

СОВМЕЩЕННЫЕ ПАНЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ, ВОЗВОДИМЫХ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

**Украинченко Д.А., канд. техн. наук, Махина Д.С., Дума А.П.
Оренбургский государственный университет**

На сегодняшний день северные регионы страны приобретают все более актуальное значение, которое определяется, во-первых, наличием огромных запасов углеводородов в северных регионах планеты и подводных месторождениях; в-третьих, военно-стратегическим и транспортно-коммуникативным значением региона, обладающего колоссальным пространственным ресурсом.

Одной из задач, освоения северных регионов России, является решение следующих вопросов, а именно: ускорение типового жилищного строительства, возведение различного рода складов, бункеров, навесов и других подобных объектов, строительство объектов соцкультбыта в труднодоступных и малоосвоенных районах, а также для строительства на дорогах этих районов мостов, путепроводов, переходов, оперативное обустройство строителей, геологов и пограничников, ускоренное обустройство спасательных служб МЧС, спецподразделений МВД, ФПС и ФСБ, а также обеспечение жильем населения в чрезвычайных ситуациях.

Одним из путей решения вышеуказанных проблем служит повышение эффективности строительства за счет увеличения уровня индустриализации и степени заводской готовности строительных конструкций и деталей, расширения практически полносборного строительства и монтажа зданий и сооружений из прогрессивных конструкций, применения новых видов материалов и изделий, в том числе и из древесины.

Отечественный и зарубежный опыт проектирования и эксплуатации малоэнергоёмких деревянных конструкций свидетельствует о целесообразности широкого их применения. При этом, в большинстве случаев, проявляются такие их достоинства как небольшая масса конструктивных элементов, транспортабельность, сборность, простота монтажа, высокая коррозионная стойкость, долговечность и надежность, архитектурная выразительность и экономичность в сравнении с конструкциями из традиционных материалов. Опыт массового строительства зданий с применением деревянных клееных конструкций свидетельствует о получении реального экономического эффекта от сокращения сроков строительства на 20-30 %, трудоемкости на 45-50 %, расхода металла в 2-3 раза по сравнению со зданиями из сборного железобетона. В гражданских зданиях снижается вес конструкций в 4-5 раз, трудоемкость монтажа – до 20 %, расход стали – до 50 %. Нельзя не учитывать такой важный фактор, как эстетическое воздействие и биоклимат в помещении. Кроме этого, древесина является единственным сырьем, регенерируемым на поверхности Земли. На изготовле-

ние деревянных конструкций требуется в 4...126 раз меньше энергозатрат, чем на изготовление аналогичных стальных и железобетонных конструкций.

При проектировании зданий из конструкций на основе древесины особое место занимает выбор типа ограждающих конструкций покрытия и стен, так как они являются наиболее материалоемкими и существенно влияют на сметную стоимость зданий и сооружений. Исследованиями установлено, что, например, на изготовление несущих конструкций (арок, рам) древесины расходуется в 2-3 раза меньше, чем на изготовление ограждающих конструкций. Следует отметить, что на долю ограждающих конструкций приходится более 20 % общей трудоемкости возведения зданий. Поэтому вполне закономерно, что в настоящее время в нашей стране и за рубежом вопросам совершенствования конструктивных решений ограждающих элементов уделяется столь большое внимание.

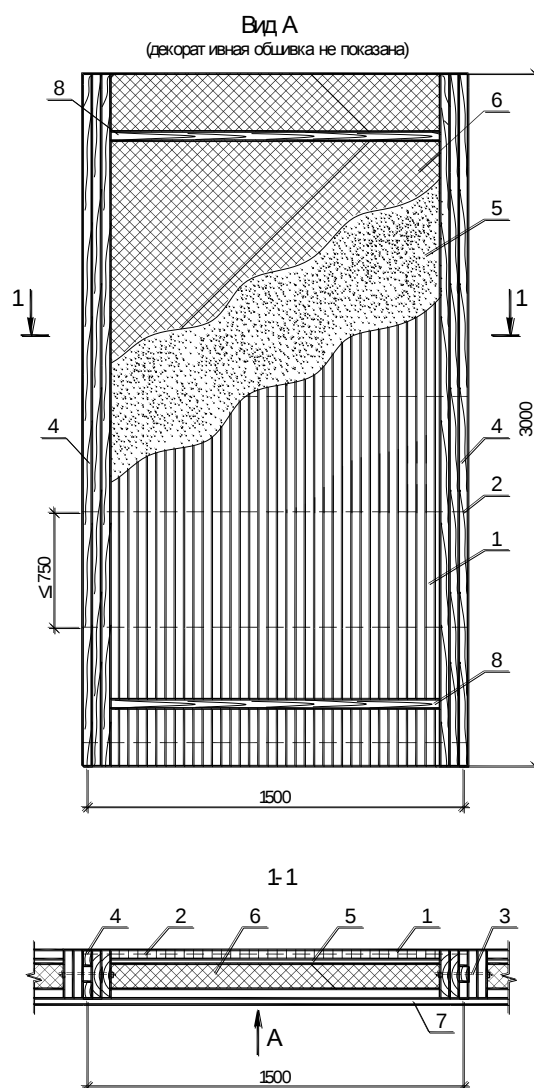
Развитие базы клееных деревянных конструкций обусловило не только техническую возможность, но и экономическую целесообразность применения в зданиях и сооружениях различного назначения совмещенных крупноразмерных панелей на деревянном каркасе с наибольшими габаритными размерами, допустимыми по технологическим параметрам и условиям транспортабельности. Наиболее ярко преимущества крупноразмерных ребристых конструкций проявляются при совмещении ими несущих и ограждающих функций, когда основные продольные ребра выполняют функции колонн или балок перекрытий, а обшивки, включенные в общую работу плиты вместе со вспомогательными элементами являются ограждающими элементами зданий и сооружений. Однотипные, унифицированные с производственной точки зрения плиты на основе древесины, совмещающие в себе несущие и ограждающие функции, могут с успехом служить «строительными кирпичиками» для разработки быстро возводимых зданий и сооружений.

Не вызывает сомнения целесообразность применения совмещенных большеразмерных ребристых плит на основе древесины для покрытий и стеновых ограждений в малоэтажном строительстве.

Ниже рассматривается ряд предлагаемых конструкций, разработанных на кафедре «Строительные конструкции» Оренбургского государственного университета совместно со специалистами НГАСУ (Сибстрин, г. Новосибирск) и Сибирского федерального университета (г. Красноярск).

1. Ребристые плиты в конструкциях стен

Представляется целесообразным использовать ребристые плиты в стенах малоэтажных зданий. Поставленные вертикально и скрепленные друг с другом (болтами, гвоздями и т.п.) плиты образуют стены высотой в один или два этажа, при этом, плиты располагаются ребрами наружу. Утеплитель необходимой толщины, размещается между ребрами по слою пароизоляции, внешние обшивки (сайдинг, вагонка, профнастил и т.д.) крепятся к ребрам и могут быть выполнены как съемные (рисунок 1). Оконные, дверные и другие необходимые проемы предусматриваются в рядовых панелях.



1 – П-образный клееный блок; 2 – поперечные арматурные стержни; 3 – соединительная шпилька; 4 – соединительные элементы; 5 – пароизоляция; 6 – утеплитель; 7 – внешняя декоративная обшивка; 8 – диафрагма жесткости.

Рисунок 1 - Стеновая панель из клееных блоков П-образного сечения

Панель состоит из двух деревянных ребер постоянной высотой поперечного сечения, которые вместе с приклеенной к ним фанерной или клеодоштой обшивкой образуют П – образное поперечное сечение. Неизменяемость поперечного сечения плиты обеспечивается диафрагмами жесткости, которые поставлены по концам и в середине пролета при расстоянии между диафрагмами не более 3,0 м. При применении фанерной обшивки в состав стеновой панели входят поперечные вспомогательные ребра, торцы которых соединены в зубчатый шип с обрамляющими элементами. Вспомогательные и обрамляющие ребра приклеены к фанерной обшивке. Клеевые соединения выполнены при помощи гвоздевого прижима, что повышает огнестойкость конструкции.

Предлагаемая конструкция стены обладает определенными достоинствами, а именно:

- стопроцентной заводской готовностью каркаса панелей с внутренней обшивкой;
- не нуждается во внутренней отделке, поскольку она может и должна быть произведена на заводе;
- транспортабельностью и неповреждаемостью панелей при перевозке их в пакетах;
- возможностью изменять термозащитные качества, не изменяя конструкцию каркаса панелей;
- преимуществами крупноблочного монтажа с использованием простых средств соединения;
- допускает возведение стен на закругленном плане;
- не имеет осадок, свойственных брусчатым (рубленным) стенам;
- в перекрытиях и утепленных покрытиях могут быть использованы аналогичные по конструкции плиты;
- повышенная степень сейсмостойкости.

2 Сводчатые и шатровые конструкции из ребристых плит

Своды из ребристых плит могут быть использованы в покрытиях над отапливаемыми и неотапливаемыми помещениями зданий с пролетами до 24-36 м. В поперечных сечениях своды из плит имеют полигональные очертания. Дощатоклеенные элементы их ребер переменного сечения получают путем диагональной распиловки клееных пакетов с последующим сопряжением в местах стыков, выполняемых с использованием зубчатых соединений (рисунок 2). Распор сводов воспринимают стальными затяжками или передают его непосредственно на фундаменты.

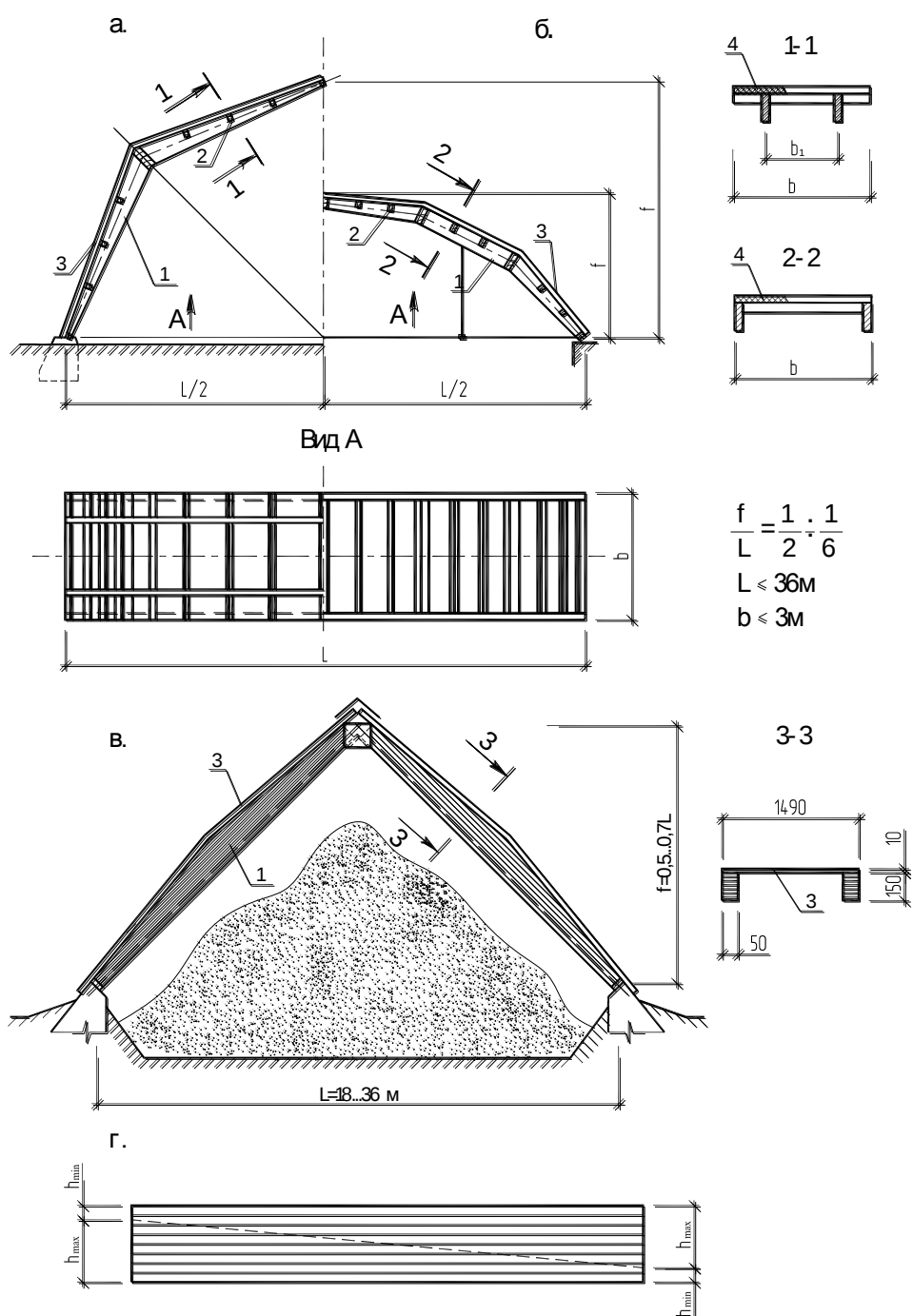
В ключе ребра полусводов стыкуют на болтах с постановкой парных накладок или иными известными способами.

Перспективным представляется использование большеразмерных ребристых плит в покрытиях шатрового типа (рисунок 3) над прямоугольными или квадратными в плане помещениями с размерами до 18х18 м.

Конструкция такого шатра состоит из наклонных плоских плит трапецевидного очертания и горизонтальной прямоугольной плиты, опертой на наклонные грани. Таким образом, шатер имеет вид усеченной пирамиды или клина.

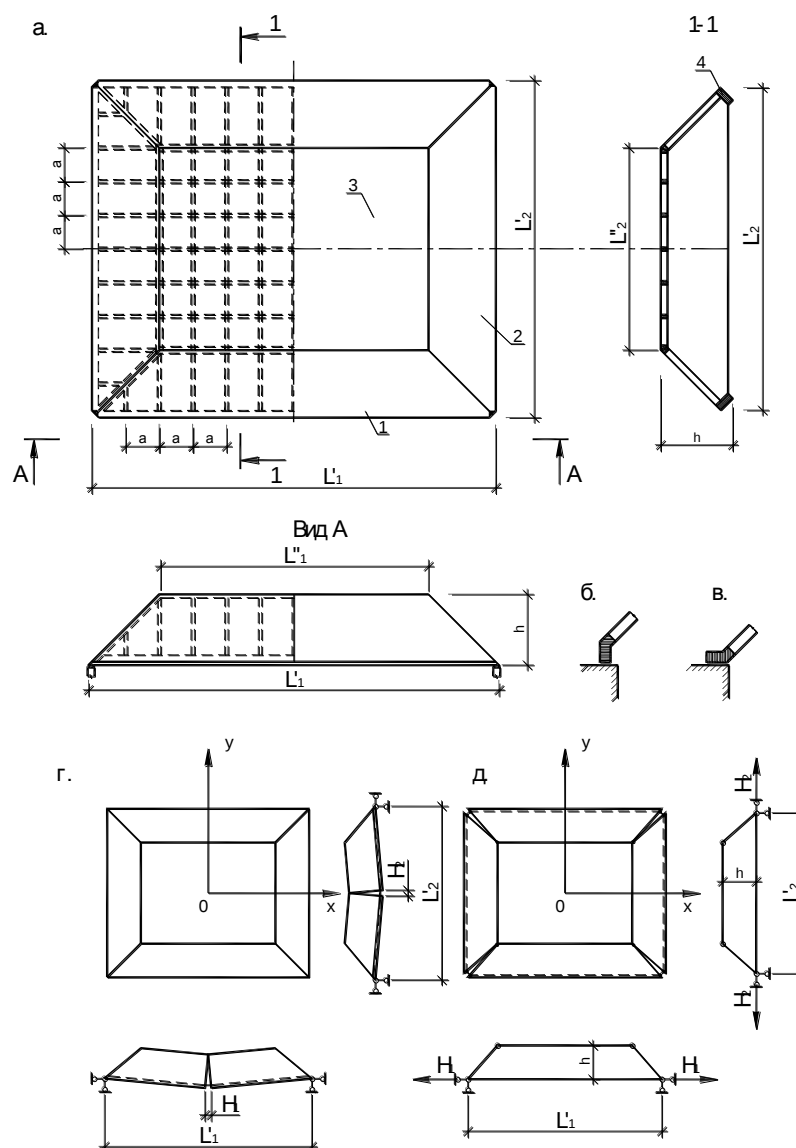
Наклонные плиты имеют каркас, включающий обрамляющие и поперечные ребра, а в ряде случаев и бортовые элементы. Плиты своей верхней стороной шарнирно связаны с горизонтальной гранью шатра, а нижней оперты на бортовой элемент (если он работает как балка отдельно от конструкции шатра). Плиты наклонных граней следует соединять с горизонтальной плитой так, чтобы обеспечивалась совместная их работа только на усилие сдвига (без восприятия изгибающих моментов как в линейных шарнирах). В углах шатра наклонные плиты можно просто соединить, введя в конструкцию дополнительные брусья, к которым присоединяются (на болтах, гвоздях) торцевые элементы об-

рамления плит. Бортовые элементы, а также нижние элементы обрамления плит, должны быть надежно соединены в углах для образования кольцевых поясов шатра. На рисунке 3 показаны возможные схемы разрушения шатра, оперттого по углам.



а – полигонального очертания с опиранием на фундаменты; б – то же, с металлической затяжкой; в – треугольный свод зерносклада из двускатных плит; г – схема распиловки клееных пакетов для получения элементов переменного сечения: 1 – основные ребра; 2 – поперечные ребра плит; 3 – обшивка; 4 – утеплитель.

Рисунок 2 - Своды из ребристых плит



а – принципиальная конструктивная схема: 1, 2 – плиты наклонных граней, 3 – горизонтальная плита, 4 – бортовой элемент; б, в – варианты сечений бортовых элементов; схемы разрушения шатровых складок с изломом по середине (г) и разделением (д) на 5 дисков

Рисунок 3 - Шатровая складка

3. Башни из ребристых плит

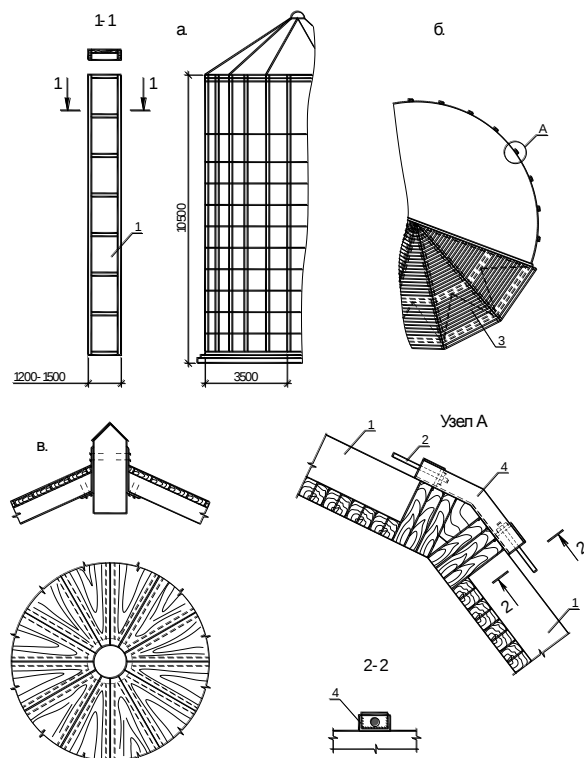
Из вертикально поставленных ребристых плит П-образного сечения могут быть выполнены башенные полносборные сооружения, например, башни для хранения зерна или других сыпучих материалов (рисунок 4).

Как видно из рисунка, продольные ребра плит ориентированы наружу. При сборке башни, плиты стягивают монтажными болтами (через 2-2,5 м по высоте) через уплотняющие клиновидные прокладки, предусмотренные между продольными ребрами по всей их длине.

После сборки башни на болтах устанавливают бандажи и производят их натяжение (рисунок 4, узел А). С внутренней стороны стыки плит перекрывают нащельниками, прибитыми гвоздями к ребрам плит.

Внутреннюю поверхность башни необходимо защищать от трения сыпучих материалов сплошной вертикальной обшивкой из досок ($\delta \geq 30$ мм).

Крыша башен также может быть собрана из плит имеющих трапециевидальное очертание в плане, при этом распор крыши воспринимается верхним бандажом.



а – фасад; б – план покрытия из щитов, в – коньковый узел; 1 – клееные плиты; 2 – бандажи из круглой стали; 3 – трапециевидные дощато-гвоздевые или клефанерные щиты покрытия; 4 – стальной башмак, сваренный из штампованных деталей или гнутых профилей.

Рисунок 4 - Сборная башенная конструкция из дощатоклееных плит П-образного сечения

В качестве основных несущих элементов панелей стен и покрытия крыши рекомендуется принимать два продольных дощатоклееных или клефанерных ребра, что позволяет снизить расход материала на ребра и на конструкцию в целом по сравнению с часторебристыми плитами. При необходимости для основных ребер могут быть использованы другие конструкции, например, деревометаллические балки со стенкой из стальных профилированных листов, сквозные элементы и т.п.

Верхнюю обшивку целесообразно выполнять из листов водостойкой фанеры толщиной не менее 8 мм, и приклеивать её к ребрам каркаса; тогда обшивка в наибольшей мере вовлекается в общую пространственную работу плиты, образуя совместно с ребрами П-образное или в виде двойного Т поперечное сечение. Включение обшивки в работу позволяет существенно увеличить моменты инерции и сопротивления поперечных сечений плит, что и приводит к

экономии материала. Поперечное сечение в виде двойного Т обеспечивает наиболее равномерное распределение нормальных сжимающих, а также изгибных напряжений в обшивке, которые возникают при общем изгибе плиты и при действии на обшивку равномерно распределенной внешней или монтажных нагрузок. С другой стороны, П-образное поперечное сечение в наибольшей степени отвечает требованию неповреждаемости конструкции, что особенно важно для районов, характеризующихся рассредоточением строительных объектов, а также для всех других случаев, когда возникают трудности, связанные с транспортировкой конструкций к месту строительства.

Из изложенного материала по новым конструктивным решениям большеразмерных совмещенных плит из клееной древесины следует:

- разработанные конструкции имеют повышенную степень заводской готовности, долговечности и реализуют преимущества крупноблочного монтажа;

- из ребристых плит с обшивками, включенными в общую работу с каркасом, могут быть собраны разнообразные пространственные совмещенные конструкции покрытий и перекрытий зданий: плиты «на пролет», плиты «на комнату», шатровые, башенные, рамные и другие пластинчатые конструкции;

- ребристые плиты можно эффективно использовать в качестве верхних поясов в пластинчато-стержневых конструкциях: в шпренгельных системах, пространственных фермах, рамах и др;

- при необходимости эти конструкции могут быть выполнены как сборные или сборно-разборные, пригодные для транспортировки на большие расстояния любым транспортом;

- разработанные однотипные ребристые плиты унифицированы по своим технологическим качествам, массовое изготовление плит разного назначения не потребует переналадки технологических линий;

- большеразмерные совмещенные плиты целесообразно использовать в покрытиях и стеновых ограждениях при строительстве в сейсмически активных районах;

- настоящей необходимостью является постановка экспериментально теоретических исследований с целью разработки нормативных рекомендаций по проектированию пространственных ребристых совмещенных плит.

Список литературы

1. Быстровозводимые здания и сооружения на основе унифицированных совмещенных деревянных элементов / Д.А. Украинченко, Л.А. Муртазина, К.В. Шмелев // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2015. - С.492-495. – CD-R

2. Конструктивно-технологическая система на основе энергоэффективных деревянных панелей в современном малоэтажном строительстве / Д.А. Украинченко, С.П. Лунин, А.Ю. Козлов // Университетский комплекс как региональный

центр образования, науки и культуры: материалы Всероссийской научно-методической конференции. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2016. - С.707-710. – CD-R.