

ЭОХ

На правах рукописи

Министерство высшего и среднего специального
образования СССР

Челябинский политехнический институт
имени Ленинского комсомола

КОЗИН Владимир Павлович

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ И ОРГАНИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВА НА ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ЦИКЛА ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

(на примере Челябинского ордена Трудового Красного
Знамени завода металлоконструкций им.С.Орджоникидзе)

Специальность 05.23.01 - "Строительные конструкции"

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Челябинск
1973

Челябинский
политехнический институт
БИБЛИОТЕКА

Работа выполнена на кафедре металлических и деревянных конструкций Челябинского политехнического института имени Ленинского комсомола.

Научный руководитель - доцент, кандидат технических наук
КУЗНЕЦОВ А.Ф.

Консультант - профессор АБАРИНОВ А.А.

Официальные оппоненты - доктор технических наук
САХНОВСКИЙ М.М. и
кандидат технических наук
СМИРНЯЧИН Ю.В.


Ведущее предприятие - Челябинский завод металлоконструкций им.С.Орджоникидзе

Автореферат разослан "10" августа 1973 г.

Защита состоится "19" сентября 1973 г., в 15 час., в ауд. 428 на заседании Совета по присуждению ученых степеней инженерно-строительного факультета Челябинского политехнического института им. Ленинского комсомола.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Просим Вас и сотрудников Вашего учреждения, интересующихся темой диссертации, принять участие в заседании Совета и прислать отзыв на автореферат в 2-х экземплярах, заверенных печатью, по адресу: 454044, г. Челябинск, проспект им. В.И. Ленина, 76, главный корпус, ученому секретарю Совета института тел. 39-39-64.

Ученый секретарь Совета
кандидат технических наук,
доцент  В.В. КАЛПАНОВ

Пятилетний план развития народного хозяйства предусматривает увеличение применения металлоконструкций в строительстве в 3 раза. Одним из путей решения проблемы увеличения выпуска металлоконструкций, наряду со строительством новых и реконструкцией существующих заводов металлоконструкций (ЗМК), является повышение производительности труда за счет совершенствования технологии и организации производства.

Расширение области применения металлических конструкций в строительстве, ставит перед металлостроителями целый ряд проблем.

Вопросам снижения стоимости и массы металлоконструкций за счет применения сталей повышенной и высокой прочности, разработки и внедрения новых конструктивных форм и экономичных профилей проката, совершенствования методов расчета и увеличения долговечности конструкций, на основе исследований действительной их работы, посвящено большое количество исследований. Значительно меньше внимания уделяется вопросам совершенствования технологии заводского изготовления металлоконструкций.

Реферируемая работа посвящена изучению влияния конструктивно-технологических особенностей металлоконструкций на длительность цикла их изготовления.

Диссертация состоит из 4 глав и приложений. Основная часть содержит 137 стр. машинописного текста, 17 рис. и 17 таблиц, приложения - 62 стр.

В главе I дан обзор исследований длительности производственного цикла в машиностроении и при производстве металлоконструкций.

Одним из наиболее важных показателей, полно характеризующим уровень организации производства на предприятии, является длительность производственного цикла. Сокращение длительности цикла - одна из центральных задач совершенствования организации и управления производством. При сокращении длительности цикла на предприятии, как правило, повышается производительность труда и увеличивается выпуск продукции. Данные по длительности цикла позволяют также проводить календарно-плановые расчеты, обеспечивающие равномерность производства на взаимосвязанных участках, установить программу запуска изде-

лий в производство и сроки выпуска продукции. В непосредственной зависимости от длительности цикла находятся календарные планы материальной и организационной подготовки производства.

На длительность производственного цикла большое влияние оказывают конструктивная форма изделия, его технологические показатели, а также организация труда на различных участках.

В машиностроении изучению длительности цикла и влиянию на нее различных факторов уделяется большое внимание. Эти вопросы рассматриваются в работах Думлера С.А., Ефимова А.И., Крепина П.В., Нелидова И.Е., Хейнмана С.А., Розенберга И.А., Топлова Г.В., Татевосова К.Г. и многих других. Длительность цикла отражена и в нормативно-инструктивных материалах по машиностроению.

Заводы металлоконструкций по характеру производства наиболее близки к машиностроительным заводам, выпускающим индивидуальную продукцию. Распределение времени по различным составляющим длительности цикла, принятое в машиностроении, может быть использовано и при анализе деятельности ЗМК. Основными составными элементами длительности цикла является время операций и перерывы в рабочее и нерабочее время. Особый интерес, при изучении длительности цикла, представляют перерывы в рабочее время обусловленные: неравенством производственных ритмов, работой партиями, неполной специализацией рабочих мест, страховыми заделами и случайными обстоятельствами, так как это основной резерв сокращения длительности цикла.

Как правило, первым этапом изучения длительности цикла является определение ее фактической величины. Эта работа проводится несколькими способами: на основе анализа оперативной документации и отчетных данных завода, путем сопоставления незавершенного производства со среднесуточным выпуском продукции, организацией непосредственных наблюдений на производственных участках. Наиболее трудоемок метод непосредственных наблюдений, однако он дает наиболее полные и достоверные результаты.

Методы расчета длительности цикла, применяемые в машиностроении, с некоторой корректировкой приемлемы и для ЗМК. Основной задачей при этом является получение исходных данных на основе анализа фактической длительности цикла производства.

Следует отметить, что вопросам совершенствования технологии и организации производства металлоконструкций посвящено небольшое количество работ. Можно указать на работы Абаринова А.А., Беляева В.И., Сахновского М.М., Дихтарникова Я.М., Чеснокова А.С., Кузнецова А.Ф., Стрелецкого Д.И., Краснова В.И. и некоторых других. Вопросам длительности цикла изготовления металлоконструкций посвящена лишь одна работа, проведенная Р.Н. Лановским совместно с работниками заводов металлоконструкций в 1954-59 гг. Исследования были основаны на анализе маршрутно-технологической документации. В результате были получены величины средней продолжительности цикла изготовления конструкций, которые составляли в 1952-54 гг. 23-26 дней. Исследования, проведенные на Челябинском ЗМК в 1957-59 гг. показали, что эта величина сократилась до 18,5-20,5 дней. Среднее отношение нормативной трудоемкости конструкций к полной длительности цикла составляло 0,1, т.е. время пролеживания было более 90% от времени пребывания конструкций в цехах.

Анализ резервов сокращения длительности цикла позволил предложить плановую длительность цикла на средний (по массе конструкций) чертеж в 16 суток.

Принятая Р.Н. Лановским методика не позволяет достаточно точно определить затраты времени на различные операции, периоды и причины пролеживания, влияние на длительность цикла конструктивно-технологических показателей изделий, параллельность выполнения операций и другие важные факторы.

Поэтому в настоящей работе, были поставлены следующие задачи:

1. Экспериментально исследовать длительность цикла изготовления различных металлоконструкций в условиях индивидуального производства, характерных для большинства отечественных ЗМК.

2. Выявить степень влияния на длительность цикла конструктивно-технологических показателей конструкций и особенностей организации производства на ЗМК.

3. Выявить резервы сокращения длительности цикла по всем этапам изготовления конструкций и возможности их использования.

4. Для целей планирования производства на ЗМК дать реко-

мендации по методике расчета длительности цикла.

5. Определить экономическую эффективность сокращения длительности цикла.

В качестве базы для проведения исследований, был выбран Челябинский завод металлоконструкций им.С.Орджоникидзе по следующим соображениям. Это один из старейших в стране заводов с установившейся технологией и организацией производства. Большая производственная мощность не позволяет специализировать завод на узкую номенклатуру изделий. По данным, приведенным в справочнике технико-экономических показателей работы заводов металлоконструкций за период 1965-1970 г.г. (выпуск института Прометаллоконструкция), Челябинский ЗМК, по большинству показателей является передовым предприятием среди отечественных заводов.

Разумеется, выводы по реализации выявленных на Челябинском ЗМК резервов сокращения длительности цикла и повышения производительности труда, можно распространить и на все другие заводы.

Во II главе дана методика экспериментального определения длительности цикла изготовления металлоконструкций, отражены особенности организации производства в цехах обработки полуфабриката и приведен анализ результатов фотографии цикла изготовления деталей металлических конструкций различного типа.

Неспециализированные ЗМК (по виду выпускаемой продукции и ее повторяемости) в соответствии с машиностроительными нормативами относятся к предприятиям с единичным характером производства. Для такого вида производства характерны следующие особенности: нерегулярная повторяемость через длительные промежутки времени или полная неповторяемость выпускаемой продукции; малые масштабы выпуска повторяющейся продукции; большое разнообразие наименований продукции в производственной программе предприятия, цехов и участков.

Малые масштабы выпуска одинаковой продукции требуют частых переналадок оборудования; смены сортов и марок сталей, подвергающихся обработке; освоения новых работ по новым чертежам и техническим условиям. Это, в свою очередь, приводит к необходимости использования универсального оборудования с ши-

роким диапазоном настроек, более простой и менее производительной оснастки, универсального инструмента. Люди, занятые на основных операциях как правило - рабочие-универсалы со специализацией по группам оборудования, имеющие навыки выполнения различных работ на различных станках и машинах.

Нормативная база единичного производства так же неустойчивы, как и условия производства на рабочих местах.

Система планирования, применяемая на ЗМК повзавная, Большое количество заказов, находящихся одновременно в производстве, и постоянный запуск в производство новых чертежей обуславливают очень короткий период технической подготовки производства. Это затрудняет внедрение оперативного планирования, равномерную и полную загрузку оборудования, комплектную выдачу деталей и конструкций, удлиняет цикл изготовления конструкций.

Существенное влияние на организацию производства и длительность цикла оказывает большой объем маршрутно-технологической документации. Исследования, проведенные на Челябинском ЗМК, показали, что при существующей длительности цикла и мощности завода около 100-120 тыс. тонн конструкций в год, одновременно в работе на всех участках производства находится до 600 чертежей и более 20 тысяч нарядов на отдельные операции.

Для определения действительной длительности цикла изготовления конструкций и его составных элементов в 1969-71 г.г. на Челябинском ЗМК была проведена экспериментальная фотография цикла изготовления деталей и конструкций.

Методика проведения фотографии цикла изготовления деталей была принята следующей. На каждую партию деталей запускаемой в производство, оформлялся специальный дубликат сопроводительного листа (количество сопроводительных листов колеблется от 4 до 35 на 1 чертеж КМД, в зависимости от вида конструкции), на котором фиксировались начало и конец каждой операции. Наблюдения проводилось группой наблюдателей, каждый из которых закреплялся за группой станков (2-3 станка, расположенных рядом). При подаче к станку партии деталей для обработки одновременно передавался наблюдателю соответствующий сопроводительный лист. Наблюдения велись непрерывно во все смены.

Всего в цехах обработки полуфабриката было охвачено наб-

поданием более 1800 партий деталей, общей массой более 5000 тонн (около 120000 штук деталей). За период эксперимента было отработано более 1400 чел.-смен. Наблюдение за каждой партией деталей начиналось с момента подачи металла на первую операцию (правка или резка) и заканчивалось в момент приема их на склад полуфабриката.

Обработка результатов эксперимента и других данных проводилась обычными методами математической статистики и теории корреляции.

Результаты эксперимента показали, что длительность цикла изготовления полуфабриката в значительной степени зависит от типа деталей. Среднее значение длительности цикла изготовления партии деталей по одному сопроводительному листу составляет от 20 до 50 часов в зависимости от их типа.

Время основных операций при изготовлении полуфабриката составляет 6-16% от общего времени пребывания деталей в цехе. Межоперационное пролеживание, составляющее 94+84% от длительности цикла можно разделить на два периода: пролеживание в нерабочие дни и смены и пролеживание в рабочее время. Первый период зависит от режима работы цехов и участков. Он занимает 40% при двухсменной и 24% при трехсменной работе. Второй период, являющийся основным резервом сокращения длительности цикла, составляет соответственно 53-68%.

Хронометраж показал, что транспортные операции делятся лишь 3-5 минут каждая, исключая случаи пролеживания деталей на вагонетках в ожидании выгрузки. Общие затраты времени на транспортные операции на каждый сопроводительный лист зависят от количества передаточных партий и числа операций, которым подвергаются детали. Т.к. продолжительность отдельных операций часто незначительна, а передач с одной операции на другую много, транспортные операции составляют от 8,5 до 32,5% от общей трудоемкости изготовления деталей, занимая в общей длительности цикла изготовления деталей 0,5+2,5% времени.

Одной из причин увеличения длительности цикла являются простои оборудования по различным причинам. Анализ этого периода особенно важен, т.к. его сокращение непосредственно оказывает влияние на повышении производительности труда.

В 1972 году была проведена работа по экспериментальному определению и анализу причин простоев основных видов оборудования в цехах обработки полуфабриката.

Для получения необходимых данных были зафиксированы величина и причины простоев для 8 основных видов оборудования в течение 10-12 смен. Величина потерь рабочего времени для различных станков составила $2,2 \pm 10\%$, (т.е. от 0,17 до 0,80 часа за 8 часовую рабочую смену). Основные причины простоев: отсутствие работы (не поданы к станку детали), ожидание крана, поломки оборудования, ожидание разметки. В то же время необходимо отметить неполное использование времени на отдых, а также настройку и обслуживание станков, предусмотренное нормами. Этот фактор, по видимому, можно отнести к отрицательным, т.е. сокращение времени на обслуживание станков приводит к быстрому износу и поломкам оборудования.

Особое внимание следует обратить на вспомогательные работы, во время проведения которых рабочие-станочники заняты, а станок простаивает. В состав этих работ входит: подача металла к станку, раскладка его в зоне работы станка, уборка обработанных деталей и некоторые другие. На многих станках эти работы занимают от 20 до 30% рабочего времени. При проведении несложных оргтехнических мероприятий (удлинение путей газорезательных машин, применение упоров при раскладке металла и т.д.) эти работы смогут выполнять вспомогательные рабочие, что на 10-15% увеличит время производительной работы станков.

Распределение времени цикла изготовления деталей приведено в табл. I.

При обработке результатов фотографии цикла была предпринята попытка установить корреляционную зависимость между длительностью цикла и такими факторами, как масса, количество и трудоемкость обработки деталей. Такой зависимости обнаружить не удалось по вполне объяснимым причинам: эти факторы влияют лишь на 0,1 часть длительности цикла (время операций). Основной составной частью длительности цикла является межоперационное пролеживание. Этим объясняется удовлетворительная связь ($r = 0,85$; $\sigma = \pm 15$) длительности цикла и количества технологических операций ($N_{\text{топ}}$), которые проходят детали:

Таблица I
Некоторые характеристики длительности цикла обработки деталей различного типа

№ пп детали	Т и п	Рассмотрено			Время обработки деталей (час)			Использование ра-			Непродуктивное время (7-8): ?	На I со-проводит.	На I мист	На I тонны
		Сопроводит. шт.	деталей (шт.)	Масса всех деталей (тонн)	Непродуктивное время	Катендарное время	Время за вычетом пера-	Плотность цикла	Очередное время	Очередное время				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
1.	Лист $\varnothing \leq 20$ мм мелкий	260	40532	182,7	883	11850	7110	0,075	0,117	0,40	3,20	4,56		
2.	Лист $\varnothing \leq 20$ мм крупный	129	5656	724,9	711	7477	5680	0,095	0,125	0,24	5,50	0,98		
3.	Лист $\varnothing > 20$ мм мелкий	26	1179	77,9	195	2257	1580	0,087	0,123	0,30	7,80	2,53		
4.	Лист $\varnothing > 20$ мм крупный	66	1466	489,0	770	4721	3585	0,163	0,215	0,24	11,65	1,57		
5.	Уголок $\varnothing \leq 20$ мм мелкий	123	12393	115,0	318	5090	3445	0,062	0,025	0,30	2,59	2,76		
6.	Уголок $\varnothing \leq 20$ мм крупный	164	10493	356,0	642	6210	4710	0,104	0,135	0,25	3,91	1,80		
7.	I, [N ^o ≤ 30 мелкий	41	1113	72,1	123	1596	1212	0,077	0,101	0,24	3,00	1,71		
8.	I, [N ^o ≤ 30 крупный	84	3692	361,3	338	3550	2700	0,095	0,125	0,24	4,02	0,94		
9.	I, [N ^o > 30 крупный	52	562	124,4	265	3520	2675	0,075	0,099	0,24	5,10	2,13		
10.	Труба	40	1517	239,1	267	1820	1382	0,147	0,193	0,24	6,68	1,12		

$$T_{ц} = 5,0 + 9,5 n_{тон} (\text{час})$$

Отсюда видно, что за 9,5 часов партия деталей проходит лишь одну операцию. Следовательно, большое значение для сокращения цикла имеют мероприятия по совмещению операций (например, резка с одновременным снятием фасок).

Всю массу деталей по конструктивно-технологическим признакам можно разбить на отдельные типы (классы).

Тип детали определяется технологическим маршрутом, который зависит от вида проката, размеров, формы и технологических возможностей имеющегося оборудования. Анализ маршрутов деталей на Челябинском ЭМК, имеющем характерный для других заводов набор оборудования, позволил разделить всю массу деталей на 16 типов.

Работа по классификации деталей была проделана автором совместно с А.Д. Дедухом в 1970 г. Для каждого класса (все детали разбиты на 14 классов), в результате статистической обработки данных фотографии цикла изготовления деталей, были получены значения удельной (на 1 т деталей) трудоемкости отдельных операций, средневзвешенная трудоемкость 1 т деталей и некоторые другие технологические характеристики. Наличие такого классификатора деталей позволяет проводить календарно-плановые расчеты и расчет загрузки оборудования без рабочих детализированных чертежей (КМД), при условии что известно распределение металла в конструкции по классам деталей и общая масса однотипных конструкций, подлежащих изготовлению.

Анализ чертежей КМД, выполненных в конструкторском отделе Челябинского ЭМК, показал, что распределение металла по видам деталей для конструкций определенного типа достаточно стабильно. Это позволяет разработать классификаторы конструкций, в основу которых положены данные по распределению металла по типам деталей для каждого конструктивного элемента. На основе этого анализа был разработан классификатор конструкций промышленных зданий и доменного комплекса. В основу классификация положена разбивка сооружений на отдельные элементы приняты в прейскуранте № 01-09 "Оптовые цены на строительные стальные конструкции", 1967 г.

В конструкциях одноэтажных промзданий было выделено 47, а в доменном комплексе 92 класса.

Для получения средних показателей, для каждого класса было отобрано по 10-12 чертежей-типопредставителей КМД, из различных объектов 1966-1971 гг. Для каждого чертежа определялись конструктивно-технологические показатели, а затем выводилось их среднее значение.

Кроме распределения металла по типам деталей классификатор конструкций включает и такие показатели как количество наименований отправочных марок, сборочных марок, сопроводительных листов на I чертеж, а также среднее количество сборочных марок на I отправочную.

Необходимо отметить, что разработанные классификаторы могут быть использованы не только для календарно-плановых расчетов. Они применяются для определения загрузки поточных линий при проектировании новых заводов.

Основной учетной единицей в цехах завода является чертеж. Поэтому расчет длительности цикла необходимо проводить именно для чертежа, а не для I тонны конструкций. Анализ фотографии цикла изготовления деталей показал, что средняя длительность цикла изготовления деталей по одному чертежу равна 6-7 суток (колебания от 3 до 19 суток), причем, это время не зависит от трудоемкости изготовления или массы конструкций на чертеже. Такую величину нельзя считать оптимальной, она слишком велика. Опытное составление почасовых графиков с учетом фактических затрат времени на станках, полной загрузки оборудования и необходимого времени на транспортные операции, показало, что любой реальный чертеж должен проходить цех обработки полуфабриката за 2-3 суток. Основные причины удлинения срока изготовления деталей состоят в несвоевременном запуске части деталей в производство, который осуществляется, как правило, без учета реальной загрузки отдельных переделов. Внедрение календарно-плановых расчетов позволяет определить реальность намечаемых программ (сопоставить потребное время по каждой операции с имеющимся фондом). Эти расчеты можно выполнять на основе описанных выше классификаторов деталей и конструкций. Совершенствование диспетчерского управления в цехах обработки полуфабриката, его механизация (а затем и автоматизация) будет способствовать сокращению длительности цикла.

При правильной очередности запуска деталей в производство цикла изготовления полуфабриката по чертежу определяет ведущая группа деталей. Под ведущей группой следует понимать ту часть деталей, изготавливаемых по данному чертежу, которые проходят по одному потоку и имеют максимальную трудоемкость. Исключением из этого правила могут быть конструкции, для которых часть деталей проходит перед общей сборкой промежуточные цехи (кузница, цех изготовления сварных двутавров и др.).

В главе III рассмотрены результаты фотографии цикла в сборосварочных цехах.

Основным отличием организации труда в сборосварочных цехах (по сравнению с цехами обработки полуфабриката) является небольшое количество операций при их значительной трудоемкости. Основное время занимают сборка и сварка конструкций. Зачистка сварных швов, контроль и правка конструкций после сварки не требуют обычно значительных затрат времени. Часть конструкций после сварки проходит фрезеровку торцов, сверление монтажных отверстий по кондукторам, контрольные и общие сборки.

Другой отличительной особенностью сборосварочных цехов является порядок получения полуфабриката и сдачи конструкций. Полуфабрикат поступает в цех со склада полуфабриката после полной комплектовки чертежа деталями. Сдача крупных конструкций происходит по одной отправочной марке, по мере готовности. Мелкие отправочные марки (элементы связей, фонарей) сдаются партиями, величина которых определяется количеством одинаковых отправочных марок на одном чертеже.

Двутавровые сварные стержни поступают в сборосварочные цехи с участка автоматической сварки. Организация труда на этом участке не отличается от организации труда в других сборосварочных цехах и, поэтому, в дальнейшем показатели по этому участку приводятся вместе с показателями других цехов.

Большое значение для повышения производительности труда имеет специализация цехов и участков. При постоянно меняющейся номенклатуре узкая специализация цехов невозможна, но и в этих условиях можно обеспечить изготовление в одном цехе периодически повторяющихся видов конструкций.

Такая неполная специализация диктуется конструктивно-тех-

нологическими особенностями некоторых конструкций. Некоторые конструкции требуют повышенной точности изготовления, которой можно достигнуть сборной в специализированных кондукторах. Изготовление этих кондукторов требует значительных затрат, и дополнительных производственных площадей. Кроме того габариты цехов и грузоподъемность кранов должны соответствовать габаритам и массе изготавливаемых конструкций.

С учетом перечисленных выше особенностей организации производства в сборосварочных цехах в 1970 г. было проведено экспериментальное определение длительности цикла сборосварочных операций на Челябинском ВМК. При этом за каждым цехом на I смену заиреплялся наблюдатель, который, на специальном бланке, фиксируя поступление в цех полуфабриката, начало и конец операций по каждой отправочной марке.

Были получены данные для 142 чертежей, по которым было изготовлено более 5700 отправочных марок различных конструкций общей массой около 4300 тонн.

Из 142 чертежей удалось выделить восемь групп конструкций, данные по которым приведены в таблице 2. В группу "разных" включены конструкции, которые изготавливались по 1-3 чертежам. Объединение чертежей в группы проводилось по конструктивному подобию.

При обработке результатов эксперимента было установлено, что полученные характеристики длительности цикла для некоторых групп конструкций в значительной степени зависят от количества одинаковых отправочных марок на чертеже, поэтому в таблице 2 они разделены на две группы - до 15 штук на чертеже и более 15 шт.

Из данных приведенных в таблице 2 видно, что плотность цикла в сборосварочных цехах значительно выше, чем в цехах обработки полуфабриката. В некоторых случаях время операций превышает все рабочее время цикла. Это объясняется тем, что этот показатель был получен путем деления суммарной длительности операций на общую длительность цикла, т.е. не учтена параллельность выполнения сборки и сварки, т.к. количество сварщиков, занятых изготовлением конструкций по одному чертежу, зависит от вида изготавливаемой конструкции. Это связано с тем, что со-

Таблица 2
Характеристики длительности сборки и сварки металлоконструкций (ЧЗМК, 1970)

№№ п/п	Тип конструкций	Количество отработанных марок (шт.)			Масса всех отработанных марок (тонн)			Непосредственное время изготовления конструкций (часы)			Время изготовления в целом (часы)			Исполнение работ (5:2)			Распределение времени по операциям (%)		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Сварка	Сборка	Сварка					
1	2																		
1	Двухавровые стержни (участок автосварки)	594	1054	1930	3210	2232	0,60	0,87											
2	Колонны решетчатые	40	304	725	1356	765	0,54	0,95	15,9	78,3	5,8								
3	Стропильные фермы (до 15 штук на чертеже)	48	198	733	1752	1008	0,42	0,68	45	53	2								
4	Стропильные фермы (более 15 штук на чертеже)	423	621	1737	1852	1067	0,94	1,62	45	53	2								
5	Балки сварные (сформленные стержней)	506	955	1416	4387	2402	0,32	0,59	29,5	61,7	8,8								
6	Балки прокатные	697	115	348	1864	1039	0,19	0,34	34,7	44,7	10,2								
7	Связи	2030	248	801	3572	1986	0,22	0,40	32,6	63,2	4,2								
8	Элементы бундеров	146	84	598	1581	857	0,38	0,70	26,4	59,2	14,4								
9	Элементы башен из труб	112	190	1025	1775	936	0,58	1,09	31,9	64,2	3,9								
10	Габаритные емкости	34		393		452	0,57	0,60											
11	Разные конструкции	1094	426	1129	4430	2105	0,25	0,54	43,2	49,2	7,4								

отношение трудоемкости сборки и сварки различно для конструкций разных типов. Большое различие величины плотности цикла (от 0,19 до 0,94) частично объясняется этими же причинами.

Конструкции, изготовленные на специализированных участках (двухавровые стержни, элементы башен, габаритные емкости), имеют более короткий и плотный цикл изготовления, в основном, за счет расчленения операций (последовательная сборка и сварка на нескольких рабочих местах) и более высокой производительности труда при использовании специализированного оборудования.

Значительные затраты времени на зачистку швов и правку конструкций характерны для конструкций с повышенными требованиями к качеству, а также имеющие значительные сварочные деформации (например, элементы стенок бункеров).

Потери рабочего времени, по исследованиям Челябинского отдела НИС-5, проведенным в 1972 году, составляют для сварщиков - 2,39%, для сборщиков - 3,52%. Основные причины потерь - ожидание крана, отсутствие работы (не подан полуфабрикат), исправление брака и др.

Глава IV посвящена разработке методики расчета длительности цикла изготовления металлоконструкций и определению экономической эффективности сокращения этой длительности.

Основными элементами цикла изготовления конструкций являются: изготовление деталей, комплектовка элементов конструкций, сборка и сварка конструкций, зачистка швов и правка после сварки, фрезеровка торцов, сверление монтажных отверстий по кондукторам, контрольная или общая сборка, очистка и окраска, сушка, комплектовка и маркировка.

При определении длительности составных элементов цикла, по результатам проведенных исследований, были приняты следующие основные положения.

Длительность цикла изготовления деталей по чертежу определяется ведущей группой деталей. Ведущую группу деталей можно выделить, используя классификаторы конструкций и деталей.

Партия деталей проходит за смену одну операцию (если эта операция требует пол-смены и более), и две - при меньших затратах времени. Исключение составляют крупные партии деталей, для

которых время, потребное на одну операцию составляет более одной смены.

Пребывание деталей на складе полуфабриката определяется величиной запаса, обеспечивающего бесперебойное снабжение сборочных цехов. По опыту заводов металлоконструкций, этот запас должен быть не менее, чем двухсуточный.

Исследование показали, что действительные затраты времени на сборочные и сварочные операции вполне соответствуют нормативной трудоемкости, поэтому существующие нормы могут быть использованы при определении длительности этих операций. Затраты времени на отделку конструкций после сварки (зачистка швов, правка) зависят от вида конструкции, предъявляемым к ним требованиям по качеству и могут быть учтены коэффициентом, полученным экспериментально.

На основе экспериментальных данных учитывается и параллельность выполнения операций.

Наблюдения проведенные в цехе огрунтовки и окраски конструкций показали, что любая конструкция огрунтовывается в среднем, за 10 минут. Значительно большее время занимает сушка (естественная) конструкций после огрунтовки, длительность которой зависит от применяемого грунта. С достаточной степенью точности, время окраски и сушки конструкций можно принять равным 1 суткам.

Учитывая, что время пребывания деталей на складе полуфабриката и время окраски для всех случаев постоянно, формула для определения длительности цикла изготовления конструкций по чертежу может быть представлена в следующем виде:

$$T_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{сбр}}}{K_{\text{сбр}}} + \left(\frac{t_{\text{сб}}}{2} + t_{\text{св}} \right) \frac{K_{\text{з}}}{K_{\text{сб}} K_{\text{св}} C_{\text{нар}}} + \frac{t_{\text{к}} \text{сб}}{n K_{\text{сб}} K_{\text{св}}} + 94 \text{ (час)},$$

где $T_{\text{обр}}$ - затраты времени на изготовление ведущей группы деталей;

$K_{\text{сбр}}$ - коэффициент плотности цикла в обработке;

$K_{\text{сб}}$ - трудоемкость сборочных операций;

$K_{\text{св}}$ - трудоемкость сварочных операций;

$K_{\text{з}}$ - коэффициент, учитывающий дополнительные работы по зачистке швов и правке конструкций;

$K_{\text{сб.св}}$ - коэффициент плотности цикла в сборочных цехах;

$C_{\text{пар}}$ - коэффициент параллельности операций;
 $t_{\text{н.об.}}$ - трудоемкость контрольной или общей сборки, фрезеровки торцов, сверления монтажных отверстий по кондукторам;

n - число рабочих в бригаде, проводящей контрольную или общую сборку.

Согласно типовой методики определения эффективности капитальных вложений, эффективность мероприятий определяется по приведенным затратам:

$$\mathcal{E} = (EK + C) - (EK_n + C_n),$$

где K - капитальные вложения в руб;

E - нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, $E = 0,15$;

C - величина затрат для обеспечения выпуска продукции за год (руб.);

K_n - планируемые капиталовложения (руб.);

C_n - планируемые годовые затраты (руб.).

K_n можно определить по формуле:

$$K_n = K - K_1 + K_2,$$

где K_1 - стоимость высвобожденной производственной площади цехов в результате сокращения длительности цикла (незавершенного производства), на которой может быть установлено дополнительное оборудование;

K_2 - стоимость оборудования, установленного на высвобожденных площадях.

Величина C_n может быть определена из формулы:

$$C_n = C + C_1 + C_2 - C_3 - C_4,$$

где C_1 - величина изменения амортизационных отчислений за счет установки нового оборудования;

C_2 - величина увеличения накладных расходов, зависящих от объема выпускаемой продукции, без амортизационных отчислений;

C_3 - сокращение расходов при снижении трудоемкости изготовления конструкций;

C_4 - величина, на которую снижается незавершенное производство при сокращении цикла (руб.).

Часть входящих в состав формулы элементов ($t_{св}$, $t_{сд}$, $t_{к.св}$) определяется по действующим на заводах нормам времени, остальные - на основании настоящей работы.

$T_{ср}$ - по массе ведущей группы деталей и данным табл. I.

$K_{ср} = 0,38$ при трех сменной работе цеха обработки и 0,3 при двухсменной.

$K_g = 1,15$ для конструкций с несимметричным расположением швов и конструкций с повышенными требованиями к качеству, для остальных конструкций $K_g = 1,05$.

$K_{сб.св} = 0,51$ для конструкций, изготавливаемых на специализированных участках и крупногабаритных конструкций с большим объемом сварки, для остальных случаев $K_{сб.св} = 0,36$ (работа предусматривается в 2 смены).

$C_{пар} = 1,5$ при количестве одинаковых отправочных марок на чертеже более 15 штук, за исключением мелких отправочных марок с небольшим объемом сварки, типа элементов связей и фонарей, поставляемых россыпью, прокатных балок. Для этих конструкций и в остальных случаях $C_{пар} = 1$.

Для определения средней длительности цикла изготовления конструкций (как одного из технико-экономических показателей работы завода) предлагается следующая формула:

$$T_{ц} = \frac{(N_0 + N_{сорт} + N_{сб.св}) 365}{12 V_{г}} \quad (\text{дни})$$

где N_0 , $N_{сорт}$, $N_{сб.св}$ - незавершенное производство, соответственно в обработке, на складе полуфабриката и сборочных цехах (сумма месячных остатков за год в тоннах);

$V_{г}$ - годовой объем выпуска продукции в тоннах.

Расчеты проведенные для завода мощностью 112 тыс. тонн конструкций в год, показали, что один день сокращения длительности цикла, для завода мощностью 110 тыс. тонн конструкций в год, дает экономический эффект 91 тыс. рублей в год.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

I. Фотография цикла, проведенная на Челябинском ЗМК показала, что длительность цикла и его плотность зависят, в основном, от типа деталей или конструкций. Плотность цикла в цехах

обработки составляет 0,06-0,16, а в сборосварочных цехах 0,19-0,80.

2. Потери рабочего времени в цехах обработки полуфабриката на основных операциях составляют 2,2-12,3%. Около 20% рабочего времени составляют вспомогательные работы. При проведении несложных оргтехнических мероприятий, время, затрачиваемое на вспомогательные работы, может быть практически полностью использовано для повышения производительности труда рабочих-станочников.

3. Трудоемкость подъемно-транспортных операций составляет от 8,5 до 30% от общей трудоемкости изготовления деталей.

4. Длительность производственного цикла на сборке и сварке конструкций и его плотность находятся в зависимости от типа конструкции, специализации цехов и участков и серийности выпускаемой продукции.

5. На основе фотографии цикла изготовления деталей и анализа рабочих чертежей КМД разработаны классификаторы деталей и конструкций, которые позволяют производить расчеты длительности цикла и другие календарно-плановые расчеты по чертежам КМ.

6. Основным мероприятием, позволяющим в значительной степени сократить длительность производственного цикла, является внедрение календарно-плановых расчетов в оперативном планировании и совершенствовании диспетчерского управления.

7. Предложена методика расчета длительности цикла изготовления конструкций по чертежу, а также методика определения эффективности сокращения длительности цикла изготовления конструкций. Расчеты показали, что сокращение длительности цикла для завода мощностью 110 тыс. тонн в год на 1 день дает экономический эффект 90 тыс. рублей.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в следующих статьях:

1. Дедух А.Д., Козин В.П., Кузнецов А.Ф., Краснов В.М., Фарбер Д.Д. "К вопросу повышения эффективности производства в цехах обработки полуфабриката заводов металлоконструкций". Сб. материалов всесоюзного совещания "Совершенствование производства металлических конструкций", Днепрпетровск, 1971г. (0,5 п. л.).

2. Абаринов А.А., Дедух А.Д., Козин В.П., Кузнецов А.Ф., Краснов В.М., Фарбер Д.Д., Лившиц Л.Н. "Улучшение организации производства в цехах обработки полуфабриката на заводах металлоконструкций". Реферат.инф."Изготовление стальных и монтаж строительных конструкций", Серия УП, Вып.7(28)ЦБНТИ ММСС СССР, М, 1971г.(0,5 п.л.).

3. Козин В.П., Дедух А.Д., Фарбер Д.Д., Лившиц Л.Н. "О длительности цикла изготовления металлических строительных конструкций". Сб.трудов Челябинского политехнического института № 100, Челябинск, 1972г.(0,3 п.л.).

4. Дедух А.Д., Козин В.П., Швам Л.Я. "Анализ распределения металла в конструкциях одноэтажных промзданий". Сб.трудов ЧПИ № 100, Челябинск, 1972 г.(0,3 п.л.).

5. Абаринов А.А., Кузнецов А.Ф., Козин В.П., Дедух А.Д. "Разработка эффективной системы планирования и управления производственными процессами в цехах обработки Челябинского ЗМК им.С.Орджоникидзе. Сборник рефератов НИР, Серия 23-24 "Экономика" № 17-18, М., 1972.

6. Абаринов А.А., Кузнецов А.Ф., Дедух А.Д., Козин В.П. Усовершенствование системы планирования и управления цехами обработки в условиях индивидуального и мелкосерийного производства. Часть I Сб.рефератов НИР, Серия 18 "Архитектура, строительство и коммунальное хозяйство" № 19-20, М., 1972.(0,1 п.л.).

7. Абаринов А.А., Дедух А.Д., Козин В.П. Анализ распределения металла в конструкциях промзданий. Часть I. Сб.рефератов НИР. Серия 18. "Архитектура, строительство и коммунальное хозяйство". № 17-18, М., 1972(0,1 п.л.).

8. Абаринов А.А., Дедух А.Д., Козин В.П. Анализ распределения металла в конструкциях промзданий. Часть II. Сб.рефератов НИР и ОКР. Серия 18. "Архитектура, строительство и коммунальное хозяйство". № 3, М., 1973,(0,1 п.л.).

Материалы диссертации докладывались в 1969-1972гг. на ХХП, ХХШ, ХХIV и ХХV научно-технических конференциях ЧПИ, а также на Всесоюзном совещании по совершенствованию производства металлоконструкций в г.Днепропетровске (1971 г.).