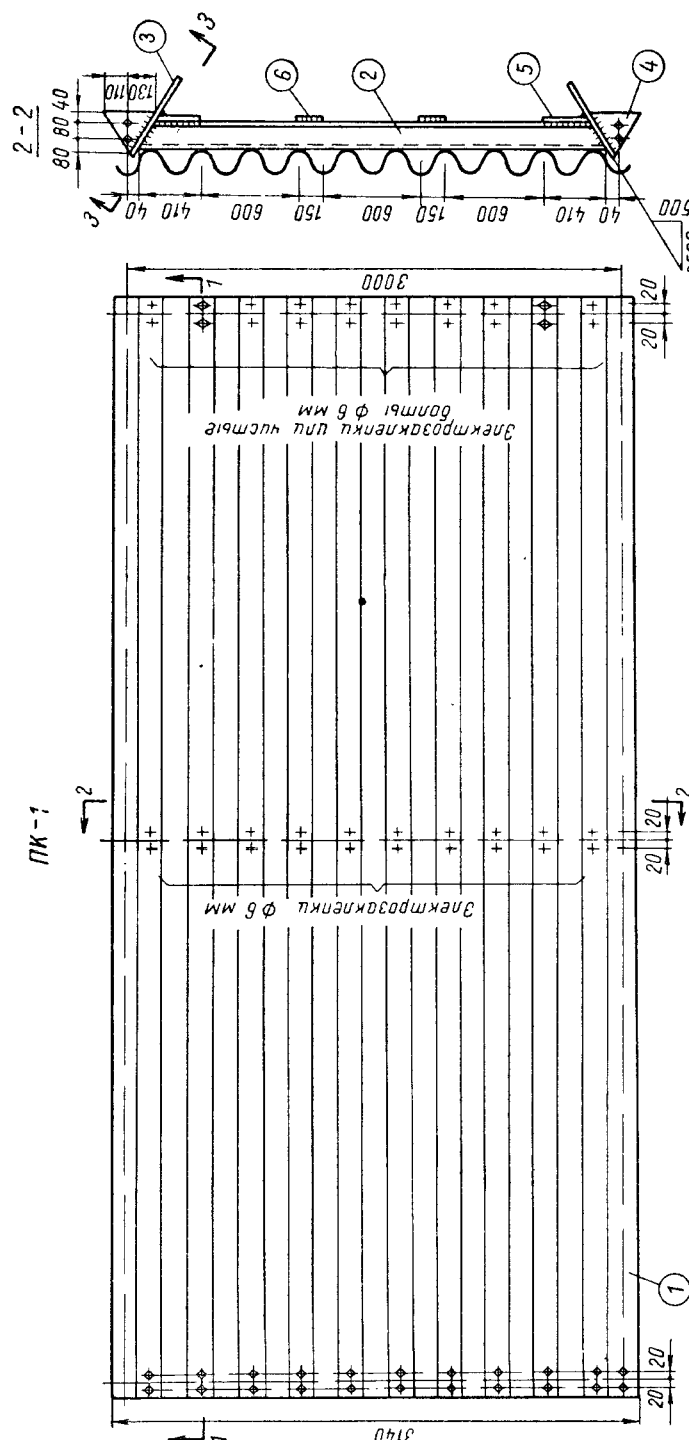
Панельно-каркасная система покрытия здания L=72 м.

План, разрезы, узлы

Трудовой договор по п. 7

Узел А

И шмат дрвја

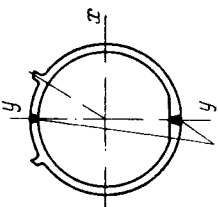


Характеристики
трубы:

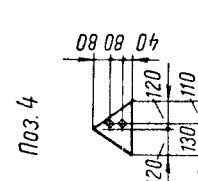
$F = 42,8 \text{ см}^2$
 $J_x = J_y = 2310 \text{ см}^4$
 $r_x = r_y = 7,35 \text{ см}$

Составная сварная труба из двух
прессованных полутруб

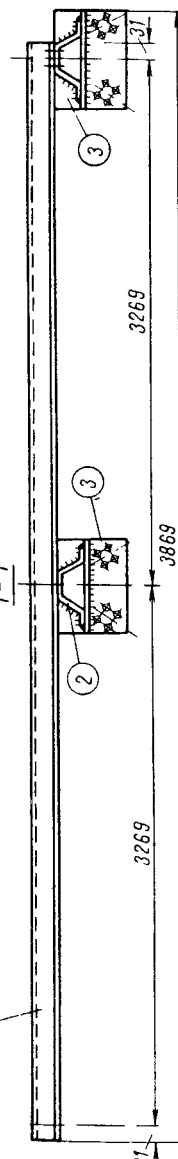
ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԲԱՆԿՈՒՄ



Продольный

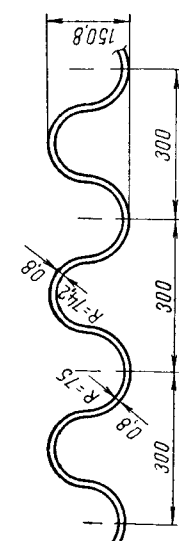
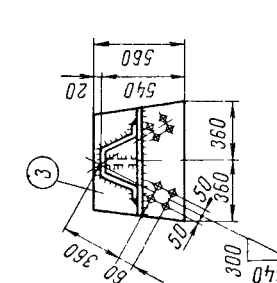


№03.4

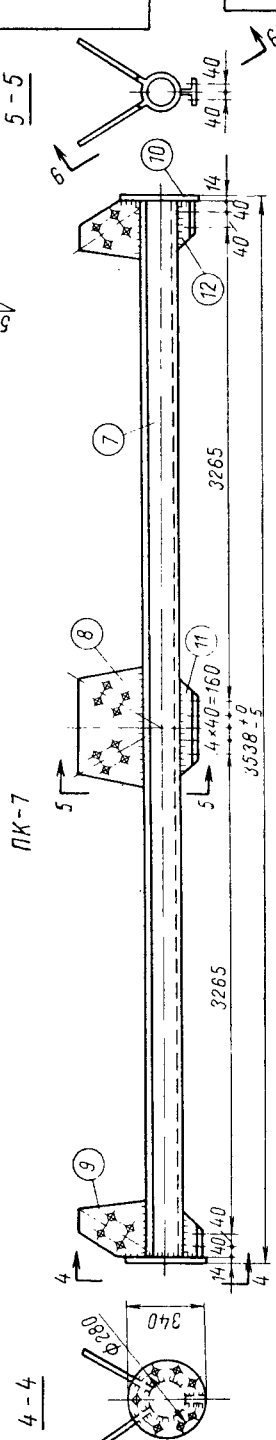
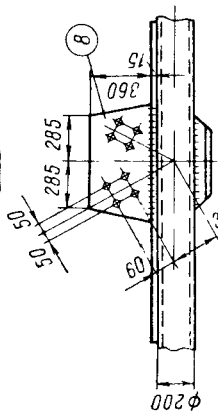


7-11

Деталь зобра (роз.1)

2
1
2

2



7-11

Марка	Позиция	Сечение мм	Длина в мм	Кол-во в шт	Вес в кг		Примечание
					Позиция	марки	
ПК-1	1	— 08 × 4500	6600	1	64	64	Гнутый профиль
	2	— 3 × 150 × 400	2920	2	4	8	
	3	— 8 × 540	720	2	53	106	
	4	— 6 × 200	240	4	08	32	
	5	— 6 × 200	600	4	21	84	
	6	— 6 × 100	400	4	06	24	
ПК-7	7	Φ 200 × 6	3510	1	308	310	62
	8	— 8 × 360	620	2	45	90	
	9	— 8 × 285	360	4	22	88	
	10	— 14 × 340	340	2	44	88	
	11	— 50 × 160	570	1	20	20	
	12	— 60 × 160	265	2	10	20	

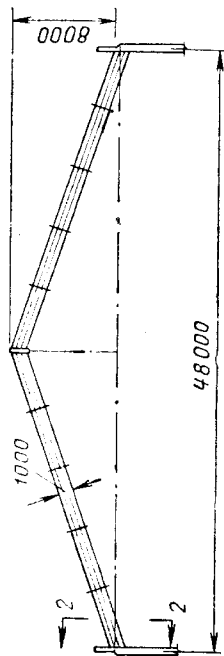
1	200 - 100	Примечания	1 швы $h = 8 \text{ мм}$ 2 от $\varnothing$ от 16 мм	}	кроме оговоренных
2	200				

7

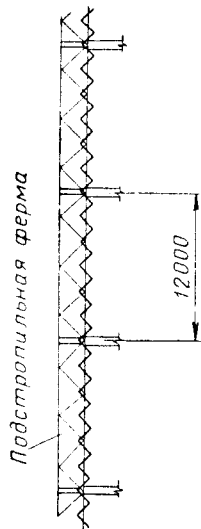
Панельно-каркасная система покрытия здания
Марки ПК-1, ПК-7 Трапециатый, профиль поз 7

Docm 5

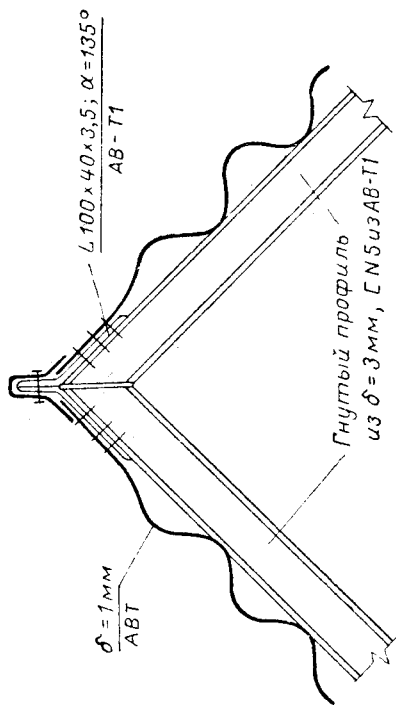
1-1



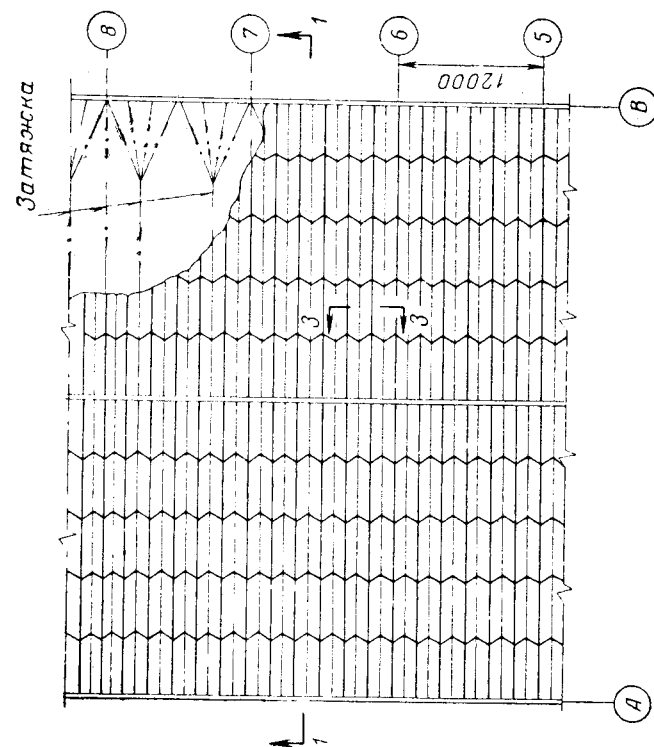
2-2



Узел А



План



Узел Б

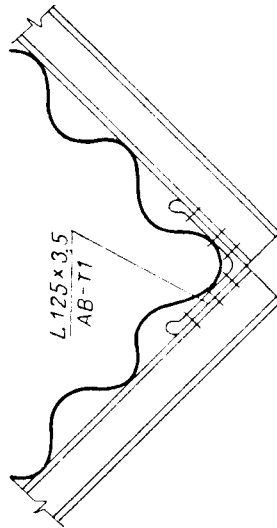
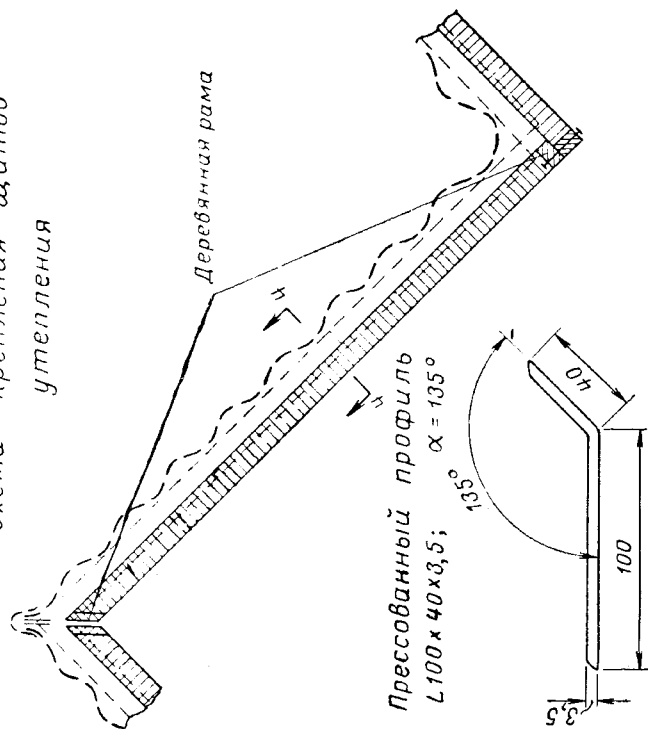
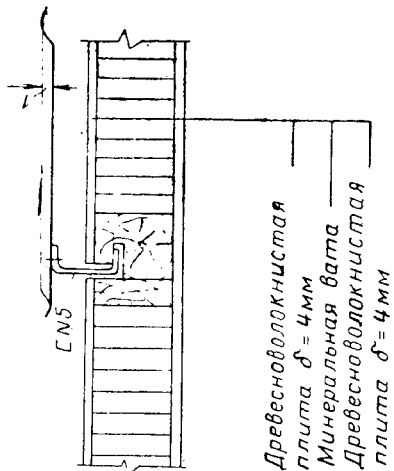


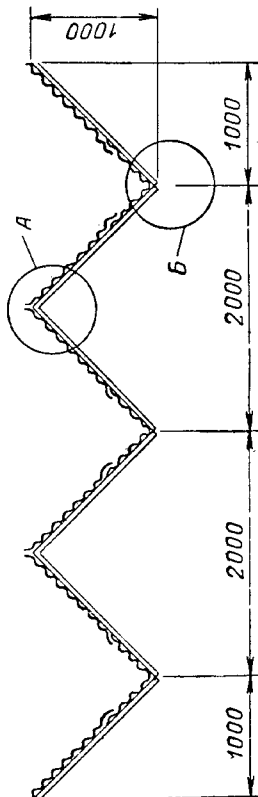
Схема крепления щитов утепления



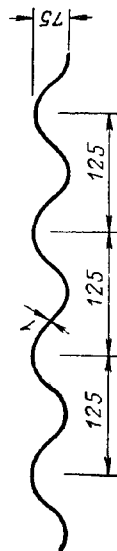
4-4



3-3



Деталь гофрированного листа

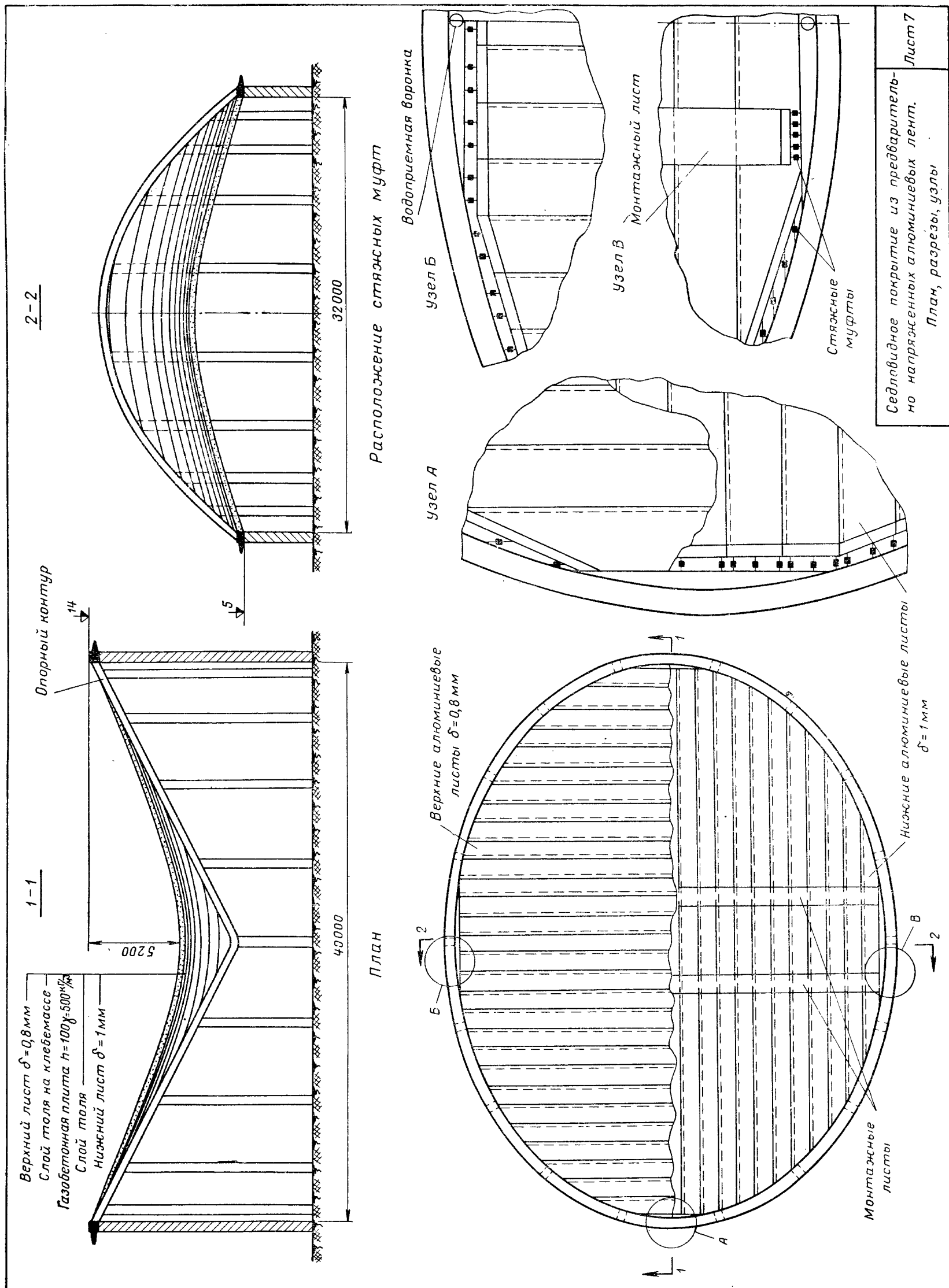


Гибку листов и профилей производить в холодном состоянии

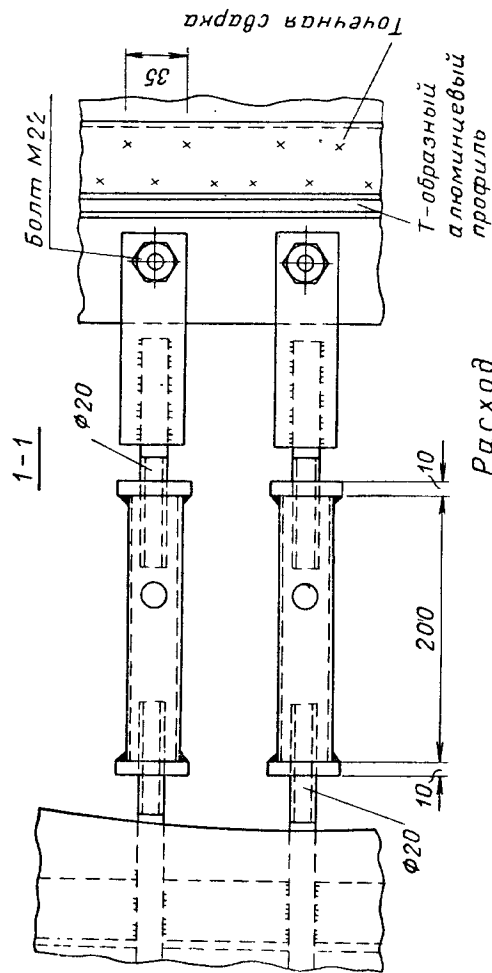
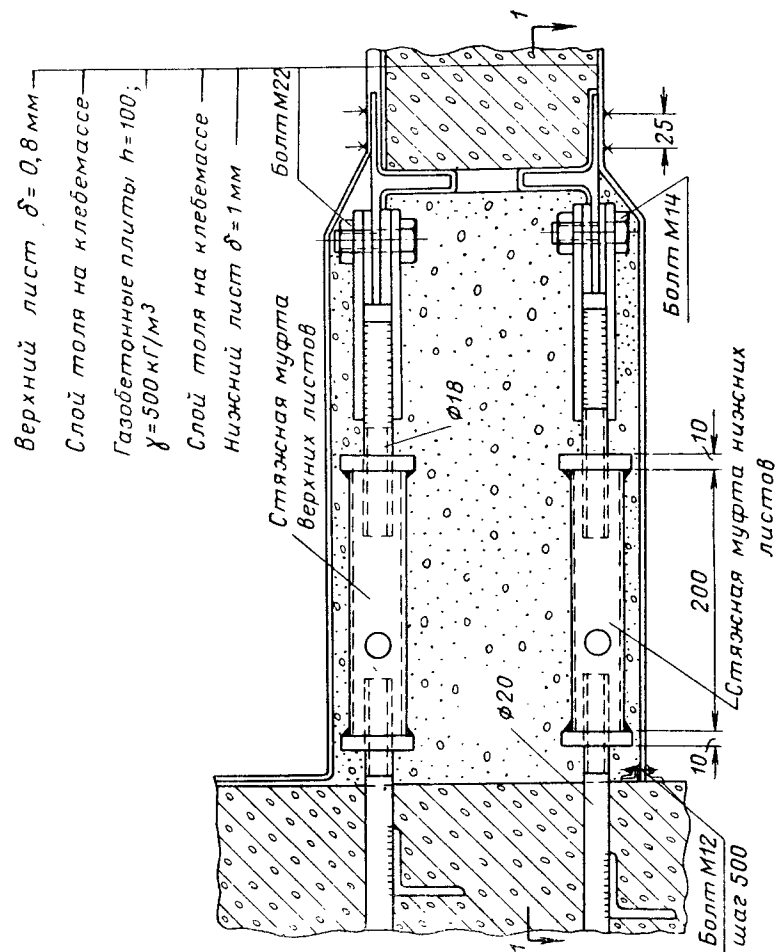
Примечание

Шпренгельное покрытие из гофрированных листов $L=48\text{ м}$. План, разрезы, узлы

Лист 6



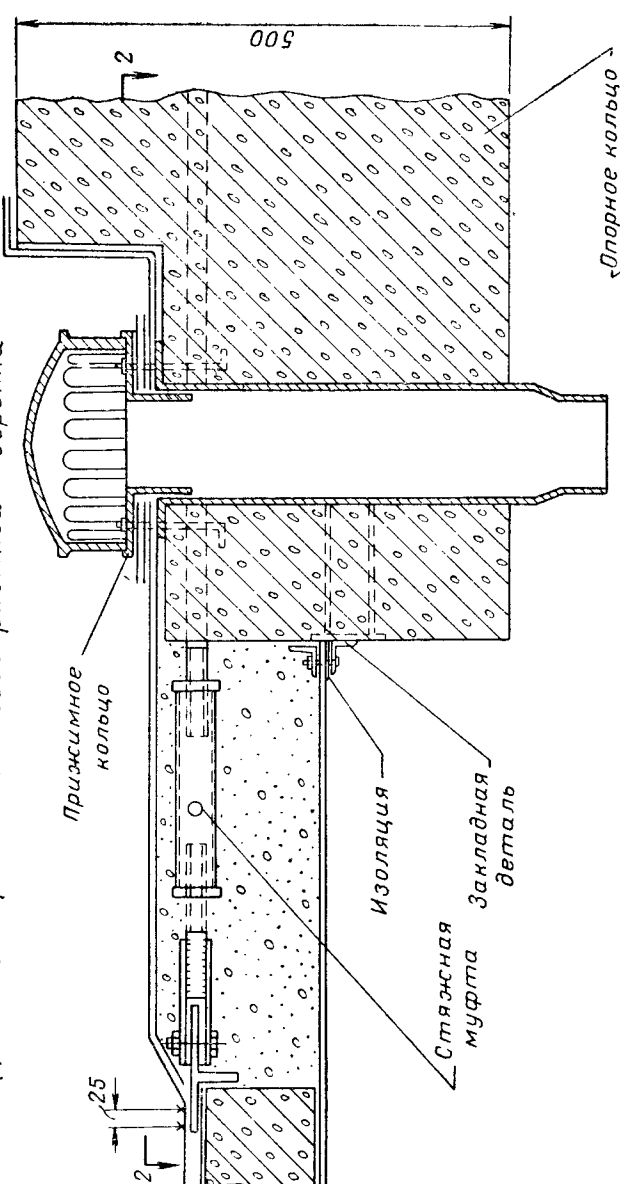
Деталь натяжных устройств верхнего и нижнего листов



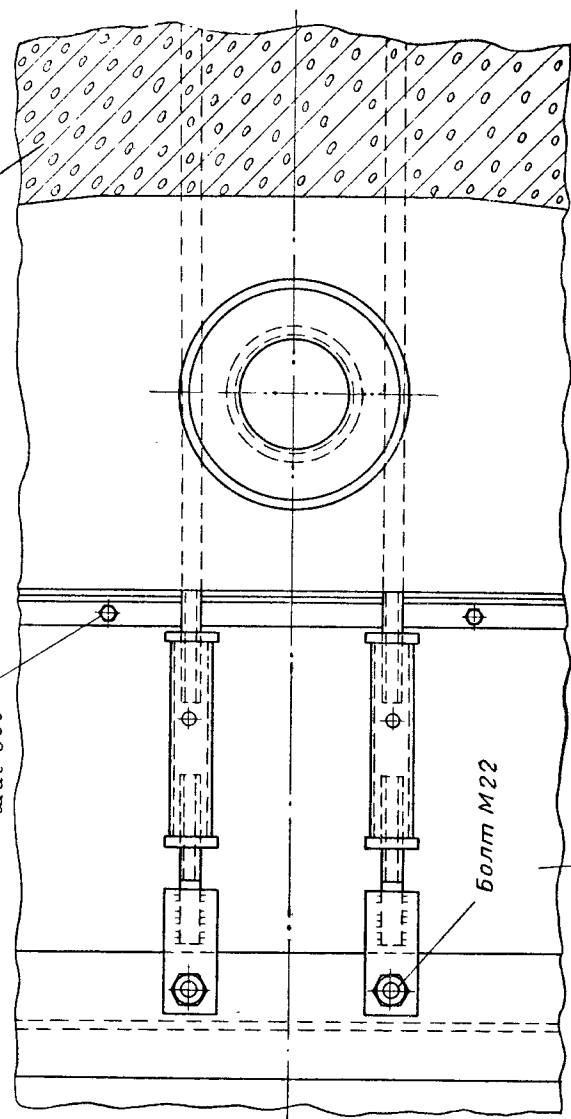
Расход материалов на 1 м² покрытия

Сталь в кг	Алюминиевый сплав в кг	Бетон М 400 в м³	Бетон М 150 в м³	Газобетон в м³	Толь в м²
7,32	5,92	0,068	0,015	0,1	2,1

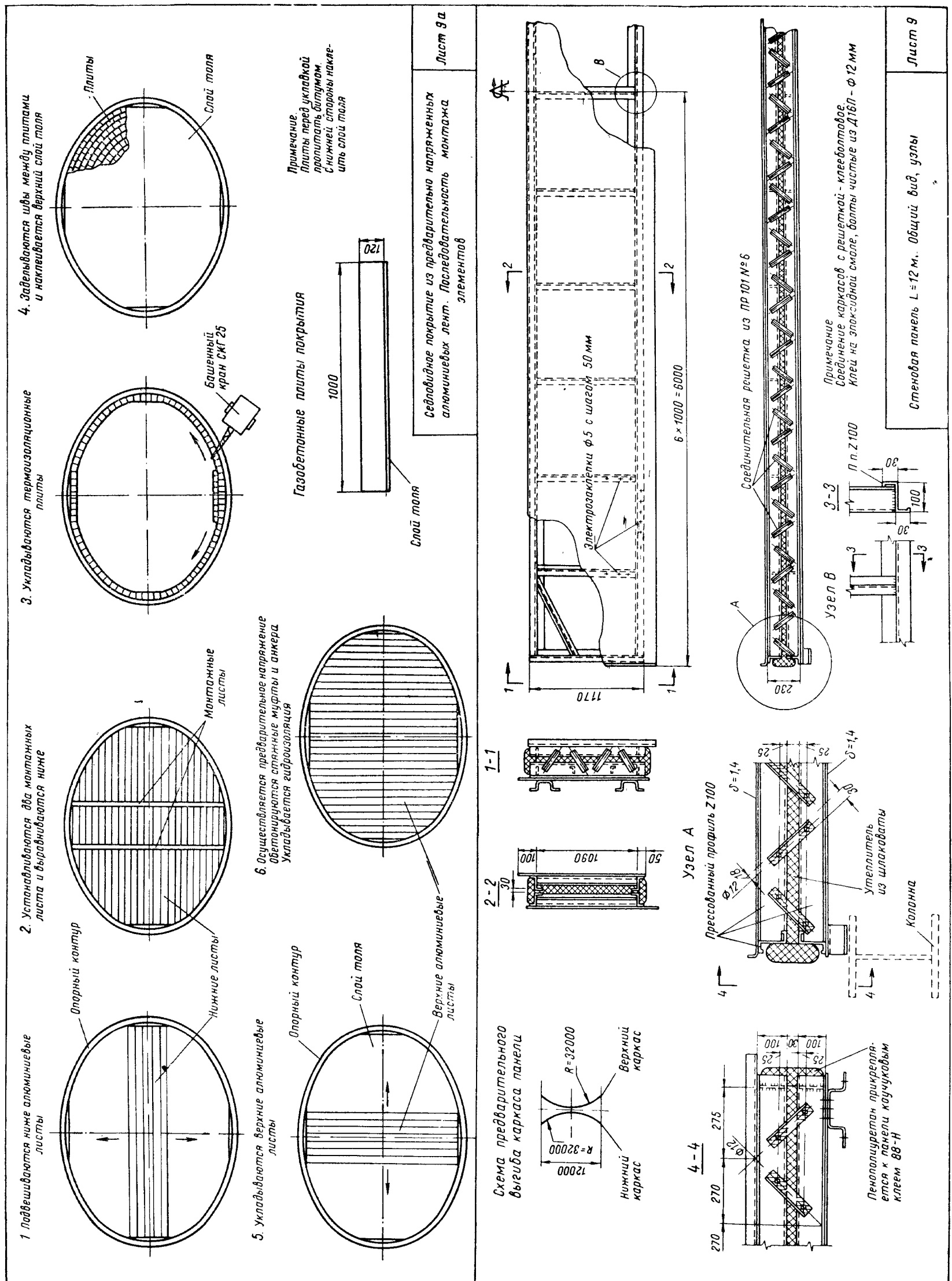
Деталь крепления водоприемной воронки

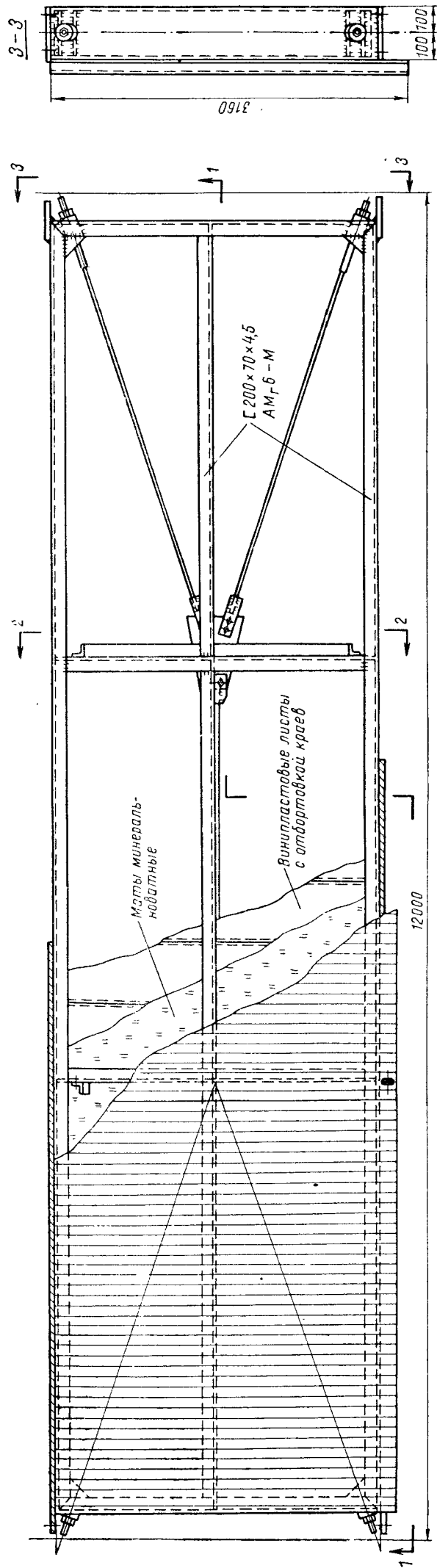


Болт М12 шаг 500



Алюминиевый лист и бетон условно не показаны





Волнистый настил из АМГ-3-П крепится к каркасу точечной сваркой

1-1

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

100

35

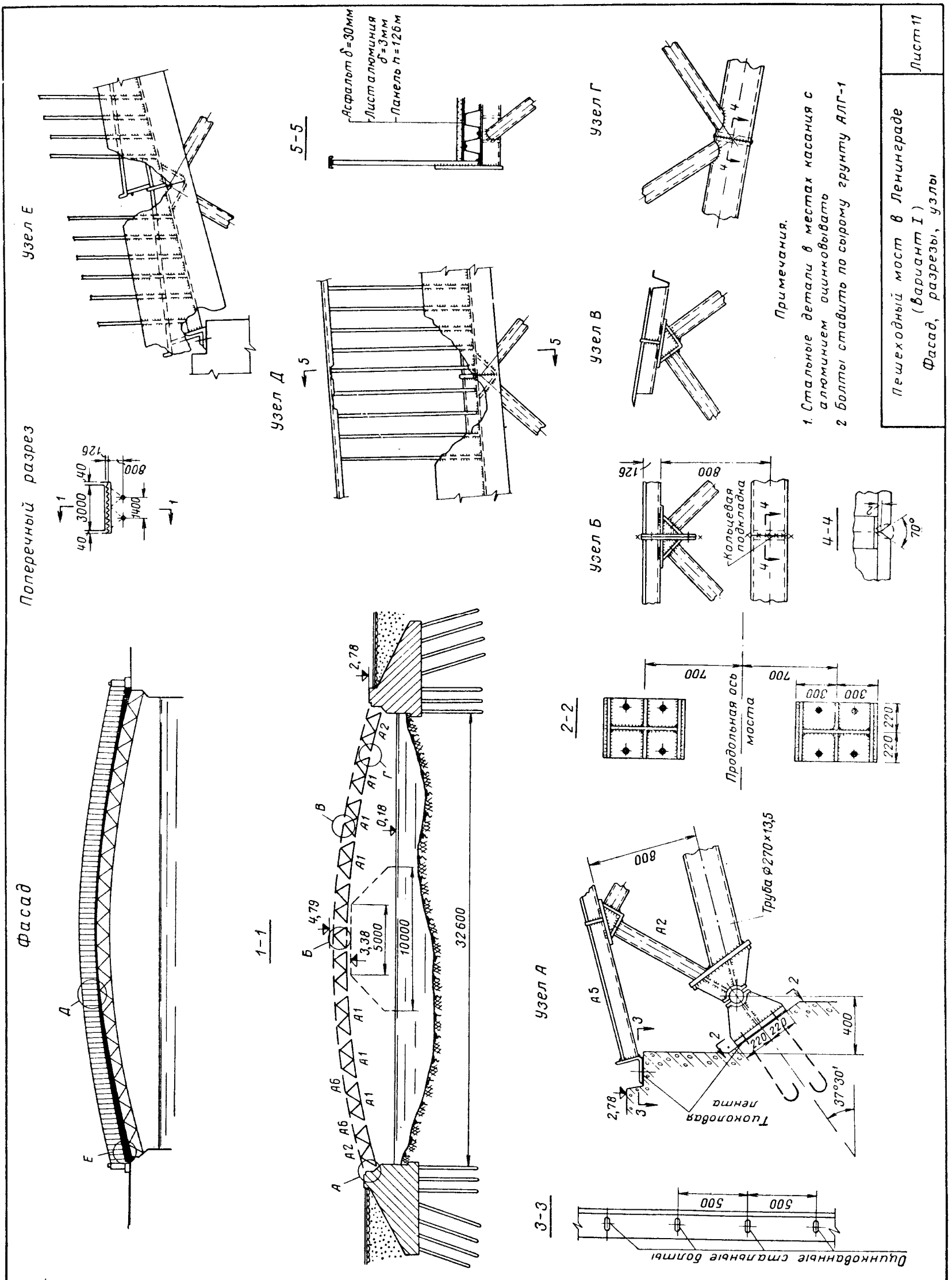
100

35

100

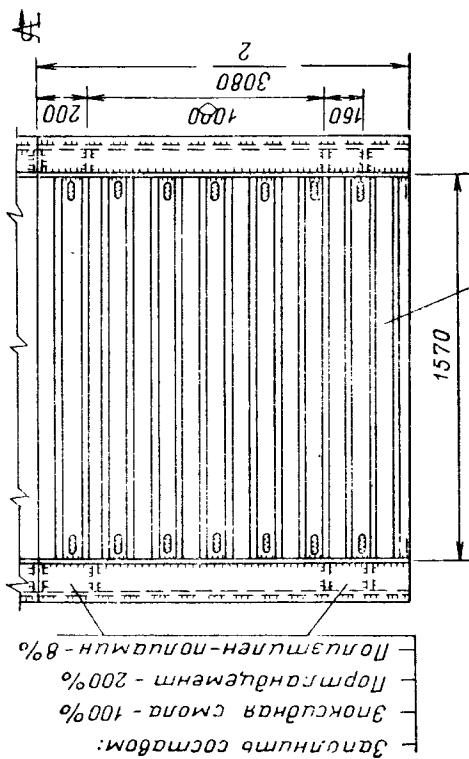
35

100

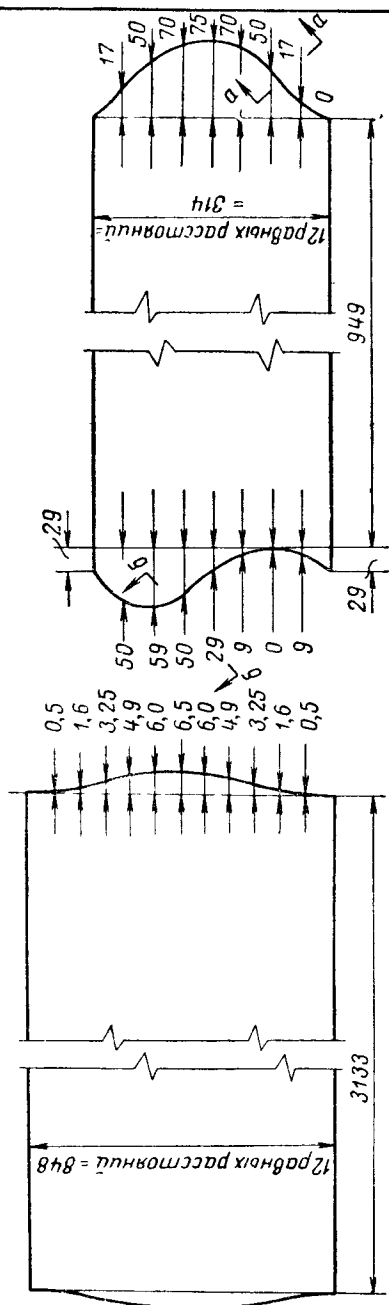


Развертка трубчатых деталей

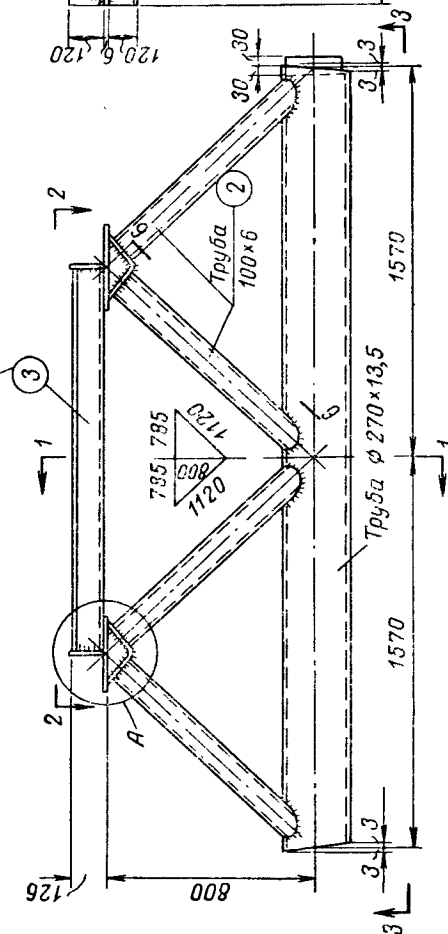
2-2



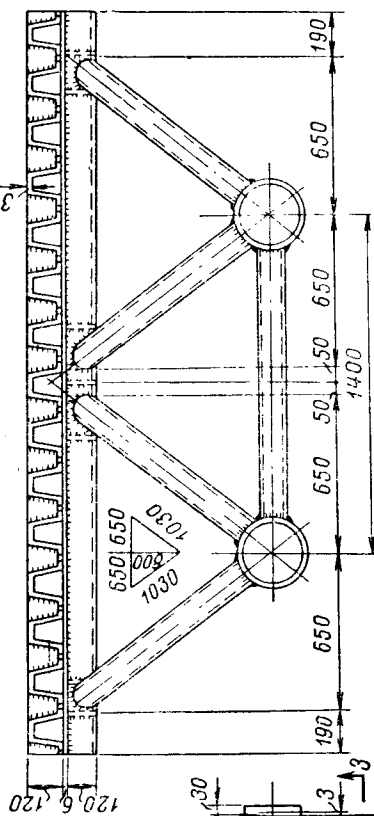
Поз. 2



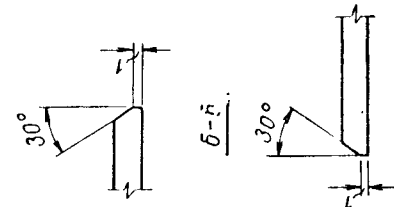
Поз. 1



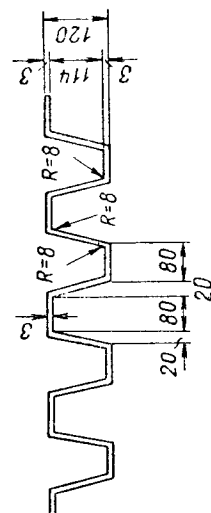
1-1



а-а



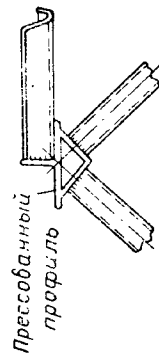
Деталь настила (поз. 3)



Примечания.

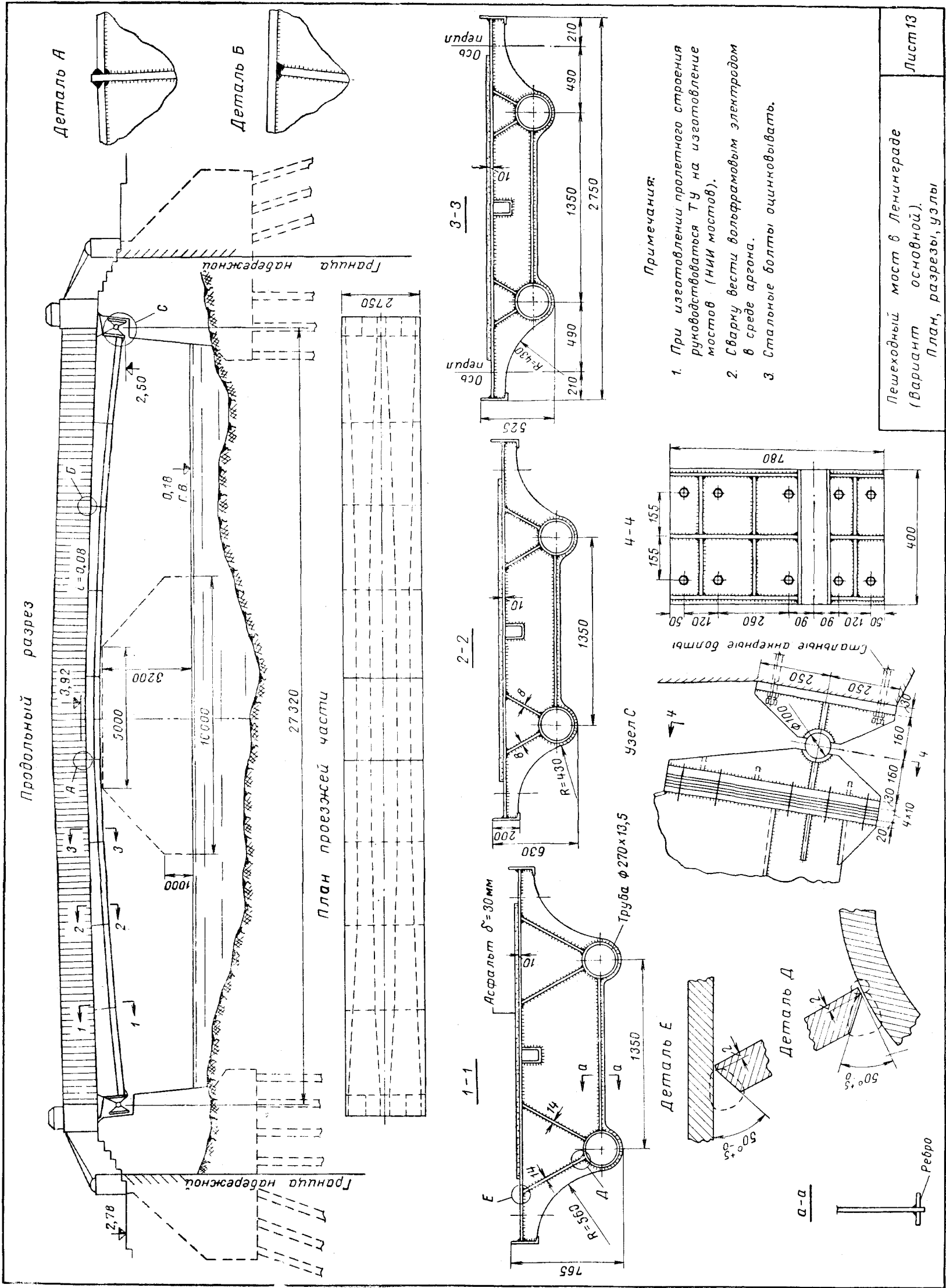
- 1 Материал АМГ-6. Механические свойства сплава должны удовлетворять СНиП II-8.5-64.
- 2 Сварные швы выполнять вольфрамовым электродом в среде аргона. Аргон применять с содержанием не менее 99,96%.
- 3 Сварные швы по ГОСТ 10157-62 вольфрамовые прутки-8 соответствии с ТУВМ2 529-57.
- 4 Гибку производить в холодном состоянии $R_{\text{гип}} = 8 \text{ мм}$

Вариант узла А

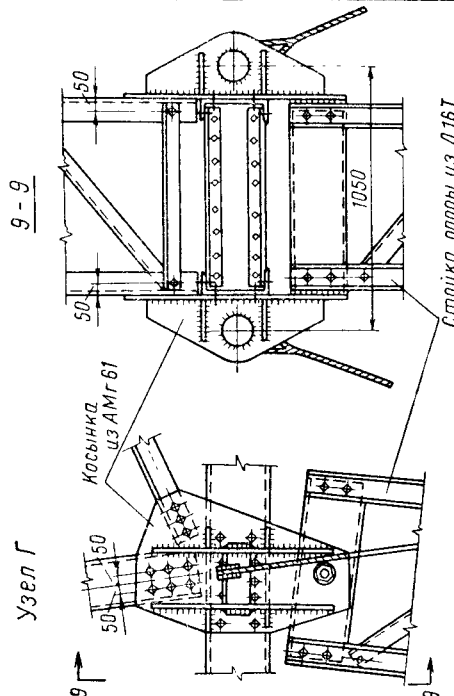
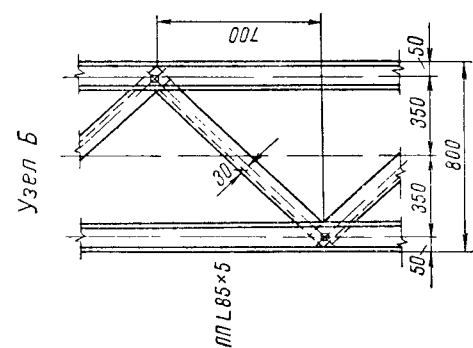
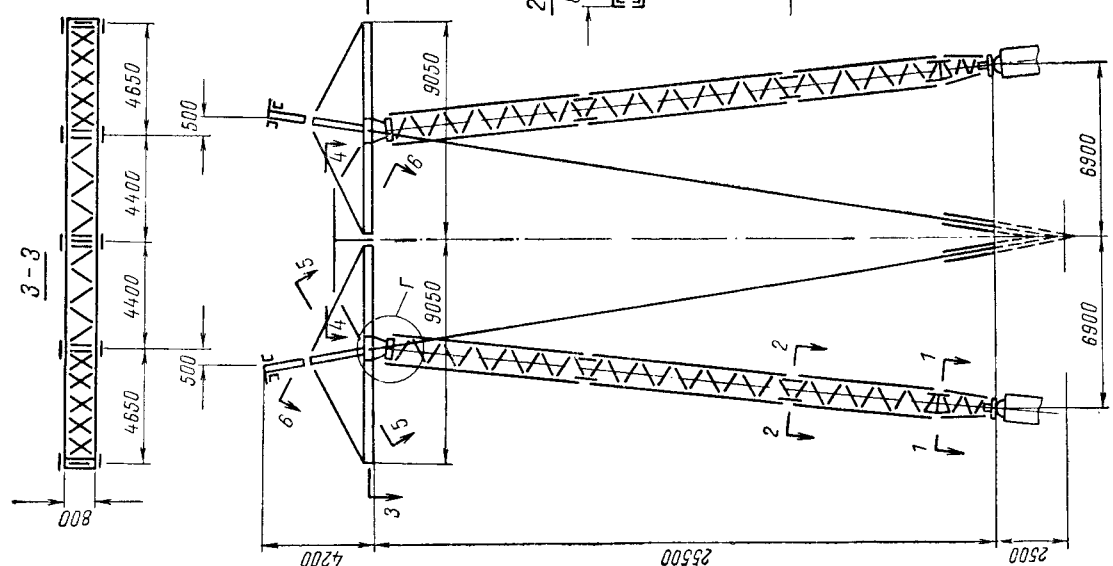
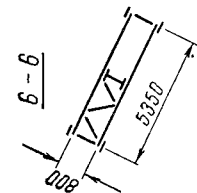
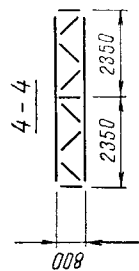
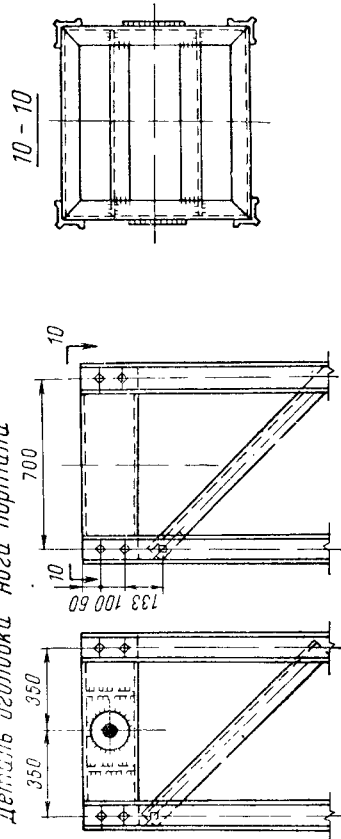


Пешеходный мост в Ленинграде (вариант I). Марка А1, детали

Лист 12



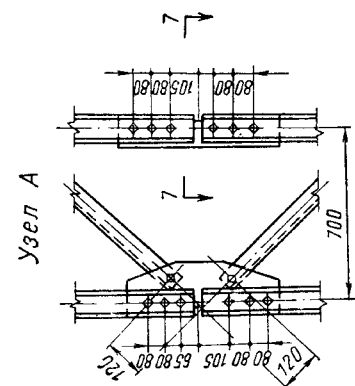
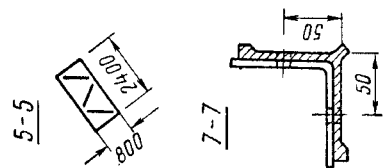
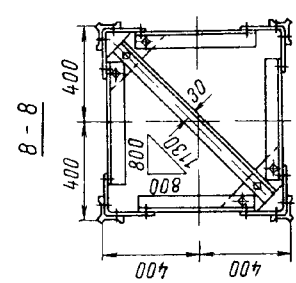
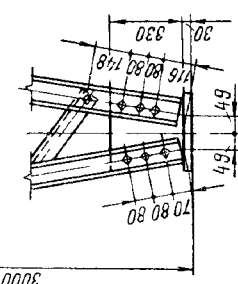
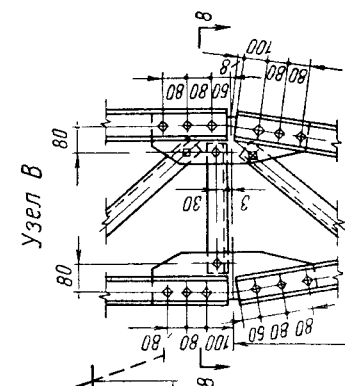
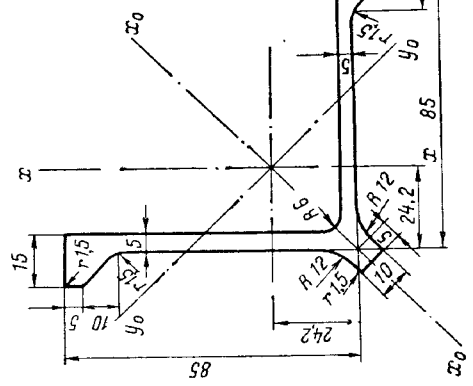
Деталь оголовка ноги портала



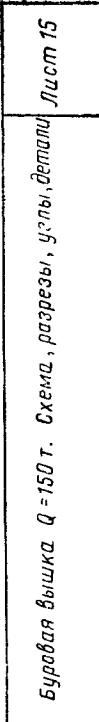
Прессованный профиль Л 85x5

Характеристики сечения:

$F = 11,14 \text{ см}^2$
 $U_x = 102,6 \text{ см}^2$
 $T_x = 3,03 \text{ см}^4$
 $U_y = 41,9 \text{ см}^4$
 $T_y = 1,94 \text{ см}^4$
 $U_{x0} = 163,3 \text{ см}^4$



Промежуточная опора ЛЗП 330 кв.
 Общая схема. Узлы. Прессованный профиль Л 85x5



2-2

Монтажные петли

This technical drawing shows a circular component with four mounting loops (Монтажные петли) indicated by dashed lines and arrows. The drawing is labeled '2-2' at the top, indicating a cross-section view.

Гнутый уголок
L 60 x 32 x 6

φ23

20

100

147,5

Фланец из Ст 3

Technical drawing of a lattice tower structure, showing dimensions and labels. The drawing includes a side elevation and a cross-section at the base.

Dimensions (mm):

- Top section: 100, 98,5, 1500, 11500
- Second section: 88,5, 500
- Third section: 78,5
- Fourth section: 68,5, 1100
- Fifth section: 58,5
- Sixth section: 48,5, 500
- Seventh section: 38,5, 1100
- Eighth section: 32,53
- Base section: 3490, 11022
- Overall height: 98000

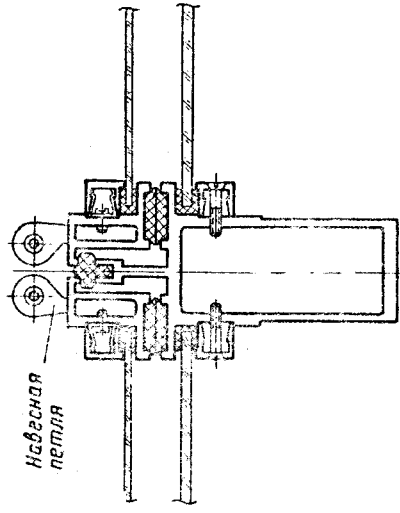
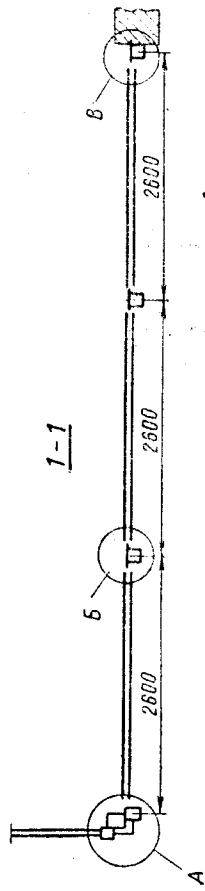
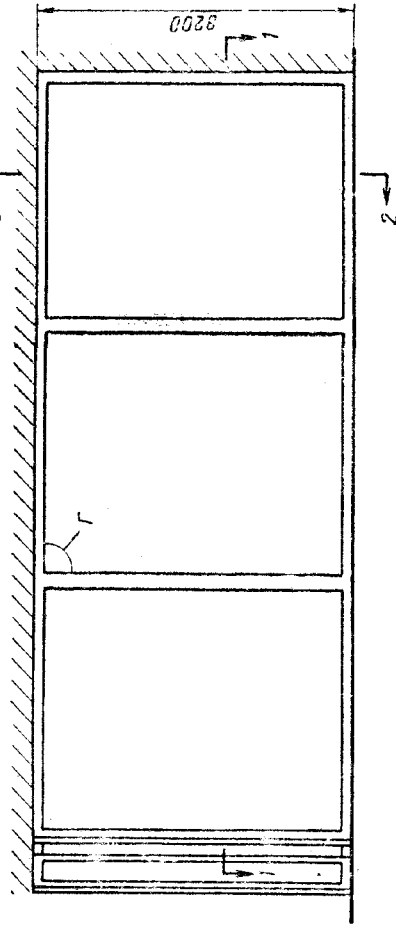
Labels:

- 1, 2, 3: Arrows indicating forces or directions.
- A: Label for a specific part of the structure.
- 40000: Dimension for the circular base.
- для инбенсита: Text at the bottom left.
- +0,5: Dimension at the bottom left.

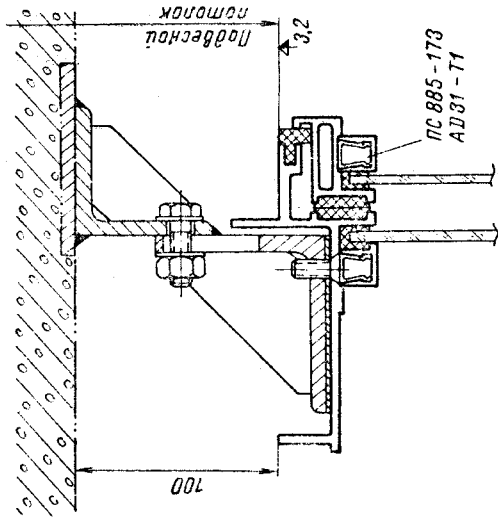
புறம் 16

Фасад

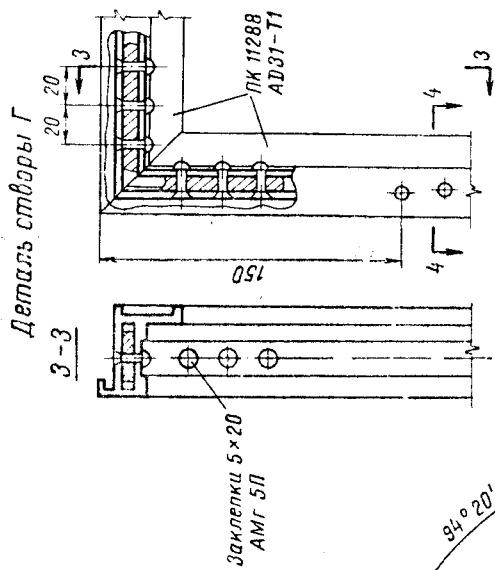
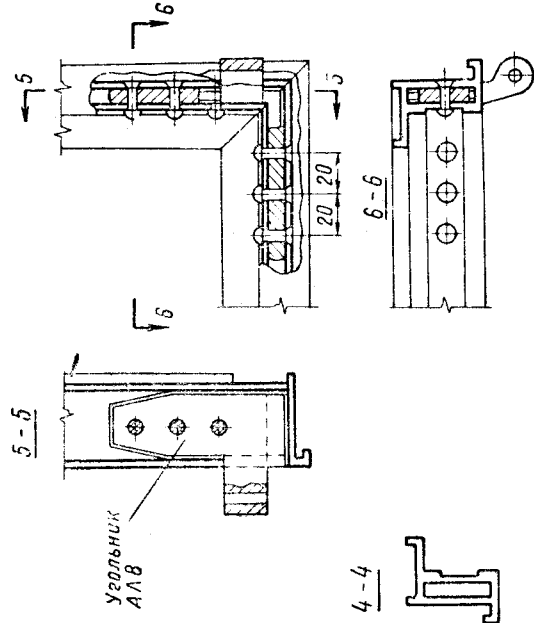
Вариант узла Б



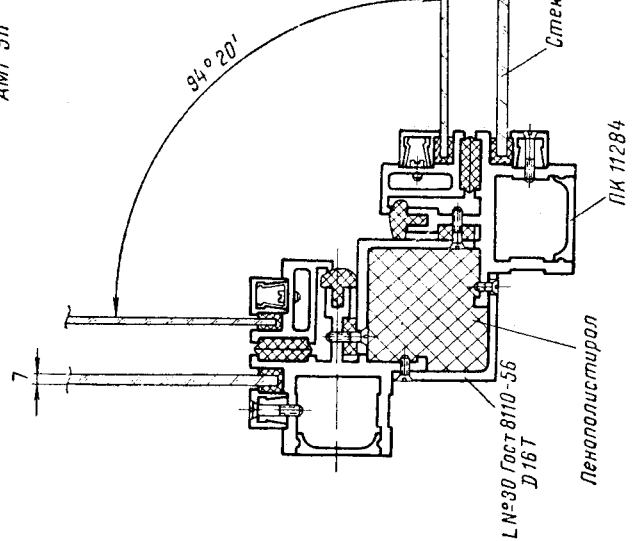
2-2



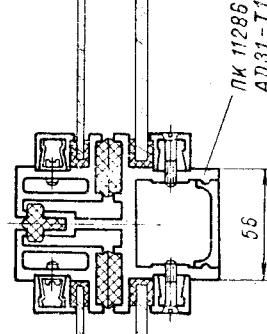
Деталь створы с навесной петлей



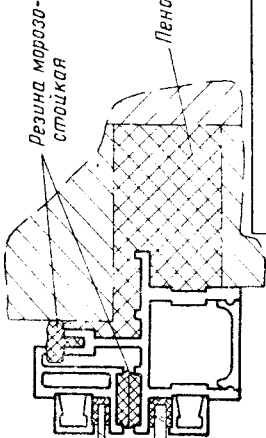
Узел А



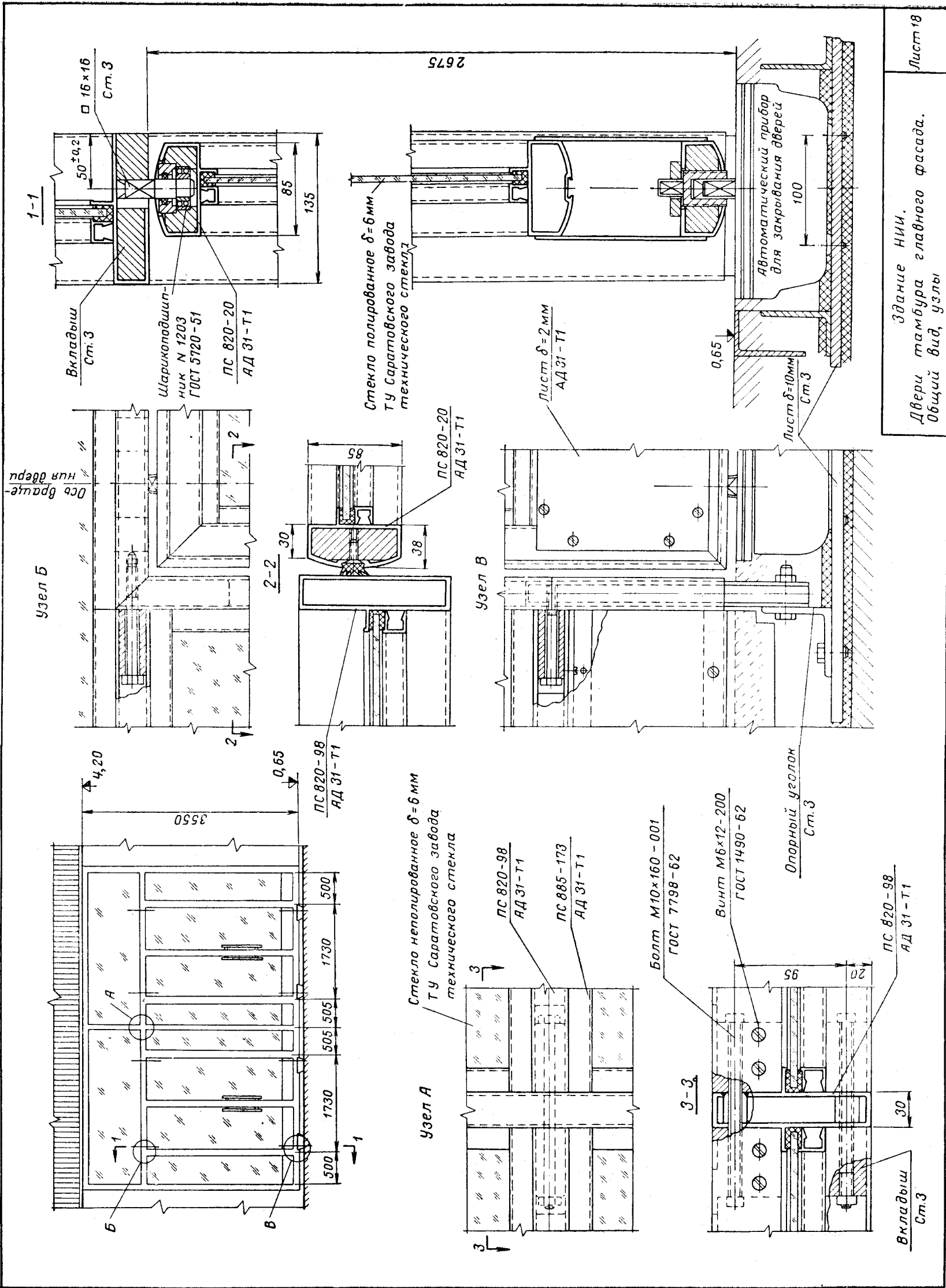
Узел Б



Узел В

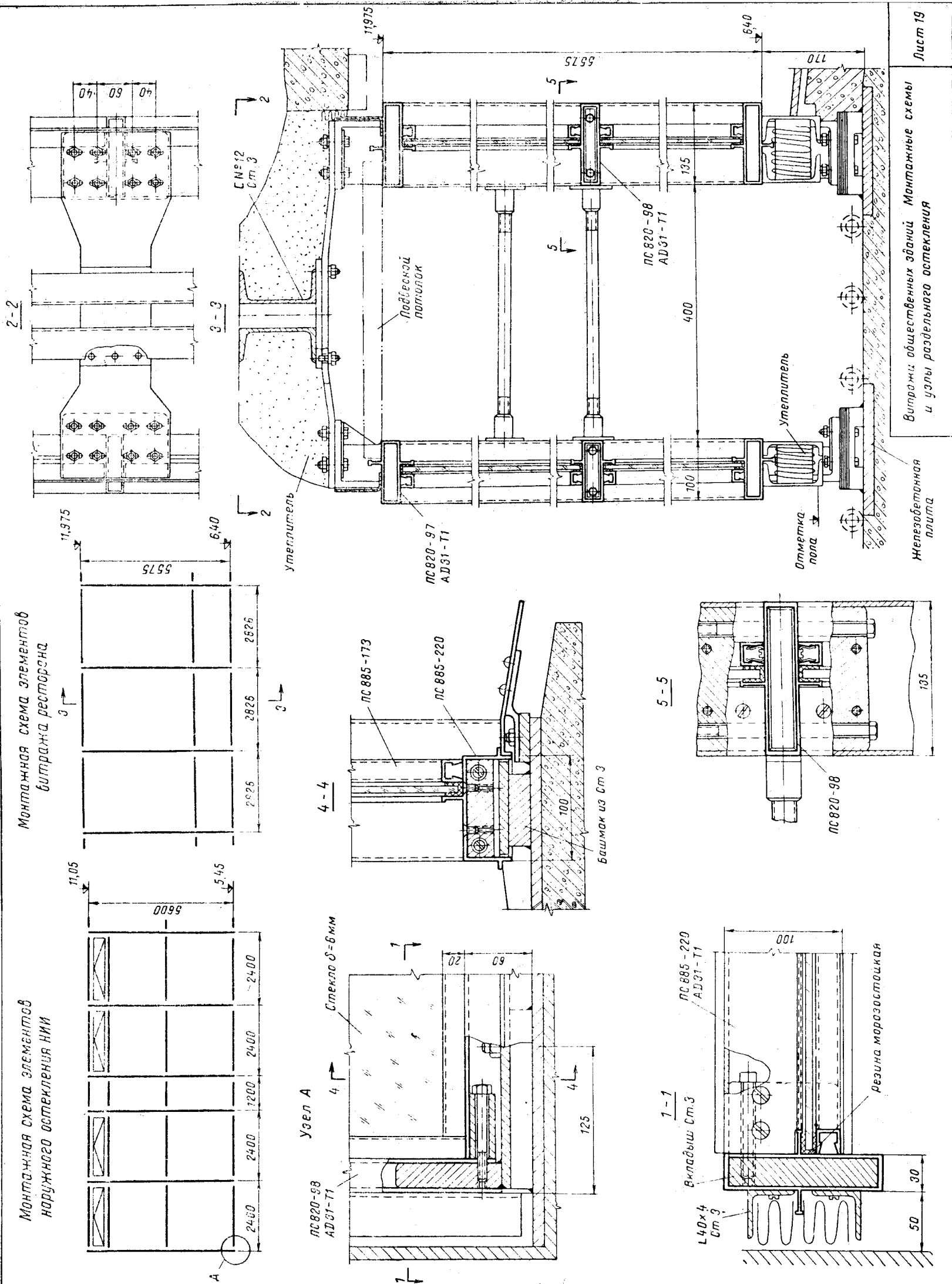


Кинескопный зал в Ленинграде Угловой витраж. Фасад, разрезы, узлы



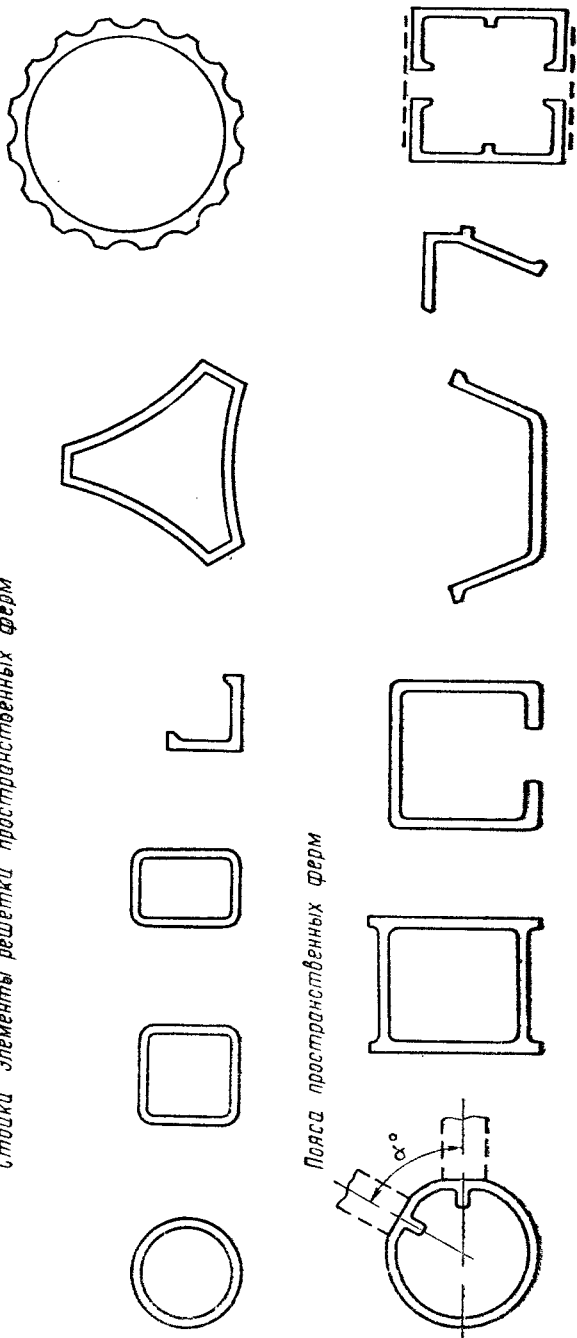
Здание НИИ.
Двери тамбура главного фасада.
Общий вид, узлы

Монтажная схема элементов
битрижа ресторана



Сжатые стержни

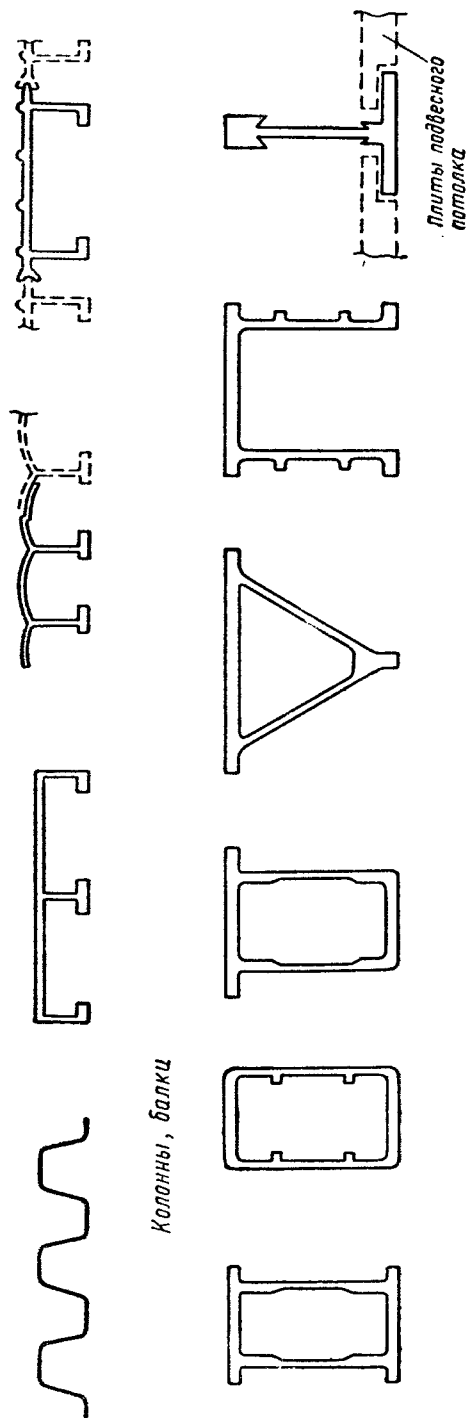
Стойки элементы решетки пространственных ферм



Пояса пространственных ферм

Сжато-изогнутые элементы и элементы балочного типа

Деревянные (при совместной работе с каркасом), панели, настил



Колонны, балки

Растянутые стержни

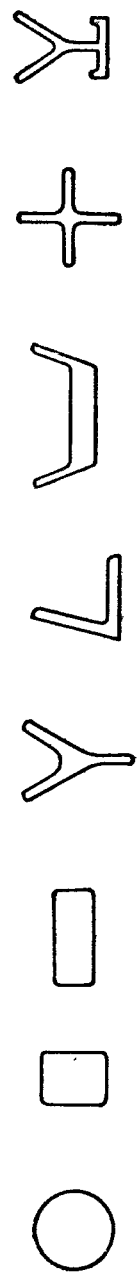


Схема планиметра

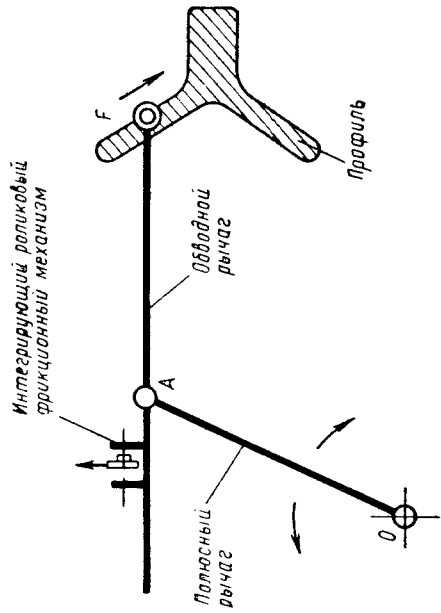
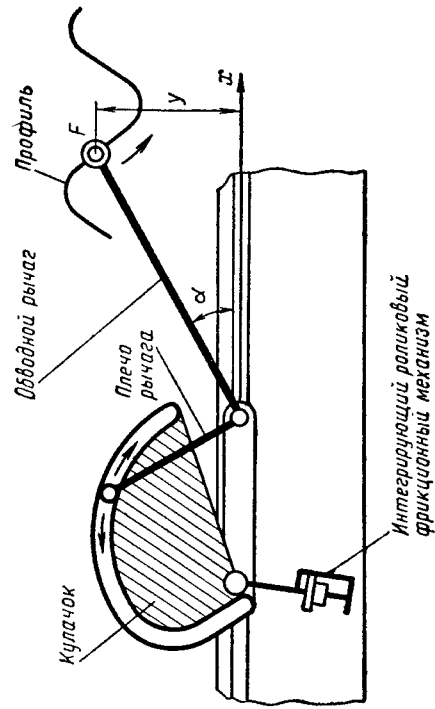


Схема моментного планиметра



Сечения элементов алюминиевых конструкций

Лист 20

ОГЛАВЛЕНИЕ

Пояснительная записка	3
I. Общие вопросы проектирования алюминиевых конструкций	—
II. Описание конструкций	5
Лист 1. Купольное покрытие, $D = 60$ м. План, разрезы. Схемы марок П и К . . .	8
Лист 2. Купольное покрытие, $D = 60$ м. Узлы . . .	9
Лист 3. Купольное покрытие, $D = 60$ м. Марка П-1. Детализовка позиций 1—4 . .	10
Лист 4. Панельно-каркасная система покрытия здания, $L = 72$ м. План, разрезы, узлы . . .	11
Лист 5. Панельно-каркасная система покрытия здания, $L = 72$ м. Марки ПК-1, ПК-7. Трубчатый профиль, поз. 7 . . .	12
Лист 6. Шпренгельное покрытие из гофрированных листов, $L = 48$ м. План, разрезы, узлы . . .	13
Лист 7. Седловидное покрытие из предварительно напряженных алюминиевых лент. План, разрезы, узлы . . .	14
Лист 8. Седловидное покрытие из предварительно напряженных алюминиевых лент. Узлы . . .	15
Лист 9. Стеновая панель, $L = 12$ м. Общий вид, узлы . . .	16
Лист 10. Ангар аэропорта Шереметьево. Панель покрытая 3×12 м . . .	17
Лист 11. Пешеходный мост в Ленинграде (вариант I). Фасад, разрезы, узлы . .	18
Лист 12. Пешеходный мост в Ленинграде (вариант I) Марка А1, детали . . .	19
Лист 13. Пешеходный мост в Ленинграде (вариант основной). План, разрезы, узлы .	20
Лист 14. Промежуточная опора ЛЭП 330 кв. Общая схема. Узлы. Прессованный профиль $L 85 \times 5$. . .	21
Лист 15. Буровая вышка, $Q = 150$ т. Схема, разрезы, узлы, детали . . .	22
Лист 16. Агломерационная фабрика. Вентиляционная алюминиевая труба в стальной башне. Схема, разрезы, узлы трубы . . .	23
Лист 17. Киноконцертный зал в Ленинграде. Угловой витраж. Фасад, разрезы, узлы .	24
Лист 18. Здание НИИ. Двери тамбура главного фасада. Общий вид, узлы . . .	25
Лист 19. Витражи общественных зданий. Монтажные схемы и узлы раздельного остекления . . .	26
Лист 20. Сечения элементов алюминиевых конструкций. Схемы планиметров . .	27

Артемова Илария Николаевна
АЛЮМИНИЕВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

* * *
Стройиздат
Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 9.
* * *

Редактор издательства М. С. Зубкова
Технический редактор Д. Я. Касимов
Корректор А. М. Введенская

Сдано в набор 21.VI 1967 г.	Подписано к печати 17.XI 1967 г.
Т-14546	4,9 усл. печ. л. (уч.-изд. 5,35 л.).
Формат $70 \times 108 \frac{1}{8}$ 1,75 бум. л.	Зак. № 540.
Тираж 10 000 экз.	Цена 19 коп.

Подольская типография Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР
г. Подольск, ул. Кирова, д. 25.