

НОВОЕ РЕШЕНИЕ БАЛОЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ДЛЯ БЫСТРОВЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ

Расчинская П.В.

Научный руководитель доц. кафедры СКиУС Терешкова А.В.

Строительный федеральный университет

В России на строительство тратится примерно 40–45% всей вырабатываемой энергии, что делает энергосбережение в строительной отрасли чрезвычайно актуальным.

В 2011 году Указ президента РФ №899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» подтвердил в числе приоритетных направлений энергоэффективность и энергосбережение в строительстве.

Одной из основных областей, где наиболее быстро и эффективно внедряются инновационные энергосберегающие технологии, материалы и оборудование является – малоэтажное и коттеджное строительство.

И действительно, данный вид застройки приобретает характер массовости и особой популярности. Это наблюдается, как и в индивидуальной застройке жилья, так и в экстренном обеспечении крыши над головой людей, пострадавших от стихийных бедствий, военных действий, происходящих на их территории, срочно поменявших место жительства и т.д. В таких ситуациях важны быстрота, качество, экономичность, и всепогодность.

Снижение массы конструкций в строительстве позволяет снизить затраты на их перевозку, уменьшить мощность транспортных и монтажных средств, увеличить строительные конструкции, снизить трудоемкость, а в итоге стоимость строительных работ. Снижение влажности сырья также способствует уменьшению транспортных расходов и трудоемкости процесса строительства.

Этим требованиям отвечают современные каркасные быстровозводимые здания.

В статье приводятся результаты исследования конструктивных решений балок перекрытия. В качестве основных материалов конструкций рассматриваются цельнодеревянные сечения и клееный брус, «черный металл» и легкие стальные тонкостенные конструкции.

Достоинствами деревянных балок являются легкость монтажа, малый вес конструкции. Цельнодеревянные балки – самый экономичный и экологичный среди остальных вариантов перекрытий материал. За счет пропитки антиперенными средствами они приобретают достаточно хорошую огнеупорность и способны выдержать требования СП 2.13130.2012 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты».

За счет пропитки антисептическими средствами они приобретают стойкость к гниению и грибку. Такие балки обладают прекрасными теплоизоляционными свойствами, срок их службы может достигать 50 лет, после чего им может потребоваться капитальный ремонт. К их недостаткам прежде всего относятся изменение размеров при перепадах температуры и влажности, что может приводить к их деформациям, а их колебание под воздействием нагрузок в ходе эксплуатации часто оборачивается сокращением срока службы дома в целом. К немаловажным факторам относят и скрытые пороки, снижающие их несущую способность. Размер пролета,

который может перекрыть неклееная балка максимального сечения, не превышает 6 м, что зачастую недостаточно.

Рассмотренные выше недостатки исключены у менее экономичных балок, выполненных в виде досок-ламель (без пороков), склеенных между собой (балки из клееного бруса). Размеры сечения стандартных клееных опор колеблются от 140x50 до 200x200 мм, но при необходимости их сечение может быть увеличено. Балками данного типа, размер которых не создает трудности для транспортировки, можно перекрыть пролет до 12 м. Клееные опоры значительно прочнее неклееных того же сечения. Отсутствие усадки стопы является новым и нехарактерным для дерева преимуществом. Одним из недостатков клееного бруса является их высокая стоимость. По ситуации на январь 2013 года 1 м³ клееного бруса (— из сосны) колеблется в пределах от 20 до 25 тыс. рублей (источник: stroyu-dom-sam.ru). Исходя из репортажа (www.stroyu-dom-sam.ru), в ходе строительства и эксплуатации выявился серьезный недостаток данного материала конструкции – любой грязный отпечаток просто стереть не удастся, потому что оставшиеся белесые пятна вывести можно будет только способом «ошкуривания», т.е. снятия верхнего слоя с элемента. Но так как клееный брус пропитывается антисептическими и антиперенными средствами, это ведет к большим затратам со стороны оборудования, которым будет производиться «ошкуривание» поверхности.

В домостроении также применяются и металлические балки в основном двутавры, швеллеры или спаренные уголки (см. рис.1).

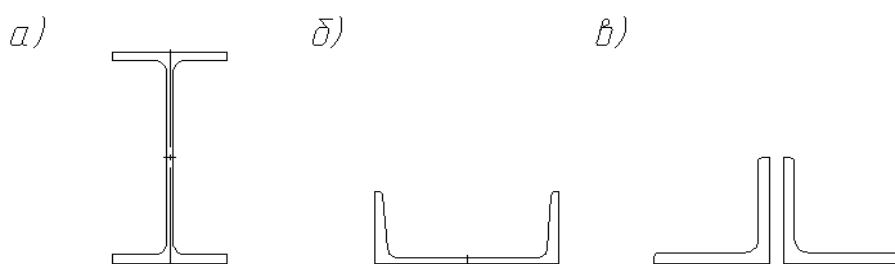


Рис.1. – Прокатные профили, применяемые для металлических балок:
а – двутавр; б – швеллер; в – спаренные уголки

По сравнению с деревянными балками они более надежны и долговечны, имеют меньшую толщину, что влечет за собой экономию пространства. По длине перекрываемых пролетов, несомненно, выигрывает металлическая балка – от 4-6 и более метров. Металл, как правило, негорюч и устойчив к биологическим воздействиям (гнили и т.д.). К нему могут крепиться любые коммуникации, необходимые для обеспечения комфорта в помещениях. В качестве недостатков можно отметить тот факт, что в местах повышенной влажности на металле образуется коррозия, он имеет пониженные тепло- и звукоизоляционные качества. Чтобы это смягчить, концы металлических балок обертывают войлоком, а это дополнительная трудоемкость процесса. Конструкция имеет достаточно большой вес, что влияет на фундамент, транспортировку, и это ставит под сомнение выгодность данного решения. Следовательно, балки из проката «черного» металла сложно отнести к энергоэффективному строительству.

Но на рынке присутствует еще один вид материала конструкции – легкие стальные тонкостенные профили (ЛСТК). В отличие от древесины, ЛСТК не подвержены влиянию биологических и влажностно-температурных процессов, что означает повышение долговечности зданий. Основным из сечений ЛСТК является швеллер, которому придаются различные формообразования (см. рис.2).

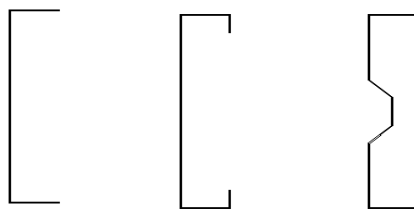


Рис.2. – Поперечные сечения профилей ЛСТК (швеллеры)

Эти профили применяются в балках, как в одинарном, так и в спаренном варианте. Преимущества зданий из ЛСТК ~~много~~: эффективное энергосбережение, экологичность, точное изготовление материалов, отличная звукоизоляция, легкость конструкций, мелкозаглубленный фундамент, возможность надстройки этажа над уже существующим, возведение мансардного этажа. Есть еще одно не маловажное преимущество строительства из ЛСТК – это экономичность. В основном, «сухой способ» монтажа, отсутствие каких-либо мокрых процессов предполагает скорость монтажа и всесезонность. Недосток, который присущ всем металлам, не обошел тонкостенные оцинкованные профили – коррозия от воздействия внешней среды. Поэтому его надо «прятать» в слоях утеплителя, прикрывая облицовками и обшивками.

Лет 10 назад, на рынке строительных конструкций компания «Элевит» запустила линейку металлоцекавитных балок. В сечении применяется металлический сердечник, выполненный из прокатных уголков, обшитый в цекавитный кожух (см. рис.3):

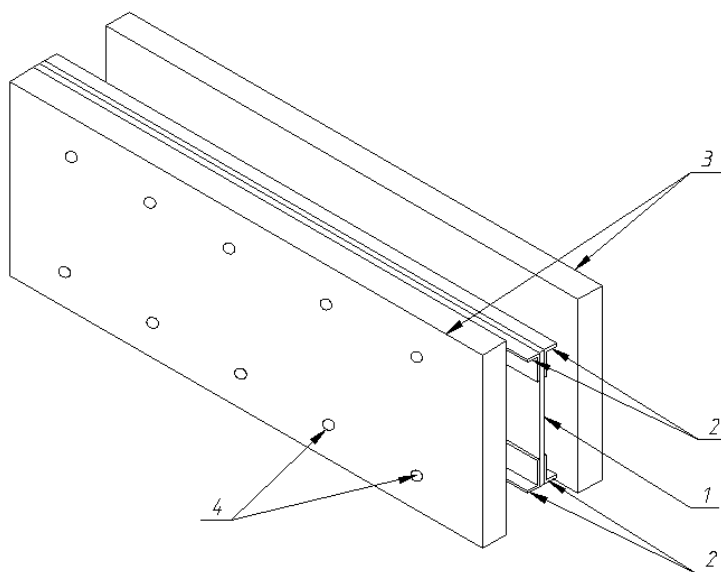


Рис.3. – Металлоцекавитная балка «Элевит» (источник: instroy.ru):

1 – стальной лист; 2 – гнутые уголки; 3 – цекавитные накладки; 4 – развальцованные трубки

Цекавит – негорючий материал, получаемый в результате ускоренной глубокой пропитки древесины специальным огнебиозащитным составом на основе солей борной и бурой кислоты. Металлоцекавит – негорючий композитный материал, получаемый в результате соединения по специальной технологии металлических элементов с цекавитом с дальнейшим механическим скреплением и фиксацией. Системе присвоен класс огнестойкости В1, максимальный класс негорючести – В0. В случае пожара цекавитный кожух, пропитанный на всю глубину древесины биоантипиреном, достаточно длительное время защищает металл от «отпускания» и обрушения. В

производстве домов применяются исключительно нетоксичные, безопасные для здоровья материалы.

И действительно, металл прочнее и надежнее дерева, но имеет пониженные тепло- и звукоизоляционные качества. Деревянная обшивка компенсирует этот недостаток. В металлодеревянных балках вес металла «обыгрывается» деревом, путем уменьшения сечения профиля и наращиваем высоты и ширины сечения балки в целом за счет дерева, с учетом еще и того, чтобы элемент прошел по несущей способности и прогибу от заданной нагрузки. Благодаря сердечнику деревянные балки, как это выглядит снаружи, способны перекрывать пролет свыше 6 метров, и их стоимость будет оставаться ниже балок из клееного бруса. Именно за счет деревянной обшивки металла обеспечивается экологичность конструкции. Стоит заметить, что в данном варианте коррозия металла исключена.

Главной отрицательной чертой является исключительно заводское производство. Конечно, точность всех габаритов и соединений в этом случае обеспечена, но это приводит к удорожанию конструкции относительно транспортных расходов.

Данная система признана энергоэффективной и подходящей для массового строительства. А, следовательно, дальнейшие разработки в области совместной работы дерева и металла будут актуальны и найдут свое применение.

Особенно интересны результаты разработок металлодеревянных балок с сердечником из ЛСТК профилей, которые в настоящее время ведутся на строительной кафедре университета СФУ. По их предположению сечение балки состоит из металлического сердечника, выполненного из спаренных швеллеров ЛСТК, обшитых 4-мя деревянными накладками, размеры которых соответствуют ГОСТ 24454-80 «Пиломатериалы хвойных работ. Размеры» (см. рис.4):

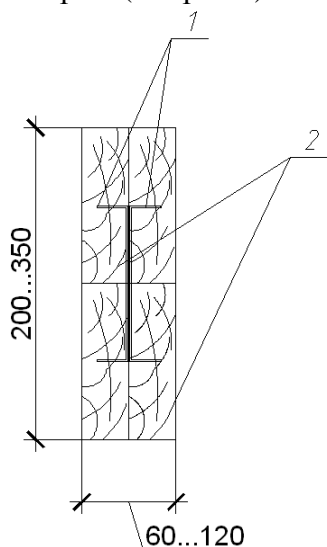


Рис.4. – Металлодеревянная балка: 1 – металлический сердечник; 2 – деревянные накладки

Сечение металлодеревянной балки варьируется от 60x200 до 120x350мм. Сечение швеллера в сердечнике – 20x100 до 49x200мм, а толщина $t=0,7...1,5$ мм.

По результатам проверки по первым предельным состояниям сечения балок, находящихся в пределах вышеописанных, проходят по несущей способности при нагрузках, действующих на междуэтажное перекрытие в жилом доме. Что касается проверки на прогиб, то ни в одном варианте он не оказался выше допустимого, который равен $f_u=1/150$ – для перекрытий при наличии на них элементов,

подверженных растрескиванию (стяжек, полов, перегородок). Значение f_{ct} принято по СП 20.13330.2011, табл. Е.1.

Такие балки способны держать нагрузку при пролете свыше 6 метров. При этом они имеют достаточно малый вес, не уступая деревянным. Но металлодеревянные балки имеют жесткостные характеристики значительно выше. Так как, согласно ГОСТ 14918, оцинкованная сталь изготавливается из углеродистой холоднокатаной рулонной стали, то модуль упругости принимает как для углеродистой стали черных металлов $E=2,1 \cdot 10^5$ МПа, а модуль упругости дерева поперек волокон $E=300$ МПа (для расчета по первым предельным состояниям). Это дает существенное преимущество жесткости общего сечения балки, даже при малой площади поперечного сечения металлического сердечника.

Было произведено сравнение металлодеревянных балок с балками из одиночного швеллера из ЛСТК, ведь именно такое решение чаще всего применяется при строительстве. Результатом стал тот факт, что металлодеревянные балки следует устанавливать с шагом в 2 раза реже, чем из ЛСТК.

В итоге, металлодеревянные балки имеют преимущества как перед деревянными балками, так и перед балками из ЛСТК.