

вергается уже не деформациям сжатия, как ранее, а деформациям растяжения. При этом наблюдается нежелательное явление подхвата и затягивания детали на протяжку. Кроме того, при малом угле  $\beta$  заострения зубьев протяжки уменьшается теплоотвод при резании и стойкость зубьев понижается. При протягивании сначала отмечается уменьшение шероховатости, а затем резкое увеличение. Поэтому вести обработку винипласта при углах  $\gamma > 20^\circ$  не рекомендуется, особенно в условиях нежесткого крепления детали.

Таким образом, силы резания при обработке винипласта в 15 раз и более меньше сил резания, возникающих при обработке стали. Увеличение переднего угла  $\gamma$  значительно уменьшает шероховатость обработанной поверхности.

УДК 621.9

Г.И. Меламед, канд.техн.наук,  
Э.З. Дубень

## АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ КОМПОНОВКИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ

Автоматические линии (АЛ) из агрегатных станков относятся к числу наиболее сложных и дорогих систем оборудования в современном машиностроении. Их проектирование и изготовление занимает много времени и требует привлечения высококвалифицированных исполнителей. В то же время оптимальность принятого варианта компоновки каждой конкретной АЛ во многом зависит от квалификации и опыта проектировщиков (оптимальной будем считать такую компоновку АЛ, которая удовлетворяет предприятие по производительности на протяжении всего срока использования АЛ, располагает показателями надежности, достаточно близкими к оптимальным, и позволяет получить максимальный экономический эффект).

Компоновка АЛ в основном определяется при разработке технического предложения. Количество исходных данных, которыми располагает проектировщик АЛ на этой стадии проектирования, сравнительно невелико. Однако разработка и анализ возможных вариантов компоновки сложны, длительны, во многих случаях носят нетворческий характер. Поэтому выбор варианта компоновки, как правило, ведется либо по аналогии, либо при отсутствии аналогов по интуиции. Субъективный подход проявляется также при анализе и оценке выполненного проекта.

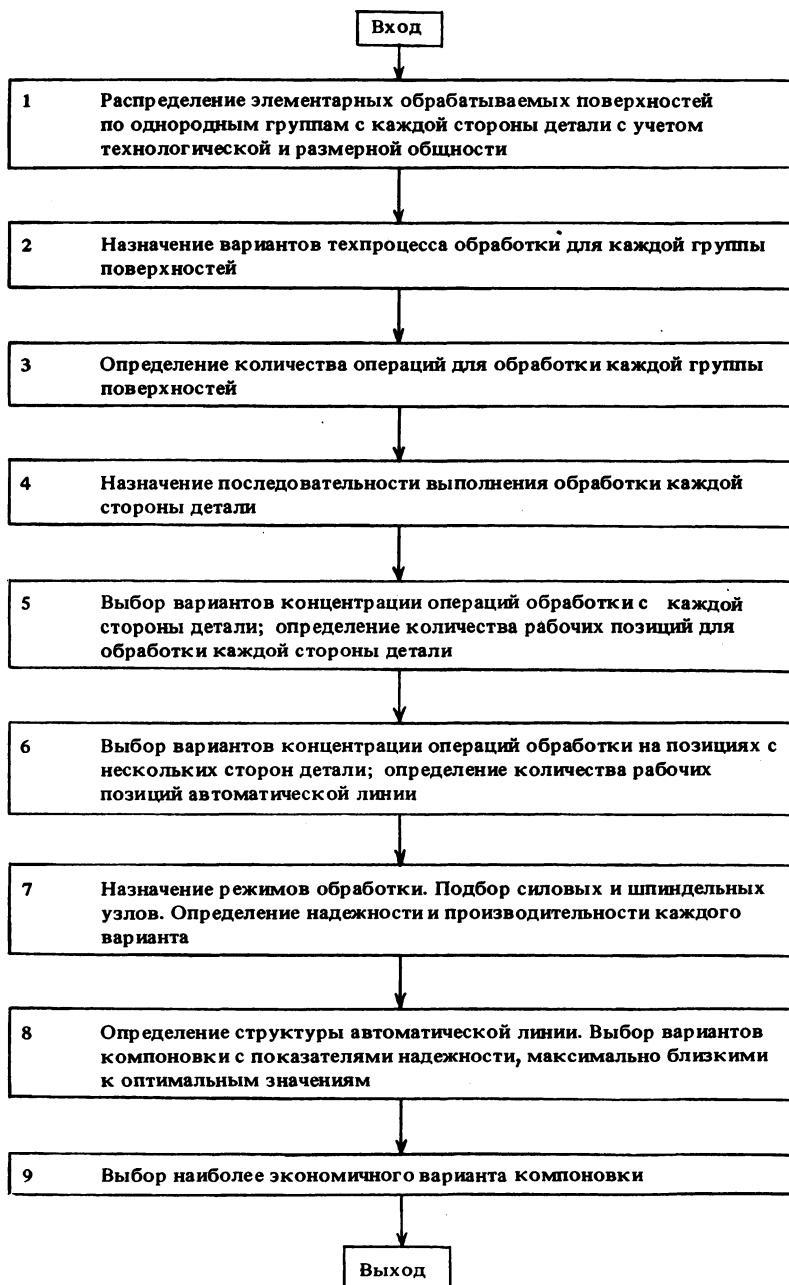
Необходимость повышения качества проектных работ путем объективного выбора оптимальной или подоптимальной компоновки, сокращения сроков проектирования АЛ при одновременном высвобождении квалифицированных специалистов от громоздкой нетворческой работы говорит о логической целесообразности применения современной вычислительной техники для решения поставленной задачи.

В известных исследованиях, связанных с применением ЭВМ, при проектировании АЛ проводился либо анализ на ЭВМ компоновок, разработанных традиционными методами, либо рас-

Т а б л. 1. Последовательность выполнения технического предложения на автоматическую линию (I – традиционным методом; II – с применением ЭВМ)

Метод	Этап	Наименование этапа	Исполнитель
I	1	Анализ обрабатываемой детали	Нач. отдела Нач. сектора Вед. конструктор Инж.-технолог
	2	Разработка и анализ возможных вариантов компоновки	Нач. отдела Нач. сектора Вед. конструктор
	3	Выбор компоновки	Нач. отдела Нач. сектора Вед. конструктор
	4	Разработка технологического процесса. Назначение режимов обработки	Инж.-технолог Вед. конструктор
	5	Оформление технической документации	Вед. конструктор Ст. техник
II	1	Подготовка исходных данных	Инж.-технолог Вед. конструктор Конструктор 3-й категории
	2	Выбор компоновки, назначение режимов обработки	ЭВМ
	3	Анализ выбранной компоновки	Нач. отдела Нач. сектора Вед. конструктор
	4	Оформление технической документации	Вед. конструктор Конструктор 3-й категории Ст. техник

Т а б л. 2. Алгоритм разработки компоновки автоматической линии



сма тривалось выполнение с помощью ЭВМ какого-либо одного этапа проектирования (например, выбор режимов резания для уже спроектированной линии).

Использование вычислительной техники при проектировании АЛ, очевидно, целесообразно и эффективно лишь в тех случаях, когда ЭВМ будет выполнять разработку компоновок, их техниче ский и экономический анализ и выдачу рекомендаций по принятию наиболее выгодного варианта.

При проектировании АЛ используются две группы исходных данных: постоянные, определяемые заказчиком, и переменные, выбираемые проектировщиком. К постоянным исходным данным относятся: материал обрабатываемой детали, его твердость; требуемая производительность; вид и количество обрабатываемых поверхностей; размерная и геометрическая точность обработки; достигаемая шероховатость обрабатываемых поверхностей; точность расположения обрабатываемых поверхностей относительно друг друга и относительно базовых поверхностей.

К переменным исходным данным относятся: способ транспортирования обрабатываемых деталей; количество деталей на рабочей позиции; положение деталей на рабочих позициях; положение деталей в начале АЛ (до обработки) и в конце АЛ (после обработки).

При традиционном способе проектирования (табл. 1, метод I) АЛ к переменным исходным данным можно отнести концентрацию операций механической обработки по позициям АЛ. При машинном проектировании (табл. 1, метод II) концентрация операций по позициям определяется ЭВМ.

При использовании ЭВМ практически не требуется проводить анализ обрабатываемой детали. Первый этап сводится к подготовке исходных данных для ЭВМ, который в основном заключается в кодировании информации об обрабатываемой детали. Естественно, что этот этап работы в основном может выполнять любой специалист независимо от квалификации.

В табл. 2 приведена блок-схема алгоритма выбора оптимальной (подоптимальной) компоновки АЛ (второй этап выполнения технического предложения). Эта схема не требует пояснений.

Разработка технического предложения обычным способом по существующим нормативам СКБ АЛ занимает 460 нормо-часов и оценивается в 292 руб. По предварительным оценкам разработка технического предложения с использованием ЭВМ займет 66 нормо-часов конструкторского и 30 минут машинного времени и обойдется в 52,6 руб.

Э.Ш. Суходрев, канд.техн.наук,  
Е.Б. Калачева, канд.техн.наук

## МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПЛАСТИЧЕСКИМ ФОРМООБРАЗОВАНИЕМ

Попытки использовать высоколегированные стали для увеличения прочности зубчатого венца удорожают стоимость машин и снижают стойкость режущего инструмента. Поэтому разработаны и широко применяются технологические процессы, направленные на замену зубонарезания более экономичной обработкой металлов давлением.

Существуют следующие методы пластического формообразования зубчатого венца: поперечная и продольная накатка, прямое выдавливание и прошивка, вырубка из листа, холодная и горячая штамповки в открытых и закрытых штампах, радиальная штамповка.

Накатка наиболее рациональна для получения мелкозубчатых колес большого диаметра, требует специальных станов повышенной жесткости с синхронностью вращения накатников и заготовки, тщательной индивидуальной коррекции накатников и не исключает дальнейшую механическую обработку. Достижимая степень точности 8...11. Вырубка из листа применяется для изготовления тонких и неточных зубчатых колес. Радиальная штамповка — процесс дорогостоящий и неточный.

Особенно большое внимание уделяется технологическим процессам получения шестерен с оформлением зубьев путем холодной и горячей штамповки. Однако процессы холодной объемной штамповки зубчатых колес неизбежно связаны с высокими удельными давлениями, возрастающими с увеличением модуля и числа зубьев колеса. Поэтому методы холодной штамповки шестерен широкого распространения не получили.

В Физико-техническом институте АН БССР разработаны новые технологические процессы получения шестерен путем горячей или полугорячей штамповки поковок с готовыми зубьями без обработки или с минимальной механической обработкой зубчатого венца.

Технологический процесс изготовления матриц с эвольвентным профилем из быстрорежущих сталей включает следующие операции: горячую закрытую прошивку напроход при температурах 900...1080°С, полугорячую (700...850°С) и холодную калибровку. Первые две операции осуществляются последова-