



национальный исследовательский  
томо́вский государственный

**СТРОИТЕЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

Издательство МИСИ — МГСУ

БИБЛИОТЕКА НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК И ПРОЕКТОВ НИУ МГСУ

# **ВОЗВЕДЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**



Министерство образования и науки Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ

# ВОЗВЕДЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

*Под общей редакцией доктора технических наук,  
профессора П.П. Олейника*

Москва  
2018

УДК 693.5:624.012.44

ББК 38.626.1

В64

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

*Рецензенты:*

заслуженный строитель РФ, доктор технических наук, профессор *Л.В. Киевский*,  
главный научный сотрудник ООО НПЦ «Развитие города»;  
доктор технических наук, профессор *Р.Р. Казарян*,  
профессор кафедры ТОСП НИУ МГСУ

*Монография рекомендована к публикации  
научно-техническим советом НИУ МГСУ*

*Авторы:*

П.П. Олейник, Б.В. Жадановский, М.Ф. Кужин, С.А. Синенко,  
В.И. Бродский, Л.А. Пахомова

**В64 Возведение монолитных конструкций зданий и сооружений :**  
монография / [П.П. Олейник и др.] ; под общ. ред. П.П. Олей-  
ника ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. иссле-  
доват. Моск. гос. строит. ун-т. — Москва : Издательство МИСИ—  
МГСУ, 2018. — 496 с. (Библиотека научных разработок и про-  
ектов НИУ МГСУ).

ISBN 978-5-7264-1830-8

Рассмотрены технология и организация возведения монолитных кон-  
струкций, комплексная механизация бетонных, арматурных, опалубоч-  
ных работ. Особое внимание уделено схемам комплексной механизации  
работ при возведении наиболее массовых монолитных конструкций в  
промышленном и гражданском строительстве. Приведён сравнительный  
анализ и технико-экономические показатели различных технологий,  
процессов и операций. Даны современные конструкции опалубок и спе-  
циальные средства механизации монтажа и демонтажа. Освещены во-  
просы повышения производительности труда, сокращения доли ручных  
работ на строительной площадке.

Для инженерно-технических работников проектных, строительных,  
научно-исследовательских организаций.

УДК 693.5:624.012.44

ББК 38.626.1

ISBN 978-5-7264-1830-8

© Национальный исследовательский  
Московский государственный  
строительный университет, 2018

## Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	6
Глава 1. ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....	8
1.1. Мероприятия, обеспечивающие повышение эффективности возведения монолитных конструкций.....	8
1.2. Повышение эффективности опалубочных работ .....	10
1.3. Повышение эффективности арматурных работ.....	15
1.4. Повышение эффективности бетонных работ .....	23
1.5. Комплексно-механизированный процесс возведения монолитных конструкций .....	28
Глава 2. ОПАЛУБОЧНЫЕ РАБОТЫ.....	35
2.1. Типы опалубок и общие требования к ним .....	35
2.2. Мелкощитовая опалубка.....	39
2.3. Крупнощитовая опалубка .....	56
2.4. Блочная опалубка .....	62
2.5. Объемно-переставная опалубка .....	68
2.6. Скользящая опалубка.....	73
2.7. Катучая опалубка.....	82
2.8. Несъемная опалубка.....	84
2.9. Греющая опалубка .....	89
2.10. Монолитные железобетонные перекрытия с профилированной листовой арматурой.....	95
Глава 3. АРМАТУРНЫЕ РАБОТЫ .....	98
3.1. Типы арматуры и общие требования к организации работ ...	98
3.2. Армирование отдельными стержнями .....	101
3.3. Армирование сетками и плоскими каркасами.....	103
3.4. Армирование блоками и пространственными каркасами...	107
3.5. Сварка и бессварное соединение арматурных элементов при установке арматуры .....	114
Глава 4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА И УКЛАДКА БЕТОННОЙ СМЕСИ.....	122
4.1. Приготовление и транспортировка бетонной смеси .....	122
4.2. Укладка бетонной смеси в бункерах (бадьях) кранами.....	129

4.3. Укладка бетонной смеси бетононасосами и пневмонагнетателями.....	138
4.4. Укладка бетонной смеси конвейерами и бетоноукладчиками .....	149
4.5. Укладка бетонной смеси автотранспортом с эстакады.....	158
4.6. Методы уплотнения бетонной смеси .....	159
4.7. Технологические особенности транспортировки и укладки легких бетонов .....	170
4.8. Применение бетонных смесей с пластифицирующими добавками.....	174
<b>Глава 5. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА БЕТОНА .....</b>	<b>176</b>
5.1. Затирка и заглаживание бетонных поверхностей .....	176
5.2. Обработка затвердевших слоев бетона .....	181
<b>Глава 6. ОСОБЕННОСТИ БЕТОННЫХ РАБОТ В СЛОЖНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....</b>	<b>192</b>
6.1. Производство работ в зимних условиях .....	192
6.2. Применение тепляков и защитных укрытий .....	211
6.3. Особенности производства бетонных работ в северной строительно-климатической зоне.....	214
6.4. Производство работ в условиях сухого и жаркого климата.....	220
<b>Глава 7. ВОЗВЕДЕНИЕ ОСНОВНЫХ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....</b>	<b>224</b>
7.1. Возведение фундаментов .....	224
7.2. Устройство монолитных железобетонных колонн, балок, перекрытий, стен .....	266
7.3. Особенности укладки бетонных смесей для подготовки под полы, проезды и площадки .....	284
7.4. Контроль качества бетона в процессе производства работ, качества выполненных готовых конструкций и частей сооружений .....	299
<b>Глава 8. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, ПОЖАРНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....</b>	<b>375</b>
8.1. Устройство противодиффузионных завес из шнеконабивных свай .....	379
8.2. Устройство противодиффузионных завес из вдавливаемых свай .....	381

8.3. Устройство противофильтрационных завес из грунтоцементных свай буромесительным способом ....	381
8.4. Устройство противофильтрационных завес из набивных свай в раскатанных скважинах .....	384
8.5. Геотехнический контроль качества противофильтрационных завес .....	386
8.6. Закрепление грунтов методом струйной цементации .....	387
8.7. Сваи РИТ .....	389
<b>Глава 9. ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>419</b>
9.1. Основные этапы организации производства работ .....	419
9.2. Технологические особенности устройства НФС .....	427
9.3. Организационно-технологические параметры производства работ .....	435
9.4. Основные причины снижения проектных показателей и качества установленных систем .....	438
<b>Глава 10. УТИЛИЗАЦИЯ ПРОДУКТОВ СНОСА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ .....</b>	<b>443</b>
10.1. Общие положения .....	443
10.2. Способы сноса монолитных бетонных и железобетонных конструкций.....	451
10.3. Организация и технология производства работ .....	454
10.4. Механизация процессов утилизации продуктов сноса и разрушения .....	461
10.5. Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность .....	485
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>488</b>
<b>Библиографический список .....</b>	<b>491</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Основой индустриального строительства являются производство и применение сборного железобетона. Наряду с ростом объема сборки железобетона возрастают объемы применения монолитного бетона и железобетона. Если в 1980 г. было уложено около 112 млн м<sup>3</sup> монолитного бетона, то к 2017 г. его объем вырос до 429 млн м<sup>3</sup>.

Законодательство Российской Федерации предусматривает необходимость резкого повышения производительности труда и снижения доли ручных операций, что в полной мере относится к одному из трудоемких видов строительства — возведению монолитных конструкций зданий и сооружений.

Около 80 % объема монолитного бетона используется в промышленном строительстве преимущественно для возведения конструкций подземных частей зданий и сооружений, в фундаментах под технологическое оборудование, при возведении тяжелых колонн, различных резервуаров, подпорных стенок, дымовых труб, градирен, энергетических объектов, сложных арочных и сводчатых покрытий. В жилищно-гражданском строительстве из монолитного бетона возводят здания, характеризующиеся сложными, выразительными по форме планами и сочетаниями объемов повышенной этажности. Монолитный бетон и железобетон широко применяют также в дорожном, аэродромном, подземном, надземном, шахтном, гидротехническом и водохозяйственном строительстве, при строительстве мостов, портовых сооружений, во многих других областях.

Преимущества монолитных конструкций по сравнению со сборными особенно очевидны для районов с малоразвитой базой для полносборного домостроения (меньшие удельные капитальные затраты на создание базы строительства), районов с высокой сейсмичностью и сложными грунтово-геологическими условиями.

Организационно-технический уровень возведения монолитных конструкций зданий и сооружений существенно отстает от быстрого роста объемов бетонных и железобетонных работ и характеризуется большими затратами ручного труда на строительной площадке, особенно на опалубочных и арматурных работах.

Причинами высокой стоимости и медленного роста производительности труда на возведении монолитных конструкций являются отсутствие достаточно экономичных проектных решений,

предусматривающих технологичность и унификацию монолитных конструкций, опалубки и арматуры; недостаточное развитие индустрии централизованного изготовления опалубки, арматуры, приготовления бетонной смеси (в том числе сухой) на специализированных заводах с высокой степенью механизации и автоматизации производства.

Наблюдается большое разнообразие конструктивных параметров по размерам, конфигурации, что затрудняет унификацию размеров опалубки и арматурных элементов.

Увеличение объемов индустриального монолитного строительства должно сопровождаться интенсивным ростом производительности труда благодаря организационно-техническим мероприятиям строительного производства и повышению уровня комплексной механизации и автоматизации работ, а также созданием и выпуском в достаточном количестве арматурных сталей с повышенными механическими свойствами, быстротвердеющих цементов, суперпластификаторов, других химических добавок, повышением качества заполнителей бетона.

Книга написана на основе обобщения и анализа опыта бетонных и железобетонных работ в отечественном и зарубежном строительстве, научно-исследовательских и проектных разработок ЦНИИ-ОМТП, ЦНИИЭП жилища, ЦНИИпромзданий, НИИЖБ Госстроя СССР, НИИСП Госстроя УССР, ЦИИИС Минтрансстроя и Мосоргпромстроя, НИУ МГСУ.



# Глава 1

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### 1.1. Мероприятия, обеспечивающие повышение эффективности возведения монолитных конструкций

Рост объемов строительно-монтажных работ в ближайшие годы будет происходить без значительного увеличения численности рабочих, что в полной мере относится и к производству бетонных и железобетонных работ. В 1980 г. в монолитные конструкции было уложено около 112 млн м<sup>3</sup> бетона и железобетона. В настоящее время в Российской Федерации объем вырос в десятки раз и в перспективе продолжит свой рост. Удельный вес применения монолитного бетона и железобетона в конструкциях зданий и сооружений следующий, %: фундаменты под здания и оборудование — 50, подготовка и бетонные покрытия полов, проездов, площадок и т.п. — 18, стены, перегородки, подпорные стенки, каркасы, бункеры, силосы, резервуары — 7, гидротехнические и мелиоративные сооружения — 12, транспортные сооружения — 10, прочие конструкции — 6.

Основные направления развития технологии бетонных работ также должны предусматривать мероприятия, которые позволят значительно повысить производительность труда на этих работах, а именно:

- организацию централизованного изготовления сварных арматурных каркасов, сеток и пространственных блоков и их монтаж на стройплощадках с применением бессварных и сварных соединений;
- применение унифицированных многократно оборачиваемых систем опалубок, организацию централизованного их изготовления и интенсивной эксплуатации;
- развитие индустрии товарных бетонных смесей путем организации их централизованного приготовления на высокомеханизированных и автоматизированных районных, приобъектных заводах и установках с доставкой этих смесей специализированным транспортом;

- механизацию подачи, распределения и укладки бетонной смеси с применением высокопроизводительных бетононасосов, бетоноукладчиков и другой техники;
- применение технологии зимнего бетонирования с использованием эффективных противоморозных добавок;
- автоматизацию процессов термообработки бетона.



Рис. 1.1. Номенклатура технологических процессов в монолитном строительстве

Комплекс работ по возведению монолитных бетонных и железобетонных конструкций включает ряд технологических процессов, в том числе приготовление и транспортировку бетонной смеси к месту ее укладки, устройство опалубки, изготовление и установку арматуры, подачу, распределение и уплотнение бетонной смеси в подземных и надземных частях зданий и сооружений (включая работу в зимних условиях), подготовку забетонированных конструкций к сдаче (рис. 1.1).

Приготавливать бетонную смесь будут в основном на централизованных высокомеханизированных заводах и установках, при этом все шире будут использовать сухую бетонную смесь.

Доставлять бетонную смесь (в том числе сухую) к месту укладки будут специализированные автобетоновозы и автобетоносмесители. Предусмотрена дальнейшая укладка бетонной смеси с помощью бетононасосов с темпом бетонирования 20...80 м<sup>3</sup>/ч и более.

В области опалубочных работ предусмотрены сокращение типажа опалубки; широкое применение унифицированной инвентарной опалубки (металлической или деревометаллической), новых эффективных конструкций опалубки (объемно-переставной, скользящей и др.); механизация производства опалубочных работ на строительных площадках; в области арматурных работ — повышение степени готовности арматурных конструкций; широкое применение готовых арматурных сеток, каркасов, блоков и других видов арматурных конструкций, а также механизация производства укрупнительной сборки, монтажа и сварки арматуры на строительных площадках.

## **1.2. Повышение эффективности опалубочных работ**

Около 75 % монолитного бетона укладывают в опалубку. Применяемую в настоящее время деревянную щитовую опалубку в основном изготавливают кустарным способом. В среднем трудозатраты на изготовление и монтаж 1 м<sup>2</sup> такой опалубки достигают 1,5 чел.-ч, а оборачиваемость опалубки не превышает трех раз.

Основные причины высокой трудоемкости опалубочных работ — их низкий технический уровень, отсутствие необходимого количества надежной многооборачиваемой инвентарной опалубки, неудовлетворительное качество изготовления конструкций и элементов применяемой опалубки, низкая степень унификации монолитных конструкций зданий и сооружений. При сохранении в даль-

нейшем существующего технического уровня опалубочных работ стоимость и трудоемкость бетонных работ будут постоянно увеличиваться, так как трудоемкость опалубочных работ в комплексе бетонных составляет 35...40 %, а стоимость — до 25 %.

Монолитные бетонные и железобетонные конструкции, особенно на объектах промышленного строительства, характеризуются многообразием размеров и конфигураций, наличием всевозможных выступов, консолей, разных отметок заложения и высот. Другими словами, они имеют такие опалубочные поверхности, где монтаж и демонтаж целыми панелями либо вообще невозможен, либо демонтируемые панели требуют переборки.

Для покрытия потребности в опалубке строители вынуждены изготавливать неинвентарные опалубки. Работы с деревянной опалубкой требуют излишних затрат труда не только на изготовление дополнительных щитов для замены вышедших из строя, но и на доставку этих щитов на объекты и уборку изношенных.

Снижение трудоемкости опалубочных работ должно осуществляться за счет унификации и сокращения числа типоразмеров монолитных конструкций, за счет применения инвентарной многооборотчиваемой опалубки, изготавливаемой централизованно в заводских условиях, а также благодаря переходу к механизированному монтажу опалубки из предварительно укрупненных панелей, опалубочных и армоопалубочных блоков (с арматурой, навешенной на опалубку).

Наиболее высокой степени механизации опалубочных работ удается достичь при возведении столбчатых и ступенчатых фундаментов под каркасы промышленных зданий за счет групп однотипных фундаментов. В этих случаях на такую группу, при удобном расположении фундаментов, опалубочная конструкция собирается один раз. После изготовления монолитной конструкции одного фундамента опалубку с него снимают и переносят на место изготовления другого (рис. 1.2). При наличии на объекте 30 и более повторяющихся удобно расположенных фундаментов экономически целесообразно для них изготовить блок-форму.

Применение блок-форм позволяет повысить уровень механизации опалубочных работ до 95...97 %. Практически работа опалубщиков сводится к выверке неразъемных блок-форм на месте возведения фундамента. Если блок-форма разъемная, то при демонтаже угловые соединения расслабляют, при установке — затягивают.



*Рис. 1.2. Возведенный столбчатый фундамент*

В настоящее время на строительных объектах находят применение 2 типа блок-форм: неразъемные (конусные) и разъемные. Неразъемные формы снимают сразу же после схватывания бетона монолитных конструкций, разъемные — в любое время после схватывания бетона.

Широкому внедрению блок-форм препятствует большое число типоразмеров ступенчатых фундаментов, встречающихся на строительных объектах промышленных зданий. Проектировщики создают типоразмеры фундаментов из стремления выдать как можно более экономичный проект. Часто бывает, что на объекте, где всего 100...150 фундаментов, насчитывается 30...35 их типоразмеров.

Попытки внедрить для бетонирования разнотипных ступенчатых фундаментов универсальные трансформируемые блок-формы пока не дали результатов. Такие блок-формы были запроектированы в ЦНИИОМТП Госстроя СССР в 1987 г. Уже тогда была утверждена и введена в действие типовая серия фундаментов 1-412. Для бетонирования всех фундаментов серии ЦНИИОМТП разработана конструкция блок-формы. Широкое внедрение серии и механизированной технологии работ способствует снижению стоимости и трудоемкости опалубочных работ.

Так как механизация опалубочных работ направлена в первую очередь на сокращение трудозатрат, следует остановиться на вопросах внедрения и изготовления опалубок. Целесообразность и рациональность для производства опалубочных работ только разборно-переставной опалубки ЦНИИОМТП типа «Монолит-72» с оборачиваемостью более 100 раз налицо. Внедрено свыше 0,5 млн м<sup>2</sup> опалубки, что с учетом оборачиваемости должно составлять 15 % всего необходимого объема.

Опыт производства опалубочных работ на объектах различных министерств показывает, что механизация опалубочных работ и сокращение затрат ручного труда с помощью механизмов или других средств зависят от многих факторов. Полная механизация опалубочных работ невозможна уже в силу их специфичности, а также большого разнообразия монолитных конструкций и ряда других причин. Даже при максимально возможной степени механизации опалубочных работ сохраняется много ручных операций, таких как устройство доборов по месту, установка распорок и стяжек, соединение панелей и коробов при установке опалубки, разъединение их при разборке и т.д. Очевидно, останутся немеханизированными и такие операции по сборке панелей, как раскладка щитов в панели, соединение щитов между собой, раскладка схваток на панелях и соединение их со щитами и между собой, а также все операции по разборке опалубочных панелей.

Много непроизводительного труда затрачивается на строительных объектах при сборке панелей и опалубочных конструкций из-за некачественного изготовления элементов опалубки, что объясняется недостатком специализированных производств по изготовлению опалубки.

Дальнейшее сокращение затрат ручного труда на опалубочных работах и повышение уровня их механизации будут возможны только в случае проведения ряда мероприятий.

В первую очередь должна быть проведена унификация всех монолитных конструкций, т.е. для однородных конструкций должны быть определены размерные модули и ряды значений размеров, которые могут принимать конструкции и их отдельные детали.

Для монолитных конструкций должна быть четко определена степень технологичности исходя из трудоемкости выполнения опалубочных работ. Необходимо создать информационный нормативный документ для проектирующих организаций, который помимо требований к размерам и технологичности монолитных конструкций будет содержать сведения об опалубках и экономичном производстве работ, выполняемых при возведении монолитных конструкций. Такой документ поможет проектировщикам на стадии проектирования монолитной конструкции продумать схему выполнения опалубочных работ и оценить затраты ручного и механизированного труда. Данные по затратам на работах, связанных с созданием монолитных конструкций, должны вноситься в эко-

номические показатели проекта для оценки его истинной экономической, энергоёмкости и уровня механизации труда.

После проведения унификации и упорядочения проектирования монолитных конструкций должна быть создана единая для всех отраслей строительства унифицированная типовая система опалубочной оснастки, включающая все виды опалубок: мелко- и крупнощитовую, блочную, туннельную и др., а также поддерживающие элементы для горизонтальных и наклонных поверхностей монолитных конструкций. Такая система может быть создана с использованием наиболее прогрессивных конструкций опалубок, применяемых на строительных объектах в нашей стране и за рубежом. Для этого следует провести сопоставительный анализ этих опалубок.

Производство опалубки должно быть сосредоточено на специализированных заводах, оснащенных высокопроизводительным оборудованием, что позволит сократить трудозатраты при изготовлении, сборке и разборке и значительно повысить качество опалубок.

Для сокращения затрат ручного труда на опалубочных работах немаловажное значение имеют материалы, применяемые для изготовления опалубки и ее формирующих поверхностей. Лабораторией опалубочных работ ЦНИИОМТП была разработана технология нанесения и подобраны составы защитного синтетического покрытия фанерной опалубки. Наносить стойкие защитные покрытия на металл для предотвращения налипания бетона пока не удастся, поэтому следует широко внедрить комбинированные опалубки: каркас и все несущие элементы — из металла, а формирующие поверхности — из фанеры с защитным (ламинированным) покрытием.

Металлические элементы опалубки следует изготавливать штампованными или из гнутых профилей. Это позволит значительно уменьшить их массу по сравнению с такими же элементами из прокатных профилей. Уменьшение массы элементов и рациональное использование металла позволят снизить трудоемкость при изготовлении опалубки и производстве опалубочных работ на объектах.

Все опалубочные работы на строительных объектах должны выполняться рабочими, имеющими навыки производства опалубочных работ механизированным способом. В их распоряжении должны находиться опалубочная оснастка, соответствующая профилю выполняемых работ, переносные рабочие площадки, другие приспособления для сборки и монтажа опалубочных панелей, коробов.

Выполнение данных мероприятий позволит значительно сократить затраты ручного труда на опалубочных работах и время при сборке и разборке опалубочных конструкций.

Высокоэффективным способом повышения производительности труда является применение несъемных опалубок. Изготовленные из армо-, стекло-, асбестоцемента и других материалов, они могут быть использованы для защиты железобетонных конструкций, придания специальной фактуры лицевым поверхностям и для других целей. Применение несъемных опалубок, выполняющих одновременно роль изоляционных облицовок в подземных и наземных сооружениях, эксплуатирующихся в агрессивной среде, позволяет сократить общие трудовые затраты (на опалубочных и изолировочных работах) не менее чем в 2...2,5 раза. Таким образом, решается задача экономии дефицитных материалов, сокращаются затраты на изготовление опалубки, уменьшается потребность в капитальных вложениях. Первый в стране цех по производству стеклоцементной опалубки построен в г. Темиртау по проекту ЦНИИОМТП. Технология изготовления плит из стеклоцемента весьма проста, а их производство может быть организовано в условиях любого завода ЖБИ.

### **1.3. Повышение эффективности арматурных работ**

В настоящее время технология арматурных работ при возведении монолитных конструкций характеризуется низким организационно-техническим уровнем. Около 65 % рабочих-арматурщиков заняты на ручных работах по сборке и монтажу арматуры непосредственно на стройплощадках и только 35 % — на механизированных работах в заводских условиях. Общие трудовые затраты в среднем по стране составляют 80...96 чел.-ч/т.

Номенклатура арматурных изделий насчитывает несколько тысяч единиц. Проектирование конструктивных элементов зданий и сооружений ведется многочисленными проектными организациями без достаточной унификации и увязки с арматурными элементами и опалубкой. В подавляющем большинстве проектов монолитных железобетонных сооружений предусматриваются сложные и громоздкие арматурные конструкции (каркасы, блоки и т.п.), которые имеют малую повторяемость, многотипны и нетехнологичны в изготовлении.



ЦНИИпромзданий, Гипромет, ЦНИИОМТП совместно разработали сортамент унифицированных арматурных изделий (который в настоящее время следует дополнить и актуализировать) и основные принципы армирования этими изделиями унифицированных (модуль 300 мм) монолитных железобетонных конструкций подземных зданий объектов черной металлургии и горнорудной промышленности. Конструктивной особенностью сеток и каркасов из них является расположение распределительной арматуры диаметром до 10 мм с шагом 600 мм.

Армирование фундаментов под колонны каркаса лучше производить каркасами, что позволяет снизить расход арматурной стали на 25...35 % по сравнению с армированием отдельными стержнями и почти вдвое по сравнению с несущими арматурными каркасами.

В 1978 г. ЦНИИпромзданий выпустил каталог «Унифицированные арматурные изделия для монолитных конструкций (типовая серия 1-410.2)». Аналогично используется унифицированная опалубка, в частности для железобетонных колонн зданий серии 1-412. Работы по унификации монолитных конструкций и созданию унифицированной арматуры и систем опалубки продолжаются и в настоящее время. С 1980 г. ведется работа по унификации монолитных конструкций и арматурных изделий (по типовым сериям 3.900.2; ИС-01-19 и др.).

Разработка сортамента унифицированных арматурных элементов должна обеспечить требования армирования различных по характеру монолитных конструкций и оптимальное число типоразмеров, обеспечивающее централизованное изготовление этих элементов большими сериями.

В 1975 г. потребность в арматурных изделиях в строительстве составляла 12 млн т с ростом к 1980 г. до 13,5 млн т, а к 1985 г. до 16 млн т. В настоящее время она составляет более 9 млн т. Соответственно потребность в унифицированных арматурных изделиях составляла в 1980 г. 9 млн т, в 1985 г. — 10,5 млн т и на 2017 г. — 8,5 млн т. Из этого количества примерно 45 % составляют сетки, 36 % — плоские каркасы, 15 % — закладные детали и 5 % — отдельные стержни. Удельный вес арматурных работ по видам конструкций следующий, %: пространственные конструкции (фундаменты, колонны, балки, каналы) — 50...55; плоские горизонтальные и вертикальные конструкции (перекрытия, покрытия, стены) — 17...20; силосы, своды, оболочки и т.п. — 33...25.

Необходимо создать новую технологию арматурных работ, основанную на унификации тяжелых сеток, рациональных принципах армирования конструкций предприятий горнорудной и металлургической промышленности с использованием станков и вспомогательной оснастки для сварки и гибки тяжелых сеток и для укрупнительной сборки сеток в пространственные каркасы. Ожидается, что с внедрением такой технологии трудоемкость арматурных работ сократится на 2,5...3 чел.-дня/т, а стоимость на 22...24 р./т. Стоимость арматурных работ снизится на 21,3 %, а трудозатраты — на 36 % по сравнению с армированием из россыпи.

В последние годы определилась тенденция к снижению трудовых затрат на армирование непосредственно на стройплощадке путем переноса основной доли работ по заготовке и укрупнительной сборке арматурных элементов в приобъектные арматурные мастерские ЖБИ и цехи, где изготавливается 1...1,5 тыс. т арматуры в год.

Малая мощность, низкая производительность используемого оборудования, неудовлетворительная организация производства и технология переработки арматуры приводят к большим затратам труда (до 30...60 чел.-ч), к высокой стоимости арматуры и потерям стали (до 10...12 % общего объема ее потребления).

Один из основных видов заготовительного оборудования — ножницы для резки арматуры. Серийно выпускаемые ножницы С-370 (СМЖ-172), СМ-300 (С-150), СМЖ-175 (С-445М), а также универсальные пресс-ножницы С-229А и НБ-663 имеют низкую производительность и малую надежность в работе, не укомплектованы вспомогательным оборудованием, требуют применения тяжелого физического труда. Модернизация указанных ножниц нецелесообразна, поскольку их конструкция и разработанные на их основе технологические схемы устарели. Новые ножницы GN1-25, НЕР-400 и др., а также станки для рубки и резки металла/арматуры, такие как GQ-50, GQ-45, GQ-40, ССР-40, гораздо технологичнее.

Другим основным видом заготовительного оборудования являются станки-автоматы для правки и резки арматуры, поставляемой в мотках. Необходимо отметить, что основные параметры существующих станков не отвечают не только перспективным требованиям, но и потребностям текущего периода. Это объясняется низкой производительностью станков, обусловленной сравнительно небольшой скоростью подачи стержня и значительными затратами времени на вспомогательные операции, которые к тому же требуют тяжелого ручного труда. Так, серийно выпускаемый с 1975 г.

московским производственным объединением Строймаш Минстройдоркоммунмаша СССР правильно-отрезной станок СМЖ-357 (СПР-12) имеет скорость подачи не более 60 м/мин, а доля вспомогательного времени на отправку стержня и настройку станка достигает 30...35 % общего цикла на один моток. Хотя данный станок является моделью (имеются аналоги GT 4/14, GROST SCM6-12С, ПРА 498А и др., в том числе не российского производства), выпускаемой специально для нужд строительства, отметим, что диапазон диаметров перерабатываемой на нем арматуры периодического профиля ограничен 8 мм, несмотря на то, что металлургическая промышленность поставляет в мотках арматуру периодического профиля диаметром до 12 мм из стали класса А-II, а в дальнейшем предполагается поставлять арматуру диаметром до 14 мм. Для переработки стали большего диаметра строители вынуждены были использовать станки И-6022 (аналог ГД162), выпускаемые Минстанкопромом РФ для своих нужд. Однако эти станки имеют те же недостатки, что и станки СМЖ-357 (низкую производительность, большие затраты тяжелого ручного труда), и более высокую стоимость.

Гибочные станки имеют большое значение при заготовке арматуры, так как свыше 40 % арматурных элементов монолитного железобетона требуют гибки.

Применяемые гибочные станки С-146А, СМ-3007 (старые С-564, С-565; новые Vektor GW50, Г-55, В-45, Zitrek SB-50В, РусИнСтрой АГ-40, СГА-1, GROST RB-40, GW42, ALBA D-42L, SIMA DEL-50, АГРЕГАТ БГ-52, Iсаго Р70 и др.) имеют низкую производительность, не обеспечивают требуемое качество изделий, так как угол загиба определяется на глазок, не комплектуются набором приспособлений, облегчающих изготовление различных изделий. Оборудование для сварки арматуры, так же как и заготовительное оборудование, имеет ряд серьезных недостатков. Стыкосварочные машины типа МСР, МСМУ и МСТУ, которыми в основном оборудованы арматурные цехи, малопроизводительны, не обеспечивают автоматизацию процесса, недостаточно надежны и долговечны. Технология стыковой сварки и безотходной резки прутковой арматуры с целью экономии стали требует применения тяжелого ручного труда и является малопроизводительной. Подвесные сварочные машины со встречным трансформатором КТ-601, К-243 (другие — К-165-1, К-265-1, особые машины — Мт-601, Мтп-809уч, новые — МТПГ-75) весьма громоздки и неудобны в работе.

Электромашиностроительная промышленность выпускает машины для сварки тяжелых арматурных сеток, необходимых для армирования монолитного железобетона. (Машины серии WF, МТМ-32, GWC-2500D, МТМ-307-1, МТМ-307-2 и др.)

В целом сварочное оборудование не отвечает современным требованиям. Приведенный краткий анализ показал, что существующая технология заготовки и монтажа арматуры монолитного железобетона не может быть использована в перспективный период без принципиальной ее доработки с учетом мировых достижений в этой области.

Одним из путей повышения эффективности производства арматурных работ является организация централизованного изготовления арматуры на специализированных арматурно-сварочных заводах мощностью до 20, 40, 60, 80 тыс. т в год и более, что позволит существенно снизить трудоемкость изделий и повысить производительность труда. Опыт действующих специализированных заводов в Российской Федерации (Челябинский металлургический завод (комбинат МЕЧЕЛ), Нижнесергинский метизно-металлургический завод (НСММЗ), Магнитогорский металлургический комбинат (ММК), Выксунский металлургический завод, заводы группы ЧТПЗ, заводы группы Евраз, Череповецкий металлургический завод «Северсталь», Ревякинский металлургический завод, ПАО «КМЗ» в г. Щекино (мощность производства 16 тыс. т)) показывает, что даже при использовании существующего оборудования трудоемкость изготовления арматурных изделий снижается до 18...20 чел.-ч/т при съеме продукции в пределах 2,1...3,7 т/м<sup>2</sup>.

При строительстве арматурно-сварочных заводов наряду с унификацией арматурных изделий и определением объемов их применения по номенклатуре необходимо создать высокоэффективное оборудование, обеспечивающее сокращение общего количества единиц оборудования более чем вдвое и снижение трудоемкости и стоимости изготовления арматуры на 20...25 %. При этом в централизованном порядке должны изготавливаться только те виды продукции, которые могут транспортироваться без деформаций (плоские сетки и каркасы, тяжелые пространственные каркасы и пр.). Вязаную арматуру изготавливать нецелесообразно.

В 1975 г. была разработана многоэлектродная машина МТМ-32 для сварки тяжелых арматурных сеток. Ее внедрение обусловило широкое применение унифицированных арматурных изделий на строительстве объектов Карагандинского металлургического ком-