

УДК 624.05

Д. В. БЕЛОВ, Г. В. РУКАВЦОВА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ
УСТРОЙСТВЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПУСКНЫХ
КОЛОДЦЕВ**

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы и мероприятия по устройству монолитных железобетонных опускных колодцев различного конструктивного назначения. Показываются принципиальная схема работы, технология устройства и конструктивные решения рассматриваемого объекта, а также возможные варианты технологических методов при погружении опускных колодцев. Приводится перечень работ и мероприятий, необходимых для возведения монолитного железобетонного опускного колодца. Детально освещаются стадии устройства опускных колодцев с применением различных технологий и средств механизации. Представлены ведущие строительные машины и специальные вспомогательные средства для производства работ. Даются варианты технологий, и выполняется анализ их технико-экономических показателей для выявления оптимального решения по устройству опускных колодцев различного функционального назначения.

Ключевые слова: опускные колодцы, ножевая часть, пульпа, фиксированные зоны, эрлифт, грейфер.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Возведение подземных и заглубленных сооружений промышленного, коммунального и транспортного назначения приобретает все большее значение и масштабы. Объем строительных работ по объектам подземного хозяйства возрастает, что стимулирует поиски более рациональных и экономически целесообразных организационно-технологических решений. Факторы постоянно растущих цен земли под застройку вызывают необходимость строительства подземных сооружений в стесненных условиях. Ответственность заглубленных сооружений, возводимых в таких условиях, значительный объем средств, затрачиваемых на их строительство, предъявляют повышенные требования к их проектированию и возведению [1].

В городском хозяйстве проводится строительство водопроводно-канализационных подземных и заглубленных сооружений по забору и подаче воды, а также станций по перекачке сточных вод и очистке. Для строительства подземных сооружений методом опускного колодца в последние годы чаще всего применяются способы, позволяющие уменьшать зоны обрушения грунта, что дает возможность вести работы вблизи существующих фундаментов зданий и сооружений [2].

Поэтому **целью** данной статьи является анализ и выбор рациональных организационно-технологических решений при возведении монолитных железобетонных опускных колодцев.

Опускные колодцы представляют собой монолитную железобетонную конструкцию, которая под собственным весом или при дополнительной загрузке по мере разработки грунта внутри ее опускается до проектной отметки.

Технологическая последовательность выполнения работ включает в себя: установку конструкций колодца на поверхности земли в месте погружения (бетонирование монолитных конструкций); разработку грунта внутри колодца в направлении от центра к ножу; опускание колодца с выдавливанием грунта из-под ножа во внутрь; наращивание высоты колодца по мере погружения; устройство днища или заполнение полости колодца бетоном [3] (рис. 1).

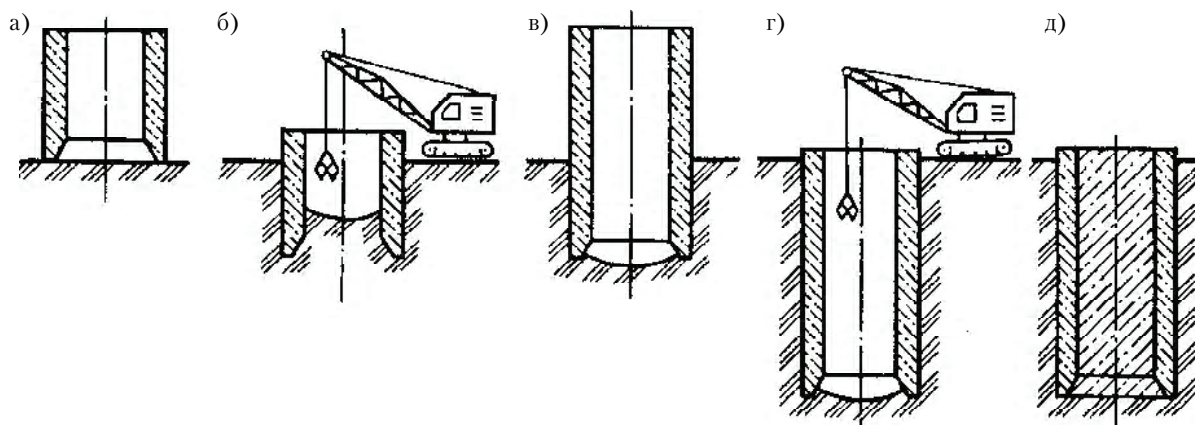


Рисунок 1 – Последовательность устройства опускного колодца: а) изготовление первого яруса опускного колодца на поверхности грунта; б) погружение первого яруса опускного колодца в грунт; в) наращивание оболочки колодца; г) погружение колодца до проектной отметки; д) заполнение бетоном полости опускного колодца.

По форме поперечного сечения опускные колодцы могут быть круглыми, квадратными, прямоугольными, смешанной формы с внутренними перегородками или без них (рис. 2).

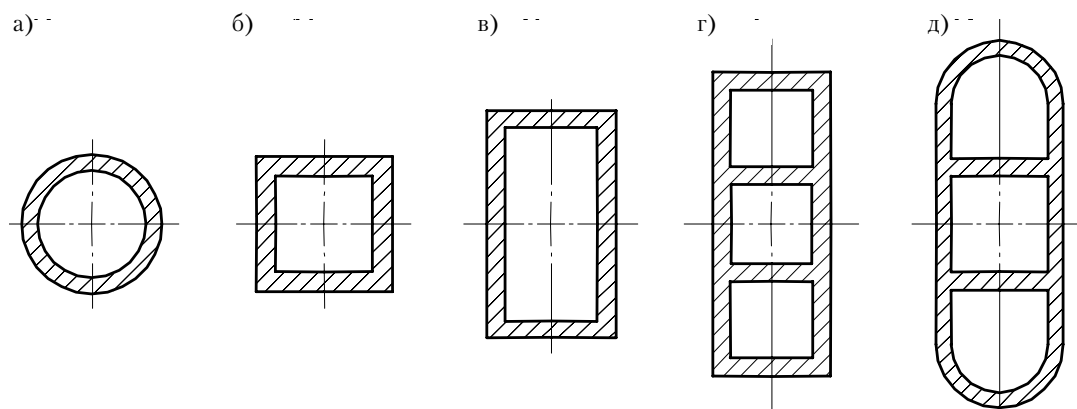


Рисунок 2 – Формы поперечного сечения опускных колодцев: а) круглая; б) квадратная; в) прямоугольная; г) прямоугольная с поперечными перегородками; д) с закругленными торцевыми стенками.

В зависимости от назначения, размеров в плане, гидрогеологических условий и экономической целесообразности используют следующие методы погружения опускных колодцев: 1) насухо с помощью экскаватора и крана; 2) насухо с помощью грейфера; 3) гидромеханизированный способ (рис. 3).

По первой схеме грунт разрабатывают бульдозерами, экскаваторами на гусеничном ходу и выдают на поверхность кранами в бадьях. При внутреннем диаметре колодца до 20 м используют экскаваторы с объемом ковша 0,25...0,40 м³, свыше 20 м – с объемом ковша 0,65...1,25 м³. В колодцах диаметром более 32 м работы ведут не менее двух экскаваторов. Грунт разрабатывают в следующей последовательности: первоначально – в средней части колодца на глубину 1,5...4,0 м (в зависимости от размера колодца), оставляя вблизи ножа берму шириной 1...3 м; далее, уточнив места и размеры фиксированных зон, производят послойную (10...15 см) срезку грунта бермы на участках между фиксированными зонами (момент начала погружения колодца). Если после полной разработки этих участков берма колодца не опускается, то начинают разработку грунта фиксированных зон. При первых подвижках колодца переходят к разработке грунта в средней части и т. д. По мере погружения колодца размеры фиксированных зон уменьшаются до полного исключения, при необходимости разрабатывают (вручную) грунт под ножевой частью. При погружении опускных колодцев необходимо обеспечивать его вертикальное положение, не допуская развития крена. Крен обычно устраняют с помощью увеличения разработки грунта в той части, где осадка меньше [4].

По второй схеме предусматривается разработка грунта грейфером (рис. 3б). Для этого используют двух-, трех- и четырехлопастные грейферы вместимостью 0,5...1,5 м³. Грейферами разрабаты-

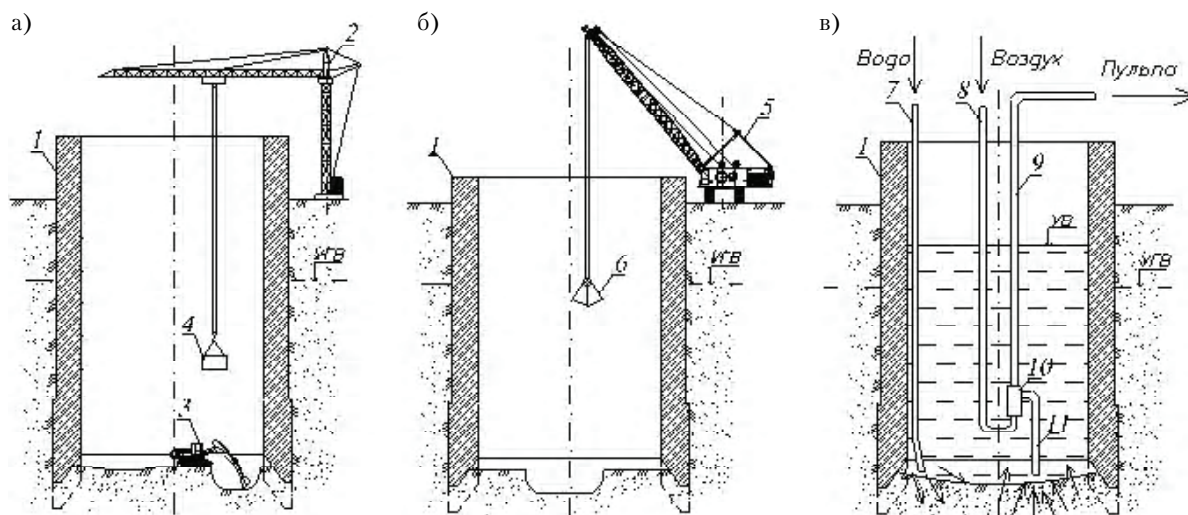


Рисунок 3 – Методы погружения опускных колодцев: а) насухо с помощью экскаватора и крана; б) насухо с помощью грейфера; в) гидромеханизированный способ (эрлифт); 1 – опускной колодец; 2 – башенный кран; 3 – экскаватор; 4 – саморазгружающаяся бадя; 5 – кран-экскаватор; 6 – грейфер; 7 – труба подачи воды; 8 – труба подачи воздуха; 9 – труба откачки пульпы; 10 – камера смешивания; 11 – всасывающая труба.

вают грунт I и II групп. Для грунтов III группы используют грейферы вместимостью более 1 м³. Последовательность разработки грунта кольцевыми траншеями – от центра к стенам или радиальными траншеями от середины к дальней и ближней стенкам относительно крана [5].

При третьей схеме разработки грунта используют гидромеханизированный способ. Возможны три варианта рассматриваемого способа: разработка гидромониторами и транспортировка на поверхность земснарядами или углесосами; разработка гидромониторами и подъем на поверхность гидроэлеваторами или эрлифтами.

Уровень воды в колодце необходимо постоянно поддерживать в пределах уровня и выше грунтовых вод, что предотвращает наплыв грунта из-под ножа в колодец (рис. 3б).

Для подъема и перемещения жидкостей применяются пневматические подъемники, в которых используется сжатый воздух или технический газ. В строительстве применяется воздушный (газовый) подъемник для жидкостей, известный под названием эрлифт или газлифт. Если для перемещения пульпы используется воздух, то подъемник такого типа называется эрлифт, а если используется технический газ – то газлифт. При использовании в качестве рабочего тела воды подъемник называется гидроэлеватором [6].

На основании калькуляций, графиков производства работ и сравнительного расчета вариантов методов устройства опускных колодцев выполнена таблица сравнения показателей. Построены диаграммы и сводная гистограмма технико-экономических показателей представленных методов устройства монолитного опускного колодца на 100 м³ вынимаемого грунта (рис. 4).

Таблица – Сравнения показателей устройства опускного колодца на 100 м³

№ п/п	Наименование метода устройства опускного колодца	Трудоемкость работ		Стоимость производства работ		Продолжительность работ	
		чел-дн	%	тыс. руб.	%	дни	%
1	Устройство опускного колодца насухо с помощью экскаватора и крана	94,5	100	234,3	100	19	100
2	Устройство опускного колодца насухо с помощью грейфера	92,4	97,8	156,8	66,9	18	94,7
3	Устройство опускного колодца с применением эрлифта	79,8	84,4	114,1	48,7	12	63,2

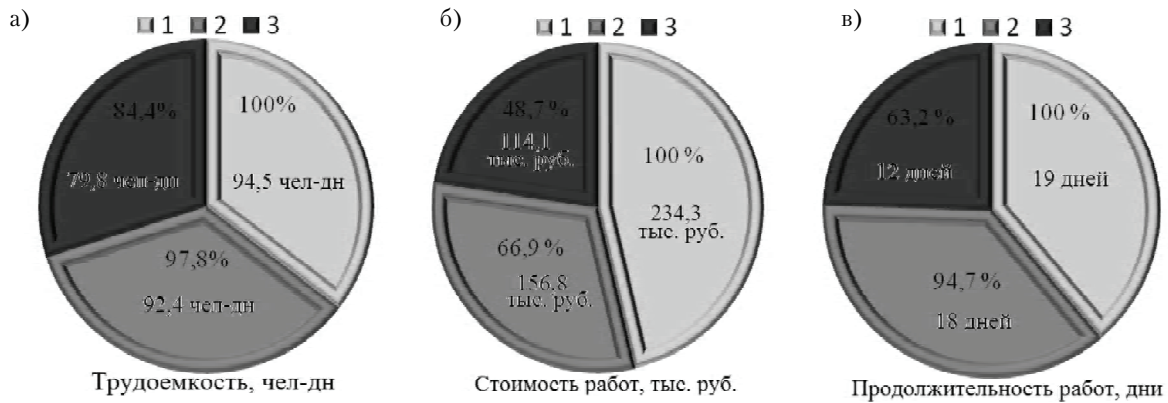


Рисунок 4 – Диаграммы технико-экономических показателей при устройстве монолитного опускного колодца на 100 м³ вынимаемого грунта: а) трудоемкости; б) стоимости работ; в) продолжительности работ; 1 – устройство опускного колодца насухо с помощью экскаватора и крана; 2 – устройство опускного колодца насухо с помощью грейфера; 3 – устройство опускного колодца с применением эрлифта.

Сводная гистограмма технико-экономических показателей рассматриваемых методов устройства монолитного опускного колодца (рис. 5) раскладывает стоимость возведения опускного колодца на три составляющие: 1) затраты на заработную плату; 2) затраты на использование ведущих машин; 3) затраты на использование вспомогательного оборудования. Гистограмма показывает процентное соотношение каждой части с учетом времени использования ведущих и вспомогательных машин согласно графикам производства работ для каждой рассматриваемой технологии.

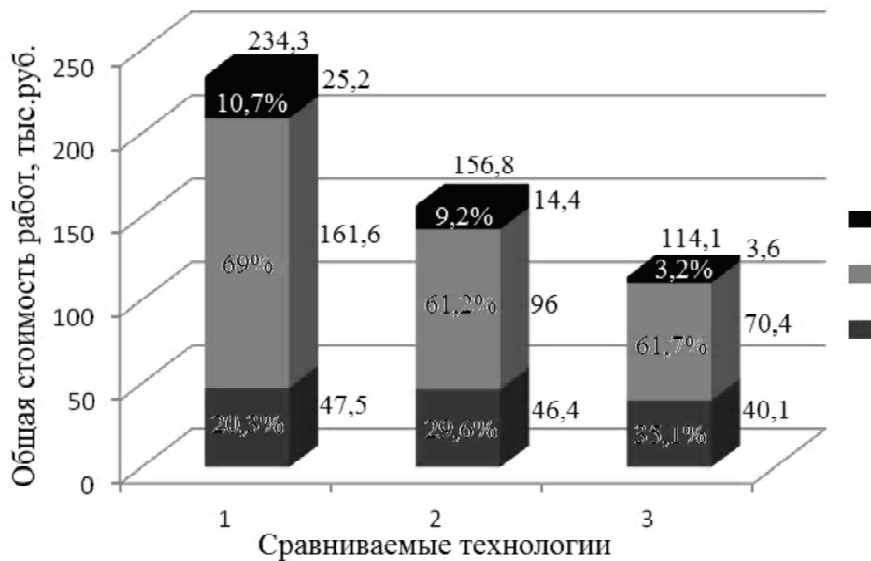


Рисунок 5 – Сводная гистограмма эффективности методов устройства опускных колодцев на 100 м³ разрабатываемого грунта: 1 – устройство опускного колодца насухо с помощью экскаватора и крана; 2 – устройство опускного колодца насухо с помощью грейфера; 3 – устройство опускного колодца с применением эрлифта; ■ – затраты на заработную плату; ■ – затраты на использование ведущих машин; ■ – затраты на использование вспомогательного оборудования (водоотлив).

Полученные диаграммы и сводная гистограмма технико-экономических показателей представленных методов устройства монолитного опускного колодца показали, что наиболее рациональным для объекта, расположенного в гидрогеологических условиях, допускающих использование три рассматриваемых технологии, является: устройство опускного колодца с применением эрлифта (метод № 3). Снижение трудозатрат составляет – от 13,4 до 15,6 %. Снижение материальных затрат составляет – от 18,2 до 51,3 %. Снижение продолжительности производства работ составляет – от 31,5 – 36,8 %.

Затраты на заработную плату для трех сравниваемых методов составляют приблизительно равную часть и колеблются в пределах 20...35 % от общей стоимости применения технологии.

При использовании гидромеханизированного способа эффективность достигается главным образом за счет использования в качестве ведущего механизма эрлифта, что позволяет сократить затраты в 1,5–2,0 раза.

Отсутствие постоянного водоотлива при выполнении работ дает возможность сократить затраты и на вспомогательное оборудование в 4–7 раз. Затопление опускного колодца предполагается грунтовыми водами, и их откачка производится только при окончании погружения стен колодца [7].

Технологичность гидромеханизированного метода позволяет сократить продолжительность работ за счет отсутствия цикличности в работе ведущего механизма и не требует длительного пребывания людей в опускном колодце.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Озеров, Н. В. Кессонные фундаменты : учебное пособие для вузов / Н. В. Озеров. – Москва : Стройиздат, 1940. – 88 с. – Текст : непосредственный.
2. Климов, В. Т. Строительство опускных колодцев и кессонов : учебное пособие для вузов / В. Т. Климов, В. И. Марычев, А. М. Рубинчик. – Москва : Стройиздат, 1963. – 96 с. – Текст : непосредственный.
3. Климов, В. Т. Строительство уникальных опускных колодцев для непрерывной разливки стали : учебное пособие для вузов / В. Т. Климов. – Москва : Стройиздат, 1966. – 182 с. – Текст : непосредственный.
4. Силин, К. С. Фундаменты опор мостов из сборного железобетона : учебное пособие для вузов / К. С. Силин, Н. М. Глотов, В. И. Карпинский. – Москва : Стройиздат, 1966. – 126 с. – Текст : непосредственный.
5. Тер-Галустов, С. А. Опускные сооружения в тиксотропных рубашках : учебное пособие для вузов / С. А. Тер-Галустов, В. Д. Иванов. – Москва : Стройиздат, 1970. – 138 с. – Текст : непосредственный.
6. Силин, К. С. Опускные колодцы : учебное пособие для вузов / К. С. Силин, Н. М. Глотов – Москва : Стройиздат, 1971. – 198 с. – Текст : непосредственный.
7. Рекомендации по строительству опускных сооружений способом задавливания : официальное издание : утверждены НИИОПС Госстроя СССР / разработаны НИИ оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова. – Москва : Стройиздат, 1980. – 226 с. – Текст : непосредственный.
8. ТОИ Р-218-45-95. Типовая инструкция по охране труда для землекопов : издание официальное : утверждена Федеральным дорожным департаментом Министерства транспорта РФ 1 декабря 1994 г. : дата введения 1995-07-01. – Москва : Стройиздат, 1996. – 98 с. – Текст : непосредственный.

Получена 09.09.2020

Д. В. БЕЛОВ, Г. В. РУКАВЦОВА
АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ
ОБЛАШТУВАННІ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ОПУСКНИХ
КОЛОДЯЗІВ
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. У цій статті розглянуті методи і заходи по облаштуванню монолітних залізобетонних опускних колодязів різного конструктивного призначення. Показуються принципова схема роботи, технологія облаштування і конструктивні рішення даного об'єкта, а також можливі варіанти технологічних методів при зануренні опускних колодязів. Наводиться перелік робіт і заходів, необхідних для зведення монолітного залізобетонного опускного колодязя. Детально висвітлено стадії облаштування опускних колодязів із застосуванням різних технологій і засобів механізації. Представлені провідні будівельні машини і спеціальні допоміжні засоби для виробництва робіт. Наведено варіанти технологій і виконано аналіз їх техніко-економічних показників для виявлення оптимального рішення щодо облаштування опускних колодязів різного функціонального призначення.

Ключові слова: опускні колодязі, ножова частина, пульпа, фіксовані зони, ерліфт, грейфер.

DENIS BELOV, GALINA RUKAVTSOVA
ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR
THE CONSTRUCTION OF MONOLITHIC REINFORCED SUNK WELLS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. This article discusses methods and measures for the construction of monolithic reinforced sunk wells for various structural purposes. The basic scheme of operation, the technology of the device and the

design solution of the object under consideration, as well as possible variants of technological methods for sinking sunk wells are shown. The list of works and measures necessary for the construction of monolithic reinforced sunk wells is given. The stages of the device of sinkholes with the use of various technologies and means of mechanization are covered in detail. The leading construction machines and special auxiliary means for the production of works are presented. Variants of technologies are given, and the analysis of their technical and economic indicators is carried out to identify the optimal solution for the device of sinkholes of various functional purposes.

Key words: sunk wells, cutting edge, pulp, fixed area, air elevator, clamshell.

Белов Денис Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных сооружений.

Рукавцова Галина Викторовна – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных подземных сооружений.

Белов Денис Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних споруд.

Рукавцова Галина Вікторівна – магістрант кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних підземних споруд.

Belov Denis – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technological processes at erection of monolithic constructions.

Rukavtsova Galina – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology and organization of work in the construction of monolithic underground structures.