

### Область техники

Настоящее изобретение относится к строительству перекрытий промышленных или иных подобных зданий из предварительно напряженного железобетона и, в частности, к некоторым стальным деталям, которые становятся составными частями сооружения. Область изобретения описана в классификации Е 04В 1/10 в соответствии с МПК, которая в целом относится к конструкциям или строительным элементам или, в частности, в группе Е 04С 3/00 или 3/294.

### Обзор известных технических решений

Целью настоящего изобретения является создание новой сборочной системы для строительства большепролетных зданий из составных вертикальных несущих стеновых панелей и составных перекрытий, благодаря которой достигаются боковое раскрепление и устойчивость сооружения при использовании только гибких элементов стен и перекрытий без необходимости в дополнительной придающей устойчивость конструкции. Конечная цель заключалась в создании способа строительства однопролетного большепролетного здания с плоскими внутренней и наружной поверхностями, не имеющего обычных балок и колонн, выходящих из них. Как это делается, описывается в приведенном ниже описании.

Важно подчеркнуть, что настоящее изобретение относится к большепролетным малоэтажным зданиям (с пролетом примерно 20-30 м, высотой до 15 м) и относится, главным образом, к строительству промышленных или подобных зданий, для которых многие известные подобные системы стеновых панелей никогда не использовались. В наиболее распространенной практике строительства малоэтажных бетонных зданий из стеновых панелей преобладают ненесущие навесные стены, требующие конструктивных дополнительных опор. Самостоятельно устойчивые конструкции, где несущими элементами являются только несущие стеновые панели, встречаются очень редко. Некоторые системы зданий со стеновыми панелями могут иметь элементы, более или менее похожие на элементы системы здания, описанные в настоящем изобретении, но ввиду нереальности предложенных решений их применение для большепролетных зданий невозможно. Самонесущие конструкции из несущих стеновых панелей требуют применения панелей, обладающих значительной жесткостью, способных нести огромные вертикальные нагрузки и горизонтальный силы, одновременно обеспечивая устойчивость всего сооружения. Главной причиной тому, почему несущие конструкции только из стеновых панелей встречаются так редко - это именно устойчивость сооружения, добиться которой при использовании только прочных панелей трудно. В таком случае панели не могут быть тонкими, а должны быть значительной толщины, а увеличение толщины панелей приводит к значительному расходу материала, который в зависимости от высоты здания может стать чрезмерным. Слишком толстые стеновые панели могут быть еще и слишком тяжелыми или неэстетично выглядеть. Толщина панели, за счет которой стеновая панель обретает жесткость, фактически достигается путем увеличения расстояния между двумя бетонными слоями, причем просвет между ними необходимо заполнить каким-либо материалом. Любой материал, используемый для заполнения просвета, вызывает значительные расходы, если учесть большие площади стен здания. Очевидно, что толщину панели необходимо каким-то образом увеличить без расходования слишком большого количества материала, и это тоже одна из целей настоящего изобретения. Но даже если толщину панели и удастся увеличить без значительных затрат, добившись таким путем жесткой несущей стеновой панели, этого по-прежнему будет не достаточно для обеспечения устойчивости сооружения при воздействии большой вертикальной и горизонтальной нагрузки, и это по-прежнему не уменьшит в достаточной степени прогибы верхних частей панелей под действием боковых нагрузок, и, кроме того, не обеспечит соответствие многим требованиям строительных норм и правил. Наиболее распространенные большепролетные здания возводятся из сборных, не раскрепленных в боковом направлении поперечных рам с консольными или, аналогично, вертикальными консольными стеновыми панелями, поддерживающими тяжелую конструкцию крыши, и при этом вертикальные консольные несущие колонны или панели, имеющие приведенную длину (при продольном изгибе), в два раза превышающую их фактическую высоту, поддерживают поперечные балки или подобные плитам конструкции крыши. Устойчивость таких сооружений, основанная на прочных, не раскрепленных в боковом направлении консольных колоннах (или адекватных стеновых панелях), - это, видимо, самая дорогая цена, которую приходится платить за устойчивость. Отсутствие эффективного раскрепления в боковом направлении делает такие сооружения неустойчивыми, не подходящими для того, чтобы придать им устойчивость экономически оправданным способом, и требующими больших размеров поперечного сечения колонн или панелей. Соответственно, еще одной целью настоящего изобретения является придание сооружению устойчивости иным способом, позволяющим уменьшить толщину панелей. В частности, целью является некоторое сооружение с поперечным раскреплением, собранное из вертикальных несущих стеновых панелей умеренной толщины, причем устойчивость сооружения достигается за счет включения всех имеющихся ресурсов сооружения. При этом стеновые панели можно было бы избавить от выполнения функции единственного элемента, от которого зависит устойчивость. Как это делается, описывается в приведенном ниже описании изобретения. Некоторые решения, известные автору, могут иметь частичное сходство с настоящим решением, однако они, как правило, не связаны ни с проблемой устойчивости, ни с применимостью для возведения реальных большепролетных зданий.

Поскольку новая система здания основывается на двух решениях, первое из которых направлено на

усовершенствование самих узлов панелей и перекрытий, а второе относится к устойчивости, эти две проблемы будут рассматриваться отдельно.

Наиболее близкое решение вертикально размещенной несущей стеновой панели, было описано в патенте США № 1,669,240, изобретатель Джузеппе Амормино (Giuseppe Amormino). В этом патенте предлагается несущая многослойная стеновая панель, которая в целом хорошо подходит для цели строительства зданий. Но опять-таки эта панель имеет несколько недостатков, которые могут серьезно ограничить сферу ее применения для строительства реальных большепролетных зданий, среди которых можно отметить следующие. Наличие проволочной арматурной сетки, помещенной в средину поперечного сечения каждого тонкого бетонного слоя, делает их слишком гибкими. Поскольку реальное распределение аксиальных сил по высоте панели скорее внецентренно, чем по центру, слои часто претерпевают некоторый неизбежный местный изгиб. Поэтому решение с помещением арматуры в средину поперечного сечения является неприемлемым. В соответствии с настоящим изобретением предлагается новое расположение двух разнесенных слоев арматурной сетки, помещаемых рядом с поверхностями бетона, как описано ниже. Благодаря такому решению обеспечивается значительное усиление обоих бетонных слоев панели.

Решетки из стальных стержней, используемые в вышеупомянутой панели в качестве работающих на срез соединителей для соединения бетонных слоев и обеспечивающие совместную работу панели, могут оказаться недостаточно жесткими для использования в более высоких, более гибких панелях. В таком случае потребуется их большое количество. Использование слишком большого количества решеток требует использования слишком большого количества более мелких деталей изолирующих полос, что также требует намного большего объема сварочных работ, что в результате приводит к слишком трудоемкому технологическому процессу. Поэтому в настоящем изобретении решетчатые соединители заменены меньшим количеством более жестких стенок, которые намного прочнее и непрерывно заанкерены в оба бетонных слоя. В том же патенте опора для перекрытия, образованная из внутреннего бетонного слоя, утолщенного на его верху для обеспечения достаточной несущей поверхности, выполнена неудачно, поскольку вызывает эксцентризитет. При этом через эту же опору передается вертикальная нагрузка большой величины, создавая ненужные местные изгибающие моменты, вызывая постоянные напряжения в панельных элементах. Более того, при таком решении крыша/перекрытие практически опираются только на один тонкий внутренний слой бетона, имеющего помещенную вовнутрь арматуру. Такие концентрации нагрузки требуют более серьезных опор, чем предложенная. Дальнейший недостаток относится к изготовлению панели, в частности, к способу, каким дно опалубки для верхнего бетонного слоя временно крепят к решеткам, а также сомнительному использованию «приемлемой смолы» для приклеивания стекловолоконных полос, помещенных между смежными парами решеток. Окончательная стадия заливки «раствора или изоляционного материала» в пространство между смежными изоляционными полосами может быть операцией, отнимающей много времени, неприемлемой для быстрого изготовления. Предлагается более эффективный способ изготовления панелей.

Известно много решений несущей стеновой панели, а также много способов строительства зданий из них. Однако в обычной практике такие системы зданий широко не распространены и особенно не использовались в большепролетных малоэтажных промышленных и подобных зданиях. Одной из причин этому, несомненно, является отсутствие устойчивости таких зданий, которую трудно обеспечить только одними панелями, особенно, если пролеты более 20 м и высота панелей превышает 9 м. Все решения в части строительства зданий со стеновыми панелями, которые автору известны, вовсе не учитывают проблемы устойчивости.

### Описание изобретения

Настоящее изобретение относится к строительству самостоятельно устойчивых малоэтажных большепролетных промышленных или подобных зданий из составных несущих стеновых панелей без использования обычных элементов, например, колонн, балок или опорных рам - деталей, обычно используемых для обеспечения устойчивости всей конструкции здания. Поэтому преобладающая часть настоящего описания посвящена устойчивости, раскреплению собранного сооружения от увода, помогающим панелям поддерживать тяжелую крышу и перекрытия. Эта новая изобретенная стеновая панель предназначена для адаптации общеизвестной многослойной стеновой панели для строительства большепролетных сооружений, а также быстрого изготовления. Для получения системы для строительства самостоятельно устойчивых большепролетных сооружений, собранных из гибких вертикальных несущих панелей, были внедрены несколько изобретений. Для того чтобы упорядочить изложение, в приведенном ниже описании стеновая панель, элемент перекрытия, устройство для изготовления и способ монтажа зданий будут раскрыты последовательно.

Новая составная панель, показанная на фиг. 1 и 4, представляет собой усиленную обычно используемую конструктивную несущую многослойную стеновую панель, состоящую из внутреннего и наружного бетонных слоев, соединенных по меньшей мере двумя полосами из листовой стали, оцинкованными для защиты от коррозии. Промежуток между двумя бетонными слоями частично заполнен слоем теплоизоляции произвольной толщины. Остальная часть этого промежутка остается пустой и используется для циркуляции воздуха. Главная особенность, достигаемая при этом, помимо хорошо известных свойств

составной конструкции, - это адаптивность толщины, которая обеспечивается без значительного расходования материала. Увеличение пространства между двумя бетонными слоями приводит к значительному увеличению момента инерции поперечного сечения панели, причем это осуществляется путем увеличения высоты стальных стенок-полос, что связано с почти пренебрежимо малым увеличением расхода материала. Что действительно увеличивается, так это ширина воздушного пространства между двумя бетонными слоями, что ничего не стоит. Следовательно, стеновая панель, обретающая прочность за счет уменьшения ее гибкости (поскольку увеличивается момент инерции), становится более прочной при большем разнесении ее бетонных слоев, а это малая цена, которую приходится платить для того, чтобы получить мощную панель. Наиболее широко распространенные стальные решетки, соединяющие эти два бетонные слоя, заменяются стенками из стальной полосы, которые намного лучше отвечают цели строительства тяжелых зданий по нескольким причинам. Во-первых, стальные полосы существенно жестче решеток. Стальные стенки, имеющие значительную площадь поперечного сечения, прочно заанкерены в оба бетонных слоя, могут воспринимать некоторую часть вертикальной нагрузки. Вертикальная нагрузка, прикладываемая к стальной трубе в опоре, частично передается в окружающий бетон, в которой труба заанкерена, и частично в две длинные непрерывные соединительные линии между обоими бетонными слоями и стальной стенкой, как показано на фиг. 4 и 6, благодаря чему концентраций напряжений в опорах удается избежать. Количество стали, расходуемой на используемые стенки (не имеющие полок), приблизительно равно количеству, необходимому для решеток. Обычно для достижения требуемой жесткости панели, которая должна быть достаточно жесткой, чтобы оказывать сопротивление боковым прогибам в допустимых пределах, решеток требуется больше, чем стальных стенок. Используемое расположение двух слоев стальной сетки, заделанных в каждый бетонный слой, значительно повышает ее местную жесткость, одновременно снижая вероятность изгиба и растрескивания. Анкеры из коротких стальных стержней, вставленные через отверстия в петлях, которые привариваются на обоих продольных краях стенок, служат, главным образом, как анкеры, предотвращающие проскальзывание между бетоном и стенкой и, кроме того, поддерживающие постоянное расстояние (равное диаметру короткого стального стержня) между двумя сетками по всему бетонному слою, как показано на фиг. 1. Арматурный каркас, собранный в опалубке перед бетонированием каждого бетонного слоя, хорошо закреплен, легко перемещается и контролируется и имеет надежные промежуточные пространства, что снижает допуски. Здесь необходимо подчеркнуть, что введение двух стальных проволочных сеток с дополнительными продольными арматурными или прядями предварительного напряжения между ними позволяет, несомненно, использовать тонкие стены меньшей толщины из разных бетонных элементов, чем обычно разрешено строительными нормами и правилами. Однако строительные нормы и правила, обычно ограничивающие защитные слои бетона поверх балок и стоек, не учитывают тех случаев, когда арматура заключена столь оптимально между двумя слоями сеток.

Другой особенностью предлагаемой панели является закладная стальная труба, расположенная перпендикулярно и приваренная к стальным стенкам между двумя бетонными слоями, определяющая верх опор для поддержки конструкции крыши или перекрытия собранных узлов, которая исключает какой-либо эксцентризитет. При этом реакции опирающихся узлов крыши или перекрытий прикладываются концентрично стальной трубе, заанкеренной в обоих бетонных слоях на верху опоры. Труба приварена к обеим стальным стенкам, и реакции эффективно передаются в оба бетонных слоя, благодаря чему предотвращаются концентрации напряжений возле опор. Новая панель вначале (при сборке) монтируется как консоль (в конечном итоге, как панель с одним защемленным концом с прикрепленным сбоку верхом) с ее нижним концом, жестко зафиксированным в гнезде фундамента, как показано на фиг. 11. Нижняя часть панели имеет полностью бетонное поперечное сечение с длиной, заданной для входа в грунт или фундамент ниже плиты перекрытия первого этажа, как показано на фиг. 4 и 8. Именно здесь возникают наибольшие изгибающие моменты, поэтому полное поперечное сечение вполне приемлемо. Еще одно преимущество такого сплошного низа заключается в том, что стеновую панель можно легко монтировать, поворачивая относительно ее низа, и при этом некоторые сколы или выкрашивания можно допускать, поскольку низ панели в итоге входит в гнездо, заливаемое бетоном. Просачивание капиллярной влаги вверх панели можно легко предотвратить с помощью соответствующего наружного негигроскопичного покрытия до уровня окружающего грунта. Другой возможный способ прерывания пути влаги - встроенный прерыватель влаги. Еще одной целью изобретения являются способ быстрого изготовления такого типа панелей, обеспечивающий их массовое производство, и устройство для его осуществления. Способ изготовления связан с дополнительным устройством, являющимся частью опалубки, имеющим подвижное, временно закрепленное дно верхней части опалубки для заливки верхнего бетонного слоя, как показано на фиг. 9 и 10. Это устройство имеет несколько боковых прутков, протянутых через отверстия в формовочных боковинах опалубки и отверстия в стальных стенках панели. Изоляционные полосы с шероховатой поверхностью используются для образования дна верхней опалубки, устраиваемой поверх нижних прутков, которые (полосы) после бетонирования остаются прилипшими с одной стороны к бетону. После отверждения верхнего бетонного слоя панели подвижное дно вытягивают в сторону. Все обычные особенности многослойных панелей, которыми отличаются многие другие панели, в настоящем описании не рассматриваются, а упоминаются лишь вкратце, поскольку цель данного изобретения за-

ключалась в том, чтобы получить жесткую и способную нести нагрузку панель, надежную для обеспечения устойчивости здания. Поэтому до сих пор описывалась надежная панель, из которой можно строить реальные большепролетные здания.

Другой строительный элемент, узел составного перекрытия, изготавливается аналогично только что описанной стеновой панели и показан на фиг. 5. Он имеет верхний и нижний слои из литого бетона, соединенные двумя или более полосами из оцинкованной листовой стали, помещенными в промежуток между ними, заанкеренными в бетон таким же образом, что и полосы стеновой панели. Оба бетонных слоя узла перекрытия, подвергающиеся только чистому изгибу, усилены двумя слоями стальной проволочной сетки, причем верхний слой толще нижнего, чтобы принять центр тяжести поперечного сечения. Сжатая верхняя панель может содержать дополнительную арматуру, которая требуется редко из-за большой площади поперечного сечения бетона. Нижняя панель, растянутая из-за изгиба, всегда усиливается дополнительными арматурными стержнями, заделанными между двумя слоями сеток. В случае предварительного напряжения, арматурные стержни могут частично или полностью - в зависимости от требуемой степени предварительного напряжения - заменяться проволочными прядями предварительно-го напряжения. Особая выгода от использования стальных стенок возникает возле опор, где действуют большие поперечные силы. Основные напряжения растяжения в основном воспринимаются стальными стенками. Кроме того, если возникают поперечные напряжения чрезмерной величины, есть возможность добавить некоторые дополнительные, более короткие стенки из полосы листовой стали только возле концов элемента перекрытия, которые не обязательно должны проходить по всей длине элемента, как показано на фиг. 5, на котором такая дополнительная стенка иллюстрируется средней стенкой, показанной пунктирной линией. Еще одним преимуществом предлагаемых стальных стенок является их использование для достижения жесткого соединения сталь-сталь между стеновой панелью и узлом перекрытия, как показано на фиг. 4 и 7. путем крепления стальных стенок элемента перекрытия к стенкам стеновой панели парой болтов достигается жесткое соединение, которое может дополнительно повысить устойчивость здания, имеющего перекрытия. Однако использование только одних жестких панелей, которые не раскреплены, позволяет возводить только здания с меньшими пролетами при условии, что они не слишком высоки. Такое использование стенных панелей наверняка будет сведено к некоторой доступной области применения, ограниченной несущими способностями панели, а также ее гибкостью, или требованиями строительных норм и правил. В ином случае потребовалось бы огромное увеличение толщины стенной панели, что может вызвать различного рода архитектурные проблемы, делающие их неприемлемыми. Например, если бы изготавливалась простая конструкция из двух защемленных на одном конце стенных панелей общей толщиной примерно 35 см, несущая конструкцию крыши с простым опиранием пролетом 25 м, как показано на фиг. 11, предельная высота панели составляла бы примерно 7 м. При превышении этого предела, даже если бы временное сопротивление и устойчивость под действием вертикальной нагрузки были удовлетворительными, такая конструкция не отвечает требованиям ограничения боковых прогибов ее гибких панелей при воздействии боковых нагрузок, например, при землетрясении или ветре. Следовательно, предлагаемая панель, подобно многим другим известным панелям, без раскрепления оставалась бы лишь моделью для строительства небольших зданий, а не реальных зданий с большими пролетами и повышенной высоты. Поэтому многие из ранее запатентованных систем так и не нашли широкого применения на практике. Очевидно, что строительство реального большепролетного высокого малоэтажного здания требует дополнительного решения самораскрепления от увода, помогающего стенным панелям стать самостоятельно устойчивой опорной конструкцией для крыши/перекрытия. Описание такого решения, применимого к зданиям, имеющим подобные плитам узлы крыши/перекрытия, приводится ниже. Основная идея заключается в раскреплении продольных рядов несущих вертикальных панелей от увода на уровне крыши-потолка широкой жесткой плоскостью, образованной соединенными между собой узлами крыши-потолка, с горизонтальным соединением с двумя торцевыми стенами (фронтонами), как показано на фиг. 12, 13 и 14. В этой идеи не было ничего нового, если бы речь шла о многоэтажных зданиях с короткими пролетами, а не о большепролетных зданиях с мощными монолитными перекрытиями, отлитыми на месте и соединенными со стенами жесткости на коротких пролетах. Однако большепролетные малоэтажные сборные здания так не строят из-за отсутствия возможности образовать требуемую большую жесткую плоскость, способную соединить две удаленные торцевые стены, собранные из стенных панелей, и заставить их служить стенами жесткости. Простейшая конструкция образуется из двух точно продольно выставленных рядов собранных стенных панелей, поддерживающих конструкции крыши-потолка с плоской нижней поверхностью, как показано на фиг. 11. Применимые конструкции крыши-потолка были описаны в документе WO 02/053852 A1. Каждая пара стенных панелей поддерживает один одиничный узел крыши-потолка, как проиллюстрировано. Стенные панели жестко встроены в продольные ленточные фундаменты, имеющие продольные гнезда. Такое сооружение устойчиво, пока гибкие консольные стенные панели могут поддерживать свою собственную устойчивость. Но поскольку с увеличением высоты здания гибкость стенных панелей быстро возрастает, сооружение становится неустойчивым. Увеличивать толщину стенных панелей сверх некоторого разумного с архитектурной и экономической точек зрения значения бессмысленно, и поэтому предел сооружения достигается довольно скоро. При соединении теперь смежных плит софита узлов

крыши-потолка несколькими простыми сварными деталями в местах, показанных на фиг. 14, получается широкая, крайне жесткая горизонтальная плоскость, которая таким же образом соединена на своих концах (на продольных краях последней плиты софита) с обеими торцевыми стенами. Торцевые стены, тоже собранные из стековых панелей, направленные под прямым углом к продольным стенам и имеющие крайне высокую жесткость в своей плоскости, способны обеспечить поперечное раскрепление сооружения. Эти торцевые стены становятся фактически стенами жесткости. Таким путем длинная и широкая жесткая горизонтальная плоскость, будучи сама вертикально поддерживаемой стековыми панелями, удерживает верхи тех же стековых панелей, не позволяя им перемещаться в горизонтальном боковом направлении, как показано на фиг. 14. Поскольку верхи продольно расположенных стековых панелей прикреплены к жесткой горизонтальной плоскости, панели уже не являются простыми вертикальными консолями, а становятся консолями, имеющими верхи, защемленные в боковом направлении, и, следовательно, не могут выгибаться, как раньше. Защемление от бокового перемещения на их верхах значительно уменьшает приведенную длину панелей при продольном изгибе, а также их гибкость. Уменьшение приведенной длины (обозначенной  $L_b$ ) стековой панели показано в сравнении, сделанном на фиг. 15 и 16. На фиг. 15 проиллюстрирован увод не раскрепленного ряда консольных стековых панелей под действием вертикальной и горизонтальной нагрузки при отсутствии помощи от торцевых стен. На фиг. 16 показан прогиб того же ряда консольных стековых панелей, раскрепленных торцевыми стенами посредством горизонтально жесткой плоскости, под действием той же нагрузки. Видно, что во втором случае приведенная длина значительно уменьшилась, что является преимуществом в смысле устойчивости сооружения. Ниже это преимущество будет подтверждено теоретически.

Однако будучи достаточно большой, жесткая горизонтальная плоскость сама является гибкой в боковом направлении в зависимости от длины здания и из-за наличия нескольких относительно тонких и упругих стальных соединителей. Горизонтальная плоскость действует как пружина, прикрепленная сбоку к верху вертикальной панели, как схематически показано на фиг. 16. Если обратиться теперь к фиг. 16, критическая нагрузка  $P_{cr}$  ( $N_{cr}$ ) определена для статического состояния:

$$N_{cr} \cdot \delta = c \cdot \delta \cdot L + \frac{3EI}{L^3} \cdot \delta \cdot L$$

откуда

$$N_{cr} \cdot \delta = c \cdot \delta \cdot L + \frac{3EI}{L^3} \cdot \delta \cdot L$$

и

$$N_{cr} = c \cdot L + \frac{3EI}{L^2}$$

При сравнении с хорошо известным выражением для критической нагрузки консольной панели (как показано на фиг. 17)

$$N_{cr}^2 = c \cdot L + \frac{3EI}{L^2} \quad N_{cr}^1 = \frac{\pi^2 \cdot EI}{4L^2} = \frac{9,8596 \cdot EI}{4L^2} = 2,465 \frac{EI}{L^2}$$

и пренебрегая разницей и принимая оба выражения приблизительно равными:

$$3 \frac{EI}{L^2} \approx 2,465 \frac{EI}{L^2}$$

получаем

$$N_{cr}^2 \approx c \cdot L + \frac{3EI}{L^2} = c \cdot L + N_{cr}^1$$

Таким образом, критическая сила консоли, удерживаемой пружиной на своем верху, отличается от критической силы для чистой консоли на элемент  $c \cdot L$ . Жесткость пружины,  $c$ , характеризующая взаимную жесткость плоскости крыши и торцевых стен, имеющая высокое значение, делает верх колонны практически защемленным, как если бы это был вертикально подвижный шарнирно опертый конец. Даже если бы жесткость пружины,  $c$ , имела низкое значение, это все равно вызывало бы значительное уменьшение формы прогиба стековой панели, и это является преимуществом, поскольку в любом случае критическая нагрузка существенно возрастает. Жесткие пружины, представляющие реальную жесткость горизонтальных плоскостей, могут повысить критическую нагрузку одной и той же панели в несколько раз. Приведенная длина определена, исходя из следующих соображений. Хорошо известное выражение для критической нагрузки обычно имеет следующий вид:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot EI}{k \cdot L^2}$$

Для консольной колонны с боковой пружиной на ее верху было получено:

$$N_{cr} = c \cdot L + \frac{3EI}{L^2}$$

где  $c$  - жесткость пружины.

Приравнивая эти выражения, получаем

$$k = \frac{\pi^2 \cdot EI}{C \cdot L^3 + 3EI}$$

Эта формула нужна для определения фактической гибкости панели.  
Следовательно,

$$\lambda = \frac{k \cdot L}{i} = \frac{\frac{\pi^2 \cdot EI}{C \cdot L^3 + 3EI} \cdot L}{\frac{I}{A}} = \frac{\pi^2 \cdot i \cdot EI}{C \cdot L^2 + \frac{3EI}{L}}$$

и гибкость панели

$$\lambda = \frac{\pi^2 \cdot i \cdot EI}{C \cdot L^2 + \frac{3EI}{L}}$$

Жесткость пружины, с, можно довольно точно определить с помощью любой компьютерной программы расчета строительных конструкций на модели здания, имеющего моделируемые соединения. Жесткость горизонтальной плоскости, собранной из плит крыши/потолка, будет зависеть от длины плоскости, пролета собранных узлов и особенно от деформируемости соединений. Жесткость пружины будет зависеть и от гибкости торцевых стен, и при этом учесть более крупные проемы в торцевых стенах. Зная горизонтальную силу  $H$  и горизонтальный прогиб, рассчитанный для модельной горизонтальной плоскости, легко получить изгибную жесткость эквивалентной продольной рамы  $EI_F$ , содержащей комбинацию эквивалентного заменителя балки  $EI_b$ , и эквивалентного заменителя колонны  $EI_c$ , заменяющих горизонтальную плоскость и торцевые стены соответственно, как показано на фиг. 17. Истинные значения можно измерить на реальной модели и ввести как поправочные коэффициенты в вышеприведенные выражения.

Максимальный прогиб, происходящий на верху продольной рамы в поперечном направлении, имеет две составляющие: прогиб из-за согнутых колонн (торцевых стенок)  $f_c$  и прогиб балки (горизонтальной плоскости)  $f_b$ , как показано на фиг. 17:

$$f_{max} = f_c + f_b$$

$$f_b = H \frac{\varphi \cdot L_b^3}{48EI_b}$$

$$f_c = \frac{H}{2} \frac{L_c^3}{3EI_c} \quad f_b = H \frac{\varphi \cdot L_b^3}{48EI_b}$$

$$f_{max} = \frac{H}{2} \frac{L_c^3}{3EI_c} + \varphi \frac{H \cdot L_b^3}{48EI_b}$$

Наконец, получаем жесткость пружины раскрепления:

$$K = \frac{H}{f_{max}} = \frac{H}{\frac{H}{2} \frac{L_c^3}{3EI_c} + \varphi \frac{H \cdot L_b^3}{48EI_b}}$$

$$K = \frac{6E}{\frac{L_c^3}{I_c} + \varphi \frac{L_b^3}{I_b}}$$

где

$I_c$  -  $\Sigma I_c$  - суммарный момент инерции панелей торцевой стенки;

$I_b$  - момент инерции горизонтальной плоскости;

$L_c$  - средняя высота панели торцевой стенки;

$L_b$  - длина здания;

$\varphi$  - понижающий коэффициент, учитывающий снижение жесткости горизонтальной плоскости из-за податливости соединений. Его можно рассчитать на модели или определить опытным путем.

#### Описание графического материала

Фиг. 1 представляет собой поперечное сечение панели, на котором показаны ее составные части.

Фиг. 2 - частичный вертикальный разрез панели.

Фиг. 3 - частичный вид стальной стенки части с фиг. 2.

Фиг. 4 - общий вид узла составного перекрытия.

Фиг. 5 - частичный вертикальный разрез части с одной стороны конструкции здания, на котором показана сборка вертикально собранной панели с перекрытием и крышей-потолком.

Фиг. 6 - подробный общий вид окончательной опоры узла крыши/потолка, прикрепленного к стеновой панели.

Фиг. 7 - подробный общий вид окончательной опоры узла перекрытия перед заливкой бетона, на котором показано жесткое соединение сталь-сталь между узлом перекрытия и стеновой панелью.

Фиг. 8 - подробный общий вид нижней части стеновой панели, на котором показано ее жесткое соединение с фундаментом.

Фиг. 9 - общий вид части опалубки, на котором иллюстрируется конкретная стадия изготовления после заливки нижнего бетонного слоя.

Фиг. 10 - общий вид части опалубки, на котором показана конкретная стадия изготовления после заливки верхнего бетонного слоя.

Фиг. 11 - общий вид простейшего узла поперечной рамы, образованного парой вертикальных консольных стеновых панелей, поддерживающих узел крыши-потолка.

Фиг. 12 - общий вид части предлагаемого здания.

Фиг. 13 - упрощенную модель здания, иллюстрирующую концепцию самостоятельно устойчивой конструкции здания.

Фиг. 14 - подвергнутое деформации модель здания, иллюстрирующую, как действует механизм устойчивости здания.

Фиг. 15 - схематическую модель поперечной рамы простейшей конструкции, содержащую консольные стеновые панели, удерживаемые на их верхах, иллюстрирующую уменьшенную приведенную длину панелей при продольном изгибе из-за бокового раскрепления.

Фиг. 16 - схематическую модель поперечной рамы простейшего сооружения, имеющего консольные стеновые панели, удерживаемые на их верхах, иллюстрирующую увод конструкции без бокового раскрепления.

Фиг. 17 - схематическую модель, полученную из реальной модели, показанной на фиг. 14, использованную для определения параметров системы раскрепления конструкции.

#### **Описание предпочтительного варианта осуществления**

Описание приводится под следующими заголовками:

- а) Стеновая панель
- б) Элемент перекрытия
- в) Устройство для изготовления стеновой панели
- г) Способ монтажа здания

а) Составная стеновая панель 1, показанная в поперечном сечении на фиг. 1, в частичном вертикальном разрезе на фиг. 2 и как часть здания на фиг. 4, имеет внутренний 2 и наружный 3 слои из литого бетона, каждый толщиной примерно 70 мм. Бетонные элементы соединены между собой по меньшей мере двумя полосами 4 из оцинкованной листовой стали, помещенными в промежуток между ними. Оба бетонных панельных элемента 2 и 3 армированы двумя слоями 5 стальной проволочной сетки. В каждом бетонном слое между двумя слоями стальной проволочной сетки по всей ширине панели имеется достаточно свободного пространства, в которое можно поместить дополнительные продольные арматурные стержни 6, используемые для упрочнения панели при необходимости в этом. Арматурные стержни можно заменить проволочными прядями предварительного напряжения (полностью или частично) в зависимости от требуемой степени предварительного напряжения. Идеальное место для арматурных стержней (или проволочных прядей предварительного напряжения) - это их заделка, с обеих сторон ограниченная двумя слоями сеток. Полосы 4 из листовой стали толщиной 4-7 мм заделаны в оба - внутренний и наружный - слои бетона, заанкеренными в них несколькими стальными петлями 7 треугольной формы и анкерами 8 в виде коротких стальных стержней, пропущенных через отверстия 9, как показано на фиг. 1, 2 и 3. Стальные стержневые анкеры, выступающие с обеих сторон из петель 7, помещены точно между двумя слоями сетки 5 каждого из бетонных панельных элементов 2 и 3, поддерживая таким образом постоянное расстояние между двумя слоями стальных сеток. Короткие стальные стержневые анкеры 8, будучи надежно заанкерованными в бетон, одновременно служат мощными соединителями. Изоляционный слой 10 лишь частично заполняет промежуток между бетонными панельными элементами 2 и 3, прилипая к внутренней стороне внутреннего бетонного слоя 2 стеновой панели. Незаполненный остаток промежутка образует воздушную зону 11, служащую для вентиляции изоляции. Общая толщина стеновой панели 1, а также соотношение между толщиной воздушного пространства 11 и толщиной изоляции 10 является произвольным, зависящим от климатических условий по месту, и легко изменяется путем изменения толщины изоляции в технологическом процессе изготовления.

Верхняя часть внутреннего слоя 2 панели, будучи короче наружного слоя 3, как показано на фиг. 4 и 6, определяет уровень опоры для элементов крыши-потолка 13, опирающихся на панель. Верхняя концевая часть 3.1 наружного панельного элемента 3 проходит вверх за опору, скрывая конструкцию крыши 13 и делая ее невидимой снаружи. Верхняя опора создается стальной трубой 14 небольшого размера, за-

анкеренной сбоку в оба бетонных слоя 2 и 3, утолщенных возле опоры, через несколько стальных петель 15, выступающих сбоку наружу, длинными стержневыми анкерами, подобно тому, как были заанкерыны стенки. Оба бетонных слоя 2 и 3 панели утолщены возле опоры для размещения боковых петель 15 трубы 14 на необходимую длину, требуемую для передачи реакций элементов опорной крыши 13 постепенно с трубы 14 в оба бетонных слоя, с предотвращением тем самым концентрации напряжений. Кроме того, для этой же цели труба 14 приварена к обеим стенкам 4 сварными швами 17. Стальная труба 14, сама являющаяся непосредственной опорой, немного выступает вверх выше верха окружающего бетона, обеспечивая тем самым опирание элементов крыши-потолка 13 точно на нее. Через трубу 14 стеновая панель нагружается центрально, причем оба бетонных слоя при отсутствии боковых сил сжимаются одинаково. Предлагаемая стеновая панель 1 вначале (при сборке) монтируется и жестко соединяется с элементами сборного фундамента 18 как консоль (с защемлением на одном конце), как показано на фиг. 4 и 8. Нижняя часть 19 стеновой панели выполнена как сплошной бетон без изоляции, подогнана для размещения выше уровня земли и снабжена небольшими закладными деталями 20 в виде стальных пластин для закрепления на фундаменте. Стеновая панель закрепляется на продольных элементах 18 из сборного железобетона ленточного фундамента с использованием пары закладных деталей 20 в виде стальных пластин возле своего нижнего конца по бокам с обеих сторон. Такие же стальные пластины 21 предусмотрены в заданных точках по дну неглубокого гнезда 22 элементов 18 ленточного фундамента. После монтажа стеновая панель 1 стоит вертикально, опираясь на дно (гнезда) фундамента, будучи вначале выставленной точно в вертикальное положение любым известным способом. Стальные пластины 20 и 21 соединяются стальными пластинами 23 треугольной формы, помещенными перпендикулярно им и приваренными сварными швами 24 и 25 соответственно, как показано на фиг. 4 и 8. В другом варианте осуществления стальные пластины могут иметь специальные детали, выступающие с обеих сторон панели, предназначенные для надевания через их отверстия на болты, выступающие вертикально вверх с верха дна канала в фундаменте, на которые накручиваются крепежные гайки. Основание находится ниже уровня земли на заданной глубине. Полностью бетонная сплошная секция панели возле ее нижнего конца проходит на всю длину от ее низа в гнезде 22 до верхнего уровня бетонной плиты 26 первого этажа, бетонируемой по месту, которое обычно находится выше уровня поверхности земли 27, как показано на фиг. 4 и 8. Стеновая панель 1 крепится в горизонтальном направлении к массивной бетонной плите 26 первого этажа боковыми анкерами 28.

б) Элемент перекрытия 29 имеет верхний 30 и нижний 31 панельные элементы из литого бетона, соединенные между собой двумя или более стенками 32 из полосы из оцинкованной стали, помещенными в промежуток, частично заполненный изоляцией 33, частично имеющий воздушное пространство 34 между ними, и заанкеренными подобно полосам панели. Оба бетонных слоя армированы двумя слоями стальной проволочной сетки подобно стеновой панели (см. фиг. 1).

Верхний панельный элемент 30 толще нижнего панельного элемента 31, чтобы принять центр тяжести поперечного сечения, что необходимо для изгиба. При необходимости, верхний панельный элемент 30 узла перекрытия может иметь некоторую дополнительную арматуру 35, работающую на сжатие, как показано на фиг. 5, аналогично стеновой панели, заделанную между двумя слоями сеток. Растигнутая нижняя панель 31 узла перекрытия 29 всегда армируется достаточным количеством дополнительных арматурных стержней 36, заделанных между двумя слоями сеток. Вместо арматурных стержней 36 таким же образом можно использовать большее или меньшее количество проволочных прядей предварительного напряжения в зависимости от требуемой степени предварительного напряжения. В случае чрезмерных поперечных сил можно рядом с опорами добавить некоторые дополнительные, более короткие стенки 37 из полосы листовой стали, которые не обязательно должны проходить по всей длине элемента перекрытия.

Концы стальных стенок используются для создания жесткого соединения между стеновой панелью и узлом перекрытия, как показано на фиг. 7. Внутренний бетонный панельный элемент 2 стеновой панели имеет разрыв на опоре, образующий продольную канавку 38, предназначенную для вставки элементов перекрытия. Стеновая панель 1 имеет опору внутри продольной канавки 38 на заданной отметке перекрытия. Для обеспечения прикладывания нагрузки перекрытия на опору по центру используется стальная труба 39 (заанкеренная таким же образом, как и труба 14 в опоре крыши). Вертикальные стальные стенки 4 стеновой панели проходят непрерывно под прямым углом через канавку 38. Смонтированные элементы перекрытия 29 опираются на трубу 39 через нижний бетонный слой 31, имеющий две прорези 39, которые совпадают со стенками 4 стеновой панели и в которые стенки 4 жестко входят, как показано на фиг. 7. Вертикальные стальные стенки 4 стеновой панели 1, проходящие через горизонтальную канавку 38, усиливают временно ослабленное поперечное сечение панели в канавке. После точного выставления стальные стенки 4 стеновой панели и стенки 32 элемента перекрытия перекрываются и легко соединяются болтами с гайками 40. Доступ для выполнения этой операции при сборке обеспечивается между широким отверстием канавки 30 и укороченным верхним бетонным слоем 30 узла перекрытия возле опоры, и после затяжки болтов 40 этот промежуток заливается бетоном. Уровень окончательного бетонного слоя перекрытия 41, залитого по месту поверх верхней поверхности собранного узла перекрытия, находится выше верхнего уровня опорной канавки 38, и в итоге все соединение становится скрытым, как показано на фиг. 4.

в) Опалубка для изготовления стеновых панелей и узлов перекрытия, частично показанная на фиг. 9 и 10, имеет дно 42, прикрепленное к некоторой обычной жесткой подлежащей конструкции 43, и две наружные формовочные боковины 44 и 45. Левая формовочная боковина 44 является подвижной и может сдвигаться в сторону в боковом направлении, а правая формовочная боковина 45 является неподвижной. В обеих формовочных боковинах в продольном направлении по всей длине на определенном расстоянии друг от друга выполнены несколько отверстий прямоугольной формы. При помещении в опалубку продольное расположение отверстий 47 в формовочных боковинах опалубки совпадает с соответствующими отверстиями 46 в стальных полосах стенок 32 или 4, которые используются как составная часть стеновой панели 1 или узла перекрытия 29 соответственно. Эти отверстия используются для временного формирования низа верхнего литого панельного элемента стеновой панели или узла перекрытия путем вставки нескольких боковых прутков 48 - вручную или с помощью специального устройства. Для понятности технологический процесс изготовления будет описан ниже поэтапно со ссылками на фиг. 9 и 10, иллюстрирующие порядок изготовления на двух различных стадиях. Вначале опалубку открывают, сдвигая в сторону левую формовочную боковину 44, и на дно 42 кладут два слоя армирующих сеток. Полосы 4 (или 32 в случае узла перекрытия) продольных стальных стенок устанавливают вертикально на петлях 7 вдоль опалубки перпендикулярно дну 42, как показано на фиг. 9. Петли 7 на своих верхах имеют пластиковые прокладки 12, обеспечивающие требуемую толщину защитного бетонного слоя арматуры. Поскольку тонкие полосы 4 стенок не устойчивы по длине опалубки, их временно раскрепляют от разворачивания вбок или скручивания несколькими прутками 48, пропускаемыми через соответствующие отверстия формовочных боковин и отверстия 46 в полосах 4 по всей опалубке. Кроме того, полосы стенок 4 можно вставлять в оба торца опалубки в специальные вертикальные прорезные приспособления. Если поднять сетку верхнего слоя, короткие стальные стержневые анкеры (длиной примерно 20 см) легко вставляются в отверстия 9 в петлях 7, направленных под прямым углом к полосам 4 стенок между сетками в два слоя. Вышесказанное очевидно из фиг. 1 и 9. Стальные стержневые анкеры 8 поддерживают расстояние между двумя слоями проволочных сеток 5, служа одновременно анкерами для стальных полос 4 стенок. После укладки всей арматуры указанным образом формовочные боковины 44 и 45 опалубки закрывают, все боковые прутки 48 объединяют, и затем заливают нижний бетонный слой требуемой толщины (70 мм), покрывающий уложенную арматуру. В случае предварительного напряжения, вместо арматурных стержней можно таким же способом поместить пряди предварительного напряжения. Для предварительного напряжения требуется дополнительная подлежащая конструкция опалубки, имеющая мощную продольную раму с соответствующими упорами на обоих концах. Расположенный ниже бетонированный слой соответствует наружному элементу стены в случае стеновой панели (с его наружной стороной, обращенной вниз) или нижнему бетонному элементу в случае узла перекрытия. Стадия после бетонирования первого слоя показана на фиг. 9. После того как верхний бетонный слой готов, боковые прутки 48 пропускают через отверстия в формовочных боковинах, а также через отверстия во всех стальных полосах 4 стенок. Расположенные на коротких расстояниях друг от друга боковые прутки 48 образуют на своих верхних сторонах временную одностороннюю сетчатую платформу, на которую укладывают изоляционные полосы 10 из полистирола или каменной крошки, плотно помещая их между полосами 4 стенок между полосами стенок и между полосами стенок и формовочными боковинами, как показано на фиг. 10. После этого верхняя поверхность, выполненная из изоляционных полос 10, образует дно опалубки верхнего бетонного слоя, закрытой с боков теми же боковинами 44 и 45 опалубки. Верхняя опалубка, образованная таким образом, используется для бетонирования внутреннего элемента стены в случае стеновой панели или верхнего бетонного элемента в случае узла перекрытия. Петли 7, приваренные ранее к стальным полосам 4 стенок, выступающие над поверхностью изоляции, имеют отверстия, которые используются таким же образом, как и в случае нижнего бетонного элемента, как показано на фиг. 10. Затем в верхнюю опалубку укладывают первый слой стальной сетки 5, надевая его на вертикально стоящие петли 7, выступающие над сеткой. Затем, перед укладкой второго слоя сетки, короткие стальные стержневые анкеры 8 вставляют в отверстия 9, и, наконец, сверху укладывают второй слой сетки, и при необходимости можно вставить несколько дополнительных продольных арматурных стержней 6. В случае стеновой панели с предварительным напряжением с обеих сторон, перед укладкой последнего слоя сетки, вместо арматурных стержней можно было бы уложить несколько прядей предварительного напряжения. Затем верхний бетонный слой бетонируют, разравнивают и разглаживают. Оба бетонных слоя, имеющие широкие открытые поверхности, легко пропариваются. После отверждения бетона обоих слоев боковые прутки 48 удаляют путем вытягивания наружу, освобождая стеновую панель или узел перекрытия, после чего ее или его можно вынимать из опалубки. Благодаря их достаточной жесткости такие панели можно поднимать и хранить в горизонтальном положении - в том же положении, в каком они забетонированы.

г) Простейший фрагмент конструкции образован двумя вертикальными стеновыми панелями 1, установленных и жестко закрепленных в неглубоком продольном гнезде 22 элементов 18 ленточного фундамента и поддерживающих узлы крыши-потолка 13, известный под названием «Составные конструкции крыши-потолка с двойным предварительным напряжением с плоской нижней поверхностью» в соответствии с документом WO 02/053852 A1, как показано на фиг. 11. Две вертикальные стеновые панели 1

были смонтированы и жестко соединены с продольным сборным ленточным фундаментом, как описано в части (а). Как показано на фиг. 11, две стековые панели 1 поддерживают один одиночный узел крыши-потолка 13, ширина которого в точности равняется ширине стековой панели. Это является преимуществом, поскольку при этом всегда обеспечивается полная совместимость их соединительных деталей. Следовательно, допуски тем самым снижаются до минимума, благодаря чему болты и другие точные соединительные средства можно уверенно использовать, не опасаясь ошибок по вине человека. Соединение узла крыши 13 и стековой панели 1 показано на фиг. 4 и 6. Подобный плите опорный конец узла крыши 13 имеет два отверстия 49 по одному на каждой стороне возле концов бетонной плиты софита, выполненные закладными деталями в виде короткой стальной трубы. Концы плиты опираются на стальную трубу 14, заложенную между двумя бетонными слоями, причем оба отверстия вначале совмещаются с двумя болтами 50, выступающими вверх с верхней поверхности трубы 14, и затем концы плиты крепятся к болтам гайками.

Длинное здание строится монтажом один за другим нескольких поперечных фрагментов, как показано на фиг. 12. Стековые панели 1 точно выставляются вдоль нескольких сборных элементов 18 ленточного фундамента и крепятся к ним, как описано в части (а) и показано на фиг. 4 и 8. Смежные стековые панели 1 непрямо соединяются между собой через общую горизонтальную плоскость, образованную собранными плитами софита узлов крыши. Узлы крыши соединяются между собой в нескольких точках вдоль их общих краев плит софита обычным способом стальными сварными закладными соединениями, способными выдерживать продольные и поперечные силы. Подобные соединения наиболее широко используются для выравнивания общих краев смежных плит софита и не являются предметом настоящего изобретения. Жесткая горизонтальная плоскость 51 соединена на обоих торцах здания с панелями 52, которые образуют торцевые стены, несколькими работающими на срез сварными соединениями вдоль продольных краев расположенных последними плит софита. Таким образом, стековые панели 1, расположенные вдоль двух продольных сторон, по существу раскреплены в поперечном направлении, и удерживаются на своих верхах горизонтально жесткой плоскостью 51 крыши-потолка.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Составная стековая панель 1, отличающаяся тем, что имеет два разных бетонных слоя 2 и 3, один толстый и один тонкий, оба армированные, по существу, двумя слоями стальной проволочной сетки 5 и непрерывно соединенные между собой по всей длине панели по меньшей мере двумя стенками 4 из тонкой стальной полосы, и при этом между ними образуется широкий промежуток, частично заполненный теплоизоляцией 10, приклеенной изнутри к внутреннему бетонному слою, а остальная часть пространства 11 используется для вентиляции воздуха, причем полосы-стенки 4 заанкерены в оба бетонных слоя посредством нескольких приваренных вдоль их краев стальных петель 7, имеющих отверстия 9, в которые вставлены короткие стальные стержневые анкеры 8, поддерживающие расстояние между слоями сеток, через которые пропущены дополнительные продольные арматурные стержни 6 или пряди предварительного напряжения.

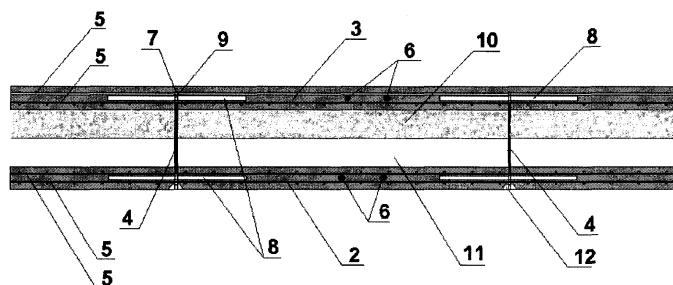
2. Составная стековая панель по п.1, отличающаяся тем, что имеет специальные опоры для опирания узлов 13 крыши с плоской нижней поверхностью с закладной стальной трубой 14, слегка выступающей над обоими утолщенными возле опор бетонными слоями 2 и 3, в которые труба 14 заанкерена, и, кроме того, приваренной перпендикулярно к стальным стенкам 4, постепенно передающей таким путем нагрузку крыши со стальной трубой в оба бетонных слоя 2 и 3 по центру без значительной концентрации напряжений, причем соединение легко осуществляется посредством двух болтов 50, выступающих вверх с верхней поверхности трубы 14, на которые плита софита узла 13 крыши-потолка насаживается через два отверстия 49 и крепится гайками.

3. Составная стековая панель по п.1, отличающаяся тем, что имеет специальные опоры для опирания узлов 29 перекрытия внутри горизонтальной канавки 38, образованной вдоль разрыва внутреннего бетонного слоя, в которой заложена стальная труба 14, заанкеренная в оба бетонных слоя стальными стенками 4, проходящими под прямым углом к трубе 14, благодаря чему достигается жесткое соединение узла перекрытия 29 и стековой панели 1 путем соединения перекрывающихся стенок 4 стековой панели и открытых стенок 32 элемента перекрытия болтами и гайками 40 внутри канавки 38, после чего канавка заливается бетоном, при этом нижний бетонный слой 31 узла перекрытия, который был предварительно оперт на трубу 14 стенками 4 стековой панели, вставленными в прорези 39 возле стенок 4, так что после выполнения соединения получается идеальный прямой соединительный край на обеих, верхней и нижней, сторонах соединения, не требующий дальнейшей обработки.

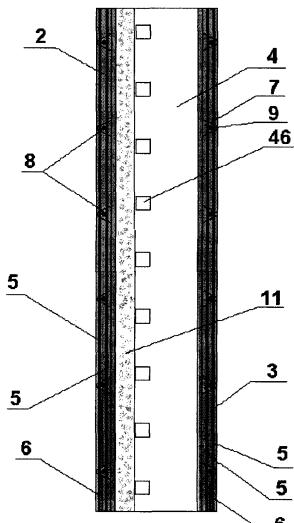
4. Конструкция здания из составных несущих вертикальных стековых панелей 1 и узлов составной крыши-потолка 13, которая может иметь несколько узлов перекрытия 29, отличающаяся тем, что стековые панели 1 точно выставлены и жестко прикреплены как консоли к ленточным сборным фундаментам 18 с продольными гнездами 22, расположенными по периметру здания, причем ширина стековых панелей 1 точно совпадает с шириной узлов крыши-потолка (13) и перекрытий 29, обеспечивая таким образом точное совпадение соединительных деталей, благодаря чему достигается здание со всеми плоскими

внутренними поверхностями, не имеющее ни колонн, ни балок.

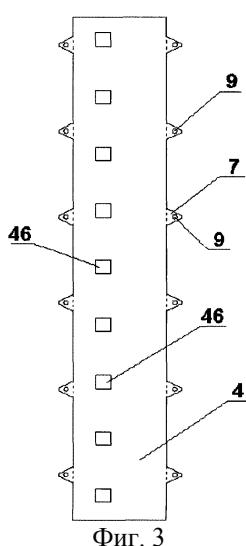
5. Способ бокового раскрепления для самостоятельно устойчивых зданий, построенных из составных несущих вертикальных стеновых панелей 1 и узлов составных крыши-потолка 13 и перекрытий 29 по п.4, отличающийся тем, что стеновые панели 1 монтируют и временно жестко закрепляют как консоли, после чего прикрепляют их верхами к жесткой горизонтальной плоскости 51, образованной всеми плитами крыши-потолка 13, соединенными между собой вдоль своих наружных краев деталями, таким образом закрепляя их в боковом направлении от увода со значительным уменьшением их приведенной длины при продольном изгибе благодаря соединению концевых плит узлов крыши вдоль их контактов со стеновыми панелями торцевых стен с раскреплением всего сооружения и обеспечением его боковой устойчивости.



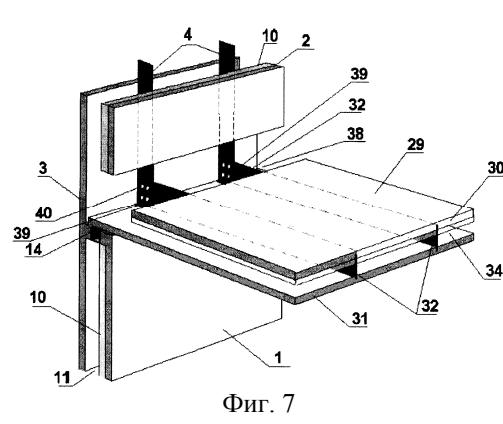
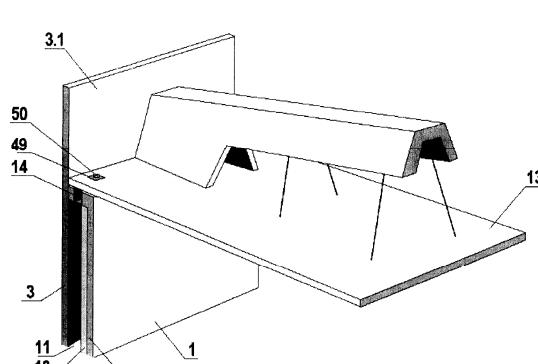
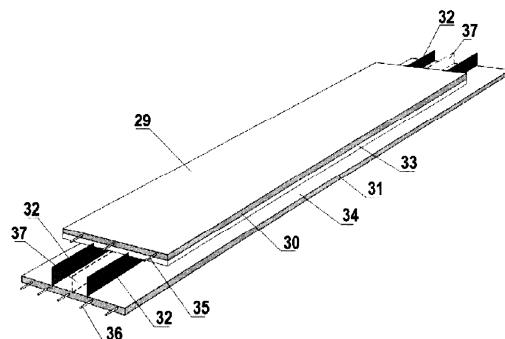
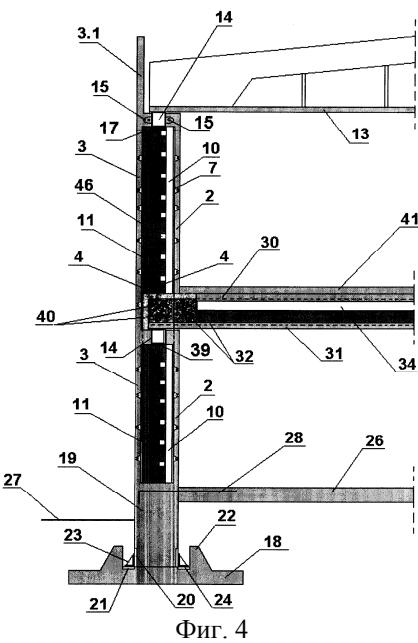
Фиг. 1

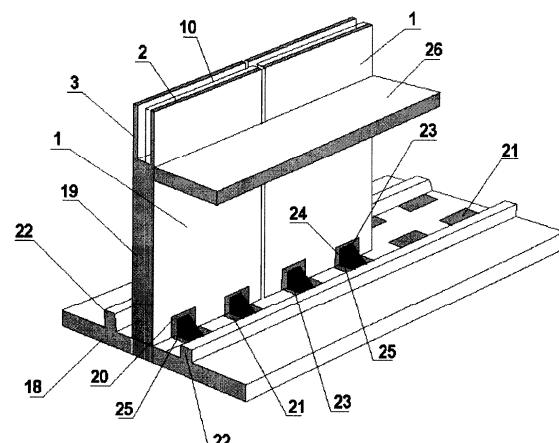


Фиг. 2

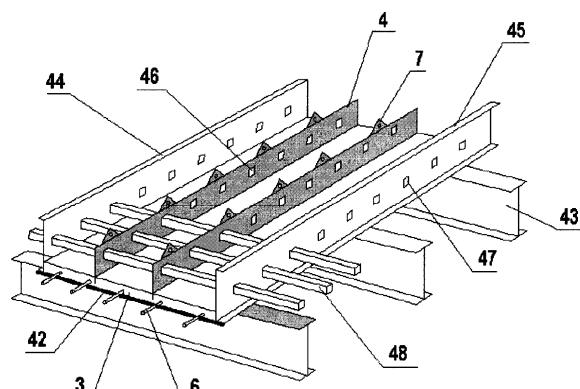


Фиг. 3

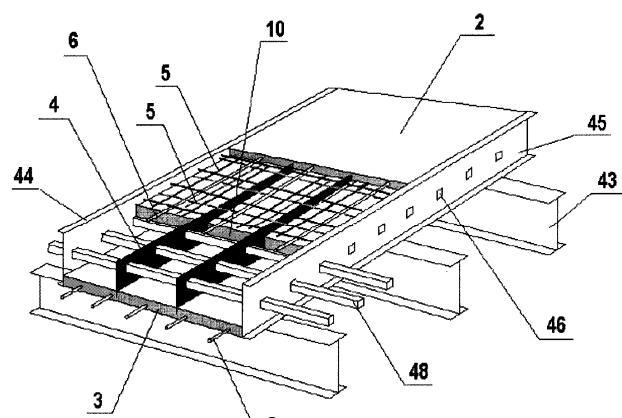




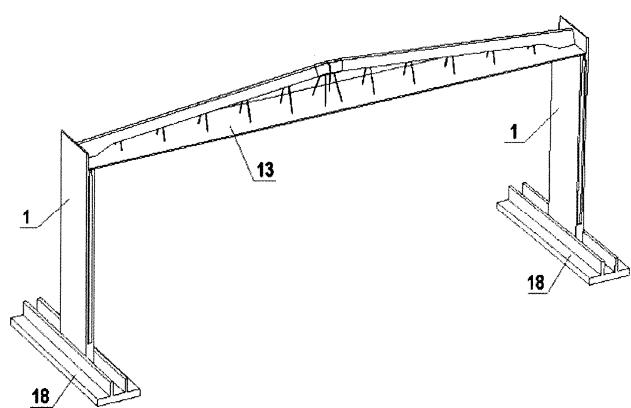
Фиг. 8



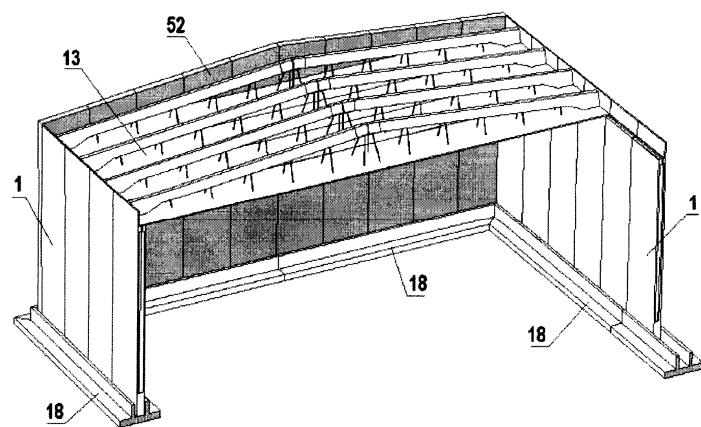
Фиг. 9



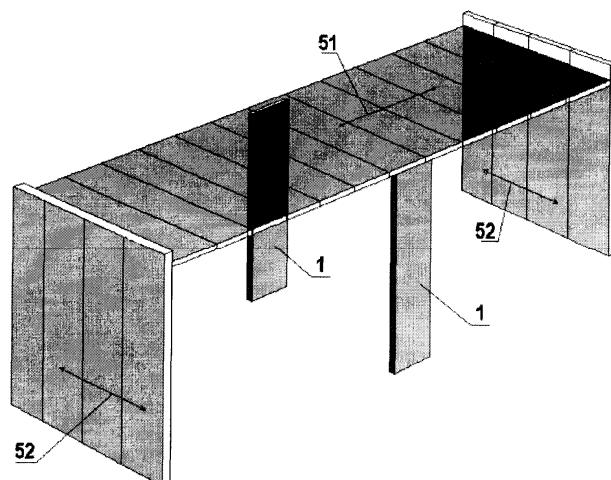
6  
Фиг. 10



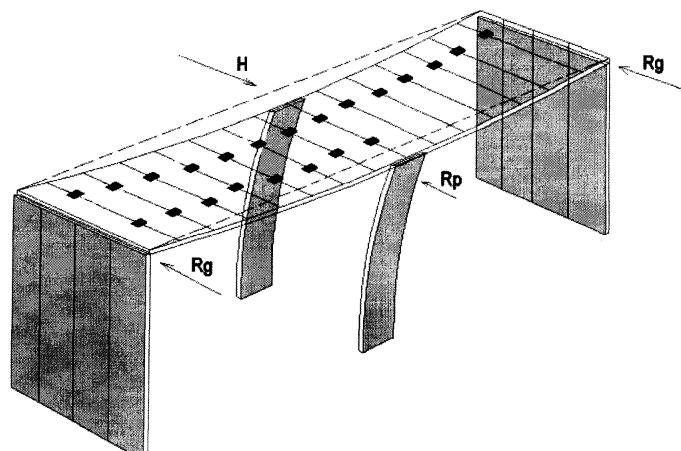
Фиг. 11



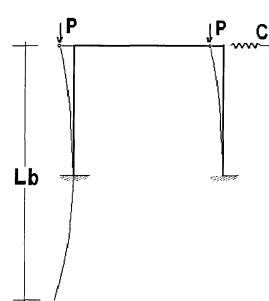
Фиг. 12



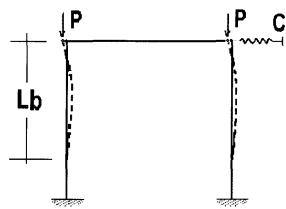
Фиг. 13



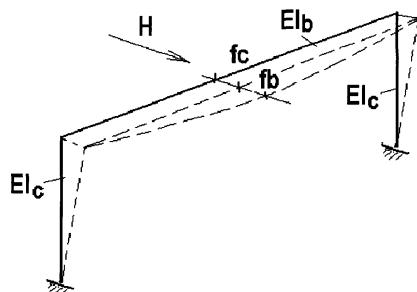
Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16



Фиг. 17

