

М 498239

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ
Московский ордена Ленина, Ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени Государственный
технический университет имени Н.Э.Баумана

На правах рукописи

БОКОВА АЛЛА НИКОЛАЕВНА

РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ
МЕТОДОВ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ДЕТАЛЕПРОКАТНЫХ СТАНОВ

(на примере трехвалковых)

Бок

08.00.28 - организация производства
(промышленность)

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва - 1991 г.

М.В.В.

Работа выполнена в Московском ордена Ленина, ордена Октябрьской революции и ордена Трудового Красного Знамени Государственном техническом университете им. Н. Э. Баумана

Научный руководитель:	кандидат технических наук, доцент Грачева К.А.
Научный консультант:	кандидат технических наук, Жерновков С.П.
Официальные оппоненты:	доктор технических наук, профессор Анопов В.С. доктор технических наук, профессор Казакович И.И.
Ведущая организация:	Конотопский электромеханический завод "Красный металлист"

Защита состоится "21" НОВАБРЯ 1991 г. в 10 час.
на заседании специализированного совета К 053.15.16 в Московском
Государственном техническом университете им. Н. Э. Баумана по адресу:
107005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д.5.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Московского
государственного технического университета им. Н. Э. Баумана.
Мпларе, заверенный печат-
су.

- 263-65-14.

ЯБРЯ 1991 г.

8 Садовская Т.Г.

Объем I п.л. тир. 100 экз

НТБ МГТУ им. Н. Э. Баумана



1498239

Бокова А.Н. Разработка т

М 498239

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования. В настоящее время рыночная ориентация предприятий остро ставит проблему роста эффективности производства. В значительной степени эффективность работы машиностроительных предприятий зависит от внедрения материалов, — энергетических и трудооберегающих технологий.

Во Всесоюзном научно-исследовательском институте металлургического машиностроения созданы новые технологические процессы производства точных заготовок деталей общемашиностроительного применения — валов, осей, винтов, шестерен, сверл и др. методом прокатки. Применение катаных заготовок взамен традиционных приводит к снижению материалоемкости и трудоёмкости изготовления деталей в отдельных случаях до 35%.

Несмотря на существенные преимущества, применение катаных заготовок сдерживается по ряду организационно-экономических причин: недостаточной эффективностью работы действующих в промышленности станков, малой партионностью и рассредоточенностью продукции общемашиностроительного применения; более высокими ценами на катаные заготовки; отсутствием систематических данных о потребности в катаных заготовках, что не позволяет решить проблему рационального размещения деталейпрокатного производства. Кроме того, слабо проработаны теоретические вопросы определения эффективной области использования деталейпрокатных станков, учитывающие конструктивно-технологическую сложность катаемых заготовок.

Необходимость увеличения объёмов выпуска, а также недостаточная проработка вопросов экономики, размещения и организации деталейпрокатного производства точных катаных заготовок определили цель и задачи диссертационной работы.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей диссертационной работы является разработка технико-экономических и организационных предпосылок повышения эффективности деталейпрокатных станков и на этой основе обоснование методических и практических рекомендаций для промышленного применения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить потребность в точных катаных заготовках;
- на основе анализа существующих методов производства деталей общемашиностроительного применения и схем размещения и организации их производства определить предпосылки эффективного применения

деталепрокатных станов;

- выявить критерии технико-экономической оценки эффективности применения точных катаных заготовок и разработать методику определения рациональных областей использования деталепрокатных станов с учетом конструктивно-технологических характеристик катаемых заготовок;

- разработать классификацию точных катаных заготовок, получаемых на деталепрокатных станах;

- с целью выбора типоразмера и конструкции стана, а также формирования состава станов вновь создаваемого деталепрокатного производства разработать классификацию деталепрокатных станов;

- разработать экономико-математическую модель и алгоритм выбора эффективных профилей и области использования деталепрокатных станов;

- разработать экономико-математическую модель формирования состава вновь создаваемого деталепрокатного производства;

- разработать основные положения и рекомендации по формированию организационно-производственной структуры вновь создаваемого деталепрокатного производства.

Решение поставленных задач показано на примере трехвалковых станов винтовой периодической прокатки.

Объектом исследования являются машиностроительные предприятия и заготовительные цеха металлургических и машиностроительных заводов. Предметом исследования являются технико-экономические и организационные основы применения трехвалковых станов винтовой периодической прокатки.

Методы исследования. Методологической и теоретической основой исследования являются работы советских и зарубежных учёных, нормативно-технические документы. В процессе исследования были проработаны основные теоретические и методические разработки по вопросам технологии, экономики и организации производства периодических профилей на трехвалковых станах, изложенные в работах А.И.Целикова, А.Г.Лившица, В.А.Жаворонкова, В.Г.Васильчикова и др.

Для решения задач, рассматриваемых в диссертационной работе, были использованы логико-теоретический анализ и математические методы: теория вероятностей и математическая статистика, метод линейного программирования, методы экспертных оценок. Созданные модели реализованы на ЭВМ.

Научная новизна. В диссертационной работе получен ряд новых результатов.

1. Предложен и обоснован новый подход к определению области эффективного применения деталяпрокатных станов с учетом конструктивно-технологических параметров катаемых заготовок, цен на материалы и готовую продукцию, затрат на последующую механообработку.

2. Построена экономико-математическая модель определения затрат на изготовление периодического профиля на трехвалковом стане винтовой периодической прокатки от конструктивно-технологических характеристик.

3. Разработана экономико-математическая модель и алгоритм выбора эффективных периодических профилей и области использования деталяпрокатных станов.

4. Разработана экономико-математическая модель оптимизации формируемого состава станов деталяпрокатного производства.

5. Разработаны классификации трехвалковых станов и катаемых на них профилей.

6. Разработана методика выбора организационно-производственной структуры деталяпрокатного производства. Предложен интегральный критерий, позволяющий выбрать технологию, организационно-производственную структуру и включающий организационные и экономические показатели деталяпрокатного производства.

Практическая ценность выполненных исследований заключается в разработке методик оценки эффективности применения периодических профилей в качестве заготовок для деталей и определения целесообразных областей использования деталяпрокатных станов, а также в разработке методологических положений и рекомендаций, позволяющих на этапе технико-экономического обоснования проекта деталяпрокатного производства повысить качество необходимых расчетов и на их основе принять решение об организационно-производственной структуре создаваемого производства и о количественном и качественном составе предполагаемых к прокатке заготовок.

Классификации трехвалковых станов и профилей дают возможность производить группирование профилей по конструктивно-технологической сложности, осуществлять выбор типоразмера и конструкции станов, а также формирование оптимального состава станов.

Разработанная корреляционная модель определения затрат на изготовление периодического профиля позволяет прогнозировать их величину на стадии разработки проекта деталяпрокатного производства, а также при формировании портфеля заказов в действующем производстве.

Разработана и апробирована методика и алгоритм формирования

номенклатуры эффективных заготовок, а также определения области эффективного использования деталяпрокатного стана.

Разработана и апробирована программа, позволяющая формировать оптимальный состав и программу деталяпрокатных станов на стадии проектирования деталяпрокатного производства.

Результаты работы могут быть использованы в организациях, занимающихся проектированием станов и металлургических заводов, а также в цехах металлургических и машиностроительных заводов, изготовляющих точные катаные заготовки.

Апробация работы. Основные научно-теоретические и методические положения диссертационной работы доложены, обсуждены и положительно отмечены на заседаниях кафедры "Экономика и организация машиностроительного производства" МГТУ им. Н.Э. Баумана, на кафедре "Механическое оборудование металлургических заводов" Днепропетровского индустриального института, на четвертой Всесоюзной конференции по проблемам теории прокатного производства (г. Днепропетровск, 1988 г.), на Всесоюзной конференции "Управление эффективностью производства с применением экономико-математических методов и АСУ" (г. Москва, 1989 г.).

Публикации. По результатам исследований опубликовано три печатных работы.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения и приложения. Работа содержит 128 страниц машинописного текста, 46 страниц рисунков и таблиц, список литературы, включающий 108 наименований, 11 страниц приложений. Общий объем работы - 196 страниц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы и выбор предмета исследований, формулируется цель и задачи, излагается новизна работы, приводится структура диссертационной работы.

В первой главе - "Современное состояние и перспективы совершенствования производства периодических профилей" - проводится анализ существующих методов производства деталей типа валов, дается их технико-экономическая оценка; проводится анализ схем размещения и организации производства деталей из катаных периодических профилей; анализируются причины ограниченного применения периодических профилей; приводится методика и оценка потребности в периодических профилях.

Современной тенденцией развития машиностроительного производства является внедрение материалосберегающих технологий, особенно в заготовительное производство.

Впервые в мировой практике Всесоюзным научно-исследовательским институтом металлургического машиностроения им. А. И. Целикова созданы технологические процессы производства точных заготовок деталей общемашиностроительного применения методом прокатки. В настоящее время выпуск продукции деталейпрокатных станов составляет ориентировочно I млн. тонн заготовок в год. Около 30% общего объема производства приходится на заготовки деталей типа валов. Заготовки для таких деталей получают методами механической обработки сортового проката,ковки и прокатки. Одним из методов получения заготовок прокатной является винтовая периодическая прокатка в трехвалковых станах, имеющая ряд преимуществ перед традиционными методами изготовления деталей.

Однако, как показал анализ, причины ограниченного применения в промышленности винтовой периодической прокатки имеют организационно-экономический характер. Кроме причин, связанных с трудностями внедрения материалосберегающих технологий, является система планирования производства и потребления металлопродукции, которая не стимулирует развитие производства экономичных профилей проката. Малое количество установленных в промышленности трехвалковых станков винтовой периодической прокатки не позволяет изменить структуру прокатного производства в целом и не способствует высвобождению оборудования старого поколения. Причиной является также более высокая цена на периодические по сравнению с сортовой заготовкой, что связано с затратами на деталейпрокатный передел; величина этих затрат различна для заготовок, отличающихся по форме, размерам и материалу и зависит не только от типоразмера и конструкции стана, но и от того, где размещено деталейпрокатное производство и каковы условия его эксплуатации. Кроме того, отсутствуют систематические данные о потребности в катаных периодических профилях, что также препятствует правильному решению организационных вопросов их производства.

С целью определения предпосылок эффективного применения катаных периодических профилей в главе приведен технико-экономический анализ методов производства деталей типа валов. На примерах показаны их преимущества и недостатки.

Проанализированы схемы размещения и организации деталейпрокат-

ного производства. Рассмотрена предложенная А.И.Целиковым схема централизованного деталяпрокатного производства.

Одним из главных вопросов эффективного использования и условий размещения деталяпрокатных станов является вопрос о потребности в периодических профилях. Анализ потребности проводился на базе представленных заводами данных ГКНТ и АН СССР. Для определения перспективной потребности был использован метод экстраполяции и экспертный метод. В результате определена потребность в периодических профилях до 1995 года, составляющая ориентировочно 1 млн. тонн заготовок в год, что позволяет сделать вывод об актуальности решения поставленных в диссертационной работе задач.

Во второй главе - "Теоретические основы эффективного применения периодических профилей" - формулируется подход к определению целесообразности применения периодических профилей в качестве заготовок деталей и области эффективного использования стана; исследуются факторы, влияющие на себестоимость изготовления периодических профилей и установлена количественная зависимость затрат на изготовление профиля от его конструктивно-технологических характеристик; с целью решения поставленных в диссертационной работе задач формулируются признаки классификации станов винтовой прокатки и профилей.

Решение об использовании периодического профиля в качестве заготовки для детали основывается на сравнении себестоимости изготовления детали из базовой заготовки и периодического профиля. В качестве критерия технико-экономической оценки принят минимум себестоимости изготовления детали.

При определении себестоимости изготовления детали из периодического профиля используются экономико-математические модели расчета затрат на изготовление периодического профиля и его механическую обработку.

Себестоимость изготовления периодического профиля в зависимости от его конструктивно-технологических параметров получена на основе обработки статистических данных и имеет вид:

$$Z_p = e^{1.025} d_0^{-1.04} l^{0.032} f^{0.223} N_p^{-0.164} k^{0.597} \quad (I)$$

где d_0 - диаметр исходной заготовки, м;
 l - длина периодического профиля, м;
 f - величина обжатия исходной заготовки;
 N_p - производительность стана, т/час;

k - коэффициент расхода металла при изготовлении периодического профиля.

Экономическая целесообразность производства машиностроительных деталей из периодических профилей возникает при обеспечении условия программы стана $N_{j \min}$, которая будет определять нижнюю границу области его эффективного использования. Величины $N_{j \min}$ будут различными для разных видов заготовок. Это обусловлено раз-
ной величиной экономии текущих затрат ΔC для видов периодических профилей, отличающихся габаритными размерами ($d_{\text{max}i}, l_i$), конфигурацией (g_i), маркой материала.

Расчет критической программы производится по формуле:

$$N_{j \min} = K_j / T_{\text{ок}} \cdot \Delta C_i \quad (2)$$

где K_j - величина капитальных вложений в деталипрокатный стан j -го типоразмера, тыс.руб.;
 $T_{\text{ок}}$ - нормативный срок окупаемости капитальных вложений, лет;
 ΔC_i - величина экономии текущих затрат от применения периодического профиля i -го вида в качестве заготовки для детали, руб/т.

Определение эффективных заготовок и критической программы производится в соответствии с алгоритмом (рис. I) с помощью разработанных классификаций станов винтовой прокатки и катаемых на них профилей. Классификация трехвалковых станов винтовой прокатки позволяет осуществлять выбор типоразмера и конструкции стана, а также формировать состав деталипрокатных станов вновь создаваемого производства. Классификация профилей позволяет группировать их по конструктивно-технологическим и эксплуатационным показателям.

Предложен метод расчета экономии текущих затрат от применения периодических профилей в качестве заготовок для деталей с использованием относительных показателей, который позволяет вести расчет по группе периодических профилей с одинаковыми технико-экономическими характеристиками. Расчет экономии текущих затрат, получаемой от применения единицы массы периодических профилей, рассчитывается по формуле:

$$\Delta C = 40 M_1 \left[\frac{1}{1 - k_2} - k_1 + (k_1 - 1) 40 m_2 - g_n - k_2 \frac{g_n - 40 m_2}{1 - k_2} \right] \quad (3)$$

где k_2 - коэффициент экономии металла;
 g_n - относительная величина затрат на деталипрокатный передел;

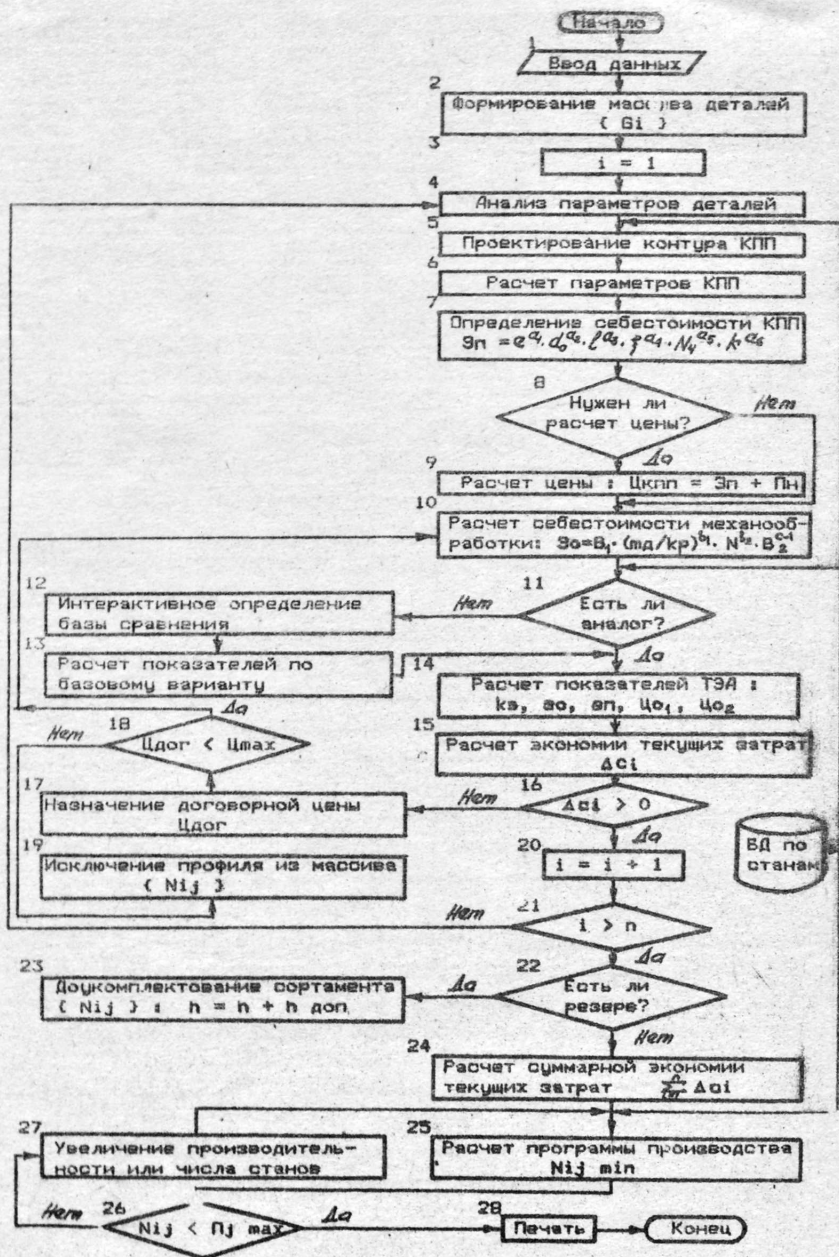


Рис.1 Алгоритм выбора эффективных профилей и критической программы.

z_0 - относительная величина затрат на единицу массы снимаемой стружки при механообработке периодических профилей;

$z_{отх}$ - относительная величина отходов деталей прокатного производства;

$z_{отх_0}$ - относительная величина отходов механообработки;

z_0 - цена 1 тонны металла, руб/т;

M_1 - масса периодического профиля, т.

Относительные показатели рассчитываются по формулам:

$$K_z = (M_0 - M_1) / M_0 \quad (4)$$

где M_0 - масса заготовки, принятой за базовую, т.

$$z_n = z_n / z_0 \quad (5)$$

где z_n - величина затрат на изготовление периодического профиля, руб/т;

$$z_0 = z_0 / z_0 \quad (6)$$

где z_0 - величина затрат на снятие 1 тонны стружки при механообработке периодических профилей, руб/т.

$$z_{отх_1} = z_{отх_1} / z_0 \quad (7)$$

где $z_{отх_1}$ - цена 1 тонны отходов деталей прокатного производства, руб/т.

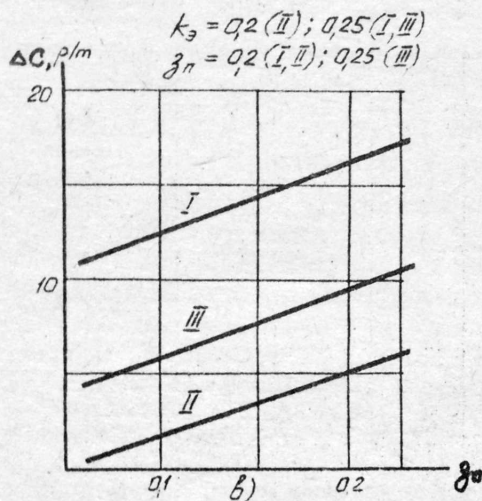
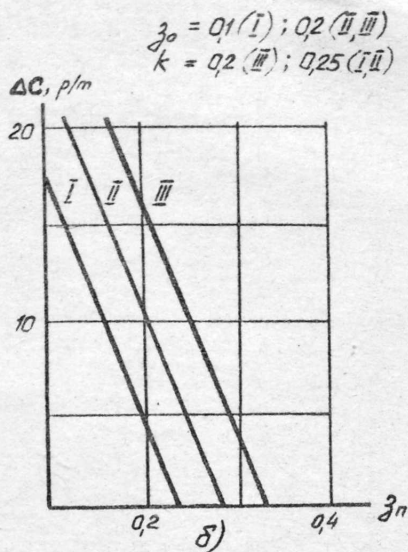
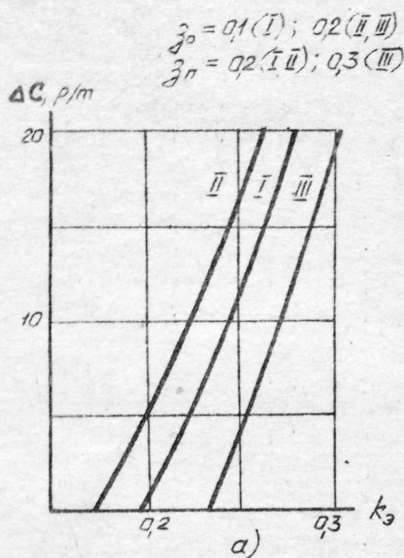
$$z_{отх_0} = z_{отх_0} / z_0 \quad (8)$$

$z_{отх_0}$ - цена 1 тонны отходов механообработки (стружки), руб/т.

Величина экономии текущих затрат, получаемая от применения 1 тонны периодических профилей, определяется по графическим зависимостям (рис.2), либо на ЭВМ по разработанной программе.

Определено, что наибольшая доля получаемой экономии приходится на металл. Одним из предложенных относительных показателей является коэффициент экономии металла K_z . Величина K_z определяется конструктивно-технологической сложностью детали, а также возможностью технологического процесса винтовой периодической прокатки получить заготовку, максимально приближенную к форме и размерам готовой детали. Большому значению K_z соответствуют меньшие затраты на последующую механообработку периодического профиля, а также большее значение экономии текущих затрат ΔC .

Включение заготовок в сортамент стана, которые характеризу-



$C_0 = 128 \text{ p/m}$
 $C_{отх_0} = 0,047$
 $C_{отх_1} = 0,34$

Рис.2 Величина экономии затрат, получаемая от применения I тонны периодических профилей

ются низким значением k_2 может оказаться нецелесообразным, т.к. относительные затраты по переделу в деталяпрокатном производстве, как правило, больше относительных затрат на черновую механообработку.

Используя понятие о средней величине обжатия заготовки, получаем:

$$k_2 = 1 - 1/\bar{\eta}^2 \quad (9)$$

где $\bar{\eta}$ — средняя величина обжатия заготовки.

Зависимость (9) позволяет сделать выводы относительно выбора экономически целесообразной номенклатуры периодических профилей в диапазоне обжатий заготовок $1,05 < \bar{\eta} < 2$ (рис.3), а также о целесообразности создания стана с дисковыми валками, работающими в этом диапазоне обжатия заготовок и имеющими ряд конструктивных и технологических преимуществ по сравнению со станом с коническими валками.

На трехвалковых станах винтовой периодической прокатки возможна прокатка полых профилей. Эффективность применения полых периодических профилей обеспечивается при возможно малых толщинах стенки изделия. Применение полых заготовок обеспечивает экономию металла:

$$k_2 = (1 - \delta)^2 \quad (10)$$

где δ — относительная величина толщины стенки трубы.

По допустимому ослаблению прочностных свойств сердцевин вала, характеризуемому отношением момента инерции полого сечения J_0 к моменту инерции сплошного сечения J_1 , можно выбрать исходную полую заготовку и оценить эффективность применения полых периодических профилей по сравнению со сплошными (рис.4):

$$k_2 > 1 - C_{01}/C_{02} \quad (11)$$

где C_{01} — цена I тонны сплошной заготовки, руб/т;

C_{02} — цена I тонны полых заготовки, руб/т.

В третьей главе — "Разработка организационных предпосылок эффективного применения станов винтовой периодической прокатки" — разработана экономико-математическая модель формирования парка деталяпрокатных станов вновь создаваемого производства и разработаны основные положения и рекомендации по формированию организационно-производственной структуры деталяпрокатного производства.

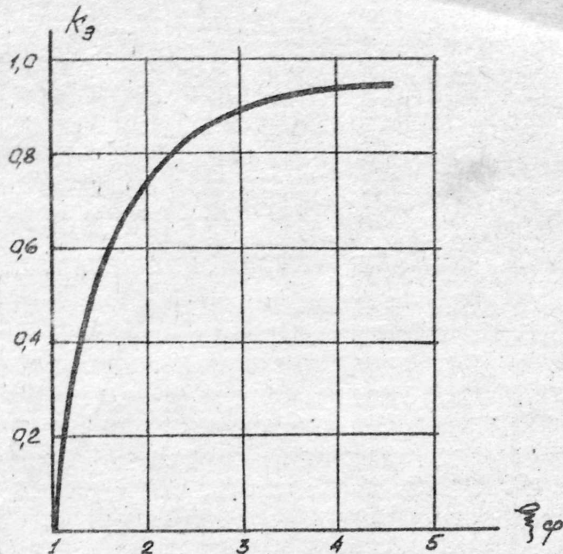


Рис.3 Зависимость коэффициента экономии металла от обжатия заготовки

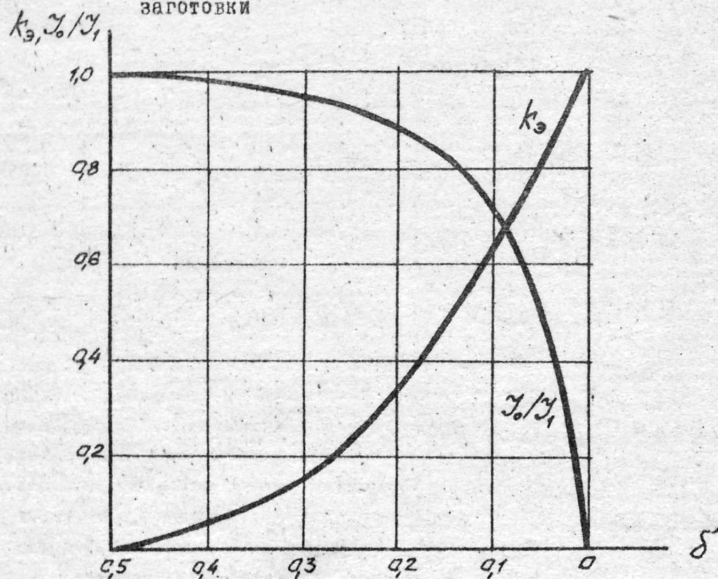


Рис.4 Зависимость коэффициента экономии металла и степени уменьшения прочности полого вала от относительной величины стенки полой заготовки.

Формирование оптимального состава станов вновь создаваемого деталяпрокатного производства осуществляется по целевой функции:

$$Z = \sum_{j=1}^m K_j \cdot x_j \rightarrow \min \quad (12)$$

ограничениями являются:

$$\begin{cases} x_j \geq 0 \text{ и целые} \\ \sum_{j=1}^m P_j C_j x_j \leq \sum_{j=1}^m C_{j\max} \cdot N_j \\ \sum_{j=1}^m P_{j\max} x_j \geq N_i \end{cases} \quad (13)$$

где K_j - капитальные вложения в базовые конструкции стана j -го типоразмера, руб.;

x_j - количество станов j -го типоразмера, шт.;

P_j - производительность стана j -го типоразмера, т/год;

C_j - средняя себестоимость изготовления периодических профилей на стане j -го типоразмера, руб/т;

$C_{j\max}$ - максимальная себестоимость изготовления периодических профилей на стане j -го типоразмера, руб/т;

$P_{j\max}$ - пропускная способность стана j -го типоразмера, т/год;

N_i - потребность в периодических профилях, т/год.

Представленная модель позволяет также решить задачу оптимального распределения программы периодических профилей по станам в уже действующем производстве.

Организационно-производственные структуры вновь создаваемого деталяпрокатного производства определяются конструктивно-технологическими характеристиками и программой предполагаемых к прокатке периодических профилей, а также порядком технологического процесса.

Предлагается методика формирования организационно-производственной структуры деталяпрокатного производства по схеме литейно-прокатного агрегата на базе применения прогрессивных технологических процессов выплавки и разлива стали, обжатия заготовки в трехвалковом стане винтовой прокатки с последующей обработкой в линии деталяпрокатных станов.

Выбор организационно-производственной структуры деталяпрокатного производства осуществляется по интегральному критерию $J_{\max}$, который характеризует обобщенные свойства каждого варианта и обеспечивает действия с параметрами различной размерности, а также учитывает относительную важность каждого параметра с помощью коэффициентов весомости. В качестве характеризующих параметров вариантов схем организационно-производственной структуры приняты: коэф-

коэффициент загрузки оборудования $K_{зогр}$.
величина капитальных вложений в деталипрокатное производство $K_{ап}$.
себестоимость изготовления периодических профилей C_n .

Основными источниками экономического эффекта от создания деталипрокатного производства являются снижение затрат на металл и на изготовление детали из периодического профиля. Дополнительный эффект может быть получен при создании деталипрокатного производства на этапе технико-экономического обоснования проекта за счет уменьшения сроков его проведения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.

1. Проведен анализ существующих методов производства деталей типа валов и схем размещения и организации их производства методом винтовой периодической прокатки с целью выявления предпосылок эффективного применения трехвалковых станов винтовой периодической прокатки.

2. Предложен новый подход к определению области эффективного использования трехвалковых станов винтовой периодической прокатки базирующийся на учете конструктивно-технологических показателей катаемых заготовок.

3. Исследованы факторы, влияющие на себестоимость изготовления периодических профилей. Разработана экономико-математическая модель определения затрат на изготовление периодического профиля от его конструктивно-технологических характеристик.

4. Разработаны экономико-математическая модель и алгоритм определения области эффективного использования станов, включающий блоки построения чертежа периодического профиля; расчет себестоимости изготовления детали из периодического профиля по моделям затрат на изготовление профиля и его механообработку; расчета экономики текущих затрат от применения периодического профиля в качестве заготовки для детали, а также блок определения критической программы выпуска профилей, при которой эффективно использование стана.

5. Разработаны классификации трехвалковых станов и катаемых на них периодических профилей по конструктивно-технологическим и эксплуатационным параметрам, позволяющие осуществлять группирование профилей, выбор типоразмера и конструкции стана, а также формировать парк деталепрокатных станов.

6. Разработана экономико-математическая модель формирования состава деталепрокатных станов вновь создаваемого деталепрокатного производства, а также для решения задачи оптимального распределения программы профилей по станам в действующем производстве.

7. Определен критерий и разработан алгоритм выбора организационно-производственной структуры вновь создаваемого деталепрокатного производства.

8. Результаты исследований были использованы в работах, проводимых Всесоюзным научно-исследовательским институтом металлургического машиностроения, по технико-экономическому обоснованию при-

менения периодических профилей в действующем и вновь создаваемом производстве.

Ожидаемый экономический эффект от использования положений и разработок диссертационной работы составляет 42000 рублей.

Список опубликованных работ по теме диссертации:

1. Закорко Н.П., Жерновков С.П., Бокова А.Н. Область эффективного применения деталяпрокатных станков // Известия высших учебных заведений. Сер. Машиностроение. - 1989. - № 1 - С.144-147.
2. Жерновков С.П., Закорко Н.П., Бокова А.Н. Факторы точности литейных заготовок машиностроительных деталей // Известия высших учебных заведений. Сер.Машиностроение. - 1989. - № 10 - С.116-120.
3. Бокова А.Н. Экономико-математическая модель процесса винтовой периодической прокатки // Управление эффективностью производства с применением экономико-математических методов и АСУ: тез. докл. Всес.науч.конф. - М., 1989. - С.18.