

## Секция III

## РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 69.059

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ПОДГОТОВКИ  
ПОВЕРХНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОЛОННЫ ПРИ ЕЕ УСИЛЕНИИ ИЛИ ВОССТАНОВЛЕНИИ*И.Л. Опанасюк, С.В. Данилов<sup>1</sup>*

Белорусско-Российский университет, Республика Беларусь

e-mail: <sup>1</sup> [danilov@mail.ru](mailto:danilov@mail.ru)

*Наиболее трудоемким и ответственным технологическим процессом являются подготовка арматуры и бетона колонны к усилению или восстановлению. От качества проведения подготовительных работ во многом зависит совместная работа усиливаемой железобетонной колонны с элементами усиления. В статье приводится организационно-технологическое обоснование способа подготовки поверхности железобетонной колонны с использованием гидромонитора «KARCHER», что позволяет снизить затраты труда на 8...16% по сравнению с пескоструйным аппаратом.*

**Ключевые слова:** железобетонная колонна, усиление, гидромонитор, затраты труда, организационно-технологическое обоснование.

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL JUSTIFICATION OF THE METHOD OF PREPARATION OF THE  
SURFACE OF THE REINFORCED CONCRETE COLUMN WHEN IT IS GAINED OR RECOVERED*I. Opanasuk, S. Danilov<sup>1</sup>*

Belarusian-Russian University, the Republic of Belarus

e-mail: <sup>1</sup> [danilov@mail.ru](mailto:danilov@mail.ru)

*The most time-consuming and responsible technological process is the preparation of reinforcement and concrete column to strengthen or recovery. The combined operation of the enhanced fuel-ton column with enhancement elements is largely dependent on the quality of preparatory work. The article provides an organizational and technological substantiation of the method of preparation of the surface of reinforced concrete columns using the Karcher hydromonitor, which allows to reduce labor costs per 8...16% compared with the sandblasting machine.*

**Keywords:** reinforced concrete column, strengthening, hydromonitor, labor costs, or-nization-technological justification.

**Введение.** При усилении и восстановлении железобетонных колонн одной из наиболее ответственных технологических операций является подготовка поверхности усиливаемой конструкции. Еще на стадии оценки технического состояния [1] железобетонных колонн, подлежащих восстановлению, следует установить места потери прочности поверхностного слоя бетона (от смятия, раздробления, воздействия высоких температур, коррозии арматуры и бетона) и определить дефектные участки, требующие удаления.

Удаляют слабопрочный бетон в дефектных зонах в соответствии с проектом усиления. Размеры зон уточняют визуально по отслоению защитного слоя, наличию мелкой сетки трещин на поверхности, коррозии бетона, следам ржавчины, глухому звуку при ударе. Удаление бетона следует проводить с вырубкой полостей преимущественно прямоугольной формы с тем, чтобы основные рабочие грани их были, по возможности, перпендикулярны направлению действующих усилий, а остальные грани примерно параллельны ему. При этом следует избегать устройства полостей, труднодоступных для заполнения их бетоном [2].

В [3] расчетом обосновано, что наличие слабых зон в бетоне негативно сказывается на несущей способности железобетонной конструкции, поскольку элемент всегда разрушается по объективно наиболее слабому сечению. Для удаления слабопрочного бетона с помощью механизированного инструмента выделяют дефектные зоны бороздой, постепенно углубляются и удаляют бетон внутри дефектной зоны. Удалять поверхностный поврежденный слой необходимо с минимальным нарушением участков существующего бетона [4].

**Основная часть.** Для подготовки арматуры и бетона железобетонной колонны к восстановлению и усилению поверхность усиливаемой конструкции подвергают механической обработке и в зависимости от объема работ используют: при малых объемах – электрические и пневматические ручные машины (металлические щетки, пучковые молотки и другие); при больших объемах работ – гидроабразивный и пескоструйный способы.

На поверхности конструкций, подготовленных к усилению, не допускается наличие бетона пониженного качества (прочности) [5]. Прочность бетона не менее чем в трех точках на каждой конструкции колонны визуально и простукиванием. Неровности поверхности должны составлять 2,5...5 мм на базовой длине 200 мм, а волнистость до 1 см. На поверхности не допускается наличие продуктов коррозии, пыли, грязи, следов краски и др. Работы по подготовке поверхности оформляют актом на скрытые работы. Непосредственно перед укладкой нового бетона усиления поверхность старого должна быть промыта струей холодной воды под давлением.

С целью повышения эффективности механизации подготовительных работ нами были проведены экспериментальные исследования по применению для производства работ гидромонитора фирмы «KARCHER» со следующими техническими характеристиками: мощность электродвигателя – 8 кВт; скорость вращения двигателя – 1400 об/мин; давление – 190 бар; масса – 75 кг; рабочий расход воды – 1180 л/час.

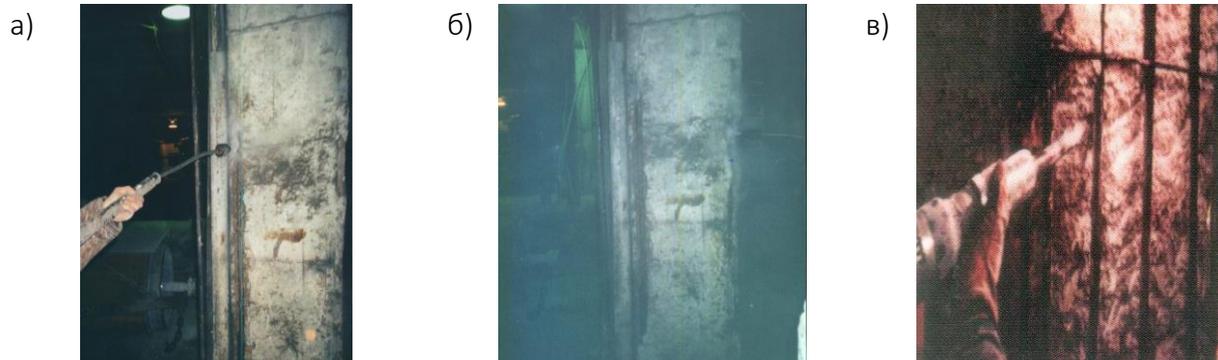
В процессе эксперимента исследовались технологические параметры применения гидромонитора фирмы «KARCHER» для подготовки поверхностей железобетонных колонн. Поверхности колонн, при применении гидромонитора, обрабатывались струей холодной воды под давлением 180 бар, расход воды составлял 1100 л/час. В процессе обработки поверхностей производилось удаление с бетона и арматуры следов коррозии, пыли, грязи и др. Высокие технические характеристики гидромонитора (давление струи воды) позволили добиваться удаления и слабопрочного бетона.

Для сопоставления экспериментальных результатов, полученных при использовании гидромонитора фирмы «KARCHER», проводились аналогичные подготовительные работы с использованием пескоструйного аппарата и вручную с применением электрического перфоратора 0,6 кВт с насадками в виде металлической лопатки и щетки (таблица 1). При применении для подготовки поверхностей колонн пескоструйного аппарата пульпа приготавливалась из трех частей мелкозернистого песка и семи частей воды.

Общий вид подготовки различными способами поверхности железобетонной колонны при восстановлении и усилении показан на рисунке 1.

Таблица 1. – Результаты исследований способов подготовки поверхности бетона и арматуры

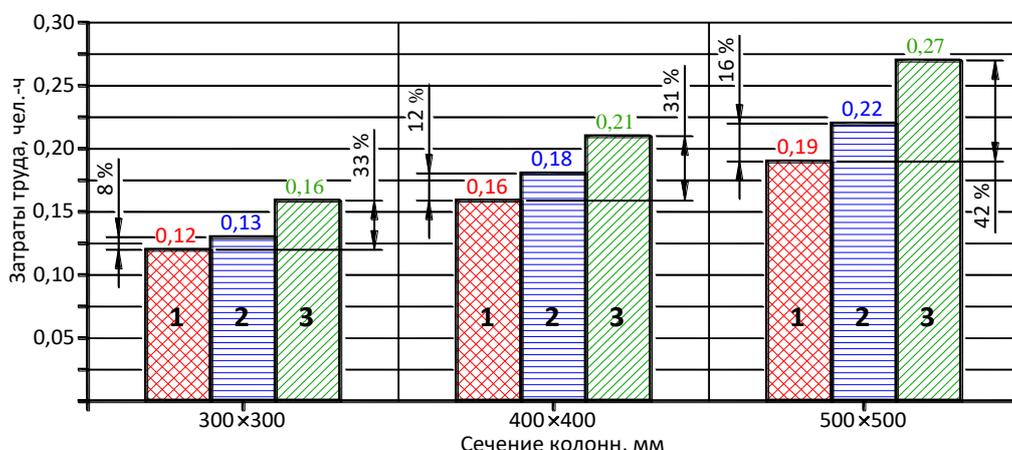
Сечение колонны	Объем работ, м <sup>2</sup> (1 м/п колонны)	Способ подготовки поверхности усиливаемой колонны с использованием:					
		гидромонитора «KARCHER»		пескоструйного аппарата		электрического перфоратора	
		Затраты труда, чел.-ч					
		$T_{гид}$	$T_{гид. ср}$	$T_{пес}$	$T_{пес. ср}$	$T_{пер}$	$T_{пер. ср}$
300×300	1,2	0,10	0,12	0,14	0,13	0,15	0,16
	1,2	0,13		0,11		0,14	
	1,2	0,14		0,13		0,17	
	1,2	0,11		0,14		0,18	
	1,2	0,10		0,11		0,14	
	1,2	0,13		0,13		0,17	
	1,2	0,14		0,14		0,18	
	1,2	0,11		0,11		0,14	
	1,2	0,14		0,11		0,17	
	1,2	0,11		0,13		0,18	
400×400	1,6	0,16	0,16	0,19	0,18	0,23	0,21
	1,6	0,15		0,18		0,20	
	1,6	0,16		0,18		0,21	
	1,6	0,17		0,17		0,22	
	1,6	0,16		0,18		0,20	
	1,6	0,15		0,18		0,21	
	1,6	0,16		0,17		0,22	
	1,6	0,17		0,18		0,23	
	1,6	0,15		0,17		0,20	
	1,6	0,16		0,18		0,21	
500×500	2,0	0,19	0,19	0,21	0,22	0,25	0,27
	2,0	0,19		0,21		0,27	
	2,0	0,20		0,23		0,26	
	2,0	0,18		0,23		0,28	
	2,0	0,19		0,21		0,27	
	2,0	0,19		0,23		0,26	
	2,0	0,20		0,23		0,28	
	2,0	0,18		0,23		0,26	
	2,0	0,19		0,23		0,28	
	2,0	0,19		0,21		0,27	
2,0	0,20	0,23	0,26				



а) – подготовка поверхности с помощью гидромонитора «KARCHER»;  
 б) – подготовка поверхности с помощью пескоструйного аппарата, МПа;  
 в) – подготовка поверхности с помощью перфоратора

Рисунок 1. – Подготовка поверхности железобетонной колонны при восстановлении и усилении

Полученные результаты показали (рисунок 2), что применение гидромонитора позволило снизить трудозатраты подготовительных работ по сравнению с электрическим ручным инструментом на 33...42%, а по сравнению с аналогичными пескоструйными установками – на 8...16%.



1 – подготовка поверхности усиливаемой колонны с использованием гидромонитора «KARCHER»;  
2 – то же с использованием пескоструйного аппарата; 3 – то же с использованием электрического перфоратора

Рисунок 2. – Способы подготовки поверхности усиливаемой колонны

**Выводы.** Проведенные дополнительные исследования установили, что при использовании гидромонитора себестоимость подготовительных работ на 15% ниже по сравнению с пескоструйными аппаратами. Данное снижение себестоимости достигается за счет использования гидромонитором воды под высоким давлением, а не пульпы. Преимуществом применения гидромонитора для подготовки поверхности колонны является лучшая очистка арматуры колонны от следов коррозии и слабопрочного бетона в труднодоступных местах (внутренняя поверхность арматурных стержней). Использование гидромонитора позволило улучшить качество очистки поверхности бетона, повысить шероховатость подготавливаемой поверхности и добиться высокой степени механизации труда. Результаты опытно-промышленного применения гидромонитора фирмы “KARCHER” для восстановления эксплуатационных качеств железобетонных колонн при выполнении ремонтных работ подготовительного отделения завода асбестоцементных волнистых листов ОАО «Кричевцементношифер», подтвердили эффективность предлагаемой технологии подготовки поверхности железобетонных колонн.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Техническое состояние зданий и сооружений : СН 1.04.01-2020 ; МАиС Респ. Беларусь. – Минск, 2021. – 68 с.
2. Возведение строительных конструкций, зданий и сооружений : СН 1.03.01-2019 ; МАиС Респ. Беларусь. – Минск, 2019. – 123 с.
3. Семенюк, С. Д. Расчет несущей способности железобетонных конструкций, работающих на изгиб с кручением / С.Д. Семенюк, Ю.Г. Москалькова, С.В. Босаков // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць / НУВГП ; редкол. : Є. М. Бабич [та інш.]. – Рівне, 2015. – Вип. 30. – С. 263–270.
4. Бетонные и железобетонные конструкции : СП 5.03.01-2020 ; МАиС Респ. Беларусь. – Минск, 2020. – 236 с.
5. Семенюк, С.Д. Прочность и деформативность изгибаемых железобетонных элементов, усиленных наращиванием сжатой зоны, при статическом и малоцикловом нагружениях : моногр. / С.Д. Семенюк, Ю.Г. Москалькова. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2017. – 274 с. : ил. ISBN 978-985-492-177-8. – Режим доступа: <http://e.biblio.bru.by/handle/1212121212/4996>.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:  
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ  
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

*Текстовое электронное издание*

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2021

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72:624/628+69(082)

Одобрено и рекомендовано в качестве электронного издания  
Советом инженерно-строительного факультета (протокол № 8 от 27.10.2021 г.)

**Редакционная коллегия:**

Д. Н. Лазовский (председатель), А. А. Бакатович, Е. Д. Лазовский,  
Л. М. Парфенова, Ю. В. Вишнякова, Р. М. Платонова, Е. Г. Кремнева, А. М. Хаткевич

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

[Электронный ресурс] : электрон. сб. ст. III междунар. науч. конф., Новополоцк, 29–30 апр. 2021 г. / Полоц. гос. ун-т ; Редкол.: Д. Н. Лазовский (председ.) [и др.]. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-779-2.

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Проанализированы организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.  
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018 г.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь  
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

**№ госрегистрации 3671815379**

**ISBN 978-985-531-779-2**

©Полоцкий государственный университет, 2021

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Архитектурно-строительный комплекс: Проблемы, перспективы, инновации» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:  
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК СТАТЕЙ  
III МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(Новополоцк, 29–30 апреля 2021 г.)

Технический редактор *И. Н. Чапкевич*.

Компьютерная верстка *А. А. Прадидовой, С. Е. Рясовой*.

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой*.

---

Подписано к использованию 16.11.2021.

Объем издания: 13 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 736.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации  
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий  
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,  
г. Новополоцк,  
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44  
<http://www.psu.by>