

М249486

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

Московское
ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н. Э. Баумана

ЛИПГАРТ Александр Дмитриевич

На правах рукописи

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ
И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ ПОВЫШЕНИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОМАТИЧЕСКИХ
ФОРМОВОЧНЫХ ЛИНИЙ

08.00.05. Экономика, организация управления
и планирования народного хозяйства
(Машиностроение)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

НЕ
НА ДОМ
ВЫДАЕТСЯ

Работа выполнена в Московском ордена Ленина и ордена
Трудового Красного Знамени высшем техническом училище
имени Н. Э. Баумана.

Научный руководитель —
доктор экономических наук, профессор И. М. Разумов.

Научный консультант —
кандидат технических наук, доцент О. А. Беликов.

Официальные оппоненты:
доктор экономических наук, профессор Б. В. Власов,
кандидат технических наук Э. Ф. Киян.

Ведущее предприятия — завод «Красная Пресня».

Автореферат разослан « » 1974 г.

Защита диссертации состоится « » 1974 г.
на заседании Совета факультета «Автоматизации и механизации
производственных процессов» МВТУ им. Н. Э. Баумана
по адресу: 107005, г. .

С диссертацией
им. Н. Э. Баумана.

Просим принять
прислать отзывы в 2

Ученый секретарь
кандидат технических наук

М 249486

Главная задача девятой пятилетки состоит в том, чтобы обеспечить значительный подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе высоких темпов развития социалистического производства, повышения его эффективности, научно-технического прогресса и ускорения роста производительности труда.

Современный технический прогресс характеризуется непрерывным ростом автоматизации производства во всех отраслях народного хозяйства. В литейном производстве, основной заготовительной базе и важнейшей технологической отрасли машиностроения и металлообработки в последнее время значительное внимание уделяется автоматизации производства отливок в разовых песчано-глинистых формах, объем которого в общем выпуске литья составляет около 75%.

В литейных цехах в настоящее время находится в эксплуатации более 60 автоматических формовочных линий (АФЛ) отечественного и зарубежного производства, а к концу пятилетки (1971-1975 гг.) планируется внедрение нескольких сот линий.

Анализ условий эксплуатации автоматических формовочных линий показывает, что по различным причинам имеют место существенные потери производительности. Уровень использования линий по мощности составляет 0,8-0,9, а по времени 0,5-0,6.

Цель работы состояла в исследовании производственно-технических факторов, определяющих непрерывность и эффективность работы действующих в литейных цехах машиностроения автоматических формовочных линий и отысканий основных резервов повышения их производительности.

Для решения поставленной задачи исследованы причины отказов в работе автоматических формовочных линий. Особое внимание было уделено исследованию эксплуатационной надежности работы оборудования на смежных производственных подразделениях.

Объектом исследований явились автоматические формовочные линии заводов: ЗИЛ, ХТЗ, ВАЗ, "Центролит" (г. Рязань), качественные параметры литейных форм и отливок в зависимости от структуры линии и состояния исходных технологических материалов, а также потери времени и факторы их обуславливающие. По фактическим результатам работы этих линий исследованы их эксплуата-

НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



1249486

Липгарт А. Д. Исследование

1249486

ционные показатели, производительность, качество отливок в зависимости от свойств технологических материалов и продолжительности простоев.

Обработка статистических и экспериментальных данных выполнена с помощью методов математической статистики, теории вероятности и логической алгебры.

Анализ позволил вскрыть существенные резервы повышения эффективности работы АФЛ за счет:

- сокращения продолжительности их внедрения;
- достижения проектного цикла формовочных автоматов;
- обеспечения оптимальной мощности оборудования смежных участков;
- ликвидации отрицательного влияния простоев на качество форм;
- разработки и внедрения системы планово-предупредительного обслуживания оборудования;
- научной организации эксплуатации и ремонта автоматических формовочных линий.

Диссертация содержит четыре главы, введение и заключение.

Глава I. Состояние вопроса и задачи исследования

Анализ литературных данных показал, что в литейных цехах Советского Союза и зарубежом накоплен большой опыт по проектированию, изготовлению и эксплуатации автоматических формовочных линий. Продолжается интенсивное внедрение АФЛ для производства литья в разовые песчаные формы, так как этим способом в настоящее время изготавливается около 75% всех отливок выпускаемых в СССР. В процессе внедрения линий имеют место потери выпуска отливок из-за необоснованно продолжительных сроков ввода их в действие. На сроки достижения проектной мощности линий влияют уровень предварительной механизации производства и его переоснащенность. Несмотря на более длительные периоды освоения автоматического производства по сравнению с ручным и механизированным, оно является более эффективным, поскольку при этом сокращается численность рабочих в 3-4 раза, а производительность возрастает в 4-5 раз.

Процесс внедрения и работы АФЛ можно разделить на три

периода: период наращивания выпуска форм, период относительно устойчивой работы и период снижения среднесменного выпуска форм за счет отказов и простоев, вызванных выходом из строя быстроизнашиваемых деталей, ремонтами и подналадкой оборудования на линиях.

Длительные наблюдения за работой АФЛ показали, что повышение среднесменной производительности тесно связано с нормальной работой смежных участков. Простой линий по вине отказов оборудования смежных участков и по организационным причинам составляют 50-65% всех простоев. Любые отказы и простои помимо снижения выпуска продукции способствуют образованию брака полуформ, форм и отливок, ухудшению использования оборудования и т.д. Они существенно снижают эффективность использования АФЛ. Автоматические формовочные линии, действующие в отечественном машиностроении имеют разнообразие конструктивных решений и технологические особенности.

Из множества ныне существующих классификаций АФЛ ни одна не учитывает фактическую сложность оборудования и технологическую сложность отливок, которые обуславливают продолжительность монтажа и отладки оборудования, длительность устранения отказов, уровень необходимой квалификации обслуживающего персонала, режим эксплуатации и технического обслуживания и другие организационно-экономические показатели.

Между тем, исследование показало, что эти факторы оказывают существенное влияние на эффективность работы линий и должны быть учтены в классификации автоматических формовочных линий.

В первую очередь необходимо:

- исследовать сложность и сроки работ при монтаже и отладке АФЛ;
- разработать метод определения длительности циклов внедрения оборудования и расчета производительности АФЛ с учетом мощности смежных участков;
- исследовать причины простоев и отказов на действующих линиях и их влияние на производительность и качество продукции;
- проанализировать влияние технического обслуживания на производительность и качество продукции;
- рассмотреть влияние научной организации труда на повышение эффективности АФЛ.

Глава II. Исследование факторов, влияющих на производительность автоматических формовочных линий при их внедрении.

Автоматическое производство отливок на АФЛ обеспечивается бесперебойной работой целого комплекса автоматических и полуавтоматических линий по приготовлению формовочного состава, стержней, дозированию шихтовых материалов, очистке и заточке отливок. Длительные периоды (от одного года до 2-3 лет) внедрения линий в комплексе со смежными линиями вызывают потери от условно недоданной продукции за этот период 150 тыс.т.

В настоящее время пока не существует нормативов продолжительности ввода АФЛ. В работе предлагается метод расчета продолжительности монтажа и отладки линий, исходя из категории ремонтной сложности оборудования, сложности отливок и соответствия норматива малого ремонта трудоемкости выполнения монтажных работ, а среднего - отладке оборудования линий, по формуле:

$$T_{\text{мон}} = \frac{\sum R \cdot t_{\text{н.м}}}{S \cdot \Phi \cdot \gamma \cdot c} \quad (I)$$

где $T_{\text{мон}}$ - продолжительность выполнения монтажных работ, дни; $\sum R$ - общая категория сложности ремонта автоматической линии; $t_{\text{н.м}}$ - норматив трудоемкости в часах на одну ремонтную единицу для малого ремонта; Φ - продолжительность рабочей смены; S - количество смен при выполнении монтажа; γ - коэффициент перевыполнения норм $\gamma=1,2$; c - потребное число рабочих для выполнения монтажа линии.

Для определения периода отладки в формулу (I) необходимо подставить значение норматива трудоемкости среднего ремонта единицы ремонтной сложности. Продолжительность отладки должна уточняться предлагаемыми в работе поправочными коэффициентами, учитывающими:

- а) новизну линии - $0,8+1,5$
- б) переналаживаемость - $1+1,5$
- в) испытанность на заводе-изготовителе - $1,25+1,75$.

Рассчитанные циклы продолжительности монтажа и отладки АФЛ, а также поправочные коэффициенты на отладочные работы требуют опробования в промышленных условиях и являются пока ориентировочными.

Сроки монтажа и отладки оборудования вновь создаваемых смежных участков можно определять этим же методом.

Изучение уровня фактической производительности линий по-

казало, что одной из основных причин ее недоиспользования является диспропорция мощности оборудования смежных участков и современных линий.

Отсутствие единых методов расчета производственных мощностей смежных участков, не всегда соответствующая АФЛ технология и оборудование на этих участках, которые не обеспечивают непрерывности и ритмичности производства на автоматических формовочных линиях, привело к тому, что почти все ныне действующие АФЛ имеют значительные простои (1,6-4,62%) из-за отсутствия в должном количестве формовочной смеси, расплавленного металла (7,84-13,03%), а иногда и стержней.

Бесперебойная работа линий может быть обеспечена при условии превышения мощности смежных участков - $M_{см.уч.}$ - на 15-40%. Это учитывается введением в расчеты коэффициента неравномерности загрузки оборудования:

$$M_{см.уч.} = K_n \cdot M_{АФЛ} \quad (2)$$

где $M_{АФЛ}$ - производственная мощность АФЛ.

Разработанные Гипростанком и автором диссертации нормы коэффициента неравномерности представлены в табл. I.

Таблица I

Наименование оборудования	Норма коэффициента неравно- мерности загрузки оборудо- вания K_n			Рекомен- дуемый коэффици- ент за- грузки ос- новного оборудо- вания
	Гипростанок		МВТУ	
	Едини- ное и мелко- серийное пр-во	Серийное и мелко- серийное пр-во	Массовое и крупно- серийное пр-во	

Плавленное:				
а) вагранки	1,2-1,4	1,1-1,3	1,05-1,15	0,7-0,85
б) электропечи	1,2-1,4	1,1-1,3	1,05-1,15	0,8-0,90
Смесеприготовительное	1,2-1,4	1,2-1,4	1,1-1,2	0,7-0,85
АФЛ (формовочное)	1,0	1,0	1,0	0,7-0,85
Стержневое	1,2-1,3	1,1-1,2	1,05-1,1	0,8-0,9
Печи для сушки стержней	1,2-1,3	1,1-1,2	1,05-1,1	0,8-0,9
Очистное оборудование	1,2-1,3	1,1-1,2	1,05-1,1	0,7-0,85
Печи термические	1,2-1,3	1,1-1,2	1,05-1,1	0,8-0,9
Грунтовочное	1,2-1,3	1,1-1,2	1,05-1,1	0,8-0,9

Введение дополнительной производственной мощности на смежных участках требует дополнительных капитальных вложений, но расчеты показывают, что они возмещаются в короткий срок за счет устранения простоев по вине смежных участков. Например, дополнительный комплект бегунов окупается в течение месяца.

Глава III. Пути повышения производительности и качества отливок на автоматических формовочных линиях.

Для исследования сложной производственной системы, какой является автоматическое изготовление отливок, нами использованы основные положения морфологического анализа.

Применение этого метода при исследовании функционирования сложной производственной системы позволило выполнить:

1. Систематизацию взаимосвязей в сложной системе и характерных состояний системы и ее составных частей.

2. Отбор качественных и количественных характеристик функционирования системы.

3. Оптимизацию отдельных показателей системы.

Для характеристики состояний системы приняты следующие основные параметры:

- P_1 - использование календарного фонда времени, со свойствами:
 P_1^1 - время работы; P_1^2 - нерабочее время;
- P_2 - функциональное состояние оборудования системы: P_2^1 - работает; P_2^2 - не работает;
- P_3 - функциональное состояние системы обслуживания: P_3^1 - система не обслуживается; P_3^2 - ремонт, обслуживание или их ожидание;
- P_4 - характеристика работоспособности основного оборудования АФЛ: P_4^1 - исправно; P_4^2 - неисправно;
- P_5 - характеристика работоспособности смежного оборудования: P_5^1 - исправно; P_5^2 - неисправно;
- P_6 - характеристика свойств исходных технологических материалов: P_6^1 - соответствуют техническим условиям; P_6^2 - не соответствуют техническим условиям;
- P_7 - характеристика состояний подсистем обеспечения: P_7^1 - соответствуют техническим условиям; P_7^2 - не соответствуют техническим условиям.

Анализ разработанной матрицы показывает, что принятые характеристики параметры четко определяют многообразие воз-

можных состояний системы. Представленные в матрице состояния сведены в классификацию причин потерь производительности на АФЛ. Это позволяет разработать конкретные мероприятия по их устранению, а также уточнить статистические методы определения показателей надежности использования оборудования.

Результаты обработки фактических материалов по АФЛ на заводах ЗИЛ, ХТЗ, ВАЗ и др. показали, что производительность АФЛ существенно ниже паспортной ($\approx$ на 20–30%) и не может рассчитываться по формулам справедливым для других автоматических линий, на которых объектом обработки является только заготовка, полученная литьем, ковкой, штамповкой или другими методами.

Считаем возможным для расчета производительности действующих автоматических формовочных линий предложить формулу:

$$Q_p = Q_n \cdot \eta_{\text{заг.}} \cdot \eta_{\text{и.ф.}} = Q_n \cdot \eta_{\text{ком.}} \quad (3)$$

где Q_p – расчетная производительность АФЛ (с учетом потерь);

Q_n – производительность автоматического формовочного оборудования, которая гарантируется поставщиком при работе в оптимальном режиме;

$\eta_{\text{заг.}}$ – коэффициент загрузки, учитывающий сложность компоновки оборудования, серийность производства, потери из-за простоев оборудования смежных участков, подготовительное-заключительное время;

$\eta_{\text{и.ф.}}$ – коэффициент использования номинального фонда времени;

$\eta_{\text{ком.}}$ – комплексный коэффициент производительности

$$\eta_{\text{заг.}} = \prod_{i=1}^n \eta_i \quad (4)$$

$$\eta_{\text{заг.}} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 \quad (5)$$

где η_1 – учитывает потери производительности АФЛ из-за нарушений в сложной системе, состоящей из нескольких блоков;

η_2 – учитывает потери производительности АФЛ из-за смены оснастки и подналадки оборудования;

η_3 – учитывает потери производительности АФЛ из-за простоев смежных участков;

η_4 – учитывает неизбежные потери производительности АФЛ, связанные с особенностями технологического процесса и структурой компоновки линии.

Определение производительности с учетом всех факторов снижающих паспортную производительность линий, позволяет правильно судить о работе линии и слабых местах сложной системы.

При выполнении расчетов, по определению коэффициента загрузки линий использованы наиболее высокие эксплуатационные показатели достигнутые в 1972 году на ХТЗ, ЗИЛ, ВАЗ и др. заводах. Установлено, что расчетная производительность составляет:

$$Q_p = Q_n \cdot \eta_{\text{ком}} = (0,67 \div 0,88) Q_n \quad (6)$$

Изучение качества форм изготовленных на АФЛ (заводов ХТЗ, ЗИЛ и др.) и выполненные экспериментальные исследования влияния простоев и отказов на качество форм показали, что простои продолжительностью более 3-х минут вызывают осыпание полуформ и образование скрытого брака форм и отливок. Это, в свою очередь, ведет к потери производительности от брака за счет скрытых дефектов полуформ.

С целью локализации влияния простоев на качество отливок разработан и экспериментально опробован на ЗИЛе состав покрытия полуформ для устранения осыпаемости: керосин + парафин (10:1). Оптимальная толщина слоя покрытия $\delta = 0,35 \div 0,45$ мм. Применение этого покрытия уменьшает брак форм и повышает производительность АФЛ на 1,5÷3,6%.

Глава IV. Организационные факторы повышения производительности автоматических формовочных линий.

Для обеспечения бесперебойной работы АФЛ необходимо высокое качество и своевременное выполнение ремонта и технического обслуживания оборудования. Простои по оборудованию составляют 2,8÷6,4%.

В целях повышения надежности работы линий, на базе заводских данных и результатов обследований работоспособности узлов и деталей разработана система планово-профилактического обслуживания АФЛ. Опираясь на ЕСНПР специально для АФЛ детализованы структура и последовательность всех профилактических мероприятий. Разработан классификатор возможных отказов с указанием методов их устранения в виде инструкционных карт, выполнен график ППО и расчет трудоемкости всех операций на I год эксплуатации линии, определена периодичность выполнения профилактических работ.

Автоматизация производственных процессов внесла коренные изменения в характер труда рабочих-операторов на АФЛ. Их функции состоят в наблюдении за работой автоматически действующих машин и кнопочном управлении работой автоматов. Профилактичес-

кое обслуживание линий, ремонты и устранение всех неисправностей возложено на слесарей ремонтников. Причем, во время ремонтов и профилактического обслуживания операторы простаивают.

Исследование систем организации труда рабочих на АФЛ заводов (ЗИЛ, ХТЗ и др.) приводит к выводу о необходимости создания (по опыту ХТЗ) комплексных бригад слесарей-операторов в обязанности которых входит:

- обслуживание и текущий ремонт линий в течение смены (ШПО);
- выполнение планово-предупредительных ремонтов (ППР);
- обеспечение работы АФЛ без простоев;
- выпуск качественной продукции.

Общие выводы:

1. Автоматизация является главным направлением технического прогресса литейного производства. Она обеспечивает улучшение условий труда, сокращение численности рабочих, повышение качества литья и значительные темпы увеличения объема производства отливок.

2. Автоматические формовочные линии отечественного производства по конструкции, принципу действия и компоновке соответствуют лучшим образцам зарубежных линий, но их выгодно отличает простота конструкции. Для успешной эксплуатации и ремонта отечественных линий привлекаются слесари-операторы 3-4 разряда, и этого совершенно достаточно для обеспечения нормальной работы линий.

3. При длительных сроках пуско-наладочных работ на автоматических формовочных линиях имеют место существенные потери из-за омертвления капитальных вложений и потери прибыли за счет условно-недоданной продукции.

4. Эффективность использования автоматических формовочных линий весьма тесно связана с бесперебойной работой смежных участков, поэтому они должны быть укомплектованы всем необходимым оборудованием и готовы к пуску до начала пусковых работ на самой линии.

5. Выполнение пуско-наладочных работ следует планировать, исходя из установленных сроков, как правило, в две смены. При этом все механизмы и узлы должны отлаживаться на паспортную

производительность как в наладочном, так и в автоматическом режиме.

6. Эффективность действующих АФЛ может быть повышена за счет сокращения простоев по внешним причинам. Эти потери на линиях составляют от 10 до 60% номинального фонда времени, и следовательно, необходима надежная, четкая и ритмичная работа оборудования на смежных участках. Анализ работы только самих АФЛ, без учета комплексного влияния на них смежных участков, приводит к необоснованным и ошибочным выводам.

7. Установлено, что фактические простои на линиях (заводов ХТЗ, ЗИЛ, ВАЗ, "Центролит" г. Рязань) составляют от 14,26 до 72%.

8. Фактический темп работы автоматов на большинстве линий ниже проектного на 4-15%, что приводит к потере выпуска форм от 7 до 24 форм/час.

9. Коэффициент использования линий по времени возрастает и в настоящее время на отдельных линиях находится на уровне 0,868-0,630.

Коэффициент технического использования АФЛ равен 0,93-0,968 и характеризует высокий уровень технического совершенства линий.

10. Поскольку простои в работе сложного комплекса автоматических систем неизбежны, следует оказывать влияние на время простоев и на их последствия. Часто простои ведут к пересыханию полуформ и к браку отливок. Во избежание такого брака необходимо совершенствовать технологический процесс. В частности, в работе предложен и экспериментально опробован на автозаводе им. Лихачева состав покрытия форм (керосин + парафин (10:1), который обеспечивает весьма длительную "живучесть" (несколько часов) формовочного состава и позволяет снизить брак по засору из-за осыпаемости на 1,5-3,6%.

11. Расчет производительности действующих АФЛ необходимо уточнить, введением комплексного коэффициента. Порядок его расчета предложен в работе и проверочный расчет показывает, что отклонение расчетной величины от фактической составляет не более 3,5-4%.

12. Одним из важнейших резервов повышения эффективности АФЛ является налаженная организация профилактического ремонта

и обслуживания оборудования. Для АФЛ не разработаны нормативы структуры и длительности технического обслуживания, но специфические условия их работы определяют необходимость таких нормативов. В работе предложена система планово-предупредительного обслуживания для АФЛ, обеспечивающая сокращение простоев на 10-15%.

Создание комплексных бригад слесарей-операторов, объединяющих всех работающих на АФЛ, является наиболее целесообразной формой научной организации труда, т.к. внедрение этой системы на ХТЗ обеспечило сокращение численности рабочих на 13 человек, повышение производительности труда на 30%.

Таким образом, в выполненной работе комплексно исследованы условия эксплуатации АФЛ на ХТЗ, ЗИЛ, ВАЗ, РЦЛ. При этом изучены технологические особенности процесса автоматической формовки и качество получаемых форм. Проведен технический эксперимент по осыпаемости полуформ на ЗИЛе. Разработан состав покрытия и принят заводом. Экономический эффект от внедрения результатов исследования составляет 329.300 руб. в год для одной линии ХТЗ.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Липгарт А.Д. Особенности технологической подготовки производства литья, изготавливаемого на автоматических литейных линиях (АФЛ). Сб. Труды МВТУ № 164, выпуск 2, М., 1973 г.
2. Липгарт А.Д., Беликов О.А., Кузнецов А.А., Воробьев Е.В. Повышение производительности действующих автоматических формовочных линий путем совершенствования технического обслуживания. "Литейное машиностроение". 1973 г. № 6.
3. Липгарт А.Д., Кузнецов А.А., Воробьев Е.В., Орловский В.И., Фомин В.Г. Рациональная организация эксплуатации - основное направление повышения эксплуатационной надежности и производительности автоматических линий. "Литейное машиностроение" 1973 г. № 9.