

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тур, В.В. Самонапряжённый железобетон – исследования, опыт и перспективы применения: архитектура и строительство 2005 / В. В. Тур // Материалы I международного науч.-практич. семинара; гл. ред. П.С. Пойта. – Брест: БрГТУ, 2005. – Ч. I. – С. 73–86.
2. Улицкий, И.И. Расчёт железобетонных конструкций с учётом длительных процессов / И.И. Улицкий, ЧжанЧжун-яо, А.Б. Голышев. – Киев: Госстройиздат УССР, 1960. – 495 с.
3. Желткович, А.Е. К вопросу об учёте упругопластических свойств при расчёте напряжений в бетонных монолитных плитах покрытий, находящихся во взаимодействии с основанием: перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовка инженерных кадров Республики Беларусь: сб. трудов XVI Междунар. науч.-метод. семинара. / А.Е. Желткович; под общ. ред. П.С. Пойты, В.В. Тура. – Брест: БрГТУ, 2009. – Ч. I. – С. 149–158.
4. Михайлов, В.В. Расширяющие и напрягающие цементы и самонапряженные конструкции / В.В. Михайлов, С.Л. Литвер. – М.: Стройиздат, 1974. – 389 с.
5. Желткович, А.Е. О назначении параметров расчётной модели собственных деформаций плит при взаимодействии с основанием / А.Е. Желткович // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2009. – № 1 (55): Строительство и архитектура. – С. 120–125.
6. Желткович, А.Е. Расчёт напряжённо-деформированного состояния железобетонных плит, располагаемых на различных основаниях на основе трансформированной диаграммы сдвига бетона: проблемы современного бетона и железобетона: сборник трудов в 2-х ч. – Минск: Стринко, 2007. – Ч 1: Бетонные и железобетонные конструкции / А.Е. Желткович; редкол. М.Ф. Марковский (отв. ред.) [и др.]. – С. 178–192.
7. Желткович, А.Е. Расчёт вынужденных перемещений и напряжений от усадки в монолитных бетонных плитах, взаимодействующих с основанием / А.Е. Желткович, В.В. Тур // Строительная наука и техника. – 2011. – № 2 (35): – С. 120–125.
8. Побы. Технические требования и правила проектирования, устройства, приемки, эксплуатации и ремонта: СНиП 2.03.13-88.– Взамен СНиП II–В. 8-71; введ. 1988–05–16. – Москва: Изд-во стандартов, 1988. – 16 с.
9. Austin, S.A. Techniques for the early-life in-situ monitoring of concrete industrial ground floor slabs. In: Specialist techniques and materials for concrete construction, Proceedings of the International Conference held at the University of Dundee, 8-10 October 1999 / S.A. Austin, P.J. Robins, J.W. Bishop – London, 1999. – P. 317–329.
10. Ytterberg. R.F. Shrinkage and Curling of Slabs on Grade – I, Concrete International. – V. 9. – No. 4, Apr. – 1987. – P. 22–31.
11. Bishop, J.W. Temperature effects in industrial ground floors / J.W. Bishop, S.A. Austin, P.J. Robins // Cement and Concrete Research: in preparation, 2001.
12. Saraf, C.L. Controlling longitudinal cracking in concrete pavements / C.L. Saraf, B.F. McCullough // Transportation Research Record. – 1986. – Vol. 1043. – P. 8–13.
13. Austin, S.A. Monitoring of concrete industrial ground floor slabs / S.A. Austin, J.W. Bishop // Seminar on Developments in Industrial Concrete Ground Floors, 31st October 2000. – England: Aston University, 2000.

Материал поступил в редакцию 17.03.16

ZHELTKOVICH A.E. Definition of the continuous sections in monolithic slabs on the basis under the shrinkage

The strain-stress state (SSS) of the monolithic slabs on the basis is determined of the development of imposed shrinkage of concrete at early age hardening. Development of scientifically-based engineering method of calculation of slabs, taking into account this fact, will determine the size of the temperature-shrinkage blocks. This in turn increases the serviceability and durability of structures at lower economic cost and allows to evaluate the resistance of the slabs a continuous load.

Existing methods of calculation of the imposed stresses in the monolithic slabs on the basis are based on empirical relationships between stress and imposed deformations (shrinkage, expansion), the coefficient of concrete creep or function creep [3, 4]. The proposed engineering method of calculation of the SSS is based on the assumption of an elastic behavior of the concrete and a simplified diagram of distribution of the displacements along the slab.

УДК 692.232.7

Дубатовка А.И.

СОВРЕМЕННЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЕГКИХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Введение. Общим трендом в мировом развитии ж/б индустрии является развитие гибкости производителя под нужды заказчика и возможности использования изделий из сборного железобетона для строительства зданий свободной планировки в кратчайшие сроки с гарантированно высоким качеством ж/б изделия.

Конструкция сборного каркаса обеспечивает ускорение сроков возведения объектов за счёт заводского изготовления элементов и значительного упрощения технологии монтажа конструкции. Применение современных технологий изготовления сборного железобетона, в том числе предварительно напряженного, позволяет снизить трудозатраты, материалоемкость и энергоёмкость строительства. Заводская технология изготовления конструкций на всех этапах обеспечивает контроль качества изделий.

Снижение энергопотребления строительной отрасли начинается с выбора материалов для строительных конструкций. Бесспорное лидерство в несущих каркасах остается за железобетоном и металлом, но для ограждающих конструкций, применение материалов на основе энергоёмких процессов (виброформовка, обжиг, пропарка) является неоправданно затратным.

Теоретическое решение. Для повышения технологичности возведения каркасных и панельных зданий, сокращения сроков и энергоёмкости строительства в мире всё шире используются технологии легких ограждающих конструкций [1, с. 20]. Легкие стены – это самонесущие наружные стены из листовых материалов и утепляющего слоя.

В Европе легкие ограждающие конструкции используются в основном в технологиях «быстрого» коттеджного строительства и популярны в североевропейских странах. Например, в Финляндии на долю каркасного домостроения приходится 75%, а в Швеции на них приходится до 90% новых коттеджей. Применение металлического каркаса в этих конструкциях позволило повысить их качество изготовления и надежность, а также решить вопросы пожарной безопасности, что открыло возможность использования таких изделий в качестве наружных стен многоэтажных зданий (рис. 1). Поэтому сейчас в Швеции, Норвегии и Финляндии применение легких навесных стен в многоэтажных зданиях достигает до 70% рынка, в Нидерландах и Германии – до 50%.

Дубатовка Антон Игоревич, магистр строительства, аспирант, РУП "Институт жилища – НИПТИС им. С.С. Атаева", e-mail: a.dubatovka@gmail.com

Беларусь, 220114, г. Минск, ул. Ф. Скорины, 15-405.



Рис. 1. Квартальная застройка с применением легких панелей в сборно-монокорпусе 5–6-этажных зданий в Финляндии

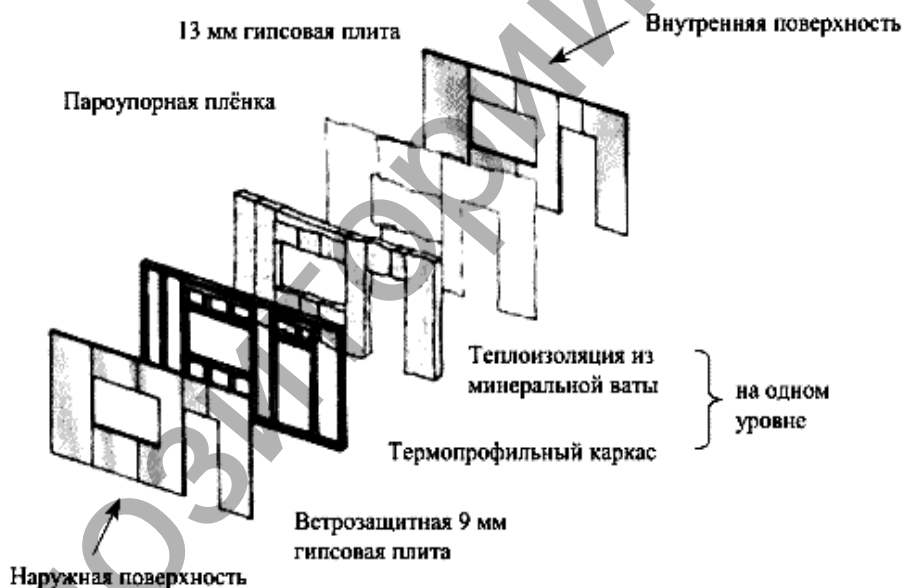


Рис. 2. Принципиальная конструкция легкой каркасной стены

Стабильность геометрии конструкций на основе металлического каркаса обеспечивается высокой точностью размеров стальных профилей, которые в отличие от древесины не подвержены влиянию биологических и влажностно-температурных процессов и характеризуются отсутствием усадки в период строительства и эксплуатации. Технология легких стальных тонкостенных конструкций (ЛСТК) при строительстве индивидуального жилья применяется в мире уже более 50 лет.

Ввиду отсутствия современных отечественных технологий легких ограждающих конструкций, на начальной стадии разработки¹ активно исследовался опыт ближайших к нам по климату европейских стран, в частности Финляндии, Украины, России.

В Европе одним из первых производителей ограждающих конструкций на основе тонкостенных холоднугнутых профилей была

финская компания Rannila (сейчас RUUKKI), представившая легкие наружные "термостены". Каркас стен составляется из термопрофилей Rannila, обшивается с обеих сторон листовыми материалами, а весь внутренний объем занимает теплоизоляционный слой (рис. 2) [2, с. 6, рис. 3.1]. Стеновая панель воспринимает нагрузку только от ветра и собственного веса.

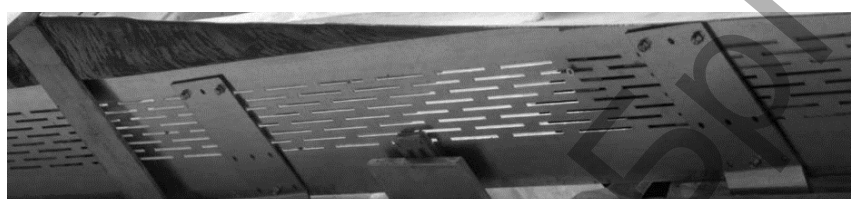
Было предложено два метода изготовления наружных стен:

- детальный, при котором каркас стен собирается на строительной площадке из отдельных профилей, укладывается теплоизоляционный материал, пароизоляционная пленка и закрепляются плиты обшивки стен;
- панельный, при котором стены сооружаются из собранных на заводе термопанелей (элементов стены), которые состоят либо только из термопрофильного каркаса с теплоизоляционным материалом, пароизоляционной пленкой и плитами обшивки, либо имеют уже двери и окна.

¹ Активное участие в разработке принимал инженер Твердохлебов Р.В.



а) общий вид; б) некачественное крепление наружной обшивки из СМЛ
Рис. 3. Детальный метод изготовления панелей в 20-этажных зданиях г. Воронеж



а) термоперфорация профилей на оборудовании Samesor



б) «белая» коррозия цинкового покрытия; деформация в виде «чешуи», «прорубки» стенки профиля без восстановления защитного цинкового покрытия у ряда российских производителей

Рис. 4. Сравнение технологий выполнения термопроечек профиля

Подобные решения ограждающих конструкций в последнее время активно применяются в России в многоэтажном строительстве. Например, в 2009–2010 гг. в г. Воронеже были введены и сданы в эксплуатацию четыре 20-этажных дома из комплекса "Бульвар Победы, 50", общей площадью 90 000 м². Ограждающие конструкции были возведены по детальной технологии (рис. 3).

Основными проблемами применения финской технологии в России стали недостаточное внимание к деталям и поверхностный подход к технологическим особенностям.

В металлическом каркасе панели необходимы точность изготовления и правильная геометрия элементов каркаса, так как они непосредственно влияют на величину поля допуска в узлах стыковки профилей.

Для изготовления профилей импортные высокотехнологичные линии (рис. 4 а) не покупались, а для экономии средств оборудование заказывалось у российских производителей, что сказалось на точности и качестве изготовления профилей и перфораций в них. Диапазон толщин металла профиля от 1,5 до 4 мм [3], прокатываемых на одном и том же оборудовании, привел к большим допускам на их изготовление и фактическим отклонениям геометрии профиля, а, следовательно, и всего каркаса панели.

Применение в металлокаркасе панели профилей с большими отклонениями геометрии, изготовленных на отечественном оборудовании по старым ГОСТам, приводит к большим зазорам в конструкции, что негативно сказывается на работе крепежных элементов (винтов, заклепок), надежности и долговечности узлов крепления профилей между собой, листовых обшивочных материалов к металлическому каркасу.

На рис. 4 б скалывание и отслоение обшивки из стекломагневого листа (далее – СМЛ) еще на этапе строительства иллюстрирует общую низкую культуру ручного производства на строительной площадке, отсутствие контроля качества и подтверждает необходимость исключительно заводского изготовления стеновых панелей для многоэтажных зданий.

СМЛ – это новый для отечественного рынка материал, отличающийся по свойствам от гипсокартона, и поэтому технология крепежа гипсокартонных листов к нему неприменима.

Также недопустимо применение обшивок без изоляционных прокладок и уплотнителей, поскольку тонкостенные элементы каркаса панели не должны соприкасаться со строительными материалами, содержащими гипс, хлорид магния, цементные вяжущие либо вспе-

нивающие реагенты (пенобетон), поскольку они могут вызвать быструю коррозию [4, с. 34].

Нарушение технологии перфорирования противоречит требованиям [5] в пунктах 8.2.4 и 8.2.14. При производстве термопрофилей по кустарной технологии перфорации, слой защитного цинкового покрытия повреждается еще на стадии изготовления и является технологической нормой (рис. 4 б), что неприемлемо.

Применение термопрофиля, в сравнении с обычным неперфорированным профилем, за счет суммарного коэффициента запаса результатов расчетов равного 1,7 [2, с. 16], во столько же раз увеличивает количество металла в конструкции, что повышает теплотехническую неоднородность и в результате снижает уровень теплозащиты ограждающих конструкций.

Долговечность обычного холодногнутого оцинкованного профиля в условиях неагрессивной или слабоагрессивной среды порядка 50 лет. Говорить о такой же долговечности для термопрофиля нельзя, т.к. в процессе перфорации необратимо повреждается защитное цинковое покрытие, которое потом не восстанавливается.

Таким образом, можно утверждать, что российский вариант металлического каркаса панели не надежен с точки зрения коррозионной стойкости, а рациональность применения термопрофилей подлжет дискуссии по следующим причинам:

- сложность прогнозирования поведения во времени по проявлению пластических и усталостных свойств и, как следствие, долговечности профилей с просечками;
- необходимость устройства дополнительной защиты от коррозии;
- увеличение металлоёмкости и количества теплопроводных включений.

В результате анализа мирового и российского опыта применения легких ограждающих конструкций был разработан отечественный вариант – панель строительная легкая (далее – ПСЛ). В отличие от российских аналогов, выполненных на стройплощадке, панели ПСЛ предлагаются заводской сборки с максимальной готовностью наружной отделки в соответствии с архитектурными решениями. Рассмотрим конструкцию (рис. 5) и область применения более подробно.

Одним из видов ПСЛ является Панель Строительная Легкая Стеновая (ПСЛС, далее ПСЛ), которая используется для устройства наружных и внутренних несущих стен надземных этажей вновь возводимых и надстраиваемых жилых, а также общественных, производственных зданий и сооружений в районах с расчетной температурой наружного воздуха до минус 40°С с неагрессивными, слабо- и среднеагрессивными воздушными средами. Работы ведутся с применением изделий поэлементной сборки в соответствии с ТКП 45-3.02-156-2009 «Здания и сооружения, возводимые с применением изделий поэлементной сборки. Правила проектирования и устройства» [6] и ТКП 45-5.06-136-2009 «Легкие ограждающие конструкции. Правила монтажа» [7], с учетом дополнительных требований монтажной организации, согласованных с разработчиками проекта.

ПСЛ состоит из основной конструкции (18) и защитно-декоративного слоя (19) (рис. 5).

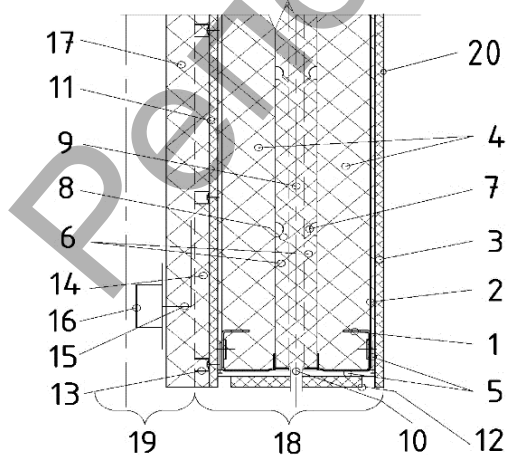


Рис. 5. Конструкция панели строительной легкой (ПСЛ)

Основная конструкция ПСЛ (18) – полносборная многослойная конструкция со стальным каркасом из горизонтальных нижних направляющих (1) и вертикальных стоечных (2) тонкостенных холодногнутых профилей только С-образного сечения (со специальными выштамповками и отгибами) толщиной 0,75–1,2 мм, высотой стенки 140 мм, установленных с шагом 600 мм и покрытых огневластойкими прокладками (5). Направляющие и стоечные профили каркаса жестко фиксируются в узле соединения и скрепляются заклепками, винтами или пайкой.

Профили П-образного сечения и профили с просечками (термопрофили) не используются. Вопрос высокой теплопроводности металла и тепловых мостов в толще стены предлагается решать применением специальной теплоизолирующей прокладки (5) между обшивками и металлическим каркасом. Кроме того, прокладка исключит агрессивное воздействие листовых материалов обшивки на оцинкованный каркас.

В результате, относительно к металлическому каркасу, мы получаем: поддающуюся расчету несущую способность панелей, уменьшенную металлоемкость и стоимость, повышенную долговечность конструкции за счет неповрежденного защитного покрытия оцинкованных профилей.

Внутренняя (3) и наружная (11, 12) обшивка панели выполнены сборными из отдельных специальных деталей стекломатного листа (далее – СМЛ) толщиной 8 мм и плотностью не менее 900 кг/м³. Крепление обшивки с устройством температуродеформационных швов выполняется саморезами по металлу с пресс-шайбой и буром 4,2x16 мм, расставленных с шагом 150–250 мм. Обшивка из СМЛ является элементом конструктивной огнезащиты внутренней системы тепловой и звуковой изоляции ПСЛ.

Между обшивками расположен внутренний трехслойный теплоизоляционный слой: с двух сторон слоями по 50 мм эффективный целлюлозный утеплитель (эковата) (4), уложенный с плотностью 45 кг/м³, а в середине расположена термовлагорегулирующая вставка из экструзионного пенополистирола (6) (далее ТВРВ) толщиной 40 мм. ТВРВ имеет внутренние вертикальные воздушные камеры (9), дренажные каналы (8), а также конденсатосборные каналы (7), соединённые между собой отводным каналом (10) в единую систему регулирования микроклимата (воздушными потоками) помещений и влажностного режима (отводом конденсата) конструкции стены.

К наружной поверхности сборной наружной обшивки (11) прикреплены горизонтальные П-образные профили ПН 27x28 мм (13), на которые нанесён дополнительный наружный теплоизоляционный слой (14) из целлюлозного утеплителя эковата, по которому устраивается фасадное финишное покрытие.

Защитно-декоративный слой (далее ЗДС) (19) – дополнительная конструкция ПСЛ из легких штукатурных (17) или вентилируемых систем утепления.

Вентилируемая система утепления состоит из базовых креплений (15) (которые соединяются при сборке через листовые детали обшивок (11) и (3) с горизонтальными направляющими (1) и вертикальными стоечными (2) профилями металлического каркаса) и комплекта навесных элементов (16), которые устанавливаются по проекту после монтажа ПСЛ на объекте или в заводских условиях.

Пароизоляция при необходимости устраивается под обшивками (3), (11), либо с их наружной поверхности перед нанесением ЗДС (19) или ДС (20).

ПСЛ может быть поэтажно-опертой или навесной. ПСЛ производится и поставляется для монтажа с защитно-декоративным покрытием и без него, изготавливается в виде неразборной или сборно-разборной конструкции. Габаритные размеры могут быть по высоте до 3-х метров, по длине – от 0,5 до 6 м, вес 1 м² – до 50–80 кг/м², в зависимости от вида наружной отделки.

Разделение функций несущего каркаса и ограждающего элемента, позволило высвободить место внутри панели для размещения различных инженерных коммуникаций и оборудования для улучшения эксплуатационных качеств жилья, например, рекуператоров, систем принудительной приточной вентиляции, центрального влагуоудаления.

Основная идея применения ПСЛ – это реализация в комплексе изделий полной заводской готовности с фасадным покрытием и пакета решений по увеличению надежности и долговечности, совершенствованию тепло- и звукоизоляционных функций при уменьшенной толщине панелей.

Основными показателями, полученными в результате испытаний опытных образцов основной конструкции ПСЛ (при толщине 190 мм), являются:

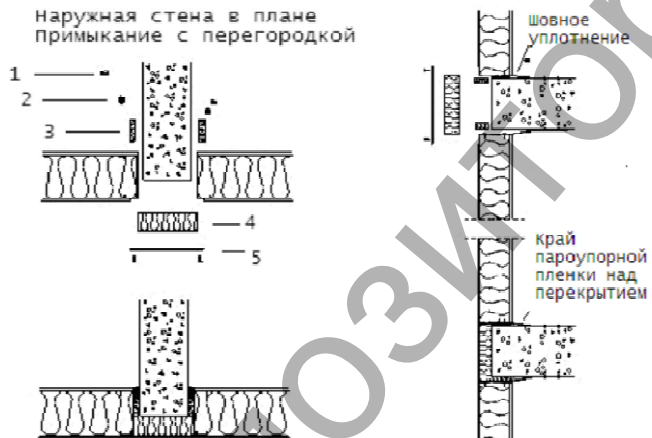
- по огнестойкости RE 45 и по классу пожарной опасности K0;
- по сопротивлению теплопередаче $R_{прив} = 3.21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$;
- по звукоизоляции 50 дБ.

По данным показателям ПСЛ превосходит выпускаемые аналоги России и Беларуси. При необходимости, более высокие показатели достигаются за счет применения дополнительных слоев теплоизоляции и внешней отделки.

Вопросы конструирования стыков бетонных панелей крупнопанельного домостроения рассматриваются в последовательности, соответствующей значимости задачи – от обеспечения прочности к обеспечению изоляционных качеств. Тогда как при разработке стыков легких стеновых панелей на основе каркаса из тонкостенных холодногнутых профилей приоритетом является их герметичность и изоляционные свойства.

Особенностями финских решений конструктивных узлов стыков легких панелей «Rannila termo» (рис. 6) [2, с. 54] является выполнение герметизации стыков с применением эластичных мастик с последующим нанесением наружного теплоизоляционного слоя и фасадного защитно-декоративного покрытия в построчечных условиях.

Примыкающие к перекрытию горизонтальные швы панелей запенивают и уплотняют шовными уплотнителями. Вертикальный стык между панелями уплотняют двумя полыми резиновыми уплотнениями и полосой минеральной ваты. Торец перекрытия изолируют полосой минеральной ваты, покрывают ветрозащитной пленкой и закрывают либо стеклосеткой под легкую штукатурную систему утепления, либо полосой обшивочного материала. Швы между верхним краем строительной панели и перекрытием, а также ветрозащитными плитами заполняют эластичной мастикой.



1 – гибкая мастика, 2 – шовное уплотнение, 3 – монтажная пена, 4 – минеральная вата, 5 – полоска ветрозащиты

Рис. 6. Финский вариант стыковки легких панелей

Данный вариант стыка легких панелей является наиболее распространенным на сегодняшний день и применяется в России. Основными его недостатками являются повышенная многодельность и трудоемкость, большое количество технологических простоев и «мокрых» процессов, что приводит к невозможности выполнения работ в холодное время года, при условии соблюдения технологии. Высотные фасадные работы требуют специальных навыков и культуры производства и, при постоянно растущем дефиците специалистов, самым уязвимым местом такого способа становится зависимость от «человеческого фактора». Это негативно сказывается на качестве, сроках и стоимости выполнения работ.

Наиболее целесообразным способом обеспечения герметичности стыковых соединений является сочетание конструктивных водо-защитных мер и герметизации.

Было разработано принципиально новое решение стыков легких стеновых панелей с применением соединительных доборных элементов. При разработке учитывалось:

- необходимость ремонта любых теплоизоляционных систем не более чем через 25 лет, соответственно элементы систем должны легко монтироваться и демонтироваться;
- необходимость ограничения воздухопроницаемости и раскрытия стыков под нагрузкой;
- возможность устройства дополнительной мембранной ветро- и пароизоляции при монтаже, с последующим достижением эффекта «лабиринтного уплотнения».

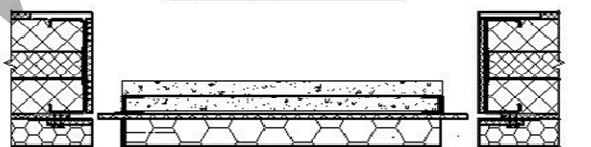
Специальные доборные элементы предназначены для соединения панелей строительных легких ПСЛ между собой и закрытия элементов несущего каркаса зданий (крайние колонны, торцы плит перекрытий и наружные контурные балки). Доборные элементы выполняются с соединениями в шпунт и гребень с образованием так называемого лабиринтного уплотнения.

В качестве теплоизолирующего материала, заполняющего пространство стыка между доборным элементом и элементами несущего каркаса здания, применяется также целлюлозный утеплитель эковата. Эковата не образует шовных пустот при задувке и ее можно подавать для герметизации стыков под давлением даже при отрицательных температурах.

Конфигурация стыков запроектирована таким образом, чтобы установка герметиков не встречала затруднений, и смена их происходила бы снаружи с навесных люлек, без нарушения нормальной эксплуатации дома.

Выборочные конструктивные решения приведены ниже (рис. 7). Основная конструкция доборного элемента – это полносборное изделие, состоящее из металлического каркаса (2), внутреннего теплоизоляционного слоя (4), пароизоляционной пленки, обшитое деталями внешнего обшивочного слоя из СМЛ (1) и наружного (фасадного) теплоизоляционного слоя (3).

Узел крепления ПСЛ к колонне с применением доборного элемента (вертикальное примыкание)



Угловой стыковочный доборный элемент ЗВУГ по.3

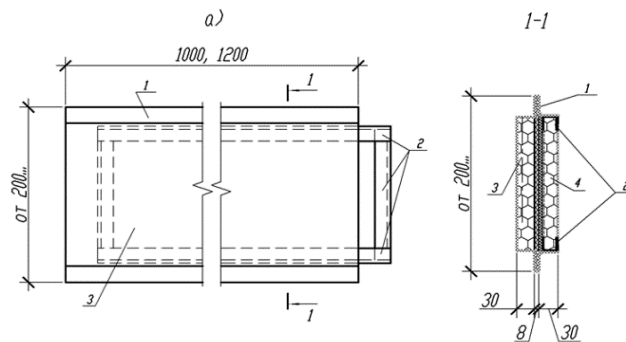
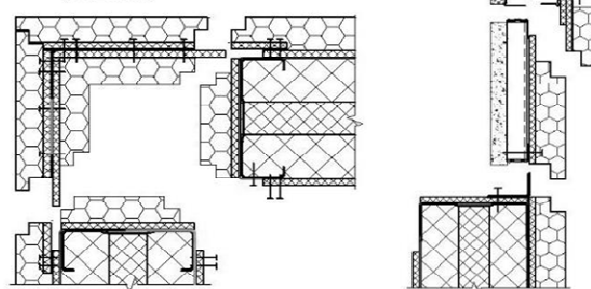


Рис. 7. Доборные элементы для стыковки ПСЛ

Предложенные конструктивные решения доборных элементов об- ладают в сравнении с традиционными стыками рядом преимуществ:

- внешний теплоизоляционный слой и фасадные покрытия наносят- ся не на строительной площадке, а при изготовлении элементов, что значительно повышает технологичность и скорость монтажа;
- заводской контроль качества стыковочных элементов;
- возможность всесезонного выполнения монтажных работ;
- затрудненность проникания влаги в стык за счёт эффекта «ла- биринтного» уплотнения и специальных прокладок; упрощённый монтаж и ремонт стыков.

Предлагаемая панель в комплекте с соединительными добор- ными элементами полной заводской готовности позволит всесезон- но в короткие сроки производить заполнение ограждающими кон- струкциями монолитных, сборных, сборно-монолитных и металличе- ских каркасов зданий.

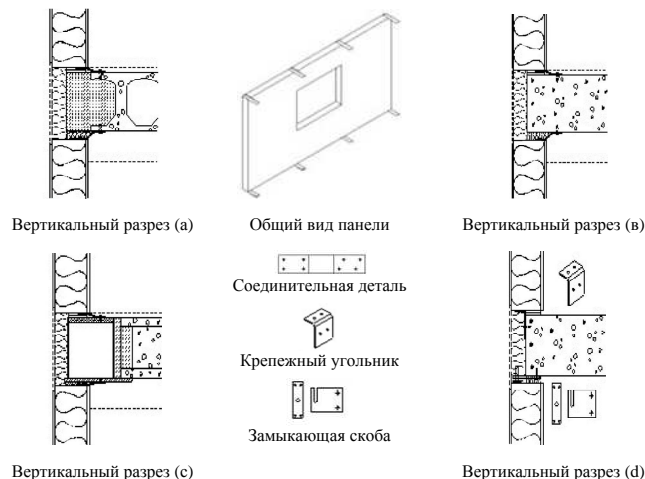


Рис. 8. Общая схема крепления панелей к несущему железобетон- ному каркасу

Конструктивные решения ПСЛ предусматривают ее использо- вание с поэтажным опиранием или в качестве навесной ограждающей конструкции со всеми основными конструктивными системами зда- ний и сооружений: стальными каркасами из прокатных, гнутых или сварных профилей, железобетонными монолитными или сборными каркасами, а также комбинированными каркасами с железобетон- ными колоннами и металлическими ригелями. Способ крепления панелей к несущему каркасу зависит от конструкции и материала каркаса. В общем случае панели опираются на края плит перекры- тий (рис. 8). Способ крепления к колоннам в каждом конкретном проекте решается отдельно.

При каждом из изображённых выше решений панель наружной стены через стальные клинья опирается на край перекрытия. В ва- риантах (а), (б) и (с) рисунка 8 для крепления используют стальные листы, которые потом скрываются под разравнивающим слоем пола и подвесным потолком. В варианте (д) панель прикрепляют к пере- крытию стальными угольниками и специальными замыкающими скобами, причём крепёжные детали также остаются скрытыми.

Таким образом, основными особенностями предлагаемых пане- лей ПСЛ в сравнении с аналогами является применение:

- 1) холодногнутой профилей только одного типа сечения без просечек;
- 2) дополнительных усилителей, выштамповок и отгибов для ме- таллокаркаса;
- 3) огнеустойчивых и теплоизоляционных уплотнителей вместо термпросечек;
- 4) трехслойного внутреннего теплоизоляционного слоя из целлу- лозного утеплителя;
- 5) сборных обшивок из стекломгневого листа СМЛ;
- 6) специальных доборных элементов для стыковки панелей;
- 7) возможность комплектации встроенными системами регулирова- ния микроклимата, подачи приточного воздуха, пожаротушения.

Заключение. Предлагается заменить традиционные ограждаю- щие конструкции из пеноблоков, ячеистого бетона и кирпича на аль- тернативные современные ограждающие конструкции на основе металлического каркаса из холодногнутой профилей, что позволит снизить до 2 раз трудоемкость и энергоёмкость производства ограж- дающих конструкций за счет отсутствия пропарки, работы тяжелых крановых механизмов.

В сравнении со стенами заполнения из мелкоштучных и блочных элементов каркасных зданий, использование в качестве ограждаю- щих конструкций энергоэффективных панелей ПСЛ при меньшей стоимости позволит снизить вес стен до 5 раз, сократить сроки воз- ведения стен до 2 раз и сроки строительства до 30%. По расчетам компании KNAUF [8, с. 5], малый вес стен для трехэтажного здания в монолитном безригельном каркасе позволяет сэкономить до 7% рабочей арматуры в плитах перекрытия. Помимо этого, за счет уменьшения толщины наружных стен, появляются дополнительные продаваемые или арендные квадратные метры. В зависимости от проекта и способа монтажа стеновых панелей, технология позволяет получить дополнительные продаваемые квадратные метры в раз- мере до 8% от общей площади здания [9, с. 3].

По отношению к стенам КРД можно отметить следующие пре- имущества: во-первых, за счет снижения веса – уменьшение транс- портных затрат до 4 раз при увеличении радиуса доставки и отказ от тяжелых механизмов на производстве и монтаже, а во-вторых это неограниченность архитектурной выразительности, поскольку воз- можны любые варианты наружной отделки.

Стеновая панель ПСЛ на основе стекломгневитовых листов отли- чается технически оптимизированным составом конструкции, учиты- вая особенности применения различных материалов друг с другом, что повышает долговечность наружных ограждающих кон- струкций и комфортность зданий с их применением.

Применение более дешевых и качественных материалов обшив- ки и утепления, а также сниженная материалоемкость и трудоем- кость изготовления, монтажа и фасадных работ приводят к сниже- нию стоимости ПСЛ. Комплексная система «сухого» монтажа с при- менением ПСЛ и специальных доборных элементов, разработанная с учетом ремонтпригодности, является дальнейшим развитием финских разработок ограждающих конструкций, позволяет улучшить эксплуатационные показатели и энергоэффективность зданий в целом и открывает новые возможности применения легких панелей, в том числе и в высотных зданиях.

Внедрение результатов исследований строительных технологий, основанных на использовании стальных тонкостенных профилей, стекломгневитовых листов, эковаты и других новых материалов, позво- лит значительно увеличить скорость возведения ограждающих кон- струкций, снять острую проблему нехватки каменщиков. При этом будет обеспечена возможность дальнейшего повышения приведенно- го сопротивления наружных ограждающих конструкций зданий до $4 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ и более в соответствии с ростом нормируемых параметров без сложных конструктивных изменений и технологических процессов.

В настоящее время проведены постановочные и сертификацион- ные испытания опытных образцов основной конструкции ПСЛ, изго- товленной согласно требованиям ТУ ВУ 690843910.001–2011. ПСЛ соответствует нормативно-техническим требованиям [6] и превосходит выпускаемые аналоги в России и Беларуси. Согласно протоколам испытаний, получены следующие показатели основной конструкции ПСЛ: приведенное сопротивление теплопередаче $3,21 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, ин- декс изоляции воздушного шума 50 дБ, огнестойкость 45 мин.

На сегодняшний день начато внедрение технологии легких пане- лей ПСЛ через подготовку комплектации технологическим оборудо- ванием сборочных производств для домостроительных комбина- тов Российской Федерации.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дубатовка, А.И. Конструктивные системы зданий с применением ограждающих конструкций из стеновых панелей на основе стекломгнезитовых листов: дис. ... магистра строительства: 05.23.01 / А.И. Дубатовка. – Минск: БНТУ, 2012. – 86 с.

- Rannila termoprofiilseinad 2001 RUS. С301: [Электронный ресурс] // Rannila rakennejärjestelmät-käsikirja. Rannila Steel Oy. 2001. ISBN 951-98687-1-2. URL: <http://dwg.ru/dnl/8524>. – Дата доступа: 10.09.2015.
- Прокат листовой горячеоцинкованный: ГОСТ Р 52246-2004.
- Брудка, Я. Легкие стальные конструкции / Я. Брудка, М. Лубиньски; пер. с польск.; под ред. С.С. Кармилова. – Изд. 2-е, доп. – М.: Стройиздат, 1974. – 342 с.
- Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования = Ахова будаўнічых канструкцый ад карозіі. Будаўнічыя нормы праектавання: ТКП 45-2.01-111-2008 (02250). – Введ. 08.09.2008 (с отменой на территории РБ СНиП 2.03.11-85). – Минск: Минстройархитектуры, 2008. – 88 с.
- Здания и сооружения, возводимые с применением изделий поэлементной сборки. Правила проектирования и устройства = Будынікі і збудаванні, узводзімыя з прымяненнем вырабаў паэлементнай зборкі. Правілы праектавання і ўстройвання: ТКП 45-3.02-156-2009 (02250). – Введ. 14.10.2009. – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 28 с.
- Легкие ограждающие конструкции. Правила монтажа = Лёгка агарджаючыя канструкцыі. Правілы мантажы: ТКП 45-5.06-136-2009 (02250). – Введ. 14.04.2009 (с отменой на территории РБ раздела 6 СНиП 3.03.01-87). – Минск: Минстройархитектуры, 2009. – 10 с.
- КНАУФ. АКВАПАНЕЛЬ® Наружная стена. Технико-экономическое сравнение вариантов возведения административного здания с различной конструкцией наружных стен: [Электронный ресурс]. 2010. – Режим доступа: URL: http://www.knauf.ru/media/download/booklet/Aquapanel_TE_srav.pdf. – Дата обращения: 10.09.2015.
- КНАУФ. GIVE SPACE. Снесите традиционные стены: [Электронный ресурс]. 2010. – Режим доступа: URL: http://www.aquapanel.ru/netcat_files/brochures/GIVE%20SPACE_Inspirational%20brochure_RUS.pdf. – Дата обращения: 10.09.2015.

Материал поступил в редакцию 09.03.16

DUBATOVKA A.I. Modern constructive solutions of frame buildings with the use of lightweight enclosing structures

Actual constructive solutions of lightweight enclosing structures for multi-storey civil buildings is considered. Introduction of cold-formed profile based construction panels will allow to improve technical and economic indicators of construction and to gain energy saving effect both by construction production, and at operation of buildings.

Instead of a perforated profile the normal profile without rows of slotted holes is used in the construction. The cold bridge problem is solved by the use of special heat- and fireresistant gaskets. The use of magnesium oxide assembled cladding serving as a sheathing is proposed.

УДК 624.01

Зинкевич И.В., Шевчук В.Л.

К ОПЫТУ ВОЗВЕДЕНИЯ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ С ПОЭТАЖНЫМ ОПИРАНИЕМ НАРУЖНЫХ СТЕН

Введение. В последнее время (10–15 лет) в строительстве достаточно широкое распространение получили каркасные здания с поэтажным опиранием наружных стен на междуэтажные перекрытия. Это позволяет не только экономить на стоимости здания (вследствие применения материалов невысокой прочности), но и придавать фасаду архитектурную выразительность.

Однако в процессе возведения и эксплуатации таких зданий (не только у нас, но и в других странах СНГ, в частности, в России) выявились и определённые проблемы. Это связано и с обеспечением температурного режима ограждающих конструкций, и с работой облицовочного слоя, воспринимающего горизонтальные нагрузки и передающего их основной кладке, а также другие. В данной статье, в частности, анализируется опыт возведения каркасного 16-этажного жилого дома с поэтажным опиранием наружных стен на междуэтажные перекрытия по ул. Октябрьской революции в г. Бресте.

Строительство жилого дома было начато в 2008 году строительной организацией ООО «Облик», которая и являлась одновременно разработчиком проектно-сметной документации. В 2009 году строительство было приостановлено. К этому времени был почти полностью возведен железобетонный монолитный каркас и выполнена кладка первых двух этажей здания. С 2011 года строительно-монтажные работы на объекте выполнялись СУ №98 стройтреста №8.

В 2011 году СУ №98 была выполнена кладка наружных стен здания с 3 по 10 этаж. На этом этапе работы были приостановлены из-за выявленных отклонений кладки наружных стен от проектного решения, вызванных отклонениями торцевых граней плит перекрытий от проектного положения. В дальнейшем было принято решение на верхних этажах здания перейти на опирание наружных стен пол-

ностью на плиту, и строительство было продолжено.

В конструктивном плане жилой дом представляет собой односекционное каркасное здание башенного типа с полным железобетонным монолитным каркасом. Пространственная жесткость каркаса обеспечивается железобетонными диафрагмами и ядрами жесткости и монолитными безбалочными перекрытиями. Наружные стены выполнены трехслойными: из стеновых блоков из ячеистого бетона, воздушной прослойки и облицовочного слоя из лицевого керамического кирпича с поэтажным опиранием на края плит перекрытий. Общий вид здания на момент обследования приведен на рисунке 1.

При обследовании наружных стен жилого дома, анализе проектной документации с учетом, результатов геодезической съемки и проверки физико-механических характеристик материалов наружных стен, в лаборатории БрГТУ были получены следующие результаты.

Согласно проекту 10/2006-63 наружные стены выполнены из газосиликатных блоков, средней плотностью D500, класс по прочности В 1.5 на клею. Толщина внутреннего слоя 400мм. Наружная облицовка стен выполнена из кирпича керамического облицовочного пустотелого утолщенного с 32-мя прямоугольными пустотами размером 15x15 мм. Проектная марка кирпича КРПУ 100/35 по СТБ 1160-99 на цементно-песчаном растворе М75 F50.

Перемычки на прямых участках стен выполнены брусковыми, для облицовочного слоя применены перемычки из стального уголка с нанесением антикоррозионного покрытия. На криволинейных участках стен использованы цементно-песчаные перемычки, армированные стержнями $\varnothing 12S400$ (рис. 2).

Зинкевич Игорь Владимирович, к.т.н., доцент кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Шевчук Валерий Леонидович, к.т.н., доцент кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.