

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

А. А. РОТИНЯНЦ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ МОСТОВЫХ ПРОЛЕТНЫХ
СТРОЕНИЙ

Заводское изготовление сборных предварительно напряженных железобетонных пролетных строений мостов осуществляется по стационарно-стендовой или поточно-конвейерной схемам. Характерной особенностью стендовой технологии является то, что изготавливаемые на стенде изделия в процессе их формования и твердения не перемещаются, а необходимые материалы подаются к месту их изготовления. Особенность поточно-конвейерной технологии заключается в изготовлении конструкций в перемещаемых формах с выполнением всех производственных операций на определенных постоянных рабочих постах расположенных вдоль конвейера и оборудованных соответствующими механизмами. Разноидностью поточно-конвейерного способа изготовления конструкций является поточно-агрегатный способ, который характеризуется тем, что изделие перемещается вдоль технологической линии, на каждом посту которой производятся определенные операции, требующие различного времени для их выполнения. Такая технология требует сравнительно небольших удельных капиталовложений на единицу продукции, поэтому она должна получить широкое распространение на заводах и полигонах сборного железобетона при изготовлении железобетонных пролетных строений длиной до 40 м.

В настоящей статье приведено сравнение технико-экономических показателей, полученных при изготовлении предварительно напряженных пролетных строений различными способами на строительстве мостов через реки Южный Буг у г. Николаева, Волгу у г. Саратова и Дон у гор. Ростова на-Дону и на основе их анализа даны некоторые предложения по выбору оптимальной технологии изготовления.

На строительстве мостов через реки Южный Буг и Волгу балочные пролетные строения изготавливались по стендовой технологии, а на строительстве моста через реку Дон—по поточно-агрегатной технологии (рис. 1).

Исходными данными для исследования затрат труда явились: отчетная документация и непосредственное изучение процессов производства с проведением необходимых хронометражных наблюдений. Важным показателем экономичности конструкции является себестоимость ее изготовления. Другим важным показателем является трудоемкость производства, которая характеризует достигнутый уровень производительности.

сти труда. Для сравнения были приняты следующие технико-экономические показатели: расход металла и бетона; затраты труда; сроки изготовления; себестоимость изготовления пролетных строений, опре-

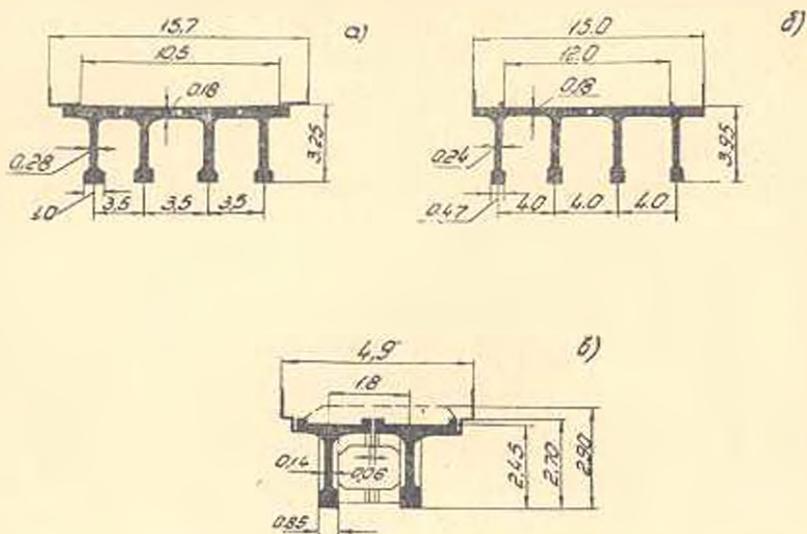


Рис. 1. Поперечные сечения пролетных строений мостов: а) через р. Южный Буг у Николаева; б) через р. Волга у Саратова; в) через р. Дон у Ростова.

деленная по следующим элементам затрат: стоимость материалов, основная заработная плата рабочих, стоимость эксплуатации механизмов и оборудования, прочие прямые затраты и накладные расходы.

Расход основных материалов на изготовление пролетных строений был определен по чертежам проекта, а на устройство вспомогательных сооружений — по проекту производства работ, и сопоставлен с выборками из фактов формы № 2 на оплату выполненных работ. В расход металла включен вес рельсов, подкрановых путей и металлической опалубки, включая металлоконструкции стенда. При определении затрат на вспомогательные сооружения не учтены затраты на сооружения, связанные с приготовлением бетона, так как условно бетон во всех случаях принят товарным. При определении удельных затрат, была учтена фактическая оборачиваемость вспомогательных сооружений. Трудоемкость всего комплекса работ по изготовлению пролетных строений определена по результатам анализа хронометражных наблюдений. Каждый вид основных работ был охвачен тремя наблюдениями. Непроизводительные потери времени не были учтены. Трудоемкость тех видов основных работ, на которых не проводились хронометражные наблюдения, была определена по выборкам из таблиц нарядов на выполненные работы. Трудоемкость сооружения вспомогательных конструкций была определена по действующим нормам. Сроки изготовления пролетных строений были определены по исполнительным графикам.

Технико-экономические показатели изготовления пролетных строений в расчете на 1 м³ железобетона приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технико-экономические показатели изготовления пролетных строений мостов (на 1 м³ бетона)

| Наименование показателей | Наименование объектов | | | | |
|--|---|---------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| | На пролетное строение | Сборный монолитный | мост через р. Южный Буг в Николаеве | мост через р. Волгу у Саратова | мост через р. Дон у Ростова |
| Удельный расход бетона в % | На пролетное строение | Сборный монолитный | 94,6 | 97,62,4 | 91,58,5 |
| | На вспомогательные сооружения | | 20 | 35 | — |
| | Всего | | 120 | 135 | 100 |
| Вес металла в кг на 1 м ² пролетного строения | Пролетное строение | Арматура ст-3 и ст-5 | 141 | 114 | 96,5 |
| | | Высокопрочная проволока | 88 | 96 | 88 |
| | Вспомогательные сооружения | инвентарные неинвентарные | 162112,3 | 52180 | 715 |
| | Всего | | 503,3 | 442 | 899 |
| Затраты труда в ч/д на изготовление 1 м ² ж. бетона пролетного строения | Изготовление пролетного строения | | 4 | 3,3 | 3,9 |
| | Вспомогательные сооружения для изготовления пролетного строения | | 0,73 | 1,45 | 0,5 |
| | Всего | | 4,73 | 4,75 | 4,4 |
| Себестоимость изготовления 1 м ² пролетного строения в руб | Пролетное строение | | 138 | 146 | 127 |
| | Вспомогательные сооружения для изготовления | | 23 | 49 | 15,7 |
| | Всего | | 161 | 195 | 142,7 |
| Средняя стоимость 1 м ² пролетного строения в руб. | | | 215 | 207 | 144 |

Из табл. 1 видно, что удельный расход бетона с учетом расхода на вспомогательные сооружения при стендовой технологии на 20—35% больше чем при поточно-агрегатной (за счет устройства железобетонных стендов), а удельный расход металла при поточно-агрегатной технологии больше в 1,7—2 раза в связи с применением металличе-

Таблица 2

Анализ технико-экономических показателей пролетных строений изготовленных по различной технологии

| Наименование показателей | | Объекты | | | | | | |
|--|--|----------------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|--------------------------|-----------------|------|
| | | мост через Южный Буг у Николаева | | мост через Волгу у Саратов | | мост через Дой у Ростова | | |
| Основные показатели пролета | Полная длина пролетного стр. в м | 65,4 | | 70,1 | | 34,2 | | |
| | Вес балки в т | 400 | | 800 | | 115 | | |
| | Объем бетона в балке | 150 | | 410 | | 43,5 | | |
| | Расход арматуры в кг на 1 м ³ бетона | Обычный | 141 | | 114 | | 88 | |
| | Выс. копрочной | 88 | | 96 | | 96 | | |
| Количество пучков на 1 балку в шт. | | 24 | | 60 | | 28 | | |
| | Колич. проволок в пучке в шт. | 56 | | 42 | | 24 | | |
| | | в чел.-дн. | удельн. вес в % | в чел.-дн. | удельн. вес в % | в чел.-дн. | удельн. вес в % | |
| Трудоемкость изготовления | Заготовка арматуры | На 1 м ³ бетона | 0,73 | 18,5 | 0,66 | 20 | 1,24 | 32 |
| | | На 1 т арматур. | 4,83 | — | 5,6 | — | 5,42 | — |
| | Сборка и установка арматурного каркаса с установкой пучков | На 1 м ³ бетона | 0,8 | 20,4 | 0,57 | 17,4 | 0,47 | 12 |
| | | На 1 т арматуры и пучков | 3,3 | — | 2,83 | — | 3,93 | — |
| | Изготовление испытание и натяжение пучков | На 1 м ³ бетона | 0,47 | 12 | 0,43 | 13 | 0,77 | 19,7 |
| | | На 1 пучок | 2,98 | — | 2,22 | — | 2,16 | — |
| Опалубочные работы | На 1 м ³ бетона | Бетонирование | 0,23 | 5,8 | 0,5 | 15,2 | 0,52 | 13,3 |
| | | Прочие работы | 0,5 | 12,7 | 0,69 | 19,2 | 0,43 | 11 |
| | | Итого затрат | 1,2 | 30,6 | 0,5 | 15,2 | 0,47 | 12 |
| | | | 3,92 | 10 | 3,29 | 100 | 3,9 | 100 |
| Обслуживание механизмов | На 1 м ³ бетона | Всего с обслуживанием | 0,35 | — | 0,63 | — | 0,5 | — |
| | | | 1,28 | — | 3,92 | — | 1,4 | — |
| Фактическая себестоимость изготовления | В руб. на 1 м ³ бетона | Сырье и основные материалы | 52 | | 74 | | 49 | |
| | | Основная заработная плата | 20 | | 21 | | 25 | |
| | | Эксплуатация механизмов | 36 | | 23 | | 27 | |
| | | Прочие прямые затраты | 9 | | 5 | | 8 | |
| | | Итого прямых затрат | 117 | | 123 | | 109 | |
| | | Накладные расходы | 21 | | 23 | | 18 | |
| Всего | 138 | | 146 | | 127 | | | |

изготовлении балок П образного сечения, из-за простоты конструкции двутавровых балок. Применение на строительные моста через реку Волгу прогрессивного способа вязки более сложного П-образного арматурного каркаса балки, вне стенда, на специальных траверсах — шаблонах, позволило снизить трудоемкость арматурных работ на 12%, по сравнению с вязкой более простого двутаврового арматурного каркаса на стенде. Затраты труда на вспомогательные сооружения для изготовления пролетных строений по стендовой технологии составляют 18–33%, а по поточно-агрегатной 8%, от затрат на изготовление пролетного строения.

Повышение производительности труда при работе на двух стендах позволило сократить на 30% затраты на заработную плату и эксплуатацию механизмов по сравнению с теми же затратами при одном стенде (см. табл. 3).

Таблица 3
Статьи затрат в руб. на 1 м³ железобетона

| Статьи затрат | На одном стенде | На двух стендах |
|---|-----------------|-----------------|
| Основная зарплата | 44,0 | 32,0 |
| Эксплуатация механизмов и прочие прямые расходы | 30,2 | 18,8 |
| Итого | 74,2 | 50,8 |

Стоимость вспомогательных сооружений для изготовления пролетных строений по стендовой технологии составляет 18–35% от себестоимости изготовления конструкции, а поточно-агрегатной 12%. Фактическая себестоимость изготовления 1 м³ пролетного строения по поточно-агрегатной технологии, на 10–13% меньше, изготовленных по стендовой технологии.

На заводах производительностью до 30 тыс. м³ в год с относительно широкой номенклатурой типоразмеров изделий, а также на предприятиях, рассчитанных на более или менее короткий срок службы (предназначенных для определенного объема строительства), где большие первоначальные капиталовложения на приобретение и установку стационарных механизмов и большого количества дорогостоящих форм не могут окупить себя за планируемый период работы, экономически выгодна стендовая технология изготовления железобетонных крупноразмерных элементов. В связи с тем, что при стендовой технологии изделие находится на месте формования до приобретения бетоном необходимой прочности, производительность стендов, в основном зависит от длительности периода твердения. Следовательно, для увеличения производительности формовочных площадей (стендов) необходимо эффективно использовать все возможные средства, способствующие уменьшению периода твердения бетона. Для этого следует применять специальную термообработку, быстротвердеющие сор-

та цемента, уменьшить водоцементное отношение, обеспечить лучшее уплотнение бетона и др. Следует отметить, что процесс термообработки бетона существенно усложняет технологию изготовления конструкций, поэтому освоение и выпуск цементной промышленностью достаточного количества быстротвердеющих цементов позволит обойтись без термической обработки изделий. Это значительно упростит технологию и сократит сроки изготовления и стоимость железобетонных конструкций.

Данные табл. 2 показывают, что в условиях заводов и централизованных полигонов, изготовление мостовых балок пролетами до 40 м следует осуществлять поточно-агрегатным способом, с применением катучих стендов.

Резюмируя изложенное можно отметить следующее.

Изготовление балок весом до 120 т целесообразно осуществлять на подвижных (катучих) стендах по поточно-агрегатной технологии. Поточно-агрегатное изготовление железобетонных конструкций может быть организовано на предприятиях полигонного типа (открытого). При необходимости изготовления крупноразмерных нетранспортабельных изделий, оно требует значительно меньших капитальных затрат по сравнению с конвейерной и может быть организовано в значительно меньшие сроки. Применение технологической линии с несколькими стендами позволит организовать поточное изготовление балок и снизить себестоимость изготовления 1 м³ железобетона. Дальнейшее совершенствование отдельных технологических процессов и конструкций должно быть направлено на сокращение времени нахождения стендов на одном посту. Основными резервами снижения трудоемкости и сокращения продолжительности работ по изготовлению железобетонных предварительно напряженных балок пролетом до 40 м являются: сборка арматурного каркаса балки вне стенда на монтажных шаблонах; сокращение срока термовлажностной обработки бетона путем тщательного подбора его состава; применение жесткой бетонной смеси; автоматизация контроля режима пропаривания. Наиболее экономичными по стоимости и трудоемкости являются одностенчатые двутавровые балки, которые более удобны при изготовлении, требуют более простую опалубку и конструкцию стендов для их изготовления. Следует рекомендовать меньшее количество более мощных пучков, взамен большого количества пучков с меньшим количеством проволок. Конструкция передвижных стендов для изготовления балок должна обеспечить максимальное удобство в производстве работ. Важнейшим резервом снижения себестоимости изготовления предварительно напряженных пролетных строений является совершенствование технологии производства работ т. к. снижение затрат на изготовление в размере 10—20%, за счет усовершенствования технологии, позволит снизить себестоимость изготовления пролетных строений на 5—8%.

Ա. Ա. ՌՈՏԻՆՅԱՆ

ՆԱԽԱՊԵՍ ԼԱՐՎԱՆԻ ԿԱՄՈՒՐՋԱՅԻՆ ԹՈՒՉՔԱՅԻՆ ՇԻՆՈՒԹՅԱՆ
ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ՏԵԽՆՈԼՈԳԻԱՅԻ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ օ փ ու մ

Հողփամուժ վերլուծված է կամուրջային թռիչքային շինություն պատրաստման զանազան տեխնոլոգիական սխեմաներ: Շարադրված է տեխնիկատնտեսական ցուցանիշների որոշման մեթոդիկան, ինչպես և բերված է տարված ուսումնասիրության արդյունքները: Կատարված եզրակացությունների հիման վրա նախապես լարված կամուրջային թռիչքային շինության պատրաստման տեխնոլոգիայի կատարելագործման վերաբերյալ խորհուրդներ է տրված, որը կբերի աշխատանքի ծավալի պակասեցմանը, պատրաստման ժամանակի կրճատմանը և ինքնարժեքի իջեցմանը: