

3. Сравнение большепролетных конструкций по технико-экономическим показателям / А. В. Исаев, К. Е. Голубятников, В. Д. Комлев, Э. Р. Насыбуллина // Приволжский научный журнал. – 2019. – № 2 (50). – С. 68–75.
4. Тарасов, Д. А. Комплекс программ моделирования работы стальных канатов при действии поперечной динамической нагрузки / Д. А. Тарасов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – № 2 (24). – С. 48–55.
5. Василькин, А. А. Интеграция инструментов структурной и параметрической оптимизации на этапе поискового проектирования стальных конструкций / А. А. Василькин // Научный журнал строительства и архитектуры. – 2018. – № 1 (49). – С. 22–28.
6. Тарасов, Д. А. Параметрическая оптимизация стальных канатов при действии поперечного удара / Д. А. Тарасов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2015. – № 2 (24). – С. 56–62.
7. Кужахметова, Э. Р. Сравнительный анализ работы вант с разной геометрической характеристикой при вертикальном нагружении / Э. Р. Кужахметова // Известия КГТУ. – 2017. – № 45. – С. 235–244.
8. Тарасов, Д. А. Исследование влияния пластических деформаций при моделировании напряженно-деформированного состояния гибкой нити / Д. А. Тарасов, А. В. Липов, А. М. Ирышков // Модели, системы, сети в эконо-мике, технике, природе и обществе. – 2020. – № 1 (33). – С. 98–110. – DOI 10.21685/2227-8486-2020-1-8.
9. Математическое моделирование напряженно- деформированного состояния гибкой нити при действии поперечного удара / В. В. Коновалов, Д. А. Тарасов, В. Ю. Зайцев, Ю. В. Родионов // Проблемы управления и моделирования в сложных системах : труды XXI Международной конференции : в 2 т. (г. Самара, 3–6 сентября 2019 г.) / под редакцией С. А. Никитова, Д. Е. Быкова, С. Ю. Боровика, Ю. Э. Плешивцевой. – Самара, 2019. – С. 313–317.
10. Тарасов, Д. А. Математическое моделирование работы нитей конечной жесткости при ударном воздействии / Д. А. Тарасов, В. В. Волков, Е. А. Аксенова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10, № 4 (56). – С. 113–116. – DOI 10.46548/21vek-2021-1056-0023.
11. Кужахметова, Э. Р. Напряженно-деформированное состояние цилиндрично-вантового покрытия здания (сооружения) с различными формами наружного опорного контура / Э. Р. Кужахметова // Строительная механика инже-нерных конструкций и сооружений. – 2020. – Т. 16, № 2. – С. 95–110. – DOI 10.22363/1815-5235-2020-16-2-95-110.
12. Анализ динамического поведения мобильного ограждения на основе модели механической цепи / Д. А. Тарасов, Г. С. Большаков, В. В. Волков, Е. А. Аксенова // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10, № 3 (55). – С. 77–80. – DOI 10.46548/21vek-2021-1055-0014.
13. Mathematical modeling of deformations of flexible threads under their dynamic loading in the zone of material plasticity / D. Tarasov, V. Konovalov, V. Zaitsev, Y. Rodionov // Journal of Physics: Conference Series, Tambov, 14–16 ноября 2018 г. – Tambov: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 012014. – DOI 10.1088/1742-6596/1278/1/012014.
14. Mathematical modeling of the stress-strain state of flexible threads with regard to plastic deformations / D. Tarasov, V. Konovalov, V. Zaitsev, Y. Rodionov // Journal of Physics: Conference Series : 4, Tambov, 15–17 ноября 2017 г. – Tambov, 2018. – P. 012008. – DOI 10.1088/1742-6596/1084/1/012008.
15. Штейнбрехер, О. А. Решение задачи параметрической оптимизации сетчатой цилиндрической конструкции / О. А. Штейнбрехер, Т. В. Бурнышева // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2017. – № 10 (70). – С. 2. – DOI 10.18698/2308-6033-2017-10-1688.
16. Бояршинова, И. Н. Оптимальное проектирование деталей рамных конструкций / И. Н. Бояршинова, М. Р. Бекмансуров // Научно-технический вестник Поволжья. – 2018. – № 11. – С. 102–105.
17. Тарасов, Д. А. Определение частоты вращения гибкой нити с учетом физической нелинейности при заданных допустимых напряжениях и деформациях / Д. А. Тарасов, В. В. Коновалов, А. Л. Данилов // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2020. – Т. 9, № 4 (52). – С. 10–14. – DOI 10.46548/21vek-2020-0951-0001.
18. Определение области несущей способности гибкой нити при действии поперечного удара / Д. А. Тарасов, В. В. Коновалов, А. Л. Данилов, А. И. Бобылев // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2021. – Т. 10, № 2 (54). – С. 40–43. – DOI 10.46548/21vek-2021-1054-0007.
19. Кужахметова, Э. Р. Расчет вант с учетом геометрической и физической нелинейности / Э. Р. Кужахметова // Известия КГТУ. – 2019. – № 55. – С. 252–266.
20. Болдырев, А. М. Применение методов параметрической оптимизации при исследовании висячих конструкций с переменной расчетной схемой / А. М. Болдырев, А. А. Свентиков // Металлические конструкции. – 2008. – Т. 14, № 4. – С. 263–268.
21. Оценка влияния конструктивной нелинейности при моделировании работы гибкой нити / Д. А. Тарасов, Г. С. Большаков, В. В. Коновалов, А. М. Ирышков // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2020. – Т. 9, № 2 (50). – С. 117–123. – DOI 10.46548/21vek-2020-0950-0022.
22. Бояршинова, И. Н. Оптимальное проектирование конструкций с целью снижения веса / И. Н. Бояршинова, В. С. Хусаинов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2021. – № 5. – С. 64–66.
23. Лазарева, Н. В. Использование информационных моделей при проведении строительно-технических экспертиз / Н. В. Лазарева, А. Ю. Зиновьев // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2022. – № 1 (39). – С. 105–111. – DOI 10.52684/2312-3702-2022-39-1-105-110. – EDN CZARQA.
24. Кудасова, А. С. Арочные опорные контуры большепролетных спортивных объектов с висячими покрытиями: конструктивные и архитектурные особенности / А. С. Кудасова, М. А. Колотниченко, А. Д. Тютина // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 4 (34). – С. 43–47. – EDN UOENOD.

© Д. А. Тарасов

**Ссылка для цитирования:**

Тарасов Д. А. Параметрическая оптимизация изгибно-жестких нитей при заданных допустимых напряжениях и деформациях // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 2 (40). С. 5–9.

УДК 699.828.2:725.826.053.3  
DOI 10.52684/2312-3702-2022-40-2-9-14

**РАЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ЛИВНЕВОЙ КАНАЛИЗАЦИИ  
В УСЛОВИЯХ ТОЧЕЧНОЙ ВЫСОТНОЙ ЗАСТРОЙКИ Г. АСТРАХАНИ**

**А. Р. Курмангалиева**

**Курмангалиева Аида Робертовна**, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры промышленного и гражданского строительства, Астраханский государственный архитектурно-



строительный университет, г. Астрахань, Российская Федерация, тел.: +7(917)089-21-53, e-mail: kraida64@mail.ru

Несмотря на засушливый климат, в Астраханском регионе нередки сильные ливни и снегопады, приводящие к размыву и насыщению покровных суглинистых грунтов. В отсутствие организованной системы ливневой канализации в городском хозяйстве происходит затопление дорог и дворовых территорий жилых кварталов. На примере многоэтажного жилого дома с эксплуатируемой кровлей в условиях точечной застройки в центральной части города предлагается оптимальная модель системы ливневой канализации с потенциально загрязненной территории. Применены оригинальные элементы системы открытого водоотвода: монолитные лотки с решетками, водовыпуски, конструкция водоприемного и смотрового колодцев. Выполнен прогноз качественного состава поверхностного стока по основным загрязнителям, подобран фильтр локальной очистки.

**Ключевые слова:** ливневая канализация, трассировка, гидравлический уклон, пескоуловитель, поверхностный сток, погружной насос.

## RATIONAL MODEL OF THE RAIN SEWER SYSTEM IN THE CONDITIONS OF POINT HIGH-RISE BUILDINGS IN ASTRAKHAN

*A. R. Kurmangaliyeva*

*Kurmangaliyeva Aida Robertovna*, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: +7(917)089-21-53; e-mail: kraida64@rambler.ru

Despite the arid climate, heavy rains and snowfalls are not uncommon in the Astrakhan region, leading to erosion and saturation of cover loamy soils. In the absence of an organized system of storm sewerage in the urban economy, roads and courtyards of residential areas are flooded. The article discusses the optimal model of a storm sewer system from a potentially contaminated area of a multi-storey residential building with an exploited roof in the conditions of infill development in the central part of the city. The original elements of the open drainage system were used: monolithic trays with gratings, water outlets, the design of the water intake and manholes. The forecast of the qualitative composition of the surface runoff was made for the main pollutants, which made it possible to select a local filter.

**Keywords:** storm sewerage, tracing, hydraulic slope, sand trap, surface runoff, submersible pump.

Проблема деградации и отсутствия ливневой канализации в г. Астрахани актуальна. При сильном или длительном дожде город превращается в разветвленную водную систему грязных потоков, засоряющую канализацию и оставляющую после высыхания много грязи на дорогах и тротуарах, которая в дальнейшем становится пылью. Поэтому в последние годы городские власти заставляют застройщиков проектировать и внедрять организованный сбор дождевого стока в аккумулирующие емкости либо очищать его перед последующей утилизацией, особенно в условиях точечной застройки.

Методология и алгоритм проектирования локальной системы ливневой канализации в стесненных условиях точечной застройки для создания комфортной среды важны в силу частоты и характера применения. Выбранный объект – многоэтажный жилой комплекс с эксплуатируемой кровлей – запроектирован с участием автора в составе проектной группы, в данное время находится в стадии строительства.

Участок строительства жилого комплекса по ул. Бакинской / М. Джалиля в Кировском районе г. Астрахани имеет площадь 0,64 га и располагается на территории снесенного ветхого жилого фонда. В геоморфологическом отношении площадка приурочена к современной аллювиально-морской аккумулятивной равнине со спокойным рельефом: абсолютные отметки дневной поверхности варьируют в интервале – 22,29...–21,47 м. Расстояние до ближайшего водотока Кутум составляет 370 м.

В геологическом строении территории до глубины 15,0 м принимают участие современные новокаспийские аллювиально-морские отложения:

суглинки, пески, глины, перекрытые техногенными образованиями. В соответствии с литологическими и физико-механическими особенностями грунтов выделены шесть инженерно-геологических элементов, пять из которых представлены суглинками и глинами.

В качестве несущего основания для свайного фундамента здания многоэтажного комплекса рекомендуется пласт песков пылеватых, плотных, водонасыщенных, мощностью до 9,0 м, залегающий на глубине 5,5 м, что соответствует абсолютной отметке –26,60 м. Подстилаются пески песчанистыми серыми туго пластичными глинами вскрытой мощностью до 3,7 м.

Грунтовые воды современного аллювиомарины приурочены к пескам и их прослоям в суглинках и глинах [6]. Вскрыты по состоянию на октябрь 2020 г. на глубине 1,0–1,7 м, что соответствует интервалу абсолютных отметок –23,3...–22,9 м.

Воды солоноватые в верхней части разреза (4,6–6,3 г/дм<sup>3</sup>), до соленых с глубиной (до 11,2 г/дм<sup>3</sup>), сульфатно-хлоридные и хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные кальциево-натриевые и натриево-магниевые. По отношению к бетонам на портландцементе марки W4, W6 агрессивны; к бетонам W8 и W10– W14 средне- и слабоагрессивны к бетонам марки W16–W20.

Расчет прогнозного уровня подземных вод был выполнен в ПК GMS Modflow, версия 6.5, и ожидается в интервале абсолютных отметок –22,66...–22,58 м [4]. При планировочных отметках рельефа поверхности –21,85...–21,5 м норма осушения составляет по участку менее 1,0 м, поэтому рекомендована усиленная гидроизоляция заглубляемых конструкций (фундамента) проектируемого здания, прокладываемых инженерных сетей, а также строительное водопонижение и устройство

системы ливневой канализации территории [3].

### Методология проектирования

1. Расходы дождевых вод в коллекторах дождевой канализации, л/с, отводящих сточные воды с селитебных территорий и площадок предприятий, определим методом предельных интенсивностей по формуле 1:

$$Q_r = Z_{mid} \cdot A^{1,2} \cdot F / t_r^{1,2n-0,1}, \quad (1)$$

где  $A$ ,  $n$  – параметры, характеризующие соответственно интенсивность и продолжительность дождя для конкретной местности [1, с. 106];  $Z_{mid}$  – среднее значение коэффициента покрова, характеризующего поверхность бассейна стока, которое определяется как средневзвешенное в зависимости от значений коэффициентов для различных видов поверхности водосбора по таблицам 13 и 14 [1]: кровли и асфальтобетонных покрытий – 0,33; тротуарной плитки – 0,224.

$Z_{mid} = (0,2871 \times 0,33 + 0,0436 \times 0,224) : 0,3607 \text{ га} = 0,29$ ;  $F$  – расчетная площадь стока, 0,3607 га, включает территорию эксплуатируемой кровли, въездного пандуса, внутри дворового проезда и со стороны улицы М. Джалиля;  $t_r$  – расчетная продолжительность дождя, равная продолжительности протекания дождевых вод по поверхности и трубам до расчетного участка, 11 мин. [2, с. 34].

Подставляя значения в формулу 1, получим:  $Q_r = 0,29 \cdot 1851,2 \cdot 0,361 / 111,2 \times 0,66 - 0,1 = 10,46 \text{ л/с}$ .

Параметры  $A$  и  $n$  определяются по результатам обработки многолетних записей самопишущих дождемеров местных метеорологических станций или данным территориальных управлений Гидрометеослужбы [7]. При отсутствии обработанных сведений параметр  $A$  допускается определять по формуле 2:

$$A = q_{20} 20^n \cdot \left(1 + \frac{\lg P}{\lg m_r}\right), \quad (2)$$

где  $q_{20}$  – интенсивность дождя для данной местности продолжительностью 20 мин. при  $P = 1$  год, 50 [1, с. 106];  $n$  – показатель степени, определяемый 0,66 при  $P < 1$  по таблице 8 [1];  $m_r$  – среднее количество дождей за год, принимается 50 по таблице 8 [1];  $P$  – период однократного превышения расчетной интенсивности дождя, 0,33 года по таблице 9 [1];  $y$  – показатель степени, 2, принимается по таблице 8 [1].

$A = 50 \cdot 200,66 \cdot (1 + \lg 0,33 / \lg 50) 2 = 185 \text{ л/с с 1 га}$ .

Продолжительность протекания дождевых вод по поверхности и трубам  $t_r$  до расчетного участка (створа) следует определять по формуле 3:

$$t_r = t_{con} + t_{can} + t_p, \quad (3)$$

где  $t_{con}$  – продолжительность протекания дождевых вод до уличного лотка или при наличии дождеприемников в пределах квартала до уличного коллектора (время поверхностной концентрации), 5 мин. [1, с. 48];  $t_{can}$  – то же, по уличным лоткам до дождеприемника (при отсутствии их в пределах квартала), определяется по формуле 4, 6 мин.;  $t_p$  – то же, по трубам до рассчитываемого створа, определяется по формуле 5 [1]. Продолжительность протекания дождевых вод по трубам до рассчитываемого сечения  $t_p$ , мин., приравнивается

к нулю, так как сток поступает на очистку через водоприемную решетку.

Время поверхностной концентрации дождевого стока  $t_{con}$  следует рассчитывать или принимать в населенных пунктах при отсутствии внутриквартальных закрытых дождевых сетей равным 5–10 мин., при их наличии – 3...5 мин. Принимаем 5 мин в условиях отсутствия закрытой внутриквартальной сети.

Продолжительность протекания дождевых вод по уличным лоткам  $t_{can}$  следует определять по формуле:

$$t_{can} = 0,021 \sum \frac{l_{can}}{v_{can}}, \quad (4)$$

где  $l_{can}$  – длина участков лотков, 160 м;  $v_{can}$  – расчетная скорость течения на участке, 0,6 м/с.

$$t_{can} = 0,021 \times 160 / 0,6 = 6 \text{ мин.}$$

Подставляя значения в формулу 3 [1], получим  $t_r = 11$  мин.

Расчетный расход на очистку поверхностного стока  $Q_{оч}$ , л/с определяется по формуле 5:

$$Q_{оч} = Q_r \cdot k_1 \cdot k_2, \quad (5)$$

где  $k_1$  – коэффициент, учитывающий изменение параметров стока при уменьшении значений периода однократного превышения интенсивности дождя при гидравлическом расчете ЛОС, 0,12;  $k_2$  – то же, при гидравлическом расчете сети ливневой канализации, 2,56 [9].

$Q_{оч} = 10,46,0 \times 0,12 \times 2,56 = 3,21 \text{ л/с}$  или 11,6 м<sup>3</sup>/ч.

Требуемое количество фильтров  $n_f = 3,21 / 4,4 = 1$  штука.

Производительности фильтра 4,4 л/с соответствует организация предварительной очистки поверхностного стока на ФОПС® К-2,0 (высотой 250 мм) и ФОПС® М-2,0-1,2 производства ООО «Аква-Венчур» (г. Санкт-Петербург), устанавливаемых в водоприемном колодце на цельные кольца ОК-2,0-2,0, с последующим монтажом крышки съёмной КЛ-3-2,0 м. Камера смотрового колодца с погружным насосом также оборудуется крышкой – КЛ-3-1,0 м [12].

2. Трассировка и составные элементы сети. Для подбора сечения лотков системы ливневой канализации учитываем максимальный расход  $q = 10,46 \text{ л/с}$ . Согласно таблице 28 [5], принимаем водоотводящие элементы прямоугольного сечения шириной  $b = 200 \text{ мм}$ , уклоном 0,004 и наполнением 0,5 и  $v = 0,54 \text{ м/с}$  в зоне эксплуатируемой кровли – шириной 250 мм с уклоном днища 3–4 промилле и проектным уклоном в районе пандуса. Бетон для лотков используется класса В15 с армированием сеткой из арматуры А-III переменной глубины. По верху лотков укладываются водопримемные чугунные решетки шириной 200 и 250 мм.

У начала навеса эксплуатируемой кровли лоток подсоединяется через соединительную муфту к водосточной трубе НПВХ  $d = 200 \text{ мм}$  с отводом на покрытие дворового автопроезда, откуда поверхностный сток самотеком поступает в систему дождевой канализации.



Трасса сети внутривортовой территории заканчивается пескоуловителем бетонным марки Махи ПУ-20.29.60-Б с решеткой водоприемной чугунной ВЧ-50, класса D размерами 500 × 285 × 600 [13]. От пескоуловителя к водоприемному колодцу сток самотеком поступает по трубе НПВХ d = 200 мм.

Конечным пунктом водосбора системы ливневых стоков служит система из водоприемного и смотрового сборных колодцев диаметрами 2,0 и 1,0 м, размещаемая на выезде с территории. Колодцы имеют монолитную железобетонную плиту днаща

и покрытия [11]. В камере колодца КЛ1 диаметром 2,0 м устанавливается фильтр очистки поверхностного стока ФОПС®, состоящий из двух блоков: К-2,0 (для удаления мусора) и М-2,0-1,2 (для глубокой механической очистки, включая нефтепродукты) производительностью 4,4 л/с производства ООО «Аква-Венчур» (г. Санкт-Петербург).

Трассировка ливнеотводящей сети приведена на рисунке 1. Схема разработана автором и внедрена при реализации проекта.

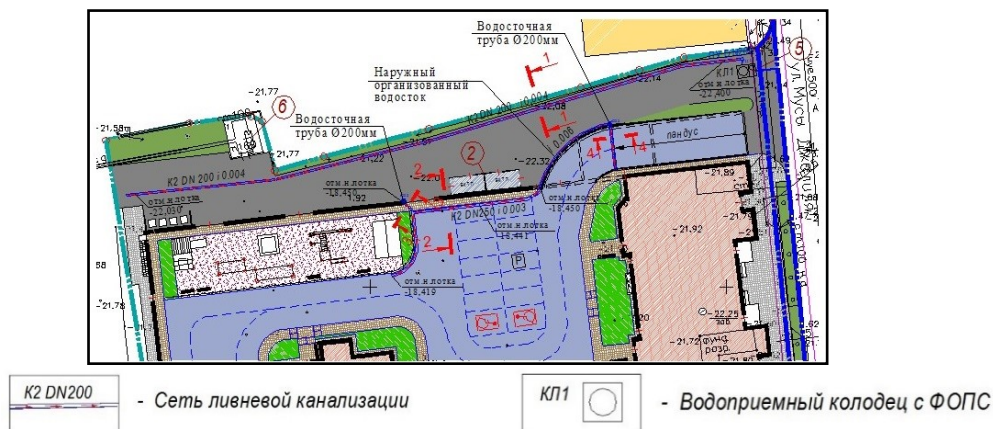


Рис. 1. Схема трассировки сети ливневой канализации

В монолитное перекрытие колодца устанавливаются железобетонные крышки с опорными рамами, рассчитанные на колесную нагрузку НК-80 (для автомобильных дорог). Гидроизоляция колодцев в местах стыков выполняется с использованием пенебара, при изготовлении сборных колец в бетонную смесь добавляется «Пенетрон Адмикс» [9].

После фильтра очищенный сток направляется в камеру смотрового колодца диаметром 1000 мм, откуда погружным насосом он подается по проектируемому напорному трубопроводу диаметром 110 мм в общегородской коллектор

по ул. М. Джалиля, согласно техническим условиям, выданным администрацией АО «Город Астрахань». В колодце предусмотрена стремянка марки КЖИ. С. 1 – 04 по ТП 902-09-22.84 (рис. 2).

Для перекачки ливневого стока в напорный коллектор предлагается использовать дренажный погружной насос производительностью 12–15 м<sup>3</sup>/ч и напором 16–18 м марки VM-1500F Ампики (Тайвань). Дренажный погружной насос рассчитан на перекачку сточных вод с включениями твердых частиц до 10 % по объему, максимальным размером до 10 мм, из ям, сточных канав, септиков и т. п. Насос спроектирован для тяжелых режимов работы и не требует обслуживания.

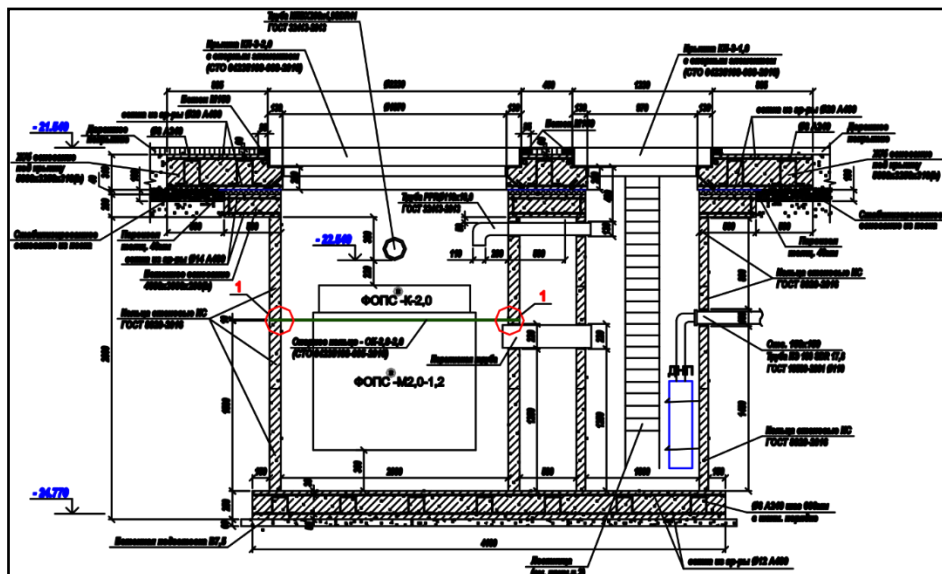


Рис. 2. Схема водоприемного и смотрового колодцев с ФОПС

3. Прогноз качественного состава поверхностного стока. Ливневый сток с территории размещения жилого комплекса по качественному составу не является условно чистым, так как относится к селитебным территориям. Степень и характер загрязнения подземного стока зависит от санитарного состояния площади водосбора и уровня благоустройства территории [8]. Определяющими загрязнителями являются взвешенные вещества (примеси), содержание органических компонентов (БПК<sub>5</sub>) и нефтепродукты. Средневзвешенная концентрация взвешенных веществ в формируемом ливневом стоке определяется по формуле 6 [4, с. 50]:

$$C_{ср/взв} = (C_{mn} \times V_{mn} + C_{np} \times V_{np}) / \Psi_{mid}, \quad (6)$$

где  $C_{mn, np}$  – концентрация загрязняющих веществ (или показателей качества) в поверхностных сточных водах, отводимых с различных площадей стока, 20 и 400 мг/дм<sup>3</sup> [1, с. 52];  $V_{mp} = 0,204$  (% объем стоков с тротуаров и покрытий);  $V_{np} = 0,796$  (% объем стоков с автопроездов современной жилой застройки);  $\Psi_{mid}$  – средний коэффициент стока, рассчитанный согласно таблице 13 [1]:  $(0,3168 \times 0,95 + 0,0439 \times 0,6) / 0,3607 = 0,907$ .

Подставляя значения в формулу 6, получим:  
 $C_{ср/взв\text{ВВ}} = (0,204 \times 20 + 0,796 \times 400) / 0,907 = 355,5$  мг/л.

Предварительная очистка поверхностного стока от тяжелых минеральных примесей (песка) гидравлической крупностью более 15 мм/с предусмотрена в проточном пескоуловителе на дождеотводящем коллекторе, поэтому концентрацию взвешенных веществ в сточных водах следует уменьшить еще на 20–30 % [8, с. 80].

Средневзвешенная концентрация БПК<sub>5</sub> в формируемом ливневом стоке определяется по формуле:

$$C_{ср/взв\text{БПК5}} = (0,204 \times 10 + 0,796 \times 30) / 0,907 = 28,6 \text{ мгО}_2/\text{л},$$

где  $C_{\text{БПК5}}$  в стоке с тротуаров и покрытий менее 10 мг/л;  $C_{\text{БПК5}}$  в стоке современной жилой застройки с высоким уровнем благоустройства 30 мг/л [1, с. 52].

Средневзвешенная концентрация нефтепродуктов в формируемом ливневом стоке определяется по формуле:

$$C_{ср/взв\text{НФП}} = (0,204 \times 0,2 + 0,796 \times 8) / 0,907 = 7,07 \text{ мг/л},$$

где  $C_{\text{НФП}}$  в стоке с кровель и тротуаров менее 0,2 мг/л;  $C_{\text{НФП}}$  в стоке современной жилой застройки с высоким уровнем благоустройства 8 мг/л [1, с. 52].

Перед сбросом в проектируемый напорный коллектор ливневой канализации предполагается очистка сточных вод на ФОПС®. Степень очистки на фильтрах выбранной марки по взвешенным веществам до 5 мг/л, БПК<sub>5</sub> – до 2 мгО<sub>2</sub>/л, нефтепродуктам – до 0,05 мг/л.

4. Эксплуатация предусматривает планово-профилактические и ремонтные работы на сети ливневой канализации для поддержания ее в рабочем состоянии. В процессе эксплуатации производятся следующие виды работ:

- систематическое наблюдение за состоянием ливневой сети, смотровых и водоприемных колодцев;
- очистка лотков и колодцев от возможных засоров;
- регулярное наблюдение за степенью герметичности сверху смотровых колодцев;
- своевременное производство ремонтных работ.

Лотки и трубы системы дождевой канализации промывают через решетки на самых высоких отметках. Вода для этого подается под напором из поливочного шланга.

Степень очистки поверхностного стока контролируется отбором проб из камеры колодца с погружным насосом. При снижении уровня очистки ниже заявленного предусматривается замена фильтра (кассеты).

#### Выводы и рекомендации

Создание рациональной системы ливневой канализации базируется на расчетах по существующим нормативно-методическим документам с учетом инженерно-геологических условий (свойств грунтов, высокого уровня залегания подземных вод, их агрессивности), условиях очистки и дальнейшей утилизации поверхностного стока согласно техническим требованиям.

Предлагаемая система сбора и очистки дождевого стока позволяет минимизировать использование подземного пространства инженерными сооружениями, объединив локальное очистное сооружение с насосной станцией в одном водоприемном колодце без аккумулирующей емкости [10].

Канализационные колодцы желательны в монолитном исполнении с добавлением в бетонную смесь «Пенетрон Адмикс» гидроизоляции, при сборном варианте применения рекомендуется использовать пенебар в местах стыков колец.

#### Список литературы

1. Свод правил: СП 32.13330.2018. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: Стандартинформ, 2019. – 115 с.
2. Свод правил: СП 131.13330.2020. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: Минстрой РФ, 2020. – 150 с.
3. Свод правил по проектированию и строительству. Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов. СП 116.13330.2012. – М.: Минрегион России, ФАУ «ФЦС», 2012. – 65 с.
4. Курмангалиева, А. Р. Проектирование защитных мероприятий от подтопления участков перепланировки и жилой застройки в г. Астрахани / А. Р. Курмангалиева // Инженерная геология Северо-Западного Кавказа и Предкавказья: современное состояние и основные задачи : сборник научных трудов. – Краснодар : Просвещение-Юг, 2016. – С. 238–240.
5. Лукиных, А. А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н. Н. Павловского / А. А. Лукиных, Н. А. Лукиных. – 4-е изд., доп. – М.: Стройиздат, 1974. – 156 с.
6. Материалы к Государственному докладу о состоянии окружающей природной среды РФ по Астраханской области за 2001 г. – Астрахань : ЦНТЭП, 2002. – 274 с.



7. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1–6. Выпуск 13. Волгоградская, Ростовская, Астраханская области, Краснодарский, Ставропольский края, Калмыцкая, Кабардино-Балкарская, Чечено-Ингушская, Северо-Осетинская АССР. – Л.: Гидрометеиздат. 1990. – 724 с.

8. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты: методическое пособие / Ю. А. Меншутин, Л. М. Верецагина, А. С. Керин, Е. В. Фомичёва, А. Ю. Логунова. – М.: НИИ ВОДГЕО, 2015. – 146 с.

9. Рекомендации по проектированию гидроизоляции подземных частей зданий и сооружений. Конструктивные детали гидроизоляции. – М.: ЦНИИпромзданий, 2009. – 119 с.

10. Типовые технологические карты. Альбом 07.32 «Монтаж сборных водопроводных и канализационных колодцев». – Новосибирск: Новосибирский ф-л ЦИТП Госстроя СССР, 1977. – 23 с.

11. Типовые материалы для проектирования ТМП 902-09-46.88 «Камеры и колодцы дождевой канализации» (ал. I–VI). – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 41 с.

12. Чечевичкин, А. В. Проектирование и применение локальных очистных сооружений поверхностного стока на основе фильтров ФОПС® / А. В. Чечевичкин. – Санкт-Петербург: Любавич, 2017. – 176 с.

13. Инструкция по монтажу и эксплуатации систем поверхностного водоотвода Hidrolica, 2014. – Режим доступа: <https://www.gidrolica.ru/info/install-instruction/instrukciya-po-montazhu-i-ekspluatatsii-sistem-poverhnostnogo-vodootvoda-gidrolica> (дата обращения 30.03.2019).

© А. Р. Курмангалиева

**Ссылка для цитирования:**

Курмангалиева А. Р. Рациональная модель системы ливневой канализации в условиях точечной высотной застройки г. Астрахань // Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2022. № 2 (40). С. 9–14.

УДК 624.02

DOI 10.52684/2312-3702-2022-40-2-14-19

**О НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ ЭЛЕМЕНТОВ БАЛКИ КОРОБЧАТОГО СЕЧЕНИЯ  
ВБЛИЗИ СТЫКА С НАКЛОННЫМ ФЛАНЦЕМ**

*А. В. Белов, А. Н. Степаненко*

**Белов Андрей Владимирович**, старший преподаватель кафедры «Промышленное гражданское строительство», Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Российская Федерация, тел.: +7(924)217-11-73; e-mail: belov1504@mail.ru;

**Степаненко Анатолий Николаевич**, доктор технических наук, профессор кафедры «Промышленное гражданское строительство», Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Российская Федерация, тел.: +7(914)425-65-53; e-mail: 000419@pnu.edu.ru

В настоящее время на небольших предприятиях при расширении площадей все большую популярность приобретают стальные каркасы. В качестве несущих элементов используются замкнутые гнуто сварные профили прямоугольного сечения. Такие элементы эстетичны, а узлы сопряжения достаточно просты в изготовлении. Основная цель работы – упростить монтаж каркаса без ущерба несущей способности. В статье приводится результат поисковых исследований влияния на напряженное состояние частей балок из замкнутого гнутого профиля в зонах около их сварного стыка с одним наклонным фланцем при принятии в стыке эксцентриситета (смещение в вертикальной плоскости осей частей балок). Установлено, что при допустимом превышении предельных отклонений длин частей балок расцентровки осей в узле возникает повышение действующих напряжений, не превышающих максимальных значений для наиболее нагруженных сечений.

**Ключевые слова:** балка, монтажный стык, наклонный сварной шов, напряжения.

**ON THE STRESSED STATE OF THE BOX-SECTION BEAM ELEMENTS  
NEAR THE JUNCTION WITH THE INCLINED FLANGE**

*A. V. Belov, A. N. Stepanenko*

**Belov Andrey Vladimirovich**, Senior Lecturer of the Department of Industrial Civil Engineering, Pacific National University, Khabarovsk, Russian Federation, phone: +7(924)217-11-73; e-mail: belov1504@mail.ru;

**Stepanenko Anatoliy Nikolayevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor with the Academic Degree of Doctor of Sciences and the Academic Title of Associate Professor of the Department of Industrial Civil Engineering, Pacific National University, Khabarovsk Russian Federation, phone: +7(914)425-65-53; e-mail: 000419@pnu.edu.ru

Currently, at small enterprises, when expanding their areas, steel boxes are becoming increasingly popular in low-rise construction. Closed bent-welded profiles of rectangular cross-section are used as bearing elements. Such elements are aesthetic, and the coupling nodes are quite simple to manufacture. The main purpose of the work is to simplify the installation of the frame without compromising the bearing capacity. The article presents the result of exploratory studies of the influence on the stress state of parts of beams from a closed bent profile in the zones near their welded joint with one inclined flange, when taking the eccentricity at the joint (displacement in the vertical plane of the axes of the beam parts). It is established that when the maximum deviations of the lengths of the parts of the axis misalignment beams are exceeded, an increase in the operating stresses does not exceed the maximum values for the most loaded sections occurs in the node.

**Keywords:** beam, mounting joint, inclined weld, stresses.