

УДК 658.5(075.8)

**К ВОПРОСУ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ
ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА
НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ**

Докт. экон. наук, проф. РАДИЕВСКИЙ М. В.

Белорусский национальный технический университет

Организация производства – это формирование рациональных хозяйственных структур и обеспечение их эффективного функционирования в динамике за счет использования прогрессивных экономических методов координации и регулирования производственных процессов. Она интегрирует все элементы процесса производства (оборудование, материалы и труд рабочих) в единую производственно-техническую систему предприятия. С помощью системы управления предприятием организуется движение материальных и денежных потоков по отдельным производственным циклам и в точках образования прибыли выбираются оптимальные решения с позиций их положительного влияния на конечные финансовые результаты хозяйственной деятельности.

Первоочередной задачей при проектировании рациональной организации производства на предприятии является выбор его специализации и производственной структуры, включающей основные цехи, производственные участки и отдельные виды оборудования.

Основными видами специализации производственных подразделений предприятия выступают предметная и технологическая, или функциональная. Предметная специализация заключается в том, что за подразделением закрепляются изготовление и сборка деталей, сборочных единиц, изделий одного или нескольких близких по конструкции видов. Она позволяет увеличить серийность запускаемых в производство объектов, следствием чего является возможность применения специального

оборудования, технологической оснастки, расположения станков по ходу технологического маршрута.

Предметная специализация – первый шаг организации поточного производства, его низшая форма. Примерами такой специализации являются участок корпусных деталей, цех валов и т. п. Ее высшая форма – создание гибких автоматизированных производств (ГАП).

Технологическая специализация осуществляется на основе принципа объединения деталей, обрабатываемых по одинаковой технологии. Такая специализация может реализовываться как по технологическим переделам (кузнечное производство, механическая и термическая обработка деталей и сборка изделий), так и в подразделениях, организованных по принципу предметной специализации. Например, в цехе изготовления деталей типа тел вращения могут создаваться участки зубообработки или участки термообработки токами высокой частоты и т. п.

Аналогичным образом в подразделениях с технологической специализацией могут создаваться более мелкие подразделения с предметной специализацией. Примером может служить организация производства в автоматном цехе участка крепежных деталей.

В зависимости от выбранного вида специализации цехов и участков могут изменяться не только способ расстановки оборудования, но и методы оперативного управления производством, маршруты движения материальных потоков и др.

Ведущими функциями комплексной системы организации изготовления продукции в цехах и на участках являются регулирование материальных потоков, выбор способов запуска и выпуска деталей, сборки готовых изделий, сдачи их на склад и отгрузки потребителям. В процессе изготовления деталей и сборки изделий применяются два основных способа организации движения производства – поточный и непоточный.

При поточном производстве деталь передается с одной операции на другую без пролеживания. Каждая операция спроектирована таким образом, что время обработки равно или кратно величине такта r , мин/шт., запуска (выпуска) деталей, который рассчитывается по формуле

$$r = \frac{F_3}{N_3},$$

где F_3 – эффективный (действительный) фонд времени в плановом периоде, мин; N_3 – количество деталей, подлежащих запуску (выпуску) за этот период, шт.

При этом эффективный фонд времени определяется по формуле

$$F_3 = F_n s t_s 60 \left(1 - \frac{f}{100} \right),$$

где F_n – номинальный фонд времени в рабочих днях; s – число смен в сутках; t_s – продолжительность одной смены в часах; f – планируемая доля затрат времени на ремонт оборудования в процентах от F_n .

План запуска деталей находится

$$N_3 = \frac{N}{(100 - v)},$$

где N – план выпуска деталей, шт.; v – отсев деталей на отладку оборудования и испытания, %.

Поточное производство является наиболее эффективной формой организации, при котором можно на основе комплексной реализации ее рациональных принципов (специализации, дифференциации, пропорциональности, непрерывности, прямоочности, параллельности, ав-

томатичности) обеспечить минимизацию затрат на изготовление изделий, сокращение длительности производственного цикла, оптимизацию размеров незавершенного производства, а также повысить производительность труда и улучшить качество продукции. Основное звено организации поточного производства – поточные линии.

По степени непрерывности процесса изготовления деталей они делятся на однопредметные непрерывно-поточные линии (ОНПЛ) и однопредметные прерывно-поточные линии (ОППЛ). В зависимости от наличия синхронизации операций линии бывают непрерывные переменнo-поточные и прерывные переменнo-поточные. У поточных линий первого вида рассчитывается единый средний ритм выпуска либо частные ритмы. У поточных линий второго вида рассчитываются частные ритмы выпуска изделий и число рабочих мест.

По номенклатуре предметов труда (деталей), закрепленных за линией, последние делятся на однопредметные и многопредметные.

Схематически принцип работы поточной организации производства однопредметной непрерывно-поточной линии показан на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что заготовки A из накопителя H_1 поступают на первую деталиеоперацию (время обработки равно такту r), затем без задержки – на вторую деталиеоперацию и т. д. После завершения обработки все детали собираются во втором накопителе H_2 , откуда в зависимости от технологического процесса направляются на последующую операцию (например, на термическую обработку), склад, сборку или в межлинейный задел.

Для обеспечения непрерывности работы поточной линии при возникновении возмущающих воздействий внутри нее (поломки инструмента, подналадка, отказы оборудования и др.) создается страховой задел (запас) только после коротких операций Z_c .

Однопредметные прерывно-поточные линии создаются в тех случаях, когда не удается синхронизировать операции, и отдельные деталиеоперации выполняются за время, не равное такту $t_i \neq r$. В этом случае из-за неравной производительности некоторые станки в поточной линии простаивают, рабочие загружаются неравномерно. Возникает необходи-

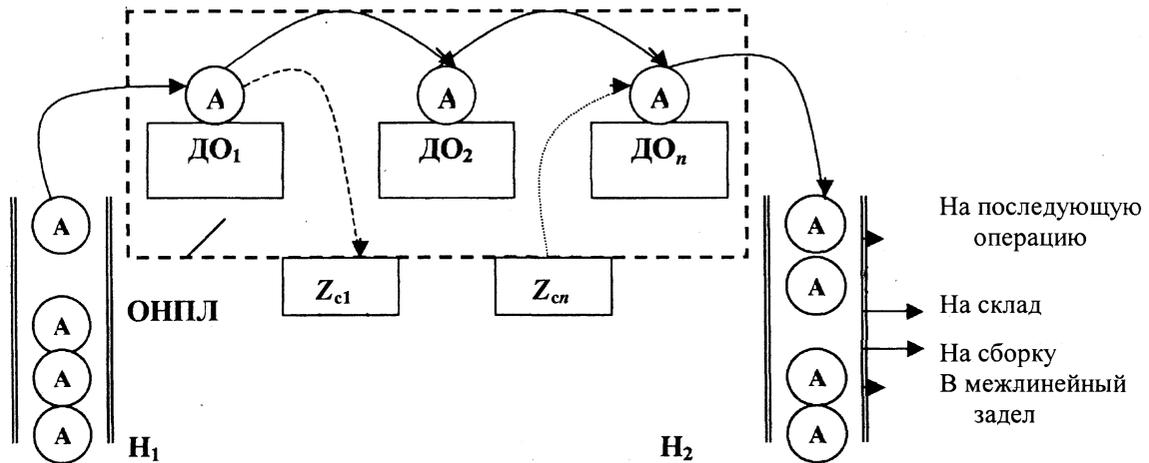


Рис. 1. А – заготовки и детали в накопителях H_1 и H_2 ; Z_{c1} – страховый задел деталей, создаваемый перед 1-й, 2-й и последней n технологической операцией; ДО – деталиеоперации, выполняемые на 1-, 2- и n -м станках

мость в обратном заделе – запасе предметов труда (деталей), который возникает между рабочими местами при наличии асинхронности в их работе. Появляется возможность многостаночной работы. Она обычно рекомендуется, если время операции $t_{оп} > 3$ мин.

Для ее реализации разрабатываются графики многостаночного обслуживания, в которых указываются время занятости рабочего, время автоматической работы станка, время простоя станка.

Схема однопредметной прерывно-поточной линии приводится на рис. 2.

На рис. 2 показано, что заготовки А из накопителя H_1 поступают на первую деталиеоперацию ДО1. Часть из изготовленных на ней деталей направляется на образование обратного задела Z_{o1} на операции № 1, другая часть – на образование (или поддержание) страхового задела Z_{c1} , а третья – на деталиеоперацию ДО2 и т. д.

В необходимых случаях на ДО2 и ДО3 (рис. 2) подаются полуфабрикаты не с предыдущей деталиеоперации, а из обратных или страховых заделов Z_{o1} и Z_{c1} .

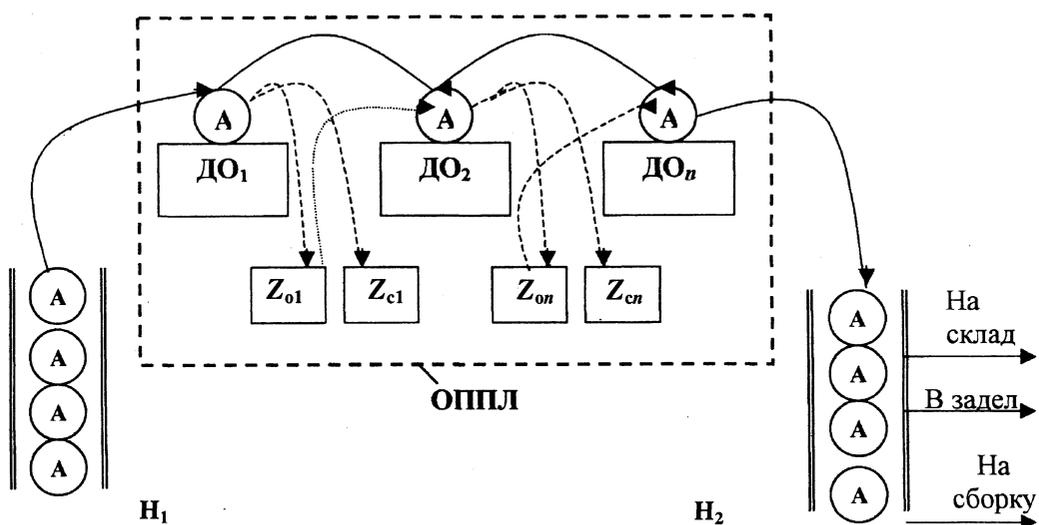


Рис. 2. А – заготовки в накопителе H_1 и детали в накопителе H_2 ; ДО – деталиеоперации, выполняемые на 1-, 2- и n -м станках; Z – заделы деталей, создаваемые перед каждым станком: Z_o – обратные; Z_c – страховые

Подобного типа поточные линии называются прямоточными. Они могут использоваться в серийном производстве при работе партиями по стандартному графику.

При разработке пооперационного стандарта-плана для таких поточных линий необходимо:

- обеспечить наиболее полную занятость рабочих;
- определить возможность дозагрузки свободных рабочих непоточной продукцией;
- организовать многостаночное обслуживание.

Многопредметные поточные линии создаются в серийном производстве в случае, когда объемы выпуска продукции недостаточны для полной загрузки однопредметной поточной линии. Различают следующие виды многопредметных поточных линий:

- переменнo-поточные;
- партионно-групповые;
- комплектно-групповые.

На переменнo-поточной линии изделия изготавливаются партиями, запускаемыми последовательно, по стандарту-плану (в каждый момент времени – одно (либо однородная группа) наименование. Смена изделия на линии может потребовать переналадку оборудования. Номенклатура изготавливаемых изделий (групп изделий) ограничена (6–8).

На партионно-групповых поточных линиях в каждый момент времени обычно изготавливаются партии различных изделий. Переход к запуску партии другого изделия на данном рабочем месте осуществляется, как правило, с переналадкой оборудования.

На комплектно-групповых поточных линиях запуск деталей на сборку изделия производится комплектно, в соответствии с заданием, предусмотренным производственной программой. Это соотношение должно выдерживаться на всех рабочих местах одновременно. Подобная организация производства позволяет обеспечивать комплектность сборки и выпуска готовых изделий, небольшие размеры незавершенного производства, ликвидировать потери времени, связанные с переналадкой оборудования на поточной линии.

Для обеспечения параллельного запуска изделий необходимо на всех рабочих местах иметь унифицированное технологическое оснащение, а для обеспечения непрерывной работы (без простоев рабочих мест) – одинаковую трудоемкость (станкоемкость) изготовления изделия на соответствующих операциях.

Для многопредметных поточных линий (МПЛ) разрабатываются:

- для многопредметных непрерывных линий (МНЛ) – поддетальный стандарт-план;
- для многопредметных прерывных линий (МПЛ) – пооперационный стандарт-план для каждого наименования детали и поддетальный стандарт-план для их совокупности;
- для групповых поточных линий (ГПЛ) – пооперационно-поддетальный стандарт-план.

На многопредметных линиях существуют две формы смены изделий: с переходящим заделом и без него.

Вторая форма смены изделий в свою очередь подразделяется на последовательный и параллельный запуск.

Схематически принцип смены изделий с переходящим заделом (с остатками предметов на рабочих местах) показан на рис. 3.

Из рис. 3 видно, что в момент смены изделия снимаются одновременно со всех рабочих мест с их фактической степенью готовности и размещаются в местах для хранения, а на поточную линию из задела запускаются изделия другого наименования. При необходимости переналадки ее осуществляют в нерабочее время или между сменами. При такой форме смены изделий исключаются простои рабочих, но возможны значительные заделы.

График смены изделий без переходящего задела при последовательном запуске партий деталей приводится на рис. 4.

В этом случае каждая последующая партия изделий запускается только после завершения производства предыдущей на всех рабочих местах. Заделы отсутствуют, но при переходе от изделия j_v -го наименования к изделию j_{v+1} -го наименования потери времени на непрерывных поточных линиях составляют

$$t_{j_v j_{v+1}} = (q-1)(r_{j_v} + r_{j_{v+1}});$$

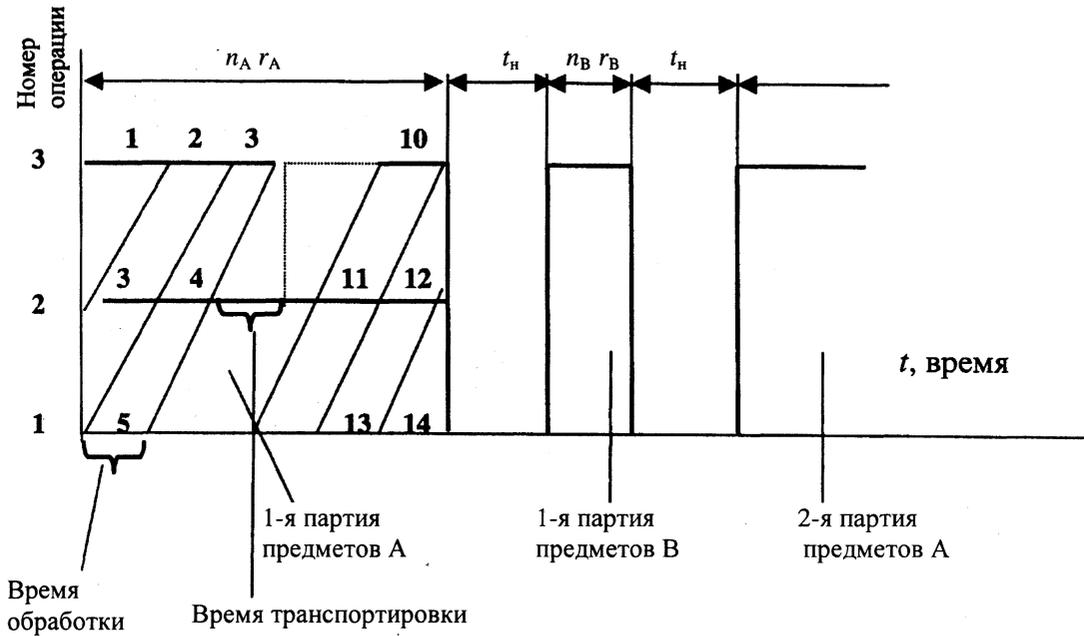


Рис. 3. n – величина партии деталей А и В, где 1, 2, 3, ..., 14 – номера деталей в партии; t_n – время на переналадку поточной линии на изготовление новой партии деталей; r – ритм работы поточной линии при изготовлении партий деталей А и В

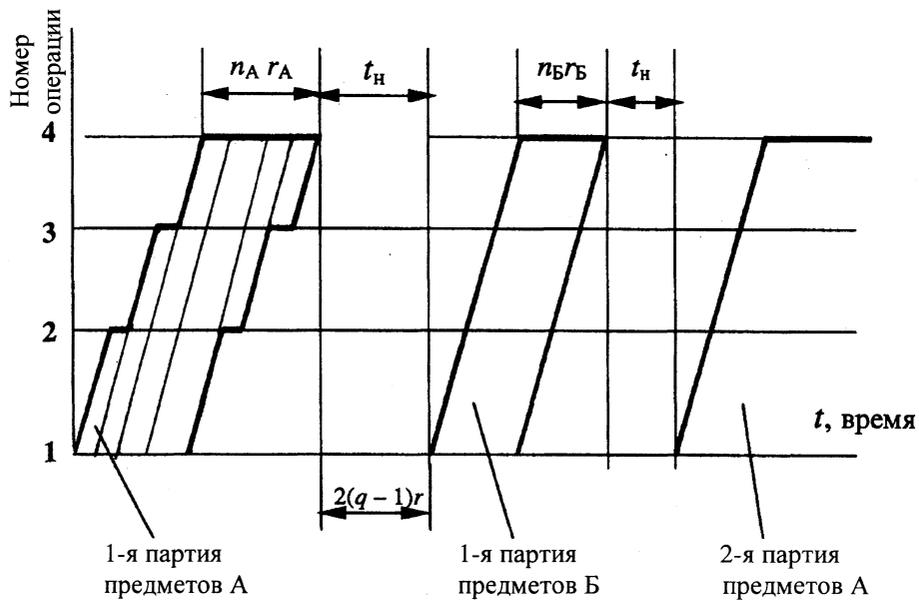


Рис. 4. n – величина партии деталей А и Б, где 1, 2, 3, 4 – номера деталей в партии; t_n – время на переналадку линии; r – ритм работы поточной линии при изготовлении партий деталей А и Б

на прерывных поточных линиях потери времени составляют

$$t_{j_v j_{v+1}} = r_{j_v} Z_{j_v} + r_{j_{v+1}} Z_{j_{v+1}},$$

где q – число единиц оборудования на линии;

t – потери времени, мин; r_{j_v} – ритм выпуска изделия j_v , мин/шт.; $r_{j_{v+1}}$ – ритм выпуска изделия j_{v+1} , мин/шт.; v – обозначение выпускаемого изделия, порядковый номер; Z – величина задела, шт.

Для уменьшения потерь времени при смене изделий применяют параллельный запуск, при котором очередная партия деталей запускается по мере освобождения рабочих мест от изготовления предыдущих изделий. Пример подобного графика приведен на рис. 5.

При организации непоточного производства следует стремиться к возможно полному использованию принципов и методов, применяемых при поточном изготовлении продукции.

В серийном производстве организуются участки групповой обработки деталей, при которой процесс подготовки производства и его организация осуществляются на основе классификации и группирования деталей по ряду признаков: конструктивный тип детали, материал, вид заготовки, размеры детали, технологический маршрут, характер базирования и др.

На основе анализа групп деталей формируются поддетально-групповые цехи, участки и поточные линии группового производства. Оборудование на участках располагается по ходу технологического маршрута большинства обрабатываемых деталей. На станках используются групповые приспособления, в которых предусмотрены групповые наладки, создаваемые обычно по принципу общности базирования и закрепления деталей группы. Применение групповых методов обработки деталей по-

зволяет увеличить размеры партий в мелкосерийном и серийном производствах, использовать в их организации ряд методов, характерных для крупносерийного и массового типов выпуска продукции. При групповой обработке деталей наиболее часто используются три основные схемы их изготовления, которые приводятся на рис. 6.

Из рис. 6а видно, что групповой обработкой охвачена одна операция группы с законченным циклом обработки на однотипном оборудовании. Данная схема наиболее эффективна при однооперационных технологических процессах изготовления деталей, входящих в группу.

На рис. 6б, в показано, что детали группы имеют общий групповой многооперационный технологический процесс изготовления, выполняемый на разнотипном оборудовании. Все детали проходят обработку последовательно либо через деталеоперацию группового технологического процесса, либо только через отдельные деталеоперации.

На рис. 6г показано, что на одной или нескольких операциях в целях укрупнения объединяются детали нескольких групп, каждая из которых охватывает весь технологический маршрут обработки на разнотипном оборудовании.



Рис. 5. График освобождения рабочих мест от изготовления предыдущих изделий (деталей)

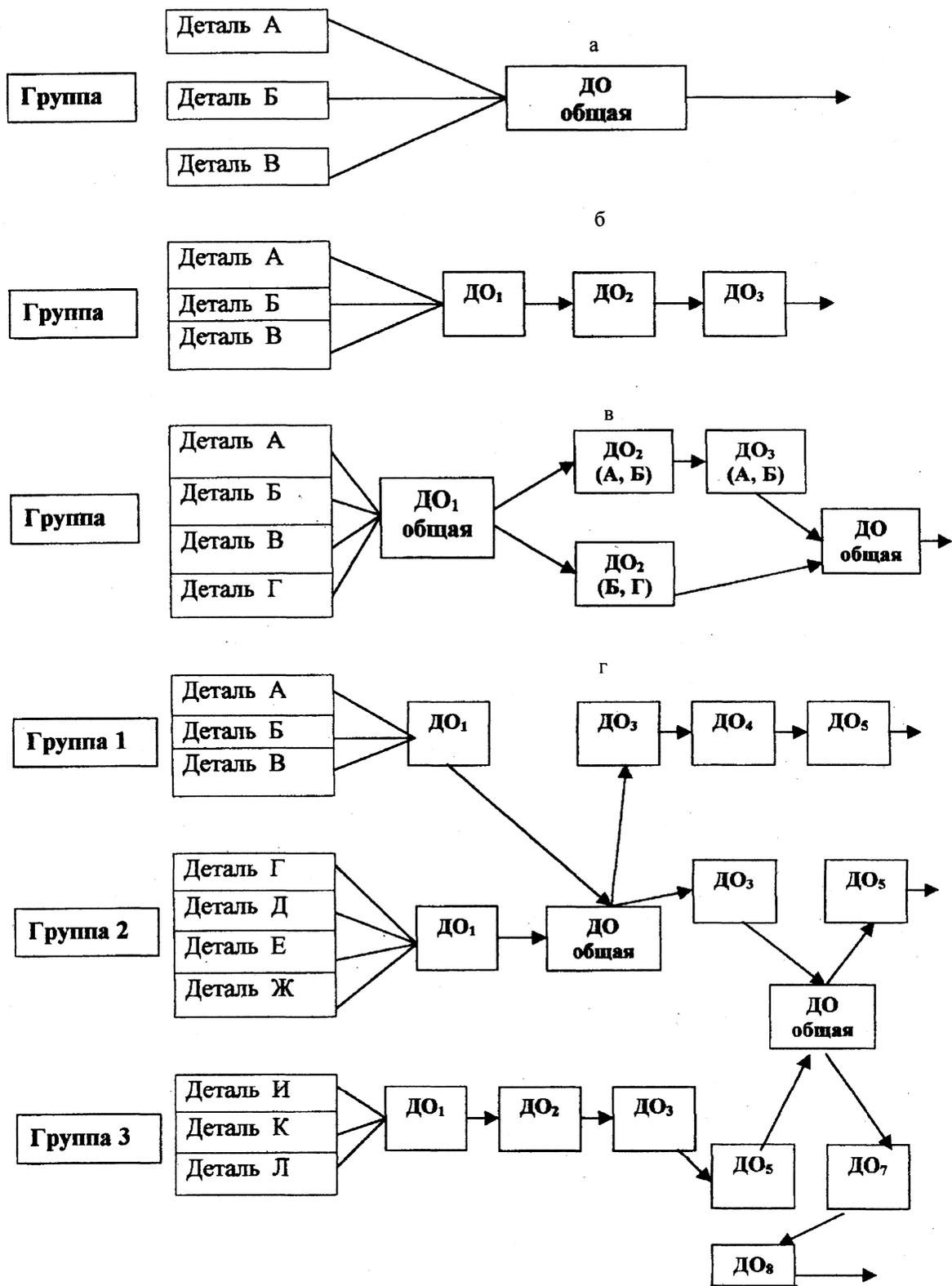


Рис. 6. Основные схемы организации групповой обработки деталей:
ДО – деталиеоперация

Пример организации движения предметов труда на групповых поточных линиях показан на рис. 7.

В отличие от схемы поточной организации производства при непоточной его организации движение предметов труда по рабочим местам в процессе обработки производится партиями, запуск которых осуществляется с различной или постоянной периодичностью. Производственные подразделения формируются на основе использования одной из двух форм специализации: предметной либо технологической.

Схема движения предметов труда при непоточной организации производства и технологической специализации участков показана на рис. 8.

Из рис. 8 видно, что партия заготовок В поступает на участок, где выполняется первая технологическая операция ДО₁. Обработанные детали собираются в накопителе (таре) Н. После завершения обработки всей партии заготовок на первой операции ДО₁ накопитель Н перемещается на другой участок, на котором выполняется вторая операция ДО₂.

Далее процедуры повторяются до завершения всех предусмотренных технологией операций ДО_i на различных участках. По сравнению с предыдущей схемой движения данная отличается большими затратами времени и средств на транспортировку деталей с участка на участок и требует диспетчерского контроля за ней.

Движение предметов труда при непоточной организации производства и предметной специализации участка показано на рис. 9.

Из рис. 9 видно, что партия деталей А последовательно проходит обработку вначале на первой деталиеоперации ДО₁ и собирается в накопителе Н. Затем накопитель с деталями Н перемещается к оборудованию, выполняющему вторую операцию ДО₂, и начинается обработка всей партии деталей на второй операции ДО₂. Обработанные детали также собираются в накопителе, и далее описанные действия повторяются для *n*-й операции ДО_n. После завершения обработки всей партии согласно технологическому маршруту она передается на доработку, склад либо сборку.

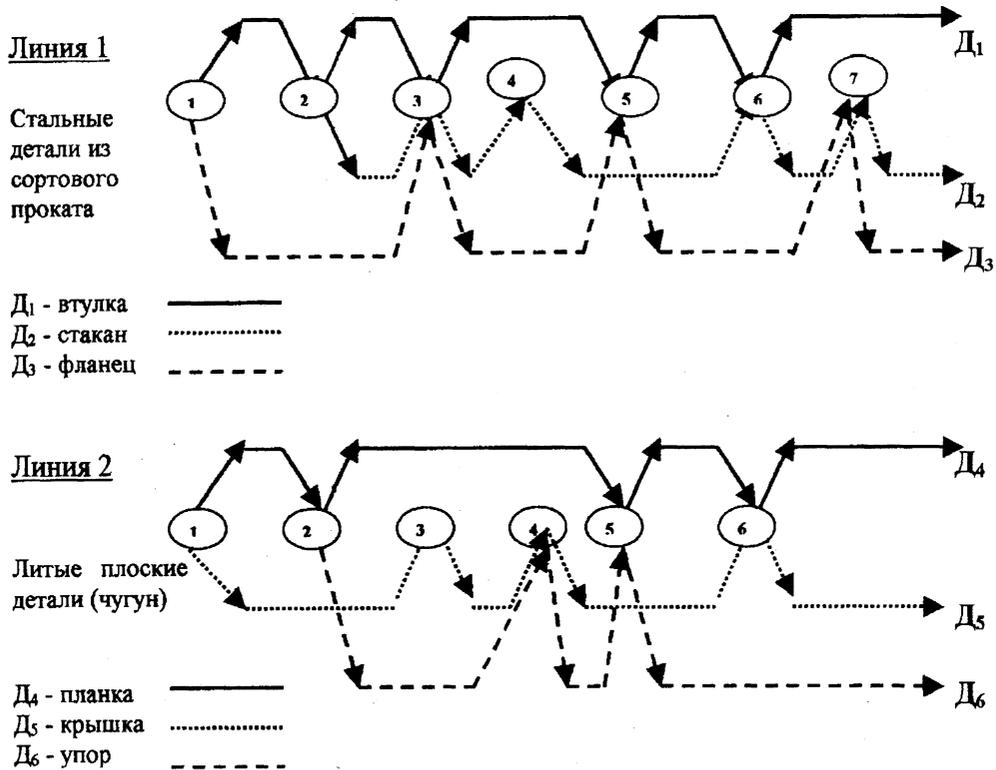


Рис. 7. Схема движения предметов труда (деталей) при поточной организации производства и его технологической специализации

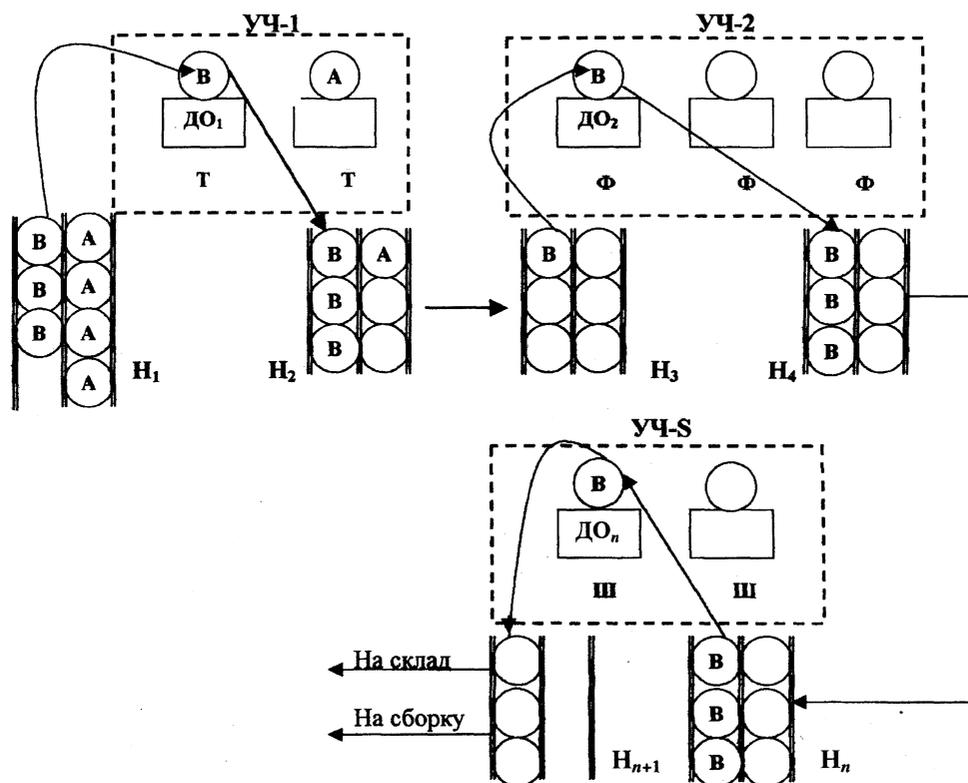


Рис. 8. А и В – детали в накопителе Н; ДО – детали операции; УЧ – участки; Т – токарные станки; Ф – фрезерные; Ш – шлифовальные станки

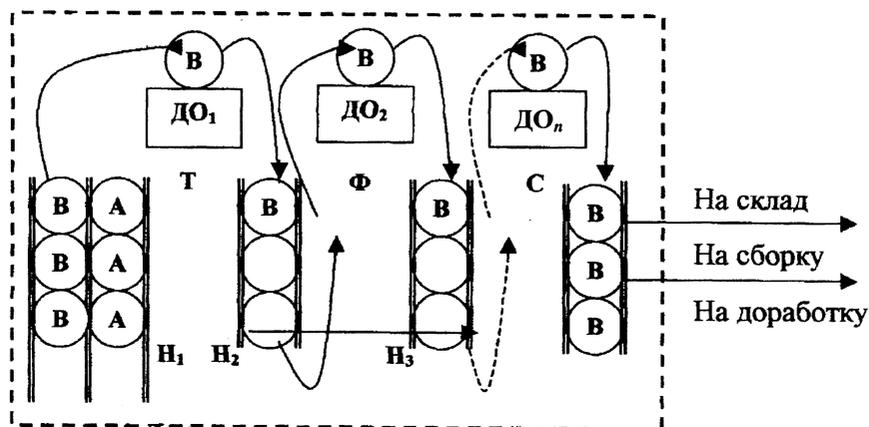


Рис. 9. А и В – детали в накопителе Н; ДО – детали операции; Т – токарные станки; Ф – фрезерные; С – сверлильные

При технологической специализации оборудование расставляется технологически подобными группами (участками). В механообрабатывающих цехах это могут быть участки токарных, фрезерных, шлифовальных, зуборезных станков и т. п.

При предметной специализации оборудование на участке (в цехе) расставляется в соответствии с технологическим маршрутом. Это позволяет минимизировать время и затраты на транспортировку обрабатываемых деталей в процессе их изготовления.