

К ВОПРОСУ ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ОБУСТРОЙСТВА ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

А. Н. ЛОВЫГИН¹, А. Е. ШИЛОВ²

¹к.т.н., доцент, доцент кафедры «Строительные конструкции имени доктора технических наук,
профессора Т. М. Пецоляда»,

²к.т.н., доцент, доцент кафедры «Строительные конструкции имени доктора технических наук,
профессора Т. М. Пецоляда»

Белорусский национальный технический университет
г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье представлен обобщающий информационный материал по вопросу обустройства сопряжения строительных конструкций в зонах деформационных швов. Швы между конструкциями должны обеспечивать надежность и долговечность как строительных конструкций, так и самих зданий и сооружений в целом. Практический опыт показывает, что с течением времени, гораздо ранее установленного по регламенту срока эксплуатации зданий, происходит разгерметизация швов в результате потери физических свойств материалов уплотнения. Это приводит к замоканию, увлажнению, образованию грибковых отложений, особенно опасных внутри помещений зданий.

Причиной этого являются, кроме силовых деформаций самих конструкций в процессе эксплуатации, атмосферно-температурные воздействия на материалы уплотнителей швов. Это обусловлено тем, что материалы конструкций и уплотнителей имеют различные прочностные и деформативные характеристики при одинаковых воздействиях, что приводит к нарушению контакта между ними, а также разрушению уплотнительных и гидроизоляционных материалов.

К сожалению, в научно-технической литературе этот вопрос отражается недостаточно широко, а применяемые виды и типы уплотнительных материалов весьма ограничены.

В связи с этим целесообразно на основании экспериментальных исследований устанавливать срок службы уплотнительных материалов в процессе эксплуатации при различных воздействиях и назначать плановые сроки обследования состояния деформационных швов и их ремонта.

Ключевые слова: силовые и атмосферные воздействия, прочностные и деформативные характеристики материалов, физико-механические свойства уплотнителей, дефекты в узлах сопряжения конструкций, зоны деформационных швов.

ON THE QUESTION OF THE FEATURES OF THE ARRANGEMENT OF DEFORMATION JOINTS OF BUILDINGS AND STRUCTURES

A. N. LOVYGIN¹, A. E. SHILOV²

¹PhD in engineering, associate professor, Department «Building structures named after Doctor of
Technical Sciences, Professor T. M. Petsold»,

²PhD in engineering, associate professor, Department «Building structures named after Doctor of
Technical Sciences, Professor T. M. Petsold»

Belarusian National Technical University
Minsk, Republic of Belarus

Abstract. The article presents a generalizing information material on the issue of the arrangement of the interface of building structures in the zones of deformation seams. Seams between structures should ensure the reliability and durability of both building structures and the buildings themselves as a whole. Practical experience shows that over time, much earlier than the period of operation of buildings established by the regulations, joints are depressurized as a result of loss of physical properties of sealing materials. This leads to soaking, moistening, and the formation of fungal deposits, especially dangerous inside buildings.

The reason for this is, in addition to the force deformations of the structures themselves during operation, atmospheric and temperature effects on the materials of the joint seals. This is due to the fact that the materials of structures and seals have different strength and deformation characteristics under the same influences, which leads to a violation of the contact between them, as well as the destruction of sealing and waterproofing materials.

Unfortunately, this issue is not reflected widely enough in the scientific and technical literature, and the types and types of sealing materials used are very limited.

In this regard, it would obviously be advisable, on the basis of experimental studies, to establish the service life of sealing materials during operation under various influences and to assign planned terms for examining the condition of deformation joints and their repair.

Keywords: force and atmospheric effects, strength and deformation characteristics of materials, physical and mechanical properties of seals, defects in the junctions of structures, zones of deformation seams.

Введение.

Настоящая статья имеет информационный характер и основана на обобщении материалов из открытых источников, а также на практическом опыте обследования строительных конструкций зданий и сооружений, в которых деформационные и температурные швы находились в неудовлетворительном техническом состоянии вследствие их разгерметизации. Это обстоятельство приводит к увлажнению, замоканию, возникновению грибковых образований внутри помещений вредных для здоровья.

Решение этой проблемы, в первую очередь относится к выбору материалов, которые должны предотвращать возможность влияния атмосферно-температурных воздействий, как на сопряжения конструкций и их элементов, так и на климат внутри помещений зданий с учетом своих физико-механических характеристик.

Основные результаты практического опыта по обследованию зданий и сооружений и выявлению причин дефектов строительных конструкций в зонах деформационных и температурных швов.

Ранее при проектировании зданий и сооружений было принято понятие Т. Д. Ш. – температурно-деформационных швов. В настоящее время это понятие трансформировано по отношению к промышленным и гражданским (в том числе КЖД) зданиям.

Тем не менее проблемы, связанные с состоянием конструкций и узлами их сопряжения в процессе длительной эксплуатации возникают и, соответственно, определяют вопросы о надежности и долговечности как отдельных конструкций, так и самих зданий в целом.

Основными компонентами деформационных, так и температурных швов, являются гидроизоляционные уплотнительные материалы, которым по физико-механическим признакам и посвящена наша публикация. Особенно заметно, что дефекты в швах сопряжения конструкций наблюдаются в зданиях жилого назначения – крупнопанельных, в которых в результате разгерметизации швов наблюдаются замокания, увлажнение, образование плесени на внутренних поверхностях стен. Последние приводят к образованию вредных грибковых отложений, влияющих на самочувствие и здоровье проживающих, что было отмечено при многочисленных обследованиях.

В техническом отношении любые здания и сооружения являются весьма сложными объектами по многим аспектам. На всех стадиях их существования, начиная от возведения и заканчивая утилизацией, существует определенное взаимодействие между их отдельными частями. Внешне здания и сооружения кажутся стабильными и неподвижными. В действительности, как в целом, так и отдельные элементы зданий находятся в более или менее постоянном движении, обусловленном изменением объема, статическими воздействиями строительных конструкций, динамическими воздействиями от внешних периодических нагрузок, деформациями оснований фундаментов, температурных воздействий и т. д. Действия усилий от этих воздействий концентрируются в наиболее слабых местах. Указанные воздействия являются основными причинами образования дефектов, отмечаемых при обследовании строительных конструкций в зданиях и сооружениях, а также в узлах их сопряжений от возникающих напряжений и деформаций.

Качество возведения и долговечность сооружений, особенно из сборных элементов, непосредственно связаны с решением вопросов по обустройству необходимых стыков и швов для

всех конструкций и элементов, из которых оно состоит. Любой стык в сборном сооружении следует рассматривать с учетом статических, динамических и атмосферных (температурно-влажностных) воздействий, влияния условий эксплуатации, что часто приводит к необходимости устройства деформационных швов.

Все виды воздействий, обуславливающих деформации сооружений, можно подразделить на две условные группы – однократного действия и многократного, циклического действия.

К однократным воздействиям, вызывающим однократные деформации, следует отнести:

- равномерную осадку сооружения в целом;
- неравномерную осадку элементов или отдельных частей сооружения;
- усадку, вызванную процессами схватывания, твердения и вызревания бетона;
- пластические деформации (например прогибы), вызванные статическими воздействиями;
- ползучесть в элементах сооружений, как следствие длительных статических воздействий.

К многократным воздействиям, которые приводят к возникновению циклических деформаций, можно отнести:

- динамические воздействия;
- набухание или высыхание материалов при изменении их влажности;
- химические взаимодействия материала конструкций и агрессивных сред, которые также можно отнести к однократным причинам.

– изменение объема конструкций от колебаний температуры окружающей среды;

При эксплуатации можно выделить следующие группы бетонных и железобетонных сооружений, в которых формируют различные типы деформационных швов:

- сооружения, не подвергающиеся давлению жидкостей (большинство наземных зданий);
- сооружения, испытывающие на себе давление жидкостей (платины, каналы, трубопроводы);
- плиты из бетона и железобетона (автодороги, аэродромы, автостоянки).

В каждой из этих групп сооружений имеются деформационные швы, которые не имеют принципиальных конструктивных отличий, и такие швы, которые существенно отличаются друг от друга.

Основная функция рассматриваемых швов состоит в том, что они должны воспринимать все возможные деформации конструкций, в том числе температурные, осадочные и прочие.

Конструктивно в деформационном шве различают:

- зазор шва соответствующей величины;
- заполнитель полости шва;
- противофильтрационные или гидроизоляционные уплотнители.

По конфигурации зазоры деформационного шва могут быть плоскими, штрабовидными, уступчатыми, а так же возможно сочетание этих конфигураций.

По заполнению зазора деформационные швы различают:

- полые швы;
- частично заполненные швы;
- заполненные швы.

Если к заполнителю полости шва не предъявляют требований по водонепроницаемости, то материалом заполнителя в основном служит листовая пенополистерол, который вкладывают в шов при его формировании. Такое заполнение допускает свободное сжатие или раскрытие шва практически без напряжений сопрягаемых элементов.

По величине зазора деформационные швы подразделяют на:

- узкие, до 30 мм;
- средние, до 60 мм;
- широкие, более 60 мм.

Уплотнения деформационных швов выполняют и для придания им свойств водонепроницаемости. В зависимости от места расположения в плоскости шва уплотнения подразделяют на контурные (внутренние и наружные) и мидельные – расположенные в средней части шва по толщине конструкции [1].

Основными материалами уплотнения деформационных швов малых перемещений – до 25 % величины зазора шва (контурное уплотнение) – служат герметики.

В деформационных швах больших перемещений (более 25 %) в качестве контурных и мидельных уплотнений используют специальные профили, шпонки, компрессионные уплотните-

ли. Материалами таких уплотнителей являются синтетические каучуки (резины), пластифицированный поливинилхлорид, полиэтилен высокой или низкой плотности.

Существенное влияние на физико-механические характеристики эластомерных материалов-уплотнителей деформационных швов оказывает температура окружающей среды. По мере снижения температуры зазор деформационного шва увеличивается и в материале-уплотнителе возникают растягивающие напряжения. При этом возрастает жесткость материала и значительно уменьшается возможность его удлинения. В зависимости от вида эластомерные материалы имеют различную температуру, при которой они теряют свои эластичные свойства и переходят в стеклообразное состояние. Кроме того, расширение и сжатие шва при понижении или повышении температуры происходит скачкообразно после преодоления сил трения по основанию конструкции.

В этой связи, при выборе материала уплотнителя и конструкции деформационного шва должны учитываться такие особенности, как динамика изменения зазора и эластичных свойств материала уплотнителя.

Основными деформационными характеристиками уплотнителя зазора деформационного шва являются модуль упругости материала, из которого он выполнен, величина напряжений и разрушающих удлинений. Для эластомерных материалов в зависимости от их состояния, различают следующие виды модулей:

- равновесный модуль высокоэластичности – для высокоэластичного состояния, который подразделяют на «начальный модуль», соответствующий начальному, прямолинейному участку кривой зависимости σ – ϵ , «секущий модуль», соответствующий любой точке на кривой и определяемый как отношение σ/ϵ в этой точке. Значение начального модуля определяется порядком 10^{-1} МПа, а величину секущего модуля часто приводят при $\epsilon = 100$ или 300 %;

- мгновенный модуль упругости – для стеклообразного состояния, когда релаксация практически исключена. Значения мгновенного модуля определяются порядком – 10^3 МПа.

Учитывая особенности динамики работы деформационного шва, в первую очередь следует учитывать значение величины начального модуля высокоэластичности и мгновенного модуля упругости эластомерных материалов и их изменения в зависимости от температуры (особенно в области отрицательных температур) [2].

В научно-технической литературе весьма ограничено отражены исследования поведения материалов для уплотнения швов в указанной области. Имеются лишь отдельные публикации, посвященные исследованиям анализируемых характеристик материалов.

Для примера приведем результаты определения упругодеформационных и прочностных свойств материалов: битум БН-ГУ и пластифицированный битум – «пластбит» в интервале температур $+20...-30$ °С. Зависимость σ – ϵ определялась в равновесных условиях при постоянном напряжении растяжения: для битума – 0,08 МПа, для пластбита – 0,007 МПа [3]. Прочностные характеристики материалов определялись при постоянной скорости растяжения 60 мм/мин. Результаты исследований [3] приведены ниже в табл. 1 и табл. 2.

Таблица 1 – Влияние температуры на изменение начального модуля эластичности

| t^0, C | Начальный модуль высокопластичности, E (МПа) | |
|-----------------|--|----------|
| | Битум БН-ГУ | Пластбит |
| +20 | 40 | 5 |
| +10 | 400 | – |
| 0 | 700 | 52 |
| –10 | 1500 | – |
| –20 | 2000 | 128 |
| –30 | 2400 | 250 |

Как видно из таблиц, при снижении температуры имеет место существенное увеличение модуля и снижение разрушающего удлинения, при этом хрупкое разрушение наступает при температуре стеклования.

Приведенные данные показывают, что влияние температуры при работе материала уплотнителя деформационного шва, даже при отсутствии полной информации по эластомерным характеристикам уплотнителя, можно оценить, и следовательно, учесть при проектировании конструкции шва.

Таблица 2 – Влияние температуры на характеристики материалов

| t°, C | Битум БН-ИУ | | Пластбит | |
|-------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| | Разрушающие напряжения σ , МПа | Разрушающие удлинения, % | Разрушающие напряжения σ , МПа | Разрушающие удлинения, % |
| +20 | 0,5 | 150 | 0,03 | 110 |
| +10 | 0,8 | 52 | 0,06 | 80 |
| 0 | 1,3 | 38 | 0,12 | 30 |
| -10 | – | Хрупкое разрушение | – | – |
| -20 | – | – | 0,27 | 10 |
| -30 | – | – | – | Хрупкое разрушение |

Вместе с тем, на основании данного исследования видно, что если температура окружающей среды может опуститься до -30° то начальный модуль высокоэластичности материала-уплотнителя шва повысится примерно в 50–60 раз, и очевидно, деформативные свойства этого материала уменьшатся во столько же раз. Однако, следует отметить, что указанное отношение для деформаций по большей части справедливо для материалов, которые еще не пришли в стеклообразное состояние.

В заключении следует отметить, что кроме выбора конструктивного решения и других факторов по обустройству деформационных швов, принципиально важно правильно определить характеристики материала уплотнителя, его гидроизоляционные физико-механические характеристики, особенно при проектировании зданий крупнопанельного домостроения.

Выводы.

1. К вопросу обустройства деформационных швов при проектировании и строительстве следует относиться в высшей степени внимательно, особенно при сложных гидрогеологических и климатических условиях.

2. При проектировании деформационных швов в жилых (особенно КПД) и гражданских зданий кроме однократных воздействий следует учитывать влияние и многократных, к которым, в первую очередь, можно отнести температурно-атмосферные, возникающие по поверхностям наружных стен зданий. Например: в зимний период ночью стены замерзают \sim до $t^{\circ} = -15^{\circ}\text{C}$, а утром и днем от солнечного излучения нагреваются \sim до $t^{\circ} = +10^{\circ}\text{C}$, при этом $\Delta t^{\circ} = 25^{\circ}\text{C}$, что влияет на состояние узлов сопряжения конструкций и элементов уплотнителя.

3. При проектировании конструкций деформационного, так и температурного швов, материалы уплотнения следует, по возможности, гармонизировать по физико-механическим характеристикам с элементами основных несущих и ограждающих конструкций.

4. Целесообразно на основании экспериментальных исследований назначать сроки службы уплотнительных элементов в зависимости от их типов, а также периодичность технического обследования состояния деформационных швов, по результатам которых принимать меры по их ремонту и восстановлению.

Литература:

1. Волдржих Ф. Деформационные швы в конструкциях наземных зданий. Пер. с чешск. / М., Стройиздат, 1978.
2. Шилин А. А., Зайцев М. В. и др. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений при строительстве и ремонте / Изд-во. «Русская торговая марка» – Тверь, 2003.
3. Зиневич А. М., Козловская А. А. «Антикоррозионные покрытия». / М., Стройиздат, 1978.

References:

1. Voldrzyh F. Deformation seams in structures of ground buildings. Trans. from Czech. – М., Stroyizdat, 1978.
2. Shilin A. A., Zaitsev M. V. et al. Waterproofing of underground and buried structures during construction and repair. / Ed. "Russian trademark". – Tver, 2003.
3. Zinevich A. M., Kozlovskaya A. A. Anticorrosive coatings. – М., Stroyizdat, 1978.