

УДК 624.011.2

**В. И. Жаданов, М. А. Нестеренко, Ю. А. Ловецкая**

*Оренбургский государственный университет*

## **РАЦИОНАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ СОВМЕЩЕННЫХ ПЛИТ НА ДЕРЕВЯННОМ КАРКАСЕ**

Совмещенные плиты на деревянном каркасе с обшивками, включенными в общую работу конструкции, находят широкое применение в строительной практике. Однако известные конструктивные решения отличаются высокой материалоемкостью. Авторами предложены рекомендации по конструированию и расчету рассматриваемого класса конструкций, учет которых обеспечит экономию материальных ресурсов. Выполнен анализ влияния конструктивных особенностей плит на общий расход материалов. Показана эффективность включения обшивок в общую работу плит. Обосновано преимущество их применения в покрытиях как конструкций «на пролет». Приведены особенности учета возможности потери устойчивости сжатыми обшивками.

**Ключевые слова:** совмещенная конструкция, плита, деревянный каркас, несущие ребра, обшивка, конструирование, расчет, устойчивость, конструкция «на пролет», эффективность.

Совмещенные плиты на деревянном каркасе (совмещающие в себе несущие и ограждающие функции) широко применяют в отечественном и зарубежном строительстве в качестве сборных элементов в покрытиях, перекрытиях, в стеновых ограждениях [1—3]. Для обшивок таких плит используют водостойкую фанеру, плоские асбестоцементные листы, OSB, LVL, стальной профилированный лист. При этом обшивки крепят к каркасу при помощи гвоздей, шурупов, саморезов, скоб или клея, используя для приклейки, как правило, гвоздевой прижим. В теплых зданиях применяют верхнюю и нижнюю обшивки, размещая на последней теплоизоляционные материалы. В неотапливаемых помещениях используют плиты с односторонней обшивкой — верхней или нижней, в зависимости от типа кровельного материала.

При пролетах плит до 6,0 м в качестве несущих ребер применяют цельную строганную древесину в виде досок «на ребро». Количество ребер в зависимости от пролета конструкции и действующих нагрузок принимают от двух до четырех при общей ширине плиты 1,2...3,0 м. Поперечные сечения совмещенных плит пролетом до 6,0 м показаны на рис. 1. Опорами для плит служат несущие стены или стропильные элементы в виде балок, ферм или арок, расположенных в покрытии с шагом, равным пролету плиты.

В случае применения для ребер плит клееной древесины их пролет может быть увеличен до 12,0...18,0 м [4—8], что определяется условиями транспортировки плит к месту строительства. В этом случае для несущих ребер применяют клеодошчатые балки прямоугольного поперечного сечения, клефанерные или клееные армированные балки, а также композитные балки [9]. Примеры поперечных сечений плит пролетом 12...18 м, применяемых в отечественной строительной практике, приведены на рис. 2.

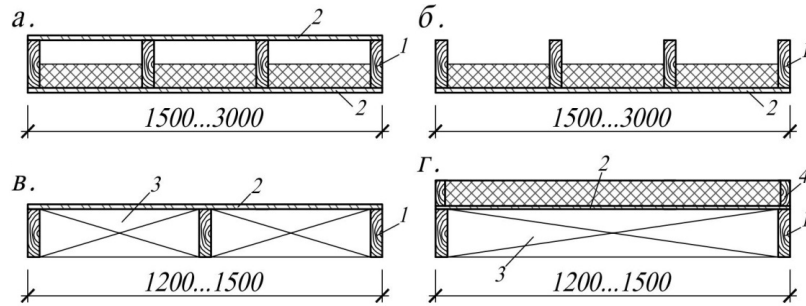


Рис. 1. Поперечные сечения совмещенных плит пролетом до 6,0 м: *a* — под рулонную кровлю для отапливаемых зданий; *б* — то же под кровлю из листовых материалов; *в* — для неотапливаемых зданий под рулонную кровлю; *г* — для отапливаемых зданий под кровлю из листовых материалов: 1 — несущие ребра; 2 — обшивки; 3 — диафрагмы жесткости; 4 — обрамляющие элементы

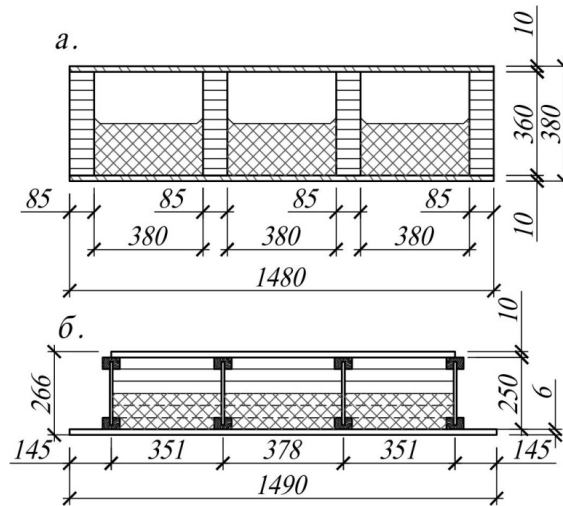


Рис. 2. Примеры поперечных сечений плит пролетом 12...18 м: *a* — с клеодошными ребрами (плита ДФП-12/4 Киевского ИСИ) [9]; *б* — с клефанерными ребрами (плита Южгипронисельхоз [10])

Совмещенные плиты на деревянном каркасе в независимости от пролета рассчитывают по балочной схеме как однопролетные конструкции в соответствии с требованиями СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции». При использовании механических связей в работе плиты на восприятие внешних нагрузок участвуют только деревянные ребра [10—14]. В случае приклейки обшивок к ребрам нагрузки воспринимаются ребрами и обшивками, что позволяет определять геометрические характеристики поперечного сечения по методу приведенного сечения с учетом разномодульности использованных материалов.

Критический анализ особенностей конструктивных решений совмещенных плит на деревянном каркасе и методик их расчета показал, что существуют резервы для повышения их технико-экономической эффективности, за счет которых можно обеспечить экономию как материальных, так и трудовых ресурсов.

Такие резервы можно обеспечить, проектируя совмещенные плиты с учетом нижеприведенных положений и рекомендаций.

1. Обшивки плит из фанеры или других аналогичных листовых материалов рекомендуется приклеивать к деревянным ребрам, вовлекая тем самым их в общую работу конструкции. За счет жесткого сопряжения с ребрами обшивки в наибольшей мере вовлекаются в общую пространственную работу плиты, образуя коробчатое или П-образное приведенное поперечное сечение. В этом случае приведенный момент инерции поперечного сечения плиты  $J_{пр}$ , например по рис. 1, а, будет определен по формуле

$$J_{пр} = J_{др} n + J_{фв} + J_{фн}, \quad (1)$$

где  $J_{др}$  — момент инерции деревянных ребер;  $J_{фв}$  — момент инерции верхней фанерной обшивки;  $J_{фн}$  — момент инерции нижней фанерной обшивки;  $n = E_{др} / E_{ф}$  — коэффициент приведения, равный отношению модулей упругости древесины и фанеры.

Включение обшивки в работу позволяет существенно (на 35...60 %) увеличить моменты инерции и сопротивления поперечных сечений ребристых конструкций, что приводит к экономии материала при незначительном увеличении (порядка 3...5 %) трудоемкости изготовления плиты. Например, в рассматриваемом примере в случае присоединения обшивок к каркасу на гвоздях расход древесины на плиту размером  $1,5 \times 6,0$  м составит  $0,29 \text{ м}^3$ , а при приклеивании обшивок —  $0,22 \text{ м}^3$ .

Отметим, что эффективность этого конструктивного приема увеличивается с увеличением пролета плиты.

2. В совмещенных плитах на деревянном каркасе в качестве основных несущих элементов рекомендуется принимать только два продольных ребра. Такое решение позволит снизить расход древесины на ребра и на конструкцию в целом по сравнению с часторебристыми плитами. Например, при проектировании плиты с фанерными обшивками по рис. 2, а под расчетную нагрузку  $3,0 \text{ кН/м}^2$  пролетом 12,0 м только замена четырех ребер из клееной древесины поперечным сечением  $85 \times 360$  мм на два ребра такой же ширины (при условии равенства геометрических характеристик с учетом работы фанерной обшивки) обеспечит экономию древесины на 26 %. Такой эффект в плитах пролетом 18,0 м будет еще более ощутимым.

3. Совмещенные плиты пролетом 12...18 м целесообразно применять в покрытиях зданий как конструкции «на пролет», опирая их непосредственно на продольные несущие стены или на подстропильные конструкции. Традиционная схема покрытия и покрытие с плитами «на пролет» показаны на рис. 3. Применение схемы покрытия «на пролет» обеспечивает:

- совмещение несущих и ограждающих функций;
- снижение общего расхода материалов на покрытие на 24...28 %;
- снижение трудоемкости монтажа вследствие укрупнения монтажных элементов и уменьшения их количества;
- уменьшение количества стыков, что повышает долговечность и эксплуатационную надежность покрытия;
- максимальную заводскую готовность конструкций.

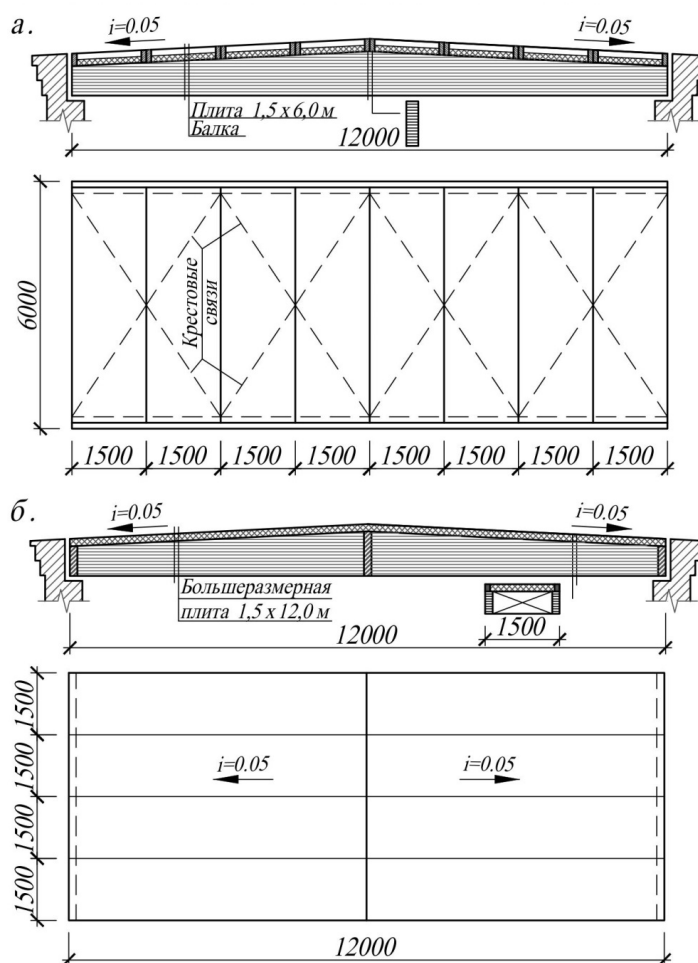


Рис. 3. Конструктивные схемы покрытия здания: а — традиционная с применением плит и стропильных балок; б — с крупноразмерными совмещенными плитами «на пролет»

4. В совмещенных плитах с фанерными обшивками целесообразно (кроме индивидуальных проектных требований) отказаться от нижней обшивки, располагаемой в растянутой зоне поперечного сечения. Это обосновывается тем, что по требованиям СП 64.13330.2017 при учете растянутой нижней обшивки в общей работе конструкции проектировщик должен на 40 % уменьшить ее геометрические характеристики. Таким уменьшением нормы предусматривают возможный непрочный стыков листов фанеры. Это приводит к увеличению расходов материалов на плиту и, соответственно, ее стоимости. Приведем пример. Применение в покрытии здания плит с поперечным сечением по рис. 1, б с размещением утеплителя на верхней обшивке вместо плит по рис. 1, а при прочих одинаковых параметрах обеспечит сокращение дорогостоящей фанеры на конструкцию на 38 % при увеличении расхода древесины на ребра всего лишь на 4 %. Дополнительно отказ от нижней обшивки обеспечивает открытость основных несущих ребер и, как следствие, возможность их быстрого проветривания в случае увлажнения. При размещении утеплителя в толще плиты (см. рис. 1, а) возникает опасность загнивания

ребер при увлажнении утеплителя, особенно при отсутствии вентиляции в межреберном пространстве.

При необходимости применения нижней обшивки, например в отапливаемых зданиях с кровлей из листовых материалов (рис. 1, б), целесообразно предусмотреть вариант применения тонких листов LVL вместо фанеры, так как такие листы могут быть изготовлены без стыков длиной до 18 м, т. е. нижняя обшивка будет полноценно участвовать в общей работе плиты.

Необходимо отметить, что технико-экономическая эффективность применения LVL должна быть подтверждена соответствующим экономическим обоснованием, которое должно быть выполнено с учетом регионального уровня цен на применяемые материалы.

5. В совмещенных плитах пролетом 12...18 м вместо клеодощатых основных ребер прямоугольного поперечного сечения, работающих на изгиб, с целью экономии расхода материалов рекомендуется применять ребра с наиболее рациональной формой поперечного сечения, например двутавровые клефанерные балки [15]. В этом случае пояса балок, а также обшивки расположены в наиболее напряженных зонах и эффективно работают на восприятие нормальных напряжений (рис. 4, а).

Как известно, для рассматриваемого случая нормальные напряжения в наиболее напряженных сжатых и растянутых точках поперечного сечения  $\sigma_{ф.с}$  и  $\sigma_{д.р}$  (рис. 4, точки 1, 2) можно определить по формулам

$$\sigma_{ф.с} = \frac{M}{J_{пр}} (h_{пл} - y_0) \leq R_{ф.с}, \quad (2)$$

$$\sigma_{д.р} = \frac{M}{J_{пр}} y_0 \leq R_{д.р}, \quad (3)$$

где  $M$  — расчетный изгибающий момент;  $h_{пл}$  — общая высота поперечного сечения плиты;  $y_0$  — расстояние от нижней грани плиты до нейтральной оси поперечного сечения.

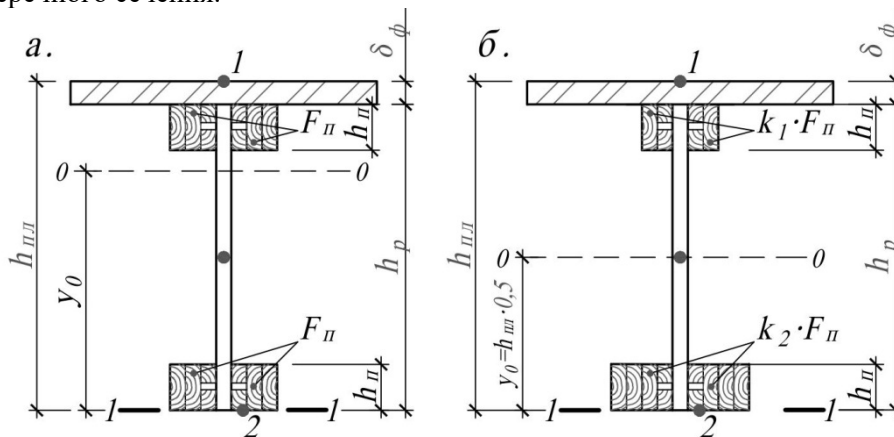


Рис. 4. Расчетные сечения совмещенной плиты с клефанерными ребрами: а — с поясами ребер равной площади поперечного сечения; б — с рациональными поясами различной площади поперечного сечения

Как видно из рис. 4, а, за счет включения фанерной обшивки в общую работу конструкции происходит смещение нейтральной оси поперечного сечения вверх относительно центра тяжести основных ребер. В этом случае в соответствии с (2) и (3) при достижении предельного состояния растянутого нижнего пояса основных ребер (точка 2), когда  $\sigma_{д.р} = R_{д.р}$ , верхний пояс клефанерных балок (или сжатая зона клеодошчатых балок прямоугольного поперечного сечения) и фанерная верхняя обшивка (точка 1) будут неэффективно участвовать в общей работе плиты, т. е. действующие в них нормальные напряжения  $\sigma_{ф.с}$  будут гораздо меньше расчетных сопротивлений фанеры на сжатие  $R_{ф.с}$ .

Для устранения этого недостатка целесообразно запроектировать поперечное сечение совмещенной плиты таким образом, чтобы нейтральная ось поперечного сечения находилась посередине общей высоты плиты. Этого можно достичь, например, приняв пояса клефанерных балок различной площади, уменьшив площадь сечения верхнего пояса балки и соответственно увеличив площадь поперечного сечения нижнего пояса при условии сохранения равного расхода материала в сравнении с ребрами с одинаковыми поясами. В этом случае определить соотношение площадей поперечных сечений поясов можно по следующему алгоритму.

А. По общеизвестным конструктивным рекомендациям определяем высоту плиты  $h_{пл}$ , толщину фанерной обшивки  $\delta_{ф}$ , ориентировочную площадь поперечного сечения верхнего и нижнего пояса несущих ребер, при этом  $F_{в.п} = F_{н.п} = F_{п}$  (см. рис. 4, а). Высоту поясов  $h_{п}$  принимаем постоянной с учетом сортамента досок или брусков (брусьев).

Б. При сохранении общей площади поясов ребра  $F_{п}$  принимаем площадь верхнего пояса  $F_{в.п} = k_1 F_{п}$  и площадь нижнего пояса  $F_{н.п} = k_2 F_{п}$ , при этом коэффициенты  $k_1$  и  $k_2$  учитывают величину уменьшения или увеличения площадей поперечного сечения поясов соответственно.

В. С учетом наличия в поперечном сечении материалов с разными модулями упругости (в рассматриваемом случае древесины и фанеры) определяем местоположение нейтральной оси сечения по приведенным характеристикам, выполняя расчет относительно нижней грани несущих ребер (сечение 1—1 на рис. 4, б). Тогда запишем следующее выражение:

$$y_0 = \frac{S_{np}^{1-1}}{F_{np}} = \frac{h_{пл}}{2}. \quad (4)$$

С учетом равного расхода древесины на пояса плит по рис. 4, а и 4, б:

$$2F_n = k_1 F_n + k_2 F_n \quad (5)$$

или

$$k_1 + k_2 = 2. \quad (6)$$

Приведенный статический момент  $S_{np}^{1-1}$  относительно грани 1—1:

$$S_{np}^{1-1} = F_{ф} \left( h_{пл} - \frac{\delta_{ф}}{2} \right) + F_{ст} \frac{h_p}{2} + nk_1 F_n \left( h_p - \frac{h_n}{2} \right) + nk_2 F_n \frac{h_n}{2}. \quad (7)$$

Решая совместно (6) и (7), определим величины  $k_1$  и  $k_2$  или требуемое соотношение площадей верхнего и нижнего поясов клеефанерных ребер.

Г. Принимаем окончательно размеры верхнего и нижнего поясов ребер с учетом сортамента древесины.

Д. Выполняем проверку принятого поперечного сечения совмещенной панели по прочности и жесткости. При необходимости выполняем корректив.

Рассмотрим пример. В случае применения в качестве несущих ребер совмещенной плиты клеефанерных балок по рис. 4, а при высоте ребра 700 мм, поясов из брусьев поперечным сечением  $100 \times 100$  мм, верхней обшивки и стенки из фанеры толщиной 10 мм приведенный момент сопротивления поперечного сечения  $W_{пр}$  при проверке по нормальным напряжениям наиболее напряженной точки 2 составит  $13\,000\text{ см}^3$ . В случае назначения поперечных сечений поясов разной площади по рис. 4, б в соответствии с вышеприведенными рекомендациями при условии одинакового расхода материалов в сравниваемых вариантах такой приведенный момент инерции  $W_{пр}$  уже будет равным  $15\,500\text{ см}^3$ , т. е. величина проверяемых напряжений будет уменьшена практически на 20 %, за счет чего и достигается экономия расхода древесины на ребра и на конструкцию совмещенных плит в целом.

6. Верхняя сжатая обшивка в совмещенных плитах, когда она включается в общую работу конструкции, должна быть проверена на прочность с учетом возможной потери устойчивости по формуле (52) СП 64.13330.2017:

$$\sigma_{\phi, c} = \frac{M}{(nJ_{пр} + \phi_{\phi}J_{в. \phi})} (h_{пл} - y_0) \leq R_{\phi, c}, \quad (8)$$

где  $\phi_{\phi}$  — коэффициент продольного изгиба, учитывающий возможную потерю устойчивости фанерной обшивки и определяемый в зависимости от отношения расстояния между ребрами панели в свету  $c$  к толщине обшивки  $\delta_{\phi}$  в соответствии с рекомендациями п. 7.28 СП 64.13330.2017;  $n = E_d / E_{\phi}$  — коэффициент приведения древесины к фанере;  $J_p$  — момент инерции основных несущих ребер;  $J_{в. \phi}$  — момент инерции верхней фанерной обшивки.

Например, для совмещенной плиты по рис. 1, а при толщине фанерной обшивки 10 мм коэффициент  $\phi_{\phi}$  будет равен 0,61. В случае применения плит с тремя несущими ребрами (см. рис. 1, в) коэффициент  $\phi_{\phi}$  уже будет составлять 0,47, а в плитах с двумя ребрами (см. рис. 1, з) — 0,12. Соответственно, эффект от включения обшивок в общую работу совмещенной плиты резко падает, что приводит к неоправданному перерасходу материалов на проектируемые плиты.

В этой связи представляется целесообразным обеспечить устойчивость сжатой обшивки до достижения совмещенной плитой предельного состояния. Реализовать это предложение, с одной стороны, возможно за счет увеличения толщины обшивки, применения в конструкции дополнительных вспомогательных ребер с шагом, достаточным для обеспечения устойчивости обшивки. С другой стороны, вопросы устойчивости сжатых обшивок совмещенных плит до настоящего времени недостаточно изучены, они требуют дополнительных как теоретических, так и экспериментальных исследований. Проведенные авторами эксперименты на крупноразмерных моделях совмещенных клеефанерных плит подтвердили перспективность таких исследований [16, 17].

Рассмотренные конструктивные и расчетные рекомендации показывают потенциальные резервы, способствующие достижению существенной экономии как материальных, так и трудовых ресурсов при применении в зданиях и сооружениях совмещенных плит на деревянном каркасе. Кроме того, есть и другие аспекты, за счет которых конструктивные решения рассматриваемого класса конструкций могут быть усовершенствованы. Например, для плит над неотапливаемыми помещениями может оказаться целесообразным применение в качестве обшивок стальных профилированных настилов, соединенных с ребрами на саморезах или дюбелях-гвоздях. В этом случае и основные несущие ребра могут быть выполнены из деревометаллических балок со стенкой из стальных профилированных листов [18]. Перспективным направлением исследований в этом аспекте является разработка способов соединения тонких стальных обшивок с деревянным каркасом на основе вклеенных в массив древесины элементов, отличающихся от известных решений низкой податливостью соединения [19—21]. Несомненный интерес с точки зрения уменьшения материалоемкости рассматриваемого класса конструкций представляет вопрос применения в качестве основных ребер совмещенных плит армированных деревянных элементов [22].

В любом случае конструктивное решение совмещенных плит на деревянном каркасе должно учитывать технические и технологические возможности региона строительства, опираться на соответствующие технико-экономические расчеты. Такие расчеты должны учитывать, что применение в зданиях совмещенных плит на деревянном каркасе обеспечивает реализацию требований энергоэффективности и экологической безопасности, являющихся приоритетными критериями «зеленого» строительства [23].

Комплексный учет всех вышеизложенных рекомендаций обеспечит повышение эффективности строительства с применением деревянных конструкций и их конкурентоспособность на строительном рынке.

#### **Выводы**

1. Проведенный критический анализ конструктивных решений совмещенных плит на деревянном каркасе позволил определить возможные пути их совершенствования, реализация которых приведет к существенной экономии как материальных, так и трудовых ресурсов.

2. При проектировании совмещенных плит на деревянном каркасе необходимо руководствоваться перечисленными рекомендациями с учетом региональных особенностей района строительства.

3. Выбор окончательного конструктивного решения должен быть определен соответствующим технико-экономическим обоснованием, выполненным с учетом региональных условий строительства, сложившегося уровня цен на строительные материалы и возможностями базы строительной индустрии в регионе строительства.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. *Тарасевич А. И.* Клеефанерные конструкции для покрытий производственных сельскохозяйственных зданий // Строительство и архитектура Белоруссии. 1981. № 1. С. 38—40.
2. *Инжутов И. С., Рожков А. Ф., Никитин В. М.* К проблеме малоэтажного домостроения в Сибири // Вестн. ТГАСУ. 2007. № 1. С. 75—81.
3. *Ковальчук Л. М.* Основные направления совершенствования деревянных конструкций и повышения эффективности их применения в строительстве // Состояние и перспективы



исследования в области деревянных строительных конструкций. М.: ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко, 1983. С. 4—10.

4. Барков М. С., Никитин В. М., Ермолин В. Н. Формообразование большепролетных покрытий общественных зданий и сооружений с применением двухскатных клеодошчатых элементов // Вестн. Томского гос. архитектур.-строит. ун-та. 2012. № 1. С. 100—105.

5. Дмитриев П. А., Инжутов И. С. Пространственные индустриальные конструкции для покрытий зданий // Изв. вузов. Стр-во и архитектура. 1989. № 2. С. 23—27.

6. Жаданов В. И. Экспериментально-теоретические исследования напряженно-деформированного состояния крупноразмерных клефанерных плит при поперечном изгибе // Изв. вузов. Стр-во. 2003. № 4. С. 108—112.

7. Жаданов В. И., Яричевский И. И. Эффективность применения крупноразмерных плит на основе древесины в покрытиях зданий // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: материалы междунар. науч. конф. М.: МГСУ, 2015. С. 150—154.

8. Zadanov V. I. Zespólone plyty zebrowe duzych rozpietosci // Drewno i materialy drewnopochodne w konstrukcjach budowlanych. Szczecin, 2004. S. 281—288.

9. Zhuravleva T. P., Karelskiy A. V., Labudin B. V. Load-to-failure bending test of wood composite beams connected by gang nail // Magazine of Civil Engineering. 2015. Vol. 54. Pp. 77—85.

10. Blass H. J., Schädle P. Ductility aspects of reinforced and non-reinforced timber joints // Engineering Structures. 2011. Vol. 33. Pp. 3018—3026.

11. Joints and wood shear walls modelling I: Constitutive law, experimental tests and FE model under quasi-static loading / J. Humbert, C. Boudaud, J. Baroth, S. Hameury, L. Daudeville // Engineering Structures. 2014. Vol. 65. Pp. 52—61.

12. Karadelis J., Brown P. Punched metal plate timber fasteners under fatigue loading // Construction and Building Materials. 2000. Vol. 14. Pp. 99—108.

13. Tomasi R., Crosatti A., Piazza M. Theoretical and experimental analysis of timber-totimber joints connected with inclined screws // Construction and Building Materials. 2010. Vol. 24. Iss. 9. Pp. 1560—1571.

14. Жербин М. М. Повышение эффективности металлических и деревопластмассовых конструкций. Киев: Будивельник, 1978. 144 с.

15. Житушкин В. Г. Исследование работы крупноразмерных плит покрытия с клефанерным каркасом // Сб. ЦИНИС. Сер. 8. 1979. Вып. 12. С. 41—43.

16. Жаданов В. И., Яричевский И. И. Эффективность применения крупноразмерных плит на основе древесины в покрытиях зданий // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: материалы междунар. науч. конф. М.: МГСУ, 2015. С. 150—154.

17. Жаданов В. И., Украинченко Д. А. Деревянные панельные конструкции для малоэтажного строительства. Оренбург: Университет, 2013. 390 с.

18. Калинин С. В., Украинченко Д. А. Особенности напряженно-деформированного состояния деревометаллических балок со стенкой из стальных профилированных листов // Вестн. ОГУ. 2012. № 3. С. 57—62.

19. Gustafsson P. J., Serrano E. Predicting the pull-out strength of glued-in rods // Proceedings of World Conference on Timber Engineering, Whistler Resort, Canada, July — August 2000.

20. Zofia Gil. Analiza mozliwosci zastosowania pretow spiralnych do napraw konstrukcji drewnianyc. Rozprawa doktorska. Szczecin, 2007.

21. Вдовин В. М., Арискин М. В. Напряжено-деформированное состояние элемента с вклеенными стальными шайбами // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архитектура. 2009. Вып. 13(32). С. 36—42.

22. Есинов А. В., Сальный И. С., Воробьев Я. В. Расчет прочности нормальных сечений армированных деревянных балок // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архитектура. 2017. Вып. 49(68). С. 5—15.

23. Корниенко С. В. Энергоэффективность, экологическая безопасность, экономическая эффективность — приоритетные задачи «зеленого» строительства // Вестн. Волгогр. гос. архитектур.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архитектура. 2017. Вып. 49(68). С. 167—177.

© Жаданов В. И., Нестеренко М. А., Ловецкая Ю. А., 2022

Поступила в редакцию  
в январе 2022 г.

*Ссылка для цитирования:*

*Жаданов В. И., Нестеренко М. А., Ловецкая Ю. А.* Рациональные конструкции совмещенных плит на деревянном каркасе // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2022. Вып. 1(86). С. 33—42.

*Об авторах:*

**Жаданов Виктор Иванович** — д-р техн. наук, проф., зав. каф. строительных конструкций, советник РААСН, Оренбургский государственный университет. Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13; organ-2003@bk.ru

**Нестеренко Максим Алексеевич** — аспирант каф. строительных конструкций, Оренбургский государственный университет. Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13; nesterenko\_m\_a@mail.ru

**Ловецкая Юлия Андреевна** — аспирант каф. строительных конструкций, Оренбургский государственный университет. Российская Федерация, 460018, г. Оренбург, пр. Победы, 13; lovetskaya97@inbox.ru

**Viktor I. Zhadanov, Maxim A. Nesterenko, Yulia A. Lovetskaya**

**Orenburg State University**

## **RATIONAL DESIGNS OF COMBINED SLABS ON A WOODEN FRAME**

Combined plates on a wooden frame with sheaths included in the overall work of the structure are widely used in construction practice. However, the known design solutions are characterized by high material consumption. The authors have proposed recommendations for the design and calculation of the class of structures under consideration, accounting for which will ensure the saving of material resources. The analysis of the influence of the design features of the plates on the total consumption of materials is carried out. The effectiveness of the inclusion of sheaths in the overall operation of the plates is shown. The advantage of their use in coatings as structures “on the span” is justified. The features of taking into account the possibility of loss of stability by compressed sheaths are given.

**Key words:** combined structure, plate, wooden frame, load-bearing ribs, sheathing, design, calculation, stability, “span” construction, efficiency.

*For citation:*

Zhadanov V. I., Nesterenko M. A., Lovetskaya Yu. A. [Rational designs of combined slabs on a wooden frame]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arhitektura* [Bulletin of Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Civil Engineering and Architecture], 2022, iss. 1, pp. 33—42.

*About authors:*

**Viktor I. Zhadanov** — Doctor of Engineering Sciences, Professor, Adviser to the RAASN, Orenburg State University. 13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation; organ-2003@bk.ru

**Maxim A. Nesterenko** — Postgraduate student, Orenburg State University. 13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation; nesterenko\_m\_a@mail.ru

**Yulia A. Lovetskaya** — Postgraduate student, Orenburg State University. 13, Pobedy Ave., Orenburg, 460018, Russian Federation; lovetskaya97@inbox.ru