

СЕЙСМОИЗОЛИРУЮЩИЕ ОПОРЫ И УСТРОЙСТВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИМЕРНОЙ ПЛЕНКИ

Ю.А. Шишков

ОАО «Новосибирский государственный проектный институт»

В статье содержится информация о применении полимерной пленки, изготавливаемой из полиэтилена высокого давления для сейсмоизоляции фундаментов и стен подвалов. В отличие от известных решений наряду с плоскими листами может использоваться многослойная защита в различных сочетаниях, в том числе полимерных пленок с анкерными ребрами, направленными друг к другу для повышения демпфирования. Особенность рассматриваемых решений – их простота, надежность, долговечность и невысокая стоимость.

При восстановлении зданий и сооружений, разрушенных в результате землетрясения в сентябре 2003 г. в Республике Алтай и при строительстве новых объектов широко использовалась сейсмозащита по рекомендациям ОАО НГПИ, в том числе с использованием полимерной пленки ЗАО «Техполимер» (г.Красноярск) [1].

Публикации ряда статей в журнале «Проектирование и строительство в Сибири» [2-3] сразу же после землетрясения, подробно раскрывающие суть рекомендуемых решений по сейсмозащите, с изображением конкретных узлов и деталей были использованы некоторыми проектными организациями Новосибирска, в том числе ФГУП «Запсибнипиагропром», получившим заказ на обследование и разработку проектной документации по восстановлению около 60 объектов, подвергшихся землетрясению в Республике Алтай. В кратчайшие сроки были запроектированы и успешно построены новые школы в селах Бельтир и Ортолык, а также некоторые другие объекты с элементами сейсмозащиты.

В то же время по разным причинам, в основном из-за отсутствия надлежащего финансирования, только незначительная часть этих объектов была восстановлена и приведена к нормативным требованиям в соответствии с разработанной проектной документацией. Большая часть указанных объектов была реконструирована собственными силами заказчиков, которые использовали рекомендации в виде принципиальных технических решений по восстановлению, выданных совместно с результатами обследований, так как эти рекомендации предусматривали усиление объектов с использованием мер активной сейсмоизоляции. Другого выхода просто не было, для того, чтобы объекты, вообще не рассчитанные на сейсмические воздействия, смогли обеспечивать эксплуатацию их в дальнейшем в условиях высокой сейсмичности до 9 баллов. В большинстве это были одноэтажные строения, причем деревянные, что облегчало решение поставленной задачи.

При восстановлении школы в селе Мухор-Тархата и здания детского сада в селе Чаган-Узун было использовано проектное решение по устройству сейсмоизолирующего пояса в уровне цокольной части [2, стр.30]. Указанное конструктивное решение по усилению фундаментов и деревянных стен из бруса в данной статье приведено на рис. 1. Оно использовалось, либо используется и в настоящее время при восстановлении других объектов заказчиками, хотя рабочая техдокументация на эти объекты не разрабатывалась. (Например, при восстановлении школы в селе Тебелер Кош-Агачского района.) Можно относиться к этому по-разному. С одной стороны, общеизвестно, что более надежными являются решения, выполненные по рабочим проектам, так как необходимо учитывать конкретные геологические условия и другие факторы. А с другой, при наличии квалифицированных строителей выполнение ремонтных и прочих строительных работ хозспособом также приемлемо.

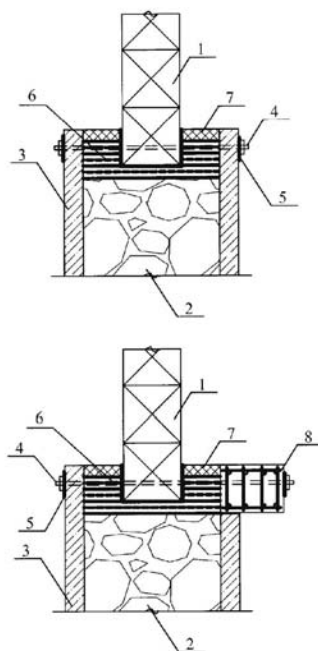


Рис. 1. Вариант сейсмоизолирующего пояса в цокольной части здания (позиции: 1 — стены из бруса, 2 — фундамент, 3 — железобетонная рубашка, 4 — стяжной болт (гибкий), 5 — шайба по полимерной пленке, 6 — демпфер из амортизирующих материалов, 7 — цементный раствор или мин. вата, 8 — железобетонный пояс)

В этом случае необходимо стремиться к тому, чтобы работы выполнялись с максимальным обеспечением надежности строительных конструкций. Например, из двух вариантов, показанных на рис.1 более предпочтителен вариант с монолитным железобетонным поясом, усиливающим здание при работе его на кручение.

Поверху существующих фундаментов (под нижним брусом) можно предусмотреть раскладку, например, двух полимерных листов с анкерными ребрами, направленными навстречу друг другу для повышения демпфирования и снижения сейсмических воздействий.

Здесь важна идея, а исполнение ее может быть вариантным с учетом конкретных условий. Данное решение является оптимальным как для объектов нового строительства, так и для усиления существующих зданий со стенами из деревянного бруса.

Краткое пояснение. Стены из бруса устанавливаются в продольном пазе фундаментов стаканного типа, причем в существующих зданиях нижний брус, как правило, подвержен загниванию и требует ремонта. Поэтому его целесообразнее заменить с учетом требований сейсмозащиты. С целью демпфирования при вертикальных и горизонтальных толчках пространство между стеной в нижней и боковых зонах заполняется амортизирующими материалами с возможностью их демпфирования (например, из полимерной пленки) с пропиткой битумом и заделкой пазов в верхней зоне минватой или цементным раствором по требованиям противопожарной защиты. Наружная стенка может иметь утолщение для выполнения монолитного железобетонного пояса, работающего на кручение. Крепление стен из бруса и железобетонных стенок стакана предусмотрено гибкими болтами затяжками с шайбами из полимерной пленки.

Информация о полимерной пленке

Листы полимерные изготавливаются в соответствии с ТУ 2246-001-56910145-04 двух типов: тип 1 — листы плоские толщиной 1,0; 1,5; 2,0 и 2,5 мм длиной 50 м или имеющие другую длину по согласованию с заказчиком; тип 2 — листы ребристые толщиной 1,3; 1,6 и 2,0 мм. Расстояние между анкерными ребрами — около 40 мм. Высота анкерного ребра порядка 8 мм. Ширина листов типа 1 и типа 2: 1886 или 3142 мм. Упаковка при транспортировке выполняется скатыванием листов в рулоны. Листы Тип 2 скатываются ребрами наружу. По согласованию с заказчиком возможно изготовление листов других размеров. Листы изготавливаются из полиэтилена высокого давления согласно ГОСТ 16337 на основе композиции термо — и светостабилизированной базовой марки 15303-003 с добавлением красителя.

Прочность при растяжении при температурах:

+ 20 ⁰ С	вдоль	— 17,5 МПа
	поперек	— 20,0 МПа
— 20 ⁰ С	вдоль	— 25,5 МПа
	поперек	— 29,0 МПа.

В ТУ (приложение № 1) приведена область использования полимерных листов, в которой имеется указание о применении их для разных случаев, в том числе повышения сейсмоустойчивости зданий.

Примеры записи листов при заказе:

Лист полимерный плоский шириной 1886 мм, толщиной 2,0 мм, длиной 50 м. При оформлении заказа следует указать — лист полимерный Тип 1 — 1,8 х 2,0 х 50 ТУ 2246-001-56910145-04.

Лист полимерный ребристый шириной 1886 мм, толщиной 1,6 мм, длиной 50 м. При оформлении заказа следует указать — лист полимерный ребристый Тип 2 — 1,8 х 1,6 х 50 ТУ 2246-001-56910145-04.

(Дополнительную информацию о применении пленки для сейсмоизоляции можно получить у автора статьи (тел. (383) 2-21-60-01, e-mail: ngpi.nsk@mail.ru).

Основное преимущество полимерной пленки высокого давления по сравнению с резиной — высокая прочность и значительная ее долговечность (более сотни лет в грунте). Немаловажно, что этот материал отечественного производства, причем в 2-3 раза дешевле зарубежных аналогов.

Другие примеры применения полимерной пленки в целях сейсмоизоляции

Ниже приведены некоторые конкретные решения, в том числе опубликованные ранее и осуществленные при строительстве, а также предлагаемые впервые.

- Использование двух слоев полимерной пленки под подошвой фундаментов. Решение достаточно известное, опубликовано в 2005 году в трудах Международных конференций в С-Петербурге и Сочи, было использовано практически при строительстве всех новых объектов, запроектированных ФГУП “Запсибнипиагропром” в Республике Алтай. Поверху сейсмоизолирующей подушки укладывается насухо два слоя полимерной пленки ЗАО “Техполимер”, причем ребрами вверх. Анкерные ребра верхней пленки утоплены в монолитном железобетоне, а анкерные ребра пленки, укладываемой по сейсмоизолирующей подушке, сминаются, образуя зазор. Это повысит демпфирование основания и его сейсмостойкость. Бетонной подготовки не нужно. Пленка предохраняет от

проникновения цементного молока в песок и обеспечивает снижение силы трения при скольжении в случае сейсмических воздействий.

- Аналогичное решение, использованное ОАО “12 Военпроект” при проектировании и строительстве свайных фундаментов жилого дома по ул. Гастелло в г. Горно-Алтайске.

Под всеми ростверками поверху бетонной подготовки уложено насухо два слоя полимерной пленки ЗАО “Техполимер” толщиной 1,6 мм ребрами вверх.

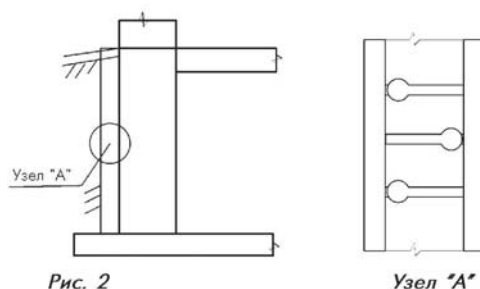
- Указанную полимерную пленку можно применять под металлическими шайбами болтовых соединений строительных конструкций, что использовалось при строительстве новых объектов в Республике Алтай.
- Применение полимерной пленки в виде защитных экранов для снижения динамических и сейсмических нагрузок, передаваемых на стены подвалов, может оказаться весьма эффективным. Причем сплошные поверхности стен подвалов, укрытые подобной геомембраной, одновременно обеспечивают защиту в качестве гидроизоляции, радоновой защиты и защиты от сейсмических воздействий (рис.2). Экран, состоящий из 2-х листов типа 2 с анкерными ребрами, направленными друг к другу, показан условно и не в масштабе. Его толщина (см. Узел “А”) составляет всего около 10 мм.

Указанное решение может быть рекомендовано и для несейсмических условий (например, защиты от динамических воздействий, от влияния автомобильного и железнодорожного транспорта, метро мелкого заложения, сотрясений при забивке свай, от морозного пучения грунтов и т.д.).

Несложно представить, насколько это просто и в какой степени может оказаться эффективным. Огромный лист цельного полотна гидроизоляции и сейсмозащитного экрана, раскатанный из рулона, имеющий длину 50 м и ширину более 3,0 м, закрепленный на стенах подвала с наружной стороны. Подобные решения с использованием пакета из нескольких слоев пленки (например, из 2-х ребристых листов или 2-х пакетов из 2-х ребристых листов Типа 2 каждого и одного среднего листа Типа 1 общей толщиной всего 25 мм) могли бы служить сейсмоизолирующим экраном повышенной сейсмостойкости боковых поверхностей стен подвалов и фундаментов существующих зданий и сооружений, построенных без учета сейсмичности. Можно варьировать толщину листов и т.д. Если этого недостаточно с учетом конкретных условий, в арсенале есть и другие средства повышения сейсмостойкости, например, экраны в грунте из скважин, заполняемых сейсмопоглощающим материалом, или решения по устройству поясов по периметру фундаментов, стен и т.д.

(К сожалению, приходится констатировать, что за последние 15 лет такие термины, как “прогрессивные решения” или “научно-технические достижения” вообще исчезли из нашего лексикона. Их заменили нейтральным словом “НОУ-ХАУ”).

Но даже зная, что и как надо делать, оптимальные решения в строительстве внедряют на практике с трудом. Возможно, еще есть административные службы в регионах, которые обязаны и готовы содействовать внедрению оптимальных решений в строительстве или хотя



бы способствовать их осуществлению другими организациями, повышая надежность объектов, в том числе сейсмостойкость, подобно службам пожарного надзора и другим. Хотелось бы обратить внимание их на имеющиеся возможности по затронутым вопросам).

К сожалению, также в ряде случаев диктат инвесторов при строительстве объектов (преимущественно московских) является непреодолимой преградой любого научно-технического прогресса, если он связан с дополнительными исследованиями и даже незначительным повышением сметной стоимости. Вопросы надежности и долговечности у них, как правило, находятся на втором плане.

Полимерно-металлические сейсмоизолирующие экраны (ПМСЭ) и опоры (ПМСО)

Использование полимерной пленки высокого давления для строительства — это, как говорится, уже пройденный этап. В данном разделе статьи предложено использование ее в целях создания сейсмоизолирующих опорных устройств. ПМСЭ и ПМСО в принципе имеют техническое решение, аналогичное резинометаллическим опорам.

Резинометаллические опоры между несущими конструкциями здания и фундаментом (вместо резины может использоваться слой неопрена) достаточно эффективное решение сейсмоизоляции и, очевидно, наиболее массовое при использовании в зарубежном строительстве. Относительно высокая стоимость этих опор и ограниченный срок эксплуатации (даже при использовании неопрена он составляет только порядка 50 лет) являются основными препятствиями массового использования.

В отличие от плоских резиновых листов можно использовать полимерные ребристые. Причем демпфирование ПМСО обеспечивается не только амортизирующими свойствами полимерных листов и повышением их толщины, но в гораздо большей мере смятием анкерных ребер и образованием зазоров, аналогично решениям, рассмотренным выше в данной статье. При частичном сжатии и смятии ребристых листов обеспечивается эффект подпружинивания опор и экранов, подобно предварительно напряженным конструкциям. В некоторых случаях целесообразно применение многослойных опор, в которых поперечное и продольное направление гофр, расположенных попарно, чередуется.

В принципе, их можно изготавливать в готовом изделии в заводских условиях, а можно и на стройке, так как их качество обеспечивается практически при любом уровне строительства. На рис. 3,4 (поз.5) показано принципиальное решение сейсмостойкого фундамента на катковых опорах с устройством горизонтальных и вертикальных ПМСО [3, стр.16].

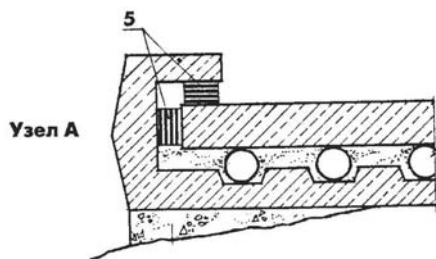


Рис. 3. Деталь поперечного разреза сейсмостойкого фундамента на катковых опорах

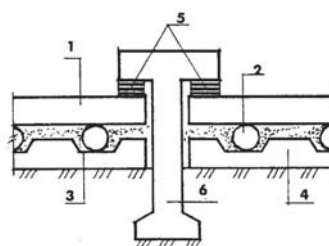


Рис. 4. Промежуточная опора с устройством демпферов для снижения воздействий от вертикальных сейсмических толчков

В отдельных случаях для защиты больших поверхностей наиболее ответственных и уникальных сооружений (например, АЭС или объектов электронной промышленности), возможно включение в состав таких экранов стальных листов или листов из других материалов.

Выводы:

1. Надежность объектов в сейсмических районах во многом зависит от принятых мероприятий активной сейсмозащиты. Это могут быть сравнительно несложные решения, подобно рассмотренным в данной статье.
2. Использование полимерной пленки, изготавливаемой из полиэтилена высокого давления, кроме того в конкретных случаях позволяет одновременно комплексно решать другие задачи: защиту в качестве гидроизоляции, от радонового излучения, динамических воздействий, создаваемых транспортом, метро мелкого заложения и т.д., причем как для существующих зданий, так и объектов нового строительства. Наиболее эффективно использование ее для особо точных производств с жесткими ограничениями по вибрации, например, объектов электронной промышленности, размещаемых в тесной городской застройке.
3. Более широкое использование многослойных экранов (ПМСЭ) и опор с применением полимерных пленок (ПМСО) необходимых профилей – очевидно дело самого ближайшего будущего.

Список использованных источников:

1. Шишков Ю.А. Сейсмостойкие фундаменты быстровозводимых зданий в отдаленных районах Горного Алтая // Труды Международной конференции по геотехнике. «Взаимодействие сооружений и оснований: методы расчета и инженерная практика». С.Петербург, 26-28 мая 2005 г. Том 2, с.265-270.
2. Шишков Ю.А. Сейсмостойкие фундаменты для Кош-Агача. «Проектирование и строительство в Сибири».-2004.-3.-с.26-31.
3. Шишков Ю.А., Грохотов В.И. Опыт проектирования сейсмостойких зданий и сооружений в Республике Алтай. «Проектирование и строительство в Сибири».-2004.-5.-с.22-27.
4. Шишков Ю.А. Сейсмоизоляция фундаментов с учетом основных причин и характера разрушений зданий при землетрясениях. «Проектирование и строительство в Сибири».-2003.-2.-с.12-16.