

Раздел 2. Строительство

УДК 699.841:69.032.22 DOI: 10.37279/2413-1873-2021-20-15-22

РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ И ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОТОЧНОГО МОНТАЖА ТРУБОБЕТОННЫХ КОЛОНН КИНЕМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ КАРКАСОВ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Андронов¹ А.В., Семенов² С.Ю., Шаленный¹ В.Т.

¹Крымский Федеральный университет им. В.И. Вернадского, Академия строительства и архитектуры
295943, г. Симферополь, ул. Киевская, 181,

²Сочинский государственный университет, Инженерно-экологический факультет
354000, Краснодарский край, г. Сочи, ул. Политехническая, д. 7

e-mail: ¹andronovav58@mail.ru, ²smu5sochi@mail.ru, ¹v_shalennyj@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются, выбранные в качестве перспективных, системы сейсмической изоляции кинематического типа, впервые предложенные в бывшем Советском Союзе профессором Черепинским Ю.Д. Дальнейшее развитие данная технология получила в работах профессора Курзанова А.М., внедрившего свои разработки на объектах Краснодарского края РФ. Однако и проанализированная инновационная отечественная технология не лишена недостатков в части точности монтажа и конструкции шарнирных узлов опирания трубобетонных колонн цокольного этажа.

Предмет исследования: конструкция и технология устройства сейсмоизоляции надземных этажей гражданских зданий при помощи кинематических систем из трубобетонных колонн.

Материалы и методы: анализ состояния вопроса с характеристикой позитивных и негативных сторон существующей технологии, обоснование путей возможного прогрессивного развития конструкций и технологии устройства сейсмоизолирующих систем кинематического типа, повышающих надежность их работы под сейсмической нагрузкой. Создание графических моделей узлов опирания трубобетонных колонн, реализующих намеченные направления в конкретные конструктивные решения и технологию их реализации.

Результаты: Запатентованные конструкции узлов шарнирного опирания трубобетонных колонн кинематических систем сейсмической изоляции каркасов гражданских объектов и технологическая схема их выверки и высокоточного монтажа.

Выводы: Обосновано предложены новые конструктивные решения узлов шарнирного опирания трубобетонных колонн кинематических систем сейсмической изоляции, а также усовершенствованная технология их монтажа, предполагающие повышение надежности их долговременной эксплуатации в районах повышенной сейсмической активности.

Ключевые слова: кинематические системы сейсмоизоляции, технология высокоточного монтажа.

ВВЕДЕНИЕ

В современном строительстве актуальными остается обеспечение надежности проектируемых зданий и сооружений в сейсмоопасных районах, к которым относится и территория Республики Крым. Не менее важной представляется проблема ресурсоемкости сейсмостойкого строительства. Одно и то же здание, построенное в разных регионах, в зависимости от сейсмического районирования, будет существенно отличаться по показателям удельного расходом стали, бетона и других ресурсов. Количественную оценку такой взаимосвязи представлено во многих публикациях, например, в работах, выполненных под руководством профессора Татьяны Дмитриевны Никифоровой [1, 2]. Там утверждается, что расчётная стоимость возведения одного и того же объекта исследования увеличивается в несколько раз по сравнению с его проектированием без учёта сейсмичности района строительства. В результате делается, поддерживаемый и нами, вывод о необходимости совершенствования конструктивных систем зданий с целью снижения ресурсоемкости строительства зданий в районах с

повышенной сейсмической активностью. И наоборот, применяя известные отечественные кинематические системы защиты каркасов зданий и сооружений, удастся добиться существенной экономии удельных ресурсов. Так, по расчетам доцента Иваненко Н.А. из Сочинского государственного университета, внедрение системы кинематических трубобетонных опор сейсмической защиты каркаса надземной части, как пример, на конкретном построенном восьмизэтажном здании гражданского назначения в г. Сочи, обеспечило экономический эффект в 7млн. рублей только за счет экономии железобетона [3]. Таким образом, развитие и внедрение усовершенствованной конструктивно-технологической системы сейсмической изоляции каркасов многоэтажных гражданских зданий до настоящего времени представляется актуальной научно-прикладной задачей.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА, ФОРМИРОВАНИЕ ЦЕЛИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Наш предварительный выбор и обоснование целесообразности применения разработанных еще в

бывшем Советском Союзе кинематических систем сейсмоизоляции представлено в [4]. Сначала такие системы в виде кинематических фундаментов (КФ) разрабатывал и внедрял преимущественно на Дальнем Востоке профессор Черепинский Ю.Д. [5]. Завершая свою упомянутую монографию, профессор Черепинский Ю.Д. спрогнозировал возможность дальнейшего развития данного направления: «... никакое решение нельзя считать завершённым. По-видимому, новые технологии в строительстве, связанные с использованием более качественных материалов могут повлиять на форму КФ и узлы их сопряжения с конструкциями зданий. Этот процесс нельзя остановить» [5, с. 47]. И действительно, затем принципиальную идею КФ подхватил инженер Назин В.В., запроектировавший и реализовавший проект строительства двух гражданских объектов в г. Севастополе [6]. И наконец, относительного совершенства в конструкции кинематических сейсмоизолирующих опор добился профессор Курзанов А.М., в творческом содружестве с доцентом Семеновым С.Ю. из Сочинского СМУ№5. Они запатентовали конструкцию [7] и реализовали на практике несколько строительных проектов на юге России [8, 9].

Замена железобетона на трубобетонные сборно-монолитные конструкции «качающихся» колонн в кинематической системе сейсмической изоляции надземной части каркаса стало реальным воплощением основополагающего предвидения профессора Черепинского Ю.Д. в части использованных новых материалов и узлов сопряжения элементов конструкции кинематических систем. В части применения высокопрочных фибро- и мелкозернистых бетонов для сейсмостойкого строительства считаем уместным привести пример защищенной в прошлом году диссертации Мажиевой А.М. [10], где обосновывается целесообразность применения разработанных инновационных бетонов для зданий с представленными сейсмоизолирующими фундаментами.

Аннотировано представленные выше материалы позволяют положительно характеризовать уже достаточно апробированную отечественную систему кинематических трубобетонных опор, более детально изучить ее с точки зрения возможности совершенствования конструкции и надежности ее реализации в массовом гражданском строительстве.

В результате было отмечено сложность, и даже не возможность, получения необходимой, достаточно высокой точности монтажа разработанной и уже многократно внедрённой конструктивно-технологической системы. Так, проектными рекомендациями по отклонениям от вертикали при монтаже трубобетонных колонн активной сейсмоизоляции устанавливается их предельная допустимая величина в 2см. Эта величина может быть обеспечена только при надлежащей контролируемой точности установки

нижней части разъёмных стальных опор, предварительно зафиксированных на арматурном каркасе монолитного фундамента будущего сооружения. Даже если все опоры в пределах захватки будут установлены и временно закреплены после высокоточной геодезической поверки их положения с необходимым составлением акта исполнительной съёмки, то в процессе последующего бетонирования фундамента не возможно полностью исключить их, пусть и не значительные, смещения упомянутых опор. После твердения бетона, даже обнаружив их наличие и величину, полученный брак становится практически не устранимым. А если его не исправлять, то впоследствии смонтированная вышерасположенная конструктивная система не сможет должным образом воспринимать проектные сейсмические нагрузки. Как нам представляется, даже при небольшом наклоне соседних опор в противоположные стороны, практически всегда характерном для строительной точности производства железобетонных и монтажных работ, возможно появление дополнительных усилий и деформаций, наоборот способствующих разрушению отдельных конструкций построенного здания. А это влечёт за собой возможное прогрессирующее обрушение всего железобетонного каркаса объекта строительства (Рис. 1).

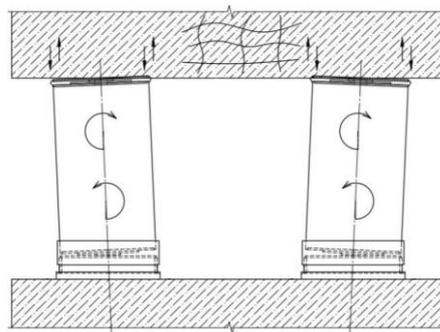


Рис. 1. Причина появления запроектных усилий, деформаций и разрушений каркаса из-за возможного асимметричного расположения трубобетонных сейсмоизолирующих опор в случаях обычно достижимой строительной точности их монтажа

Fig. 1. The reason for the appearance of design efforts, deformations and destruction of the frame due to the possible asymmetric arrangement of pipe-concrete seismic-isolating supports in cases of usually achievable construction accuracy of their installation

Чтобы избежать такого, пусть и мало вероятного, будущего негативного развития событий, предложена достаточно простая и мало затратная доработка проанализированной технологии устройства кинематических трубобетонных опор активной сейсмозащиты, получившая правовую охрану как патент РФ на полезную модель №193791 U1, СПК E02D 27/34, E04C3/34 (2019.02) [11], развивающая основное изобретение проф. Курзанова А.М. и доцента Семенова С.Ю. В основе усовершенствования – известные конструктивные решения из технологии без выверочного монтажа

стальных колонн на предварительно установленные и забетонированные фрезерованные плиты их нижней базовой части.

Такие первоначальные предложения были изложены в упомянутой статье [4] и очно доложены на международном научном семинаре, посвящённом 110-летию со дня рождения профессора Савинова Олега Александровича в Петербургском государственном университете путей сообщения Императора Александра I 3–5 февраля 2020г. с публикацией соответствующей статьи [12] аж в конце прошлого года.

В целом положительные комментарии редакционной коллегии авторитетного журнала на доклад в виде опубликованной в том же номере журнала статьи профессора Уздина А.М. [13] воодушевили нас на дальнейшие исследования с целью доработки конструкции и технологии устройства кинематических систем сейсмоизоляции с трубобетонными качающимися колоннами профессора Курзанова А.М. При этом в настоящей статье поставлены и решаются задачи повышения точности устройства нижней стальной закладной детали монолитного фундамента сооружения, конкретизируется в связи с этим конструктивное решение сопряжения элементов шарнирного узла, а также излагается поэтапное возведение конструкций подземной части многоэтажного железобетонного каркаса гражданских объектов. Что и составляет дальнейшее содержание настоящей работы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первоначально предложенная и представленная ранее конструкция нижнего шарнирного узла предполагала бетонирование фундамента вместе с анкерными болтами и монтаж закладной детали вместе с радиально приваренными к ней проушинами. Но эти элементы необходимы только на период набора прочности подливкой из фибробетона. Далее, перед началом эксплуатации построенного объекта, их предполагалось срезать. То есть, анкерные болты, проушины и опалубку использовались бы однократно и обязательно требовали бы дополнительных операций по их срезке, например, дисковыми отрезными кругами.

Поэтому в основу усовершенствования нижнего шарнирного узла кинематической трубобетонной сейсмоизолирующей опоры на монолитном фундаменте далее была поставлена задача многократного использования радиально приваренных проушин и анкерных болтов. Это как уменьшит расход материалов на эти элементы, так и упростит технологию устройства монолитного фундамента – отпадает необходимость установки и фиксации, а затем – ликвидации как анкерных болтов, так и проушин, радиально приваренных к закладной детали фундамента. Чтобы решить поставленную таким образом задачу, предложена усовершенствованная конструкция нижнего шарнирного узла кинематической трубобетонной

сейсмоизолирующей опоры на монолитном фундаменте (Рис. 2).

Усовершенствованная технология устройства нижнего шарнирного узла сейсмоизолирующей трубобетонной опоры на монолитном железобетонном фундаменте 1 по патенту на полезную модель №200348 U1 заключается в ниже следующем. Сначала производят бетонирование фундамента 1 таким образом, чтобы его верх оказался на несколько сантиметров ниже от проектной установки низа закладной детали 2. Далее производят горизонтальную разметку будущего положения детали 2, например, при помощи шаблона, с одновременным расположением отверстий 5 под анкерные болты 3 на фундаменте 1. Высверливают отверстия 5 в фундаменте 1, куда затем, при помощи пробок, раздвижных анкеров или на клею, фиксируют анкерные болты 3 с нижними регулировочными гайками 10. На наружной вертикальной поверхности цилиндрической закладной детали 2 монтируют съёмную опалубку 6. Затем она фиксируется стяжным хомутом 8 при помощи болтового соединения 9. Радиально приваренные на хомуте 8 проушины 4 насаживают на анкерные болты 3 до упора в нижние регулировочные гайки 10 с шайбами. Сверху проушин 4, на анкерные болты 3, также навинчивают регулировочные гайки 10. Вращением этих гаек 10 в двух направлениях приводят верх закладной детали 2 в необходимое проектное положение, контролируемое высокоточными геодезическими приборами. После выверки положения всех, предусмотренных проектом, закладных деталей 2 в пределах захватки, приступают к устройству подливки 7 из фибробетона через верхнее отверстие в закладной детали 2. Вытекание подвижного раствора подливки 7 предотвращается огибающей её съёмной эластичной опалубкой 6 в виде отрезка трубы, соприкасающегося своим нижним торцом с фундаментом 1. После набора прочности подливкой 7, ослабляют болтовое соединение 9 хомута 8 на опалубке 6 из резины. На проушинах 4 хомута 8 закладной детали 2 свинчивают верхние гайки 10 с анкерных болтов 3. Вместе с проушинами 4, хомут 8 снимают с закладной детали 2 и анкерных болтов 3. Выворачивают анкерные болты 3 из отверстий 5 в монолитном фундаменте 1 и снимают опалубку 6 с закладной детали 2. Теперь опалубку 6, хомут 8 и анкерные болты 3 с регулировочными гайками 10 можно использовать повторно при устройстве следующего узла сталежелезобетонной колонны сейсмозащищённого строительного объекта.

Но, как мы предполагаем, и в процессе работы по восприятию и гашению сейсмической нагрузки у данной конструкции также просматривается недостаток в надёжности выполнения обозначенной ее основной функции по ниже следующей причине. В момент отрыва вышерасположенной части шарнирного узла от закладной детали фундамента с отклонением первой от вертикали, неизбежно появится зона их почти точечного контакта и

передачи в этой зоне всей вертикальной составляющей нагрузки. Возникающие при этом мощные усилия обжатия неизбежно деформируют шарнирный узел в контактной зоне путём её смятия и дальше система уже не сможет надёжно воспринимать последующие сейсмические импульсы. Причём эта зона необратимых пластических деформаций может образоваться как на закладной детали, так и в нижней торцевой части стальной колонны. Изначально не определённое место смятия стальных элементов шарнирного узла и предопределяет дальнейшую не достаточно надёжную работу сейсмоизолирующей системы.

Поэтому в основу следующей полезной модели (заявка № 2021 101 281 от 21.01.21г.) поставлена задача повышения надёжности работы кинематической сейсмоизолирующей опоры. Для чего предлагается ввести в систему промежуточный податливый элемент – шайбу из мягкого металла, например, свинца, сознательно предназначенного для первоначального деформирования со смятием и образованием части шарообразной контактной поверхности шарнира. Дополнительный промежуточный упругий элемент необходим и в зоне прилегания вертикальной поверхности гасителя к такой же поверхности закладной детали фундамента. Для чего предлагается ввести ещё один новый элемент – кольцевую прокладку из упругого материала, например, из резины, зафиксированную на закладной детали фундамента. Она в процессе монтажа сработает как направляющая-ловитель для точной надёжной установки труботетонной опоры, а при восприятии сейсмических импульсов – как амортизирующий элемент, гасящий гармонические затухающие колебания (Рис. 3).

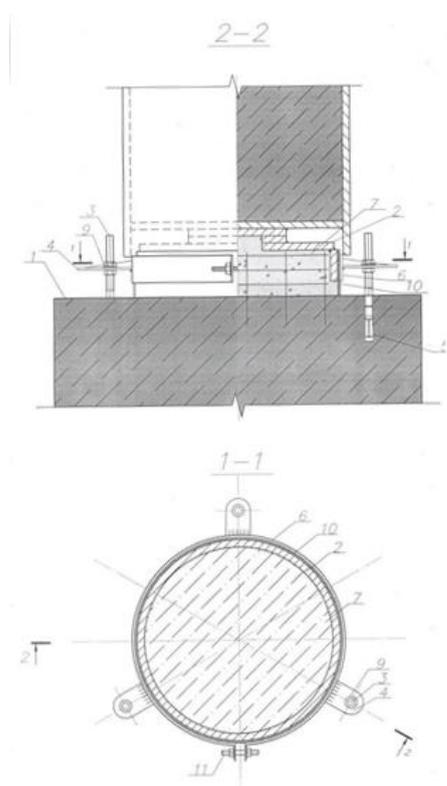


Рис. 2. Совмещённый с продольным разрезом общий вид нижнего шарнирного узла с регулировкой положения его стальной закладной детали при помощи съёмной опалубки для подливки из мелкозернистого высокопрочного безусадочного бетона

Fig. 2. Combined with a longitudinal section, the general view of the lower hinge assembly with the adjustment of the position of its steel embedded part by means of a removable formwork for gray made of fine-grained high-strength non-shrinkable concrete

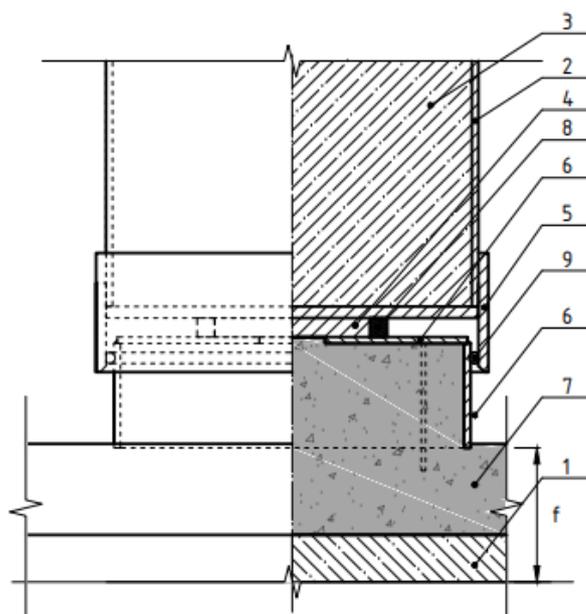


Рис. 3. Конструкция нижнего шарнирного узла сейсмоизолирующей опоры с упруго-пластичными промежуточными элементами повышения надёжности его работы

Fig. 3. Design of the lower hinge assembly of the seismic isolation support with elastic-plastic intermediate elements to increase the reliability of its operation

Технология устройства новой кинематической сейсмоизолирующей трубобетонной опоры и ее работа под сейсмической нагрузкой заключается в ниже следующем. Вначале на строительной площадке производится бетонирование фундамента 1 таким образом, чтобы его верх оказался несколько ниже от будущей проектной отметки установки низа закладной детали 6 на величину f . Изготовление собственно стальных колонн из труб 2, заполненных железобетоном 3 с ограничителем и гасителем 5, осуществляется заблаговременно в заводских условиях с высокой машиностроительной точностью. После бетонирования фундамента 1, на него производят установку и выверку закладной детали 6 с последующим заполнением полученного пространства слоем подливки 7 из высокопрочного безусадочного бетона, например, фибробетона. После набора прочности фибробетоном подливки 7 приступают к монтажу колонны 2, предварительно оснастив ее нижней выступающую торцевую часть шарнирного узла 4 шайбой 8 из свинца.

А на боковую поверхность цилиндрической закладной детали 6 одевают и фиксируют кольцевую прокладку 9 из упругого материала, например, резины. Такая фиксация возможна и происходит, например, путём ее частичного втапливания в тело закладной детали 6. Для чего в ней предусматривают кольцевую проточку. Наведение на место и установка колонны 2 с ограничителями 5 и шайбой 8 происходит автоматически при ее опускании, так как ограничители 5 выполняют в это время функцию улавливателей, точно ориентирующих колонну на место установки на закладной детали 6 фундамента 1 посредством прокладки 9.

Во время работы кинематической трубобетонной сейсмоизолирующей опоры предполагаются и происходят следующие перемещения и деформационные процессы. Пришедший от эпицентра землетрясения, преимущественно горизонтальный импульс, через фундамент 1, подливку 7 и закладную деталь 6 стремится также сместить и сталежелезобетонную колонну 2. Но при этом она начинает приподыматься и наклоняться в сторону от вертикального проектного положения, как и во всех других известных ранее системах кинематических сейсмоизолирующих опор. В шарнирном узле 4 уменьшается площадь контакта торцов колонны 2 и закладной детали 6. Находясь на периферии шарнирного узла 4, первым начинает работать на смятие вначале более мягкий материал шайбы 8. Таким образом, он первым подвергается пластической деформации и изменит свою форму в сторону, близкую к шаровидной контактной поверхности. В это же время, ограничитель 5 начинает взаимодействовать с вертикальной поверхностью закладной детали 6 через упругую кольцевую прокладку 9, работающую в данный момент как амортизатор. Наступает момент крайнего неустойчивого равновесия, после которого колонна, под действием собственного веса и

вышележащих строительных конструкций, стремится вернуться в начальное вертикальное положение. И, под действием неизбежно возникшего инерционного импульса, колонна продолжит некоторое время колебаться, до затухания. И если придёт и наложится следующий сейсмический импульс, то процесс будет повторяться по мере повтора внешних возмущений. Но в целом, за счёт введённых новых промежуточных пластических и упругих элементов с их предложенной взаимосвязью, предложенная сейсмоизолирующая система будет работать более надёжно, как во время её монтажа, так и сопротивляясь возможному сейсмическому воздействию в процессе длительной эксплуатации.

Таким образом, к настоящему времени, сформирована усовершенствованная организационно-технологическая схема производства работ по устройству сейсмозащитных конструкций нулевого цикла возведения многоэтажных гражданских зданий с трубобетонными опорами кинематического принципа работы, представленная на Рис. 4.

Бетонирование фундаментной плиты предполагается в два этапа: основного массива из менее прочного железобетона и устройство высокопрочного верхнего слоя из безусадочного фибробетона, одновременно заполняющего и внутренне пространство выверенных закладных деталей будущего шарнирного узла трубобетонных колонн. Очевидно, что разработка таких бетонов может составить отдельную научно-прикладную тему, доработка и оценка несущей способности сейсмоизолирующей системы в результате теоретических исследований и экспериментальных работ также необходимы для дальнейшего производственного внедрения сформулированной конструктивно-технологической базы. А в целом, просматривается перспектива комплексного научно-прикладного проекта, который может быть заявлен и претендовать на грантовую поддержку РФФИ и других заинтересованных инвесторов. Пока же работа выполняется как инициативная с привлечением обучающихся в качестве исполнителей [11, 14, 15] при подготовке выпускных квалификационных работ магистров.

ВЫВОДЫ

В результате проведённых исследований состояния вопроса и производственного опыта сейсмостойкого строительства на Дальнем Востоке и юге РФ, обосновано предложены новые конструктивные решения узлов шарнирного опирания трубобетонных колонн кинематических систем сейсмической изоляции, а также инновационная технология их монтажа, предполагающие повышение надёжности их долговременной эксплуатации в районах повышенной сейсмической активности. Предполагаем развитие полученных результатов при проектировании и реализации разработанной технологии с участием в конкурсе инновационных проектов РФФИ.

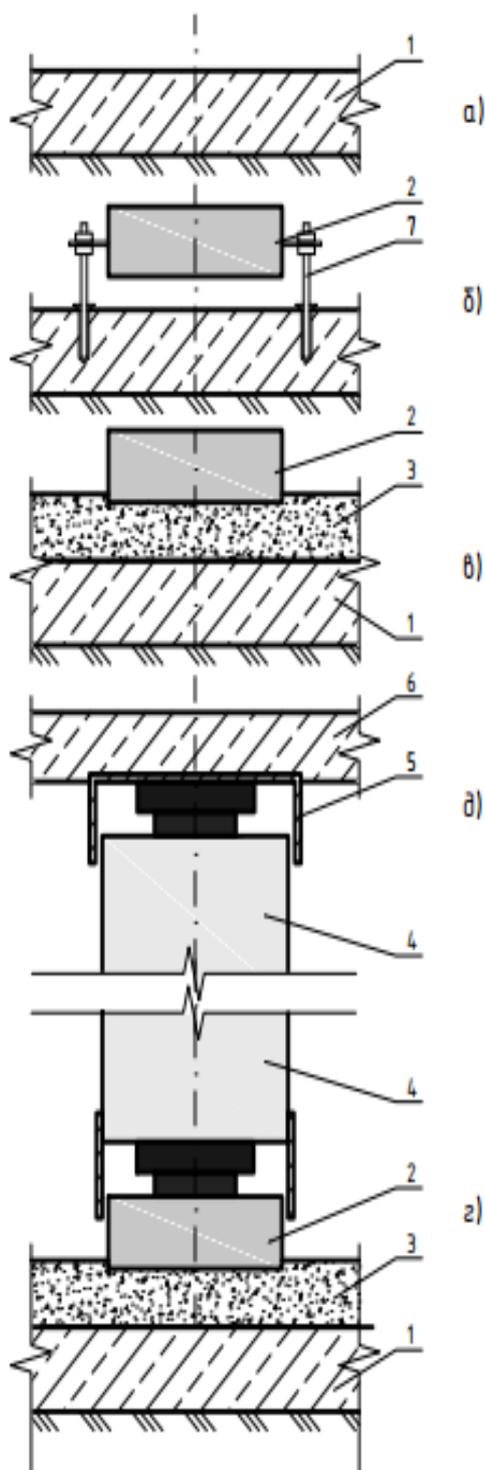


Рис. 4. Этапы производства работ нулевого цикла с монтажом кинематических трубобетонных сейсмо изолирующих колонн:

а) – устройство котлована и нижней части монолитной фундаментной плиты;
 б) – установка, выверка и временное закрепление нижней закладной детали колонны;

в) – устройство высокопрочной безусадочной подливки фундамента;

г) – без выверочный монтаж трубобетонных колонн;

д) – установка верхней закладной детали и бетонирование перекрытия подвальной части здания;

1 – фундаментная плита в котловане;

2 – нижняя закладная деталь трубобетонной колонны 4;

3 – подливка;

4 – верхняя закладная деталь колонны 4;

5 – верхняя закладная деталь колонны 4;
 6 – монолитное железобетонное перекрытие цокольного этажа;
 7 – элементы устройства для установки, выверки и временного закрепления закладной детали 2

Fig. 4. Stages of the production of works of a zero cycle with the installation of TCC kinematic seismic isolation of columns:

a) the device of the trench and the bottom of a monolithic Foundation slab;

b) the installation, alignment and temporary mortgage attaching the lower parts of the column;

c) device high strength non-shrink grout Foundation;

б) – bezvorotny installation of tube-confined concrete columns;

д) the installation of the top mortgage details and concrete ceiling basement area:

1 – base plate in the pit;

2 – lower mortgage detail composite columns 4;

3 – gravy;

5 – top mortgage item column 4;

6 – reinforced concrete of the basement floor;

7 – elements of the device for installation, alignment and temporary securing the fixture 2

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адил Джаббар Аббас, Никифорова Т.Д., Шляхов К. В., Сопильняк А. М. Влияние сейсмичности строительной площадки на материалоемкость многоэтажного здания //Вестник Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры. – 2019. - №6(259-260). – С.10-17.

2. Influence of the seismicity of the construction site on structural parameters of the buildings / [Adil Jabbar Abbas, Nikiforova Tetiana] // Innovative

lifecycle technologies of housing, industrial and transportation objects: Dnipro–Bratislava: SHEE “Prydniprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture” – Slovak University of Technology in Bratislava, 2018. – Pp. 11–20.

3. Иваненко, Н.А. Расчет здания с кинематической системой сейсмоизоляции //Евразийский форум по сейсмической безопасности сооружений и городов <http://2017http://2017.seismo.ru/teziyi.html>.

4. Шаленный, В.Т. Обеспечение повышенной точности монтажа отечественных кинематических

систем сейсмозащиты каркасов гражданских зданий //Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2020. № 3-4 (254-255). С. 28-30.

5. Черепинский, Ю.Д. Сейсмоизоляция зданий. Строительство на кинематических фундаментах. – М.: Blue Apple. 2009. 47с.
6. Назин, В.В. Новые сейсмостойкие конструкции и железобетонные механизмы сейсмоизоляции зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1993, 135с.
7. Курзанов, А.М. Трубобетонная сейсмоизолирующая опора (патент) /А.М. Курзанов, С.Ю. Семенов //Пат. 2011126 415 РФ, МПК E02D 27/34 (2006.01). Дата публикации заявки 10.03.2013. Бюл. № 7. – 5 с.
8. Курзанов, А.М., Шабалин, Г.А., Семенов С.Ю. К вопросу о применении резинометаллических опор, изготовленных в Китае, в сейсмостойком строительстве России //Промышленное и гражданское строительство, 2009, №7, С.54-55.
9. Курзанов, А.М., Шабалин, Г.А., Семенов С.Ю. О сейсмоизоляции гостинично-туристического комплекса «Sea Plaza» в г. Сочи //Промышленное и гражданское строительство, 2010, №5, С.55-57.
- 10.Мажиева, А.М. Совершенствование методов расчета, сейсмоизолирующих конструкций и специальных мелкозернистых бетонов сейсмостойких зданий и сооружений. Автореф. дис. к.т.н. – 05.23.01 - строительные конструкции, здания и сооружения. – ДГТУ. – Ростов - на Дону. 2020, 24с.
11. Пат. № 193791 U1, Российская Федерация, СПК E02D 27/34 (2019.02), E04C3/34 (2019.02). Трубобетонная сейсмоизолирующая опора на железобетонном фундаменте /В.Т. Шаленный, Н.Ю. Воронцов, А.В. Андронов. – заявка №2019122743. – Заявл. 15.07.2019; опубл. 15.11.2019, Бюл. № 32. – 5с
12. Шаленный, В.Т. Конструктивно-технологические мероприятия для повышения надёжности активной и пассивной сейсмозащиты сборно-монолитных каркасов гражданских зданий в Крыму // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2020. №6(49). – С19-21.
13. Уздин, А.М. Комментарии редакционной коллегии к статье проф. В.Т. Шаленного «Конструктивно-технологические мероприятия для повышения надёжности активной и пассивной сейсмозащиты сборно-монолитных каркасов гражданских зданий в Крыму» // Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. 2020. №6(49). – С12-24.
14. Пат. № 200348 U1, Российская Федерация, МПК E02D 27/00 (2020.05), Нижний шарнирный узел сейсмоизолирующей опоры в трубобетонном варианте на монолитном фундаменте / А.В. Андронов, И.Ш. Арифов, В.Т. Шаленный. – заявка №2020 119829. – Заявл. 08.06.2020; опубл. 20.10.2020, Бюл. №29. – 5с., 2 ил.
15. Арифов, И.Ш. Конструкция и усовершенствованная технология устройства

сейсмоизолирующих трубобетонных опор многоэтажных каркасов гражданских зданий // Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее. Сборник тезисов участников Международного студенческого строительного форума, посвящённого 60-летию Академии строительства и архитектуры. 2020. С.62-65.

REFERENCES

1. Adil Jabbar Abbas, Nikiforova T.D, Shliakhov K.V., Sopilniak A. M. The effect of the seismicity of the construction site on the material consumption of a multi-story building // [Bulletin of PSACEA. 2019, No6, Pp.10–17. DOI:10.30838/J.BPSACEA.2312.261119.10.58.2.
2. Influence of the seismicity of the construction site on structural parameters of the buildings / [Adil Jabbar Abbas, Nikiforova Tetiana] // Innovative lifecycle technologies of housing, industrial and transportation objects: Dnipro-Bratislava: SHEE “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture” – Slovak University of Technology in Bratislava, 2018. – Pp. 11–20.
3. Ivanenko, N.A. Calculation of a building with a kinematic seismic isolation system // Eurasian Forum on Seismic Safety of Structures and Cities <http://2017http://2017.seismo.ru/teziyi.html>.
4. Shalenny, V.T. Ensuring increased accuracy of installation of domestic kinematic systems for seismic protection of the frames of civil buildings // Building materials, equipment, technologies of the XXI century. 2020. No. 3-4 (254-255). S. 28-30.
5. Cherepinsky Yu.D. Seismic isolation of buildings. Construction on kinematic foundations. – М.: Blue Apple. 2009,47s.
6. Nazin V.V. New earthquake-resistant structures and reinforced concrete mechanisms of seismic isolation of buildings and structures. – М.: Stroyizdat, 1993, 135s.
7. Kurzanov A.M. Concrete seismic isolation support (patent) / A.M. Kurzanov, S.Yu. Semenov // Pat. 2011 126 415 RF, IPC E02D 27/34 (2006.01). Application publication date 10.03.2013. Bul. No. 7. – 5p.
8. Kurzanov, A.M., Shabalin, G.A., Semenov S.Yu. On the question of the use of rubber-metal bearings made in China in earthquake-resistant construction in Russia // Industrial and civil construction, 2009, No. 7, pp.54-55.
9. Kurzanov, A.M., Shabalin, G.A., Semenov S.Yu. On seismic isolation of the Sea Plaza hotel and tourist complex in Sochi // Industrial and civil construction, 2010, No. 5, pp.55-57.
10. Mazhieva A.M. Improvement of calculation methods, seismic insulating structures and special fine-grained concrete of earthquake-resistant buildings and structures. Author's abstract. dis. ... с. Т. N. – 05.23.01 – building structures, buildings and structures. – DSTU. – Rostov - on the Don. 2020, 24s.

1. Pat. No. 193791 U1, Russian Federation, SPK E02D 27/34 (2019.02), E04C3 / 34 (2019.02). Seismic-insulating pipe-concrete support on a reinforced concrete foundation / V.T. Shalenny, N.Yu. Vorontsov, A.V. Andronov. – application No. 2019122743. – Applied. 07/15/2019; publ. 11/15/2019, Bul. No. 32. – 5s.

12. Shalenny V.T. Constructive and technological measures to improve the reliability of active and passive seismic protection of prefabricated monolithic frames of civil buildings in the Crimea // Natural and technogenic risks. Safety of structures. 2020. No. 6 (49). – S19-21.

13. Uzdin, A.M. Comments of the editorial board to the article by prof. V.T. Shalenny "Constructive and technological measures to improve the reliability of active and passive seismic protection of prefabricated monolithic frames of civil buildings in the Crimea" //

Natural and technogenic risks. Safety of structures. 2020. No. 6 (49). – S12-24.

14. Pat. No. 200348 U1, Russian Federation, IPC E02D 27/00 (2020.05), Lower hinge joint of an earthquake-isolating support in a pipe-concrete version on a monolithic foundation / A.V. Andronov, I. Sh. Arifov, V.T. Naughty. – Application No. 2020 119829. – Appl. 06/08/2020; publ. 20.10.2020, Bul. No. 29. – 5s., 2 ill.

15. Arifov, I.Sh. Design and improved technology for the construction of seismic-insulating pipe-concrete supports of multistory frames of civil buildings // Innovative development of construction and architecture: a look into the future. Collection of abstracts of the participants of the International Student Construction Forum dedicated to the 60th anniversary of the Academy of Civil Engineering and Architecture. 2020. P.62-65.

DEVELOPMENT OF CONSTRUCTIONS AND TECHNOLOGIES OF HIGH-PRECISION INSTALLATION OF PIPE CONCRETE COLUMNS OF KINEMATIC SYSTEMS OF SEISMIC PROTECTION OF CIVIL BUILDINGS FRAMES

Andronov¹ A.V., Semenov² S.Yu., Shalenny¹ V.T.

¹Crimean Federal University. IN AND. Vernadsky, Academy of Civil Engineering and Architecture
295943, Simferopol, st. Kievskaya, 181,

²Sochinsk State University, Faculty of Environmental Engineering
354000, Krasnodar Territory, Sochi, st. Polytechnic, 7

e-mail: ¹andronovav58@mail.ru, ²smu5sochi@mail.ru, ¹v_shalennyj@mail.ru

Summary. Seismic isolation systems of kinematic type, selected as promising ones, first proposed in the former Soviet Union by Professor Yu.D. Cherepinsky, are considered. This technology was further developed in the works of Professor A.M. Kurzanov, who introduced his developments at the facilities of the Krasnodar Territory of the Russian Federation. However, the analyzed innovative domestic technology is not without its drawbacks.

Subject of research: the design and technology of seismic isolation of overground floors of civil buildings using kinematic systems made of pipe-concrete columns.

Materials and methods: analysis of the state of the art with a description of the positive and negative aspects of the existing technology, substantiation of the ways of possible progressive development of structures and technology of seismic isolation systems of the kinematic type, increasing the reliability of their operation under seismic load. Creation of graphic models of the nodes of support of concrete columns, implementing the intended directions in specific design solutions and technology for their implementation.

Results. Patented designs of joints for pivotal support of pipe-concrete columns of kinematic systems for seismic isolation of frames of civil objects and a technological scheme for their alignment and high-precision installation.

Conclusions: New design solutions have been proposed for the joints of the hinged support of pipe-concrete columns of kinematic systems of seismic isolation, as well as an improved technology for their installation, implying an increase in the reliability of their long-term operation in areas of high seismic activity.

Key words: kinematic seismic isolation systems, high-precision assembly technology.