

МПС — СССР

**ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА**

Инженер М. Е. КАРАСИК

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ**

А в т о р е ф е р а т
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

**Днепропетровск
1963**

МПС — СССР

**ДНЕПРОПЕТРОВСКИЙ
ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО
ТРАНСПОРТА**

Инженер М. Е. КАРАСИК

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ МОСТОВ**

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Днепропетровск

1963

2087a

Работа выполнена в Днепропетровской НИС Оргтрансстроя Государственного
производственного комитета по транспортному строительству СССР

Автореферат разослан «*25*» *декабря* 1963 г.

Публичная защита диссертации состоится на заседании Ученого совета по
строительно-эксплуатационным специальностям в *январе* 1964 г.

Отзывы по настоящему автореферату просьба направлять по адресу:

г. Днепропетровск—10, Севастопольская № 15 ДИИТ,
Ученому секретарю совета.

НТБ
ДНУЖТ

ВВЕДЕНИЕ

Программа КПСС, принятая XXII съездом нашей партии, предусматривает главной экономической задачей создание в течение двух десятилетий материально-технической базы коммунизма.

Высокие темпы роста народного хозяйства неразрывно связаны с огромными масштабами капитального строительства с развитием всех видов транспорта. Расширение сети железных и автомобильных дорог связано со строительством искусственных сооружений и, в частности, с постройкой сборных железобетонных мостов.

За семилетие на железных и автомобильных дорогах, а также городских путях сообщения будет построено примерно 63 тысячи мостов и водопропускных труб. Общий объем железобетонных и бетонных мостовых конструкций составит около 6 млн. куб. м, что в четыре раза больше, чем выполнено за прошедший семилетний период.

Основным направлением технического прогресса в области строительства искусственных сооружений является преимущественное применение сборных железобетонных и предварительно напряженных конструкций, изготавливаемых на промышленных предприятиях и превращение строительной площадки в монтажную.

Объем производства сборных железобетонных предварительно напряженных пролетных строений мостов, который составлял в 1954 г. только 2 300 м³ увеличен в 1962 г. до 56 400 м³.

Еще более грандиозные задачи поставлены перед мостостроителями на период с 1965 по 1980 год. Годовая потребность в сборных железобетонных предварительно напряженных пролетных строениях только для средних мостов возрастет в несколько раз.

В поисках оптимального решения коллективы научно-исследовательских, проектных и строительных организаций СССР разработали различные способы изготовления предварительно напряженных железобетонных балочных пролетных строений мостов. Эти способы отличаются друг от друга методами натяжения арматуры, конструкцией стенов, принципами армирования балок, отдельными конструктивными деталями и, что весьма существенно, общими технологическими схемами формирования и пропаривания балок.

Значительный вклад в совершенствование технологии изготовления предварительно напряженных пролетных строений сделан коллективами ЦНИИС, кафедры мостов МИИТа, ЦПКБ Мостотреста, Ленгипротрансмоста, Мостостроя-1, Мостостроя-6 и СоюздорНИИ.

Технико-экономическая оценка предварительно напряженных железобетонных пролетных строений мостов в настоящее время проводится, как правило, односторонне только по показателям расхода арматуры и бетона на единицу измерения. При такой оценке не учитывается влияние конструктивных особенностей балок, влияние общей технологической схемы изготовления на трудоемкость, себестоимость конструкции и производительность заводов.

Между тем проведенный анализ показывает, что трудоемкость и себестоимость изготовления пролетных строений даже одного и того же типа и длины по различным технологиям колеблются в широких пределах.

В настоящее время в связи с задачей организации массового индустриального изготовления сборных предварительно напряженных железобетонных пролетных строений мостов особо актуален вопрос о комплексной технико-экономической оценке существующих способов изготовления балок и выборе рациональной технологии.

Сравнению различных технологий, трудоемкости изготовления, резервам повышения производительности труда и выбору рациональной технологии изготовления предварительно напряженных балочных пролетных строений посвящены 14 работ автора, опубликованных в 1955—1963 г.г.

Из большого числа проблем, связанных с решением общей актуальной задачи по организации массового индустриального изготовления предварительно напряженных пролетных строений в диссертации выделены для исследования следующие основные вопросы:

1. Изучение и обобщение производственного опыта в СССР по изготовлению предварительно напряженных железобетонных балочных пролетных строений железнодорожных мостов.

2. Исследование зависимости трудоемкости изготовления предварительно напряженных железобетонных пролетных строений от конструктивных и производственных факторов.

3. Оценка себестоимости предварительно напряженных пролетных строений при изготовлении их по различным технологическим схемам.

4. Выявление зависимости себестоимости изготовления пролетных строений от трудоемкости и объема выпуска продукции.

5. Выбор рациональной технологии изготовления предварительно напряженных железобетонных балочных пролетных строений железнодорожных мостов на основе комплексного сравнения технико-экономических показателей основных схем производства.

В диссертационной работе сделан общий обзор применения предварительно напряженного железобетона для пролетных строений железнодорожных мостов (глава I); разработана методика исследования и технико-экономического анализа способов изготовления сборных предварительно напряженных пролетных строений (глава II); исследованы методами теории корреляции зависимости трудоемкости изготовления предварительно напряженных пролетных строений от конструктивных и технологических факторов (глава III); проведен анализ технико-экономических показателей производства пролетных строений и комплексное сравнение различных способов изготовления (глава IV); сделаны выводы и даны рекомендации по выбору рациональной технологии изготовления пролетных строений (глава V)

Диссертационная работа выполнена на основе подробного изучения способов изготовления предварительно напряженных железобетонных пролетных строений с проведением натурных наблюдений на передовых предприятиях Главмостостроя Мостотреста, Мостостроя-1, Мостостроя-3, Мостостроя-6 и других организаций Государственного производственного комитета по транспортному строительству СССР.

Кроме того использованы литературные источники и материалы нормативных наблюдений, проведенных НИС Оргтрансстроя.

I. Общий обзор применения предварительно напряженного железобетона для пролетных строений мостов

Результаты анализа объема и структуры производства предварительно напряженных пролетных строений показывают, что наиболее массовой продукцией полигонов и заводов мостовых железобетонных конструкций являются балки пролетами от 18 до 33 м, выпуск которых составляет более 80% от всего объема изготавливаемых пролетных строений мостов

В кратком историческом обзоре подвергнуты анализу все основные способы изготовления предварительно напряженных пролетных строений длиной от 18 до 33 м, освоенные в СССР

Исследованы различные способы изготовления пролетных строений с натяжением пучков до и после бетонирования по стендовой и поточно-агрегатной технологии.

Рассмотрено изготовление балок с натяжением пучков до бетонирования: по первоначальной технологии ЦНИИС; с расположением пучков в закрытых каналах, устроенных при помощи каналаобразователей; без каналов с упорными прорезями опирания пучков.

Изготовление балок с натяжением до бетонирования рассмотрено на опыте: стендовой технологии, предложенной кафедрой мостов МИИТа; стендовой технологии с усовершенствованиями Мосто-

треста; стендовой технологии предложенной Мостостроем-1; применения стендов тройной длины и сборно-разборных стендов Мостостроя-5; поточно-агрегатной технологии с применением передвижных стендов или кассет ЦНИИС, Мостостроя-1, ЦПКБ Мостотреста и Ленгипротрансмоста.

Изучен также опыт изготовления пролетных строений методом непрерывного армирования и опыт изготовления балок с применением высокопрочной стержневой арматуры напрягаемой электро-термическим способом.

Анализ истории развития отечественного мостостроения показал, что в период освоения предварительно напряженных мостовых конструкций в СССР изготовление пролетных строений длиной 18—33 м было организовано, в основном, с натяжением арматуры после бетонирования. Однако в результате выявленных недостатков технологического и конструктивного характера, для изготовления пролетных строений железнодорожных мостов разновидности этой технологии в современных условиях практически не применяются.

На заводах и полигонах мостовых конструкций массовое распространение при изготовлении предварительно напряженных пролетных строений получила технология с натяжением арматуры до бетонирования на специальные упоры по двум основным технологическим схемам стендовой и поточно-агрегатной.

Балки пролетных строений, изготовленные на стационарных и передвижных стендах по своим качественным, прочностным показателям равноценны и отвечают требованиям утвержденных технических условий. Однако важнейшие технико-экономические показатели — трудоемкость, себестоимость, производительность при изготовлении балок по стендовой и поточно-агрегатной технологии не одинаковы.

II. Методика исследования

При выборе методики исследования автор руководствовался рекомендациями научного совещания по вопросам применения математических методов в экономических исследованиях, созданного секцией математической статистики Отделения экономических, философских и правовых наук Академии Наук СССР. Это совещание признало необходимым широко и энергично внедрять методы математической статистики в производство и в научные исследования. В частности, отмечена как наиболее актуальная и практически важная необходимость научно-обоснованного изучения трудоемкости, опирающегося на правильную организацию наблюдений и на корреляционный анализ результатов этих наблюдений.

Применяя экономико-математические методы исследования, автор диссертации предпринял попытку выразить искомые зависи-

мости трудоемкости, производительности и себестоимости от тех или иных конструктивных и производственных факторов в виде математических формул.

Математическая формула, освобождающая эмпирический материал от случайных zigzagов и передающая в известных границах, хотя и приближенно, существенные черты искомой закономерности, является для научного анализа гораздо более удобным инструментом, чем первоначальный ряд чисел или эмпирический график и способствует более глубокому проникновению в механизм действия факторов, обуславливающих эту зависимость.

Для оценки технологических схем используются следующие технико-экономические показатели:

А. Основные

1. Трудоемкость изготовления балок (в чел-часах на m^3).
2. Себестоимость изделия и себестоимость переработки (руб.).
3. Производительность технологической линии или цеха (в m^3 и шт.).

Б. Вспомогательные

4. Удельные капиталовложения (в руб./ m^3)
5. Расход пара (в kg/m^3).

Выбор в качестве одного из основных показателей — трудоемкости изготовления балок основан на следующих соображениях.

Трудоемкость продукции является одним из основных показателей учета производительности труда. Правильное измерение уровня производительности труда служит необходимым условием выявления резервов дальнейшего роста производительности труда.

Для сравнения технико-экономических показателей предварительно напряженных пролетных строений, изготовленных различными способами, не представляется возможным использовать действующие ценники, инструкции, СНИП или прейскуранты, так как в этих документах стоимость и трудоемкость 1 m^3 бетона не дифференцированы по способам изготовления балок.

Не представляется также возможным использовать отчетные показатели заводов. Существующая система учета и отчетности отражает не только специфику технологии, но и местные условия, общезаводскую организацию производства, районные цены на материалы, районные коэффициенты к заработной плате.

Поэтому в диссертации принят расчетный метод определения показателей, основанный на исходных данных обследования передовых заводов и полигонов. Эти данные очищены от влияния местных условий и факторов нетехнологического порядка.

Фактическая трудоемкость отдельных видов работ определена

в диссертации на основе анализа нормативных хронометражных наблюдений, проведенных за комплексом работ по изготовлению балок из предварительно напряженного железобетона.

Полученные элементные нормы затрат труда позволяют расчетным методом определить трудоемкость изготовления балок, не охваченных наблюдениями. Однако такое определение затрат труда методами технического нормирования, требуя кропотливой трудоемкой работы, не позволяет в общем виде оценить динамику изменения трудоемкости от действия многочисленных факторов конструктивного и технологического характера.

Объективно существующие закономерности, которым подчиняется трудоемкость выполнения различных видов работ выявляются и анализируются в диссертации методами теорий корреляции. Метод корреляции дает возможность измерить закономерности влияния каждого фактора при локализации влияния остальных и влияния совокупности факторов при их одновременном действии. Применение при анализе методов теории корреляции дает возможность математического исследования, которое позволило оценивать явления не только качественно, но и количественно.

Затраты труда на выполнении отдельных видов работ при изготовлении пролетных строений, определенные методами технического нормирования (хронометражным и расчетным) рассматриваются, как элементы статистической совокупности. Накопление достаточного количества исходных данных дает возможность математического изучения исследуемого процесса.

Задачи исследования трудоемкости изготовления железобетонных предварительно напряженных пролетных строений заключаются в выяснении связи общих затрат труда на балку с разновидностями составляющих процессов, и на основе выясненных связей выявления резервов снижения трудоемкости, резервов повышения производительности труда.

Для получения объективных результатов определение и сравнение технико-экономических показателей, предусмотрено методикой в сопоставимых условиях ценообразования.

Себестоимость продукции установлена расчетным путем с использованием единых расчетных цен на сырье, материалы, энергоресурсы, оборудование и единых ставок заработной платы.

Расход пара при различных методах тепловлажностной обработки определен теплотехническими расчетами.

Технико-экономические показатели, разработанные по принятой методике, отражают в обобщенном, очищенном виде наиболее существенные особенности технологии изготовления железобетонных предварительно напряженных пролетных строений мостов.

III. Исследование методами теории корреляции зависимости трудоемкости изготовления предварительно напряженных пролетных строений от конструктивных и производственных факторов

Трудоемкость изготовления отдельных балок по различным установленным технологиям определена путем анализа более 360 хронометражных наблюдений, проведенных на 18 заводах и полигонах. Материал наблюдений, подвергнутый корреляционной обработке представлял собой статистическую совокупность по нескольким варьирующим факторам.

Учитывая, что изучение трудоемкости изготовления предварительно напряженных железобетонных балок пролетных строений мостов методами теории корреляции проводится впервые, автор встретился с трудностями выявления наиболее существенных факторов влияния и характера корреляционной зависимости между трудоемкостью и каждым анализируемым фактором.

Эта задача была решена путем последовательно проведенного отбора факторов влияния, используя в качестве критерия существенности тесноту корреляционной связи и характер эмпирических линий регрессии на полях корреляции. Знание формы зависимости и тесноты связи дало возможность построить уравнения парной и множественной корреляции. Статистическая обработка материалов, определение уравнений парной и множественной регрессии проведены обычными методами теории корреляции.

Расчет коэффициентов регрессии для уравнений с тремя факторами влияния проведен в стандартизированном масштабе. Стандартизированные коэффициенты регрессии определены путем решения системы уравнений, число которых зависит от числа факторов.

Выявлению множественной корреляционной зависимости полной трудоемкости изготовления балок предшествовало исследование связи величины затрат труда на отдельные процессы, входящие в комплекс работ по изготовлению балок.

Трудоемкость изготовления балок определена при применении двух основных схем производства — стандовой (I) и поточно-агрегатной (II).

Уравнения трудоемкости работ по сборке арматурного каркаса балки (T_a) (с учетом затрат труда на заготовку арматуры), определены в зависимости от двух факторов.

$$T_a = 1,9 + 0,037A - 0,029 C \quad (I)$$

$$T_a = 1,0 + 0,026A - 0,012 C \quad (II)$$

Уравнения тройной корреляции показывают, что трудоемкость арматурных работ (T_a) находится в положительной зависимости от удельного насыщения балки ненапрягаемой арматурой (A в кг/м^3) и в отрицательной зависимости от удельного содержания арматурных сеток (C в $\%$ от веса ненапрягаемой арматуры).

Зависимость трудоемкости работ по изготовлению, установке и натяжению пучков (T_n) от удельного насыщения балки напрягаемой арматурой (H в кг/м^3) определяется из уравнений парной регрессии

$$T_n = 1,3 + 0,085 H \quad (I)$$

$$T_n = -0,4 + 0,063 H \quad (II)$$

Уравнения трудоемкости опалубочных работ (T_m) в зависимости от модуля опалубливания (M в $\text{м}^2/\text{м}^3$) имеют следующий вид:

$$T_m = 0,6 + 0,49 M \quad (I)$$

$$T_m = -0,6 + 0,46 M \quad (II)$$

Трудоемкость работ по укладке бетонной смеси (T_c) выражена уравнениями множественной корреляции.

$$T_c = -1,3 + 0,012 A_n + 0,06 M \quad (I)$$

$$T_c = -0,8 + 0,008 A_n + 0,07 M \quad (II)$$

где $A_n = A + H$ в кг/м^3

Полная трудоемкость изготовления балок (T в чел-час/ м^3) определена, как функция следующих аргументов:

удельного насыщения балки ненапрягаемой арматурой;
удельного насыщения балки напрягаемой арматурой;
модуля опалубливания балки.

Исследование совокупного влияния четырех переменных позволило получить уравнения множественной корреляции, определяющие величину полной трудоемкости изготовления балок в следующей форме:

$$T = 0,9 + 0,051 A + 0,084 H + 0,49 M \quad (I)$$

$$T = 2,5 + 0,041 A + 0,078 H + 0,47 M \quad (II)$$

Полученные уравнения имеют следующие пределы применения:

$$\begin{aligned} 80 \text{ кг/м}^3 &< A < 180 \text{ кг/м}^3 \\ 60 \text{ кг/м}^3 &< H < 120 \text{ кг/м}^3 \\ 6 \text{ м}^2/\text{м}^3 &< M < 12 \text{ м}^2/\text{м}^3 \end{aligned}$$

Практически уравнения охватывают все разнообразие конструкций балочных пролетных строений железнодорожных мостов пролетами от 18 до 33 м.

Средняя ошибка точности полученных уравнений множественной корреляции, определенная путем сопоставления расчетной и фактической трудоемкости, не превышает 4%.

Оценка достоверности корреляционной связи с математической стороны проведена по методу английского теоретика статистики Р. Фишера. Метод Р. Фишера, как известно, дает этот критерий в такой форме, которая позволяет определить существенность коэффициента корреляции непосредственно по его значению.

Корреляционный анализ дал возможность в наглядной графической и достаточно точной математической форме вскрыть и описать закономерности изменения взаимосвязанных показателей.

IV. Анализ технико-экономических показателей производства железобетонных предварительно напряженных пролетных строений мостов

Математическое изложение закономерности изменения трудоемкости, проведенное при помощи методов корреляции, позволило установить достаточно точное количественное влияние различных факторов при изготовлении балок по двум основным технологическим схемам — стендовой и поточно-агрегатной.

В зависимости от удельного насыщения балки обычной и напрягаемой арматурой, модуля опалубливания балки и способов изготовления затраты труда на 1 м³ бетона составляют 10,4—19,6 ч-час.

Структура трудоемкости изготовления балок различной длины показывает, что в среднем 30—31% затрат труда расходуется на работу по обычной арматуре, 30—34% на работу по напрягаемой арматуре, 25—30% на сборку и разборку опалубки, 9—11% на укладку бетонной смеси.

В результате проведенного анализа затрат труда по элементам выявлены резервы повышения производительности труда отдельных видов работ.

Установленные корреляционные зависимости позволили дать количественную оценку ряда предложений, направленных к улучшению технико-экономических показателей изготовления предварительно напряженных пролетных строений. Так например:

применение проволоки с пределом прочности на разрыв равным 170 кг/мм^2 взамен проволоки с пределом прочности 150 кг/мм^2 позволяет снизить трудоемкость изготовления балок в среднем на 4%;

внедрение предложенной МИИТОм конструкции пролетного стропения с предварительно напряженной вертикальной арматурой в стенке балки позволяет снизить трудоемкость изготовления балок примерно на 15%;

изготовление для строящегося моста через р. Днепр в Днепропетровске балок по поточно-агрегатной технологии обеспечивает снижение трудоемкости на 27,6 тыс. чел-часов по сравнению с вариантом изготовления балок на стационарных стендах.

При оценке и анализе технико-экономических показателей себестоимости изготовления балок рассматривалась, как сумма затрат на материалы и затрат на переработку.

Результаты анализа показали, что себестоимость переработки составляет от 31 до 59 руб. на 1 м^3 бетона, а по удельному весу от 39 до 53% от полной себестоимости.

В общем виде затраты на переработку были определены, как сумма затрат на заработную плату, энергоресурсы, цеховые и общезаводские расходы и амортизационные отчисления.

В результате анализа получены уравнения и графики, которые позволяют дать количественную оценку зависимости себестоимости переработки от трудоемкости изготовления балок и их длины.

Себестоимость изготовления балок рассмотрена также и в другом аспекте, как сумма двух видов затрат — постоянных, размер которых не зависит от объема выпуска продукции и переменных, величина которых пропорциональна объему выпускаемой продукции. Получено уравнение, устанавливающее, что себестоимость изготовления балок с увеличением объема выпуска, при прочих равных условиях, изменяется по гиперболическому закону. Дана количественная оценка зависимости себестоимости изготовления балок от объема выпуска продукции, путем определения численного значения параметров этого уравнения для всей серии типовых пролетных строений. Полученные уравнения и графики позволили дать количественную оценку известного вывода, что увеличение выпуска продукции с технологической линии является важнейшим резервом снижения себестоимости продукции. Установлено, что сравнение себестоимости изготовления балок по различным технологиям, проведенное без учета объема выпуска продукции приводит к искажению результатов и не может считаться научно обоснованным.

Производительность технологической линии определена по урав-

нению, учитывающему прямую зависимость объема выпуска от количества стендов (стационарных или передвижных), годового фонда рабочего времени, объема одного изделия и обратную зависимость от продолжительности цикла изготовления одной балки.

Продолжительность цикла определена путем построения графиков, рассчитанных по опыту передовых предприятий по возможному выпуску балок на каждой линии с учетом рациональной организации бригад рабочих и максимального использования стендов, оборудования и установок.

В результате проведенного анализа дана количественная оценка важнейших резервов повышения производительности технологических линий: снижения трудоемкости работ и сокращения периода термовлажностной обработки бетона.

Сравнение полученных технико-экономических показателей дало возможность комплексно оценить конструктивные особенности балок, технологию и экономику производства. Цель сравнения заключается в выборе технически более эффективного и экономически наиболее рационального способа изготовления предварительно напряженных пролетных строений железнодорожных мостов.

Сравнение трудоемкости, проведенное путем сопоставления полученных уравнений множественной корреляции, показало, что в среднем затраты труда при изготовлении балок по поточно-агрегатной технологии на 25% ниже, чем при изготовлении балок на стационарных стендах.

Себестоимость переработки при изготовлении балок по поточно-агрегатной технологии в среднем на 21—26% ниже, чем при стендовой технологии. Себестоимость изготовления балок на стационарных стендах на 11—14% выше, чем при поточно-агрегатной технологии.

Сравнение всего комплекса технико-экономических показателей изготовления балок предварительно напряженных пролетных строений длиной 22,9 м по различным технологиям приведено в таблице (в %).

№ п/п	Наименование показателей	По первоначальной технологии ШНИИС	По стендовой технологии	По поточно-агрегатной технологии
1.	Трудоемкость изготовления	100	36	28
2.	Себестоимость изготовления	100	72	65
3.	Себестоимость переработки	100	66	50
4.	Годовая производительность технологической линии	100	236	450
	Удельные капиталовложения	100	192	165
6.	Расход пара	100	80	59

Непрерывное совершенствование технологии изготовления сборных железобетонных пролетных строений в СССР позволило за 10 лет снизить трудоемкость работ более, чем в 3 раза и себестоимость балок на 35%.

ВЫВОДЫ

1. В результате проведенного исследования установлено, что при выборе конструкций и наиболее рационального способа изготовления предварительно напряженных пролетных строений нельзя ограничиваться сравнением расхода материалов, а необходимо учитывать возможную трудоемкость и себестоимость изготовления балок по различным технологиям.

Важнейшим резервом снижения стоимости изготовления предварительно напряженных пролетных строений является совершенствование технологии производства работ. Стоимость основных материалов, расходуемых на изготовление пролетных строений составляет даже на передовых предприятиях только 47—61% от всех затрат. Это означает, что на переработку этих материалов в конструкцию расходуется около 50% всех затрат.

2. Предварительно напряженные железобетонные балки пролетных строений длиной до 33 м на заводах МЖБК и централизованных полигонах, как установлено исследованием, целесообразно изготавливать поточно-агрегатным способом с натяжением арматуры до бетонирования на передвижных (катучих) стендах или кассетах, передвигаемых по технологической линии, включающей пропарочные камеры тоннельного типа.

В современных условиях поточно-агрегатная технология является технически и экономически наиболее рациональной. В этой технологии, которая сформировалась в результате разработок ЦНИИС, Мостостроя-1, ЦПКБ Мостотреста и Ленгипротрансмоста объединены лучшие методы производства отдельных работ, выявленные в ранее освоенных технологиях:

- способ натяжения арматуры до бетонирования и конструкция каркасно-стержневых анкеров, предложенные МИИТ;

- мощные арматурные пучки, предложенные ЦНИИС;

- натяжение пучков домкратами двойного действия, впервые освоенное при изготовлении мостовых балок Мостопоездом № 443 Мостотреста;

- применение криволинейных пучков и открытых стендов, предложенное Мостостроем-1;

- сборка арматурных каркасов балок на монтажных кондукторах-шаблонах, предложенных арматурщиком-новатором Мостостроя-1 И. П. Кривоколыско;

- изготовление балок по поточно-агрегатному методу в пере-

движных опалубках-поддонах при натяжении арматуры после бетонирования, впервые освоенное Мостопоездом № 421 и Мостоотрядом-4 Мостотреста;

— использование двухсекционных пропарочных камер тоннельного типа, впервые освоенных на Дмитровском заводе МЖБК.

3. Внедрение поточно-агрегатной технологии изготовления предварительно напряженных пролетных строений обеспечивает повышение производительности труда на 22—25% и снижение себестоимости изготовления балок на 11—14% по сравнению с изготовлением балок по стендовой технологии.

Годовая производительность поточно-агрегатной технологической линии на 60—90% выше, чем производительность технологической линии стационарных стендов.

Внедрение поточно-агрегатной технологии изготовления предварительно напряженных пролетных строений позволит ежегодно на предприятиях Госкомитета по транспортному строительству СССР в среднем экономить не менее 50 тыс. чел.-дней и 1100 тыс. руб.

4. Дальнейшее снижение себестоимости и трудоемкости изготовления сборных железобетонных предварительно напряженных балочных пролетных строений может быть обеспечено путем реализации следующих резервов:

освоения производства унифицированных бездиафрагмовых пролетных строений, технический проект которых разработан Гипротрансмостом Ленгипротрансмостом, Союздорпроектом и ЦПКБ Мостотреста;

— внедрения предложения ЦНИИС по применению для армирования балок стержневой высокопрочной арматуры, напрягаемой электротермическим методом;

снижения отходов высокопрочной проволоки при натяжении пучков домкратами двойного действия;

— внедрения предложения МИИТа по применению напрягаемых хомутов из высокопрочной стержневой арматуры;

— внедрения предложений ЦНИИС по применению безбалластных пролетных строений;

— тщательной отработки вопросов, связанных с термовлажной обработкой бетона.

5. Применение при исследовании методов теории корреляции позволило изложить в достаточно строгой математической форме объективно существующие закономерности, которым, в условиях определенной установившейся технологии, подчиняется трудоемкость выполнения различных видов работ при изготовлении предварительно напряженных пролетных строений мостов.

Выявленные закономерности позволили дать не только качественную оценку изменения величины трудоемкости изготовления

предварительно напряженных пролетных строений по основным технологическим схемам производства.

Установленные закономерности могут быть применены:

— для анализа трудоемкости изготовления проектируемых балок различного очертания с различным насыщением бетона обычной и напрягаемой арматурой;

— для оценки эффективности применения напрягаемой арматуры с более высокими прочностными показателями;

— для оценки эффективности предложений, направленных на уменьшение веса ненапрягаемой арматуры;

— для сравнения трудоемкости изготовления балок по стендовой и поточно-агрегатной технологии;

— для определения трудоемкости при составлении смет;

— для определения величины трудоемкости изготовления балок при планировании производства на заводах железобетонных конструкций:

для выявления резервов повышения производительности труда при изготовлении балок.

Применение теории корреляции при исследовании закономерностей формирования технико-экономических показателей в мостостроении предпринято впервые. Но и на первом этапе исследования выявлена эффективность использования численных, количественных и достаточно точных математических зависимостей по сравнению с описательными качественными методами.

Принятая в диссертации методика исследования трудоемкости, основанная на теории корреляции, может быть в первую очередь рекомендована для выявления закономерности изменения затрат труда при изготовлении и погружении железобетонных оболочек для фундаментов опор мостов и при сооружении железобетонных предварительно напряженных пролетных строений мостов больших пролетов.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих трудах:

1. Карасик М. Е. «Изготовление железобетонных предварительно напряженных балочных пролетных строений мостов (сравнение существующих технологий)» Оргтрансстрой, Москва, 1961.

2. И м и л ь А. И., Каменцев В. П., Карасик М. Е. Мой ж е с Л. Б. «Поточно-агрегатная технология изготовления мостовых предварительно напряженных железобетонных конструкций». Оргтрансстрой, Москва, 1961.

3. Карасик М. Е. «Трудоемкость изготовления сборных пролетных строений мостов из предварительно напряженного железобетона». Жур. «Промышленное строительство и инженерные сооружения», № 4, 1960.

4. К а р а с и к М. Е. «Выбор рациональной технологии изготовления предварительно напряженных балочных пролетных строений». Жур. «Бетон и железобетон» № 10, 1962.

5. К а р а с и к М. Е., Е г о р о в Б. Ф. «Опыт работы передовых строителей железнодорожных мостов». Трансжелдориздат, 1955.

6. К а р а с и к М. Е. «Передовой опыт работы арматурщика Мостостроя-1 И. П. Кривоколыско. Оргтрансстрой, Москва, 1956.

7. Б а р е н б о й м И. Ю., К а р а с и к М. Е. «Изготовление предварительно напряженных пролетных строений мостов на полигоне». Оргтрансстрой, Москва 1957.

8. К а р а с и к М. Е., М и т р о ф а н о в Ю. М., М о р а ч е в с к и й Н. А. «Сборный железобетонный путепровод у ст. Кунцево». Оргтрансстрой, Москва, 1958.

9. К а р а с и к М. Е. «Никогда не успокаиваться на достигнутом», Сборник «Новаторы транспортного строительства». Оргтрансстрой, Москва, 1958.

10. К а р а с и к М. Е., М и л е й к о в с к и й М. А. «Изготовление предварительно напряженных пролетных строений без каналов с упорными прорезями опирания пучков». Оргтрансстрой, Москва, 1959.

11. К а р а с и к М. Е., Р о з е н к о В. В. «Бригадир монтажников В. А. Ягола». Оргтрансстрой, Москва, 1959.

12. К а р а с и к М. Е. «Поточно-агрегатная технология изготовления мостовых предварительно напряженных железобетонных конструкций (обзор сообщений). Сборник «Доклады и сообщения на совещании по обмену опытом изготовления и монтажа сборных предварительно напряженных пролетных строений». Москва, 1962.

13. Б ы л л о Г. И., К а р а с и к М. Е., К р о н ф е л ь д Б. Д., С е м и н Д. П. «Изготовление на подвижных стендах цельноперевозимых железобетонных предварительно напряженных пролетных строений пролетом 33,5 м под железнодорожную нагрузку». Оргтрансстрой, Москва, 1963.

14. К а р а с и к М. Е. «Технико-экономические показатели сооружения железобетонных предварительно напряженных пролетных строений автодорожных и городских мостов больших пролетов». Оргтрансстрой, Москва, 1963.

Объем опубликованных работ автора по теме диссертации составляет около 30 печатных листов.

Основные положения диссертации докладывались автором и были одобрены на ряде технических совещаний, семинаров и конференций научно-исследовательских, проектных и мостостроительных организаций и, в частности:

- на секции строительства мостов Технического совета Государственного комитета по транспортному строительству СССР;
- на Всесоюзном совещании мостостроителей;
- на семинаре Оргтрансстроя;
- на кафедре «Мосты» Днепропетровского института инженеров железнодорожного транспорта.

Типография Днепропетровского металлургического института,
г. Днепропетровск, просп. Ю. Гагарина, 4.
Зак. № 2589, Тир. 120. Подп. к печ. 17. XII. 63 г. БТ 14590. Объем 1 печ. л.

НТБ
ДНУЖТ