

При центральном сжатии трубы $e/d = 0,01$, несущая способность трубы при гибкости $\bar{\lambda} = 0,1$, с учетом упрочнения бетонного ядра составляет:

$$N_{pl,Rd} = \eta A_a f_{yd} + A_c f_{cd} \left(1 + \eta \frac{t}{d} \frac{f_y}{f_{ck}}\right) = 0,8 \cdot 0,021 \cdot 295 + 1,34 \cdot 1,086 \cdot 33,3 = 4,96 + 48,46 = 53,42 \text{ МН}$$

Таким образом, учет работы трубобетона по Еврокодам приводит к увеличению несущей способности трубы на 26%: $53,42/42,36 = 1,26$ для данного случая.

Литература

1. Росновский, В.А. Трубобетон в мостостроении / В.А. Росновский // Трансжелдориздат, 1963.-110 с. 23.
2. Горев, В.В. – Элементы стальных конструкций/ В.В. Горев // Учеб. пособие для строит. вузов/В.В. Горев, Б.Ю. Уваров и др.; Под ред. В.В. Горева. – М.: Высш. Шк., 1997. – 527.: ил.
3. Корнеев М.М. . Стальные мосты / М.М. Корнеев// Пособие по проектированию в 3-х томах – К.: Из-во «Ультрадрук», 2019.- Т. 3. – 560 с.

УДК 691

ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ТРУБ МЕТОДОМ РАДИАЛЬНОГО ПРЕССОВАНИЯ

Устинович А.В.¹⁾, Гречухин В.А.²⁾

¹⁾Завод ЖБИ УП «Минскметрострой»,

ул. Селицкого, д.15в, 220075, г. Минск, Республика Беларусь

²⁾Белорусский национальный технический университет

пр. Независимости, 65, 220030, г. Минск, Республика Беларусь

Радиальное прессование – это технология производства бетонных и железобетонных изделий, при котором ось вращения в процессе производства располагается вертикально [1]. В 1905 году Зейдлер и Маккракен в штате Айова независимо друг от друга собрали первые установки для производства бетонных труб методом радиального прессования [2]. Впервые как способ производства труб радиальное прессование было использовано в США в 40-х годах прошлого столетия [3, 4]. В Советском Союзе разрабатывалось и производилось оборудование, использовавшее метод радиального прессования для уплотнения бетонной смеси, что позволяло выпускать бетонные и железобетонные безнапорные трубы и кольца [5]. 70-х годах прошлого столетия в СССР институтом «Гипростроммаш» разработаны первые образцы оборудования, которое позволяет производить трубы бетонные и железобетонные методом радиального прессования. Изготовление оборудования осуществлено Лисичанским заводом «Строммашина» [6, 7]. Установка СМЖ 194-Б предназначалась для изготовления труб диаметром 300-600 мм, а СМЖ 329 позволяла производить трубы диаметрами от 800 до 1200 мм. Современные установки рассчитаны на производство труб методом радиального прессования диаметрами от 300 мм до 1800 мм и длиной обычно до 3500 мм [8].

При радиальном прессовании уплотнение жёсткой бетонной смеси (ЖЗ-Ж4) происходит в стальной форме при помощи вращающейся головки с роликами (рисунок 1), которые при соприкосновении с бетоном не только укатывают и опрессовывают его, но вызывают сдвиговые деформации, что приводит к компактному и плотному расположению крупного заполнителя. Данный способ производства труб бетонных и железобетонных является высокопроизводительным благодаря немедленной распалубке отформованных

изделий и короткому циклу формования, что не требует большого парка форм. Для организации производства достаточно 2-3 формы.

Радиальные прессы различных производителей конструктивно могут отличаться, но основной рабочий механизм во всех установках одинаковый – роликовая головка (рисунок 1). Роликовая головка имеет от двух до трёх рядов роликов (рисунок 2) и приводится в движение (вращение вокруг центральной оси и вертикальное перемещение) двойным валом. Вращение соседних уровней роликов осуществляется в противоположных направлениях, что позволяет компенсировать крутящий момент, который приводит к вращению арматурного каркаса. А также за счёт конструктивных особенностей, наличие заглаживающей части у роликовой головки, внутренняя поверхность получается гладкой.

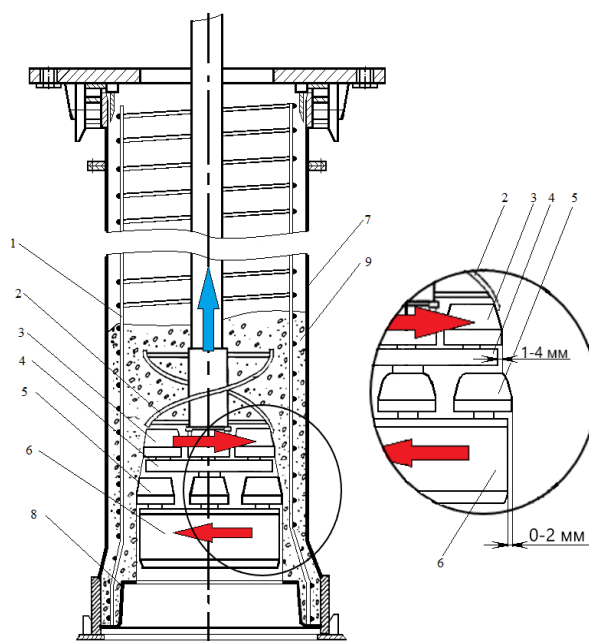


Рис. 4. Схема формования железобетонной трубы методом радиального прессования:

- 1 – арматурный каркас; 2 – спираль разбрасывающая; 3 – ролик раскатывающий;
 4 – распределительный диск; 5 – ролик прессующий; 6 – заглаживающая головка; 7 – наружная стальная форма; 8 – стальной поддон; 9 – бетонная смесь

Все технологические операции уплотнения бетонной смеси при радиальном прессовании ещё в 1981 году были изложены в работе [4]. Они включают в себя: нанесение набрызгбетонной смеси под действием центробежной силы на стенки формы; укатка роликами бетона внутренней стенки трубы; заглаживание внутренней поверхности «юбкой». Уплотнение раструбной части трубы производится при помощи вибростола. В процессе формования трубы возникают радиальные и тангенциальные силы, при этом тангенциальная сила может вызывать смещение арматурного каркаса.

С момента начала использования метода радиального прессования различными специалистами и учёными разрабатывались теории объясняющие процессы происходящие в процессе формования изделия [9]. Так Небулони М. в своей работе предлагает следующий расчёт коэффициента уплотнения бетонной смеси при радиальном прессовании:

$$K_y = K_3 V_p \sqrt{\frac{1}{D_{вн} b V_n}}, \quad (1),$$

где K_3 – коэффициент равный 0,0115;

V_p – окружная скорость роликовой головки, принимаемая 2,5-4,0 м/с;

$D_{вн}$ – внутренний диаметр трубы;

b – толщина стенки трубы;

V_n – скорость подъёма роликовой головки.



Рис. 2. Роликовая головка

В источнике [4] приводится информация о неравномерном распределении прочности бетона в стенке трубы – прочность бетона на сжатие уменьшается от внутренней стенки трубы к наружной и может отличаться на 15-25%, что объясняется снижением коэффициента уплотнения бетона от внутренней к наружной стенке. Также при производстве труб методом радиального прессования предъявляются жёсткие требования к рабочему составу бетонной смеси и точности дозирования её компонентов [10].

Литература

1. А. Ю. Черемисинов и А. А. Черемисинов, Строительство и эксплуатация систем сельскохозяйственного водоснабжения и водоотведения, Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГАУ, 2015, р. 241.
2. М. Bealey и J.J. Duffy, Concrete pipe handbook, Irving: American concrete pipe association, 1998.
3. Сенкевич Т.П., Рагольский С.З., Померанец В.Н., Железобетонные трубы, Москва: Стройиздат, 1989, р. 272.
4. В. И. Мелихов, А. Г. Грайфер, С. К. Казарин, А. С. Лукоянов и В. П. Покомарёв, Производство бетонных и железобетонных труб способом радиального прессования, Москва: ВНИИЭСМ, 1981, р. 61.
5. В. П. Понаморёв и С. К. Казарин, «Технологические линии и оборудование по производству безнапорных труб и колец методом радиального прессования,» Бетон и железобетон, № 10, pp. 31-34, 1977

6. Т.П. Сенкевич, С.З. Рагольский, В.Н. Померанец, Железобетонные трубы, С. Рагольский, Ред., Москва: Стройиздат, 1989, р. 272.
7. Ю. А. Тевелёв, Железобетонные трубы. Проектирование и изготовление, Москва: Издательство Ассоциация строительных вузов, 2004, р. 328.
8. Н.-В. Horlacher, Ред., Rohrleitungen 1. Grundlagen, Rorwerkstoffe, Komponenten, Dresden, 2016, р. 545.
9. С. I, «Gravitacios betoncsövek gyartasa hengerlessel,» Építőanyag, № 11, pp. 423-431, 1973.
10. М. П. Нажуев, П. М. Джамилова, Ф. А. Батаева, З. И. Бакаев, А. Х. Кукаев и А. Османов, «Влияние режимов виброцентрифугирования на свойства получаемых бетонов,» Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, № 1, pp. 8-19, 2021.

624.21.01/.09; 624.04

ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕБРИСТЫХ ПРОЛЁТНЫХ СТРОЕНИЙ

В.А. Ходяков

Белорусский национальный технический университет
пр. Независимости, 65, 220013, г. Минск, Беларусь, xva609@gmail.com

Предметом исследования является различная величина динамического воздействия на пролётное строение мостовых сооружений от движущегося тяжёлого автотранспорта. В исследовании удалось дифференцировать величину динамического воздействия в зависимости от длины пролёта, его конструкции и частоты собственных колебаний. По результатам нескольких серий динамических испытаний построены диаграммы зависимости динамического воздействия, выраженного в максимальной амплитуде виброскорости от скорости движения автомобиля. Описаны факты возникновения резонанса пролётного строения и его влияние на величину динамического воздействия. Основные выводы представленных результатов исследования: при движении по ровной дороге динамическое воздействие повышается с увеличением скорости, а в случае движения по неровностям наоборот – снижается.

Ключевые слова: испытание, виброскорость, пролётное строение, динамическая нагрузка, частота колебаний, скорость.

Было проведено несколько испытаний мостовых сооружений различной конструкции на территории Республики Беларусь. Пролётные строения всех испытанных сооружений являются железобетонными ребристыми. Испытывались как разрезные, так и неразрезные пролётные строения. При испытании определялись частоты собственных колебаний пролётных строений для общего анализа возможности возникновения случаев резонанса.

Эффект резонанса возникает тогда, когда грузовой автомобиль движется с определённой скоростью, при которой частота прохождения колёсных осей совпадает с частотой собственных колебаний пролётного строения. Для проведения нашего анализа примем в качестве основной нагрузку от грузового трёхосного самосвала МАЗ 6501 (Рис. 1) – самого тяжёлого из наиболее распространённых самосвалов в Республике Беларусь [1].