

УДК 624.133.138

Беликов А. С., д-р техн. наук, профессор,
Диденко Л. М., канд. техн. наук, профессор,
Клименко А. А., аспирант
(ГВУЗ «ПГАСА»)

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ОПАСНОСТИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

Бєліков А. С., д-р техн. наук, професор,
Діденко Л. М., канд. техн. наук, професор,
Клименко Г. О., аспірант
(ДВНЗ «ПДАБА»)

КРИТЕРИЙ ОЦІНКИ НЕБЕЗПЕКИ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ИНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

Belikov A. S., D. Sc. (Tech.), Professor,
Didenko L. M., Ph. D. (Tech.), Professor,
Klimenko A. A., Doctoral Student
(SHEI «PSACEA»)

SAFETY CRITERION EVALUATED FOR RECONSTRUCTION OF ENGI- NEERING NETWORKS

Аннотация. Повышение безопасности при ведении работ по реконструкции инженерных сетей с учетом стесненности строительной площадки является актуальной задачей на сегодняшний день. Проведенный нами анализ схем производства земляных и монтажных (демонтажных) работ позволил выделить наиболее часто используемые для ведения работ в Украине. Данные схемы были сгруппированы по признаку стесненности строительной площадки либо его отсутствию. Проведенные нами исследования позволили установить зависимость ширины фронта работ и трудоемкости их выполнения от выбранной схемы. Полученные закономерности позволили предложить критерий оценки опасности ведения работ с учетом выбранной схемы. Результаты исследования могут быть применены при выборе наиболее безопасной из схем производства земляных или монтажных (демонтажных) работ в ряде областей строительной индустрии, в том числе при производстве работ на промплощадках и в поверхностном комплексе угольных шахт.

Ключевые слова. охрана труда, инженерные сети, строительная площадка, критерий, реконструкция

Введение. Важнейшей задачей работодателя согласно КЗОТ является организация и обеспечение безвредных и безопасных условий труда работающих. Организация работ при ремонтах и реконструкции инженерных сетей имеет существенные недостатки, что отражается на показателях производственного травматизма. Особо следует отметить обеспечение безопасных условий для выполнения работ при реконструкции инженерных сетей в стесненных условиях строительной площадки, создаваемых плотной городской или промышленной застройкой.

Установлено, что на уровень безопасности в значительной мере влияют технологический процесс и наличие вредных и опасных производственных факторов на строительной площадке. Проведенный нами анализ показал, что при сокращении площади строительной площадки и при постоянном объеме выполняемых работ, концентрация опасных производственных факторов возрастает, что обуславливается фактором стесненности.

Именно эта проблема сейчас необычайно актуальна в городах, где большинство систем жизнеобеспечения проложены 30 – 40 лет назад и находятся в аварийном состоянии. Причинами аварий являются: коррозия труб и износ запорной арматуры; наличие паводков, которые в результате фильтрации в почву повышают давление на существующие коммуникации; возникновение дополнительных нагрузок на существующие водопроводные трубы в связи с уплотнением городской застройки. Аварийные локальные прорывы трубопроводов в жилых кварталах, требуют ремонта или замены участков труб и арматуры; при этом повышается уровень риска производства работ в связи с необходимостью их выполнения в кратчайшие сроки [1, 2].

В этих условиях применяют различные схемы осуществления строительномонтажных работ, которые не равноценны как по стоимости их выполнения, так и по уровню безопасности.

Теоретическая часть. Реконструкция инженерных сетей предусматривает частичную или полную замену морально устаревшего, физически изношенного, не соответствующего эксплуатационным требованиям оборудования, а также приведение объекта в соответствие с современными санитарно – гигиеническими, техническими и экологическими требованиями.

При выполнении работ по реконструкции инженерных сетей в районах сложившейся городской застройки и на территории действующих промышленных предприятий значительную роль играют условия производства работ, к которым, прежде всего, относятся:

- стесненность строительных участков;
- наличие подземных действующих коммуникаций в зоне производства работ;
- состояние грунта, где осуществляется вскрытие водопроводных сетей;
- наличие эксплуатируемых транспортных магистралей и другие.

Проведенные нами исследования возможных схем производства работ по реконструкции инженерных сетей подземной прокладки, в том числе в поверхностном комплексе угольных шахт, требуют охвата широкого круга вопросов, основным из которых является обеспечение безопасных и безвредных условий труда для людей, задействованных в производственном процессе. Наиболее травмоопасными при выполнении работ по замене или реконструкции инженерных сетей является выполнение земляных, монтажных и демонтажных работ.

Нами были проанализированы основные схемы выполнения таких работ, выделены чаще всего встречающиеся и сгруппированы по признаку стесненности строительной площадки, либо его отсутствию. Были произведены исследо-

вания влияния ширины фронта работ на безопасность их производства с учетом безопасных расстояний от техники и кромок траншеи и габаритных размеров, используемых в производственном процессе средств механизации. Из возможных схем производства работ было отобрано восемь схем производства земляных работ и шесть схем производства монтажных (демонтажных работ) в нестесненных и стесненных условиях строительной площадки. Наиболее часто применяемые схемы производства земляных работ представлены на рис. 1 [3, 4].

Планирование, организацию и выполнение земляных работ необходимо выполнять согласно с требованиями п. 10. 1. 2 [5].

Ширина фронта работ рассчитывалась в зависимости от исходных условий и требований безопасности. Рассматриваемая величина зависит от различных факторов, среди которых наиболее весомыми являются: вид грунта, габариты эксплуатируемой техники, наличие креплений стенок траншеи и другие. Для схем производства земляных работ расчет ширины фронта работ представлен в табл. 1.

Таблица 1 - Ширина фронта работ в зависимости от схемы выполнения земляных работ

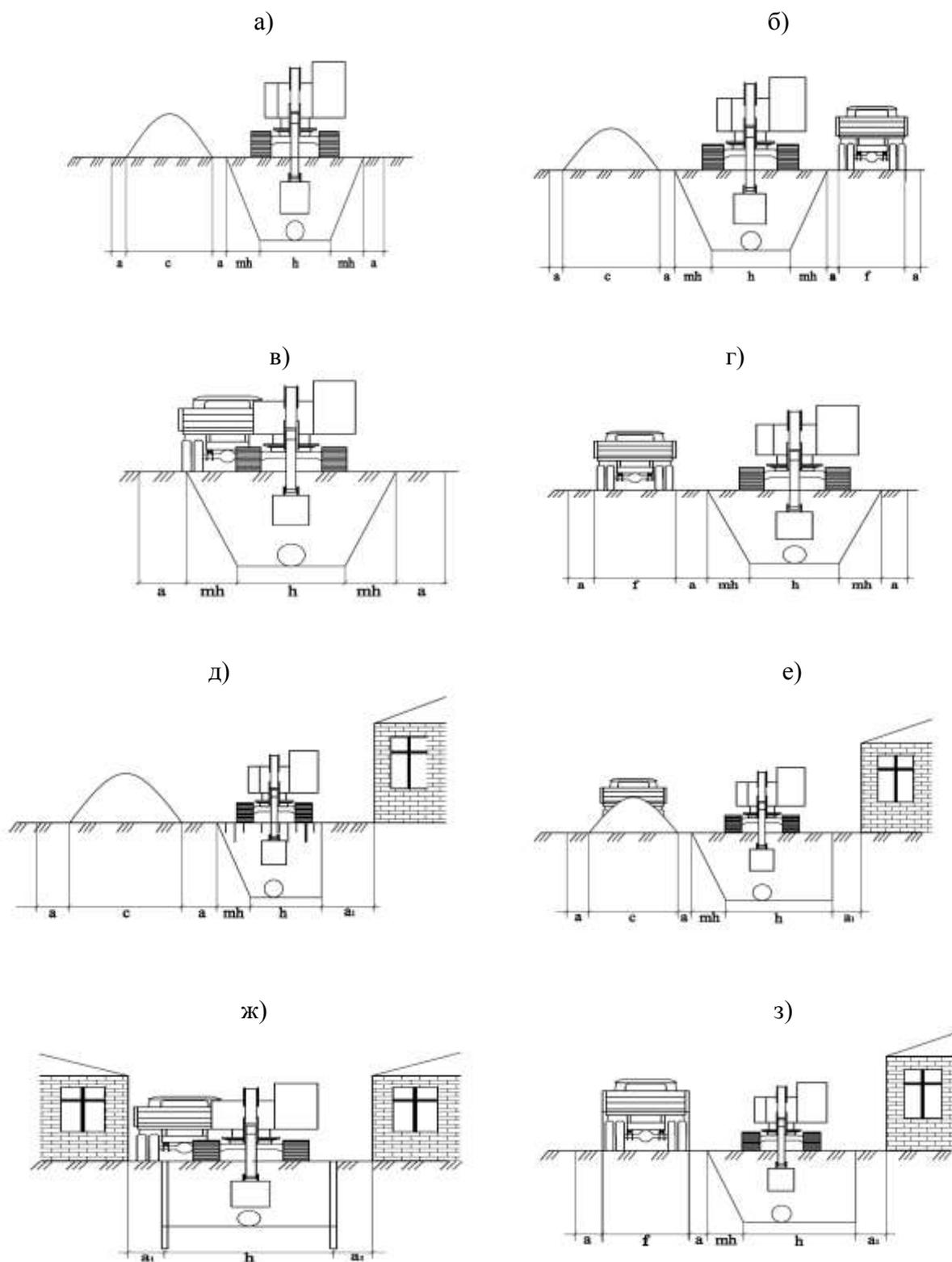
№ схемы	Ширина фронта работ
1	$B=3a + 2mh + h + c$
2	$B=4a + c + f + 2mh + h$
3	$B=2a + 2mh + h$
4	$B=3a + f + 2mh + h$
5	$B=2a + c + mh + h + a_1$
6	$B=2a + c + mh + h + a_1$
7	$B=2a_1 + h$
8	$B=2a + f + mh + h + a_1$

В табл. 1 используются следующие обозначения: a – расстояние от кромки траншеи до места расположения машин, механизмов, отвала грунта, м; mh – проекция откоса траншеи на горизонтальную плоскость, м; h – ширина траншеи по дну, м; c – ширина отвала грунта, м; f – ширина грузового автомобиля, м; a_1 – расстояние от кромки траншеи до фундамента здания, м.

Наиболее часто встречающиеся в Украине схемы производства монтажных (демонтажных работ) представлены на рис. 2.

Для схем производства монтажных (демонтажных) работ расчет ширины фронта работ представлен в табл. 2.

В табл. 2 используются следующие обозначения: a_1, j, l – расстояние от кромки траншеи до места складирования труб, фундамента зданий, м; n – ширина грузоподъемной машины, м; d – диаметр трубопровода. Остальные обозначения – как в табл. 1.



а) в отвал; б) в отвал и на транспорт; в) в транспорт при повороте на 180° ; г) в транспорт при повороте на 90° ; д) в отвал при односторонней стесненности; е) при погрузке на транспорт или в отвал при односторонней стесненности; ж) при погрузке на транспорт при двухсторонней стесненности; з) при погрузке на транспорт при односторонней стесненности

Рисунок 1 – Схемы производства земляных работ экскаватором «обратная лопата»

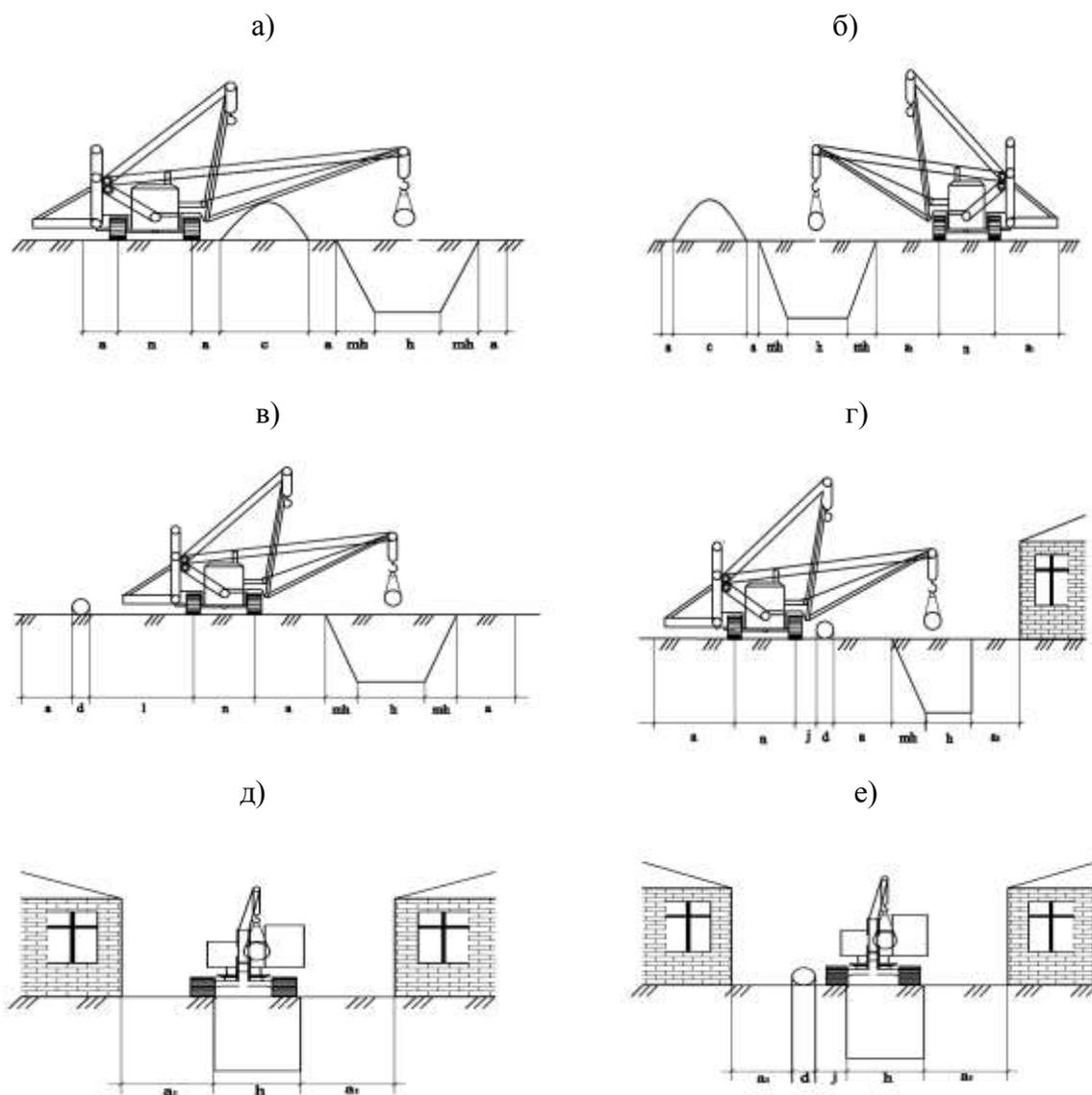


Рисунок 2- Монтаж (демонтаж) трубопровода:

- а) из – за отвала; б) при свободном доступе грузоподъемной машины к траншее;
- в) при складировании труб сбоку; г) при наличии односторонней стесненности;
- д) при наличии двухсторонней стесненности; е) при наличии двухсторонней стесненности и складировании труб сбоку.

Таблица 2 - Ширина фронта работ в зависимости от схемы выполнения монтажных (демонтажных) работ

№ схемы	Ширина фронта работ
9	$B=4a + 2mh + h + c + n$
10	$B=2a + 2a_1 + 2mh + h + c + n$
11	$B=3a + l + d + 2mh + h + n$
12	$B=2a + a_1 + j + d + mh + h + n$
13	$B=2a_1 + h$
14	$B=2a_1 + j + d + h$

Исходя из представленных выше схем производства земляных, монтажных (демонтажных) работ в нестесненных и стесненных условиях, были определены ширина фронта работ и трудоемкость их выполнения для каждой из схем, со следующими исходными данными: длина траншеи – 100 м, грунт – суглинок, глубина траншеи – 3 м. Полученные результаты позволили выявить зависимости влияния ширины фронта работ на трудоемкость их выполнения от схемы производства работ, а также были установлены закономерности изменения данных величин. Такие закономерности могут быть получены и для других условий.

Аппроксимация результатов исследования. Зависимость ширины фронта работ от возможной схемы их производства для нестесненных и стесненных условий представлена на рисунке 3.

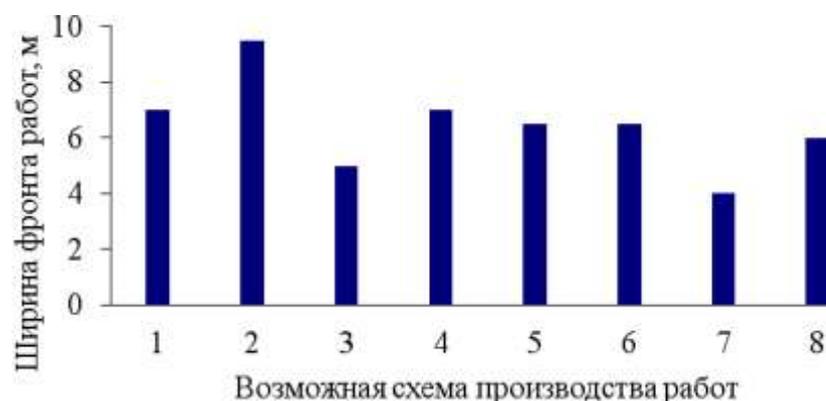


Рисунок 3 - Зависимость ширины фронта работ от возможной схемы производства земляных работ

Из рис. 3 видно, что ширина фронта работ колеблется от 4 м до 10 м. При выполнении работ в нестесненных условиях обеспечение безопасности может быть достигнуто за счет увеличения ширины фронта работ, с учетом выбранной крутизны откосов и безопасной расстановки машин и механизмов. При этом ширина фронта работ колеблется от 5 м до 10 м. При выполнении работ в стесненных условиях безопасность достигается в основном за счет обязательного устройства крепления, что влечет за собой повышение трудоемкости производства работ. При этом ширина фронта работ колеблется от 4 м до 7 м. Приведенные результаты исследования позволяют выбрать наиболее безопасную и оптимальную из возможных схем производства земляных работ в конкретных условиях, при известной ширине фронта работ.

В ходе исследований была определена величина трудоемкости производства работ по каждой из представленных на рис. 1 схем. Зависимости величины трудоемкости разработки грунта от схемы производства работ представлены на рис. 4. Из рис. 4 видно, что трудоемкость производства работ колеблется от 0,5 чел. дней до 5,5 чел. дней. Трудоемкость производства работ в нестесненных условиях колеблется от 0,5 чел. дней до 3,5 чел. дней, а трудоемкость производства работ в стесненных условиях колеблется от 2 чел. дней до 5,5 чел. дней.



Рисунок 4 - Зависимость трудоемкости производства земляных работ от выбранной схемы

Проведенные исследования показали, что при производстве работ в стесненных условиях увеличивается их трудоемкость, то есть при снижении ширины фронта работ увеличивается опасность (риск) их производства.

С учетом проведенных исследований производства работ в нестесненных и стесненных условиях впервые был предложен критерий оценки опасности производства работ по реконструкции инженерных сетей, представляющий собой функцию, зависящую от типа схемы, ширины фронта работ и трудоемкости их выполнения:

$$K=f(I,B,T) \quad (1)$$

где I – тип схемы; B – ширина фронта работ, м; T – трудоемкость производства работ, чел. день.

Распределение значений критерия оценки опасности в зависимости от схемы производства работ представлено на рис. 5.

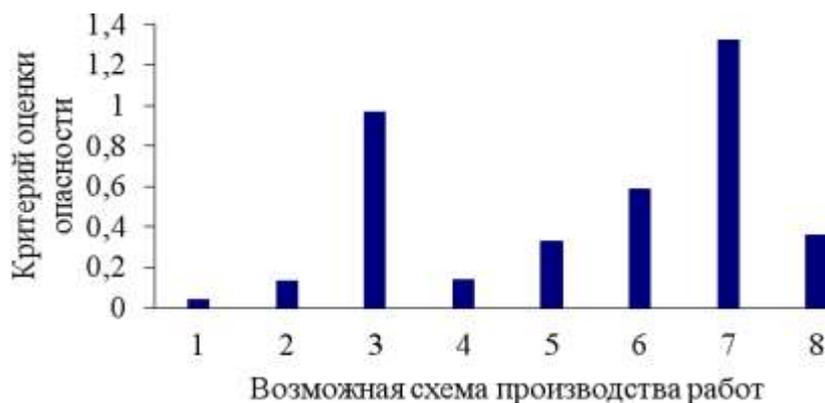


Рисунок 5 - Зависимость критерия опасности от возможной схемы производства работ

Из рис. 5 видно, что значение критерия опасности при производстве работ в нестесненных условиях колеблется от 0,1 до 0,7, а значение критерия опасности при производстве работ в стесненных условиях колеблется от 0,3 до 1,4. Результаты исследований показали, что с уменьшением ширины фронта ра-

бот происходит многократное увеличение критерия опасности их производства.

Аналогичные исследования были проведены нами для случаев производства монтажных (демонтажных) работ (рис. 2). На рис. 6-8 представлены зависимости ширины фронта работ, трудоемкости производства работ и коэффициента опасности от возможной схемы производства работ.

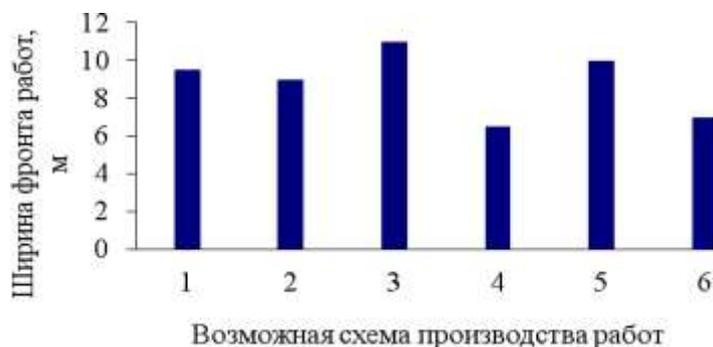


Рисунок 6 - Зависимость ширины фронта работ от возможной схемы их производства

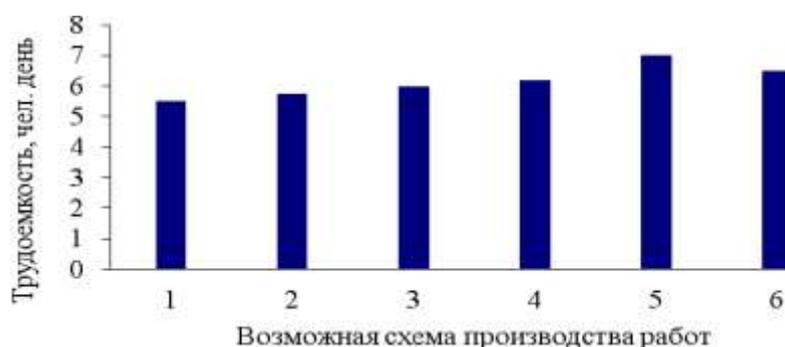


Рисунок 7 - Зависимость трудоемкости производства работ от выбранной схемы

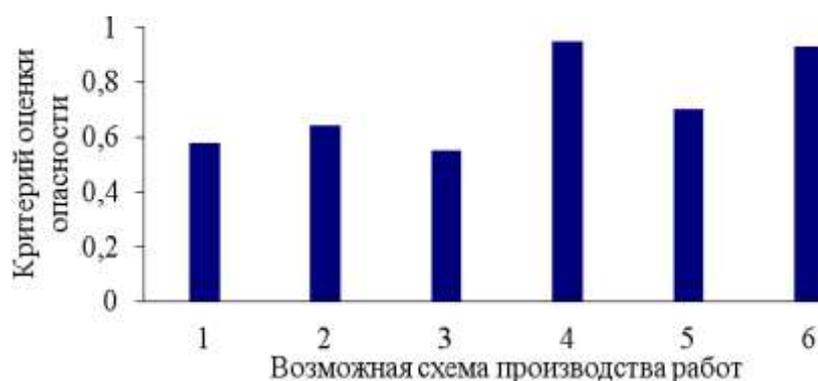


Рисунок 8 - Зависимость критерия опасности от возможной схемы производства работ

Ширина фронта работ в нестесненных условиях колеблется от 9 м до 13 м, а ширины фронта работ в стесненных колеблется от 6 м до 10 м. Трудоемкость производства работ в нестесненных условиях колеблется от 5,5 чел. дней до 6 чел. дней, а в стесненных условиях колеблется от 6,2 чел. дней до 7 чел. дней.

Значение критерия опасности в несеченных условиях колеблется от 0,55 до 0,65, а для стеченных условий: от 0,7 до 1,1.

Выводы:

1. На основании проведенных исследований выполнения работ по отрывке земляных сооружений и по монтажу (демонтажу) элементов инженерных сетей (в том числе на предприятиях угольной промышленности), установлены закономерности, которые позволяют прогнозировать безопасное ведение земляных, монтажных (демонтажных) работ. Исследования показали, что при выполнении работ в стеченных условиях имеет место не только увеличение (уменьшение) трудоемкости работ, но и величины затрат на безопасную организацию труда.

2. Предложенный критерий позволяет оценить степень опасности производимых работ в зависимости от ширины фронта работ, как для обычных условий, так и для стеченных, и выбрать наиболее безопасную из возможных схем производства работ в различных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диденко, Л. М. Обеспечение безопасности при выполнении работ по реконструкции водопроводных сетей в стеченных условиях / Л. М. Диденко, А. А. Клименко // Вестник Приднестровской государственной академии строительства и архитектуры : сб. науч. тр. / Приднестр. акад. стр-ва и архитектуры ; под общ. ред. В. И. Большакова. – Днепр, 2016. – № 7 (220). – С. 29–37.

2. Малинина, Е. М. Реконструкция инженерных систем и сооружений. Учебно-методический комплекс. Водоснабжение, очистные сооружения, водоотведение, обработка и использование осадков, наружная канализация / Е. М. Малинина, Т. Ю. Попова. – Москва: Проспект, 2015. – 256 с.

3. Диденко, Л. М. Проблема реконструкции инженерных сетей в стеченных условиях / Л. М. Диденко, А. А. Клименко // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Приднестр. акад. стр-ва и архитектуры ; под общ. ред. В. И. Большакова. – Днепропетровск, 2011. – Вып. 62.: Безопасность жизнедеятельности. – С. 146–151.

4. Краснов, В. И. Реконструкция трубопроводных инженерных сетей и сооружений / В. И. Краснов. – Москва : ИНФРА-М, 2008. – 238 с.

5. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення : ДБН Ф. 3.2-2-2009 (НАОП 45.2-7.02-12.) / М-во регіон. розвитку та буд-ва України. – Чинні від 2012-04-01 ; зі скасуванням в Україні СНиП П-4-80*«Техніка безпеки в будівництві». – Київ, 2012. – 122 с. – (Державні будівельні норми України).

REFERENCES

1. Didenko, L.M. and Klimenko, A.A. (2016), «Providing of safety at implementation of works on reconstruction of plumbings networks in the straitened terms», *Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture*, no. 7 (220), pp. 29–37.

2. Malinina E.M. and Popova T.Yu. (2015), *Rekonstruktsiya inzhenernykh sistem i sooruzheniy. Uchebno-metodicheskiy kompleks. Vodosnabzheniye, ochistnye sooruzheniya, vodootvedeniye, obrabotka i ispolzovaniye osadkov, naruzhnaya kanalizatsiya* [Reconstruction of the engineering systems and constructions. Educational methodical complex. Water-supply, treatment plants, sewage, treatment and use of fall-outs, outward sewage system], Prospekt, Moscow, RU.

3. Didenko, L.M. and Klimenko, A.A. (2011), «The reconstruction problem of engineering networks in the straitened terms», *Construction, Materials Science, Mechanical Engineering*, no. 62, pp. 146–151.

4. Krasnov, V.I. (2008), *Rekonstruktsiya truboprovodnykh inzhenernykh setey i sooruzheniy* [Reconstruction of pipelines engineering networks and constructions], INFRA-M, Moscow, RU.

5. Ministerstvo regionalnogo rozvytku ta budivnytstva Ukrainy (2012), *DBN F. 3.2-2-2009 (NAOP 45.2-7.02-12. Systema standartiv bezpeky pratsi. Okhorona pratsi i promyslova bezpeka v budivnytstvi. Osnovni polozhennya* [DBN F. 3.2-2-2009 (NAOP 45.2-7.02-12.) The standards system of labour safety. Protection of labour and industrial safety in construction. Principal provisions], State Building Codes F. 2-2009 (System Safety Standards 7.02-12.), Kyiv, UA.

Об авторах

Беликов Анатолий Серафимович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» (ГБУЗ ПГАСА), Днепр, Украина, bgd@mail.pgasa.dp.ua.

Диденко Леонид Михайлович, кандидат технических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» (ГБУЗ ПГАСА), Днепр, Украина, profesor_lemidid@mail.ru.

Клименко Анна Александровна, аспирант, ассистент кафедры безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры» (ГБУЗ ПГАСА), Днепр, Украина, annochka@i.ua.

About the authors

Belikov Anatoliy Serafimovich, Doctor of Technical Sciences (D. Sc.), Professor, Head of Safety of Vital Activity Department, State Higher Educational Institution «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture» (SHEI «PSACEA»), Dnepr, Ukraine, bgd@mail.pgasa.dp.ua.

Didenko Leonid Mihaylovich, Candidate of Technical Sciences (Ph. D.), Professor of Safety of Vital Activity Department, State Higher Educational Institution «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture» (SHEI «PSACEA»), Dnepr, Ukraine, profesor_lemidid@mail.ru.

Klimentko Anna Aleksandrovna, Doctoral Student, Assistant of Safety of Vital Activity Department, State Higher Educational Institution «Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture» (SHEI «PSACEA»), Dnepr, Ukraine, annochka@i.ua.

Анотація. Підвищення безпеки при веденні робіт з реконструкції інженерних мереж з урахуванням обмеженості будівельного майданчика є актуальним завданням на сьогоднішній день. Проведений нами аналіз схем виробництва земляних і монтажних (демонтажних) робіт дозволив виділити найбільш часто використовувані для ведення робіт в Україні. Дані схеми були згруповані за ознакою обмеженості будівельного майданчика або її відсутності. Проведені нами дослідження дозволили встановити залежність ширини фронту робіт і трудомісткості їх виконання від обраної схеми. Отримані закономірності дозволили запропонувати критерій оцінки небезпеки ведення робіт з урахуванням вибраної схеми. Результати дослідження можуть бути застосовані при виборі найбільш безпечною зі схем виробництва земляних і монтажних (демонтажних) робіт, зокрема при виробництві робіт на проммайdanчикax і у поверхневому комплексі вугільних шахт.

Ключові слова. охорона праці, інженерні мережі, будівельний майданчик, критерій, реконструкція

Abstract. Safety improvement during the reconstruction of engineering networks at the construction site with the restricted area is a pressing problem today. Various schemes of excavation and installation (dismantling) works were analyzed, and those schemes, which are mostly often used in Ukraine were chosen. These schemes were divided into a group with narrow construction site and a group with wide construction site. Our investigations prove existence of dependence between the width and complexity of the work front and a scheme chosen for fulfilling these works. In result of the research, a criterion was established for evaluating safety of the works depending on the chosen scheme. The findings can be used for choosing the most safety schemes for excavation or installation (dismantling) works, including at production of works on industrial areas and in the superficial complex of coal mines.

Keywords. labour protection, engineering network, construction site, criteria, reconstruction

Статья поступила в редакцию 5.06.2016

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук Т.В. Бунько