Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal https://esj.today

2018, №3, Том 10 / 2018, No 3, Vol 10 https://esj.today/issue-3-2018.html

URL статьи: https://esj.today/PDF/58SAVN318.pdf

Статья поступила в редакцию 29.05.2018; опубликована 19.07.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:
Нажуев М.П., Яновская А.В., Холодняк М.Г., Стельмах С.А., Щербань Е.М., Осадченко С.А. Анализ зарубежного опыта развития технологии виброцентрифугированных строительных конструкций и изделий из бетона // Вестник Евразийской науки, 2018 №3, https://esj.today/PDF/58SAVN318.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:
Nazhuev M.P., Yanovskaya A.V., Kholodnyak M.G., Stel'makh S.A., Shcherban' E.M., Osadchenko S.A. (2018). Analysis of foreign experience in the development of technology of vibration-centrifuged building structures and products from concrete. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 3(10). Available at: https://esj.today/PDF/58SAVN318.pdf (in Russian)

УДК 691

ГРНТИ 67.09.33

Нажуев Мухума Пахрудинович
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Магистрант
E-mail: nazhuev17@mail.ru

Яновская Алина Вадимовна
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Студент
E-mail: kgveny@gmail.com

Холодняк Михаил Геннадиевич
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Инженер
E-mail: xolodniak@yandex.ru

Стельмах Сергей Анатольевич
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Доцент кафедры «Технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики»
Кандидат технических наук
E-mail: sergej.stelmax@mail.ru

Щербань Евгений Михайлович
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Доцент кафедры «Технологии вяжущих веществ, бетонов и строительной керамики»
Кандидат технических наук
E-mail: au-geen@mail.ru

Осадченко Сергей Александрович
ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», Ростов-на-Дону, Россия
Доцент кафедры «Железобетонных и каменных конструкций»
Кандидат технических наук
E-mail: osa.don@yandex.ru

Анализ зарубежного опыта развития технологии виброцентрифугированных строительных конструкций и изделий из бетона

Аннотация. В статье выполнен анализ литературы, касающейся зарубежного опыта развития технологии виброцентрифугированных строительных конструкций и изделий из бетона. Авторами изучены технологии производства напорных и безнапорных труб, опор линий электропередач, колонн и других конструкций кольцевого сечения. Также описаны основные технологические процессы при изготовлении строительных конструкций и изделий из бетона центрифугированием. Рассмотрены виды центрифугирования бетона, такие как центробежный прокат, виброцентрифугирование. Авторами отмечено, что полезное влияние при центрифугировании бетона оказывает одновременное вибрирование. В статье представлено подробное описание американского опыта технологии бетона «цен-ви-ро» фирмы «Цен-ви-ро Пайп Корпорейшн». Сделан вывод об актуальности применения основных достоинств зарубежного опыта в рамках развития отечественной отрасли строительных конструкций и изделий кольцевого сечения из тяжелого бетона. Авторами подчеркивается, что малоподвижные и жесткие смеси с нулевой осадкой конуса нашли применение в США при производстве бетонных и железобетонных труб. Здесь, помимо центрифугирования, применяются такие эффективные методы уплотнения бетона, как высокочастотное вибрирование, прессование и трамбование, что позволяет производить распалубку немедленно после окончания формования. Низкое водоцементное отношение и хорошее уплотнение обеспечивают высокую прочность бетона, повышение его плотности по сравнению с обычным бетоном, высокую водонепроницаемость и гладкую внутреннюю и наружную поверхность труб, что дает основание к тщательному изучению такого опыта и поиску возможности применить его основные достоинства в рамках развития отечественной отрасли бетонных и железобетонных конструкций.

Ключевые слова: строительные конструкции; строительные изделия; бетон; центрифугирование; вибрирование; виброцентрифугирование; технология бетона

Введение

Уплотнение бетонных смесей центрифугированием эффективно используется при изготовлении напорных и безнапорных труб, опор линий электропередач, колонн и других конструкций кольцевого сечения. Основное оборудование при центробежном способе формования – роликовые, ременные или осевые центрифуги.

Формы для центрифугированных изделий могут быть неразъемными и разъемными, собираемыми из двух полуформ. В процессе формования окружные скорости на ободе форм достигают 40 м/с, поэтому необходима высокая точность их изготовления.

Процесс формования изделий центрифугированием состоит из трех стадий: загрузки бетонной смеси в форму, распределения смеси по периметру формы, уплотнения смеси с отжатием воды.

При изготовлении труб и колонн бетонную смесь загружают в форму при ее вращении; под действием центробежных сил она равномерно распределяется по стенкам формы. Формование труб происходит в несколько этапов: центробежное формование с прокатом втулочной части трубы, центробежное формование раструба, уплотнение бетонной смеси в раструбе центробежным прокатом, окончательное уплотнение бетонной смеси центробежным прокатом. Формование заканчивают опрыскиванием вала водой и подачей пескоструйным

58SAVN318
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

аппаратом внутрь мелкого песка. Образовавшаяся пленка воды поглощается песком, который вдавливается в стенку трубы, после чего ее поверхность становится матовой и гладкой [1, 2].

Анализ последних достижений, публикаций

Одним из видов центрифугирования является центробежный прокат, который применяется для производства низконапорных и напорных труб длиной 5 м, диаметром 1200-3000 мм. Центробежная сила служит в основном для распределения бетонной смеси, ее участие в уплотнении стенки трубы незначительно. Стенка трубы формуется прокатом бетонной смеси между вращающимся валом прокатной машины и формой.

В работе [3] отмечено, что полезное влияние при центрифугировании оказывает одновременное вибрирование, которое ослабляет или даже уничтожает внутреннее трение в смеси, препятствующее перемещению зерен и водоотделению. Создавать упорядоченную вибрацию форм рекомендуется посредством выполнения канавок на роликах центрифуги.

Как и центробежно-прокатный способ производства напорных труб, так называемый технологический процесс «цен-ви-ро» предусматривает производство железобетонных труб без стального цилиндра. Авторы этой технологической схемы должны были доказать высокие качества своих труб и в первую очередь их прочность и водонепроницаемость, которые не уступали бы железобетонным напорным трубам со стальным цилиндром, имевшим до этого времени наибольшее распространение в США [4].

Фирма «Цен-ви-ро Пайп Корпорейшн» сумела решить эту задачу, обеспечив высокую экономическую и техническую эффективность производства таких труб, в результате чего теперь в США организовало их производство на многих предприятиях.

Способ «цен-ви-ро» начали внедрять в США с начала 50-х годов. По сведениям фирмы, железобетонные трубы «цен-ви-ро» (в США конструкция такой трубы известна под названием «non-cylinder») были впервые изготовлены для практического применения в г. Нампа, штат Айдахо, в 1951 г. Трубы диаметром от 450 до 750 мм, длинной 3 м были испытаны давлением до 3 атм. и уложен при сооружении водоводного коллектора общей длиной около 6 км [2].

Известно, что были организованы их оригинальные испытания: две напорные трубы «цен-ви-ро» диаметром 750 мм установили на своеобразный передвижной испытательный стенд на трайлере, соединили их в стыке резиновой кольцевой прокладкой, подвергли испытательному гидравлическому давлению 15,5 атм. и под таким давлением в течении двух лет возили по дорогам (трайлер прошел за это время более 30000 км). Такое испытание трубы прошли вполне удовлетворительно – без появления течки и мокрых пятен на трубе и в стыковом соединении.

В дополнении к обычному центрифугированию при формовании сердечника труб «цен-ви-ро» здесь добавлены вибрирование и последующее механическое прессование, что и отмечено в названии технологического процесса («цен» – центрифугирование, «ви» – вибрирование, «ро» – прессование бетона с помощью специального катка – «укатывание»). В результате получается железобетонный сердечник с особо прочными и плотными водонепроницаемыми стенками, существенно отличающимися по качеству бетона от обычных центрифугированных труб. Плотная и прочная относительно тонкая стенка смогла конкурировать, таким образом, с бетонной стенкой с металлическим цилиндром [2].

Получив высокопрочный и плотный железобетонный сердечник, его обвивают высокопрочной предварительно напряженной проволокой с заданными шагом спирали. Предварительно напряженную спираль для предохранения от повреждений и защиты от коррозии покрывают слоем торкретбетона с последующим его разглаживанием. Таким

58SAVN318
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

образом, готовая напорная труба «цен-ви-ро» отличается хорошей гладкой поверхностью не только внутри, но и снаружи.

Придя к выводу о возможности исключения дорогостоящего стального цилиндра без ущерба для прочности и водонепроницаемости стенки трубы, авторы «цен-ви-ро» подчеркивают, что это осуществимо при условии не только достаточного и равномерного обжатия предварительно напряженной арматурой бетонных стенок сердечника, но и обязательно высокого качества изготовления трубы и тщательно продуманной ее конструкции. Гарантия высокого качества стенок сердечника обеспечивается тщательным уплотнением бетонной смеси с правильно подобранным составом. Требования же к конструкции трубы касаются главным образом раструбного стыкового соединения без применения металла и с очертанием концов трубы, обеспечивающим удобное формование трубы и удобную надвижку при укладке в траншее.

Бетонная смесь, изготавливаемая для формования сердечников труб, характеризуется предельно жесткой консистенцией с нулевой осадкой конуса (В/Ц $\leq$ 0,35, после центрифугирования – до 0,3). Цемент быстротвердеющий с расходом до 385 кг/м^3. Заполнители – средне и крупнозернистые пески, крупный заполнитель с величиной зерен от 5 до 12-25 мм в зависимости от диаметра изготавливаемой трубы [5, 6].

Материал и методы исследования

Получающийся в результате тщательного формования с вибрированием бетон имеет очень плотную структуру (плотность 98 %) с равномерным распределением заполнителя; водопоглощение не превышает 3 %, средний предел прочности при сжатии 700 кгс/см^2 (от 490 до 950 кгс/см^2). Высокая прочность бетона гарантирует практически отсутствие потерь предварительного напряжения в трубе вследствие усадки и ползучести бетона. Поэтому принято, что минимальная прочность бетона на сжатие в сердечнике перед навивкой высокопрочной проволоки не должна быть ниже 490 кгс/см^2.

Изготовление железобетонного сердечника в жесткой форме с вибрированием и прокаткой обеспечивает формование концов трубы с минимальными допусками, в связи с чем отпадает необходимость в применении стальных обечаек, используемых в конструкциях труб с остальным цилиндром. Сердечники труб «цен-ви-ро» изготавливают с конструктивной арматурой, их можно также изготавливать с продольной предварительно напряженной арматурой или без нее, с последующей спиральной навивкой высокопрочной проволоки или без навивки – в зависимости от назначения труб напорных или безнапорных [7].

Во всех случаях все эти три вида арматуры в трубе тщательно изолируют друг от друга с тем, чтобы избежать опасности возникновения электролитической коррозии в результате образования замкнутой цепи по арматуре. Закрепление на поверхности сердечника концов навиваемой высокопрочной проволоки производят в специальных изолированных анкерных коробочках, которые полностью заключают в бетоне сердечника трубы.

Таким образом, при отсутствии концевых металлических колец (обечаек) для стыков, которые могли быть проводниками электрического тока по всей цепи труб и содействовать электролитической коррозии металла, конструкция трубы «цен-ви-ро» обеспечивает сохранность арматуры трубы от коррозии.

Весьма продолжительным также является то, что применяемая в напорной трубе высокопрочная арматура нигде не подвергается сварке или нагреву.

Соединение труб при укладке производят с помощью кольцевой резиновой прокладки круглого сечения. Бетонная поверхность раструба и цилиндрического конца трубы,

соприкасающейся с резиновым кольцом, получается при формовании трубы настолько гладкой, что не требует дополнительной обработки для обеспечения плотного соприкасания между резиной и бетоном в стыковом соединении.

Результаты исследования и их обсуждение

Для ознакомления с новой технологией целесообразно рассмотреть производство труб на полигонной установке, эксплуатируемой в Калифорнии.

Установка имеет две технологические линии: для изготовления на центрифуге железобетонных сердечников и тепловлажностной их обработки; для навивки предварительно напряженной спирали, для нанесения и пропаривания защитного слоя. Все основное оборудование установки сосредоточено в трех узлах: центрифугирования, навивки и нанесения защитного слоя.

Металлическую открытую с торцом форму укладывают на четыре мощных ролика с пневматическими резиновыми шинами. Благодаря резиновым шинам резко снижается уровень шума от работы установки и создаются условия для спокойного, уравновешенного вращения формы. Конструкция крепления обеспечивает необходимый угол охвата формы. Ролики вмонтированы в жесткие щеки опорных конструкций, по наклонным плоскостям которых с помощью специальных штоков перемещаются прижимные ролики меньших диаметров с резиновыми шинами.

Прижимные ролики можно раздвигать для охвата форм разных диаметров, что исключает возможность проскальзывания формы и содействует безопасности вращения ее при максимальном количестве оборотов. Силу нажима роликов регулируют. Один комплект шин обеспечивает производство примерно 1500-2000 труб. Мощность электродвигателя центрифуги зависит от диаметра формуемых труб. Для центрифугирования труб диаметром 450-1400 мм, длиной 3,65 м мощность центрифуги составляет 150 л.с. при скорости вращения роликов 1800 об/мин.

По имеющимся данным, на установке можно изготавливать раструбные трубы длиной до 3,65 м с толщиной стенки соответственно от 50 до 180 мм. Применяют высокопрочный бетон, расход цемента до 445 кг/м^3. Отклонение от среднего указанного значения прочности бетона на сжатие по практическим данным не превышает 1,5 %.

Бетонную смесь с водоцементным отношением 0,3 и с содержанием инертных компонентов в соотношении 30 % песка и 70 % щебня приготавливают в лопастных бетономешалках с тщательным перемешиванием для достижения однородности смеси в каждом замесе и подают во вращаемую форму питателем – передвижным ленточным транспортером – ровным слоем от одного конца к другому. Движением питателя управляет тот же рабочий, который руководит всем процессом центрифугирования, с одного пульта управления.

Первоначальное распределение по форме и уплотнение бетонной смеси производят центрифугированием с вибрацией, которую создают четырьмя вибраторами особой конструкции, расположенными снизу с наружной стороны формы. Вибраторы размещены на определенном расстоянии друг от друга. Специальным устройством вибраторы прижимают к вращаемой форме снизу вверх. Частота вибрирования зависит от конструкции вибратора и является постоянной. Величину амплитуды колебания регулируют путем изменения гидравлического давления прижимаемой системы.

Вибрирование формы производится в процессе подачи бетонной смеси. Бетонная смесь, несмотря на жесткую консистенцию («сухая смесь»), в результате действия на ее частицы

58SAVN318
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

кроме центрифугирования еще и вибрирования приобретает подвижность жидкости и «обтекает» стержни арматурного каркаса сердечника, полностью распределившись в его наружном защитном слое. После прекращения динамического воздействия бетонная смесь вновь приобретает свойства неподвижной жесткой (но теперь еще и уплотненной) смеси. При дальнейшем вращении формы вибрация содействует уплотнению бетонной смеси, обеспечивая подвижность ее частиц в процессе центрифугирования.

После заполнения формы центрифугированной и вибрированной бетонной смесью в работу включается прессующее устройство – тяжелый стальной каток диаметром 200-250 мм, опускаемый на внутреннюю поверхность формуемой стенки трубы с усилием около 5-6 тонн. Перемещение катка и регулирование давления осуществляют рычажным механизмом, закрепленным на торцовой опорной конструкции центрифуги. Управление рычажным механизмом, как и системой роликов, производят с помощью масляной гидравлической системы или пневматики.

Во время прессования форма медленно вращается, а каток находится в нижней части формы. Он должен быть установлен таким образом, чтобы в результате дополнительного обжатия и уплотнения бетона были точно выдержаны геометрические размеры стенок трубы и раструба. После прессования количество оборотов формы вновь доводят до максимального, в результате чего из уплотненного бетона удаляется оставшаяся свободная вода. Внутреннюю поверхность бетона выверяют и заглаживают металлической гладилкой.

Управление всеми операциями на центробежной установке автоматизировано и осуществляется с общего пульта.

В итоге тщательного уплотнения бетона и обработки внутренней поверхности значение коэффициента шероховатости трубы резко снижается (коэффициент шероховатости по Маннингу 0,09-0,012), а прочность и водонепроницаемость стенок существенно повышаются.

Отформованный железобетонный сердечник перемещают в камеру пропаривания туннельного типа, из которой его транспонируют на промежуточный склад и дальше – для навивки высокопрочной проволоки. Навивку производят после приобретения бетоном сердечника прочности не менее 500 кгс/см^2.

Завершив первый круг технологических операций, железобетонный сердечник передают на вторую технологическую линию, начинающуюся с навивочного станка. Установка для навивки высокопрочной спиральной арматуры представляет собой двухэтажное каркасное сооружение с мощным междуэтажным балочным перекрытием. Навиваемую трубу накатывают на ролики, вмонтированные в приямке первого этажа; ролики снабжены пневматическими резиновыми шинами с рифленой поверхностью на протекторе для увеличения трения между роликами и гладкой бетонной поверхностью трубы. Чтобы удержать трубу в рабочем положении, ее прижимают сверху двумя дополнительными роликами, закрепленными на жесткой массивной несущей конструкции. Эту конструкцию захватывают с торцов рычажным приспособлением и перемешивают в вертикальном направлении. Управление подъемом и опусканием рычага осуществляют специальным гидравлическим устройством, в основании цилиндра и на конце которого предусмотрены шарниры для изменения угла наклона цилиндра во время подъема несущей конструкции закрепленных на ней роликов.

Высокопрочную проволоку навивают с требуемыми натяжением и шагом спирали суппортом, передвигающимся по направляющим, расположенным на перекрытии второго этажа.

Процесс навивки высокопрочной спирали на отечественном станке решен лучше, так как усилие от напряженной проволоки в процессе навивки не изгибает трубу благодаря соответствующей запасовке проволоки с растяжением ее в противоположные стороны через

58SAVN318
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

направляющие ролики. По опыту эксплуатации установки, разработанной и осуществленной в Рустави, следует указать, что такое решение для завивки проволоки полностью себя оправдывает. Трубы легко подавать и снимать со станка; не требуется трудоемкое центрирование и закрепление трубы; обеспечивается сохранность торцов трубы при навивке: перенос суппорта на второй этаж сокращает площадь навивочной установки, дает возможность подойти к трубе с любой стороны и повышает безопасность работы в случае обрыва напрягаемой проволоки.

Интересной разработкой фирмы «Цен-ви-ро Пайп Корпорейшн» является приспособление для заанкеривания концов высокопрочной проволоки при навивке на железобетонный сердечник. Это штамповочные металлические анкерные коробочки, закладываемые в бетон при формовании сердечника. Фиксирование их положения в стенке трубы достигается приболчиванием к стенкам формы, в которой формуют сердечник трубы. Закрепление концов проволоки, как и стыкование ее в процессе навивки спирали, выполняют патентованными стальными муфтами «никопресс», исключающими необходимость применять сварку или какие-либо кустарные способы скрепления проволоки.

Применение муфт, как указывалось, имеет также целью полностью изолировать высокопрочную спиральную арматуру от соприкасания с каркасом арматуры сердечника, выполняемого из обычной арматуры. Тем самым, исключается опасность появления в результате биметаллического эффекта коррозии арматуры.

Выводы

Таким образом, следует отметить, что малоподвижные и жесткие смеси с нулевой осадкой конуса нашли применение в США при производстве бетонных и железобетонных труб. Здесь, помимо центрифугирования, применяются такие эффективные методы уплотнения бетона, как высокочастотное вибрирование, прессование и трамбование, что позволяет производить распалубку немедленно после окончания формования. Низкое водоцементное отношение и хорошее уплотнение обеспечивают высокую прочность бетона, повышение его плотности по сравнению с обычным бетоном, высокую водонепроницаемость и гладкую внутреннюю и наружную поверхность труб, что дает основания к тщательному изучению такого опыта и поиску возможности применить его основные достоинства в рамках развития отечественной отрасли бетонных и железобетонных конструкций.

58SAVN318
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков Л.А. Изготовление железобетонных напорных труб методом центрифугирования с вибрированием фирмой Socea (Франция). – М.: ЦНИИТЭстроймаш, раздел 1, сборник № 4, 1973.
2. Овсянкин В.И. Железобетонные трубы для напорных водоводов (3-е издание). – М.: Стройиздат, 1971 г. – 320 с.
3. Лермит Р. Проблемы технологии бетона. – М.: Госстройиздат, 1959. – 294 с.
4. Roy L. Peck. Производство железобетонных труб способом Cen-Vi-Ro, Modern Concrete, № 6, 1963.
5. Михайлов К.В., Попов А.Н. Производство бетонных и железобетонных труб в Австралии. – М.: ВНИИЭСМ, сборник № 4, 1977.
6. Фролов Е.Г. Основные закономерности процесса центробежного проката железобетонных напорных труб. Промышленность сборного железобетона, серия 3, выпуск 5, М., 1981.
7. Kausser D. Bestimmung: der Einsatzwerte bet der Schleuderdicht iing-. Baustoffindustie, №11, 1959.
8. Mather B. Concrete-Vear 2000, Revisited in -1995 // Adam Neville Symposium on Concrete Technology. Las Vegas USA, June 12, 1995, pp. 1-9.
9. Popovics S. Fracture mechanism in concrete: how much do we know? – J. Eng. Mech. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng., 1969, 95, № 3, 531-544.
10. Schrader E.K. Impact resistance and test procedure for concrete. – J. Amer. Concr. Inst, 1981, № 12, Proc, 78, 141-146.
11. Anatoliy Shuisky, Sergey Stelmakh, Evgeniy Shcherban and Elena Torlina. MATEC Web of Conferences. ICMTMTE. – 2017. – Vol. 129. URL: www. matec-conferences.org/articles/matecconf/pdf/2017/43/matecconf_icmtmte2017_05011.pdf.

58SAVN318
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Nazhuev Mukhuma Pakhrudinovich
Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: nazhuev17@mail.ru

Yanovskaya Alina Vadimovna
Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: kgveny@gmail.com

Kholodnyak Mikhail Gennadievich
Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: xolodniak@yandex.ru

Stel'makh Sergey Anatol'evich
Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: sergej.stelmax@mail.ru

Shcherban' Evgeniy Mikhaylovich
Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: au-geen@mail.ru

Osadchenko Sergey Aleksandrovich
Don state technical university, Rostov-on-Don, Russia
E-mail: osa.don@yandex.ru

Analysis of foreign experience in the development of technology of vibration-centrifuged building structures and products from concrete

Abstract. The literature on foreign experience in the development of vibro-centrifuged building structures and concrete products has been analyzed. Technologies of production of pressure and non-pressure pipes, poles of power transmission lines, columns and other constructions of annular cross section are studied. The basic technological processes are described at manufacturing of building designs and products from concrete by centrifuging. Types of centrifugation of concrete, such as centrifugal rolling, vibrocentrifugation, are considered. It was noted that the simultaneous vibrating is beneficial in the centrifugation of concrete. A detailed description of the American experience in the technology of concrete "cen-vi-ro" of the firm "Cen-vro-Pipe Corporation" is presented. The conclusion is made about the relevance of applying the main advantages of foreign experience within the framework of development of the domestic industry of building structures and products of annular section made of heavy concrete. The authors emphasize that sedentary and rigid mixtures with zero draft of the cone have found application in the USA in the production of concrete and jelly-concrete pipes. Here, in addition to centrifugation, such effective methods of compacting concrete are used, such as high frequency vibration, pressing and tamping, which makes it possible to form immediately after molding is finished. Low water-cement ratio and good compaction ensure high strength of concrete, increase its density in comparison with conventional concrete, high water resistance and smooth internal and external surface of pipes, which gives the basis for a careful study of such experience and search for the possibility to apply its main advantages in the development of the domestic industry of concrete and reinforced concrete structures.

Keywords: building structures; construction products; concrete; centrifugation; vibration; vibration centrifugation; concrete technology